ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ • UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ

ΠΡΟΣ ΤΙΜΗΝ ΤΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ
ΑΝΤΩΝΙΟΥ Χ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ

ESSAYS IN HONOUR OF PROFESSOR
ANTONIOS C. PANAYOTOPOULOS

ΤΟΜΟΣ Β΄

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2006 • PIRAEUS 2006

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ

ΠΡΟΣ ΤΙΜΗΝ ΤΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ
ΑΝΤΩΝΙΟΥ Χ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ

ESSAYS IN HONOUR OF PROFESSOR
ANTONIOS C. PANAYOTOPOULOS

ΤΟΜΟΣ Β΄

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2006 - PIRAEUS 2006

Δημοσιονομικοί έλεγχοι στις ενισχύσεις από τα Διαρθρωτικά Ταμεία της Ε.Ε.

Λεονάρδος Κόντος-Μάναλης

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων,
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Λόγω της σπουδαιότητας των πράξεων διαχείρισης από συγχρηματοδοτήσεις ή χρηματοδοτήσεις στα διάφορα κράτη-μέλη από τα Διαρθρωτικά Ταμεία της Ε.Ε., η έρευνά μας επικεντρώνεται στις μεθόδους ελέγχου των δαπανών από ενισχύσεις Κοινοτικών Ταμείων (Ταμεία Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων κ.λπ.), όπου εξετάζονται οι διαδικασίες που αποβλέπουν στη διαφάνεια, ως και οι θεσμοθετημένοι ελεγκτικοί μηχανισμοί.

1. Εισαγωγή

Ο έλεγχος της δημοσιονομικής διαχείρισης[1] και ιδιαίτερα ο έλεγχος των δαπανών της Ε.Ε. επί των διαρθρωτικών πολιτικών, δεν υπάγεται στην αποκλειστική αρμοδιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, στα πλαίσια των χρηματοδοτήσεων για την υλοποίηση κοινοτικών πολιτικών στα Κράτη-μέλη, κατά τις ειδικότερες διακρίσεις των κοινοτικών δράσεων και ευρωπαϊκών κανονισμών [ΚΑΝ (Ε.Κ) 2064/97 και ΚΑΝ (ΕΚ) 1260/99] σημειώνουμε, μέσα από το πλέγμα των ελεγκτικών απαιτήσεων και τις

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 613-640
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 613-640

αποστολές αναφορικά για τη χώρα μας της Επιτροπής Δημοσιονομικού Ελέγχου (ΕΔΕΛ), που συστάθηκε στο Υπουργείο Οικονομικών (Γενικό Λογιστήριο του Κράτους), σύμφωνα με το άρθρο 17 παρ. 14 του Ν. 2860/2000. Άλλωστε, όλα τα κοινοτικά δημοσιονομικά και ελεγκτικά όργανα, Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Εθνικά Ελεγκτικά Συνέδρια, κ.λπ., αποτυπώνουν τους τρόπους ελέγχου της διαχείρισης των κοινοτικών πόρων. Οι πόροι της Ε.Ε. που προέρχονται από διάφορες πηγές, εντάσσονται είτε στον ετήσιο προϋπολογισμό εσόδων και δαπανών, που την ευθύνη της κατάρτισής του έχει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, είτε σε αυτοτελείς φορείς, οι οποίοι είναι επιφορτισμένοι με ειδικές δραστηριότητες. Τέτοιοι φορείς, ως γνωστόν, είναι τα Κοινοτικά Ταμεία και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων[2].

Αν εποπτεύσουμε το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης[3], θα διαπιστώσουμε από τις επιμέρους δραστηριότητές του, ότι έχει έργο να προωθεί την οικονομία των περιοχών στα Κράτη-μέλη που μειονεκτούν, για να εξασφαλιστεί η ισόρροπη ανάπτυξη μέσα στο χώρο της Ε.Ε. Τις αυτές περίπου διαπιστώσεις θα κάνουμε, παρατηρώντας και τη δράση και την αποστολή της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, η οποία συμβάλλει ικανοποιητικά στην ανάπτυξη, χορηγώντας μακροπρόθεσμα δάνεια για την εκτέλεση έργων υποδομής.

Την ίδια αίσθηση θα έχουμε παρατηρώντας και το δραστικό δυναμικό των άλλων διαρθρωτικών ταμείων, π.χ. του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου, του Ευρωπαϊκού Γεωργικού Ταμείου κλπ., όπου ο σκοπός της χρηματοδότησης[4] και τα αποτελέσματα αυτής, σημειώνουν και τονίζουν τη μέχρι σήμερα συμβολή τους στην άμβλυνση των ανισοτήτων[5] μεταξύ των διαφόρων περιοχών της Ε.Ε. Οι ενισχύσεις, βέβαια, που παρασχέθηκαν και παρέχονται, κινούνται σε καθορισμένα ποιοτικά όρια, όπου η χρηματοδότηση π.χ. του Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης δε μπορεί να υπερβαίνει το 20% του κόστους του έργου ή το 50% της κρατικής επιχορήγησης, όταν πρόκειται για δημόσιες επενδύσεις σε έργα υποδομής. Τα ως άνω ποσοστά, δέχθηκαν μεταβολές αναφορικά με την κατανομή των πόρων κατά χώρες.

Τα παραπάνω τέθηκαν ως προκαταρκτικά, για να καταδείξουν την αποστολή των διαφόρων Διαρθρωτικών Ταμείων, τα

οποία μπορούν να ενεργούν είτε ανεξάρτητα είτε από κοινού, όταν ο σκοπός της χρηματοδότησης εμπίπτει σε συνδυασμένα ενδιαφέροντα. Συμπληρωματικά δε, αναφέρουμε εδώ, ότι στην περιφερειακή ανάπτυξη συντελούν και άλλα χρηματοδοτικά όργανα[6] όπως είναι η ΕΚΑΧ (European Coal and Steel Community), το Ευρωπαϊκό Ταμείο Προσανατολισμού και Εγγυήσεων της Γεωργίας (European Agricultural Guidance and Guarantee Fund) γνωστό ως FEOGA με βάση την ονομασία του στα Γαλλικά.

Με αυτά ως δεδομένα, θα απομονώσουμε από αυτές τις χρηματοδοτικές ενισχύσεις[7] την έννοια της δαπάνης και θα εποπτεύσουμε τη διαδικασία εξατομίκευσης αυτής υπό τη μορφή της εκτέλεσης, όπου έχουμε και τη μετατροπή της δαπάνης σε επιδιωκόμενο αποτέλεσμα με την πραγματοποίηση κάποιου έργου. Υπό την έννοια αυτή, οι δαπάνες αυτές θεωρούνται δαπάνες επενδύσεων και όσον αφορά την πραγματοποίηση και υλοποίηση της επένδυσης, η εξέταση της ακρίβειας των λογαριασμών όσο και η εξέταση της νομιμότητας και κανονικότητας, αποτελούν τον λεγόμενο διαχειριστικό έλεγχο[8].

Η παραπάνω κατεύθυνση, υπογραμμίζει και το στόχο διερεύνησης στα είδη των ελέγχων που συντελούνται επί των δαπανών αυτών, με βάση τα έργα που πραγματοποιούνται μέσω των Διαρθρωτικών Ταμείων[9].

Έτσι, εκείνο το οποίο, προεχόντως προβάλλεται, ως αναγκαία προϋπόθεση, για το ελεγκτικό μέρος επί των παρεμβάσεων των διαφόρων Διαρθρωτικών Ταμείων, ως και των παρεμβάσεων της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων και των λοιπών χρηματοδοτικών οργάνων, είναι η προσέγγιση από πλευράς δημοσιονομικού ελέγχου των δράσεων που χρηματοδοτούνται ή συγχρηματοδοτούνται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία. Συνεπώς, ο έλεγχος πάντοτε διενεργείται από τα Κράτη-μέλη, γιατί όπως στην αρχή αναφερθήκαμε ο έλεγχος επί των διαρθρωτικών πολιτικών δεν υπάγεται στην αποκλειστική αρμοδιότητα της Ε.Ε.

Καταρχήν, λοιπόν, θα αναφερθούμε στον Κανονισμό (ΕΚ) υπ' αριθμό 2064/97 της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 15ης Οκτωβρίου 1997 (βλ. Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 23.10.97 EL, L. 290/1), όπου τίθενται οι υποχρεώσεις των Κρατών-μελών, προκειμένου να εξασφαλιστούν οι προ-

ύποθέσεις για την τήρηση και διενέργεια των ελέγχων, επί των δαπανών αυτών για να διαπιστώνονται τυχόν παρατυπίες. Άλλωστε, σ' αυτό αποβλέπουν και τα είδη των ελέγχων, των οποίων η κατεύθυνση αποσκοπεί: α) Στην εξέταση της ακρίβειας των λογαριασμών, β) στην εξέταση της νομιμότητας και κανονικότητας και γ) στην εξέταση της χρηστής διαχείρισης[10].

Τα Κράτη-μέλη, λοιπόν, οφείλουν να οργανώνουν ελέγχους των έργων ή των ενεργειών, οι οποίοι αποσκοπούν στην επαλήθευση του αποτελέσματος των εφαρμοζομένων συστημάτων διαχείρισης και δεύτερον στην επαλήθευση επιλεκτικά των δηλώσεων δαπανών που έγιναν στα διάφορα σχετικά επίπεδα. Ο έλεγχος, επίσης, μπορεί να είναι και δειγματοληπτικός, όπου στην επιλογή του δείγματος των έργων που πρέπει να αποτελέσουν το αντικείμενο του ελέγχου, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η ανάγκη να ελεγχθεί ένας κατάλληλος συνδυασμός ειδών και μεγεθών έργων, κατά τις ειδικότερες διακρίσεις του ως άνω κανονισμού[11].

Τα θέματα αυτά εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία, γιατί η συγχρηματοδότηση από την Ε.Ε. δράσεων και ιδιαίτερα από τα Διαρθρωτικά Ταμεία, πρέπει να συνοδεύεται από μια ικανοποιητική αντιμετώπιση του αποτελέσματος από τους ελέγχους του Κράτους-μέλους, καθόσον η χρηματοδοτική συμμετοχή της Ε.Ε. πρέπει απαραιτήτως να διασφαλίζεται[12].

Τα παραπάνω αφετηριάζουν τη σκέψη μας, στην προσέγγιση των διαφόρων παραμέτρων μιας γενικά δημοσιονομικής διαχείρισης, όπου στην εκτέλεση ενός έργου ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας (effectiveness), περιλαμβάνει τη σύγκριση μεταξύ του στόχου και του αποτελέσματος, δοθέντος ότι τελικά ερευνάται αν ο στόχος έχει επιτευχθεί με την εκτέλεση του έργου, εκφράζοντας παράλληλα και τη μέτρηση του κατασκευαστικού βαθμού, π.χ. αν πρόκειται για εκτέλεση δομικού έργου. Η κυριότερη δυσκολία της άσκησης αυτού του ελέγχου, όπου τα κράτη οργανώνουν και πραγματοποιούν, σε περιπτώσεις που συγχρηματοδοτούνται δράσεις από τα Διαρθρωτικά Ταμεία, έγκειται στο γεγονός της σύγκρισης μεταξύ αποτελέσματος και προγραμματισμένου στόχου, υπό την έννοια ότι, θα διερευνηθεί κατά

πόσον έχει πραγματοποιηθεί το αποτέλεσμα και έχουν τηρηθεί οι ανάλογοι διαχειριστικοί κανόνες[13].

2. Μέθοδοι και διαδικασίες που αποβλέπουν στη διαφάνεια

Όπως προελέχθηκε, ο δημοσιονομικός έλεγχος των δράσεων που συγχρηματοδοτούνται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία, διενεργείται από τα Κράτη-μέλη, καθόσον πρέπει να διαφυλαχθεί η αποτελεσματικότητα και η διαφάνεια των χρηματοδοτήσεων από τα ταμεία αυτά, ώστε να τηρούνται οι εγγυήσεις από τη χρησιμοποίηση των κοινοτικών πόρων[14].

Για το λόγο αυτό, τα Κράτη-μέλη είναι υποχρεωμένα να ασκούν ελέγχους όσον αφορά τη διαχείριση των πόρων αυτών, αναφορικά με τις συγχρηματοδοτήσεις, προκειμένου να υπάρχει αξιοπιστία και αποδοχή του αποτελέσματος. Ειδικότερα, οφείλουν να προγραμματίζουν κατάλληλους ελέγχους κατά τρόπο αποτελεσματικό και αποδοτικό. Λόγω της σπουδαιότητας δε του θέματος, οι διαχειριστικοί αυτοί έλεγχοι ακολουθούν διάφορες φάσεις[15]. Ενδέχεται, π.χ. να πρόκειται περί επιτόπιας έρευνας, η οποία περιλαμβάνει τη συγκέντρωση και αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων, προκειμένου να εξαχθούν τα ελεγκτικά συμπεράσματα. Δεδομένου δε, ότι οι ελεγκτές δεν έχουν τη δυνατότητα να εξετάσουν ολόκληρο το μέγεθος των πληροφοριακών στοιχείων σχετικά με την ελεγχόμενη μονάδα, σημασία έχει να επιλέγονται με προσοχή οι τρόποι συλλογής στοιχείων και δειγμάτων.

Βέβαια, ένας έλεγχος 100% σε όλα τα πληροφοριακά στοιχεία παρέχει κατ' αρχήν απόλυτη ασφάλεια και ο οποίος θα είναι και ο επιθυμητός. Όμως, στη σημερινή πρακτική, ως εκ του όγκου του ελεγκτικού αντικειμένου, αναγκαστικά ακολουθείται η προσφυγή, όπως προελεχθηκε, στη μέθοδο της δειγματοληψίας.

Κατ' ακολουθίαν των ανωτέρω σημειώνουμε, ότι ο προαναφερθείς δειγματοληπτικός έλεγχος αποβλέπει σε τελευταία ανάλυση στην αξιολόγηση του συστήματος του εσωτερικού ελέγχου του ελεγχόμενου φορέα, ο οποίος συγχρηματοδοτήθηκε από τα Διαρθρωτικά Ταμεία. Ο φορέας αυτός, μπορεί να είναι Α.Ε., Οργανισμός κ.λπ. και ο κρατικός έλεγχος που γίνεται στις πράξεις διαχειρίσεως του φορέα αυτού, θα κινείται με βάση την αναζήτηση

της ορθολογικής διαχείρισης μέσα στο πλαίσιο των μεθόδων και διαδικασιών που εφαρμόζει και τηρεί ο φορέας αυτός.

Επομένως, ο έλεγχος αυτός που γίνεται για τις συγχρηματοδοτήσεις θα κινηθεί μέσα στην καταρχήν δεδομένη αξιοπιστία των συστημάτων εσωτερικού ελέγχου που τηρεί ο χρηματοδοτούμενος φορέας. Στις περιπτώσεις δε που ο έλεγχος διαπιστώνει την ύπαρξη σφαλμάτων, καθοριστική σημασία έχει ο ποσοτικός εντοπισμός τους και οι ενέργειες που απαιτούνται για τη διόρθωση των σφαλμάτων αυτών, προκειμένου να διευκολυνθεί και η διαδικασία της λογοδοσίας.

Μια άλλη μορφή ελέγχου είναι ο λογιστικός έλεγχος, ο οποίος μπορεί να προσαρμοστεί στις ιδιαίτερες συνθήκες της τεχνικής διάταξης των λογαριασμών και στο μηχανισμό της λειτουργίας τους, σύμφωνα με τη λογιστική πρακτική του ελεγχόμενου φορέα. Εδώ, ακολουθούνται οι γενικά αποδεκτές λογιστικές αρχές (αρχή συνέπειας, αρχή της ουσίας υπεράνω του τύπου, αρχή συντηρητικότητας κ.λπ.), όπου τυποποιούνται ανάλογα και οι ελεγκτικοί μέθοδοι, π.χ. μέθοδος της ταμειακής βάσης, μέθοδος της δεδουλευμένης βάσης, μέθοδος βάση των εκταμιεύσεων κ.λπ.

Η εξέλεγξη δηλαδή, των κοινοτικών κονδυλίων σε σχέση με την αξιοπιστία των διαχειριζομένων τα κονδύλια αυτά φορέων, δεν είναι καταρχήν μια εύκολη υπόθεση, καθόσον σε κοινοτικό επίπεδο οι διάφορες έννοιες κατά την ελεγκτική πορεία, αποτέλεσαν αντικείμενο ερμηνειών και οριοθετήσεων στο άρθρο 9 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1260/1999 του Συμβουλίου της 21ης Ιουνίου 1999 περί γενικών διατάξεων για τα Διαρθρωτικά Ταμεία[16].

3. Αποσαφηνίσεις και οριοθετήσεις

Αποτελεί θέση αποδεκτή στο Ευρωπαϊκό Δημοσιονομικό Δίκαιο, ότι η ανάλυση των γενικών θέσεων και δομών ενός υποδείγματος ή ενός κανονισμού που έχει διακρατικό χαρακτήρα, ουσιαστικά θα μορφοποιείται προκειμένου να μην υπάρχουν εννοιολογικές δυσαναλογίες και διαφορισμοί στην παράθεση ορισμένων εννοιολογικών στοιχείων και παραδοχών. Αυτό σημαίνει, ότι οι όροι που ορίζονται στο άρθρο 9 του Κανονισμού, θα έχουν τη συγκεκριμένη αυτή έννοια, δηλαδή θα καλύπτονται εν-

νοιολογικά από την ερμηνεία του άρθρου 9. Έτσι, στην πλαισιοκατασκευή των ορισμών του άρθρου 9 του προαναφερθέντος Κανονισμού του Συμβουλίου της Ε.Ε., τίθενται τα εξής με τη μορφή εννοιολογικών πλαισιώσεων.

Ειδικότερα ο «προγραμματισμός» δεν είναι απλώς μία διαδικασία προκαθορισμού και υποδείξεων μιας σειράς ενεργειών, αλλά θεωρείται ως «διαδικασία οργάνωσης, λόγω αποφάσεων και χρηματοδότησης που πραγματοποιείται σε περισσότερα του ενός στάδια και αποσκοπεί στην εφαρμογή σε πολυετή βάση, της κοινής δράσης της Κοινότητας και των Κρατών-μελών για την επίτευξη των στόχων που αναφέρει το άρθρο 1».

Με τον όρο «σχέδιο ανάπτυξης» δεν εννοείται, απλώς ο καθορισμός του τρόπου και των λεπτομερειών μιας μελλοντικής ενέργειας προς επίτευξη δεδομένου σκοπού, αλλά οριοθετείται, ως «ανάλυση την οποία εκπονεί ένα Κράτος-μέλος για την κατάσταση, σε σχέση με τους στόχους που αναφέρει το άρθρο 1 και τις κατά προτεραιότητα ανάγκες, και μέσα για την επίτευξη των στόχων αυτών, καθώς και η στρατηγική και οι προβλεπόμενες προτεραιότητες δράσης, οι ειδικοί στόχοι τους και οι ενδεικτικοί χρηματοδοτικοί πόροι που τους αντιστοιχούν».

Με τον όρο «πλαίσιο αναφοράς του στόχου» (αρθ. 3) αναφορικά με τη γεωγραφική επιλεξιμότητα για τους κατά προτεραιότητα στόχους στο άρθρο 9, γίνεται ειδική ανάλυση της έννοιας αυτής, όπου αυτή οριοθετείται ως «έγγραφο που περιγράφει το πλαίσιο παρέμβασης υπέρ της απασχόλησης και της ανάπτυξης των ανθρωπίνων πόρων σε ολόκληρο το έδαφος ενός εκάστου Κράτους-μέλους και το οποίο προσδιορίζει τις σχέσεις με τις προτεραιότητες τις εγγεγραμμένες στο εθνικό σχέδιο δράσης για την απασχόληση».

Βλέπουμε, λοιπόν, κατ' ακολουθία των παραπάνω, ότι προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι σκοποί του κανονισμού που αφορούν τη γενική δομή των διατάξεων για τα Διαρθρωτικά Ταμεία, τίθενται προς αποφυγή παρερμηνειών, όροι, καθόσον η χρηματοδοτική δράση της Κοινότητας μέσω των Διαρθρωτικών Ταμείων και όλων των λοιπών χρηματοδοτικών οργάνων έχει καίρια και αποφασιστική αρμοδιότητα.

Για το λόγο αυτό, επειδή το δραστικό δυναμικό των χρημα-

τοδοτήσεων κινείται γύρω από τον άξονα των υποβαλλομένων επιχειρησιακών προγραμμάτων, γίνεται ειδική ανάλυση του όρου «επιχειρησιακό πρόγραμμα», τα οποία θεωρούνται ως έγγραφα προγραμματισμού που τα εγκρίνει η Επιτροπή και αποσκοπούν στην εφαρμογή ενός Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, για την πραγματοποίηση του οποίου μπορεί να ζητηθεί η συνδρομή ενός ή περισσοτέρων Ταμείων. Έτσι, σε τελική οριοθέτηση, ολοκληρωμένο επιχειρησιακό πρόγραμμα είναι εκείνο, του οποίου η χρηματοδότηση γίνεται από περισσότερα του ενός Ταμεία. Τελικώς, καταλήγουμε να τονίσουμε τις παρεμβάσεις και ειδικότερα τις μορφές παρεμβάσεων των Διαρθρωτικών Ταμείων για χρηματοδότηση επιχειρησιακών προγραμμάτων ως και για στήριξη της τεχνικής βοήθειας και καινοτόμων ενεργειών.

Από την ανάλυση των γενικών ορισμών του άρθρου 9, προβάλλει μέσα στην τεχνική των αποφάσεων, η έννοια της προτεραιότητας προκειμένου να επιτελούνται οι παρεμβάσεις των Ταμείων για επιχορήγηση. Έτσι, προκύπτει η συνδέσμωση των ανωτέρω με την έννοια της επιχορήγησης που παρέχεται π.χ. στους εγκεκριμένους φορείς, όπως στους Οργανισμούς Περιφερειακής Ανάπτυξης ή στους μη κυβερνητικούς οργανισμούς με πρωτοβουλίες υπέρ της τοπικής ανάπτυξης κ.λπ. Επίσης, οριοθετείται και η έννοια της συνολικής επιχορήγησης για το σύνολο ή το μέρος της παρέμβασης, ως ειδικότερα εκτίθεται.

Τα όσα σημειώσαμε παραπάνω, με τη μορφή προσέγγισης εννοιολογικών μορφοποιήσεων που μας παρέχει το άρθρο 9, δεν συνιστούν ένα νομικό δογματισμό, περί του οποίου άλλωστε, δεν πρόκειται, αλλά καταδεικνύουν το σκεπτικό της ανάγκης των παραδοχών αυτών για την εντελέστερη εκτέλεση της δομής και της λειτουργίας των Διαρθρωτικών Ταμείων. Έτσι, οριοθετούνται οι τελικοί δικαιούχοι της χρηματοδότησης, στους οποίους περιλαμβάνονται οι φορείς και οι επιχειρήσεις του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα, που είναι αρμόδιοι για την εκτέλεση των πράξεων. Με τον όρο δε «πράξη», θεωρείται κάθε έργο ή δράση που εκτελείται από τους τελικούς δικαιούχους των επιχορηγήσεων, οριοθετείται δε παράλληλα και η έννοια του «μέτρου», ως μέσου με το οποίο υλοποιείται ένας άξονας προ-

τεραιότητας σε πολυετή βάση και το οποίο μέσο επιτρέπει τη χρηματοδότηση των πράξεων.

Κλείνοντας, πρέπει να αναφερθούμε και στην έννοια «διαχειριστική αρχή», η οποία οριοθετείται σαν κάθε εθνική, περιφερειακή ή τοπική αρχή ή φορέας δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου που ορίζεται από το Κράτος-μέλος, εφόσον ασκεί τα σχετικά καθήκοντα για να διαχειρίζεται μια παρέμβαση. Τέλος, ορίζεται και η έννοια της «αρχής πληρωμής», για τους σκοπούς της κατάρτισης και υποβολής των αιτήσεων πληρωμών και της είσπραξης αυτών.

4. Οι δημοσιονομικές ενισχύσεις και η χρηματοδότηση παρεμβάσεων κατά κλάδους

Η τόνωση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων προκάλεσε το ενδιαφέρον της ΕΟΚ από τα αρχικά στάδια της ίδρυσής της, καθόσον έπρεπε να καταστούν οι κοινοτικές επιχειρήσεις ανταγωνιστικές στις διεθνείς ή στις ευρωπαϊκές αγορές που είναι ανοιχτές στον ανταγωνισμό[17]. Από τα Κράτη-μέλη και με βάση τα μέτρα που πήρε η Κοινότητα, αναλήφθηκε η ευθύνη της εξασφάλισης ενός καταλλήλου περιβάλλοντος για σαφείς και προβλέψιμες προοπτικές, στο δραστικό δυναμικό των επιχειρήσεων των Κρατών-μελών[18].

Βέβαια, αυτό δεν ήταν μία εύκολη υπόθεση, αν λάβουμε υπόψη μας το φαινόμενο της διαφοροποίησης των οικονομιών και των αγορών που παρουσίαζαν τα Κράτη-μέλη μεταξύ τους, ακόμη δε, λόγω των διαφορετικών νομοθετικών ρυθμίσεων που ίσχυαν στα Κράτη-μέλη. Με βάση τα παραπάνω, ήταν ευνόητη η εκδήλωση νωρίς του ενδιαφέροντος της ΕΟΚ για ρυθμίσεις στα θέματα των εταιριών και των επιχειρήσεων προκειμένου να διαμορφωθούν οι συνθήκες ομοιόμορφης μεταχείρισης μέσα στον ευρωπαϊκό χώρο[19].

Αυτό φαίνεται, τόσο στις ειδικές διατάξεις που περιέλαβε η Συνθήκη της Ρώμης, όσο και στις ενέργειες των θεσμικών οργάνων της Κοινότητας. Καταρχήν, το άρθρο 58 της συνθήκης ιδρύσεως της ΕΟΚ, εξομοιώνει τις εταιρίες των κρατών μελών με τα φυσικά πρόσωπα, ως προς το δικαίωμα της εγκατάστα-

σής τους. Προσδιορίζεται, επίσης, η έννοια της εταιρίας και ακολουθείται ευρύς προσδιορισμός, με βάση την οικονομική δραστηριότητα που ασκούν, εξαιρούνται, όμως, εκείνα τα νομικά πρόσωπα που δεν έχουν κερδοσκοπικό σκοπό.

Οι ρυθμίσεις που εμφανίστηκαν για την τόνωση της επιχειρηματικής δραστηριότητας είναι αξιοσημείωτες και αφορούν περιπτώσεις μεταφοράς της έδρας από χώρα σε χώρα, τις δυνατότητες συγχωνεύσεως και ειδικότερα για τις συνεργασίες μεταξύ κοινοτικών επιχειρήσεων, υπό την έννοια ότι με τις συνεργασίες αυτές δε θα πλήττεται ο ανταγωνισμός[20]. Με τις συνεργασίες δηλαδή των κοινοτικών επιχειρήσεων ενισχύθηκαν και ενισχύονται οι οικονομικοί δεσμοί μεταξύ κρατών, όντας αναγκαίο και απαραίτητο στοιχείο της οικονομικής ενοποίησης.

Επειδή τα θέματα είναι πολλά, η εξειδίκευση εκφεύγει, γιατί εμείς στο προκείμενο θα θίξουμε μόνο τις παρεμβάσεις και οικονομικές ενισχύσεις των εταιριών[21], που είναι αποτέλεσμα των διαρθρωτικών πολιτικών της Κοινότητας (και υπό τη σημερινή ονομασία της Ε.Ε.), για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα των επιχειρήσεων και η έντευθεν αύξηση της απασχόλησης. Άλλωστε, η βιομηχανική και η επιχειρησιακή πολιτική της Ε.Ε. συνεχώς διαπλάθεται, ιδιαίτερα δε και λόγω της εισόδου των νέων Κρατών-μελών σ' αυτήν, όπου οι στόχοι και οι κατά κλάδους δραστηριότητες συνδέονται με τα δυσεπόπτευτα προβλήματα της χρηματοδότησης[22].

Πράγματι, ο τραπεζικός οργανισμός της Ε.Ε., δηλαδή η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕ) και τα λοιπά Διαρθρωτικά Ταμεία και χρηματοδοτικοί φορείς, αποσκοπούν, όπως προελέχθηκε, μεταξύ των άλλων και στον εκσυγχρονισμό των επιχειρήσεων, στη μετατροπή αυτών ή στη δημιουργία νέων δραστηριοτήτων για τη μείωση των οικονομικών αποκλίσεων μεταξύ των κρατών μελών στον επιχειρηματικό τομέα κλπ.

Δεν πρέπει δε να μας διαφεύγει, ότι τα Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης δημιουργήθηκαν για να εξασφαλίζουν το συντονισμό της κοινοτικής διαρθρωτικής ενίσχυσης, στις διάφορες γεωγραφικές περιφέρειες της Ευρώπης, όπου και τα Κράτη-μέλη. Για να εννοήσουμε τους στόχους των Κοινοτικών Πλαισίων Στήριξης, σημειώνουμε καταρχήν, ότι αυτά περιλαμβάνουν τη στρα-

τηγική και τους επιλεγέντες άξονες προτεραιότητας της δράσης της Ε.Ε., με βάση τα ποσοτικά προσδιορισμένα επιχειρησιακά προγράμματα.

Ιδιαίτερα, τα Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης περιλαμβάνουν ένα ενδεικτικό σχέδιο χρηματοδότησης, το οποίο προσδιορίζει τη χρηματοδοτική συμμετοχή των Διαρθρωτικών Ταμείων και το ύψος των συνολικών κονδυλίων που προβλέπονται για κάθε έτος, κατά τους ειδικότερους ορισμούς του άρθρου 17 του προαναφερθέντος υπ' αριθμ. 1260/1999 Κανονισμού του Συμβουλίου της Ε.Ε. περί γενικών διατάξεων για τα Διαρθρωτικά Ταμεία.

Συνεπώς, οι παρεμβάσεις που καλύπτονται από τα Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης διεξάγονται κατά τρόπο θετικό, με τη μορφή ενός ολοκληρωμένου επιχειρησιακού προγράμματος, το οποίο περιλαμβάνει τους άξονες προτεραιότητας, τους στόχους ποσοτικά προσδιορισμένους, τη συνοπτική περιγραφή των μέτρων, όπου συμπεριλαμβάνονται και τα στοιχεία, για να εξακριβωθεί η συμμόρφωση προς τα συστήματα ενισχύσεων που περιλαμβάνονται στα σχέδια χρηματοδότησης με βάση το ύψος των κονδυλίων και τη συμμετοχή των Ταμείων ή των άλλων χρηματοδοτικών οργάνων.

Διευκρινίζεται, ότι στα σχέδια χρηματοδότησης αναγράφονται χωριστά οι πιστώσεις που προβλέπονται, με βάση τη συμμετοχή των διαφόρων Ταμείων. Έτσι, το ποσό της χρηματοδότησης με βάση τη συμμετοχή των Ταμείων, προβλέπεται για κάθε έτος για να παρακολουθείται σε ετήσια βάση, προκειμένου να είναι δυνατή η διαχείριση και η διενέργεια αυτής και η κυκλοφορία των χρηματοδοτικών ροών, ώστε να εξασφαλίζεται και η διαφάνεια των ροών αυτών.

Κατ' ακολουθία των ανωτέρω, πρέπει να σημειωθεί, ότι τα προαναφερθέντα Διαρθρωτικά Ταμεία, μπορούν να χρηματοδοτούν δαπάνες που συνδέονται με μεγάλα έργα, των οποίων το συνολικό κόστος που λαμβάνεται για τον καθορισμό του ύψους των συναλλαγών των Ταμείων θα υπερβαίνει τα 50 εκ. ευρώ. Σημειωτέον, ότι τα Ταμεία μπορούν να χρηματοδοτούν, με πρωτοβουλία της Επιτροπής και διαφόρους τύπους καινοτόμων ενεργειών και εντός ορίου 0,7% των αντιστοίχων ετησίων κονδυλίων τους. Οι ενέργειες αυτές, πρέπει να διεξάγονται σε κοινοτικό

επίπεδο και περιλαμβάνουν μελέτες, πιλοτικά σχέδια και ανταλλαγές εμπειριών. Με άλλα λόγια καινοτόμες ενέργειες είναι εκείνες που συμβάλλουν στην εκπόνηση καινοτόμων μεθόδων και πρακτικών που αποβλέπουν στη βελτίωση της ποιότητας των παρεμβάσεων στα πλαίσια των σχετικών στόχων. Διευκρινίζεται, ότι αναφορικά' με τα πιλοτικά σχέδια, κάθε τομέας δράσης χρηματοδοτείται από ένα και μόνο Ταμείο[23].

Αναφορικά δε, με την τεχνική βοήθεια η οποία υποστηρίζεται χρηματοδοτικά από τα Διαρθρωτικά Ταμεία, σημειώνουμε, ότι στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μελέτες, μέτρα τεχνικής βοήθειας, ανταλλαγή εμπειριών, ως και εγκατάσταση, λειτουργία και διασύνδεση μηχανογραφικών συστημάτων διαχείρισης, ως ειδικότερα τίθενται στον προαναφερθέντα κανονισμό.

5. Μία ειδικότερη εποπτεία με βάση τη χρηματοδότηση

Δεδομένου, ότι κατά τη χρηματοδότηση εξετάζονται κυρίως ο εφοδιασμός και η χρησιμοποίηση του κεφαλαίου, το οποίο δίδεται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία και από άλλους φορείς, είναι επιβεβλημένο να γίνει καταρχήν η διάκριση μεταξύ, αφενός της πολιτικής περί παροχής δανείων, (όπου η επιστροφή του κεφαλαίου παρίσταται καταρχήν αναγκαία) και αφετέρου, της άμεσης ενίσχυσης των Ταμείων. Συνεπώς, κατά την εφαρμογή των μέτρων η συμμετοχή των Ταμείων λαμβάνει κυρίως τη μορφή της «μη εισπρακτέας ενίσχυσης» ή όπως είναι γνωστή, ως άμεση ενίσχυση. Ενδέχεται, όμως, η συμμετοχή των Ταμείων να εμφανίζεται και με άλλες μορφές, όπου η ενίσχυση είναι επιστρεπτέα ή να παίρνει τη μορφή της επιδότησης επιτοκίου ή τη μορφή της εγγύησης, της συμμετοχής στο μετοχικό κεφάλαιο ή σε επιχειρηματικά κεφάλαια ή και με οποιαδήποτε άλλη μορφή.

Για να κατανοήσουμε τον τρόπο της παρέμβασης των Ταμείων και τα ποσοστά συμμετοχής αυτών στις παραπάνω χρηματοδοτήσεις, καταρχήν πρέπει να διερευνήσουμε ως προαπαιτούμενα, τις προϋποθέσεις που τίθενται ενδεικτικά με διάφορα στοιχεία π.χ.:

α) Τη σοβαρότητα του προβλήματος.

β) Τη χρηματοδοτική ικανότητα του ενδιαφερομένου Κράτους-

μέλους, ως και της ανάγκης να αποφευχθεί η υπερβολική αύξηση των δαπανών του προϋπολογισμού.

γ) Το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν οι παρεμβάσεις από περιφερειακή και εθνική άποψη ή για την εξάλειψη των διακρίσεων κ.λπ.

Αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων, δεν είναι εύκολο κανείς με μια πρώτη ματιά να προβεί στην παρακολούθηση και στην αξιολόγηση αυτών. Πρέπει, λοιπόν, να ανατρέξει, στη διερεύνηση του τρόπου διαχείρισης και ειδικότερα στο διαχειριστικό δυναμικό της διαχειριστικής αρχής, όπως αυτό εννοιολογικά το προσεγγίσαμε στην ανάλυση του άρθρου 9. Κάθε, δηλαδή, υπεύθυνος τομέας δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου που ορίζεται από το Κράτος-μέλος για να διαχειρίζεται μια παρέμβαση, είναι και υπεύθυνος για την αποτελεσματικότητα και την κανονικότητα της διαχείρισης, ως και για την τήρηση των υποχρεώσεων, όπως τις ορίζουν οι οικείες διατάξεις. Εξυπακούεται, ότι όποια θα είναι η διαχειριστική αρχή θα ενεργεί σε πλήρη συμμόρφωση προς τα θεσμικά, νομοθετικά και χρηματοπιστωτικά συστήματα που διέπουν το Κράτος-μέλος, από τα οποία καταρχήν θα κριθεί και η αποτελεσματικότητα και η κανονικότητα της διαχείρισης, επιφυλασσομένων και των ειδικότερων όρων και προϋποθέσεων που θέτουν οι κοινοτικοί κανονισμοί.

Ειδικότερα, η Επιτροπή και η αρχή διαχείρισης εξετάζουν επ' ευκαιρία της κατάθεσης της ετήσιας έκθεσης εκτέλεσης, τα κυριότερα αποτελέσματα του προηγούμενου έτους, με βάση τους λεπτομερείς κανόνες που καθορίζονται με συμφωνία Κράτους-μέλους και διαχειριστικής αρχής. Η Επιτροπή μπορεί να διατυπώσει παρατηρήσεις προς το Κράτος-μέλος και τη διαχειριστική αρχή και αν οι απαντήσεις που δόθηκαν δεν θεωρούνται επαρκείς, τότε η Επιτροπή μπορεί να διατυπώσει συστάσεις. Οφείλει δηλαδή, να απαντήσει αιτιολογημένα η διαχειριστική αρχή επί των συστάσεων αυτών, παρέχοντας τις αναγκαίες εξηγήσεις, κατά τους ειδικότερους ορισμούς των σχετικών Κανονισμών.

Πρέπει επίσης, να σημειωθεί, ότι κάθε Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης ή ενιαίο έγγραφο προγραμματισμού, ως και κάθε επιχειρησιακό πρόγραμμα, παρακολουθείται από κάποια Επιτροπή Παρακολούθησης. Οι Επιτροπές Παρακολούθησης συγκροτού-

νται από το Κράτος-μέλος, σε συμφωνία με τη διαχειριστική αρχή, ύστερα από διαβουλεύσεις με τους εταίρους, προκειμένου η Επιτροπή αυτή να βεβαιώσει την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα της εκτέλεσης της παρέμβασης, επί των πράξεων που χρηματοδοτούνται.

Με βάση τα προεκτεθέντα, μπορούμε να θεωρήσουμε τις Επιτροπές Παρακολούθησης σαν κινητήριο μοχλό του ελέγχου, υπό την έννοια, ότι κάθε μια καταστρώνει, προγραμματίζει και διενεργεί την όλη εξεταστική και ελεγκτική διαδικασία. Διευκρινίζεται, ότι οι Επιτροπές Παρακολούθησης υπάγονται στη δικαιοδοσία και των δικαστηρίων του Κράτους-μέλους, συγκροτούνται δε εντός τριών μηνών από το κάθε Κράτος-μέλος, μετά την απόφαση αναφορικά με τη συμμετοχή των Ταμείων. Επίσης, η Επιτροπή Παρακολούθησης θεσπίζει τον εσωτερικό της κανονισμό εντός του θεσμικού, νομοθετικού και χρηματοπιστωτικού πλαισίου που διέπει το κάθε Κράτος-μέλος.

Εξετάζοντας, λοιπόν, την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων των Ταμείων, σημειώνουμε, ότι η κάθε Επιτροπή Παρακολούθησης χάριν της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας της εκτέλεσης της παρέμβασης, έχει διευρυμένες αποφασιστικές αρμοδιότητες, των οποίων τους βασικούς σκοπούς και στόχους τους συνοψίζουμε στα εξής κύρια σημεία:

α) Επιβεβαιώνει ή προσαρμόζει τη μορφοποίηση του προγραμματισμού με βάση τις κοινοτικές πρωτοβουλίες, συμπεριλαμβανομένων των υλικών και δημοσιονομικών δεικτών που θα χρησιμοποιηθούν στην παρακολούθηση της παρέμβασης.

β) Εξετάζει και εγκρίνει τα κριτήρια επιλογής των πράξεων που χρηματοδοτούνται βάσει εκάστου μέτρου, σταθμίζοντας παράλληλα τις πιθανότητες ικανοποίησης των απαιτήσεων που απορρέουν από την κατεύθυνση της παρέμβασης.

γ) Αξιολογεί τακτικά την πρόοδο που σημειώνεται, όσον αφορά την επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων, υπογραμμίζοντας παράλληλα τον καθορισμό τυχόν αδυναμιών ή ατελειών για την εξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων σχετικά με τους στόχους της παρέμβασης.

δ) Εξετάζει, αξιολογεί και σχολιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής, της ακρίβειας και της πιστότητας, όσον αφορά την

επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Η εξέταση αυτή και η αξιολόγηση έχοντας σαν βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής των στόχων, είναι διαχρονική υπό την έννοια, ότι αυτή περιλαμβάνει και την ενδιάμεση αξιολόγηση, λόγω των χρονικών διαρθρώσεων του προγραμματισμού.

ε) Εξετάζει και εγκρίνει την ετήσια και την τελική έκθεση εκτέλεσης πριν αυτές αποσταλούν αρμοδίως.

στ) Εξετάζει και εγκρίνει, επίσης, οποιαδήποτε πρόταση τροποποίησης του περιεχομένου της απόφασης της Επιτροπής σχετικά με τη συμμετοχή των Ταμείων.

ζ) Μπορεί να προτείνει στη διαχειριστική αρχή, οποιαδήποτε προσαρμογή ή επανεξέταση της παρέμβασης συμπεριλαμβανομένης και της οικονομικής της διαχείρισης. Η πρόταση αυτή για επανεξέταση ή για βελτίωση της διαχείρισης, ενδέχεται να περιλαμβάνει διάφορα σημεία της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας της εκτέλεσης της παρέμβασης, ώστε να δίδονται κατατοπιστικά στοιχεία για την εκτέλεση των κοινοτικών πρωτοβουλιών.

Πρέπει δε να υπογραμμιστεί, ότι η διαχειριστική αρχή και η κάθε Επιτροπή Παρακολούθησης, εξασφαλίζουν το δραστικό δυναμικό τους μέσω φυσικών και δημοσιονομικών δεικτών που καθορίζονται στο επιχειρησιακό πρόγραμμα ή στο έγγραφο προγραμματισμού ή στο συμπλήρωμα προγραμματισμού. Οι δείκτες δηλαδή αυτοί, αναφέρονται στον ειδικό χαρακτήρα της κάθε συγκεκριμένης παρέμβασης, στους στόχους της και στην κοινωνικοοικονομική, διαρθρωτική και περιβαντολογική κατάσταση του κράτους μέλους και των κατά περίπτωση περιοχών ή περιφερειών που τυγχάνουν μεταβατικής στήριξης.

Αναφορικά δε, με τη μορφοδιάταξη των δεικτών, σημειώνουμε ότι οι δείκτες αυτοί εμφανίζουν κατά περίπτωση και σχετικά για τις παρεμβάσεις που αναφέρονται τα εξής:

α) Τους ειδικούς στόχους με ποσοτικό προσδιορισμό των μέτρων και των αξόνων προτεραιότητας.

β) Την πρόοδο εφαρμογής της παρέμβασης από άποψη εκτέλεσης αποτελέσματος και τυχόν επιπτώσεων.

γ) Την πρόοδο εφαρμογής σχεδίου χρηματοδότησης.

6. Ετήσια και τελική έκθεση εκτέλεσης

Το δραστικό δυναμικό των διαφόρων μορφών παρεμβάσεων των Ταμείων, ως και οι φορείς που διαχειρίζονται οποιαδήποτε παρέμβαση, με τις διάφορες μορφές χρηματοδότησης που περικλείονται σ' αυτές, τελούν σύμφωνα με τα προεκτεθέντα, υπό το σύστημα μιας γενικής και ειδικής Εποπτείας που θέτουν οι Κανονισμοί του Συμβουλίου της Ε.Ε., ως και οι αντίστοιχες Πράξεις και Οδηγίες. Η εποπτεία δε αυτή εκδηλώνεται με την επιρροή των ειδικών οργάνων που αναφέρθηκαν πάνω στον τρόπο, όπου οι τελικοί φορείς ασκούν την αποφασιστική πρωτοβουλία τους.

Επομένως, για κάθε παρέμβαση είτε έχει πολυετή χαρακτήρα ή είναι διάρκειας κάτω των δύο ετών, οι κοινοτικές διατάξεις απαιτούν ειδική Έκθεση εκτέλεσης, η οποία θα υποβληθεί στην Επιτροπή μέσα στην προθεσμία που ορίζουν οι σχετικές διατάξεις. Ειδικά δε για τις πολυετείς συμβάσεις, η «Διαχειριστική Αρχή» υποβάλλει στην Επιτροπή εντός έξι μηνών από το τέλος κάθε πλήρους ημερολογιακού έτους, την απαιτούμενη έκθεση εκτέλεσης. Επίσης, για τις πολυετείς αυτές παρεμβάσεις απαιτείται και υποβολή τελικής έκθεσης το αργότερο έξι μήνες μετά την καταληκτική ημερομηνία επιλεξιμότητας των δαπανών. Αναφορικά δε, με τις παρεμβάσεις που η χρονική τους διάρκεια δεν υπερβαίνει τα δύο έτη, η «διαχειριστική αρχή» υποβάλλει μία τελική έκθεση εντός έξι μηνών από την τελευταία πληρωμή που πραγματοποιεί η αρχή πληρωμής.

Από τα παραπάνω καταφαίνεται, ο ρόλος ως επίσης και η ανάγκη της ελεγκτικής και της εκτιμητικής διαδικασίας. Καταδεικνύεται δε και η σημασία που αποδίδεται για την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων των Ταμείων από την Ε.Ε. Εξ' αυτού παρέπεται, ότι καθοριστικό παράγοντα αξιολόγησης των υπηρεσιών και των ενισχύσεων που παρέχονται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία, αποτελούν το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται από τη διαχειριστική αρχή και από την Επιτροπή παρακολούθησης, για την εξασφάλιση της ποιότητας και αποτελεσματικότητας των ενισχύσεων αυτών.

Κάθε ετήσια και τελική έκθεση εκτέλεσης περιλαμβάνει πέ-

ραν των προϋποθέσεων και όρων που θέτει το άρθρο 37 του υπό έρευνα κανονισμού, ειδικά στοιχεία για τη δημοσιονομική εκτέλεση της παρέμβασης, όπως θα εξηγήσουμε κατωτέρω.

Η δημοσιονομική εκτέλεση της παρέμβασης μορφοποιείται μέσα στην έννοια του δημοσιονομικού ελέγχου, όπου τίθενται και οι προϋποθέσεις για τη διενέργεια ελέγχου στα διάφορα πεδία δράσης των παρεμβάσεων, που αναφέραμε παραπάνω. Δεν πρέπει να μας διαφεύγει, ότι οι παρεμβάσεις αυτές δημιουργούν μια πολυπλοκότητα στις οικονομικές σχέσεις, όπου προβάλλονται οι τάσεις συγκεντρωτισμού που κυριαρχούν στο φορέα. Άλλωστε, η διαύγεια στις σχέσεις αυτές τίθεται ως καθολικό αίτημα, για τη διαδικασία των κοινοτικών αυτών ενισχύσεων, καθ' όσον η δημοσιονομική ελεγκτική που θέτει η κοινότητα έχει σαν βάση την εξασφάλιση και πιστοποίηση της διαύγειας των διαχειριστικών σχέσεων, ώστε να ανέρχεται η στάθμη των προσδοκιών και των απαιτήσεων που θέτουν οι κοινοτικοί κανονισμοί.

Ειδικότερα, η δημοσιονομική εποπτεία πάνω στην εκτέλεση της κάθε μορφής παρέμβασης συνίσταται, στην παρουσίαση και ανάλυση για οποιοδήποτε μέτρο, της κατάστασης των συνολικών δαπανών που έχουν καταβληθεί από την αρχή πληρωμής, καθώς και των καταστάσεων των πληρωμών που έλαβε και λαμβάνει η Επιτροπή. Πρέπει δε να διευκρινιστεί, ότι η δημοσιονομική εκτέλεση στις περιοχές του κάθε Κράτους-μέλους που λαμβάνουν μεταβατική στήριξη π.χ. υπέρ της αγροτικής ανάπτυξης κλπ. παρουσιάζεται χωριστά για κάθε άξονα προτεραιότητας, ώστε η δημοσιονομική εκτέλεση του Ευρωπαϊκού Γεωργικού Ταμείου Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΕΓΤΠΕ), να παρουσιάζεται στα επίπεδα των συνολικών ποσών, κατά τις ειδικότερες διακρίσεις του Κανονισμού στο άρθρο 37 παρ. 2γ.

Με αυτά ως δεδομένα η τελική Έκθεση εκτέλεσης, πέραν των ανωτέρω στοιχείων, περιλαμβάνει και τα μέτρα που έχουν ληφθεί από τη διαχειριστική αρχή και από την Επιτροπή Παρακολούθησης για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας και ειδικότερα τις ενέργειες παρακολούθησης του δημοσιονομικού ελέγχου κατά τις ειδικότερες διακρίσεις του εν λόγω κανονισμού. Επίσης, περιλαμβάνει τη διερεύνηση, αποκάλυψη και κατασταλή σφαλμάτων ή προβλημάτων που ανακαλύφθηκαν κατά

τη διαχείριση της παρέμβασης, καθώς και τα μέτρα που λήφθηκαν συμπεριλαμβανομένης και της ανταπόκρισης στις συστάσεις που διατυπώθηκαν.

Σημαντικό στοιχείο, επομένως, το οποίο προβάλλεται, είναι τα μέτρα που λήφθηκαν και λαμβάνονται από τη διαχειριστική αρχή και από την Επιτροπή Παρακολούθησης για την καλύτερη απόδοση των κοινοτικών διαρθρώσεων και παρεμβάσεων. Πέραν τούτων, τα μέτρα τα οποία τίθενται από τον υπό εξέταση κανονισμό, αποτελούν πρότυπα σύγκρισης προς καθορισμό του μεγέθους της αξίας και της απόδοσης των παρεμβάσεων. Έτσι, σημειώνουμε τις απαιτήσεις πάνω στα μέτρα που έχουν ληφθεί για την εξασφάλιση της δημοσιότητας στην παρέμβαση, ως και εκείνα που έχουν ληφθεί για την εξασφάλιση της συμβατότητας με τις κοινοτικές πολιτικές, κατά τις ειδικότερες διακρίσεις του Κανονισμού.

7. Δημοσιονομικός έλεγχος και διαμόρφωση των μηχανισμών

Ο όρος δημοσιονομικός έλεγχος στο Ευρωπαϊκό Δημοσιονομικό Δίκαιο έχει και εσωτερικά συνδεόμενες έννοιες, αλλά και διακριτές έννοιες. Για τα ευρωπαϊκά δημοσιονομικά πράγματα πρέπει να αναζητήσουμε τη δομικο-λειτουργική του διάσταση. Έτσι, η άσκηση της εξουσίας επί του προϋπολογισμού της Ε.Ε., περιλαμβάνει καταρχήν τους άξονες της δημιουργίας εσόδων, της έγκρισης των δαπανών, της έγκρισης του προϋπολογισμού της Ε.Ε. και τον έλεγχο της εκτέλεσης αυτού. Πράγματι, τα διάφορα κοινοτικά κείμενα, ήτοι: η Συνθήκη των Παρισίων (18.4.1951), οι Συνθήκες της Ρώμης (25.3.1957), οι Συμφωνίες του Λουξεμβούργου (21.4.1970), η Συνθήκη της 22.7.1975 (η οποία τέθηκε σε εφαρμογή την 1.6.1977) και τα μετέπειτα επακολουθήσαντα κείμενα, έθεσαν τις βάσεις του δικαίου επί του προϋπολογισμού της Ε.Κ. και κατ' ακολουθίαν των δημοσιονομικών πραγμάτων της σημερινής Ε.Ε.

Τα θέματα του προϋπολογισμού της Ε.Ε., απαιτούν ειδική ανάλυση η οποία, όμως, εκφεύγει της παρούσας εργασίας. Στο προκείμενο εκείνο το οποίο μας ενδιαφέρει, είναι να εποπτεύ-

σουμε τα θέματα του δημοσιονομικού ελέγχου επί των παρεμβάσεων, σύμφωνα, με τη θεματική που αναφέραμε παραπάνω.

Αναγκαστικά, λοιπόν, το πρόβλημα του ελέγχου της δημοσιονομικής διαχείρισης επί οικονομικών ενισχύσεων και παροχών της Ε.Ε. προς τα Κράτη-μέλη αυτής, πρέπει πάντα να υπαχθεί από πλευράς χειρισμού σε αντικειμενική εξακρίβωση, λόγω της μεγάλης σπουδαιότητας την οποία εμφανίζουν οι ελεγκτικές πλευρές και οι διαδικασίες αυτών των δημοσιονομικών θεμάτων.

Επειδή δε, ο κάθε έλεγχος στα διακοινοτικά επίπεδα έχει και πολιτικό λόγο, καταρχήν αναφερόμαστε και στον έλεγχο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, καθόσον το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έχει και δημοσιονομικό λόγο, ο οποίος είναι έκφραση και απόρροια του πολιτικού του λόγου. Το κέντρο, όμως βάρους της προβληματικής, σε όλες τις πλευρές της δημοσιονομικής διοίκησης και διαχείρισης ανήκει στο Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο[24], καθόσον ο ρόλος του είναι παρόμοιος με εκείνον των εθνικών Ελεγκτικών Συνεδρίων. Ασκεί, δηλαδή τον εξωτερικό έλεγχο επί της διαχείρισης των δημοσίων οικονομικών και στην προκείμενη περίπτωση των οικονομικών της Ε.Ε. Λειτουργεί δε από το 1977 με έδρα το Λουξεμβούργο.

Παραπάνω αναφερθήκαμε σε ορισμένα κοινοτικά κείμενα, τα οποία συνθέτουν τη δυναμική των δημοσιονομικών πραγμάτων της Ε.Ε. και τα οποία αφετηριάζουν τη σύσταση του Ευρωπαϊκού Ελεγκτικού Συνεδρίου, καθόσον η Συνθήκη του Μάαστριχτ για την Ε.Ε. το 1993, σηματοδότησε μια νέα φάση στην ιστορία του Ευρωπαϊκού Ελεγκτικού Συνεδρίου, ώστε αυτό να αναβαθμιστεί σε θεσμικό όργανο της Κοινότητας και να καταστεί έτσι ισότιμο όργανο με τα άλλα θεσμικά κοινοτικά όργανα.

Με τη συνθήκη του Μάαστριχτ που προαναφέρθηκε, ανατέθηκε στο ΕΕΛ.Σ μια σημαντική και πρόσθετη αρμοδιότητα, ώστε αυτό να προετοιμάζει και να υποβάλλει κάθε χρόνο προς το Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο μια Δήλωση αξιοπιστίας για το σύνολο των λογαριασμών του προϋπολογισμού της Ε.Ε.

Πρέπει, επίσης δε να προστεθεί, ότι με τη Συνθήκη του Άμστερνταμ (1998), το Συνέδριο αναβαθμίστηκε σε όργανο της Ε.Ε. και μετά την επικύρωση της συνθήκης θα αναφέρεται πλέον ως Ελεγκτικό Συνέδριο της Ε.Ε. Ρητά, δε, αναγνωρίστηκε από

τη συνθήκη αυτή το δικαίωμα στο Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο να προσφεύγει στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο σε περιπτώσεις που θίγονται οι δραστηριότητές του.

Τα παραπάνω είναι επικουρικώς ληπτέα υπ' όψη, καθόσον τέθηκαν από προσθετική ανάγκη, προκειμένου να καταδειχθούν σφαιρικά, οι δομολειτουργικές ελεγκτικές βάσεις και τα ελεγκτικά πρότυπα. Μια ειδικότερη, δε, προσέγγιση στο άρθρο 188 Γ της Συνθήκης της Ε.Ε. σε συνδυασμό με τα άρθρα 45 Γ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακα και Χάλυβα (ΕΚΑΧ) και 160 Γ της Συνθήκης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Ατομικής Ενέργειας (ΕΚΑΕ), αποτελούν τη νομική βάση για τις ελεγκτικές αρμοδιότητες του Συνεδρίου.

Πράγματι, το άρθρο 188 Γ της Συνθήκης της Ε.Ε. παρέχει τις δέουσες απαντήσεις για το δραστικό δυναμικό του ΕΕΣ και ειδικότερα:

α) Τι ελέγχει και ποιούς ελέγχει το ΕΕΣ.
β) Με βάση ποιά κριτήρια διενεργεί τους ελέγχους του.
γ) Πώς παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ελέγχων του.
δ) Τι δικαιώματα πρόσβασης στην πληροφόρηση έχει το ΕΕΣ (να ζητήσει έγγραφα και παραστατικά στοιχεία ή να προβεί σε επιτόπιο έλεγχο στις εγκαταστάσεις κάθε οργανισμού που διαχειρίζεται κοινοτικούς πόρους για λογαριασμό της Κοινότητας καθώς να ελέγξει και κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που είναι δικαιούχος κοινοτικών ενισχύσεων).

Τα θέματα των χρηματοδοτήσεων σύμφωνα με τα προεκτέθεντα είναι ιδιόρρυθμα και τα Κράτη-μέλη φέρουν την ευθύνη σε πρώτο βαθμό για το δημοσιονομικό έλεγχο των «παρεμβάσεων», καθόσον οι μορφές παρέμβασης των Ταμείων εμφανίζουν διαφορισμούς. Για το λόγο αυτό, τα Κράτη-μέλη λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα διαχείρισης και ελέγχου, προκειμένου να εξασφαλίζεται η αποτελεσματική και ορθή χρησιμοποίηση των κοινοτικών κονδυλίων.

Με αυτά ως δεδομένα και με βάση τη δομή των συστημάτων, διαχείρισης και ελέγχου που εφαρμόζουν, πρέπει να διασφαλίζουν την αποτελεσματική διαχείριση, ώστε τα κονδύλια που

τίθενται στη διάθεσή τους να χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με τις αρχές της χρηστής δημοσιονομικής διαχείρισης.

Επομένως, τα Κράτη-μέλη πρέπει να πιστοποιούν, ότι είναι ακριβείς οι δηλώσεις δαπανών που υποβάλλονται στην Επιτροπή και να διαβεβαιώνουν, ότι προκύπτουν από την εφαρμογή λογιστικών συστημάτων, με βάση το προαναφερθέν σύστημα πρόσβασης για πληροφόρηση των δικαιολογητικών και παραστατικών, προκειμένου οι δαπάνες να επαληθεύονται. Εάν δε, υπάρξουν παρατυπίες πρέπει να τις προλαμβάνουν να τις εντοπίζουν και να τις διορθώνουν και να ανακοινώνουν τελικά αυτά στην Επιτροπή, την οποία θα τηρούν ενήμερη για οποιαδήποτε εξέλιξη για ενδεχόμενες διοικητικές ή δικαστικές διώξεις.

Είναι αυτονόητο, ότι με την περάτωση κάθε παρέμβασης, τα Κράτη-μέλη υποβάλλουν ειδικό δηλωτικό έγγραφο, στο οποίο παρατίθεται η σύνθεση των πορισμάτων και του ελέγχου που διεξήχθηκαν κατά τα προηγούμενα έτη, ώστε να κρίνεται η εγκυρότητα της αίτησης πληρωμής του υπολοίπου ποσού, καθώς και η νομιμότητα και η κανονικότητα των πράξεων που καλύπτονται από ένα οριστικό πιστοποιητικό δαπανών. Για τις λοιπές ενέργειες η ανάλυση εκφεύγει.

Παραμερίζοντας προς στιγμήν, τις υποχρεώσεις που έχουν τα Κράτη-μέλη, κατά τα προλεχθέντα, θα σημειώσουμε ότι η Επιτροπή στα πλαίσια της ευθύνης της για την εκτέλεση του γενικού προϋπολογισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δικαιούται να ζητήσει από το οικείο Κράτος-μέλος κάθε πρόσφορο μέτρο, το οποίο θα διασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των συστημάτων διαχείρισης και ελέγχου. Δεν αποκλείονται επιτόπιοι έλεγχοι, μεταξύ δε των άλλων και η δειγματοληψία των πράξεων που χρηματοδοτούν τα Ταμεία και των συστημάτων διαχείρισης, με προειδοποίηση τουλάχιστον μιας εργάσιμης ημέρας. Στους ελέγχους αυτούς μπορούν να συμμετάσχουν οι υπάλληλοι ή το λοιπό προσωπικό του οικείου Κράτους μέλους.

Διευκρινίζεται, ότι η Επιτροπή για το λόγο αυτό και τα Κράτη μέλη συνεργάζονται, βάσει διμερών διοικητικών ρυθμίσεων, για το συντονισμό των προγραμμάτων, της μεθοδολογίας και για τις εφαρμογές των ελέγχων. Ως δε εξ' αυτής της συνεργασίας διαβιβάζουν μεταξύ τους αμέσως τα αποτελέσματα των διεξεχθέ-

ντων ελέγχων. Για το λόγο αυτό, εξετάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα των ελέγχων που διεξήχθηκαν από το Κράτος-μέλος και την Επιτροπή. Επίσης, αξιολογούνται οι παρατηρήσεις που ενδεχομένως έχουν υποβληθεί από άλλους εθνικούς ή κοινοτικούς φορείς ή από άλλα όργανα ελέγχου. Εάν, δε, υπάρξουν παρατυπίες, αξιολογούνται και οι δημοσιονομικές[25] επιπτώσεις των παρατυπιών αυτών.

Μετά την εξέταση και την αξιολόγηση αυτή και με την επιφύλαξη των μέτρων που πρέπει να ληφθούν αμέσως από το Κράτος-μέλος, η Επιτροπή μπορεί να διατυπώσει παρατηρήσεις ιδιαίτερα για τις δημοσιονομικές επιπτώσεις των παρατυπιών που ενδεχομένως διαπιστώθηκαν. Οι παρατηρήσεις αυτές διαβιβάζονται στο Κράτος μέλος και στην αρχή διαχείρισης της συγκεκριμένης παρέμβασης. Οι υποδείξεις αυτές της Επιτροπής μπορεί να συνοδεύονται, ενδεχομένως, από τα αιτήματα για τη λήψη διορθωτικών ή άλλων μέτρων. Το Κράτος-μέλος δύναται να σχολιάζει τις παρατηρήσεις αυτές, οι οποίες αναφέρονται στον τρόπο διαχείρισης.

Διευκρινίζεται επίσης, ότι το Κράτος-μέλος πραγματοποιεί τις δημοσιονομικές διορθώσεις που απαιτούνται, σε σχέση με την επιμέρους ή τη συστηματικής φύσεως παρατυπία. Επομένως, οι διορθώσεις που πραγματοποιούνται από το Κράτος-μέλος, συνίστανται σε ολική ή μερική κατάργηση της σχετικής κοινοτικής συμμετοχής. Ενδέχεται, να απελευθερωθούν, όμως, κοινοτικά κονδύλια, τα οποία μπορούν να διατεθούν εκ νέου από το Κράτος μέλος στη συγκεκριμένη παρέμβαση.

Αν η Επιτροπή διαπιστώσει, ότι ένα Κράτος-μέλος δεν έχει συμμορφωθεί στις υποχρεώσεις του ή ότι το σύνολο ή μέρος μιας πράξης δεν δικαιολογεί ούτε μέρος ούτε το σύνολο της συμμετοχής των Ταμείων ή όταν υπάρχουν σοβαρές ελλείψεις στα συστήματα διαχείρισης και ελέγχου, τότε η Επιτροπή αναστέλλει τις σχετικές ενδιάμεσες πληρωμές και αφού εκθέσει τους λόγους της αναστολής, ζητά από το Κράτος-μέλος να υποβάλλει τις παρατηρήσεις του. Εάν δε το Κράτος-μέλος έχει αντιρρήσεις, τότε καταβάλλονται προσπάθειες για την επίτευξη συμφωνίας σχετικά με τις παρατηρήσεις ή τα συμπεράσματα που πρέπει να συναχθούν από αυτές.

Ειδικότερα, όταν αποφασίζει για το ποσό της διόρθωσης η Επιτροπή, σύμφωνα με την αρχή της αναλογικότητας, λαμβάνει υπόψη τη φύση της παρατυπίας ή τις τροποποιήσεις, καθώς και την έκταση και τις δημοσιονομικές επιπτώσεις των ελλείψεων αυτών.

Είναι αυτονόητο, ότι κάθε ποσό το οποίο αποτελεί αντικείμενο απαίτησης ως αχρεωστήτως καταβληθέν, πρέπει να επιστρέφεται στην Επιτροπή.

8. Αντί συμπεράσματος

Για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των εκτεθέντων μέτρων και να γίνει γενικά, αξιολόγηση στο επιχειρησιακό πρόγραμμα και στις μορφές παρεμβάσεων των Ταμείων, η Ε.Ε. θέτει σαν αναγκαία προϋπόθεση τις αξιολογήσεις. Η αξιολόγηση, λοιπόν, περιλαμβάνει τρία στάδια ήτοι, την εκ των προτέρων αξιολόγηση, την ενδιάμεση αξιολόγηση και την εκ των υστέρων αξιολόγηση.

Η εκ των προτέρων αξιολόγηση χρησιμεύει σαν βάση για την προπαρασκευή των σχεδίων, των παρεμβάσεων και του συμπληρώματος προγραμματισμού. Πράγματι, η εκ των προτέρων αξιολόγηση, εμπίπτει στην ευθύνη των αρμοδίων αρχών για την προπαρασκευή των σχεδίων και των παρεμβάσεων και του συμπληρώματος προγραμματισμού, στα οποία ενσωματώνεται. Αυτή περιλαμβάνει ανάλυση των πλεονεκτημάτων, των αδυναμιών και των δυνατοτήτων του συγκεκριμένου Κράτους-μέλους, περιφέρειας ή τομέα, κατά τις ειδικότερες απαιτήσεις του Κανονισμού.

Η ενδιάμεση αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπ' όψη τόσο την εκ των προτέρων αξιολόγηση όσο και τα πρώτα αποτελέσματα των παρεμβάσεων, σημειώνει την ορθότητά τους και την επίτευξη των στόχων τους. Η ενδιάμεση αξιολόγηση διενεργείται υπό την ευθύνη της διαχειριστικής αρχής σε συνεργασία με την Επιτροπή και το Κράτος-μέλος.

Τέλος, η εκ των υστέρων αξιολόγηση αποσκοπεί, στην ανάλυση της χρησιμοποίησης των πόρων, της αποτελεσματικότητας και της επάρκειας των παρεμβάσεων και του αντικτύπου τους, ως και στην άντληση διδαγμάτων για την πολιτική της οικονομικής και κοινωνικής συνοχής. Αναφέρεται στους παράγοντες

επιτυχίας ή αποτυχίας της εφαρμογής, καθώς και στα επιτεύγματα καθώς και στη μέτρηση των αποτελεσμάτων τους.

Κλείνοντας, πρέπει να σημειωθεί, ότι κάθε Κράτος-μέλος, σε πλήρη συνεννόηση με την Επιτροπή, αξιολογεί (στο πλαίσιο κάθε στόχου) την επίδοση καθενός από τα επιχειρησιακά του προγράμματα ή τα στοιχεία προγραμματισμού του που απορρέουν από ένα Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, βάσει κάποιου αριθμού δεικτών παρακολούθησης, που αντανακλούν την αποτελεσματικότητα, τη διαχείριση και τη δημοσιονομική εφαρμογή αυτών, σε σχέση με τους συγκεκριμένους αρχικούς στόχους.

Κλείνοντας, πρέπει να σημειώσουμε, ότι τα ζητήματα της χρηματοδοτήσεως εκ μέρους των Διαρθρωτικών Ταμείων, οδηγούν στην ανάγκη εντελέστερης επεξεργασίας και διερεύνησης της θεματικής αυτής, ώστε η χρηματοοικονομική λειτουργία και οι χρηματικές ροές να υποβληθούν σε αμεσότερες και διασταυρωμένες προσεγγίσεις. Τα θέματα αυτά επιζητούν, από ποσοτικής και χρονικής απόψεως, μια ορθή διάταξη και εκτίμηση των δεδομένων, προκειμένου να ταξινομηθούν χρονικά και ποσοτικά (περιοδικές ενισχύσεις, μακροχρόνιες κλπ.) και να αποτελέσουν έτσι ειδικά αντικείμενα διερευνήσεων, ιδιαίτερα όσον αφορά την επιλεξιμότητα των δαπανών και ενεργειών που συγχρηματοδοτούνται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία[26].

Υποσημειώσεις

1. Αναφορικά με τα δημοσιονομικά θέματα της Ε.Ε., βλ. το κλασσικό έργο του D. Strasser «Τα δημόσια οικονομικά της Ευρώπης», Λουξεμβούργο 1980, (Ελλην. μεταφρ.) σελ. 21 επ.
2. European Investment Bank κατά την αγγλική ορολογία ή Bank Europeenne d' Investissement κατά το γαλλικό όρο.
3. European Regional Development Fund κατά τον αγγλικό όρο ή Fonds Europeen de developpment regional στα γαλλικά.
4. Διευκρινίζεται, ότι οι χρηματοδοτικές υποχρεώσεις επιβαρύνουν σε τελευταία ανάλυση τον προϋπολογισμό της Ε.Ε., ανεξάρτητα αν η χορήγηση γίνεται μέσω των Ευρωπαϊκών Διαρθρωτικών Ταμείων.
5. Για τις κατευθυντήριες αρχές των σταδίων της οικονομικής ολοκλήρωσης βλ. J. Pelkmans, European Integration: methods and economic analysis, New York 1997, σελ. 29 επ., επίσης βλ. C.F. Ophuls, Grundzuge europaischer wirtschaftverfassung, ZHR 1992, σελ. 136 επ.

6. Ειδικότερα, για τα διοικητικά και συμβουλευτικά όργανα της Ε.Ε. βλ. Π. Δαγτόγλου, «Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Δίκαιο» τομ. Ι Αθήνα, σελ. 254 επ.
7. N. Andel, «Problems of government expenditure harmonitation in a Common Market» στο «Fiscal Harmonigation in Common Market» (τομ. 1 Theory), έκδοση από τον Carl S., Shoun, New York: Columbia Univ. Press 1987. Για την ασυμμετρία μεταξύ της οικονομικής και πολιτικής ενοποίησης βλ. Ν. Σκανδάμη, Κράτος δίκαιο και κοινωνία στην ενωποιημένη Ευρώπη, Αθήνα 1994 σ. 79 επ.
8. T.M. James, «The Court of Auditors of the European Communities and the external Audit Bodies of the Member States», Τιμ. Τόμος Ελεγκτικού Συνεδρίου, Αθήνα 1984, σελ. 469 επ.
9. Για τα μέτρα οικονομικής στήριξης, βλ. ανάλυση εις Euroguide, όπου και η τυπολογία των επιλεξίμων δράσεων και μέσων παρέμβασης σελ. 490 επ.
10. Για την αναγκαιότητα των ελεγκτικών διαδικασιών και τον ρόλο αυτών, βλ. Δ.Π. Καράγιωργα, «Μέθοδος ελέγχου και αποτελεσματικότητας των δημοσίων δαπανών», Τιμητικός Τόμος για τα 150 χρόνια του Βλ. Συνεδρίου, Αθήνα 1984, σ. 77 επ.
11. Αναφερόμαστε και πάλι στον κανονισμό υπ' αριθμ. 2064/97 της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και ιδία άρθ. 3 παρ. 3.
12. Βλ. σχετ. Ν. 2860 14.6.2000 αναφορικά με τη διαχείριση, παρακολούθηση και έλεγχο του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης και άλλων διατάξεων.
13. Πρβλ., Π. Δερτιλή, Εγχειρίδιον Δημοσίας Οικονομικής, τ. 3, (1967) σ. 149 επ.
14. Πρβλ., Κ. Κωστόπουλου, «Αναζήτηση Ελεγκτικών Πρότυπων από το Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο», Δ. Επιστημ. Ημερίδα (10.12.99) (Εθν. Τυπογραφείο 2003), σ. 9 επ.
15. Α. Γέροντα - Α. Ψάλτη, «Δημοσιονομικό Δίκαιο», (1998), σ. 301 επ. αναφορικά με την διερεύνηση των δαπανών.
16. Βλ. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 26/6/1999 EL, L 161/1.
17. Κ. Φινοκαλιώτη, «Η εναρμόνιση της φορολογίας εισοδήματος συνδεδεμένων επιχειρήσεων στα πλαίσια της ενιαίας αγοράς», Θεσσαλονίκη 1995, σ. 220 επ. όπου συμπεράσματα και ανάλυση ως και προτάσεις για την αναγκαιότητα των ρυθμίσεων.
18. Α. Καρακίτη, «Η φορολογία διεθνών επιχειρήσεων στην Γερμανία και στην Ελλάδα», 1996, σ. 23 επ., αναφορικά με το δραστικό δυναμικό των επιχειρήσεων εκτός χώρας. Επίσης αναφορικά με το ρυθμιστικό πλαίσιο της κινητικότητας των επιχειρήσεων στην κοινότητα βλ. Ch. Bovis, «Business Law in the European Union», London 1997, σ. 41 επ.
19. Αναφορικά με πληροφοριακά στοιχεία σχετικά με τις επιχειρήσεις στην Ε.Ε., βλ. Kommission Unternehmen in Europa, Vieter Bericht, Luxemburg 1996, σ. 25 επ.

20. Κ. Φινοκαλιώτη, «Η εναρμόνιση της φορολογίας εισοδήματος κ.λπ.», όπ. ανωτ., σ. 61 επ.
21. Μ. Πυροβέτση, «Ο έλεγχος των συγκεντρώσεων μεταξύ των επιχειρήσεων στο δίκαιο του ανταγωνισμού», Θεσσαλονίκη 1992, σ. 21 επ.
22. Το θεσμικό πλαίσιο του ελέγχου των συγκεντρώσεων μεταξύ επιχειρήσεων παρέχεται από τον Κανονισμό 4064/89 (EEL 395/1) και από τον τροποποιητικό αυτού Κανονισμό 1310/97 (EEL 180/1).
23. Βλ. Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων «Λευκή Βίβλος - Ανάπτυξη, Ανταγωνιστικότητα, Απασχόληση κ.λπ.», Λουξεμβούργο 1993, όπου και η ανάπτυξη των προϋποθέσεων και οι τιθέμενοι προβληματισμοί για το ευρωπαϊκό αναπτυξιακό πρότυπο.
24. Π. Κανελλόπουλου, «Η θέση του Ελεγκτικού Συνεδρίου στο σύστημα δικαστικής προστασίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης», Πρακτικά Δ. Επιστ. Ημερίδας (10/12/99) Πανεπιστημίου Πειραιώς και Ελεγκτικού Συνεδρίου, Εθν. Τυπογραφείο (2000), σ. 17 επ.
25. Οι τυχόν δημοσιονομικές επιπτώσεις των παρατυπιών στα Κράτη-μέλη, προκύπτουν μέσα από τα δημοσιονομικά πράγματα της κάθε χώρας με τις εντεύθων και συνακόλουθες συνέπειες στην εναρμόνιση. Βλ. G. Kopits (editor) «Tax Harmonization in the European Community», (1992) (International Monetary Fund), σ. 52.
26. Για τα μέτρα που προβλέπονται για την ανάπτυξη και ανασυγκρότηση των περιφερειών. βλ. Κανονισμό υπ' αριθ. 1685/2000 της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων με ημερομηνία 28.7.2000 αναφορικά για τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του Κανονισμού ΕΚ υπ' αριθ. 1260/1999 του Συμβουλίου, αναφορικά με την επιλεξιμότητα των δαπανών των ενεργειών που συγχρηματοδοτούνται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία.

Βιβλιογραφία

Αναστόπουλος, Ι.: Τινά περί της μεθόδου ορθολογικής επιλογής των αποφάσεων προϋπολογισμού, Ε.Δ.Δ.Δ., 1977, σ. 22 επ.

Anastopoulos, J.: *Les aspects financiers du fédéralisme* (préface de Paul Amselek), Paris, L.G.D.J., 1979.

Βιτάλης, Γ.Μ.: Κοινοτική έννομη τάξη, *Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, Αθήνα, 1988.

Γιαλιτάκη, Α.: *Δημοσιονομική δαπάνη και προληπτικός έλεγχος*, Αθήνα, 1999.

Gaudemet, P.M. and Molinier, J.: *Finances publiques*, Budget / Trésor, Tom. 1, 6ème édition, Montchrestien, 1992.

Δαγτόγλου, Π.Δ.: *Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Δίκαιο, ΙΙ, ουσιαστικό δίκαιο*, Αθήνα, 1998.

Επιτροπή: Οι δημόσιες συμβάσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση, COM (1998) 143 τελικό, Βρυξέλλες, 11.3.1998.

Επιτροπή: Προώθηση του επιχειρηματικού πνεύματος στην Ευρώπη: προτεραιότητες για το μέλλον, COM, 1998, 222 τελικό, Βρυξέλλες, 7.4.1998.

Επιτροπή: Η ανταγωνιστικότητα των ευρωπαϊκών επιχειρήσεων εν' όψει της παγκοσμιοποίησης. Πώς να την ενισχύσουμε, COM (1998) 718 τελικό, Βρυξέλλες, 20.1.1999.

Επιτροπή: Οι οικονομικές και διαρθρωτικές μεταρρυθμίσεις στην Ε.Ε. (Κάρντιφ ΙΙ), COM, 1999, 61 τελικό, Βρυξέλλες 17.2.1999.

Επιτροπή: Πέμπτη έκθεση της Επιτροπής σχετικά με την εφαρμογή της απόφασης η οποία αφορά την παροχή κοινοτικών επιδοτήσεων επιτοκίου για δάνεια που χορηγεί η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις στο πλαίσιο της προσωρινής δανειοδοτικής της διευκόλυνσης (Διευκόλυνση για τις ΜΜΕ), COM, 2000, 376 τελικό, Βρυξέλλες, 22.6.2000.

Κανελλόπουλος, Π.: *Το Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, Αθήνα, 2003.

Κόντος-Μάναλης, Λ.: *Διεθνές και Ευρωπαϊκό Φορολογικό Δίκαιο*, Σάκκουλας, 2006.

KoK, C.: The Court of Auditors of the European Communities, «the other European Court in Luxembourg», βλ. τόμο «State Audit and Accountability» (A book of readings, state of Israel, Controller's office), Jer, 1991.

Lelong, P.: La Cour des comptes des communautés européennes et le contrôle externe des finances publiques européennes, *R.F.F.P.*, N. 4(1983), p. 99 επ.

Μπάρμπας, Ν.: *Η πρώτη νομολογική ερμηνεία της Οδηγίας 90/435/ΕΟΚ (Μητρικές-Θυγατρικές Εταιρείες)*, Ε.Ε. ΕυρΔ 1997, σ. 369 επ.

Molinier, J.: L' Union européenne et la souveraineté budgetaire des États, *R.F.F.P.*, No 41 (1993), p. 181 επ.

National Audit Office: State Audit in the European Union (1996 και 2001).

Παπαδημητρίου, Ι.: *Η αργόσυρτη πορεία προς την ευρωπαϊκή ομοσπονδίωση, επίκαιροι προβληματισμοί*, Αθήνα, 1997.

Σαρμάς, Ι.Δ.: *Η νομολογία του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου Δικαιωμάτων του Ανθρώπου και της Επιτροπής, Αναλυτική μελέτη των μεγάλων θεμάτων*, Αθήνα, 1998.

Σκανδάμης, Ν.: *Ευρωπαϊκό Δίκαιο, Κείμενα Ι. (Ιδρυτικές Συνθήκες ενοποιημένες)*, Αθήνα, 2003.

Σκιαδάς, Δ.: Το Ελεγκτικό Συνέδριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, *Νομική Επιθεώρηση*, ΙΑ΄, τ. 25-26, 1998, σ. 125 επ.

Στεφάνου, Κ.: *Ευρωπαϊκή ολοκλήρωση* 4η εκδ., τόμος Γ΄: Πολιτικές και δυναμική της ολοκλήρωσης, Αθήνα, 1999.

Σύνταγμα - Ευρωπαϊκό Σύνταγμα (Εισαγωγή - Επιμέλεια Γ. Παπαδημητρίου), Αθήνα, 2005.

Strasser, D.: *Les finances de l' Europe*, Paris, L.G.D.J., 1990.

Strasser, D.: Les dispositions financières du Traite de Maastricht, *R.F.F.P.*, No 45, 1994, p. 195 επ.

Τραγάκης, Γ.: *Η κίνηση κεφαλαίων στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα*, 1988.

Timsit, G.: Les relations entre l' État et les entreprises publiques, *La revue administrative*, 1983, p. 9 επ.

Φινοκαλιώτης, Κ.: *Η εναρμόνιση της φορολογίας εισοδήματος συνδεδεμένων επιχειρήσεων στα πλαίσια της ενιαίας αγοράς*, Θεσσαλονίκη, 1995.

Fabre, F.: *Les grands arrêts de la jurisprudence financière*, Paris, Dalloz, 1996.

Hertzog, R.: Les contrôles financiers, *A.J.D.A.*, 1992.

Seismic data management and mining systems – An Overview

Gerasimos Marketos and Yannis Theodoridis

Department of Informatics, University of Piraeus

Abstract

We present the architecture of a so-called Seismic Data Management and Mining System (SDMMS) for quick and easy data collection, processing, and visualization. The proposed SDMMS architecture includes, among others, a seismological database for efficient and effective querying and a seismological data warehouse for OLAP analysis and data mining. We provide template schemes for these two components as well as examples of their functionality. We also provide a survey of existing operational or prototype SDMMS.

Keywords: seismological databases, data warehousing, data mining

1. Introduction

For centuries, humans have been feeling, recording and studying earthquake phenomena. Taking into account that at least one earthquake of magnitude M<3 (M>3) occurs every one second (every ten minutes, respectively) worldwide, the seismic data collection is huge and, unfortunately, rapidly increasing. Scientists record this information in order to describe and study tectonic activity. Tectonic activity can be described by recording attributes,

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 641-658
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 641-658

such as geographic information (epicenter location and disaster areas), magnitude, depth, etc.

On the other hand, computer engineers specialized in the area of Information & Knowledge Management find an invaluable «data treasure», which they can process and analyze helping in the discovery of knowledge from this data. Recently, many applications that can manage and analyze seismological or, in general, geophysical data have been proposed in the literature (Han et al., 1997; Andrienko and Andrienko, 1999; Theodoridis, 2003). In general, the collaboration between the data mining community and physical scientists was recently initiated (Behnke and Dobinson, 2000).

Desirable components of a so-called Seismic Data Management and Mining System (SDMMS) include tools for quick and easy data exploration and inspection, algorithms for generating historic profiles of specific geographic areas and time periods, techniques providing the association of seismic data with other geophysical parameters of interest such as soil profile, geographic and perhaps specialized (e.g. topological and climatological) maps for the presentation of data to the user and, topline, visualization components supporting sophisticated user interaction.

The rest of the paper is organized as follows. In Section II we sketch a desired SDMMS architecture, including its database and data warehouse design. Section III presents online analytical processing (OLAP) and data mining functionality a SDMMS could offer. In Section IV, we survey and compare proposed systems and tools found in the literature for the management of seismological or, in general, geophysical data. Finally, Section V concludes the paper.

2. The Architecture of a Seismic Data Management and Mining System

Earthquake phenomena are instantly recorded by a number of organizations (e.g. Institutes of Geodynamics and Schools of Physics) worldwide. The architecture of a SDMMS might allow for the integration of several remote sources. The aim is to

collect and analyse the most accurate seismic data among different sources. Obviously, some sources provide data about the same earthquakes though with slight differences in their details (the magnitude or the exact time of the recorded earthquake). SDMMS should be able to integrate the remote sources in a proper way by refining and homogenizing raw data.

Collected data can be stored in a local database and/or a data warehouse (for simple querying and analysis for decision making, respectively). Data within the database is dynamic and detailed, while that within the data warehouse is static and summarized. The modifications of the former are continuous, while the latter are subjected to periodical updates.

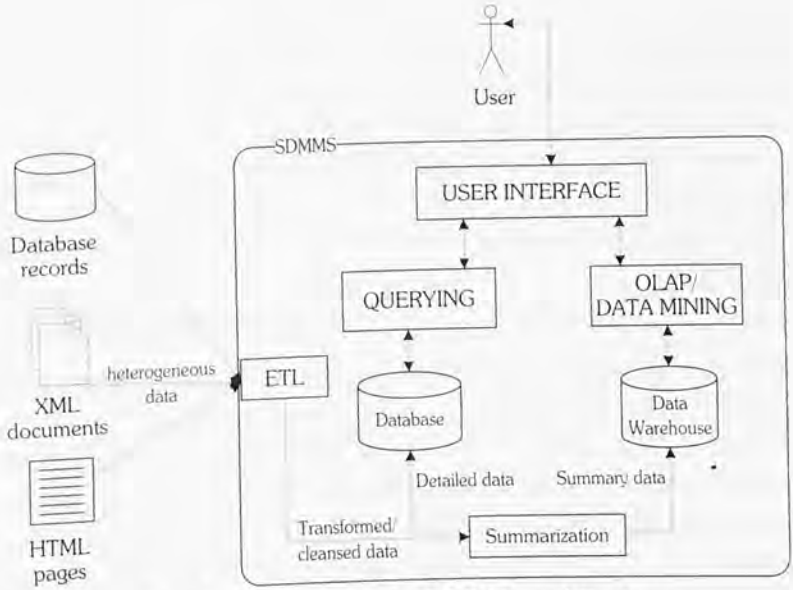


Fig. 1. The general SDMMS architecture

Figure 1 presents an abstract architecture that serves the task of collecting data from several sources around the world and storing them in a local repository (database and/or data warehouse). A mediator is responsible for the management of the process from the extraction of data from their sources until their

load into the local repository, the so-called Extract-Transform-Load (ETL) approach.

In the following paragraphs, we present efficient design proposals for the core components of SDMMS architecture, namely the database and the data warehouse.

2.1 SDMMS database

Remote sources provide SDMMS with a variety of seismological information to be stored in the local database. Figure 2 illustrates the relational design of a local database for SDMMS purposes.

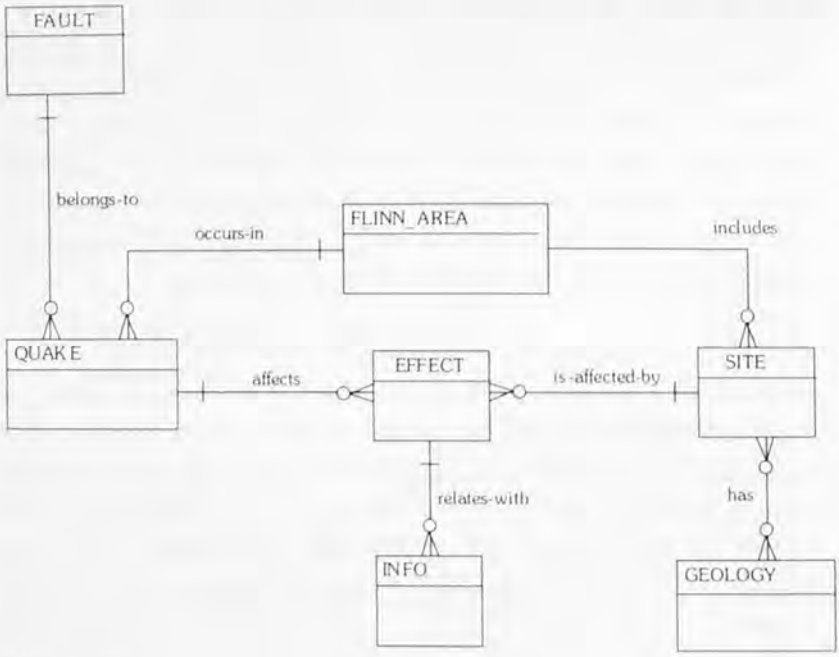


Fig. 2. Relational design of a seismological database for SDMMS purposes

The minimum information required to describe an earthquake event includes timestamp of its appearance, location (in latitude / longitude coordinates) and depth (QUAKE). Just this information is not adequate for user-friendly querying and further data analysis

as one wishes to know more about the geographical areas where an earthquake occurred. For this purpose, the addition of FLINN_AREA assists on the geographical positioning of both the earthquake epicenter and the affected sites using the Flinn & Engdahl geographical terminology (Young et al., 1996) that partitions world in disjoint polygons. Moreover, FAULTS includes details about the seismogenic fault related with an earthquake (name of the fault, its characterization, strike, slip and rake of planes, etc.), extracted from bibliography, e.g. (Kiratzi and Louvari, 2003).

SITE stores demographical and other information about the primitive administrative partitions of a country (e.g. counties or municipalities). GEOLOGY describes the geological morphology of a site so that we can discover how the different morphological classes are affected by earthquakes. EFFECT records macroseismic intensity observed at a site as a result of an earthquake. Other attributes of this relation might include the epicentral and hypocentral distance and the azimuth (the angle between the site-epicenter line and the line of North). Finally, INFO includes complementary multimedia material, such as pictures, audio/video descriptions, references etc. about the earthquake effects.

2.2 SDMMS data warehouse

A data warehouse (DW) is defined as a subject-oriented, integrated, time-variant, non-volatile collection of data in support of management decision making process (Inmon, 1996). DW is usually based on a multi-dimensional data model, which views data in the form of a data cube (Agarwal et al, 1996). A data cube allows data to be modeled and viewed in multiple dimensions and is typically implemented by adopting a star (or snowflake) schema model, where the DW consists of a fact table (schematically, at the center of the star) surrounded by a set of dimensional tables related with the fact table. For SDMMS purposes, dimensional tables maintain information (e.g. hierarchies) about dimensions, including magnitude, intensity, geography, time dimension, etc. while the fact table contains measures on seismological data, such as the number of earthquakes,

minimum/maximum depth, etc. as well as keys to related dimensional tables (figure 3). Especially for SDMMS, where geography is a key issue and is involved in dimensions and/or measures, spatial data warehouses are of great interest (Stefanovic et al, 2000).

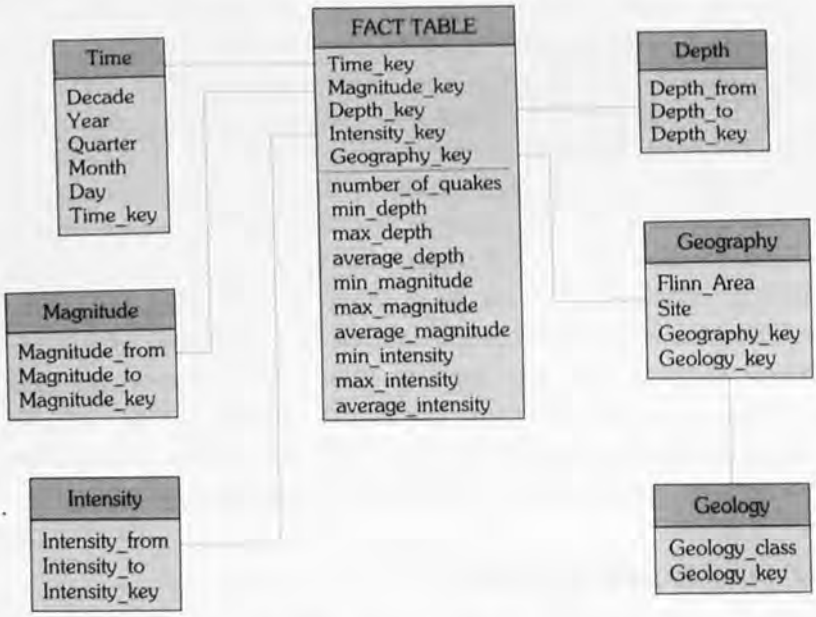


Fig. 3. A spatial data warehouse for SDMMS purposes

Dimension time consists of a hierarchy that represents time periods in which an earthquake happened. Dimensions magnitude, intensity and depth do not consist of hierarchies but of intervals. They represent classes of magnitude, intensity and depth so that we can categorize the earthquake phenomena. Dimensions geography and geology represent the geographical area in which an earthquake happened and the geological morphology of this area.

In the following Section we present examples of operations that illustrate the usefulness of a data warehouse following the scheme of figure 3.

3. OLAP analysis and data mining

Traditional Database Management Systems (DBMS) are known as operational databases or OLTP (on-line transaction processing) systems as they support the daily needs of Information Systems for storage and retrieval. They support three main operations (insertions, updates and deletions) that can be formalized and executed against a DBMS using a Structured Query Language (SQL).

However, Information Systems are not responsible only for data storage and retrieval but also for decision making support. As already mentioned, maintaining summary data in a local data warehouse can be used for data analysis purposes. Two popular techniques for analyzing data and interpreting their meaning are OLAP analysis and data mining.

An important aspect in decision making is the level of details that the decision maker needs. Middle and upper management make complex and important decisions and therefore detailed data can not satisfy these requirements. Summarized data and hidden knowledge acquiring from the stored data, can lead to better decisions. Similarly, summarized seismological data are more useful to scientists because they can study them from a higher level and search them for hidden, previously unknown knowledge.

In the following paragraphs, we present OLAP analysis and data mining techniques for extracting useful conclusions about seismological data stored in a SDMMS.

3.1 OLAP analysis

Additional to (naive or advanced) database queries on detailed seismological data, a data warehouse approach utilizes on-line analytical processing (OLAP). We illustrate the benefits obtained by such an approach with two examples of operations supported by spatial data warehouse and OLAP technologies:

- A user may ask to view part of the historical seismic profile, i.e. the ten most destructive quakes in the past twenty years, over Europe, and, moreover, he/she can easily view the same

information over Greece (more detailed view, formally a drill-down operation) or worldwide (more summarized view, formally a roll-up operation).

- Given the existence of multiple thematic maps, perhaps one for quake magnitude and one for another, non-geophysical parameter such as the resulting damage, they could be overlaid for the exploration of possible relationships, such as finding regions of high, though non-destructive, seismicity and vice versa.

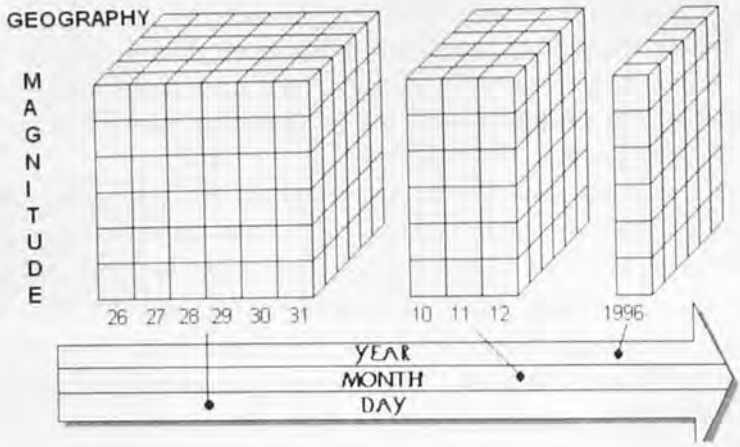


Fig. 4. Moving from a detailed to a summarized view (roll-up) and vice-versa (drill-down)

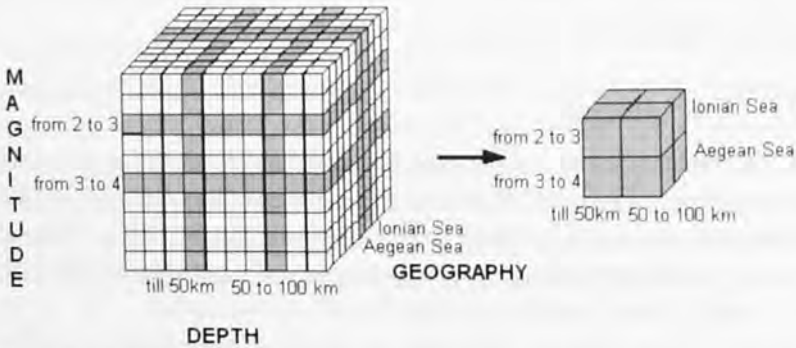


Fig. 5. Selecting parts of a cube by filtering a single (slice) or multiple dimensions (dice).

Further to roll-up and drill-down operations described above and illustrated in figure 4, typical data cube operations include slice and dice, for selecting parts of a data cube by imposing conditions on a single or multiple cube dimensions, respectively (figure 5).

Another important issue in data warehousing is the physical representation of a data warehouse (cube). ROLAP (Relational OLAP) and MOLAP (Multidimensional OLAP) are the two proposed principal models. The advantage of ROLAP is that it can handle large volumes of data (as relational databases can do) as these are stored in relational tables. On the other hand, MOLAP is much faster as it uses specialized data structures instead of relational tables. As a result, in MOLAP model, main memory is extensively used for the various operations.

3.2 Data mining

Integrating data analysis and mining techniques into an SDMMS ultimately aims to the discovery of interesting, implicit and previously unknown knowledge. Figure 6 presents the Knowledge Discovery in Databases (KDD) process with the necessary 'filters' that information stored in a data warehouse passes until useful, possibly hidden knowledge is extracted.

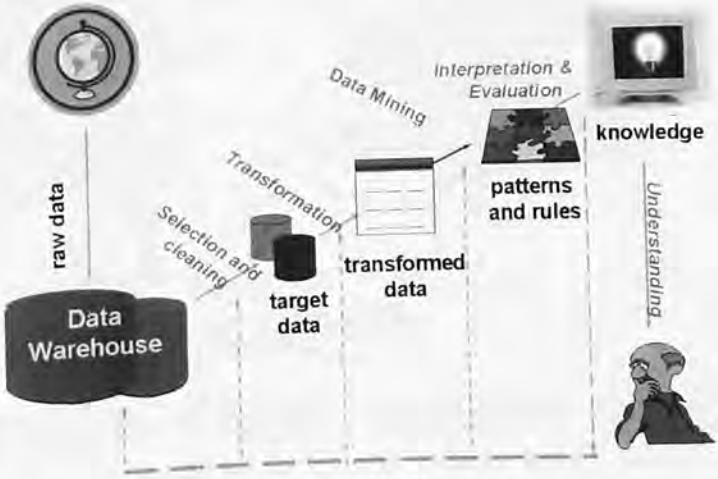


Fig. 6. The KDD process

Examples of useful patterns found through KDD process include clustering of information (e.g. shocks occurred closely in space and/or time), classification of phenomena with respect to area and epicenter, detecting phenomena semantics by using pattern finding techniques (e.g. characterizing the main shock and possible intensive aftershocks in shock sequences, measuring the similarity of shock sequences, according to a similarity measure specified by the domain expert, etc.).

In the following, we study the integration of three basic techniques for this purpose: methods for finding association rules, algorithms for data clustering and classification techniques. Recently, there have been proposals that expand the application of knowledge discovery methods on multi-dimensional data (Koperski and Han, 1995; Koperski et al, 1998).

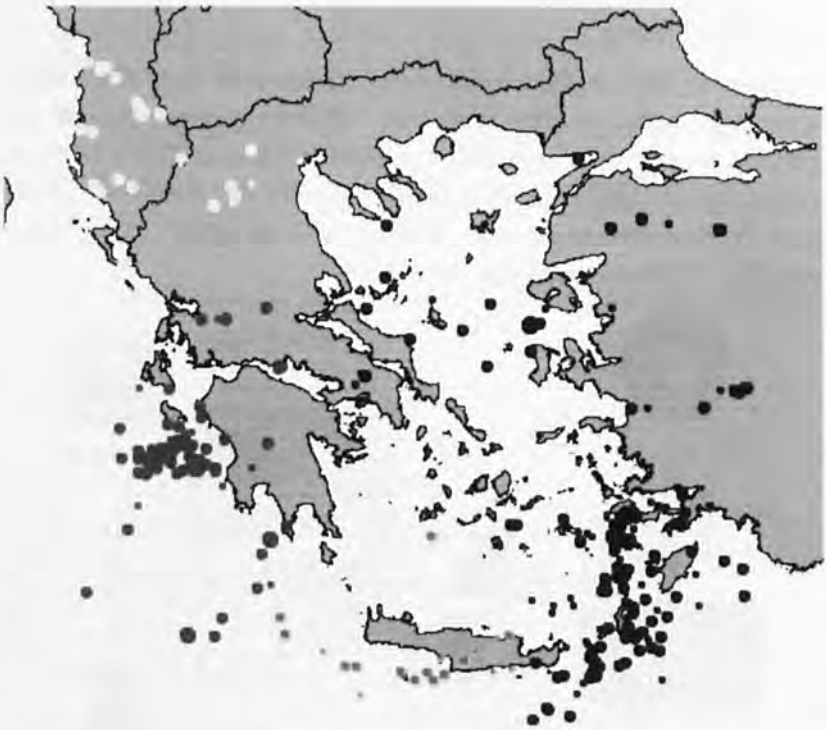


Fig. 7. Discovering clusters of earthquake epicenters (extracted from (Theodoridis, 2003))

Clustering

Data clustering algorithms (Jain and Murty, 1999) group sets of objects into classes of similar objects. Thus, the behavior of groups can be studied instead of that of individuals. Applications on seismic data could be for the purpose of finding densely populated regions (according to the Euclidean distance) between the epicenters, and, hence, locating regions of high seismic frequency (figure 7) or dividing the area of a country into a set of seismicity zones (e.g. low / medium / high seismic load).

Data classification

Data classification is a two-step process (Han and Kamber, 2000). In the first step a classification model is built using a training data set consisting of database records that are known to belong in a certain class and a proper supervised learning method, e.g. decision trees or neural networks. In case of decision trees, for example, the model consists of a tree of «if» statements leading to a label denoting the class the record belongs in.

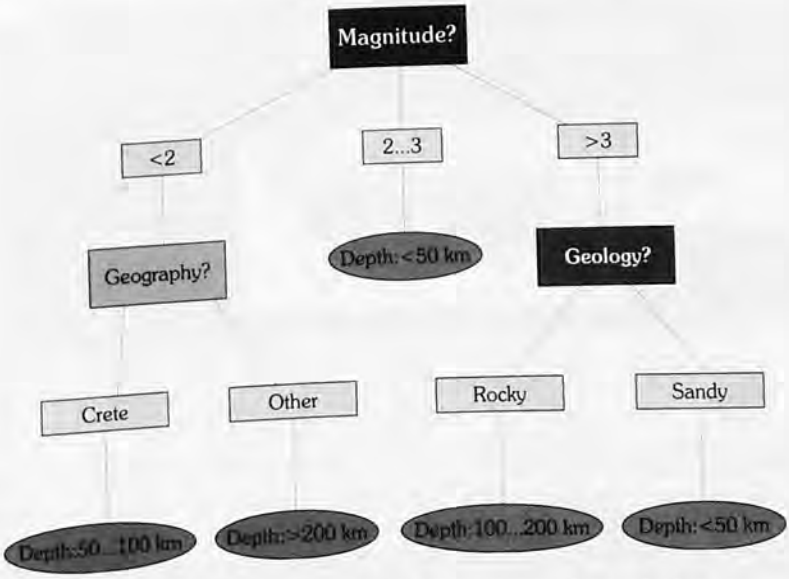


Fig. 8. A decision tree for seismological data

The decision tree illustrated in figure 8 «predicts» the depth of a future earthquake given the magnitude and details about the area in which it will happen. Obviously, it is not a kind of earthquake prediction since it assumes that we know some details of the earthquake before it happens. However, the above tree could uncover some hidden relationships among the characteristics of earthquakes.

4. Prototype systems and tools: a survey

4.1 Geo-Miner

Han et al. (1997) have developed Geo-Miner, a system that supports knowledge discovery from spatial data. Geo-Miner consists of a number of modules including a spatial data cube construction module, spatial OLAP module, and spatial data mining modules. Extending Spatial SQL, GMQL (Geo-Mining Query Language) has been designed and implemented for spatial data mining. Figure 9 illustrates the functionality of the system through a representative screenshot.

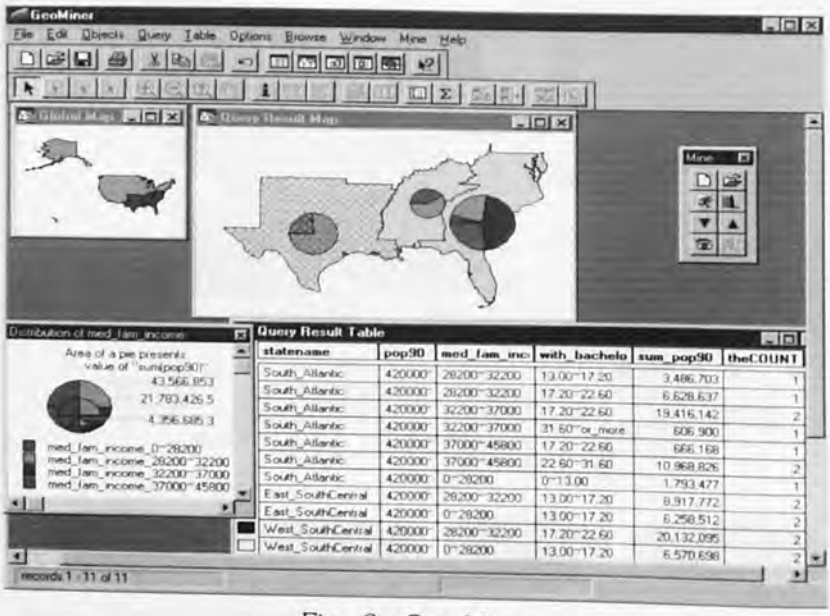


Fig. 9. Geo-Miner

4.2 Descartes / Kepler

Andrienko and Andrienko (1999) have proposed an integrated environment (Descartes/Kepler) where data mining and visualization techniques are used to analyze spatial data. Their aim is to integrate traditional data mining tools with cartographic visualization tools so that the users can view both source data and results produced by the data mining process. Figure 10 illustrates a composite screenshot of the tool with maps and charts visualization.

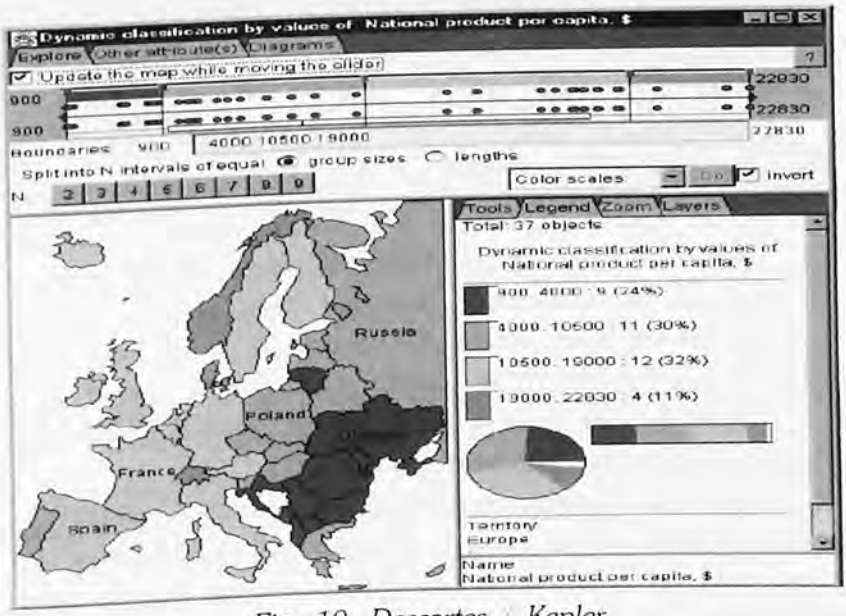


Fig. 10. Descartes / Kepler

4.3 GEODE

Geo-Data Explorer (GEODE) is an ambitious and high promising application developed by the USGS for providing users with geographically referenced data. The project aims in developing a portal which will provide real-time data and will support data analysis independently from special hardware, software and training (Levine and Schultz, 2002). Figure 11 illustrates the functionality of the system through a representative screenshot.

Fig. 11. GEODE functionality

4.4 Seismo-Surfer

Last but not least, Seismo-Surfer is a tool for collecting, querying, and mining seismological data following the SDMMS concept. Its database is automatically updated from remote sources, querying on different earthquake parameters is allowed, while data analysis for extracting useful information is limited to a data clustering algorithm. Querying and mining results are graphically presented via maps and charts.

Seismo-Surfer architecture in general follows the SDMMS architecture illustrated in figure 1. A number of filters «clean» and homogenize the data (mainly concerning duplicate entries), which are available from remote sources and cleansed data are stored in the local database. Users interact with the database via a graphical user interface (called, Query Manager). KDD techniques apply data mining on stored data. Querying and data mining results are presented in graphical mode (maps, charts, etc.).

In its current version, Seismo-Surfer supports links with two remote sources: one at a national level for Greece (GI-NOA) and one worldwide (NEIC-USGS). Querying on earthquake parameters includes variations of spatial queries, such as range, distance, nearest-neighbor and closest-pair queries (figure 12).

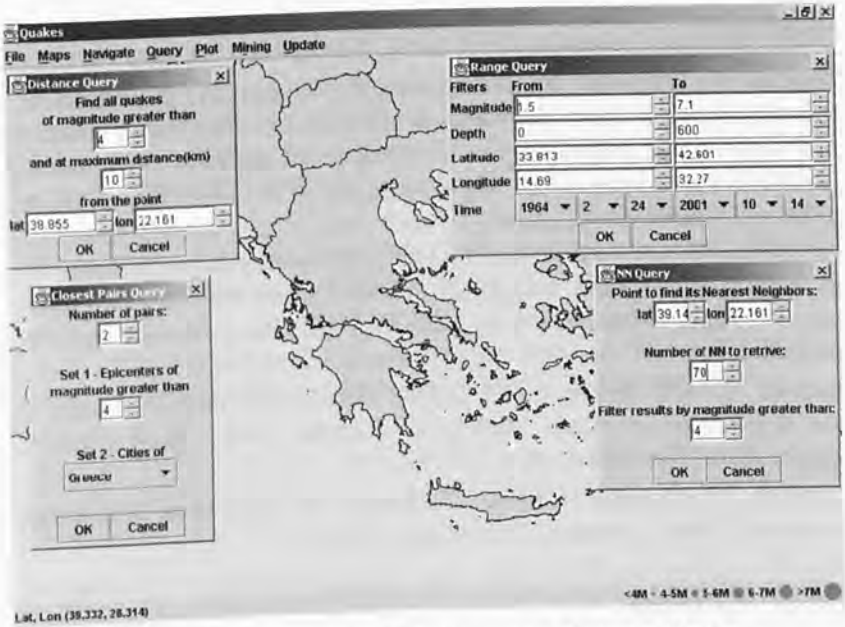


Fig. 12. Querying facilities using Seismo-Surfer

5. Conclusions

In this paper, we outlined the architecture of a so-called Seismic Data Management and Mining System (SDMMS) for quick and easy data collection, processing (generating historic profiles of specific geographic areas and time periods, providing the association of seismic data with other geophysical parameters of interest, etc.), and visualization supporting sophisticated user interaction.

The core components of such a SDMMS architecture include a seismological database (for querying) and a seismological data warehouse (for OLAP analysis and data mining). We provided template schemes for both components as well as examples of their functionality.

Finally, we provided a survey of existing operational or prototype systems following (at a low or high percentage) the proposed SDMMS functionality.

References

Agarwal, S., Agrawal, R., Deshpande, P., Gupta, A., Naughton, J., Ramakrishnan, R. and Sarawagi, S. (1996): On the computation of multidimensional aggregates. *In Proceedings of the 22nd International Conference on Very Large Databases*, VLDB'96, 506-521, Bombay, India.

Andrienko, G. and Andrienko, N. (1999): Knowledge-based visualization to support spatial data mining. *In Proceedings of the 3rd Symposium on Intelligent Data Analysis*, IDA'99, 149-160, Amsterdam, the Netherlands.

Behnke, J. and Dobinson, E. (2000): NASA Workshop on Issues in the Application of Data Mining to Scientific Data, *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 2(1), 70-79.

GI-NOA: Earthquake Catalog. Available at http://www.gein.noa.gr/services/cat.html (accessed 26 January 2005).

Han, J. and Kamber, M. (2000): *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann.

Han, J., Koperski, K. and Stefanovic N. (1997): GeoMiner: A System Prototype for Spatial Data Mining. *In Proceedings of ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, SIGMOD'97, 553-556, Tucson, AZ, USA.

Inmon, W. (1996): *Building the Data Warehouse*, 2nd ed., John Wiley.

Jain, A., Murty, M. and Flynn, P. (1999): Data Clustering: A Review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264-323.

Kiratzi, A. and Louvari, E. (2003): Focal Mechanisms of Shallow Earthquakes in the Aegean Sea and the Surrounding Lands Determined by Waveform Modeling: A New Database. *Journal of Geodynamics*, 36, 251-274.

Koperski K. and Han J. (1995): Discovery of Spatial Association Rules in Geographic Information Databases. *In Proceedings of the 4th International Symposium on Large in Spatial Databases*, SSD'95, 47-66, Portland, Maine, USA.

Koperski, K., Han, J. and Adhikary, J. (1998): Mining Knowledge in Geographical Data. *Communications of the ACM*, 26(1), 65-74.

Levine, M. and Schultz, A. (2002): GEODE (Geo-Data Explorer) - A U.S. Geological Survey Application for Data Retrieval, Display, and Analysis through the Internet, U.S. Geological Survey, Fact Sheet 132-01, Online Version 1.0. Available at http://pubs.usgs.gov/fs/fs132-01/ (accessed 26 January 2005).

NEIC-USGS: Earthquake Search.
http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html (accessed 26 January 2005).

Stefanovic, N., Han, J. and Koperski, K. (2000): Object-Based Selective Materialization for Efficient Implementation of Spatial Data Cubes. IEEE *Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 12(6), 938-958.

Theodoridis, Y. (2003): Seismo-Surfer: A prototype for collecting, querying and mining seismic data. *In Advances in Informatics - Post Proceedings of the 8th Panellenic Conference in Informatics*, 159-171, LNCS #2563, Springer - Verlag, Berlin.

Young, J.B., Presgrave, B.W., Aichele, H., Wiens, D.A. and Flinn, E.A. (1996): The Flinn-Engdahl Regionaligation Scheme: The 1995 Revision. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 1996, 223-297.

Συστήματα ηλεκτρονικής διαχείρισης λιμένων και λιμενικών δραστηριοτήτων (BREPOS)

Ε. Μαρκόπουλος[1], Α. Σούγιαννης[2] και Δ. Παπασωτηρίου[3]

1. Gauss Institute Bremen, Germany
2. Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
3. Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Το άρθρο αυτό έχει ως στόχο να παρουσιάσει την ανάπτυξη και εφαρμογή της τεχνολογίας σε εμπορικά λιμάνιακαι να βοηθήσει τις επιχειρηματικές δραστηριότητες σε αυτά μέσω της ηλεκτρονικής διαχείρισης των Logistics. Συστήματα και ιδέες που έχουν εφαρμοστεί σε αντίστοιχους χώρους πρέπει να μελετούνται και να προσαρμόζονται σε νέους. Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται το πληροφοριακό σύστημα BREPOS, το οποίο χαρακτηρίζεται σήμερα ως ένα από τα πληρέστερα και τα πλέον εύχρηστα συστήματα πληροφορικής και ηλεκτρονικής διαχείρισης λιμενικών logistics στον κόσμο. Η παρουσίαση του BREPOS έχει ως στόχο να παρουσιάσει τις δυνατότητες που παρέχονται μέσα από την εφαρμογή της τεχνολογίας. Επίσης το BREPOS επιβεβαιώνει πως η τεχνολογία και ο αυτοματισμός σε ένα λιμάνι, όσο σύνθετα και αν είναι, παραμένουν εφικτά. Τέλος, παρουσιάζονται τεχνικές με τις οποίες συστήματα σαν το BREPOS μπορούν να αναπτυχθούν σε σύγχρονα περιβάλλοντα λιμένων προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις τους, γεγονός που ενδιαφέρει και την Ελληνική πλευρά.

1. Εισαγωγή

Τα λιμάνια αποτελούσαν από την αρχαιότητα πόλο ανάπτυξης εμπορικών δραστηριοτήτων και αφετηρία δημιουργίας κάθε πολιτισμένης κοινωνίας. Αν και τα μεταφορικά μέσα εξελίχθη-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 659-670
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 659-670

καν σε όλες τις διαστάσεις (στον αέρα, στο έδαφος, στην θάλασσα), η θάλασσα παραμένει το κυρίαρχο στοιχείο στην οικονομική ανάπτυξη και εξέλιξη. Η κίνηση στα λιμάνια σήμερα δεν διαφέρει, τηρουμένων των αναλογιών, σε δραστηριότητα από την κίνηση των λιμανιών δεκαετίες ή ακόμα και αιώνες πριν. Αυτό που τότε δεν είχε ονομαστεί logistics σήμερα είναι η κύρια δραστηριότητα στην διαχείριση ενός λιμένα, και στην διασφάλιση της βιωσιμότητας και της κερδοφορίας του.

2. Logistics στην ναυτιλία

Η ναυτιλία αποτελεί σήμερα μία από τις σημαντικότερες οικονομικές κατευθύνσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι υποστηρικτικές δραστηριότητες καθώς και οι αναπτυσσόμενες υποδομές απορροφούν σήμερα σημαντικές επενδύσεις. Παράλληλα ο αυξανόμενος ανταγωνισμός δεν αγγίζει μόνο πλοιοκτήτες και γραμμές εξυπηρέτησης αλλά ανταγωνιστικά λειτουργεί σε επίπεδο λιμανιών και υπηρεσίες και τεχνολογίες που κάνουν αυτά αποτελεσματικότερα. Έτσι λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι ένας καθ' αυτό χώρος Logistics όπως η ναυτιλία έχει ανάγκη ξεχωριστών Logistics για να λειτουργήσει κάτω από τις καλύτερες συνθήκες (τα Logistics στην υπηρεσία των Logistics).

3. Συστήματα πληροφορικής στα ναυτιλιακά logistics

Η πληροφορική χαρακτηρίζεται σήμερα ως η επιστήμη που παράγει την τεχνολογία του μέλλοντος. Η πρόοδος συντελείται με εκθετική μορφή. Αυτό που κάποτε πολλοί έλεγαν «Μηχανογράφηση», και «Μηχανοργάνωση» έχει μείνει πίσω εδώ και δεκαετίες. Σήμερα οι τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών συγκλίνουν, μεταφέροντας την πληροφόρηση σε επίπεδα παγκοσμιοποίησης. Πιθανότατα, η τεχνητή νοημοσύνη, η ρομποτική, η κυβερνητική και άλλες τέτοιου είδους τεχνολογίες να εξελίσσουν και να τροποποιήσουν το ρόλο της πληροφορικής σε περισσότο «έξυπνα και ολοκληρωμένα» συστήματα αυτοματισμού και ρομποτικής.

Σε κάθε πρίπτωση όμως το να αγνοείται η υπάρχουσα κατάσταση μόνο καταστροφικές συνέπειες θα μπορούσε να έχει.

Ο αρχαιότερος ίσως επιχειρησιακός τομέας, αυτός της ναυτιλίας έχει σήμερα την μικρότερη τεχνολογική υποστήριξη.

Πολλοί παράγοντες θα μπορούσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο αυτό όπως η νοοτροπία, οι συνήθειες, η αλληλουχία των οικονομικών κρίσεων κ.λπ. Παρόλα αυτά η υποτίμηση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας, και τα οφέλη που προκύπτουν από αυτή, είναι οδυνηρό να αποκρύπτονται.

Από την άλλη πλευρά, μια επίσης αρχαία δραστηριότητα, αυτή της αποθήκευσης και των μεταφορών, που σήμερα ονομάζεται logistics, υπολείπεται σε θέματα ολοκλήρωσης. Τα συστήματα πληροφορικής που υποστηρίζουν την έννοια των logistics δεν καλύπτουν τίποτα περισσότερο από τη διαχείριση των αποθηκών και τη δραστηριότητα της δρομολόγησης του δικτύου διανομών.

Τοποθετώντας τώρα τις δυο αυτές δραστηριότητες, στα Logistics της Ναυτιλίας, αντιλαμβάνεται κανείς τις προοπτικές που υπάρχουν για περαιτέρω ανάπτυξη στα θέματα της τεχνολογίας.

Τα τελευταία χρόνια η κατάσταση αυτή αλλάζει με εντυπωσιακούς ρυθμούς, κυρίως στο εξωτερικό. Πρωτοβουλίες που ανέλαβαν τμήματα πληροφορικής λιμενικών αρχών έχουν αποδώσει αξιόλογα αποτελέσματα. Η διεθνής λιμενική κοινωνία έχει αναπτύξει αρκετές καινοτομικές εφαρμογές στη διαχείριση των λιμένων και των λιμενικών δραστηριοτήτων.

Μια από αυτές τις εφαρμογές είναι το πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης του λιμανιού της Βρέμης, το BREPOS.

4. Το σύστημα BREPOS

Το BREPOS είναι ένα γεωγραφικό πληροφορικό και διοικητικό σύστημα διαχείρισης λιμένων και λιμενικών δραστηριοτήτων, που ξεκίνησε την εφαρμογή του το 1996 από τον Οργανισμό Λιμένος της Ελεύθερης Χανσεατικής Πόλης της Βρέμης, κατόπιν εντολής του Γερμανού Υπουργού Ναυτιλίας και Εξωτερικού Εμπορίου.

Το BREPOS είναι ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα προηγμένης τεχνολογίας που συμβάλει σημαντικά στη βελ-

τίωση των διαδικασιών διαχείρισης ενός λιμένα. Πρέπει να αναφερθεί πως το BREPOS δεν είναι τυποποιημένο σύστημα πληροφορικής ούτε εμπορικό προϊόν τύπου CoTS (Commerical of The Self). Το BREPOS αποτελεί μια φιλοσοφία πάνω στην οποία αναπτύσσονται σύγχρονα συστήματα πληροφορικής στη διαχείριση ναυτιλιακών logistics. Η ανάπτυξη συστημάτων σαν το BREPOS μπορεί να γίνει είτε από το τμήμα πληροφορικής ενός λιμένα, είτε από εξωτερικό φορέα.

Η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος θέτει ένα σύνολο προϋποθέσεων για το κατά πόσο ένα λιμάνι έχει την ανάγκη υποστήριξής του από ένα σύστημα σαν το BREPOS.

Τα λιμάνια που χαρακτηρίζονται ως κύριοι κόμβοι μεταφοράς, διανομής και κέντρα logistics χαρακτηρίζουν πολύ σημαντικό το ρόλο της διαχείρισης της αυξανόμενης ροής της διακίνησης και των ποσοτήτων/όγκων των αγαθών που διακινούνται. Η παγκοσμιοποίηση των μεταφορών, και το σκεπτικό της μετακίνησης προς τις ολοκληρωμένες εφοδιαστικές αλυσίδες, απαιτούν νέα, ολοκληρωμένα και αποτελεσματικά πληροφορικά συστήματα. Τα συστήματα αυτά καθιστούν ικανό τον κάθε συμμετέχοντα στην αλυσίδα εφοδιασμού, να έχει γρήγορη πρόσβαση σε άμεσα ενημερωμένα και σχετικά δεδομένα.

Η ιδέα της επιδίωξης μιας αυστηρής και ολικής προσέγγισης, όχι μόνο στον τομέα των logistics, αλλά και στους τομείς της περιβαλλοντικής ασφάλειας και προστασίας, είναι μια σημαντική απαίτηση για το BREPOS.

Υπό τη διάσταση της παγκοσμιοποιημένης διανομής των αγαθών, υπάρχει μια αυξανόμενη πίεση προς τους παρέχοντες υπηρεσίες logistics και στους κατασκευαστές να μειώσουν τα κόστη στην εφοδιαστική αλυσίδα και να σχεδιάζουν πιο διάφανα συστήματα τιμολόγησης. Μαζί με την ποιότητα, την ασφάλεια και τις ολοκληρωμένες υπηρεσίες, η μεταφορά και οι χρεώσεις των εταιριών logistics και παράλληλα οι υποχρεώσεις των λιμένων έναντι των πελατών τους, δημιουργούν μια σημαντική δεξαμενή κριτηρίν για την επιλογή και ανάπτυξη συστημάτων όπως το BREPOS.

Το διοικητικό και γεωγραφικό πληροφορικό σύστημα BREPOS παρέχει μεγαλύτερη διαφάνεια στην καταγραφή του κόστους ενώ παράλληλα το σύστημα καθοδήγησης της διακίνησης των εμπο-

ρευματοκιβωτίων συμβάλει στην αποφυγή λανθασμένου προγραμματισμού με προφανείς συνέπειες στο κόστος.

Στο *BREPOS* περιλαμβάνονται τα εξής υποσυστήματα:

- Το Υποσύστημα Α΄ (υποστήριξη γραφικού περιβάλλοντος στη διαχείριση φορτίων).
- Το Υποσύστημα Β΄, (τιμολογιακών υπολογισμών).

5. Τα υποσυστήματα του BREPOS

Το Πληροφοριακό και Διοικητικό σύστημα BREPOS αποτελείται σύστημα από σύνολο υποσυστημάτων που καλύπτουν διαδικασίες διαχείρισης των πλοίων σε ένα λιμάνι, προστασίας του περιβάλλοντος και των logistics των εμπορευματοκιβωτίων (containers).

Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των υποσυστημάτων που αφορούν περισσότερο τις διαδικασίες logistics, και κυρίως τη διαχείριση επικίνδυνων φορτίων.

5.1. Υποσύστημα Α

Γραφική υποστήριξη στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των επικίνδυνων αγαθών στο λιμάνι τόσο επάνω στα πλοία όσο και στους χώρους φόρτωσης/εκφόρτωσης.

Το σύστημα προτείνει να γίνεται ενημέρωση από τον πελάτη του λιμένα που μεταφέρει επικίνδυνα φορτία, προς τις αρχές του λιμένα σε ηλεκτρονική μορφή τουλάχιστον 24 ώρες πριν την άφιξη του πλοίου σε συγκεκριμένους χώρους πλεύρισης σε προβλήτες.

Κάθε ενημέρωση είναι ένα είδος μηνύματος που περιλαμβάνει λεπτομερή πληροφόρησε σχετικά με τα ακόλουθα:

- Την εταιρία, τον υπεύθυνο, ή τον φορέα που έχει δικαιοδοσία για την διάθεση επικίνδυνων φορτίων.
- Τον τύπο, την ποσότητα, και την συσκευασία των επικινδύνων αγαθών.
- Πληροφορίες για την μετέπειτα μεταφορά των (άλλο πλοίο, τρένο, φορτηγό) επικινδύνων φορτίων.
- Διαδικασίες που θα εφαρμοσθούν στην περίπτωση ατυχήματος ή ζημιάς (Crisis Management Solutions).

Οι πληροφορίες αυτές καταγράφονται αυτομάτως στο BREPOS μέσω του υπάρχοντος δικτύου επικοινωνίας του λιμένα. Η μετέπειτα επεξεργασία της πληροφορίας αυτής γίνεται από το BREPOS κατά τον ακόλουθο τρόπο.

- Κάθε νέα ενημέρωση εξετάζεται αυτομάτως απο τό BREPOS αναγνωρίζοντας τα πιο σημαντικά στοιχεία που σχετίζονται με την αληθοφάνειά τους (τεχνική ονομασία, στοιχεία κωδικοποίησης υλικών, ο βαθμός επικινδυνότητας κ.λπ).
- Εμπειρογνώμονας του λιμένα εξετάζει τα μηνύματα ενημέρωσης που αφορούν στην εισαγωγή ενός πλοίου στο λιμάνι. Όταν κρίνεται απαραίτητο διασταυρώνονται οι πληροφορίες με την Ομοσπονδιακή Βάση Δεδομένων σχετικά με τις επικίνδυνες ύλες, η οποία έχει ενσωματωθεί στο BREPOS, ως ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων.
- Οι ενημερώσεις και οι εγγραφές, των επικίνδυνων υλικών από την Ομοσπονδιακή Βάση Δεδομένων ή και από το BREPOS παρουσιάζονται στο σύστημα ή εκτυπώνονται βάση ειδικών κριτηρίων που θέτει ο χρήστης.
- Οι μεταφορές επικίνδυνων υλικών, παρουσιάζονται με περισσότερη ευκρίνεια, καθώς προβάλλονται στον χάρτη του λιμανιού οι πραγματικές θέσεις που έχουν τοποθετηθεί, ενώ παράλληλα οι θέσεις αυτές είναι χρωματισμένες με τα εννέα χρώματα που αντιστοιχούν στις εννέα τάξεις/κατηγορίες των επικίνδυνων υλικών.
- Το BREPOS είναι συνδεδεμένο με το πληροφορικό σύστημα διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων στην ξηρά, και κάθε κίνηση ενός εμπορευματοκιβωτίου, ενημερώνει άμεσα τον χάρτη του BREPOS που τα παρακολουθεί.
- Όλες οι θέσεις των επικίνδυνων υλικών μπορούν να επιλεχθούν (στην οθόνη) με την διαδικασία point & click του ποντικιού.
- Στην περίπτωση κινδύνου, η συγκεκριμένη περιοχή (των διακινδυνευμένων υλικών) μπορεί να επιλεχθεί με το ποντίκι του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή. Κατά αυτό τον τρόπο όλες οι τοποθεσίες που αφορούν επικίνδυνα υλικά και βρίσκονται πλησίον της περιοχής κινδύνου, παρουσιάζονται και καταγράφονται στην οθόνη.

5.2. Υποσύστημα Β

Υπολογισμοί των χρεώσεων του λιμένα προς τα μεταφορικά πλοία, πλοία παροχής υπηρεσιών στον λιμένα, πλοία φορτηγίδες (μαούνες) και συστήματα (οχήματα, γερανογέφυρες, μηχανισμοί) παροχής υπηρεσιών στον λιμένα.

- Καταγραφή των περιόδων αγκυροβολήσεις των πλοίων (η πληροφορία αυτή μεταφέρεται αυτομάτως από το τμήμα «Ελέγχου Διακίνησης»)
- Δασμολόγιο
- Τιμολόγηση
- Λογιστικές κινήσεις
- Παρακολούθηση των αποδεδειγμένων πληρωμών

6. Τεχνολογίες ανάπτυξης

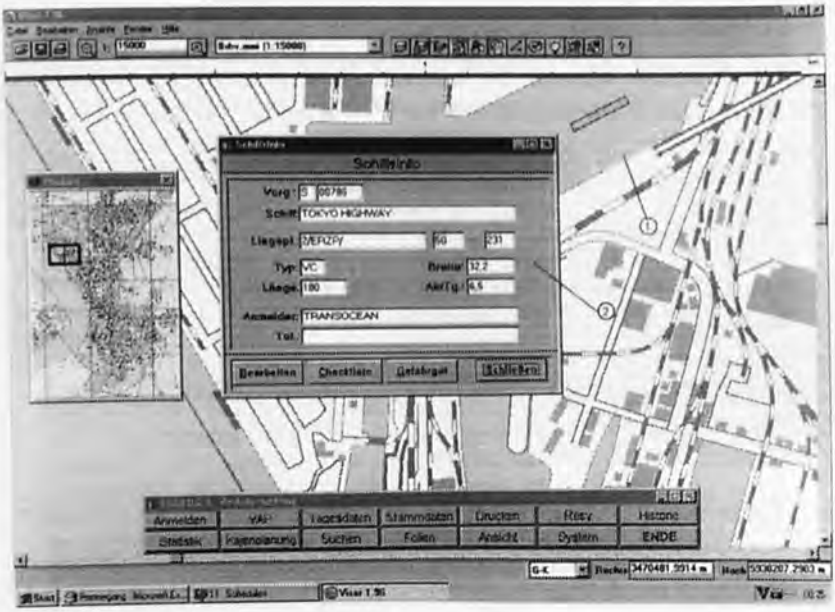
Το BREPOS αρχικά αναπτύχθηκε από εμπειρία των στελεχών του Οργανισμού Λιμένος της Βρέμης, με στόχο την δημιουργία ενός εύχρηστου συστήματος που θα αξιοποιεί το παραθυρικό περιβάλλον, την τεχνολογία «Client-Server» που προϋποθέτει για τη λειτουργία του απλούς προσωπικούς υπολογιστές (ως εξοπλισμό), και τέλος τη δυνατότητα χρησιμοποιήσεως μέσα από το σύνολο άλλων εφαρμογών που υποστηρίζονται από το περιβάλλον των εκδόσεων «Windows» (εφαρμογές MS-Office, κ.λπ).

Η γενικότερη δομή του συστήματος υποστηρίζεται από εφαρμογές M/S SQKm Visual Basic, και γραφικές συναρτήσεις. Ως βάση δεδομένων το σύστημα είναι ανοιχτό, και λειτουργεί εξίσου καλά με όλες τις γνωστές εμπορικές βάσεις δεδομένων (RDBMS).

Το BREPOS έχει υιοθετήσει πιστά την τεχνολογία των παραθύρων. Ο χρήστης του BREPOS έρχεται σε επαφή με ένα απόλυτα παραθυρικό περιβάλλον (windows).

Η χρήση του BREPOS είναι ιδιαίτερα απλή καθώς βασίζεται επίσης στην τεχνολογία των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων (GIS-Geographic Information Systems).

Το σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζει μια γραφική απεικόνιση από την είσοδο ενός πλοίου στο λιμάνι, την καταχώρισή του στο σύστημα και την δυνατότητα επεξεργασίας κάθε αντικειμένου που βρίσκεται επάνω στο λιμάνι ή στην θάλασσα.



Όταν ένα πλοίο σημειωθεί και καταγραφεί κατά την είσοδό του στο λιμάνι με αβέβαιες πληροφορίες, απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα και με λευκό περίγραμμα (1), ενώ όταν οι πληροφορίες αυτές διασταυρωθούν το πλοίο αποκτά πράσινο χρώμα. Αποβάθρα, γέφυρες, υδροφράχτες, εμπορευματοκιβώτια, πλοία και πολλά άλλα φαίνονται στην καρτέλα. Με διπλό πάτημα του ποντικιού σε ένα τέτοιο αντικείμενο εμφανίζεται αρχικά μία αντίστοιχη μικρή πληροφορία –στην περίπτωση της οθόνης που παρουσιάζεται στο παράδειγμα αυτό, εμφανίζεται μία πληροφορία για το πλοίο (2)– η οποία γίνεται και η αφετηρία για περαιτέρω πληροφόρηση σχετικά με το πλοίο αυτό.

7. Πλεονεκτήματα

Το BREPOS επικεντρώνεται στην τήρηση πληροφοριών από τις απαιτήσεις που επιβάλουν οι αρχές, οι νόμοι, οι δημόσιοι οργανισμοί και οι μεταφορικές εταιρίες που εμπλέκονται στις λειτουργίες ενός λιμένα. Η διάσταση αυτή έχει βοηθήσει το BREPOS να αναπτύξει σύνολο πλεονεκτημάτων διαχείρισης και

χρησιμοποίησης των πληροφοριών. Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση ορισμένων χαρακτηριστικών που αφορούν τις διαδικασίες διαχείρισης και logistics στο λιμάνι της Βέμης και που αφορούν γενικά κάθε λιμάνι:

Συντομότερη και απλούστερη πρόσβαση σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων

Στον κόσμο της παγκοσμιοποιημένης ροής των αγαθών, η καλά οργανωμένη ροή της πληροφορίας είναι αναγκαία για την βέλτιστη διαχείριση των παραγωγικών και μεταφορικών διαδικασιών. Το BREPOS χρησιμοποιεί ένα πληροφορικό σύστημα το οποίο καλύπτει τον τομέα του ελέγχου διακίνησης, είναι ταχύτατο, εύκολο στην χρήση του, και με ιδιαίτερη απλότητα στην διασύνδεσή του με σύνολο βάσεων δεδομένων που σχετίζονται με το αντικείμενό του.

Η προώθηση της επικοινωνίας στο πλαίσιο ενός παγκόσμιου δικτύου

Συνεργασία με εθνικούς και διεθνείς συνεργάτες στα πλαίσια ενός δικτύου το οποίο δεν παρέχει μόνο μια αποτελεσματικότερη και χωρίς προβλήματα λειτουργία των logistics, αλλά παράλληλα προεκτείνει την ανταλλαγή πληροφοριών και επικοινωνίας μεταξύ εθνικών και διεθνών ορίων. Είναι βασική αρχή του BREPOS και όλων των συμμετεχόντων σε αυτό είναι να αντιμετωπίζουν καθημερινά αυτή την παγκόσμια πρόκληση στον τομέα των τεχνολογιών και της επικοινωνίας με έμφαση στην αποτελεσματικότητα.

Χαμηλά επίπεδα κόστους και επενδύσεων

Η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών δεν απαιτεί υποχρεωτικά τη δαπάνη υψηλών κονδυλίων για την απόκτηση και τη δημιουργία της υποδομής. Το BREPOS δεν χαρακτηρίζεται ως ένα σύστημα που προϋποθέτει ιδιαίτερες δαπάνες στο να αναπτυχθεί και να λειτουργήσει, ούτε περιορίζει την εφαρμογή του μόνο σε μεγάλης κλίμακας λιμάνια. Στόχος του BREPOS είναι να παρέχει τη δυνατότητα λειτουργίας του και σε μη τεχνολο-

γικά αναπτυγμένες χώρες οι οποίες δεν παρέχουν την καλύτερη ή τη βασική υποδομή επικοινωνιών, δίδοντας και σε αυτές τη δυνατότητα να συμμετέχουν στις παγκόσμιες διαδικασίες μεταφορών και logistics.

Εύχρηστη Τεχνολογία

Επιπρόσθετα με το υψηλής απόδοσης σύστημα επικοινωνίας μεταξύ του BREPOS και του χρήστη, το σύστημα παρέχει ένα εύχρηστο περιβάλλον και διαδικασίες λειτουργίας του. Κατά αυτό τον τρόπο το BREPOS συμμετάσχει στη μείωση της αντίδρασης κατά των νέων τεχνολογιών, και στην εφαρμογή του διοικητικού και πληροφορικού αυτού συστήματος χωρίς μακρόχρονες προσαρμογές στη λειτουργία του.

8. Επεκτασιμότητα του BREPOS

Το BREPOS αρχικά αναπτύχθηκε εσωτερικά από τον Οργανισμό Λιμένος της Βρέμης με στόχο να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά από τον ίδιο τον οργανισμό. Οι δυνατότητες που παρέχει το σύστημα πολύ γρήγορα αναγνωρίστηκαν και το BREPOS συνέχισε να εξελίσσεται συνεχώς προσθέτοντας όλο και περισσότερες δυνατότητες.

Η επιτυχία του BREPOS διαδόθηκε πολύ σύντομα και σήμερα ένα μεγάλο σύνολο κρατικών υπηρεσιών, υπουργείων, και φορέων του δημοσίου έχουν ενσωματωθεί σε αυτό.

Σήμερα το BREPOS έχει την δυνατότητα να προσαρμοστεί και να λειτουργήσει με επιτυχία σε οποιοδήποτε λιμάνι του κόσμου, ανεξαρτήτως μεγέθους, διαδικασιών και όγκου διακίνησης.

Στόχος του BREPOS είναι η δημιουργία ενός νέου τεχνολογικού μοντέλου logistics, το οποίο θα υποστηρίζεται από κάθε εταιρία παροχής υπηρεσιών logistics. Ήδη σήμερα στη Βρέμη οι μεγαλύτερες εταιρίες logistics έχουν ενταχθεί στο σύστημα.

Επίσης στόχος του BREPOS είναι η διεθνής καταξίωσή του. Το σύστημα υποστηρίζεται από ένα σύνολο παγκοσμίου φήμης Γερμανικών και Ευρωπαϊκών Ακαδημαϊκών και Ερευνητικών Ιδρυμάτων για την καινοτομική διάσταση που έδωσε στους τομείς των logistics, και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Οι υποστηρικτές του BREPOS δημιουργούν ένα διεθνές δίκτυο, μέσα από το οποίο ανταλλάσσεται τεχνογνωσία, βέλτιστες πρακτικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις στα θέματα της Ηλεκτρονικής Διαχείρισης Λιμένων, Ναυτιλιακών Logistics, και Προστασίας του Περιβάλλοντος.

Οι στόχοι του BREPOS γίνονται πραγματικότητα και αυτό αποδεικνύεται από το ενδιαφέρον που έχουν δείξει μικρότερα λιμάνια διεθνώς που αναζητούν την τεχνολογία του BREPOS. Οι κυριότεροι λόγοι αυτού του ενδιαφέροντος είναι η προσαρμοστικότητα του συστήματος σε κάθε λιμάνι, ο προσιτός προϋπολογισμός του και οι δυνατότητες που παρέχει στα μικρά λιμάνια να συμμετάσχουν σε ένα παγκόσμιο δίκτυο επικοινωνίας ανταλλαγής πληροφοριών και τεχνογνωσίας.

9. Διαδικασία υλοποίησης του BREPOS

Το BREPOS έχει αναπτυχθεί από κοινού μεταξύ του Ινστιτούτου GAUSS (των Πανεπιστημίων της Βρέμης και του Bremerhaven), και της Διεύθυνσης Πληροφορικής του Οργανισμού Λιμένος Βρέμης.

Το Ινστιτούτο καθώς και ο οργανισμός είναι Νομικά Πρόσωπα μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Η διάδοση του BREPOS γίνεται κυρίως από τα διευθυντικά στελέχη ύστερα από έρευνα αγοράς για τον εντοπισμό δυνητικών λιμένων που πληρούν τις προϋποθέσεις για την εφαρμογή και λειτουργία του συστήματος.

Το BREPOS δεν είναι εμπορικό προϊόν, και δεν υπάρχει συγκεκριμένη αντιπροσώπευσή του σε καμία χώρα του κόσμου.

Ο Οργανισμός Λιμένος Βρέμης, καθώς και το Ινστιτούτο δεν πωλούν το BREPOS, καθώς είναι αδύνατη η πώλησή του για αντικειμενικούς λόγους όπως η γεωγραφική και οργανωτική διάρθρωση ενός λιμένα.

Αυτό που παρέχεται από τους δύο οργανισμούς είναι κατά βάση η τεχνογνωσία για την δημιουργία αντίστοιχων BREPOS τα οποία θα έχουν φυσικά και διαφορετική ονομασία που να ταιριάζει στην ονομασία του λιμένα, όπως για παράδειγμα «PIRPOS» που θα αντιστοιχούσε στο «PIRaeus Port Operating

System», ή «BARPOS» που θα αντιστοιχούσε στο «Barcelona Port Operating System»

10. Συμπεράσματα

- Η ανάγκη για εφαρμογή συγχρόνων τεχνολογιών σε Ελληνικά Λιμάνια μπορεί να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητά τους στο χώρο της Ανατολικής Μεσογείου.
- Ειδικότερα, η τεχνογνωσία γύρω από το shipping logistics έχει πολλά περιθώρια ανάπτυξης και εφαρμογής, καθώς χαρακτηρίζεται ως παρθένος χώρος.
- Ο συνδυασμός διαφορετικών τεχνολογιών και η ολοκλήρωση αυτών υπό όρους αποτελεσματικότητας ευνοεί την εύρυθμη και κερδοφόρο λειτουργία μιας αλυσίδας συνεργαζόμενων επιχειρήσεων με πεδίο δραστηριοποίησης τη ναυτιλία και τα λιμάνια της.
- Μέσα από τα πληροφοριακά συστήματα Shipping Logistics υπάρχει το περιθώριο εξαγωγής τεχνογνωσίας και εμπορευματοποίησης ολοκληρωμένων λύσεων στη διεθνή αγορά. Η πρόκληση είναι υπαρκτή και εναπόκειται στη βούληση και στη διερεύνηση των προϋποθέσεων για να καταστεί επιτυχής και κερδοφόρος για τους εμπλεκόμενους.

Βιβλιογραφία

Μαρκόπουλος, Ε.: *Work report 1995-1996, Bremen Haven.*

Μαρκόπουλος, Ε.: Μεθοδολογίες Ανάπτυξης Λογισμικού, *Συνέδριο Quality Forum*, Αθήνα, 1999.

Παπασωτηρίου, Δ. και Σούγιαννη, Α.: Αδημοσίευτη Έρευνα λιμενικών μεταφορών και οχληρών φορτίων, Πειραιάς, 1998-2000 στα πλαίσια του Γνωστικού αντικειμένου Χρηματοοικονομική Λειτουργία του Μάρκετινγκ.

Σούγιαννης, Α.: Ειδικές Σημειώσεις Σεμιναρίου Logistics, Πειραιάς 1997, Κέντρο Ερευνών Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Pour une éthique de la Démocratie

François Monconduit

Université de Paris-II (Panthéon-Assas)

Résumé

La démocratie est le régime dans lequel chaque citoyen est capable tout à la fois de gouverner et d'être gouverné. Le principe d'une éthique démocratique s'inscrit dans la logique d'une société démocratique où chaque citoyen, comme souverain, est personnellement responsable de la vie de la cité et de la réalisation du bien commun.

«Il s'avère que la politique n'est pas condamnée à demeurer à jamais le monopole des professionnels de la technologie du pouvoir, et qu'un simple électricien, au coeur bien placé, qui respecte quelque chose au-dessus de lui et n'a pas peur, peut influencer l'histoire de sa Nation»[1].

«Il n'y a aucune raison, dans nos conditions de vie sur cette terre, pour que nous nous croyions obligés à faire le bien, à être délicats, même à être polis...»[2].

1. Introduction

En démocratie, la société s'interroge sur ce qu'elle veut être et devenir, et sur les moyens qui lui sont nécessaires pour vivre selon le choix qu'elle fait d'elle-même. Cette auto-institution fondatrice

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 671-688
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 671-688

procède de ce que Sophocle dit de l'homme comme celui qui «s'enseigne à lui-même» la parole, la pensée, l'institution de la société[3]. La démocratie est donc le régime dans lequel chaque citoyen, comme l'écrit Aristote[4], est capable tout à la fois de gouverner et d'être gouverné, selon sa propre détermination. Ainsi s'il est celui qui fait la loi –et qui donc peut la changer–, il est aussi celui qui doit s'y soumettre. Ce qui ne va pas de soi, si l'on pense au conflit qui oppose tout individu à la société du fait des pulsions qui l'habitent et de son narcissisme. L'institution d'une société démocratique ne va pas sans un individu démocratique: il y faut une éducation. À Athènes, c'est un apprentissage qui s'effectue à travers la rotation des fonctions, le tirage au sort, la délibération collective avant la prise de décision. Ainsi tout citoyen prend la mesure de ce qu'est l'intérêt commun, et trouve là l'occasion de développer les différentes capacités requises par son statut.

Dès l'instant où, sans en référer à une volonté extérieure, ce sont les hommes qui fondent eux-mêmes leur cité, se pose la question de leur inspiration. Au nom de quoi cette fondation, cette éducation? La question est posée à tous, et la réponse dépend de tous: personne, en démocratie, n'assure la maîtrise du sens, ni dans l'espace collectif, où le pouvoir, séparé du savoir, n'est pas détenteur de la vérité. Ni dans l'espace individuel où chacun, un parmi les autres, et inséparable de tous, ne saurait définir le sens à lui tout seul. Comment alors se donner des principes communs de sorte que tous y participent et s'y reconnaissent, et qui simultanément garantissent l'identité de la collectivité et sa survie? Car il ne peut exister de société «totalement agnostique[5]» qui ne s'enracine pas dans des valeurs partagées. La contrainte exercée par le droit comme par toute institution n'a jamais suffi à faire exister les hommes en société. A plus forte raison en démocratie qui, se fondant sur leur autonomie, fait appel à leur adhésion volontaire. S'ils y consentent, c'est parce que, librement, ils croient en quelque chose d'essentiel qu'ils ont en commun. Ainsi y a-t-il: «primauté éthique du vivre ensemble sur les contraintes liées aux systèmes juridiques et à l'organisation politique»[6].

La conception que nous nous faisons d'un espace public neutre dans lequel, au nom du respect du pluralisme, idées et valeurs sont équivalentes, nous permet-elle de définir cet essentiel? Pouvons-nous

nous contenter d'une société qui pourrait se penser elle-même sans faire le choix d'une pensée? Car si la démocratie est l'expression d'une volonté humaine qui entend façonner son histoire selon des valeurs et des buts qu'elle se donne à elle-même, comme affirmation d'une liberté face à la nécessité du monde -, comment cela peut-il se faire sans le choix de principes substantiels? Claude Lefort, concevant que la démocratie vit «dans la dissolution des repères de la certitude», la voyait exposée à la menace du totalitarisme[7]. N'est-ce pas sa survie symbolique qui est aujourd'hui en cause? La gestion de l'incertitude ne requiert-elle pas en amont des conditions de certitudes? Et comment faire tenir ensemble ce qui ne va pas ensemble –ainsi que Platon définit l'art de gouverner– sans principes fédérateurs indiscutables?

Sans, bien évidemment, remettre en question la distinction du temporel et du spirituel, n'y a-t-il pas à repenser leur articulation, de sorte que l'un ne soit pas livré à lui-même –laissé au règne de l'utile et des puissants–, tandis que l'autre serait bon pour l'utopie. N'y a-t-il pas autre chose à faire que d'être confronté à l'alternative du cynisme ou de l'angélisme? La rapport qui nous lie à autrui –qu'il s'inscrive dans la sphère privée, dans le monde du travail, ou dans l'espace public–, n'est pas séparable d'une pratique de ce que Kierkegaard nomme l'éthique, comme expression privilégiée du spirituel. Car l'éthique est à la fois ce qu'il y a de plus abstrait, comme ouverture sur l'absolu, et de plus concret, parce que représentée et expérimentée dans la conscience de chacun, dans sa volonté, et dans la relation qu'à chaque instant il noue avec l'autre[8]. Par sa référence à l'absolu, l'éthique nous arrache aux limites de la contingence. Au cœur même des déchirements et des affrontements qui opposent les hommes, elle les ouvre à une humanité partagée.

> *«Car pratiquer l'éthique, c'est respirer l'éternel et, au cœur de la solitude, c'est lier communauté avec tout homme»*[9].

Mais aussi, étant concrète, l'éthique renvoie à sa mise en pratique et la requiert. Faute de réalisation, elle n'est plus éthique, mais discours mystificateur.

La question d'une éthique pour la démocratie est, de toute évidence, à plusieurs dimensions, et il importe de préciser la perspective, ici restreinte, d'un propos assurément exploratoire. Celui-ci

se fonde sur l'idée qu'il existe «une part secrète de la vie sociale, c'est-à-dire des processus qui commandent l'adhésion des hommes à un régime –davantage, déterminent leur manière d'être en société[10]– et assurent à ce régime, ce mode de société, une permanence dans le temps, indépendamment des événements qui les affectent[11]».

C'est donc à l'échelle du citoyen souverain que le problème est abordé, à partir de la responsabilité personnelle qui lui incombe dans la fondation et la re-fondation d'une société démocratique. Au nom de la conviction que «l'espoir du monde réside dans la sphère de la conscience humaine[12]». Responsabilité notamment engagée dans la relation la plus quotidienne qu'il choisit de vivre avec tout autre –dimension initiale qui détermine l'être et le devenir de la société. L'accent portera essentiellement sur la question du pourquoi, moins sur celle du comment. Deux arguments sont invoqués, qui concernent le contexte culturel, et la démocratie elle-même, à partir de l'expérience que nous en avons.

2. Le contexte culturel

La culture, écrit Paul Ricœur[13], c'est ce qui tient l'homme debout, ouvert sur ce qui n'est pas encore. À bien des égards, celle qui nous environne apparaît plutôt comme ce qui ampute l'homme et le rive aux limites du présent, du fait de plusieurs composantes.

2.1. Contradiction des principes et crise de l'appartenance

Le contexte est celui d'une crise du rapport que l'individu entretient avec la société, qui fragilise le sentiment d'appartenance, et facilite la multiplication des formes de violence anti-sociale[14]. La crise procède en particulier de ce que la société fonctionne selon deux significations centrales qui sont entre elles contradictoires. Est d'abord à l'œuvre l'idée d'une maîtrise prétendument rationnelle de l'homme sur le monde, conçue sans limites, et devant garantir l'accès au bonheur. Tous les moyens sont bons dès l'instant où ils contribuent à cette maîtrise, qu'il s'agisse de l'exploitation aveugle des richesses naturelles, ou de la compétition générale entre hommes, groupes, états. En

toute hypothèse, la référence au bonheur, apparemment pertinente, se révèle, du fait de son indétermination, inutilisable.

> «*La notion de bonheur humain n'est pas une notion simple, unitaire, et ne peut nous fournir aucun critère pour les choix essentiels*»[15].

Le résultat de cette logique et des actions qui s'en inspirent va directement à l'encontre d'une seconde signification, celle d'autonomie, qui vaut pour tout individu comme pour la société. Ce principe, en tant qu'il procède du projet d'émancipation ouvert par la philosophie des lumières, et se trouve au cœur de l'intention démocratique, doit non seulement être garanti comme tel au profit de tous, mais ouvrir sur une dynamique qui en permette le développement. Or le procès de compétition qui est à l'œuvre laisse les hommes très inégaux dans l'accès à cette autonomie et dans son exercice. Par nature même ce procès valorise ceux des individus qui en sont le plus capables, sans qu'il soit dans sa logique de corriger les différences d'aptitudes inhérentes à la constitution des personnes ou résultant de leur environnement social.

Par ailleurs les mots d'ordre véhiculés par la volonté de maîtrise et l'utilitarisme dominant –tels niveaux de vie, bien être, confort, consommation–, tout en désignant des objectifs essentiels pour ceux qui en sont privés, enferment les consciences dans une représentation purement matérialiste de l'expérience que chacun fait de lui-même et de sa vie. Celle-ci n'est pas faite pour stimuler une volonté d'autonomie avec tout ce qu'elle comporte d'accomplissement humain, dans le sens du développement des capacités propres à chacun. Dans le sens aussi d'une plénitude intuitivement pressentie: la poursuite d'un équilibre entre l'utile et le gratuit, la possession et le don, le corps et l'esprit, la puissance de la création et la contemplation de la beauté, le recueillement sur soi et le mouvement vers autrui. C'est bien là en effet une autre forme d'enfermement que ce modèle de représentation génère, en ce qu'il n'est pas fait pour engager fortement chacun dans l'aventure collective de l' engendrement d'une histoire commune. Manquent les symboles signifiant à chacun son rôle dans l'édification quotidienne de la cité. Non seulement parce que notre histoire politique a laissé à l'État le monopole de cette

construction. Mais parce que la liberté des Modernes a été ordonnée, comme l'écrivait Benjamin Constant, aux jouissances privées et a ainsi, contrairement à Athènes, dépossédé les hommes ordinaires d'une essentielle responsabilité historique. Comment s'étonner alors qu'ils ressentent la société comme une réalité qui leur est extérieure, et qui, trop souvent, les contraint?

2.2. Vide de la signification

Nous vivons dans une société dont la seule valeur est «l'argent, la notoriété médiatique, ou le pouvoir, au sens le plus vulgaire et le plus dérisoire du terme»[16].

Comment peut-elle continuer d'exister si on laisse cette logique se développer, le juge donnant raison au plus offrant ou le médecin ne soignant que le mieux payant...? Faute de toute conscience morale, il ne reste que la crainte du juge. Que reste-t-il de la liberté démocratique, telle que Périclès ou Tocqueville ont pu la concevoir?

Ce vide de la signification induit plusieurs conséquences.

Tout d'abord une destruction et une confusion des identités. Le fonctionnaire weberien ou l'ouvrier fier de son travail ne sont plus, dans un pareil environnement, valorisés comme tels. L'entrepreneur selon Schumpeter –inventeur technique, attirant les capitaux, investissant les marchés– est remplacé par des spéculateurs financiers et des bureaucraties managériales. Les pertes d'identité résultent d'une «usure sans précédent des significations imaginaires sociales... Personne ne sait plus aujourd'hui ce que c'est que d'être citoyen; mais personne ne sait même ce que c'est que d'être un homme ou une femme. Les rôles sexuels sont dissous, on ne sait plus en quoi cela consiste»[17].

Dans ce désert axiologique et cette confusion, l'humanité de l'homme est réduite à son expression la plus rudimentaire: le modèle de référence, c'est celui qui, le plus possible, s'enrichit et jouit.

Un autre effet de ce vide est le règne d'un conformisme généralisé, qui est à l'opposé de l'individualisme habituellement évoqué. Celui-ci désigne une conscience de soi spécifique, de ses intérêts propres, et une pratique en cohérence. Ce qui prévaut plutôt, c'est la course à la ressemblance, l'obsession d'être comme tout le monde, ou de posséder ce que tout autre a déjà. Règnent dans les esprits les représentations inspirées des modèles médiatiques, décomposées et

recomposées au gré des caprices de l'air du temps. Tant de choses concourent à dissuader de penser et vivre par soi-même. Situation d'autant plus paradoxale que la rapidité des changements, et l'éclatement des structures locales du fait de l'universalisation des échanges, multipliant les différences et ouvrant sur d'autres alternatives, devraient stimuler le goût de l'indépendance.

Ce conformisme manipule d'autant plus les consciences que celles-ci manquent de structure de sens. La part de nihilisme –tel que Nietzsche l'entend– qui imprègne notre climat contribue à disqualifier le principe de valeurs supérieures et barre l'accès à des finalités intelligibles. Si aucun principe n'est préférable à un autre, et si tous les choix sont équivalents, il n'y a plus de raison d'enraciner sa vie dans des convictions, et chacun est fondé à choisir le cynisme, à poursuivre le seul intérêt immédiat, et, au nom du paraître, à cultiver la vanité.

Une société humaine peut-elle continuer de fonctionner sur de telles bases? Pour échapper à cette indifférenciation, d'où procèdent tant de dérives, ne pourrait-on reconsidérer l'importance des deux idées «simples»? Il est d'abord un précepte dont le respect conditionne toute vie humaine civilisée: tu ne tueras point. Or celui-ci n'a de sens et d'efficacité que s'il renvoie à une conception de l'homme comme personne sacrée, indépendante de toute variation de l'environnement. Représentation qui requiert des choix dans le sens du respect et de l'accomplissement de chacun. D'où un second principe - phare discriminant: que tout homme a besoin de faire l'expérience de sa dignité, et se grandir à ses propres yeux. C'est aussi une manière de définir l'humanité de l'homme, qui par ailleurs fait problème.

2.3. Vide d'humanité

La prédominance du modèle matérialiste production - consommation - argent donne naissance à un nouveau type anthropologique d'homme non souverain. Soumis au conformisme généralisé, son désir n'est qu'une imitation de l'autre, sans qu'il recherche quel est le sien propre. Sans cesse sollicité du dehors, il est un homme continuellement distrait, prisonnier de l'instant, sans la conscience d'une création à accomplir dans la durée, et qui est d'abord lui-même. C'est, au sens même de Pascal, la perte de soi dans le divertissement, l'oubli de sa condition, la fuite devant sa mortalité.

Réduit à l'état de pantin, dont les gestes et les pensées sont tracés du dehors, ne se donnant comme sens que celui qui a cours, cet homme a perdu son autonomie.

Il y a dénaturation d'humanité, parce que perte du sens de la liberté: perversion ancienne, déjà dénoncée par Rousseau quand, férocement, il constate que l'esprit marchand fait perdre aux hommes le sens de leur grandeur.

> *«Vous surtout, Genevois, gardez votre place, et n'allez point aux objets élevés qu'on vous présente pour vous cacher l'abîme qu'on creuse au-devant de vous. Vous n'êtes ni Romains, ni Spartiates; vous n'êtes pas même Athéniens... Vous êtes des marchands, des artisans, des bourgeois, toujours occupés de leurs intérêts privés, de leur travail, de leur trafic, de leur gain; des gens pour qui la liberté même n'est qu'un moyen d'acquérir sans obstacle et de posséder en sûreté»*[18].

Sans doute cet état d'aliénation psychique n'est pas celui de ceux que le hasard de la vie a pourvu de capacités spirituelles telles qu'ils puissent résister à l'air du temps, et en convaincre d'autres. Mais pour le plus grand nombre, c'est le propre du conditionnement que de cacher et de rendre indolores les effets qu'il produit. Comment alors trouver accès à une nouvelle structure de représentations qui change le regard et l'état de la conscience? Peut-être le processus est-il commencé – avec l'expérience d'une inhumanité croissante, d'une violence multiforme de plus en plus dénoncée dans différents mondes sociaux, et notamment dans celui du travail et des villes. Cette dénonciation est l'expression de ce que Hegel appelle le passage par la négativité, c'est-à-dire le refus d'une réalité dans laquelle l'homme fait l'expérience d'un manque. Protestation qui lui fait éprouver qu'une vie humaine, ce ne peut être cela, que quelque chose d'essentiel fait défaut. Expérience négative, en creux, qui ouvre sur l'attente d'une autre dimension[19].

3. La contruction démocratique inséparable d'une éthique

La définition proposée de la démocratie est celle d'une auto-fondation de la société dans laquelle chaque citoyen, au nom de sa souveraineté, est impliqué. Mais cette implication n'est pas seulement procédurale:

participation aux élections, exercice des différentes libertés. Elle relève aussi d'une intention qui s'inspire d'un sens, animée d'une volonté qui poursuit un but. Ce qui fait la spécificité de la nature humaine de la cité, dit Aristote, c'est son *télos*, sa finalité telle que les hommes, en conscience, la choisissent et s'y reconnaissent. Il en donne la définition la plus générale: le bien[20]. Or la société libérale qui est la nôtre s'est construite de telle façon qu'elle est confrontée à ce paradoxe: il lui manque une définition du bien commun[21].

La notion d'éthique, sans apporter toute la réponse, permet d'en éclairer la recherche. Elle formule très précisément la question du bien, sans que celui-ci –contrairement à la morale– fasse l'objet d'un code. Le bien est posé comme absolu qu'il appartient à chaque individu de choisir, de décliner et d'accomplir dans chaque situation particulière. Autrement dit le principe d'une éthique s'inscrit très exactement dans la logique d'une société démocratique où chaque citoyen, comme souverain, est personnellement responsable de la vie de la cité, et de la réalisation du bien.

3.1. La référence à un absolu

Cet absolu est ici laissé indéterminé: le bien est-il l'accomplissement de tout homme dans son humanité, la justice, la paix...? – Je dirais d'abord qu'il est l'ouverture sur un insondable. Celui-ci exclut toute certitude et tout dogmatisme, toute possibilité d'usurpation par un quelconque pouvoir. L'absolu est ouverture à une transcendance qui échappe à la maîtrise des hommes, qui tout à la fois les appelle à une infinitude et les rappelle à leur finitude, qu'aucune connaissance ne peut s'approprier, dont aucune action ne saurait épuiser la substance. Ainsi l'absolu en appelle-t-il à l'interrogation, l'exploration, la discussion. Comme principe qui sollicite chacun dans son imagination et sa liberté. Qui aussi s'adresse aux consciences dans leur diversité, leurs affrontements, leurs complémentarités. Qui donc est en cohérence avec une logique d'auto-questionnement propre à la démocratie, qui toujours s'interroge sur elle-même, sur ce qu'est la bonne loi, la bonne justice... La notion de fraternité –explicitement fondatrice de notre République– relève d'un tel absolu, en tant qu'elle procède d'une foi en l'homme, et non d'une approche «réaliste», qui pèserait mérites et démérites, et se déterminerait selon des critères d'utilité.

Elle en relève aussi en ce qu'elle ouvre sur une dette sans limite: car comment circonscrire ce qui est dû envers autrui si celui-ci est mon frère, c'est-à-dire le plus proche, un autre moi-même, celui pour lequel je dois éprouver la compassion la plus grande? Utopie, dira-t-on. Mais le mot a bien été écrit, et demeure exposé à chaque regard.

De cet absolu, et seulement de lui, on peut déduire les fondamentaux sans lesquels une société perd le sens d'elle-même, et se trouve livrée à la logique aveugle d'une histoire régie par les seuls rapports de force. Fondamentaux qui vont donner à l'ensemble du dispositif juridique et institutionnel un socle de cohérence. Bizarrement les droits de l'homme, référence obligée de toute pratique démocratique, ne renvoient pas à une définition substantielle de l'être humain sur laquelle tout le monde s'accorde[22]. Fondamentaux qui donneront une assise à une opinion, *doxa*, dont la fragilité structurelle vient de ce qu'il n'y a pas en politique, comme le dit Protagoras, d'épistème, de savoir certain. Comme il n'y a pas de *technè*, qui serait l'affaire de seuls spécialistes. Cette fragilité expose l'opinion à être manipulée par les puissants, ou déterminée par des facteurs extérieurs qui, tels la mode ou la peur, dépossède le citoyen d'une réelle liberté de jugement.

Enfin ces fondamentaux devraient aider à désigner l'inacceptable. La garantie qu'apporte l'absolu, c'est la distance d'avec l'ordre existant, distance ouverte sur une rupture toujours possible. Ici les valeurs de référence ne procèdent pas de la réalité contingente et ne servent pas à la justifier. Mais surplombant cette réalité, elles sont là pour la questionner et l'éprouver. L'absolu ne peut être instance de légitimation, mais de dénonciation. Encore faut-il que celle-ci ne s'en tienne pas au seul discours, qui sera d'autant plus tenté de s'auto-satisfaire qu'il invoquera l'absolu.

3.2. L'inséparabilité de l'intériorité et de l'extériorité

C'est ici qu'on touche à l'autre dimension constitutive d'une éthique, en ce que, inséparable d'une expérience à travers laquelle elle s'élabore tout en travaillant du dedans celui qui s'en inspire, elle renvoie à une pratique existentielle. Ainsi exclut-elle la schizophrénie de la belle âme. De même oblige-t-elle à ne pas s'en tenir au formalisme. Le citoyen à Athènes dispose de drois qui constituent une nouveauté radicale dans l'histoire: liberté de pensée, d'interrogation

sans limites, droit égal de parler en toute franchise *(iségoria)*. La question est de savoir ce qu'il va faire de ses droits. Car ceux-ci ne sont rien sans le courage de l'affirmation, la loyauté, la responsabilité, la pudeur. Ils ne sont rien sans la vertu, qui renvoie à une représentation par chacun de sa citoyenneté et de son humanité.

On retrouve là la question d'une nouvelle articulation à concevoir entre le spirituel et le temporel, en en définissant les termes de telle sorte que soit préservée, et même sollicitée, la liberté inhérente à la conscience de chacun.

La notion d'éthique, telle qu'elle est définie par Kierkegaard, place cette liberté au centre et s'inscrit très exactement à ce point de jonction. Elle consiste «à affirmer l'identité de l'intérieur et de l'extérieur, la nécessité de la révélation de soi et de la réalisation du général, la condamnation de l'esthétisme du romantisme et de l'impératif catégorique abstrait, leur remplacement par le devoir concret»[23].

Pour éclairer notre problème, cette éthique doit, me semble-t-il, être pensée selon une logique du paradoxe, chère précisément au philosophe danois, et qui ici revêt deux modalités.

Premier paradoxe: la liberté de l'homme consiste en un «devoir concret» envers ce qui est général, c'est-à-dire envers tout autre homme. Ce paradoxe s'explique si l'on considère les conditions concrètes de réalisation de la liberté. Ma liberté n'est rien, dit Hegel (sollicité ici auprès de son adversaire, ce qui est encore du paradoxe), si elle ne fait pas l'objet de la reconnaissance de l'autre. Et celui-ci n'y consentira que si, au même moment, je reconnais la sienne. Il y a donc une réciprocité nécessaire qui, dès l'origine, ouvre l'expérience que j'ai de moi-même sur un autre soi-même. Kierkegaard développe cette réciprocité à l'échelle de l'expérience entière que chacun fait de soi.

> *«Car le moi envisagé dans sa finalité n'est pas un moi abstrait convenable partout et donc nulle part; il est un moi concret en vivante interaction avec tel entourage précis, telles circonstances, tel ordre de choses. Le moi que l'individu a pour fin de sa tâche n'est pas seulement personnel, mais encore social et civil»*[24].

Donc un moi engagé dans une réalité commune, exposé à l'empreinte des autres, et qui simultanément les marque de la sienne. Qui donc ne peut échapper à une responsabilité envers eux.

Second paradoxe: la coexistence nécessaire de principes contradictoires, l'absolu et le relatif, l'infini et le fini. Il n'y a pas de médiation possible, car il importe tout à la fois de préserver l'ouverture sur l'absolu, et de définir une action qui s'inscrira dans des circonstances particulières lui faisant obstacle. Exister, pour Kierkegaard, consiste à vivre dans la contradiction, selon la liberté. Liberté pour choisir l'absolu, s'y tenir, et inventer «la réalisation du général» dans une réalité contingente toujours nouvelle. Liberté dont une des formes privilégiées sera, selon lui, la passion – ou, selon Madame de Staël, l'enthousiasme, qu'elle désigne comme la passion de l'infini[25]. Parce qu'elle est mobilisation d'une énergie qui se veut sans limites. Parce qu'elle est choix volontaire, et d'autant plus volontaire que la création est risquée. D'autant plus libre qu'il y a incertitude.

Dans le monde du travail, la contradiction de l'économique et de l'humain illustre la problématique d'une nouvelle conjonction nécessaire du temporel et du spirituel, si l'on veut bien considérer que celle-ci se joue à travers tous les espaces de la vie collective. Sinon, si l'on persiste à tenir séparées les deux dimensions, le temporel-économique continuera d'être livré à ses déterminations naturelles, à ce que Lévinas nomme les «possibilités menaçantes»[26]. Et les discours «humanistes» se poursuivront sans porter à conséquence, sinon à accroître l'amertume de ceux qui devraient en bénéficier. Fondamentalement, deux contraires s'affrontent: l'économique, soumis aux contraintes de la nécessité (répondre aux besoins du marché, anticiper sur la concurrence, enrichir les actionnaires...); l'humain, qui renvoie aux exigences de l'absolu – traiter l'homme comme une fin, et non pas comme un moyen... Cette opposition, si elle est assumée, génère une dialectique dans laquelle chaque principe, tout en s'opposant à l'autre, le requiert. L'économique, pour échapper à ses impasses et à ses potentialités destructrices – car à force d'instrumentaliser les hommes, on étouffe leurs capacités créatrices; à force de rechercher dans le court terme une rentabilité financière immédiate, on ne prépare pas l'avenir. L'humain, pour n'être pas réduit au discours des belles âmes ou des idéologues, qui doit se concrétiser à l'intérieur d'une réalité économique contraignante, condition même de la survie.

Cependant cette concrétisation de l'humain ne doit pas être

déperdition d'humanité. C'est pourquoi l'ouverture à l'absolu reste nécessaire, comme instance de veille, comme gisement d'idées, de force, pour ne pas trahir, échapper aux impasses, ouvrir les possibles.

Reste l'essentiel, et le plus difficile: donner un contenu à une éthique de la démocratie qui fasse l'objet de l'adhésion du plus grand nombre et renvoie à l'initiative de chacun, conscient de sa contribution nécessaire à un devenir commun. L'hypothèse de départ consisterait à concevoir la démocratie comme reposant sur deux principes: celui d'un monde de sens dans lequel tout homme est appelé à une plénitude d'humanité; celui d'un sens ouvert, c'est-à-dire d'un monde où l'humanité s'invente. Il ne s'agit donc pas de concevoir la perfection d'une société ou l'idéal d'un citoyen, mais l'esprit d'un agir humain par rapport à son but. Quel que soit l'objet de cet agir –éducation; exercice du pouvoir dans l'état, une ville, un atelier d'usine; sécurité routière– c'est toujours le même enjeu qui est en cause, et qui va donner sa cohérence au devenir de la société par rapport au but qu'elle s'est choisie.

Pour situer cet esprit, il y a à évoquer d'abord un des rares gouvernants qui aujourd'hui n'a cessé –avec toutes les difficultés que cela comporte– de rappeler l'urgence de la question éthique en politique, Vàclav Havel:

> *«L'ennemi le plus dangereux du bien n'est plus chez nous la menace sombre du totalitarisme ou des mafias intrigantes mais nos propres défauts. En tant que président, j'inscris donc dans mon programme politique la responsabilité morale, l'humanisme et l'humilité. Je suis persuadé qu'il existe quelque chose qui nous est supérieur, qui fait que nos actes ne se perdent pas dans un trou noir du temps, mais s' inscrivent et sont jugés quelque part au-dessus de nous et que nous n'avons pas le droit ni la raison de croire que nous comprenons tout et que, par conséquent, nous pouvons tout nous permettre»*[27].

L'idée d'une plénitude d'humanité ne peut être conçue que dans la confrontation d'expériences, de représentations, d'attentes différentes. L'éthique commence donc par un débat –en tout lieu où des hommes et des femmes vivent, pensent et agissent ensemble– à

travers lequel puissent se manifester convergences et divergences. Où sera mis au jour ce qui d'emblée appartient à tous, et ce qui sépare durablement. Où, grâce à une dynamique d'enrichissement des consciences propre à la discussion, des points de vue se rapprochent[28].

La question du sens pourrait être examinée à partir de trois perspectives. Le rapport à la vérité tout d'abord. Celle-ci ne saurait être approchée au moyen de dogmes –ce qui écarte toute forme de fondamentalisme–, ou de certitudes positivistes. Il y a à fonder le statut d'une raison assumant l'incertitude, et donc faillible, et récusant l'utilitarisme, et donc inventive et consentant à l'énigme.

La seconde perspective serait celle de l'anthropologie: comment retrouver une conscience de l'humanité de l'homme, selon plusieurs objectifs. Sortir en premier lieu de l'enfermement de l'individualisme qui inspire l'image d'un être autosuffisant rivé à son seul intérêt. Pour prendre la mesure de ce que l'homme n'est donné à lui-même qu'en tant que, d'abord, il procède d'une collectivité et d'une histoire commune. Que du fait même de la souveraineté que celles-ci lui attribuent, il se trouve en dette à leur égard, et responsable au tout premier chef des conditions qui rendent cette souveraineté possible.

Conscience d'humanité qui est aussi celle d'un homme divisé, habité par le mal, capable de destruction, et qui joue son destin, individuel et collectif, au cœur de cet affrontement intérieur qui oppose les forces de mort à celles de l'amour – combat dont l'issue reste, pour Freud, fondamentalement incertaine.

Enfin si l'homme, de par son statut de citoyen, se voit attribuer des libertés, ce n'est pas pour autant qu'il est libre. La liberté est à conquérir: contre toutes les formes de déterminismes, intérieures à l'homme –en particulier le monde des pulsions qui l'habite–, ou extérieures, formes innombrables de manipulation. Conquête également nécessaire contre son propre narcissisme dont les pesanteurs le détournent du réel et de sa vocation à travailler à la métamorphose.

Il y aurait enfin à repenser les finalités d'une vie humaine, pour retrouver la question récurrente d'une définition de la vie bonne, et offrir une alternative au modèle hédoniste dominant. Au cœur d'une culture pluraliste qui en gardera toujours ouverte et débattue la signification, il y a à identifier les enjeux qui requièrent d'être assumés,

faute desquels le principe d'une vie bonne en plénitude est amputé d'une composante essentielle. La recherche du bien être n'est pas, comme telle, à remettre en cause: c'est elle qui, depuis des décennies, a transformé les conditions de vie de centaines de millions d'êtres humains à travers le monde. Mais c'est son exclusivité qui est en question[29].

Le principe de responsabilité, qui procède de la souveraineté démocratique du citoyen, constitue une ouverture à plusieurs dimensions. D'abord vis-à-vis de soi-même, en tant que l'homme n'accède à son humanité qu'en se créant lui-même, inséparable de tout autre. Responsabilité ensuite vis-à-vis d'une société qui, tout à la fois, offre à chacun les conditions de son humanisation, et dépend de l'action de chacun pour la préservation de ces conditions. Responsabilité à l'égard d'une espèce humaine, dont il importe de concevoir le bien commun en termes d'universel, et qui notamment requiert la recherche d'une justice, au nom de 9 milliards d'êtres humains. Responsabilité envers une nature dont les équilibres fondamentaux doivent être préservés. Responsabilité encore devant un avenir qui attend qu'on lui donne une forme visionnaire, pour donner sens et orientation à un devenir commun, et ouvrir un horizon qui soit autre que l'indéfinie reproduction du même.

La démocratie, par l'interrogation illimitée qu'elle rend possible, définit aussi l'humanité comme à inventer. Nous faisons en toute circonstance l'expérience de nos limites et de notre inachèvement. Mais c'est précisément par cette confrontation à la finitude que nous recherchons ce qui nous manque, et que nous devenons. C'est par ce devenir que nous pourrons échapper au désespoir que nous inspirent nos limites et nos échecs. C'est par ce devenir que l'on retrouve l'absolu, que l'infini peut faire irruption dans la vie.

> *«Cette façon d'être en devenir constant, c'est la fraude de l'infini dans la vie. Elle pourrait réduire l'homme charnel au désespoir; car on n'est jamais sans éprouver le besoin de quelque chose d'achevé; mais ce besoin est pernicieux, et il faut y renoncer. Le devenir perpétuel est l'incertitude de la vie terrestre où tout est incertain»*[30].

Notes

1. Vàclav Havel, *La politique et la conscience*, in Essais politiques, p. 247, Calmann-Lévy, 1990.
2. Marcel Proust, *La prisonnière*, t. I, p. 247, OC vol. 5, Gallimard, 1931.
3. *Antigone*, v. 354, trad. Paul Mazon, Les Belles Lettres, 1962, p. 85.
4. *La politique*, VII. 14. 1332. b, p. 524, Vrin, 1970.
5. Cornélius Castoriadis, *La montée de l'insignifiance*, p. 23, Seuil, 1996.
6. Paul Ricœur, *Soi-même comme un autre*, p. 227, Seuil, 1990.
7. C. Lefort, *La question de la démocratie in Essais sur le politique*, p. 29, Seuil, 1996.
8. S. Kierkegaard, *Post-scriptum aux miettes philosophiques*, t. I, p. 145, Œvrues complètes, vol. 10, éditions de l'Orante, 1977.
9. *Id.* pp. 142-143.
10. Souligné par l'auteur.
11. Claude Lefort, *Permanence du théologico-politique? Le Temps de la réflexion*, p. 16, Gallimard, 1981.
12. Vàclav Havel, *L'amour et la vérité doivent triompher de la haine et du mensonge*, p. 62, Éditions de l'Aube, 1990.
13. P. Ricœur, *Histoire et vérité. Travail et parole*, p. 227, Seuil, 1955.
14. Ces formes ne sont pas seulement les plus spectaculaires qui sont montrées à tous dans les médias. Elles sont aussi les plus banales et quotidiennes, dans l'indifférence au droit, ou le manque profond, délibéré ou ignorant de lui même, de respect pour autrui.
15. Alasdair Macinthyre, *Après la vertu*, p. 64, PUF, 1997.
16. C. Castoriadis, *La montée de l'insignifiance*, p. 60, Seuil, 1996.
17. *Id.* p. 92.
18. J.-J. Rousseau, *Lettres écrites sur la montagne*, IX, Écrits politiques, Pléiade, t. III, p. 881.
19. «L'homme n'est pas ce qu'il est, parce qu'il ne veut pas être ce qu'il est, parce qu'il n'est pas content d'être ce qu'il est, d'avoir ce qui est». Eric Weil. *Logique de la philosophie*, p. 8, Vrin, 1974. Max Scheler reprend la même idée en désignant l'homme comme «l'ascète de la vie». *La situation de l'homme dans le monde*, p. 72, Aubier, 1951.
20. Aristote, *La politique*, I, 1252 a. p. 22, Vrin, 1970.
21. Cf. François Furet, *Le passé d'une illusion*, p. 21, Robert Laffont, 1995.
22. Cf. Marcel Gauchet, *La Révolution des droits de l'homme*. Ainsi n'est pas tranchée la question de savoir si l'on s'attache à l'homme de la nature ou à l'homme social, p. 220, Gallimard, 1989.
23. J. Wahl, *Études kierkegaardiennes*, p. 110, Aubier, 1938.
24. S. Kierkegaard, *L'alternative*, p. 236, OC, t. IV, Éditions de l'Orante, 1970.
25. Madame de Staël, *De l'Allemagne*, t. V, p. 187 et s., Hachette, Les grands écrivains de la France, 1960.
26. E. Lévinas, «Philosophie, justice, amour», *Esprit*, août-sept. 1983, p. 17.
27. Vàclav Havel, *Discours à la diète polonaise*, Varsovie, 25 janvier 1990 - *in L'angoisse de la liberté*, p. 78, Éditions de l'Aube, 1995.
28. C'est ici le pari pour la fécondité de la discussion, dès l'instant où elle est vécue

selon la raison, et au nom d'une éthique de la vérité partagée. Position donc différente de celle de Charles Larmore qui préconise que l'on se garde des «conceptions controversées de la vie bonne». *Modernité et morale*, p. 164, PUF, 1993.

29. Hegel, *Principes de la philosophie du droit*, § 243, p. 251. La dépendance économique que génère la société civile «entraîne l'incapacité de sentir les autres possibilités, et en particulier les avantages spirituels de la société civile et d'en jouir», Vrin, 1982.

30. S. Kierkegaard, *Post-scriptum aux miettes philosophiques*, t. I, p. 81, OC, vol. 10, Éditions de l'Orante, 1977.

Bibliographie

Castoriadis C.: *La montée de l'insignifiance*, Seuil, 1996.

Furet F.: *Le passé d'une illusion*, Robert Laffont, 1995.

Gauchet M.: *La Révolution des droits de l'homme*, Gallimard, 1989.

Havel V.: *La politique et la conscience*, in Essais politiques, Calmann-Lévy, 1990.

Havel V.: *L'amour et la vérité doivent triompher de la haine et du mensonge*, Éditions de l'Aube, 1990.

Havel V.: *Discours à la diète polonaise*, Varsovie, 25 janvier 1990 - *in L'angoisse de la liberté*, Éditions de l'Aube, 1995.

Kierkegaard S.: *L'alternative*, t. IV, Éditions de l'Orante, 1970.

Kierkegaard S.: *Post-scriptum aux miettes philosophiques*, t. I, vol. 10, Éditions de l'Orante, 1977.

Kierkegaard S.: *Post-scriptum aux miettes philosophiques*, t. I, Œvrues complètes, vol. 10, Éditions de l'Orante, 1977.

Lefort C.: *Permanence du théologico-politique? Le Temps de la réflexion*, Gallimard, 1981.

Lefort C.: *La question de la démocratie in Essais sur le politique*, Seuil, 1996.

Lévinas E.: Philosophie, justice, amour, *Esprit*, août-sept. 1983.

Macinthyre A.: *Après la vertu*, PUF, 1997.

Madame de Staël: *De l'Allemagne*, t. V, Hachette, Les grands écrivains de la France, 1960.

Proust M.: *La prisonnière*, t. I, vol. 5, Gallimard, 1931.

Ricœur P.: *Histoire et vérité. Travail et parole*, Seuil, 1955.

Ricœur P.: *Soi-même comme un autre*, Seuil, 1990.

Rousseau J.-J.: *Lettres écrites sur la montagne*, IX, Écrits politiques, Pléiade, t. III.

Wahl J.: *Études kierkegaardiennes*, Aubier, 1938.

Η προσέγγιση της γνώσης

Λάμπρος Ντόκας

τ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Περίληψη

Αρχικά ο άνθρωπος είχε απόλυτη πίστη στο ότι έβλεπε. Αυτό ήταν η αισιόδοξη άποψη. Με την ανάπτυξη της φιλοσοφίας, άρχισε να αμφιβάλλει για τις αισθήσεις του και να εξετάζει αν αυτά τα οποιά βλέπει είναι αληθινά ή όχι. Έτσι αναπτύχθηκε ο σκεπτικισμός, ο οποίος ισχυρίζεται ότι δεν υπάρχει αλήθεια, δηλαδή ουδέν γνωρίζουμε. Μεταξύ του σκεπτικισμού και της αισιόδοξης άποψης, ο Κάντ ανέπτυξε τη θεωρία των a priori γνώσεων, οι οποίες διαμορφώνουν την αντίληψη την οποία έχουμε για τον κόσμο. Εις το δοκίμιο αυτό εξετάζεται κατά πόσο μπορούμε να έχουμε αντικειμενική γνώση και υπό ποίας συνθήκας μπορούμε να αποκτήσουμε αυτή. Η γνώση εις την επιστήμη είναι οριακή προς την αντικειμενική πραγματικότητα, προέρχεται δε από την κριτική επεξεργασία των πληροφοριών των αισθήσεων.

Ο άνθρωπος αρχικά δεν υποπτεύθηκε καθόλου την ύπαρξη του προβλήματος για τη δυνατότητα απόκτησης γνώσης, γιατί είχε απόλυτη εμπιστοσύνη στις αισθήσεις του και το λογικό του. Έτσι δογματικά πιστεύει στην ακλόνητη αλήθεια του εμπειρικού του κόσμου. Από τον απλοϊκό μέχρι και το φιλόσοφο κυριαρχεί η αισιόδοξη άποψη για το κύρος της εμπειρίας.

Οι Ίωνες φιλόσοφοι με βαθιά πίστη στις γνώσεις τους προβληματίζονται μόνο για την ουσία του κόσμου και όχι για το αν μπορούν να αποκτήσουν πραγματικές γνώσεις. Έτσι εμφα-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 689-700
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 689-700

νίζεται πρώτη η αισιόδοξη θεωρία για τη γνώση, που τη λένε δογματισμό.

Όταν η φιλοσοφία αρχίζει να αναπτύσσεται και οι επιστημονικές γνώσεις να πληθαίνουν, τότε εμφανίζονται οι αμφιβολίες για τη γνώση. Ο φιλόσοφος εξετάζει κατά πόσο μπορεί να μελετήσει το οντολογικό και μεταφυσικό πρόβλημα. Από την αρχαιότητα εμφανίζεται ο σκεπτικισμός, που διδάσκει πως δεν μπορούμε να βρούμε την αλήθεια, γιατί δεν υπάρχει.

Προφανώς η θεώρηση αυτή είναι αντιφατική. Πράγματι, αν στην πρόταση «δεν υπάρχει αλήθεια» αντιστοιχίσουμε την τιμή «αλήθεια», τότε σύμφωνα με το περιεχόμενο της πρότασης πρέπει να αντιστοιχίσουμε σ' αυτή και την τιμή «ψέμα». Συνεπώς έχουμε αντίφαση, γιατί θεωρούμε πρόταση που παίρνει συγχρόνως και τις δυο τιμές «αλήθεια, ψέμα».

Μέσα από το σκεπτικισμό γεννιούνται πολλές συγγενείς φιλοσοφικές θεωρίες, όπως ο υποκειμενισμός και ο ρελατιβισμός. Έτσι σύμφωνα μ' αυτές τις θεωρίες η γνώση είναι οι νόμοι, που βάζει στα πράγματα ο νους, οι γνώσεις είναι σχετικές και υποκειμενικές, γιατί πηγάζουν από τη συγκρότηση και την ιδιορρυθμία του νου. Ασφαλώς, αν υποθέσουμε πως οι εκδηλώσεις του νου ήταν διαφορετικές, αλλά με τις ίδιες δυνατότητες, τότε το κοσμοείδωλο δε θα ήταν αυτό που αισθητοποιούμε. Άλλα σύμβολα με δική τους σύνταξη θα 'διναν τις γνώσεις. Πράγματι θα ζούσαμε σ' έναν αλλιώτικο κόσμο, με όλες τις ιδιορρυθμίες του. Μπορεί ακόμα και οι εκδηλώσεις της ζωής να ήταν διαφορετικές.

Μια βαθύτερη όμως μελέτη των πραγμάτων δε στέκεται στον τρόπο έκφρασης ή αίσθησης αυτών, γι' αυτό αμέσως προβάλλει το ερώτημα:

Τα διαφορετικά κοσμοείδωλα, που δημιουργούνται από διαφορετικές νοήσεις, είναι άσχετα μεταξύ τους? Επειδή δεν είναι γνωστά αυτού του είδους τα κοσμοείδωλα δεν μπορούμε να έχουμε συγκεκριμένες σχέσεις, είναι όμως φυσικό να δεχθούμε την ύπαρξη ισομορφισμών. Στην ύπαρξη ισομορφισμών μπορεί να αντιπαραταχθεί μόνο η παραδοχή της ανυπαρξίας του αντικειμενικού κόσμου, γιατί τότε κάθε νόηση ελεύθερη από την αντικειμενική πραγματικότητα θα έφτιαχνε το δικό της κόσμο.

Εξάλλου οι μη δίτιμες λογικές, όπου εφαρμόζονται, εκφρά-

ζουν την ίδια λειτουργικότητα του αντικειμενικού κόσμου με τη δίτιμη λογική. Είναι αυθαίρετο να δεχθούμε, πως το υποκείμενο αλλοιώνει την ουσία του όντος. Ασφαλώς η μορφή του ειδώλου δεν εξαρτάται μόνο από το ον, αλλά είναι υπόθεση και του υποκειμένου.

Ο καντιανός απριορισμός ή η κριτική άποψη όπως λένε, φτάνει στο συμπέρασμα πως το κύρος της γνώσης μας έχει όριο, δηλαδή ο Kant παίρνει μια θέση ανάμεσα στο δογματισμό και το σκεπτικισμό. Την άποψή του την ονομάζει ο ίδιος «Κριτική φιλοσοφία», γιατί πιστεύει πως η γνώση είναι αληθινή, αν σχηματίζεται κάτω από ορισμένους όρους. Δέχεται, π.χ., πως τα μαθηματικά και η μαθηματική φυσική στηρίζονται σε προεμπειρικά στοιχεία που εξασφαλίζουν την υποχρεωτικότητα και την καθολικότητα και έτσι οι μαθηματικές γνώσεις είναι αληθινές. Όπως έχουμε πει, ο Kant πιστεύει πως ο χώρος για τη γεωμετρία, ο χρόνος για την αριθμητική και η αιτία με το αποτέλεσμα για τη φυσική, δεν είναι ιδιότητες έξω από το υποκείμενος, δηλαδή του όντος, αλλά ιδιότητες του αισθητικού και νοητικού οργάνου.

Στα προηγούμενα είδαμε, γιατί δεν μπορούμε να δεχθούμε την ύπαρξη των a priori στοιχείων, συνεπώς και την επίδρασή τους στη γνώση. Είναι όμως βέβαιο, πως οι γνώσεις μας αναθεωρούνται και συμπληρώνονται, γιατί δεν είναι απόλυτες. Αυτό όμως δεν εξηγείται από τις παραδοχές του Kant, αλλά από άλλες αιτίες, ίσως από τον οριακό χαρακτήρα της αλήθειας.

Μετά από τις καντιανές αντιλήψεις, έρχεται η βιολογική άποψη, που εμφανίστηκε με πολλές μορφές ή αποχρώσεις και ήταν πολύ ελκυστική το 19ο αιώνα.

Σύμφωνα μ' αυτή, η αλήθεια δεν είναι κάτι το δοσμένο, που θυμόμαστε από μια άλλη ζωή ή έμφυτο στη διάνοιά μας από κάποια αρχή, αλλά κάτι, που συνεχώς γίνεται και αλλάζει προς το καλύτερο με τον καιρό. Η επιστημονική γνώση και η λογική διεργασία είναι μια λειτουργία ή ενέργεια ζωτική, γι' αυτό τη βιολογική άποψη της γνώσης τη λένε και λειτουργική.

Από την παραπάνω άποψη ξεκίνησαν πολλές θεωρίες, που εισάγουν μια κριτική της επιστήμης και ένα ρελατιβισμό.

Ο Spencer θεώρησε πως η συνείδηση, η ψυχική ζωή και γε-

νικά η νόηση δεν είναι τίποτε άλλο από μια προσαρμογή στις συνθήκες ζωής. Η νόηση και η επιστήμη είναι ένα εργαλείο της ζωής προσαρμοσμένο στις ανάγκες της, για να την υπηρετεί καλύτερα.

Ο φυσιοδίφης και φιλόσοφος Ε. Mach διδάσκει κάτι ανάλογο προς τις θεωρίες του Spencer με διαφορετική άποψη. Συγκεκριμένα τα ψυχικά φαινόμενα, η νόηση και όλες οι πνευματικές λειτουργίες δεν υφίστανται ξεχωριστά από την οργανική ζωή, είναι όμως μια εξέλιξη πιο πέρα από τις φυσιολογικές εκδηλώσεις. Γεννήθηκαν μέσα από την οργανική ζωή και τις ανάγκες της με το σκοπό να τη διατηρήσουν. Η νόηση και η επιστήμη είναι όργανα της ζωής, που την υπηρετούν και έχουν αποστολή λειτουργική. Από τις επιστημονικές παρατηρήσεις με τη λειτουργία της λογικής εξάγονται φυσικοί νόμοι και κανόνες, που μας απαλλάσσουν από την επανάληψη κατά περίπτωση της ίδιας δουλειάς. Έτσι με την προηγούμενη θεώρηση, ο Mach εισάγει την έννοια της νοητικής οικονομίας, η οποία είναι συνυφασμένη με το νόημα της αλήθειας. Σύμφωνα με το Μαχισμό η εμπειριοκριτικισμό, όπως λένε, αληθινό είναι ότι προσαρμόζεται στην πραγματικότητα, εξασφαλίζει νοητική οικονομία και ευκολύνει στην ενέργεια. Η αλήθεια δεν μπορεί να έχει σχέση με κόσμο έξω από τη συνείδηση, γιατί δεν υπάρχει.

Η επιθυμία του ανθρώπου για θετική γνώση, για δράση και εξουσία πάνω στη φύση οδήγησε στην πραγματιστική αντίληψη της αλήθειας και γενικά στη φιλοσοφία του πραγματισμού, που είναι μια θεωρία, η οποία αρνείται την πραγματικότητα. Ο πραγματισμός δέχεται πως οι γνώσεις δεν είναι αναγκαστικά αληθινές, όταν συμφωνούν με την πραγματικότητα ή την αντιγράφουν, αλλά αν εξυπηρετούν τους πρακτικούς σκοπούς του ανθρώπου, και αν τον βοηθούν στις ενέργειές του. Οποιοδήποτε λογικό σχήμα είναι αληθινό, αν είναι επιτυχημένο όργανο για τη λύση πρακτικών προβλημάτων.

Εδώ πλέον η αλήθεια υποτάσσεται τελείως στο σκοπό, χάνει τη φυσική της έννοια και παίρνει μια διάσταση αμφίβολης σκοπιμότητας. Αυτή η έννοια της αλήθειας είναι λαθεμένη, γιατί ποτέ η φύση δεν αλλάζει με οποιεσδήποτε φανταστικές υποθέσεις.

Η συμφωνία γνώσης και εμπειρίας δεν εξασφαλίζει την απόλυτη αλήθεια, γιατί δεν αποτελεί απόδειξη της ταυτότητάς τους με το αντικείμενο, αλλά όπως θα δούμε, είναι δυνατό κριτήριο για το κύρος της γνώσης. Η λειτουργικότητα της γνώσης μέσα σε μια πραγματικότητα ενισχύει την αξιοπιστία της πληροφορίας και στερεώνει τη θεωρητική της έκφραση. Η γνώση για να εξυπηρετεί πρακτικούς σκοπούς πρέπει πρώτα να ταυτίζεται με μια πραγματικότητα ή τουλάχιστον με το σύνολο των πρακτικών δεδομένων, γιατί η πραγματικότητα είναι μια ικανοποιητική συνειδητοποίηση της φυσικής εκδήλωσης κάτω από ορισμένες συνθήκες. Η δυνατότητα και η σκόπιμη ενέργεια είναι αποτελέσματα γνώσης και δεν ταυτίζονται ούτε με την ουσία, ούτε με το κύρος της γνώσης. Οι πραγματιστές μεταφέρουν τη θεωρία τους στην ηθική και τη θρησκεία. Π.χ., η πρόταση «ο άνθρωπος θαυμάζει το ωραίο» παίρνει την τιμή «αλήθεια», αν βοηθάει τον άνθρωπο στη ζωή του και μόνον.

Μετά από τον πραγματισμό, έρχεται η συμβατική άποψη του Poincaré, η οποία στέκει ανάμεσα στη βιολογική και την πραγματιστική αντίληψη της αλήθειας και μάλιστα πλησιέστερα στη βιολογική άποψη. Ο Poincaré πιστεύει, αντίθετα προς τον Newton, ότι δεν υπάρχουν επιστήμες χωρίς υποθέσεις, δηλαδή συμφωνίες που γίνονται για να βοηθήσουν στη λύση και κατανόηση προβλημάτων. Πρέπει να παρατηρήσουμε, πως οι υποθέσεις δεν ταυτίζονται με την πραγματικότητα, αλλά συνιστούν μέθοδο έρευνας. Οι λύσεις που στηρίζονται σ' αυτές δεν έχουν απόλυτο κύρος και συνεχώς υπόκεινται στο ενδεχόμενο της αναθεώρησης.

Για τη συμβατική θεωρία του Poincaré μια ιδέα είναι αληθινή, αν διευκολύνει, δηλαδή αν είναι βολική (commode) για την περίπτωση. Το αληθινό αντικαθίσταται με το βολικό.

Τα μαθηματικά είναι ένα ελεύθερο πλάσμα του νου και όχι κάτι, που επιβάλλεται από τον εξωτερικό κόσμο. Δεν γεννιούνται με τη λογική αφαίρεση από πολλές παραστάσεις ούτε από τη διόρθωση της εμπειρίας. Είναι συστήματα από αυθαίρετα στοιχεία, που διαλέγουμε για να παραστήσουμε τις πραγματικές σχέσεις. Στην αριθμητική έχουμε να κάνουμε με καθαρά κατασκευάσματα του νου, ενώ στη γεωμετρία έχουμε τον αντικειμενικό χώρο, ο οποίος παρουσιάζεται με μεγάλη ποικιλία από ομοιόμορ-

φες σχέσεις και απ' αυτές ξεχωρίζουμε τις βολικότερες για να τον εκφράσουμε.

Από τη στιγμή που ο Poincaré δέχεται την επιλογή σχέσεων μέσα από τον αντικειμενικό χώρο, αναγνωρίζει πως τα μαθηματικά ξεκινούν από την εμπειρία, αλλά κρατάει για τον άνθρωπο την ελεύθερη δημιουργία, που εκφράζεται πάντοτε με τη commodité «βολικότητα, καταλληλότητα». Είναι σωστό, πως κάνοντας μαθηματικά δεν διορθώνουμε τις εμπειρίες μας, είναι όμως λαθεμένο να μη δεχθούμε τη λογική αφαίρεση για το φτιάξιμό τους. Στις παλιότερες μαθηματικές κατασκευές η εμπειρία ήταν η κύρια πηγή ερεθισμών για τη δομή τους. Οι αριθμοί δεν είναι αυθαίρετα κατασκευάσματα του νου, γιατί πράγματι, αν από πολλά διάφορα σύνολα με το αυτό πλήθος στοιχείων αφαιρέσουμε τις μη κοινές ιδιότητες, η μόνη κοινή ιδιότητα είναι η έννοια του φυσικού αριθμού. Π.χ.: Τα σύνολα, 5 άνθρωποι, 5 δέντρα, 5 βουνά, 5 πόλεις κ.τ.λ., έχουν σαν μόνη κοινή ιδιότητα τον αριθμό 5. Βεβαίως στα προχωρημένα μαθηματικά πηγή ερεθισμών είναι και αυτά τα ίδια, που συνθέτουν μια πλατιά έννοια της εμπειρίας, γιατί η εμπειρία έρχεται από κάθε είδος πληροφόρησης ή αίσθησης του ανθρώπου. Η βολικότητα, είναι βασικό στοιχείο για να κρίνουμε κατά πόσο μια δομή δικαιώνει την ύπαρξή της και σε καμιά περίπτωση δεν ταυτίζεται με την αλήθεια.

Ο Russell στο σύγγραμμά του «Ιστορία της Δυτικής φιλοσοφίας» λέει: «Η μαθηματική γνώση, είν' αλήθεια, δεν αποκτάται δι' επαγωγής από την εμπειρία· ο λόγος που έχουμε για να πιστεύουμε ότι 2 και 2 κάνουν 4, δεν είναι διότι διαπιστώσαμε συχνά, από την παρατήρησή μας, ότι ένα ζευγάρι και ένα άλλο ζευγάρι κάνουν ένα κουαρτέτο. Υπό την έννοια αυτή η μαθηματική γνώση δεν είναι ακόμα εμπειρική. Αλλά δεν είναι επίσης και εκ των προτέρων γνώση περί του κόσμου. Στην πραγματικότητα είναι απλώς λεκτική γνώση».

Πράγματι, στη μαθηματική θεμελίωση του συνόλου των φυσικών αριθμών δεχόμαστε την ύπαρξη ενός φυσικού συνόλου, για το οποίο ισχύει το αξίωμα της επαγωγής και ακολούθως, με τη βοήθειά του, ορίζουμε την πρόσθεση και τον πολλαπλασιασμό.

Αυτό όμως δε σημαίνει πως η σύλληψη του φυσικού συνό-

λου μαζί με τη δομή δεν ξεκινά από τις πρακτικές ανάγκες της ίδιας της ζωής. Η λογική έκφραση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σα λεκτική γνώση, γιατί κάτω από αυτήν υπάρχει η φυσική πραγματικότητα, η οποία αν ήταν διαφορετική ασφαλώς και η «λεκτική γνώση» δε θα ήταν αυτή που είναι.

Είναι αλήθεια, πως μπορούμε ελεύθερα να ορίσουμε πολλές πράξεις στο σύνολο των φυσικών αριθμών (εσωτερικοί νόμοι συνθέσεως), αλλά πάντοτε αυτές οι δομές υπόκεινται στην κάθαρση της επιλογής με κριτήριο την έκφραση μιας εμπειρικής ή θεωρητικής πραγματικότητας. Τέλος δεν καθορίζεται επακριβώς τι εννοούμε «λεκτική γνώση». Μήπως κάθε λεκτικός μύθος, που θα μας βολεύει κατά περίπτωση, μπορεί να ταυτίζεται με μια λεκτική γνώση;

Πολλοί ξεκινούν από τις θέσεις του Poincaré για να φτάσουν στο συμπέρασμα, ότι η επιστήμη είναι τεχνητό κατασκεύασμα του νου, ένα σύστημα από σύμβολα, που δεν αντιστοιχούν σε κάτι πραγματικό.

Ο P. Duhem διδάσκει, πως η φυσική θεωρία είναι μια καθαρή αναλυτική και μαθηματική επαγωγή χωρίς στήριγμα στην πραγματικότητα. Είναι δηλαδή ένα συμβολικό κατασκεύασμα του νου, με το σκοπό να δώσει όσο μπορεί πιο τέλεια και απλά μια λογική παράσταση στους νόμους που βρίσκει η πείρα. Με την επιστήμη ταξινομούμε, δεν εξηγούμε. Οι μαθηματικές προτάσεις δεν εκφράζουν τις αληθινές σχέσεις των πραγμάτων, γι' αυτό μπορούμε να διαλέξουμε αυθαίρετα τα μαθηματικά σύμβολα.

Ο Le Roy μαθητής του Poincaré και του Bergson ξεπέρασε σε αυθαιρεσία και συμβατικότητα τους δασκάλους του. Φαντάζεται, πως ολόκληρη η επιστήμη είναι μια καθαρή σύμβαση, και ότι συμβαίνει στην επιστήμη, το ορίζουν οι ασχολούμενοι με αυτή. Τα γεγονότα που γνωρίζουμε είναι κομμάτια από τη φύση, που ξεχωρίζουμε, γιατί η φύση είναι μια συνέχεια απέραντη χωρίς αρχή και τέλος, ένα αδιάκοπο γίγνεσθαι. Τέλος ο φυσικός νόμος δεν είναι η συνισταμένη των παρατηρήσεών μας και οι μεγάλες θεωρίες δεν μπορούν να έχουν απάντηση, για όσα συμβαίνουν στην πραγματικότητα.

Η θεωρία αυτή του Le Roy ονομάστηκε επιστημονικές νομιναλισμός και γενικώς χρησιμοποιούμε τον ίδιο όρο για όλες τις

θεωρίες που δέχονται στην επιστήμη μόνο συμβατικότητες, πρακτικές επιτυχίες και όχι αλήθεια.

Στις προηγούμενες φιλοσοφικές αντιλήψεις και ιδίως στο επιστημονικό νομιναλισμό διαγράφεται όλη η ουσιαστική προσφορά της επιστήμης και ιδιαίτερα των μαθηματικών.

Είναι γνωστό πως τα μαθηματικά είναι η τέλεια γλώσσα για την έκφραση της γνώσης, αν υπάρχει, ακόμα και οι αρνητές της γνώσης δεν μπορούν να μη δεχθούν, πως η μαθηματική γλώσσα διαθέτει καθαρότητα και σαφήνεια, ακρίβεια και αυστηρότητα, απλότητα και γενικότητα και τέλος λειτουργία με απόλυτη συνέπεια.

Επομένως, οι οπαδοί του επιστημονικού νομιναλισμού πρέπει στο βάθος να αμφισβητούν την ύπαρξη αντιστοιχίας μεταξύ μαθηματικών συμβόλων και πραγματικότητας και όχι το κύρος των λογικών σχημάτων. Ομοίως πρέπει να δεχθούμε πως το ίδιο πρόβλημα βάζουν και για κάθε έναρθρο λόγο.

Είμαστε λοιπόν υποχρεωμένοι να εξετάσουμε κατά πόσο υπάρχει αυτή η αντιστοιχία. Η επιστημονική μεθοδολογία με την αναζήτηση μαθηματικών μοντέλων εξασφαλίζει την αντιστοιχία μεταξύ μαθηματικών συμβόλων και εμπειρικών γνώσεων. Συνεπώς, η αμφισβήτηση ανάγεται στην αρχική μορφή της, δηλαδή στο κύρος της εμπειρικής γνώσης. Έτσι μπορούμε να πούμε πως ο νομιναλισμός στην ουσία είναι ένα είδος σκεπτικισμού. Η προαγωγή της γνώσης με τη μαθηματικοποίηση της εμπειρίας φαίνεται και από το γεγονός, πως τα αποτελέσματα μέσα στο μαθηματικό μοντέλο μεταφραζόμενα στον εμπειρικό κόσμο οδηγούν σε πραγματικές γνώσεις. Π.χ. η ανακάλυψη του πλανήτη Ποσειδώνα από τον Le Verrier έγινε με τη λύση διαφορικών εξισώσεων. Εξάλλου η μαθηματική διατύπωση των εμπειρικών γνώσεων εξασφαλίζει, όπως είδαμε, τη λογική συνέπεια, η οποία δίνει την αίσθηση μιας περιορισμένης αλήθειας. Έτσι αντίθετα σε κάθε είδος νομιναλισμού πρέπει να δεχθούμε πως, με τη βοήθεια των μαθηματικών, έχουμε μια προσέγγιση της αλήθειας.

Στο τέλος του 19ου και στην αρχή του 20ού αιώνα φάνηκε πως η μηχανική αντίληψη δέχτηκε ένα πολύ μεγάλο κτύπημα

από τη διάσπαση του ατόμου, γιατί πλέον δεν μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ ύλης και δύναμης ή ύλης και ενέργειας.

Με τη διάσπαση του ατόμου η ύλη χάνει την ουσιαστική και φιλοσοφική ύπαρξή της. Συνεπώς μπορούμε να αμφιβάλλουμε, όχι μόνο για τις μηχανικές σχέσεις, αλλά να προχωρήσουμε στην άρνηση της ύλης, ακόμα και αυτής της ύπαρξης του αντικειμενικού κόσμου. Επανερχόμαστε λοιπόν στην αμφισβήτηση του κύρους της επιστήμης.

Η ανακάλυψη της μετατροπής της ύλης σε ενέργεια και της ενέργειας σε ύλη δεν αποδεικνύει τίποτε άλλο, παρά την ύπαρξη κάποιου πράγματος που εμφανίζεται με δύο μορφές. Η δίμορφη αίσθηση του όντος δεν καταργεί την ύπαρξή του, αντίθετα επιβεβαιώνει τη βαθύτερη εμπειρική μας γνώση γι' αυτό.

Είναι απαραίτητο να σκεφτούμε με πολύ προσοχή τον ορισμό της ύλης που δίνει ο περίφημος μαθηματικός και φιλόσοφος B. Russell, γιατί προσπαθεί να τον παρουσιάσει σύμφωνα με τις αντιλήψεις της σύγχρονης φυσικής. Στο σύγγραμμά του «Ιστορία της Δυτικής φιλοσοφίας» λέει: «Ο δικός μου ορισμός της "ύλης" μπορεί να φαίνεται ικανοποιητικός· θα την όριζα ως αυτό που επαληθεύει τις εξισώσεις της φυσικής. Ενδέχεται να μήν υπάρχει τίποτε, που να επαληθεύει τις εξισώσεις αυτές· στην περίπτωση αυτή είτε η φυσική, είτε η έννοια της ύλης, είναι λάθος. Αν απορρίψουμε την ουσία, η ύλη πρέπει να είναι μια λογική κατασκευή. Κατά πόσο είναι δυνατή μια κατασκευή απαρτιζόμενη από συμβάντα –που μπορούνε εν μέρει να συνταχθούν συμπερασματικά– αποτελεί θέμα δύσκολο, αλλά όχι άλυτο».

Ασφαλώς ένας ορισμός της ύλης οσοδήποτε βαθυστόχαστος και αν είναι πάντοτε θα έχει τα στοιχεία της προσέγγισης στα επιστημονικά δεδομένα χωρίς καμμία βεβαιότητα για το απόλυτο κύρος του και με το ενδεχόμενο της αντικατάστασής του. Η έννοια της ύλης μπορεί να θεωρηθεί σα λογική κατασκευή, που γεννιέται από συμβάντα, όπως άλλωστε και κάθε έννοια. Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε, ότι το συμβάν προϋποθέτει την ύπαρξη «όντος», το οποίον, δεν είναι παράλογο να θεωρήσουμε φυσικό ή και πνευματικό, αλλά θα πρέπει να καθορίσουμε το τι εννοούμε πνευματικό, πράγμα πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο. Ο Russell προχωρεί και στον ορισμό του πνευματικού και

λέει: «Όσο για το πνεύμα όταν η ουσία απορριφθεί, το πνεύμα πρέπει να είναι κάποια ομάδα ή συνάθρωση συμβάντων. Το συνάθροισμα πρέπει να πραγματοποιείται από κάποια σχέση, που είναι χαρακτηριστική του είδους των φαινομένων που θέλουμε να ονομάζουμε ψυχικά. Μπορούμε να λάβουμε τη μνήμη ως τυπικό δείγμα».

Και παρακάτω λέει: «Τίποτε δεν εμποδίζει κάθε συμβάν να ανήκει στην ομάδα του ενός, ή του άλλου είδους (πνευματική ή υλική ομάδα) και τίποτε δεν εμποδίζει ορισμένα συμβάντα να ανήκουν σ' αμφότερες τις ομάδες, συνεπώς μερικά συμβάντα μπορεί να μην είναι ούτε πνευματικά ούτε υλικά και άλλα συμβάντα να είναι και τα δύο».

Με όλες αυτές τις σκέψεις του Russell μπορούμε πολύ εύκολα να οδηγηθούμε σ' ένα είδος ρελατιβισμού ή ακόμα σε οποιαδήποτε μεταφυσική θεώρηση του κόσμου. Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε πως ο Russell περίτεχνα χρησιμοποιεί την επιστημονική ταξινόμηση των συμβάντων, η οποία έχει μόνο αξιώσεις μιας μεθόδου μελέτης και τίποτα περισσότερο, για να δώσει τους οντολογικούς ορισμούς του. Έτσι αποφεύγει να πάρει ξεκάθαρη θέση στο γνωσιοθεωρητικό πρόβλημα. Ξεκινώντας από την παρατήρηση του Russell πως δεν υπάρχουν όρια που χωρίζουν τα συμβάντα σε πνευματικά και υλικά μπορούμε να πούμε πως έχουμε μια μόνο κατηγορία συμβάντων που αναφέρονται σ' έναν υπαρκτό φυσικό κόσμο.

Από την ιστορική μελέτη του προβλήματος της δυνατότητας για γνώση φαίνεται καθαρά, πως οι θέσεις των διανοητών κυμαίνονται από την απόλυτη βεβαιότητα μέχρι την πλήρη αμφισβήτηση. Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε, πως και οι αρνητές ακόμα της γνώσης έχουν μια κρυφή πίστη στην ύπαρξη κάποιας αλήθειας έξω από την ίδια τους την υπόσταση, αλλά η αδυναμία τους να τη βρουν και να τη νιώσουν τους κάνει να την αρνούνται με πείσμα. Στο βάθος τους κυριαρχεί η απαισιοδοξία και ο μεταφυσικός φόβος.

Είναι φανερό πως δεν μπορούμε να έχουμε μια απόλυτη αλήθεια, γι' αυτό πολλοί στοχαστές που δεν ικανοποιούνται από μια συνεχή προσέγγιση της αλήθειας, παραμερίζουν το καθαυτό πρόβλημα με την παρεμβολή μιας ακαθόριστης ή καθορισμένης σκοπιμότητας. Π.χ.: το ωφέλιμο, η βολικότητα κ.τ.λ.

Η συνέπεια μέσα στα λογικά σχήματα, που εκφράζουν την εμπειρία μας, η συμφωνία που διαπιστώνεται στη λειτουργία των μαθηματικών μοντέλων και σ' αυτή της εμπειρίας μας και το σπουδαιότερο η εμπειρική επαλήθευση θεωρητικών αποτελεσμάτων που οδηγούν σε προβλέψεις και ανακαλύψεις στον κόσμο των φαινομένων, αποτελούν τα ζωντανά στηρίγματα, τόσο για τη βεβαίωση της ύπαρξης του όντος, όσο και για τη δυνατότητα προσέγγισης της αλήθειας. Επειδή η έννοια της αλήθειας[1] ορίζεται, τόσο στα μαθηματικά όσο και στις πειραματικές επιστήμες σαν όριο, συνάγεται πως αυτό που ξέρουμε είναι πεπερασμένη προσέγγιση, ενώ η απόλυτη αλήθεια βρίσκεται μέσα σ' ένα άπειρο πλήθος προσεγγίσεων.

Προτού κλείσουμε τη συζήτηση για τη δυνατότητα ύπαρξης αλήθειας πρέπει να σκεφτούμε κατά πόσο είναι ανεξάρτητη από την ανθρώπινη συνείδηση.

Αν φανταστούμε έναν κόσμο χωρίς κανένα είδος συνείδησης, δηλαδή χωρίς την ανθρώπινη ή οποιαδήποτε άλλη, τότε πώς μπορούμε να συλλάβουμε την ύπαρξή του;

Το ερώτημα αυτό μπορεί να μην έχει νόημα[2], γιατί απλούστατα υπάρχει η ανθρώπινη συνείδηση, αλλά μας ανοίγει το δρόμο για να διαπιστώσουμε πόσο στενά συνδέονται η συνείδηση και ο κόσμος. Η συνείδηση σχηματίζεται και συντηρείται από τον αντικειμενικό κόσμο και αντίστροφα ο κόσμος εκδηλώνεται από τον αντικειμενικό κόσμο και αντίστροφα ο κόσμος εκδηλώνεται με τη συνείδηση. Το «γίγνεσθαι» του κόσμου μεταφέρεται και στη συνείδηση, γιατί ο κόσμος και η συνείδηση συνυπάρχουν. Έτσι αβίαστα και απλά συμπεραίνουμε πως η συνύπαρξη της συνείδησης και του αντικειμενικού κόσμου εξασφαλίζει τη δυνατότητα για γνώση.

Υποσημειώσεις

1. Εδώ την έννοια της αλήθειας την ταυτίζουμε με την απόλυτη γνώση.
2. Αν θέλουμε, οπωσδήποτε να δώσουμε νόημα στο προηγούμενο ερώτημα, το μόνο που μπορούμε να σκεφτούμε είναι η πιθανότητα δυνατότητας του κόσμου να δημιουργήσει συνείδηση, η οποία να εξασφαλίσει την εκδήλωση της ύπαρξής του.

Βιβλιογραφία

Kant, I.: *Kritik der reinen Vernunft*, 1781.

Mach, E.: *Knowledge and error: sketches on the psychology of enquiry*, 1926, Dirdrecht.

Poincaré, H.: *Science and method*, 1952, Dover, London.

Russell B.: *History of western philosophy*, 1946, Allen and Unwin, London.

Ο ρυθμός της Δημοσίας Διοικήσεως

Γεώργιος Ντοκόπουλος

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων,
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψις

Ο Ρυθμός της Ελληνικής Δημοσίας Διοικήσεως[1] αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα, για το οποίο μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί ικανοποιητική λύσις, παρ' όλες τις προσπάθειες που έχουν καταβληθεί. Η έλλειψις αποτελεσματικού συντονισμού, η επάνδρωσις των διοικητικών δομών και η πολυνομία είναι τα τρία χαρακτηριστικά, τα οποία εξετάζονται στην παρούσα μελέτη.

1. Εισαγωγή

Ο Ρυθμός είναι μία έννοια, η οποία διαπνέει όλες τις ατομικές και κοινωνικές εκδηλώσεις.

Αν μπορούσε να φαντασθεί κανείς την Διοίκησι σαν ένα τεράστιο οικοδόμημα, τί ρυθμό θα μπορούσε να της αποδώσει από αρχιτεκτονική άποψι; Στο αχανές αυτό κατασκεύασμα και στις τέσσερις διαστάσεις του, όπου η διάστασις χρόνος λειτουργεί αυξητικά, αφού προστίθενται αδιάκοπα νέες δομές, είναι αδύνατο να δοθεί ένας συγκεκριμένος ρυθμός. Αποτελείται μάλλον από ένα συνονθύλευμα ετεροκλήτων ρυθμών, ένα ακαλαίσθητο ροκοκό, όπου το κλασσικό αναμιγνύεται με το νεοκλασσικό, το

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 701-712
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 701-712

μοντέρνο με το μεταμοντέρνο και το κιτς, σε ένα σύνολο προχειροκακοφτειαγμένο, που χαρακτηρίζεται από παντελή έλλειψη αρμονίας, με καταφανή τα σημάδια της φθοράς, ενώ η κύρια εντύπωση, την οποία δημιουργεί, είναι αυτή ενός όγκου σκοτεινού, απωθητικού και συγχρόνως απειλητικού. Η εσωτερική του διαρρύθμιση αποτελεί έναν ιλιγγιώδη λαβύρινθο, όπου αυτός, ο οποίος θα αναγκασθεί να μπει και να διασχίσει τους διαδρόμους του, κινδυνεύει να χαθεί, έστω και αν διαθέτει τον μίτο της Αριάδνης. Δυστυχώς, όλοι λίγο ή πολύ, αργά ή γρήγορα, είμαστε υποχρεωμένοι να εισέλθουμε σ' αυτόν τον χώρο, από τον οποίο θα χρειασθεί αρκετή μέχρι πολλή τύχη για να βγούμε χωρίς δυσάρεστες εκπλήξεις, που επιφυλάσσουν οι απανταχού ελλοχεύοντες Μινώταυροι[2]. Για τους άτυχους επιφυλάσσεται άλλη μοίρα!

Για να προσδιορίσουμε τον μουσικό ρυθμό της Διοικήσεως, τα πράγματα γίνονται πιο δύσκολα. Αν την φανταστούμε σαν μία κολοσσιαία ορχήστρα, που συνοδεύεται από μία αντίστοιχη χορωδία, θα διαπιστώσουμε ότι αποτελείται από επί μέρους ορχήστρες και χορωδίες, οι οποίες αποτελούν υποσύνολα με ιδιαίτερο διευθυντή, ενώ υπάρχει και ένας διευθυντής του συνόλου. Το αποτέλεσμα είναι απογοητευτικό. Γενική αρρυθμία, έλλειψις συντονισμού, δυσαρμονία, κακοφωνία. Ο γενικός διευθυντής αδυνατεί να εναρμονίσει τις ενέργειες των διευθυντών[3]. Ακόμη και όταν οι τελευταίοι καταβάλλουν συνδυασμένες και φιλότιμες προσπάθειες οι βελτιώσεις είναι πενιχρές. Όμως αυτό αποτελεί την εξαίρεσι, γιατί πολλές φορές οι διευθυντές αρέσκονται να παίζουν επαναλήψεις ή παραλλαγές του κυρίου θέματος, αγνοώντας τόσο τον γενικό διευθυντή, όσο και τους υπολοίπους διευθυντές. Όσον αφορά τώρα στους εκτελεστές, οι μεν μουσικοί έχουν συχνά τους δικούς τους ρυθμούς, γιατί από άγνοια ή από αδιαφορία δεν έχουν στο αναλόγιό τους την κατάλληλη παρτιτούρα για το έργο ή το όργανό τους, με αποτέλεσμα να παίζουν φάλτσα ή άλλο σκοπό, πολλές φορές μάλιστα, λόγω ανίας, δεν παίζουν ή ξεκουράζονται για μερικά μέτρα, οι δε χορωδοί επί πλέον των ιδιαιτέρων ρυθμών, που και αυτοί έχουν, συχνά διαβάζουν άλλο κείμενο του ιδίου ή και άλλου έργου από αυτό που παίζεται στην συγκεκριμένη στιγμή[4]. Η κα-

τάστασις αυτή διαιωνίζεται, γιατί η θέσις μουσικών και χορωδών είναι εξασφαλισμένη και οι αλλαγές ή οι απομακρύνσεις από την ορχήστρα εξαιρετικά δύσκολες[5]. Έτσι τα θύματα είναι το κοινό, το οποίο είναι υποχρεωμένο να πληρώνει το εισιτήριό του άσχετα με την απόδοσι των θεραπόντων ή μάλλον εκτελεστών (και με τις δύο έννοιες) της Τερψιχόρης και χωρίς πιθανότητα επιστροφής έστω και μέρους του εισιτηρίου[6]. Αλλά και οι κριτικοί, οι οποίοι διαπιστώνουν τις παραφωνίες, λίγη επίδρασι έχουν επί της αποδόσεως του συνόλου[7].

Τέλος, αν προσπαθούσαμε να χαρακτηρίσουμε τον ρυθμό του λόγου της Διοικήσεως, το επιχείρημα θα κατέληγε σε παταγώδη αποτυχία, γιατί ο διοικητικός λόγος δεν έχει μέτρο και είναι ακατανόητος, αντιφατικός, διφορούμενος, σκοτεινός, γεμάτος διεξόδους και παγίδες, συγχρόνως δε χαρακτηρίζεται ως συντριπτικός σε όγκο, χωρίς συνοχή, αλληλοεπικαλυπτόμενος, αλληλοαναιρούμενος, συνεχώς μεταβάλλοντας περιεχόμενο και ύφος. Θα μπορούσε κανείς να φανταστεί την Διοίκησι σαν μία πελώρια Βίβλο με αμέτρητες σελίδες, στις οποίες προστίθενται διαρκώς νέες, πολλές από τις οποίες καταργούν ή τροποποιούν παλαιότερες, συχνά πολύ πρόσφατες, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα είδος κολλάζ και να επικρατεί μία διάχυτη, αλλά έντονη αταξία, αστάθεια, αμφιβολία για το τί μένει, τί φεύγει και αν αυτό που μένει, θα συνεχίσει να μένει για καιρό ή θα φύγει και αυτό έπειτα από λίγο, αν αυτό που είναι γραμμένο, έχει μία ή περισσότερες έννοιες, ή ερμηνείες, αν αυτός που το έγραψε το εννοούσε πράγματι ή μήπως ήθελε να πει κάτι άλλο, το οποίο δεν εξεδήλωσε και ποία τέλος πάντων είναι η πραγματική του βούλησις και τί γίνεται με τους διαφόρους Γραμματείς, Φαρισαίους και άλλους ερμηνευτές της Βίβλου, από τους οποίους ο καθένας επιμένει να δώσει την δική του εξήγησι;

Όλα αυτά φανερώνουν όχι μόνο πλήρη έλλειψι ρυθμού, αλλά παρουσιάζουν έναν κοινό χαρακτηριστικό: το χάος. Πώς είναι δυνατόν λοιπόν να μιλά κανείς για ρυθμούς στην Διοίκησι; Και όμως υπάρχουν ρυθμοί, έστω και αν πρόκειται μάλλον για αντιρρυθμούς ή ρυθμούς προς λάθος κατεύθυνσι ή άλλως ρυθμούς προς το χειρότερο. Ο ρυθμός δεν είναι απαραίτητο να είναι θετικός, δημιουργικός, παραγωγικός, μπορεί κάλλιστα να εί-

ναι αρνητικός, παθολογικός, καταστροφικός. Οι τρεις ρυθμοί, που αναφέρθηκαν από τον χώρο των τεχνών, αντιπροσωπεύουν τρία σημαντικά προβλήματα της Δημοσίας Διοικήσεως: το πρόβλημα των δομών, το πρόβλημα του προσωπικού και το πρόβλημα της πολυνομίας. Τρεις μυθικές λέξεις χαρακτηρίζουν τον προβληματισμό μας: Λαβύρινθος, Λεβιάθαν[8], Βαβέλ.

2. Οι δομές

Με την είσοδο της δεκαετίας του '70 παρατηρείται στην χώρα μας ένας οργανωτικός οργασμός σε κρατικό επίπεδο. Ολόκληροι τομείς της Δημοσίας Διοικήσεως αλλάζουν οργανωτικό μανδύα και υπάγονται στο ιδιωτικό δίκαιο, νέοι δημόσιοι ή ιδιωτικοί οργανισμοί, υπηρεσίες, επιχειρήσεις ιδρύονται. Οι νέες διοικητικές δομές φυτρώνουν σαν τα μανιτάρια σε όλους τους κοινωνικούς τομείς και ιδιαίτερα στην οικονομία, χωρίς προγραμματισμό, δημιουργήματα ενός Κράτους, το οποίο έχει καταληφθεί από μία μεγαλομανία και δείχνει να πιστεύει, ότι η πρόοδος και το μέλλον της κοινωνίας εξαρτώνται από αυτό και μόνον. Η κατάστασις αυτή συνεχίσθηκε με ξέφρενους ρυθμούς και κατά την δεκαετία του '80 με αποτέλεσμα σήμερα το Κράτος ν'αποτελεί τον μεγαλύτερο έμπορο και βιομήχανο, τον μεγαλύτερο αθλητικό παράγοντα, τον μεγαλύτερο μεταφορέα, τον μεγαλύτερο θεατρικό και μουσικό επιχειρηματία, ενώ καμμία σχεδόν οικονομική, αθλητική, εκπαιδευτική ή πολιτιστική δραστηριότητα δεν ξεφεύγει από την ρυθμιστική του εξουσία[9].

Όμως ο υπερταχύς ρυθμός αναπτύξεως των διοικητικών δομών, απεδείχθη αντιστρόφως ανάλογος προς τον ρυθμό αποδόσεως ή παραγωγικότητος των δομών αυτών. Αν, τουλάχιστον στην αρχή, η δημιουργία αυτή είχε σαν σκοπό τον εκσυγχρονισμό της Δημοσίας Διοικήσεως, ώστε ν'ανταποκριθεί στις αυξημένες ανάγκες της μεταβιομηχανικής κοινωνίας, ο σκοπός αυτός δεν επετεύχθη και δεν είναι σίγουρο αν ποτέ θα επιτευχθεί. Οι λόγοι είναι πολλοί. Θα αναφερθώ σε δύο από τους πλέον σημαντικούς:

α) Η έλλειψις *αποτελεσματικού συντονισμού* υπήρξε πάντα το αδύνατο σημείο της πολιτικής και διοικητικής ηγεσίας της χώ-

ρας μας. Οι αλληλεπικαλύψεις αρμοδιοτήτων, η έλλειψις ουσιαστικής συνεργασίας και η ανυπαρξία προγραμματισμού στο επίπεδο Υπουργείων, δημιουργούν ανυπέρβλητα προβλήματα στην απόδοσι των διοικητικών δομών, με αποτέλεσμα τις αποσπασματικές αποφάσεις και ενέργειες, αυτές δηλαδή που αφορούν σε ένα συγκεκριμένο τομέα, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν οι ανάγκες των άλλων τομέων ή οι επιπτώσεις σ'αυτούς.

β) Η έλλειψις *ορθολογικής εωτερικής οργανώσεως* είναι αποτέλεσμα της προχειρότητος, με την οποία δημιουργήθηκαν οι διοικητικές δομές. Η εσωτερική τους οργάνωσις παραμένει ασαφής, οι αρμοδιότητες είναι πολλές φορές συγκεχυμένες, ο τεχνικός εξοπλισμός πεπαλαιωμένος, το νομικό πλαίσιο απηρχαιωμένο, το αυτό διοικητικό έργο κατανέμεται σε πολλές επί μέρους μονάδες, ο έλεγχος της διοικητικής δράσεως είναι αναποτελεσματικός, όλα αυτά δίνουν τροφή για την ανάπτυξι και διαιώνισι αυτού που κοινώς αποκαλούμε γραφειοκρατικό τέρας, το οποίο αυτάρεσκα και χαιρέκακα σπρώχνει τον πολίτη στα βάθη του διοικητικού δαιδάλου, ή τον χρησιμοποιεί σαν ένα μπαλλάκι του πίνγκ-πόνγκ, που παίζεται ταυτόχρονα σε πολλά τραπέζια, ενώ συγχρόνως υπονομεύει τα θεμέλια της πολιτικής εξουσίας, η οποία χωρίς βούλησι και σθένος αποδεικνύεται ανίκανη να το τιθασσεύσει (θα μπορούσε άραγε ο Ηρακλής να νικήσει την Λερναία Ύδρα αν στην θέσι κάθε κεφαλιού που έκοβε εφύτρωναν πέντε;)

3. Η επάνδρωσις των δομών

Ο ρυθμός δημιουργίας, αλλά και η προχειρότης στην οργάνωσι των διοικητικών δομών συνοδεύτηκε από έναν ακόμη ταχύτερο ρυθμό, αλλά και προχειρότητα, στελεχώσεώς τους[10]. Ο ρυθμός όμως αυτός, ο οποίος ήταν δυστυχώς μόνον ποσοτικός χωρίς μέριμνα για το ποιοτικό επίπεδο των νέων στελεχών, είχε διπλό αρνητικό αντίκτυπο, αφ'ενός μειώνοντας την ήδη πτωχή απόδοσι των διοικητικών υπηρεσιών και αφ'ετέρου αυξάνοντας την δημόσια δαπάνη για την πληρωμή μισθών.

Στην δεκαετία κυρίως του '80 παρατηρείται μία άναρχη επάνδρωσις των διοικητικών δομών, αποτέλεσμα των πελατειακών

επιδιώξεων των πολιτικών δυνάμεων. Ο δημόσιος χώρος ανακηρύσσεται σε πεδίο εκπληρώσεως προεκλογικών και μετεκλογικών υποσχέσεων και σε πραγματικό δέλεαρ για μία κοινωνία χωρίς πολλές φιλοδοξίες, της οποίας το όνειρο φαίνεται να είναι ο διορισμός σε μία θέσι μόνιμη, προφυλαγμένη από οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες, από όπου με την άνεσί της θα μπορέσει να προσφέρει το ελάχιστον δυνατόν των υπηρεσιών που θα της ζητούνται. Με αυτόν τον τρόπο, η Διοίκησις πλημμύρισε από υπεράριθμα στελέχη χωρίς τα απαιτούμενα προσόντα, τα οποία επιδίδονται κυρίως στην απόλαυσι των προνομίων τους και δεν επιδεικνύουν ιδιαίτερη προθυμία ν' αναλάβουν στον απαιτούμενο βαθμό τις σημαντικές ευθύνες που η σύγχρονη κοινωνία απαιτεί από τον διαχειριστή της.

Συγχρόνως, η εκάστοτε πολιτική ηγεσία αποδεικνύεται ανίκανη να εκσυγχρονίσει, ορθολογίσει και ελέγξει αυτό το τέρας που η ίδια δημιούργησε. Οι θριαμβευτικά αναγγελλόμενες διοικητικές μεταρρυθμίσεις[11] είναι κατά κανόνα καταδικασμένες σε αποτυχία, οι δε νόμοι, οι οποίοι αφορούν στην οργάνωσι και λειτουργία των δημοσίων υπηρεσιών και οργάνων αντικαθίστανται ή τροποποιούνται λίγο μετά την έκδοσί τους[12], όταν δηλαδή φανεί η αδυναμία τους να επιφέρουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

4. Η πολυνομία

Η χαριστική βολή προέρχεται από την ακατασχετονομία, αλλά και ακατασχετολογία (ας μου συγχωρεθούν οι νεολογισμοί), που διακρίνουν όχι μόνον την οργάνωσι και λειτουργία των διοικητικών δομών, αλλά και το νομικό πλαίσιο της ρυθμίσεως από την Διοίκησι των διαφόρων κοινωνικών τομέων και δραστηριοτήτων. Νόμοι μακροσκελείς, άρθρα και παράγραφοι υπερβολικά σε μέγεθος και πυκνότητα, συνεχείς παραπομπές σε άλλες διατάξεις, τροποποιήσεις, καταργήσεις, επαναφορές σε ισχύ κατηργημένων ή τροποποιημένων διατάξεων ή και ολόκληρων νομοθετημάτων[13], διατάξεις άσχετες με το κύριο αντικείμενο του νομοθετήματος, οι οποίες πολλές φορές εμφανίζονται ταχυδακτυλουργικά με τρόπο που θα εξέπλησσε και αυτόν τον Μεγά-

λο Χουντίνι, φράσεις υπερμήκεις, σκοτεινές στο νόημα, που επιδέχονται διάφορες ερμηνείες, γλώσσα ξύλινη, όλα αυτά έχουν πολύ συχνά σαν αποτέλεσμα την δημιουργία καταστάσεων πλήρους συγχύσεως, με επακόλουθο την εσφαλμένη εφαρμογή διατάξεων και την ταλαιπωρία πολιτών, αλλά και των δικαστών, οι οποίοι καλούνται σε τελική ανάλυσι να προσδιορίσουν το πραγματικό τους νόημα. Οι λύσεις στα κοινωνικά, οικονομικά κ.λπ. προβλήματα δεν δίνονται επιτυχώς με διεξοδικά και λεπτομερή νομοθετήματα, τα οποία φιλοδοξούν να ρυθμίσουν τα πάντα. Πρέπει να επιτρέπεται στις κοινωνικές δυνάμεις να δίνουν οι ίδιες λύσεις, υπό την επίβλεψι μάλλον, παρά την ασφυκτική κρατική επέμβασι, η οποία κυρίως προβλήματα προκαλεί.

5. Συμπέρασμα

Λαβύρινθος, Λεβιάθαν, Βαβέλ, τρεις λέξεις, οι οποίες αντλούνται από την μυθολογία και που αποτελούν τρία κατ' εξοχήν χαρακτηριστικά της σημερινής Δημοσίας Διοικήσεως: υπερπολυπλοκότης, γιγαντισμός, ανεπικοινωνία, τα οποία είναι και υπεύθυνα για την υποπαραγωγικότητα, αναρμοδιότητα, ανευθυνότητα και ανικανότητά της να επιτρέψει στην χώρα μας να ξεφύγει από την διολίσθησί της προς τον Τρίτο Κόσμο, όπου με τα σημερινά δεδομένα οδηγείται με αυξανόμενη ταχύτητα.

Οι ιλιγγιώδεις ρυθμοί αυξήσεως δομών και στελεχών –που σήμερα βέβαια έχουν περιορισθεί, αλλά το κακό έχει ήδη επέλθει– πλέον των χαμηλών ρυθμών αποδόσεως και παραγωγικότητος, είναι κύριοι υπαίτιοι των εξ ίσου ιλιγγιωδών δημοσίων ελλειμμάτων, της μαύρης τρύπας του προϋπολογισμού, του πληθωρισμού, του χαμηλού ρυθμού παραγωγικών επενδύσεων, της αδυναμίας προσελκύσεως σημαντικών κεφαλαίων από το εξωτερικό.

Οι υπαίτιοι είναι σε όλους μας γνωστοί, οι αναλύσεις και οι κριτικές είναι πολυάριθμες, είναι αυτοί που απαρτίζουν την πολιτική ηγεσία της πολιτείας, οι πρώην, οι νύν, αλλά –όπως φαίνεται– και οι μελλοντικοί. Δεν είχαν ποτέ τους ούτε την θέλησι ούτε το θάρρος για να δώσουν την αναγκαία λύσι[14]. Το πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα η χώρα μας και το οποίο ονομάζεται Δημοσία Διοίκησις σε όλες τις μορφές και παραλλαγές

της, είναι το σημαντικώτερο στην σύγχρονη ιστορία της. Είναι πολύ πιο σοβαρό και από τα τρέχοντα εκ του εξωτερικού προβλήματα. Και αυτό δεν αποτελεί υπερβολή, γιατί δεν συμπορευόμασθε με τους εταίρους μας της Ευρωπαϊκής Ενώσεως των 15 -ήδη οι οικονομικοί ρυθμοί της χώρας μας είναι τέτοιοι, ώστε να βρισκόμαστε στην τελευταία θέσι, αρκετά μακρυά από τον προτελευταίο. Πώς από αυτή την θέσι θα αντιμετωπισθούν εσωτερικά και εξωτερικά προβλήματα;

Για την εκπλήρωσι των στόχων και των οραμάτων της κοινωνίας μας μία ικανή, αποδοτική, αποτελεσματική, κατάλληλα στελεχωμένη και εξοπλισμένη Δημοσία Διοίκησις, αποφασισμένη να δεχθεί τις πολυάριθμες και πολύπλοκες σύγχρονες προκλήσεις και να κερδίσει, αποτελεί αναμφισβήτητα την υπ' αριθμόν ένα προτεραιότητα της πολιτικής ηγεσίας. Αν αυτό ακούγεται ουτοπικό για την Ελληνική Δημοσία Διοίκησι, το μόνο που μένει είναι η προσευχή και ο εξορκισμός.

Υποσημειώσεις

1. Το παρόν κείμενο έχει τις ρίζες του σε ανακοίνωσι, που έγινε στο 17ο Διεπιστημονικό Συμπόσιο του Πανεπιστημίου Πειραιώς (1996) με θέμα «Ο Ρυθμός». Έκτοτε έχουν επέλθει αρκετές αλλαγές και μεταρρυθμίσεις, όμως η γενική εικόνα της Δημοσίας Διοικήσεως, έτσι όπως την αντιλαμβάνεται ο σύγχρονος διοικούμενος, δεν έχει αλλάξει ουσιαστικά.
2. Δεν πρόκειται βέβαια για σαρκοφάγους, αλλά μάλλον για ...ψυχοφάγους Μινώταυρους, οι οποίοι κάνουν το παν για να αποπροσανατολίσουν τον ήδη χαμένο διοικούμενο με επιπρόσθετες και άχρηστες διαδικασίες, αυθαίρετες και εσφαλμένες ερμηνείες διατάξεων, χρονοβόρες παραπομπές και άλλα τεχνάσματα.
3. Ο Πρωθυπουργός είναι αυτός που διαλέγει τους Υπουργούς του, όμως η επιλογές του γίνονται βάσει πολιτικών κριτηρίων και αποσκοπούν στην εξασφάλισι ισορροπιών στο κόμμα και την Κυβέρνησι, πράγμα που σημαίνει, ότι δεν είναι πάντα αξιοκρατικές. Το ίδιο συμβαίνει με τις επιλογές των συνεργατών των Υπουργών. Οι δε κυβερνητικοί ανασχηματισμοί που επιχειρούνται από καιρού εις καιρόν δεν αλλάζουν το σκηνικό.
4. Έστω και αν οι χαρακτηρισμοί είναι αυθαίρετοι, οι μουσικοί θα μπορούσαν να αντιστοιχούν στα διοικητικά εκτελεστικά όργανα, ενώ οι χορωδοί στα διοικητικά συμβουλευτικά ή γνωμοδοτικά όργανα
5. Η μονιμότητα των δημοσίων υπαλλήλων αποτελεί βέβαια ένα προστατευτικό τείχος κατά των αυθαιρεσιών της εκάστοτε πολιτικής εξουσίας απέ-

ναντι στο προσωπικό της Δημοσίας Διοικήσεως, στην λειτουργία της οποίας όμως ενεργεί σαν μία ισχυρά τροχοπέδη, ένεκα της νοοτροπίας που δημιουργεί αυτή η υπερπροστασία στα στελέχη της. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές συζητήσεις για το θέμα αυτό, χωρίς όμως να έχει ληφθεί κάποια πολιτική απόφασις. Πάντως εάν η συνταγματικά προστατευόμενη μονιμότητα, είναι μοναδική σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αυτό δεν σημαίνει ότι στα άλλα κράτη της Ευρωπαϊκής Ενώσεως οι δημόσιοι υπάλληλοι έχουν λιγώτερες εγγυήσεις όσον αφορά στην υπηρεσιακή τους κατάστασι.

6. Σημαντικώτατο μέρος των φόρων που πληρώνουν οι διοικούμενοι χρησιμοποιείται για την πληρωμή μισθών των διοικητικών υπαλλήλων, ο αριθμός των οποίων (απόλυτα δυσανάλογος προς τις πραγματικές ανάγκες του Κράτους και των δημοσίων οργανισμών), καθώς και η ποιότητά τους (χαμηλή έως ακατάλληλη για τις λειτουργικές ανάγκες της συχρόνου Δημοσίας Διοικήσεως) εναπόκειται στην αποκλειστική κρίσι των διοικούντων, από την οποία όμως αποκλείονται αυτοί που επωμίζονται το οικονομικό βάρος.

7. Η αποτελεσματικότητα του ελέγχου, τον οποίο ασκεί η διοικητική δικαιοσύνη επί της διοικητικής δράσεως προσκρούει σε ωρισμένα εμπόδια, όπως η μακροχρόνια εκδίκασις των διοικητικών προσφυγών, το ύψος των δικαστικών δαπανών, καθώς και η απροθυμία της Δημοσίας Διοικήσεως να συμμορφώνεται προς τις αποφάσεις των δικαστηρίων παρά την συνταγματική επιταγή (άρθρο 95 παρ. 5).

8. Ο πλέον γνωστός Λεβιάθαν είναι αυτός της Βίβλου και έχει την μορφή ενός υπερμεγέθους θαλάσσιου ερπετού ή μιας τεράστιας φάλαινας. Όμως στην θεωρία περί Κράτους του Άγγλου πολιτικού φιλόσοφου Thomas Hobbes συναντάμε και έναν άλλο Λεβιάθαν, που έχει την μορφή ενός κολοσσιαίου όντος, το οποίο αποτελείται από άπειρα μικροσκοπικά ανθρωπάκια κολλημένα μεταξύ τους. Ο Λεβιάθαν αυτός, που δεν είναι άλλος από το Κράτος, εκφράζει επιτυχέστερα την Δημοσία Διοίκησι, η οποία αποτελεί ένα πραγματικό κράτος μέσα στο Κράτος, έναν γίγαντα που δύσκολα ελέγχεται και πολύ πιο δύσκολα τιθασεύεται (βλ. Thomas Hobbes, Leviathan or the Matter, Form and Power of a Commonwealth, Ecclesiastical and Civil, 1651).

9. Έτσι δημιουργήθηκε ένας απέραντος δημόσιος χώρος, η έκτασις του οποίου δεν είναι μόνον εξωφρενική, είναι απόλυτα δυσανάλογη σε σχέσι με τις ανάγκες μιας μικρής χώρας, διότι πέραν της κεντρικής Διοικήσεως (Υπουργεία κ.λπ.) και των δημοσίων νομικών προσώπων, περιλαμβάνει και ένα γαλαξία ιδιωτικών νομικών προσώπων, τα οποία ιδρύονται από το Κράτος για να εξυπηρετήσουν οικονομικούς, επιχειρηματικούς, αναπτυξιακούς, κοινωνικούς, ερευνητικούς, μορφωτικούς πολιτιστικούς κ.ά. σκοπούς. Οι ιδιωτικοί αυτοί οργανισμοί μαζί με τους δημοσίους σχηματίζουν τον λεγόμενο «δημόσιο τομέα», ο οποίος όμως στο

σύνολό του δημιουργεί σημαντικά ελλείμματα, τα οποία καλούνται να καλύψουν οι φορολογούμενοι.

10. Οι παροτρύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μείωσι του προσωπικού της Διοικήσεως δείχνουν την σοβαρότητα του θέματος. Αλλά και οι δημόσιες επιχειρήσεις διαθέτουν υπεράριθμο προσωπικό, γεγονός το οποίο θα απειλήσει την βιωσιμότητά τους σε καθεστώς ελεύθερης αγοράς. Ο λόγος κυρίως για την Ολυμπιακή Αεροπορία.. Πλην της ΔΕΗ του ΟΤΕ και των κρατικών τραπεζών οι υπόλοιπες δημόσιες επιχειρήσεις είναι ελλειμματικές και επιχορηγούνται από τον δημόσιο προϋπολογισμό.
11. Οι πιο συνηθισμένες είναι αυτές, που στοχεύουν στην «πάταξι της γραφειοκρατίας» και στην «απλούστευσι των διοικητικών διαδικασιών». Όμως η πραγματικότητα που βιώνουν καθημερινά οι διοικούμενοι, απέχει πολύ από τις εξαγγελίες και προσδοκίες της πολιτικής ηγεσίας της Δημοσίας Διοικήσεως.
12. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό του Υπαλληλικού Κώδικα του 1952, ο οποίος ετροποποιείτο επί 50 χρόνια! Το 2000 ψηφίσθηκε νέος Κώδικας, αλλά και αυτός άρχισε να τροποποιείται λίγο μετά την έκδοσί του, γίνεται δε πρόσφατα λόγος για αντικατάστασί του.
13. Η τόσο απαραίτητη κωδικοποίησις νόμων αγνοείται συστηματικά.
14. Οι πολυάριθμοι οργανωτικοί νόμοι που ψηφίζει το Κοινοβούλιό μας δεν τολμούν να «βάλουν το μαχαίρι στο κόκκαλο», αλλά περιορίζονται στην ρύθμισι επί μέρους ζητημάτων, οι δε κυβερνητικές εξαγγελίες για την πάταξι της γραφειοκρατίας, της υποπαραγωγικότητος και της διαφθοράς έχουν καταντήσει να είναι «γραφικές», αφού τίποτα δεν αλλάζει!...

Βιβλιογραφία

Chevallier, J. et Loschak, D.: *Science Administrative*, L.G.D.J., Paris, 1978.

Δαγτόγλου, Π.-Δ.: *Γενικό Διοικητικό Δίκαιο*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 2004.

Κοϊμτζόγλου, Ι.: *Η αρχή της αξιοκρατίας στο Δημόσιο Δίκαιο*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα 2003.

Μακρυδημήτρης, Α.: *Μαθήματα Διοικητικής Επιστήμης*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 1986.

Μακρυδημήτρης, Α.: *Προβλήματα Διοικητικής Μεταρρύθμισης*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 1995.

Μοίρα-Μυλωνοπούλου, Π.: *Οι Δημόσιοι Υπάλληλοι. Κοινωνιολογική προσέγγιση*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 1998.

Παναγόπουλος, Θ.: *Εγχειρίδιο Υπαλληλικού Δικαίου*, Α. Σταμούλης, 2003.

Παναγοπούλου, Μ.-Ε.: *Η Συνταγματική κατοχύρωση της μονιμότητος των δ.υ. και η νομολογιακή επεξεργασία του θεσμού*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 1986.

Παυλόπουλος, Π.: *Μαθήματα Διοικητικής Επιστήμης Ι*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 1985.

Τάχος, Α.-Ι.: *Διοικητική Επιστήμη*, Α. Σάκκουλας, Θεσσαλονίκη, 1985.

Τάχος, Α.-Ι.: *Ελληνικό Διοικητικό Δίκαιο*, Α. Σάκκουλας, Θεσσαλονίκη, 1993.

Χρυσανθάκης, Χ.: *Τα συστήματα προσλήψεως των δημοσίων υπαλλήλων*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 2001.

Χρυσανθάκης, Χ.: Τα κριτήρια στελέχωσης των θέσεων της Δημοσίας Διοίκησης, *Επιθεώρηση Δημοσίου Δικαίου*, τεύχος 153, 1995.

Encoding pointed maps by double occurrence words

P. Ossona de Mendez and P. Rosenstiehl

Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales
E.H.E.S.S. - C.N.R.S., Paris

Hommage à Antoine Panayatopoulos,
talentueux combinatoriste au pays de Pascal comme de Pythagore

Abstract

We show that pointed maps with m edges are in bijection with standard double occurrence words with $(m+1)$ symbols.

1. Introduction

1.1. Graphs, maps and rotation schemes

Recall that a *graph* consists of a set V (of *vertices*) and a set E (of *edges*), each edge having two *ends* (said *opposite*), each incident to a vertex. A *loop* is an edge whose ends are both incident to a same vertex.

A crossing-free drawing of a graph on a surface divides the surface into *regions*. If each region is homeomorphic to an open disk, the graph is said to be *cellularly embedded* on the surface [9].

A *map* is a graph cellularly embedded in a surface (up to

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 713–724
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 713–724

topological equivalence). A map is *pointed* if some end of some edge of the underlying graph has been distinguished (see Fig. 1). This will be displayed by a *mark* on the corresponding edge end.

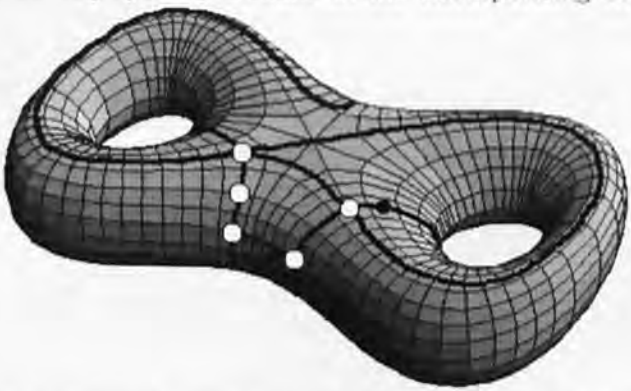


Fig. 1. A pointed map embedded on the double torus S_2

It is common and convenient to use a polygonal representation of surfaces. The standard polygonal representation of the double torus is an octagon whose sides are pairwise identified according to some labels and orientations put on each side. The use of such a polygonal representation allows a crossing free representation of any map in the plane (see Fig. 2).

A *rotation scheme* of a graph is a circular order of the incident ends of edges around each vertex of the graph. Obviously, a map on an orientable surface typologically defines a rotation scheme of the embedded graph. Less obviously, the converse is true: any rotation scheme of a connected graph G induces a unique cellular embedding of G on an orientable surface (up to orientation preserving topological equivalence). This equivalence of maps and rotation scheme, which is present in a dual form in the work of Heffter [10] and which has been extensively used by Ringel in the 50s, have been independently expressed in the primal form by Edmonds [7], popularized by Youngs [14] and further generalized by Gross and Alpert [8]. According to this equivalence, a map may be represented as a *normal drawing* in the plane (that is: a drawing where two edges may cross at most once) where the rotation scheme is preserved (see Fig. 3).

Notice that the equivalence of the maps of Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3 may be asserted by checking that they define the same rotation schemes.

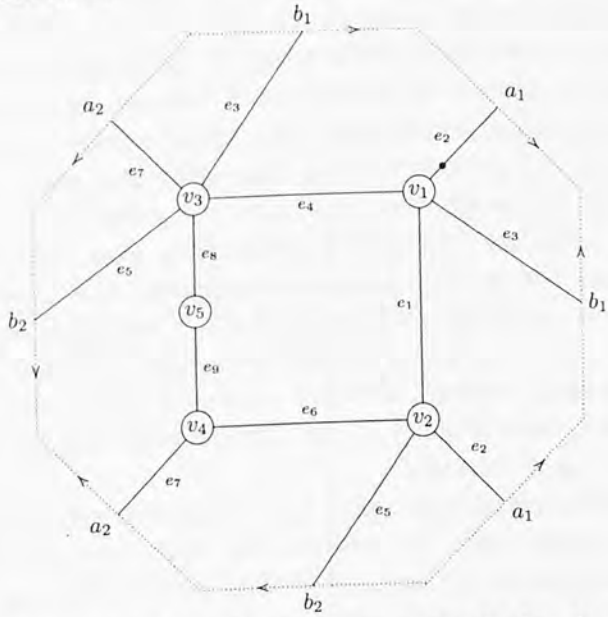


Fig. 2. The map of Fig. 1 drawn in a standard polygonal representation of the double torus

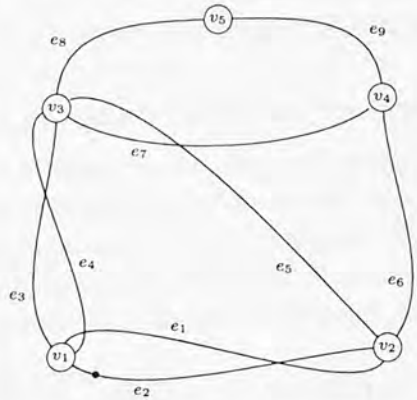


Fig. 3. A normal drawing of the pointed map of Fig. 1 in the plane

1.2. Double occurrence words

A *word* over an *alphabet* Σ (which is some set of *symbols*) is a sequence of symbols belonging to Σ. This sequence is usually noted multiplicatively ($a\ a\ b$ is a word over $\{a, b, c\}$, for instance). The *concatenation* of two words is the word formed by the sequence of symbols of the first word followed by the sequence of symbols of the second one. This concatenation is also noted multiplicatively, as it is nothing more than the mere operation of putting the words "the one after the other" as we do for symbols when we form a word. A word w over an alphabet Σ is *equivalent* to a word w' over an alphabet Σ' if their exists a one-to-one mapping which sends Σ to Σ' and w to w'. Notice that a word w using k symbols is equivalent to a unique word over a totally ordered alphabet of size k where the symbols appear (for the first time) in the word in increasing order. Such a word is said *standard*.

A *double occurrence word* is a word in which any symbol appears exactly twice. For instance, the word $a\ b\ c\ c\ a\ b$ is a double occurrence word. A double occurrence word w that may not be factorized as $w=w_1\ w_2$, where w_1 and w_2 are both non-empty double occurrence words is said to be connected. For instance, $a\ b\ c\ a\ c\ b$ is connected, but $a\ b\ b\ a\ c\ d\ c\ d$ is not, as it is the concatenation of $a\ b\ b\ a$ and $c\ d\ c\ d$, which are both double occurrence words.

1.3. Pointed maps and connected double occurrence words

Although it was known for years, in particular in quantum physics, that the sequence of the numbers of pointed maps with m edges is the same as the sequence of the *indecomposable involutions* (which are equivalent to standard connected double occurrence words) [6][1], no bijective proof of this numerical equivalence was known.

Our purpose is restricted to a display of our encoding and decoding algorithms enlightened by pictures. So, what may be the obviousness of each step of these algorithms we refer for a complete proof to the expository of our more general result

(may be a more obscure one) on encoding hypermaps [12][13]. As a first course, Table 1 displays the codes for the 10 pointed maps with two edges.

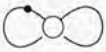
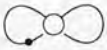
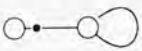
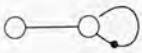
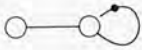
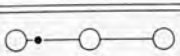
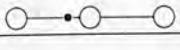
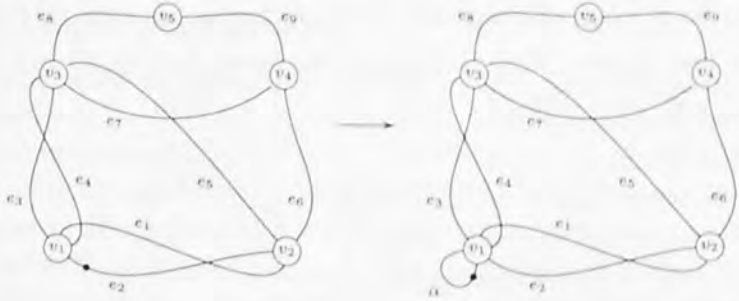
$\alpha\ a\ b\ a\ b\ \alpha$	
$\alpha\ a\ a\ b\ b\ \alpha$	
$\alpha\ a\ b\ b\ a\ \alpha$	
$\alpha\ a\ b\ \alpha\ b\ a$	
$\alpha\ a\ \alpha\ b\ b\ a$	
$\alpha\ a\ a\ b\ \alpha\ b$	
$\alpha\ a\ b\ a\ \alpha\ b$	
$\alpha\ a\ b\ b\ \alpha\ a$	
$\alpha\ a\ \alpha\ b\ a\ b$	
$\alpha\ a\ b\ \alpha\ a\ b$	

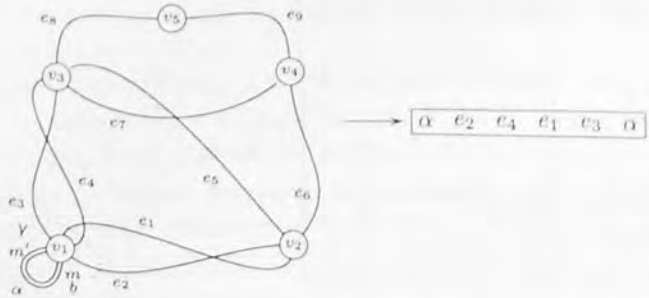
Table 1: Codes for the maps with two edges (using the alphabet $\{\alpha, a, b\}$ ordered by $\alpha<a<b$)

2. Encoding a pointed map

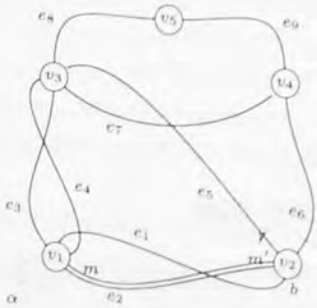
First, we add a loop "a" just before the pointed incidence and move the mark to the loop:



We call m the edge end where the mark is, m' the opposite end of the same edge, and b the edge end next to m' in the rotation order. Then we list all the edge labels encountered while traveling from b to m' around the vertex m' is incident to. So is formed a list of *visited* ends.

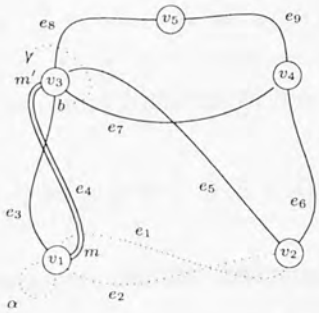


Then, m is moved to the next end of the list of visited ends, whose opposite end has not yet been visited (here the end of e_2 incident to v_1):

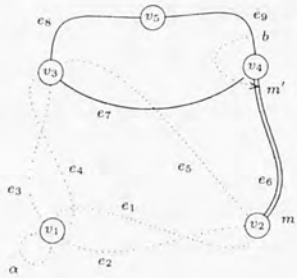


We iterate:

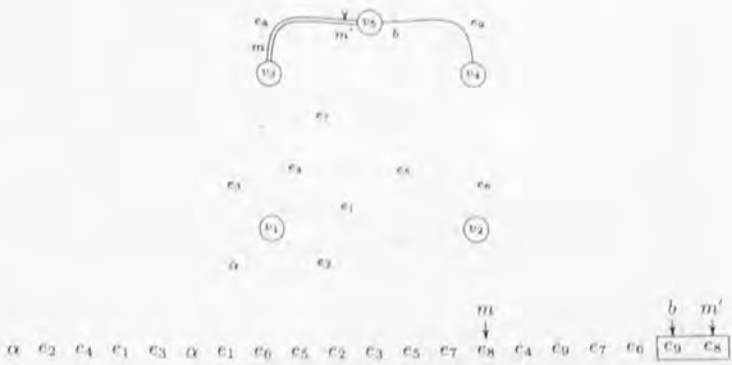
$$\alpha \quad \overset{m}{\overset{\downarrow}{e_2}} \quad e_4 \quad e_1 \quad e_3 \quad \alpha \quad \boxed{\overset{b}{\overset{\downarrow}{e_1}} \quad e_6 \quad e_5 \quad \overset{m'}{\overset{\downarrow}{e_2}}}$$



$$\alpha \quad e_2 \quad \overset{m}{\overset{\downarrow}{e_4}} \quad e_1 \quad e_3 \quad \alpha \quad e_1 \quad e_6 \quad e_5 \quad e_2 \quad \boxed{\overset{b}{\overset{\downarrow}{e_3}} \quad e_5 \quad e_7 \quad e_8 \quad \overset{m'}{\overset{\downarrow}{e_4}}}$$



$$\alpha \quad e_2 \quad e_4 \quad e_1 \quad e_3 \quad \alpha \quad e_1 \quad \overset{m}{\overset{\downarrow}{e_6}} \quad e_5 \quad e_2 \quad e_3 \quad e_5 \quad e_7 \quad e_8 \quad e_4 \quad \boxed{\overset{b}{\overset{\downarrow}{e_9}} \quad e_7 \quad \overset{m'}{\overset{\downarrow}{e_6}}}$$



This code can be put in standard form using a linearly ordered alphabet:

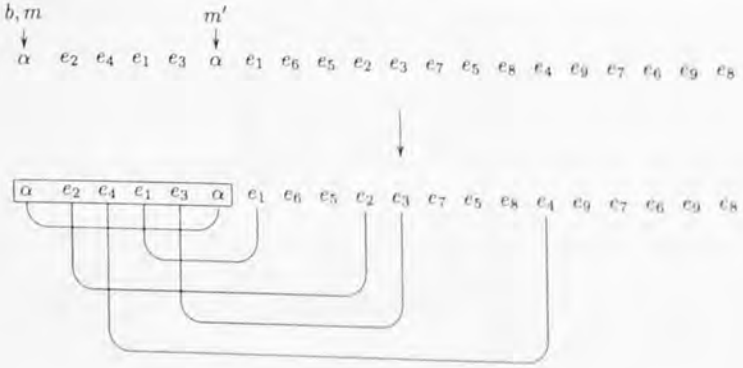
0 1 2 3 4 0 3 5 6 1 4 6 7 8 2 9 7 5 9 8

3. Decoding a connected double occurrence word

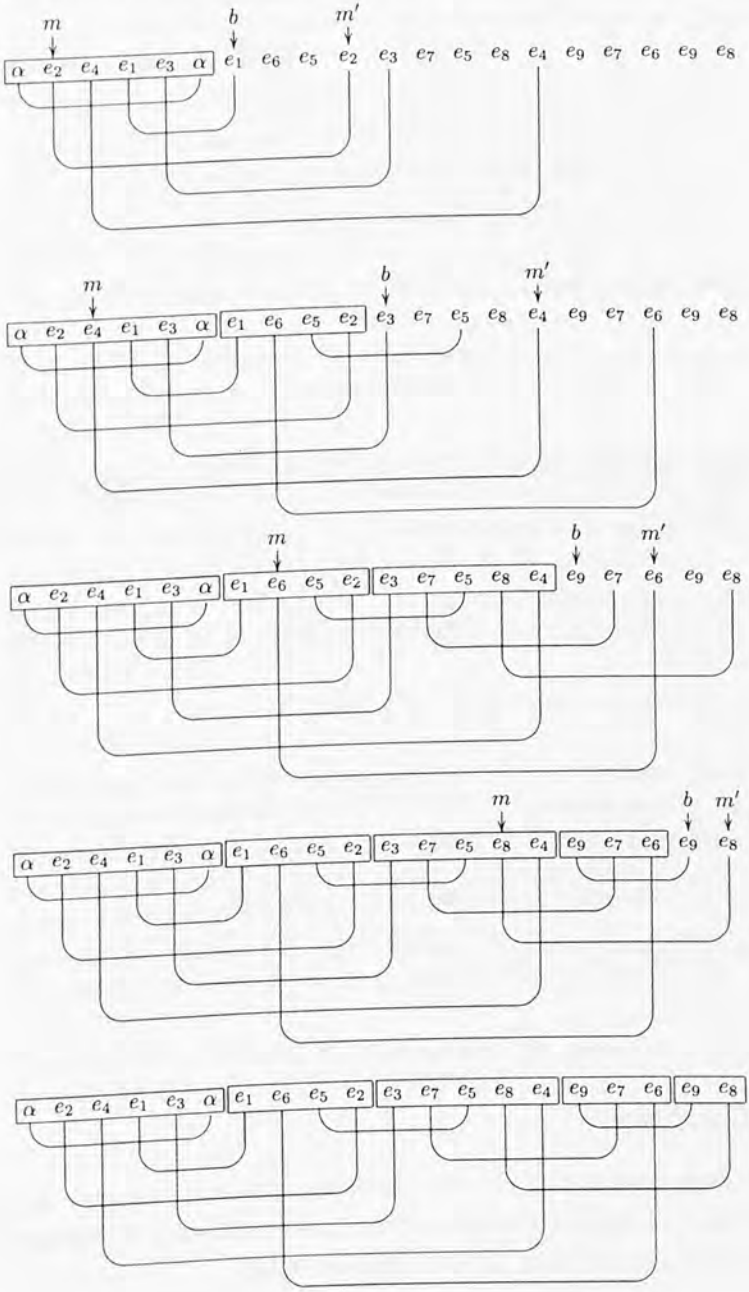
Starting from the double occurrence word, we will connect the two occurrences of each symbol and group symbols into boxes.

Let b be the leftmost symbol not in a box (here b is the first occurrence of α) and let m be the leftmost first occurrence symbol whose second occurrence m' is not in a box (here m and m' are the first and second occurrences of α).

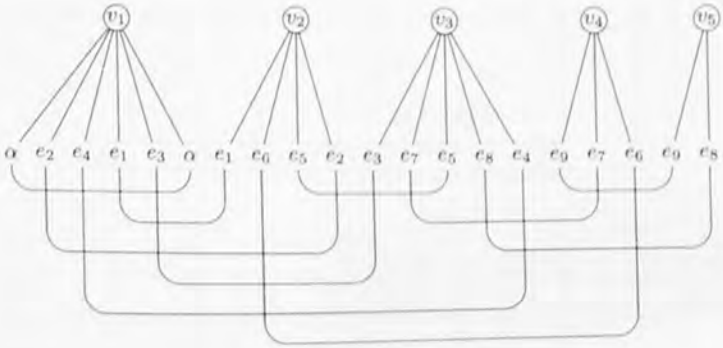
Create a box that contains all symbols from b to m' and then connect each first occurrence symbol in the box to its second occurrence (wherever it is):



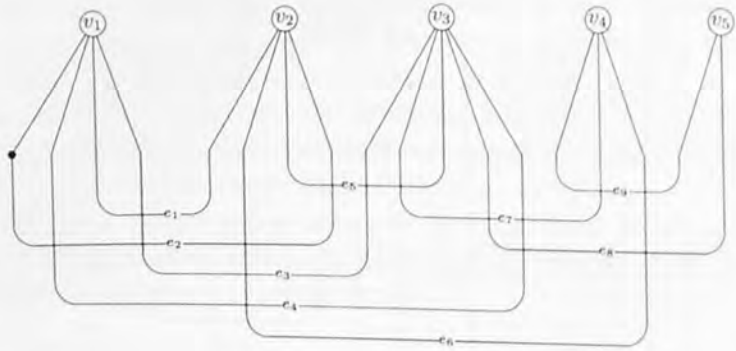
Now, b is the second occurrence of e_1, m and m' are the first and second occurrences of e_2 and we iterate:



Now, create a vertex per box and connect it to the edges symbols in the box according to their order of appearance:



Last, remove the a loop, point at the first symbol and forget the boxes:



4. Conclusion

We shall notice that, in the decoding process, the first symbol (α) plays a special «bootstrapping» rule necessary to initiate the inductive construction of the pointed map.

References

[1] Arquès, D. and Béraud, J.-F.: Rooted maps on orientable surfaces, next term Riccati's equation and continued fractions, *Discrete Mathematics* 215 (2000), no. 1-3, 1–12.

[2] Comtet, L.: Sur les coefficients de l'inverse de la série formelle $\sum_n n!t^n$, *C.R. Acad. Sci.* A275 (1972), 569–572.

[3] Comtet, L.: *Advanced combinatorics*, Reidel, 1974.

[4] Cori, R.: Un code pour les graphes planaires et ses applications, *Société Mathématique de France*, vol. 27, 1975.

[5] Cori, R. and Machì, A.: Maps, hypermaps and their automorphisms, *Expo. Math.* 10 (1992), 403–467.

[6] Cvitanović, P., Lautrup, B. and Pearson, R.B.: Number and weights of Feynman diagrams, *Physical Review* D18 (1978), no. 6, 1939–1949.

[7] Edmonds, J.: A combinatorial representation for polyhedral surfaces, *Notices of American Mathematical Society* 7 (1960), 643.

[8] Gross, J.L. and Alpert, S.R.: The topological theory of current graphs, *J. Comb. Theory Ser.* B 17 (1974), 218–233.

[9] Gross, J.L. and Tucker, T.W.: *Topological graph theory*, Wiley interscience series in dicrete mathematics and optimization, Wiley-Interscience, 1987.

[10] Heffter, L.: Über das Problem der Nachbargebiete, *Math. Ann.* 8 (1891), 17–20.

[11] Lentin, A.: Equation dans les monoïdes libres, *Mathématiques et Sciences de l'Homme*, vol. XVI, ch. 6.3, Gauthier-Villars, 1972.

[12] Ossona de Mendez, P. and Rosenstiehl, P.: Coding properties of Breadth-First Search orderings, *6ème Colloque International de Théorie des Graphes*, 2000, abstract, pp. 277–279.

[13] Ossona de Mendez, P. and Rosenstiehl, P.: Transitivity and connectivity of permutations, *Combinatorica* 24 (2004), no. 3, 487– 502.

[14] Youngs, J.W.T.: Minimal imbeddings and the genus of a graph, *J. Math. and Mech.* 12 (1963), 303–315.

Επαγωγικός Λογικός Προγραμματισμός και πρόβλεψη γονιδιακής λειτουργίας

Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος

Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζονται εφαρμογές που βασίζονται στη Μηχανική Μάθηση και τον Επαγωγικό Λογικό Προγραμματισμό για τη διευθέτηση του προβλήματος της πρόβλεψης πρωτεϊνικών λειτουργιών από ακολουθίες αμινοξέων. Οι εφαρμογές αυτές αναδεικνύουν πολλά θέματα υψηλού ενδιαφέροντος, που σχετίζονται με τη χρήση του Επαγωγικού Λογικού Προγραμματισμού. Το όραμα της επιστημονικής κοινότητας είναι η ανάπτυξη ακριβών μοντέλων για τα κύτταρα και τους ιστούς, δηλαδή συστημάτων που θα μελετούν την ανάπτυξη, αλλά ακόμα και το σύνολο όλων των οργανισμών.

1. Εισαγωγή

Δεν μπορεί να αμφισβητηθεί το γεγονός ότι το πρόσφατο παρελθόν, το παρόν, αλλά και το εγγύς μέλλον στιγματίζεται από ιδιαίτερα σημαντικές επιστημονικές στιγμές. Για πρώτη φορά στην ιστορία, ο άνθρωπος κατάφερε να έχει πρόσβαση στο σύνολο του γονιδιώματος των ζωντανών οργανισμών. Το γονιδίωμα παρέχει τα απαιτούμενα τμήματα και το πρόγραμμα για τη δημιουργία έμβιων όντων. Σε πολλά σημεία, η γνώση αυτή είναι ανατρεπτική για την υπάρχουσα Βιολογία. Για την κατάσταση αυτή σε ένα μεγάλο βαθμό έχει συμβάλλει και η ΤΝ.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 725–744
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 725–744

Πραγματικά, η σχέση μεταξύ μηχανικών συστημάτων και των ζωντανών οργανισμών είναι θεμελιώδης για την ΤΝ και την άποψη αυτή πρώτοι υποστήριξαν οι Alan Turing και John von Neuman. Η σύγχρονη Βιολογία είναι επιδεκτική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή των αρχών της ΤΝ.

Η χαρτογράφηση της αλληλουχίας του γονιδιώματος, αποτελεί το πρώτο βήμα στη διαδικασία της ολοκληρωμένης κατανόησης του τρόπου λειτουργίας των έμβιων όντων. Η κατάσταση που περιγράφεται θα μπορούσε να αποδοθεί με όρους της επιστήμης των υπολογιστών. Έτσι, η γνώση του γονιδιώματος είναι ισοδύναμη με τη δυαδική καταχώριση ενός προγράμματος, του οποίου όμως είναι άγνωστες οι συναρτήσεις και η γλώσσα, ενώ ο κώδικάς του βρίσκεται σε ένα σαφές έγγραφο το οποίο έχει γραφτεί με άσχημο τρόπο. Το επιστημονικό λοιπόν ζήτημα στη Βιολογία είναι η διαλεύκανση και η κατανόηση αυτού του κώδικα. Στα πλαίσια της διαδικασίας αυτής, η ΤΝ παρουσιάζει μεγάλη χρησιμότητα.

2. Λειτουργικό γονιδίωμα

Η πιο σημαντική ανακάλυψη, από τη χαρτογράφηση της ακολουθίας του γονιδιώματος είναι ότι για το 40% έως 70% των γονιδίων για τα οποία, έχει γίνει κάποια πρόβλεψη, οι λειτουργίες είναι γνωστές με κάθε βεβαιότητα. Για παράδειγμα, ο σακχαρομύκητας Saccharomyces cerevisiae, η γνωστή μαγιά της μπύρας, είναι ένας οργανισμός που έχει μελετηθεί πολύ. Σε αυτόν, υπάρχουν περίπου 6000 γονίδια και για το 70% των γονιδίων αυτών μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια η λειτουργία τους. Έτσι, μπορεί κανείς να κάνει λόγο για μία νέα επιστήμη, αυτή του λειτουργικού γονιδιώματος, που ασχολείται με τον καθορισμό της λειτουργίας των γονιδίων. Στα πλαίσια αυτά αναπτύσσονται νέες πειραματικές τεχνικές, για την περαιτέρω ανάλυση και επεξήγηση των γονιδιακών λειτουργιών. Στη διαδικασία της ανάλυσης των δεδομένων και στην ενοποίηση των πληροφοριών που αφορούν το λειτουργικό γονιδίωμα, η Βιοπληροφορική διαδραματίζει πολύ ουσιαστικό ρόλο.

Ένα πολύ βασικό πρόβλημα που άπτεται της Βιοπληροφορι-

κής και αφορά το λειτουργικό γονιδίωμα, είναι η πρόβλεψη της πρωτεϊνικής λειτουργίας από τις ακολουθίες. Τέτοιου είδους προβλέψεις έχουν διπτό σκοπό. Πρώτον, την παροχή σημαντικών πρωτογενών πληροφοριών για το γονιδίωμα, που προσφάτως έχει γίνει ο καθορισμός της αλληλουχίας τους και δεύτερον να συμβάλλουν, στην περίπτωση κατά την οποία ο πειραματικός καθορισμός της λειτουργίας δεν είναι επιτυχής. Οι προβλέψεις συνήθως γίνονται χρησιμοποιώντας μεθόδους που σχετίζονται με την ομοιότητα των ακολουθιών, βρίσκοντας στη βάση δεδομένων κάποια ομόλογη πρωτεΐνη με γνωστή λειτουργία. Στη συνέχεια, για τη λειτουργία της νέας αλληλουχίας προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι ίδια με αυτή της ομόλογης πρωτεΐνης, σύμφωνα με την εξελικτική θεωρία. Η λογική αυτή ανάλυση, θα μπορούσε να παρομοιαστεί με την τεχνική του πλησιέστερου γείτονα. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου δεν είναι ικανοποιητική, διότι ανιχνεύεται μόνο περίπου το 50% των πιθανών ομόλογων πρωτεϊνών.

3. Επαγωγικός Λογικός Προγραμματισμός

Οι μέθοδοι Μηχανικής Μάθησης και Εξόρυξης Δεδομένων που χρησιμοποιούν FOPL (First-Order Predicate Logic) για την αναπαράσταση γνώσης και θεωριών, είναι κοινά αποδεκτό ότι προέρχονται από το πεδίο του Επαγωγικού Λογικού Προγραμματισμού (ILP) ή από τη Σχεσιακή Εξόρυξη Δεδομένων (RDM), ανάλογα με το επίκεντρο της έρευνας. Ωστόσο, για λόγους απλότητας, μπορεί να γίνει η παραδοχή ότι όλοι οι σχετικοί αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται, προέρχονται από τον ILP. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, το θεωρητικό υπόβαθρο της γνώσης (B), τα παραδείγματα (E) και οι υποθέσεις (H), αναπαρίστανται σαν λογικά προγράμματα. Αρχικά τίθεται ως δεδομένο η απαίτηση για μία επαγωγική υπόθεση, δηλαδή $B \models / E$ (πρωταρχική αναγκαιότητα). Το βασικό ILP πρόβλημα είναι να βρεθεί μία υπόθεση H, τέτοια ώστε $B \wedge H \models E$. Στον Επαγωγικό Λογικό Προγραμματισμό, διακρίνονται συνήθως δύο τύποι αποδείξεων, πράγμα που περιπλέκει σε κάποιο βαθμό τα γεγονότα. Τα πιθανά είδη είναι τα εξής:

1) Τα E+ δεδομένα, που είναι σύμφωνα με τις συνδεδεμένες υποθέσεις και

2) Τα E– δεδομένα, που είναι αντίθετα με τις υποθέσεις και το υπόβαθρο πληροφοριών.

Επιπλέον, το H πρέπει να εκπληρώνει το ακόλουθο κριτήριο: B∧H⊨E+ και B⊨H⊨/E. Τυπικά, το H περιορίζεται και από άλλες προϋποθέσεις. Σε πρακτικές εφαρμογές, προκύπτει ένα επιπλέον πρόβλημα όπου παρουσιάζεται θόρυβος. Η έννοια του θορύβου στη συγκεκριμένη περίπτωση έγκειται στο γεγονός ότι υπάρχουν ορισμένα E+ που είναι λάθος και αντίστοιχα E– που είναι σωστά. Τότε οι προηγούμενες συνθήκες πρέπει να τροποποιηθούν, έτσι ώστε η καλύτερη υπόθεση να μεγιστοποιεί την κάλυψη των E+ και να ελαχιστοποιεί την κάλυψη των E–. Οι δύο αυτές τιμές δίνουν μία αναλογία κόστους, που αναπαριστά την απόκλιση από το ιδανικό. Το πρόβλημα για τη μάθηση του H, τυπικά ανάγεται σε πρόβλημα αναζήτησης, μεταξύ μοντέλων που πληρούν τα προηγούμενα κριτήρια.

Η συμβολή του Επαγωγικού Λογικού Προγραμματισμού, αναδεικνύεται από πληθώρα επιστημονικών προβλημάτων, όπως είναι ο σχεδιασμός νέων φαρμάκων, η τοξικολογία, αλλά και προβλήματα που άπτονται της Μοριακής Βιολογίας. Η μέθοδος ILP παρουσιάζει ιδιαίτερη χρησιμότητα σε προβλήματα που σχετίζονται με τη μοριακή δομή. Στις περιπτώσεις αυτές, η ILP παρέχει λύσεις, οι οποίες δεν είναι εφικτό να προσεγγιστούν με την παραδοσιακή στατιστική, τα νευρωνικά δίκτυα, τη μηχανική μάθηση ή τους γενετικούς αλγορίθμους. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της μεθόδου ILP είναι πιο σαφή ως προς τη δομή και γίνονται περισσότερο κατανοητά, σε σχέση με τις μεθόδους που χρησιμοποιούν προτασιακούς λογισμούς, διότι η ILP είναι πιο κοντά στη φυσική γλώσσα.

4. ILP και πρωτεϊνική λειτουργία

Όταν ένα πρόβλημα μπορεί να αναπαρασταθεί και να λυθεί ικανοποιητικά με μεθόδους προτασιακού λογισμού, τότε δε χρειάζεται να εφαρμοστούν τεχνικές ILP. Οι μέθοδοι αυτές λογισμών γενικά αναπτύσσονται πιο εύκολα και είναι πιο αποτελεσματικοί

από υπολογιστική και στατιστική σκοπιά. Εξάλλου, η χρήση ILP τεχνικών απαιτεί ακριβές ταίριασμα με τα δεδομένα του προβλήματος. Η άποψη αυτή στηρίζεται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά του προβλήματος και της απαιτούμενης λύσης.

Σχεσιακοί περιγραφητές (Relational Descriptors): Το λειτουργικό γονιδίωμα εκ φύσεως εμπεριέχει πολλές σχέσεις στα δεδομένα: γενεαλογικό δένδρο, ομόλογα (δηλαδή γονίδια που φέρουν κάποιο κοινό παράγοντα), γραφήματα που σχετίζονται με τις λειτουργίες, κτλ. Οι παραδοσιακές τεχνικές (στατιστική, νευρωνικά δίκτυα, μηχανική μάθηση, γενετικοί αλγόριθμοι κτλ) δεν μπορούν να εκφράσουν αποτελεσματικά τις σχέσεις αυτές με επαγωγικά συμπεράσματα λογικής ανάλυσης.

Ετερογενή δεδομένα (Data Heterogeneity): Τα σχετικά δεδομένα προέρχονται από πολλές διαφορετικές πηγές και απαραιτήτως αποθηκεύονται σε πολλαπλούς πίνακες σχεσιακών βάσεων δεδομένων. Για να χρησιμοποιηθεί ένας συμβατικός αλγόριθμος εξόρυξης δεδομένων, οι πίνακες θα πρέπει να ενωθούν για να σχηματιστεί ένας ενιαίος, μεγάλος πίνακας, ο οποίος στη συνέχεια θα αναλυθεί. Η διαδικασία αυτή, πρακτικά είναι ασύμφορη, ενώ οι τεχνικές ILP/RDB επιτρέπουν την απευθείας ανάλυση των δεδομένων.

Κατανοητά αποτελέσματα (Comprehensible Results): Είναι σημαντικό το γεγονός ότι οι κανόνες πρόβλεψης γίνονται εύκολα κατανοητοί. Οι βιολόγοι γενικά απαιτούν οι κανόνες να είναι αντιληπτοί, έτσι ώστε να μπορούν να προτείνουν νέες βιολογικές ιδέες που να είναι βάσιμες. Σε ορισμένες εφαρμογές βιοπληροφορικής, οι απαιτήσεις αυτές δεν είναι απαραίτητες. Για παράδειγμα αυτό ισχύει στην περίπτωση της πρόβλεψης της δευτεροταγούς δομής των πρωτεϊνών. Ωστόσο, εφόσον υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής, τα σαφή αποτελέσματα προτιμούνται πάντα.

Μία ομάδα ερευνητών έχει αναπτύξει δύο προσεγγίσεις για την εφαρμογή ILP στην πρόβλεψη της λειτουργίας μίας πρωτεΐνης. Η πρώτη ονομάζεται H.I. (Homology Induction) και βασίζεται στη χρήση της μηχανικής μάθησης, με σκοπό τη βελτίωση των συμβατικών αναλογικών μεθόδων. Η δεύτερη τεχνική χρησιμοποιεί μία υβριδική ILP μέθοδο, που προβλέπει τη

λειτουργική κατηγορία μίας πρωτεΐνης, απευθείας από την αλληλουχία των αμινοξέων.

5. Γονιδιακή ομοιότητα

Το πρόβλημα της ανίχνευσης ομόλογων πρωτεϊνών, είναι πολύ βασικό στην υπολογιστική μοριακή Βιολογία. Γνωρίζοντας ότι δύο πρωτεΐνες έχουν μεταξύ τους ομόλογη σχέση και ότι για τη μία από αυτές είναι γνωστή η λειτουργία της ενώ για την άλλη όχι, μπορεί να εξαχθεί ένα πιθανοκρατικό συμπέρασμα για την πρωτεΐνη με την άγνωστη λειτουργία. Ισχύει μάλιστα ότι εξαιτίας της εξέλιξης, γενικά οι επιμέρους λειτουργίες διατηρούνται και άρα οι δύο πρωτεΐνες θα έχουν ίδια λειτουργία. Η γνώση που έχει διαμορφώσει η επιστημονική κοινότητα για το γονιδίωμα βασίζεται σε τέτοιου είδους συμπεράσματα. Η ομοιότητα των πρωτεϊνών, δηλαδή η εύρεση των ομόλογων σχέσεων συνηθίζεται να γίνεται χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα υπολογιστικά προγράμματα, μέσω των οποίων εκτιμάται η ομοιότητα μεταξύ δύο ή περισσότερων πρωτεϊνών. Το αποτέλεσμα γενικά προκύπτει συγκρίνοντας τις δύο σειρές αμινοξέων των πρωτεϊνών. Ένα χαρακτηριστικό των χρησιμοποιούμενων προγραμμάτων, είναι ότι σπαταλούν περισσότερο χρόνο επεξεργασίας, σε σχέση με όλα τα άλλα προγράμματα βιοπληροφορικής. Σχετικά με την απόδοση των μεθόδων αυτών, ισχύει ότι είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική, όταν εξετάζονται αλληλουχίες με μεγάλο βαθμό συσχέτισης. Αντίθετα, στην περίπτωση των πρωτεϊνών με όχι ισχυρές σχέσεις τα αποτελέσματα είναι λιγότερο αξιόπιστα, καθώς ανιχνεύεται περίπου μόνο το 50% όλων των πιθανών ομόλογων.

Στα προβλήματα εκμάθησης πρέπει να χρησιμοποιηθούν όλες οι σχετικές πληροφορίες. Η βασική ιδέα είναι να εξαχθούν επιπρόσθετες πληροφορίες για τις αλληλουχίες, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για να βελτιωθεί η απόδοση των παραδοσιακών τεχνικών εύρεσης ομόλογων σχέσεων μεταξύ των ακολουθιών.

5.1. Μεθοδολογία

Η μέθοδος H.I. χρησιμοποιεί ένα σύνολο γνώσης μαζί με την ακολουθία αμινοξέων των πρωτεϊνών, για την εύρεση ομό-

λογων σχέσεων. Η βασική ιδέα είναι να συλλεχθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, σχετικά με τις πρωτεΐνες και στη συνέχεια να εφαρμοστεί ILP. Η προσέγγιση που γίνεται βασίζεται στα ακόλουθα τέσσερα βήματα:

Στο πρώτο βήμα, χρησιμοποιείται μία μέθοδος εύρεσης ομοιότητας μεταξύ ακολουθιών (Sequence Similarity Search-SSS) με σκοπό να συγκεντρωθούν οι πιθανόν ομόλογες πρωτεΐνες. Ορισμένοι ερευνητές χρησιμοποιούν το σύστημα PSI-BLAST, το οποίο επί της ουσίας αποτελεί μία επαναληπτική μέθοδο του πλησιέστερου γείτονα. Το αποτέλεσμα μίας αναζήτησης του PSI-BLAST είναι μία λίστα των πιθανών ομόλογων πρωτεϊνών, ταξινομημένων σύμφωνα με πιθανότητες. Οι πρωτεΐνες για τις οποίες η πιθανότητα να είναι ομόλογες είναι αμφίβολη, τοποθετούνται σε μια ξεχωριστή ζώνη.

Το δεύτερο βήμα, περιλαμβάνει τη συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών για τις πρωτεΐνες αυτές. Για το λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί μία μεγάλη, πολύπλοκη ΒΔ, με σκοπό την περιγραφή των πρωτεϊνών από πολλές πηγές βιοπληροφορικής. Οι πληροφορίες αυτές έχουν επιλεχτεί για τον έλεγχο καταλληλότητας κατά την εύρεση ομόλογων πρωτεϊνών. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε πρωτεΐνη συλλέγονται οι λέξεις κλειδιά από τη ΒΔ, η ταξινόμηση του οργανισμού (οικογενειακό δένδρο), οι επιμέρους αναφορές, η δευτεροταγής δομή που έχει προβλεφτεί, η κατανομή των αμινοξέων, κτλ.

Στο τρίτο βήμα, αναπτύσσονται οι κανόνες. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος επαγωγικού λογικού προγραμματισμού ALEPH. Ειδικότερα, εξάγονται κανόνες που ισχύουν για τις πρωτεΐνες με πολλές πιθανότητες να είναι ομόλογες (βάσει της ομοιότητας των ακολουθιών) και είναι λανθασμένοι για τις πρωτεΐνες με σχεδόν μηδενική πιθανότητα.

Το τέταρτο βήμα περιλαμβάνει την εφαρμογή των προηγούμενων κανόνων. Πιο συγκεκριμένα, οι κανόνες εφαρμόζονται στο σύνολο των πρωτεϊνών, για τις οποίες το σύστημα PSI-BLAST ανέδειξε αμφίβολη πιθανότητα να είναι ομόλογες. Ο σκοπός είναι να γίνει μία πρόβλεψη για το αν οι πρωτεΐνες αυτές είναι ομόλογες ή όχι, σύμφωνα με τους κανόνες του προηγούμενου βήματος.

Για να γίνει αποτίμηση της μεθόδου, θα πρέπει να υπάρχει ένα πρότυπο σύνολο ήδη γνωστών ομόλογων πρωτεϊνών. Έτσι, υιοθετείται μία συστημική προσέγγιση, που λαμβάνει υπόψη ένα υποσύνολο της ΒΔ SCOP. Πρόκειται για μία ΒΔ με ταξινομημένες πρωτεΐνες, οι οποίες έχουν γνωστή δομή και για πολλές από αυτές είναι επιπλέον γνωστή και η λειτουργία τους. Σε εξελικτικό χρόνο, η πρωτεϊνική δομή αλλάζει με πιο αργούς ρυθμούς συγκριτικά με την αλληλουχία των αμινοξέων και επιπλέον η δομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πιο απομακρυσμένων ομόλογων σε σχέση με τις ακολουθίες.

Μία άριστη μέθοδος πρόβλεψης θα μπορούσε να βρει όλες τις ομόλογες σχέσεις στη ΒΔ SCOP. Ωστόσο, προκύπτουν διάφορα είδη σφαλμάτων. Δηλαδή, προβλέπονται μη συσχετισμένες πρωτεΐνες, που δεν είναι ομόλογες, ενώ παραβλέπονται πρωτεΐνες που συνδέονται εξελικτικά. Το κόστος από αυτά τα λάθη εξαρτάται από το βιολογικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται οι καμπύλες ROC (Receiver-Operating Characteristic) για τη σύγκριση της πορείας των προβλέψεων που γίνονται.

5.2. Αποτελέσματα

Με την προηγούμενη μέθοδο κατέστη δυνατή η εισαγωγή κανόνων για 1.015 πρωτεΐνες με γνωστή δομή. Τα αρχικά αποτελέσματα του συστήματος PSI-BLAST χρησιμοποιήθηκαν για την περίπτωση των ακολουθιών, που δε γινόταν να χρησιμοποιηθούν οι κανόνες. Μία συνολική αποτίμηση υποδεικνύει ότι με την τεχνική αυτή προέκυψαν 1.851 κανόνες. Στη ΒΔ PDB40D υπάρχουν 8.022 αληθείς ομόλογες σχέσεις και 2.046.900 εσφαλμένες. Το ποσοστό ακρίβειας για το σύστημα PSI-BLAST ανέρχεται σε 99.69% και για την εισαγωγή ομόλογων σε 99.70%. Παρόλο που η ακρίβεια στη δεύτερη περίπτωση είναι οριακά μεγαλύτερη από το PSI-BLAST μεμονωμένα, δεν είναι εκ πρώτης όψεως ξεκάθαρο αν το γεγονός αυτό είναι σημαντικό. Για να ελεγχθεί η σημασία της διαφοράς, οι ερευνητές επιπλέον χρησιμοποιούν προηγμένες στατιστικές τεχνικές, όπως είναι ο έλεγχος chi-square, μέσω του οποίου συγκρίνεται η ακριβής συ-

χνότητα μίας συγκεκριμένης πρόβλεψης σε συνδυασμό με την εκτίμηση που έχει γίνει αναφορικά με τη δεδομένη πρόβλεψη. Η κρίσιμη τιμή στον έλεγχο του χ^2, είναι 7,879. Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι η επαγωγική αναλογία είναι πολύ καλύτερη συγκριτικά με τα αποτελέσματα που επιφέρει το σύστημα PSI-BAST από μόνο του.

PDB 1CPC C-Phycocyanin

HI (all)
Prolog

```
homologous (A):-
        desc(A, chain),
        amino_acid_ratio_rule(A, h, 1).

homologous (A):-
        keyword(A, phycobilisome).
```

English

```
A protein is homologous if
        it has the word "chain" in its SWISS-PROT description line and
a1      it has a level 1 histidine content in the residue chain and
a2  or  it has the word "phycobilisome" as a SWISS-PROT keyword.
```

HI (seq)
Prolog

```
homologous (A):-
        amino_acid_ratio_rule(A, w, 1),
        amino_acid_ratio_rule(A, h, 1),
        amino_acid_pair_ratio_rule(A, I, r, 10).

homologous (A):-
        mol_wt_rule(A,3),
        sec_struc_distribution_rule(A, a, 10).
```

English

```
A protein is homologous if
        it has a level 1 tryptophan content and
s1      it has a level 1 histidine content and
        it has a level 10 leucine-arginine pair content.

s2  or  it has a level 3 molecular weight and
        it has a level 10 predicted α-helix content.
```

Εικόνα 1: Οι κανόνες εκμάθησης της μεθόδου HI για την αναγνώριση της πρωτεΐνης 1CPC (C-Phycocyanin).

Οι κανόνες της εικόνας 1 έχουν διατυπωθεί σε μορφή Prolog και στη συνέχεια σε αγγλική μετάφραση. Στην εικόνα φαίνονται δύο σύνολα κανόνων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για τη σύγκριση του γραμμικού κόστους των μεθόδων, χρησιμοποιείται η ανάλυση ROC. Δημιουργείται ένα διάγραμμα με τον οριζόντιο άξονα να αναπαριστά τις λανθασμένες αποδεκτές εκτιμήσεις και τον κατακό-

ρυφο άξονα να εκφράζει τις σωστές αποδεκτές εκτιμήσεις. Ο σκοπός είναι η σύγκριση της περιοχής κάτω από την καμπύλη ROC (AUROC) για την επαγωγική αναλογία και το σύστημα PSI-BLAST. Η τιμή AUROC για την πρώτη περίπτωση ήταν 0.65, ενώ αντίστοιχα για το PSI-BLAST 0.61.

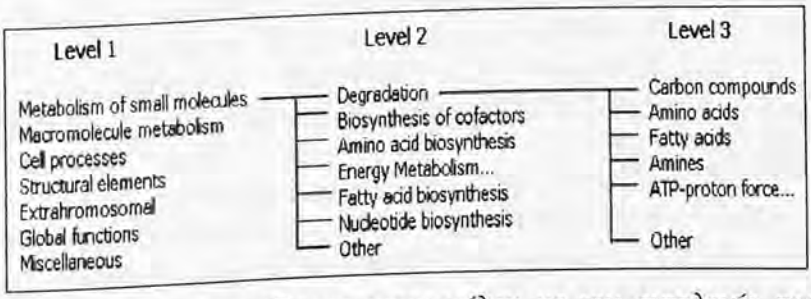
Για να γίνει κατανοητή η βιολογική χρησιμότητα των κανόνων που προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου, χρησιμοποιείται ενδεικτικά η πρωτεΐνη C-Phycocyanin (1CPC). Στην εικόνα 1 φαίνονται οι κανόνες εκμάθησης για τη συγκεκριμένη πρωτεΐνη, τόσο σε μορφή Prolog όσο και στην αγγλική γλώσσα. Εφαρμόζοντας το σύστημα PSI-BLAST στα δεδομένα, παράγονται τρεις πρωτεΐνες που εντάσσονται στην ζώνη αμφίβολων περιπτώσεων (πρωτεΐνες που υπάρχει αβεβαιότητα για το αν είναι ομόλογες): (1) Anabena, (2) μεταγραφικοί ερυθροειδείς παράγοντες (Mus musculus) και (3) Oryza sativa.

Οι κανόνες εκμάθησης στην Επαγωγική Αναλογία (HI) ορθά αναγνωρίζουν την πρωτεΐνη allophycocyanin ομόλογη της 1CPC. Υπάρχουν πειστικές πειραματικές ενδείξεις για την ομοιότητα αυτή και επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι το PSI-BLAST δε χρησιμοποιεί τα πρωτεϊνικά ονόματα. Προέκυψε επίσης ότι κανένας κανόνας, σε οποιοδήποτε σύνολο κανόνων δεν αναγνώρισε τις άλλες δύο αμφισβητούμενες ακολουθίες ως ομόλογες, γεγονός το οποίο φαίνεται να είναι σωστό. Ένα ακόμα στοιχείο που ισχυροποιεί τη μέθοδο, είναι ότι η ανάλυση επαγωγικής αναλογίας εφαρμόστηκε στην έκδοση 37.0 της ΒΔ βιοπληροφορικής SWISS-PROT και κάθε μία από τις 13 θετικές περιπτώσεις που δεν καλύπτονται από τους κανόνες εκμάθησης είχαν τη λέξη κλειδί phycobilisome στο σχολιασμό που τις συνόδευε από την έκδοση 38.0 και μετά. Το γεγονός αυτό αιτιολογεί και σε κάποιο βαθμό δικαιολογεί τα αποτελέσματα της μεθόδου.

6. Λειτουργική κλάση πρωτεϊνών

Η σημαντικότερη πρόοδος που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στον τομέα της Βιοπληροφορικής είναι η ανάπτυξη κατάλληλης οντολογίας για την περιγραφή των πρωτεϊνικών λειτουργιών. Οι οντολογίες αυτές σχηματίζουν ιεραρχίες κατευθυ-

νόμενων, άκυκλων γραφημάτων. Στην εικόνα 2 φαίνεται η ιεραρχία που προκύπτει για το βακτήριο E.coli. Ο σχηματισμός αυτός φέρει το όνομα RILEY και αποτελεί μία από τις καλύτερα καθιερωμένες οντολογίες. Η δημιουργία αυτού του είδους οντολογιών καθιστά διαθέσιμη τη πιθανότητα να προβλέπονται απευθείας οι λειτουργικές πρωτεϊνικές κλάσεις από τις αλληλουχίες αμινοξέων. Συνοπτικά, απαιτείται μία συνάρτηση διαχωρισμού, που χαρτογραφεί τις ακολουθίες σε βιολογικές λειτουργικές κλάσεις. Οι υπάρχουσες τεχνικές για την ανίχνευση ομόλογων πρωτεϊνών μπορούν να θεωρηθούν ως παραδείγματα τέτοιων συναρτήσεων. Ειδικότερα, οι μέθοδοι που βασίζονται στην άμεση ομοιότητα των ακολουθιών, αποτελούν ένα είδος συναρτήσεων του πλησιέστερου γείτονα, ενώ οι πιο περίπλοκες τεχνικές ανίχνευσης ομόλογων στοιχείων που βασίζονται σε επαναλαμβανόμενα σχέδια και κατανομές, μοιάζουν με τις μεθόδους εκμάθησης που βασίζονται σε περιπτώσεις.



Εικόνα 2: Ένα παράδειγμα υποσυνόλου με την οντολογία που έχει αναπτυχθεί σχετικά με τις λειτουργικές πρωτεΐνες του οργανισμού E.coli.

6.1. Μεθοδολογία

Για να ελεγχθεί η ιδέα κατά πόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Μηχανική Μάθηση στα σχέδια πρόβλεψης μεταξύ πρωτεϊνικών αλληλουχιών και λειτουργιών, επιλέχθηκε το γονιδίωμα του οργανισμού E.coli. Η επιλογή δεν είναι τυχαία, καθώς πρόκειται για ένα γονιδίωμα που έχει μελετηθεί εκτενώς και απο-

τελεί ένα πρότυπο βακτήριο. Για το E.coli εκτιμάται ότι έχουν αναγνωριστεί 4.289 πρωτεΐνες. Από το σύνολο αυτό των πρωτεϊνών περίπου το 30% έχει άγνωστη λειτουργία. Για να γίνει πρόβλεψη σχετικά με τις λειτουργικές κλάσεις, συλλέγονται παρεμφερή δεδομένα με αυτά που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο HI. Σχηματίζεται μία ΒΔ DATALOG, η οποία περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα που θα μπορούσαν να βρεθούν στις πρωτεϊνικές ακολουθίες. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική για την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με τις αλληλουχίες είναι η εκτέλεση μίας έρευνας ομοιότητας ακολουθιών και συνήθως για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το σύστημα PSI-BLAST. Για κάθε πρωτεΐνη του γονιδιώματος, δημιουργείται μία περιγραφή που βασίζεται στα εξής στοιχεία: η συχνότητα των στοιχειωδών απλοειδών σωματιδίων της πρωτεΐνης, το γενεαλογικό δένδρο του οργανισμού από τον οποίο λήφθηκε κάθε ομόλογη πρωτεΐνη της βάσης SWISS-PROT, οι όροι δεικτοδότησης (δηλαδή οι λέξεις κλειδιά) των πρωτεϊνών του SWISS-PROT από ομόλογες πρωτεΐνες, το μήκος καθώς και το μοριακό βάρος της πρωτεΐνης και τέλος η πρόβλεψη που έχει γίνει για την δευτεροταγή της δομή, χρησιμοποιώντας το σύστημα PROF. Συνολικά, δημιουργούνται 10.097.865 DATALOG πεδία για το γονιδίωμα του οργανισμού E.coli.

Για να αναλυθεί αυτή η ΒΔ χρησιμοποιείται ένας υβριδικός συνδυασμός των ILP και των δένδρων εκμάθησης (εικόνα 5). Το πρόγραμμα που προκύπτει ουσιαστικά είναι μία σύνθετη διαδικασία εξόρυξης δεδομένων με ILP και ονομάζεται WARMR. Η πρώτη χρήση του συστήματος WARMR αφορούσε την ανίχνευση συχνών προτύπων σε ΒΔ. Το WARMR είναι ένας αλγόριθμος εξόρυξης δεδομένων γενικού σκοπού που χρησιμοποιείται για την ανακάλυψη γνώσης σε δομημένες πληροφορίες. Μπορεί να αναγνωρίσει πρότυπα μεταξύ πολλαπλών πινάκων, που εκφράζουν σχέσεις ένα-προς-πολλά και πολλά-προς-πολλά. Κανένα τυποποιημένο πρόγραμμα εξόρυξης δεδομένων δε μπορεί να κάνει κάτι τέτοιο, καθώς τα συνηθισμένα προγράμματα περιορίζονται στην εύρεση απλών συνδέσμων μεταξύ πινάκων.

Το σύστημα WARMR για την επίτευξη του στόχου, για τον οποίο έχει αναπτυχθεί, χρησιμοποιεί και τον αλγόριθμο Apriori.

Ο λόγος χρήσης του συγκεκριμένου αλγορίθμου είναι το γεγονός ότι παρέχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί αποτελεσματικά σε πολύ μεγάλες ΒΔ. Η ανάπτυξη μεγάλων ΒΔ είναι ένα χαρακτηριστικό απόλυτα συνυφασμένο με τα δεδομένα της Βιοπληροφορικής. Έτσι απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση μίας μεθοδολογίας, ενός μηχανισμού ή ενός προγράμματος με την ευρύτερη έννοια είναι η αποτελεσματική λειτουργία σε μεγάλες ΒΔ.

Ο Apriori είναι ο γνωστότερος αλγόριθμος για την εύρεση κανόνων συσχέτισης και χρησιμοποιείται ευρέως ακόμα και σε εμπορικά προϊόντα. Χρησιμοποιεί την ιδιότητα συχνών στοιχειοσυνόλων, σύμφωνα με την οποία οποιοδήποτε υποσύνολο ενός συχνού στοιχειοσυνόλου πρέπει να είναι συχνό. Επιπλέον τα συχνά στοιχειοσύνολα ονομάζονται και κλειστά προς κάτω, επειδή εάν ένα συχνό στοιχειοσύνολο ικανοποιεί τις απαιτήσεις της ελάχιστης υποστήριξης ενός κανόνα, το ίδιο συμβαίνει και για όλα τα υποσύνολά του. Θεωρώντας το αντίστροφο της προηγούμενης πρότασης, αν είναι γνωστό ότι ένα στοιχειοσύνολο δεν είναι συχνό, δε χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί κανένα υπερσύνολό του, σαν πιθανό, καθώς και αυτό αποκλείεται να είναι συχνό. Η βασική ιδέα του αλγορίθμου Apriori είναι η δημιουργία πιθανών στοιχειοσυνόλων ενός συγκεκριμένου μεγέθους και στη συνέχεια η σάρωση της ΒΔ για να εξετασθεί εάν αυτά είναι συχνά. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν καταγραφεί και χρησιμοποιούνται πολλοί αλγόριθμοι οι οποίοι αποτελούν παραλλαγές του Apriori και χρησιμοποιούνται επίσης για την εύρεση κανόνων συσχέτισης.

Το τμήμα αναζήτησης του συστήματος WARMR βασίζεται σε έναν αλγόριθμο αναζήτησης πρώτα κατά βάθος (ΑΠΒ). Η εφαρμογή του WARMR μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας τρόπος προσδιορισμού της σημαντικότερης δομής που βρίσκεται σε μία ΒΔ. Στη ΒΔ που αναπτύχθηκε για τον οργανισμό E.coli το WARMR ανακάλυψε περίπου 18.000 συχνά στοιχειοσύνολα. Τα συχνά αυτά πρότυπα μετατράπηκαν σε δυαδικά γνωρίσματα (δείκτες) για τη μάθηση προτασιακών κανόνων. Η δυαδική μετατροπή γίνεται ως εξής:

Ένα γνώρισμα λαμβάνει την τιμή 0 για κάποιο συγκεκριμένο γονίδιο, εάν το αντίστοιχο πρότυπο δε σχετίζεται με τη λει-

τουργία του γονιδίου και 1 όταν σχετίζεται. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης C5.0, η έξοδος του οποίου είναι κανόνες που προβλέπουν τις λειτουργίες από το σύνολο των δυαδικών γνωρισμάτων.

Ο C5.0 στο λειτουργικό σύστημα των windows ονομάζεται See5 και προσανατολίζεται στη χρήση μεγάλων συνόλων δεδομένων. Ο C5.0 παρουσιάζει βελτιωμένη απόδοση αναφορικά με τη δημιουργία των κανόνων, συγκρίνοντας αυτόν με προγενέστερα πακέτα εξόρυξης γνώσης. Τα αποτελέσματα μάλιστα δείχνουν ότι ο συγκεκριμένος αλγόριθμος βελτιώνει τη χρήση της μνήμης κατά 90%, τρέχει μεταξύ 5.7 και 240 φορές πιο γρήγορα και παράγει ακριβέστερους κανόνες.

Επιστρέφοντας στην εφαρμογή του WARMR, αφού δημιουργηθούν οι κανόνες επιλέγονται όσοι είναι καλοί σε ένα σύνολο αξιολόγησης. Στη συνέχεια εφαρμόζονται οι κανόνες πρόβλεψης στα γονίδια, για τα οποία δεν έχει γίνει αντιστοίχηση κάποιας λειτουργίας, με σκοπό να γίνει κάποια πρόβλεψη σχετικά με την πιθανή λειτουργία που πραγματοποιούν. Ωστόσο, αξίζει να διευκρινιστεί ότι η προσπάθεια δεν αποσκοπούσε στην ανάπτυξη ενός γενικού μοντέλου για τη σχέση μεταξύ αλληλουχιών και λειτουργιών, αλλά η εύρεση καλών κανόνων οι οποίοι θα καλύπτουν ένα μέρος του θέματος αυτού.

	Level 1	Level 2	Level 3
No. of rules found	13	13	13
No. predicting more than one homology class	9	10	2
No. predicting a new homology class	9	5	3
Average test accuracy	75%	69%	61%
Default test accuracy	40%	21%	6%
New functions assigned	353(16%)	267(12%)	135(6%)

Εικόνα 3: Τα αποτελέσματα εκμάθησης για το E.coli.

Ο αριθμός των κανόνων της εικόνας 3 είναι εκείνοι που επιλέχθηκαν στο σύνολο επιβεβαίωσης. Ένας κανόνας προβλέπει περισσότερες από μία ομόλογες κλάσεις, εάν υπάρχουν περισσότερες από μία ομάδες ομοιότητας αλληλουχιών στο σωστό

έλεγχο προβλέψεων. Ένας κανόνας προβλέπει μία νέα ομόλογη ομάδα, εάν υπάρχει μία κλάση ομοιότητας αλληλουχιών κατά τον έλεγχο προβλέψεων που δεν έχει καθόλου μέλη στο σύνολο εκπαίδευσης. Η μέση ακρίβεια αφορά την ακρίβεια των προβλέψεων στις πρωτεΐνες που ελέγχονται και τους έχει αποδοθεί κάποια λειτουργία. Στην περίπτωση που προκύψουν ασυμβίβαστα στοιχεία επιλέγονται οι προβλέψεις με τη μεγαλύτερη αρχική πιθανότητα. Η προκαθορισμένη ακρίβεια ουσιαστικά είναι το ποσοστό ορθότητας που θα πρέπει να εξασφαλιστεί επιλέγοντας πάντα την πιο δημοφιλή ομάδα. Το τελευταίο πεδίο του πίνακα αφορά τις νέες λειτουργίες που προσδιορίζονται. Πρόκειται για τον αριθμό των πρωτεϊνών, για τις οποίες δεν έχει γίνει πρόβλεψη λειτουργίας. Η εκτίμηση ακρίβειας ενδέχεται να είναι ιδιαίτερα πεσιμιστική, διότι οι πρωτεΐνες μπορεί να έχουν περισσότερες από μία λειτουργικές ομάδες, αλλά μόνο μία από αυτές θεωρείται σωστή.

6.2. Αποτελέσματα

Η μέθοδος πρόβλεψης βάσει της εξόρυξης δεδομένων για τις πρωτεϊνικές λειτουργικές κλάσεις από αλληλουχίες αμινοξέων δημοσιεύτηκε το 2001. Χρησιμοποιώντας ένα σύνολο ελέγχου με πρωτεΐνες, για τις οποίες υπήρχαν πληροφορίες για τη λειτουργία τους, η πρόβλεψη από την εξόρυξη δεδομένων είχε ακρίβεια που κυμαινόταν από 50% έως 90%. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα της εικόνας 3. Ένα σημαντικό στοιχείο που προέκυψε από την εφαρμογή της μεθόδου ήταν ότι προέκυπταν πιο γενικοί κανόνες πρόβλεψης, συγκριτικά με αυτούς από τη χρήση μεθόδων που βασίζονται σε ομόλογες πρωτεΐνες (HI).

Χρησιμοποιώντας τους ίδιους κανόνες πρόβλεψης, προβλέφτηκε επιπλέον η λειτουργική κλάση 1.309 πρωτεϊνών με άγνωστη λειτουργία. Οι προβλέψεις αυτές μάλιστα διατίθενται σε εγκεκριμένες ιστοσελίδες του Διαδικτύου, για δημόσια χρήση. Η εγκυρότητα των πληροφοριών εξασφαλίζεται από επιμέρους στατιστικές θεωρίες και επιπλέον από το σχεδιασμό της μηχανικής μεθοδολογίας. Ωστόσο, παραμένουν ορισμένες αμφιβολίες όπως

για παράδειγμα ότι αρχικά φαίνεται απίθανο ότι η πρωτεϊνική λειτουργία μπορεί να προβλεφτεί από τις αλληλουχίες. Η πρόβλεψη της πρωτεϊνικής δομής από τις αλληλουχίες αμινοξέων έχει αποδειχτεί μία ιδιαίτερα δύσκολη διεργασία, ενώ η πρόβλεψη της λειτουργίας από τη δομή παραμένει ένα άλυτο πρόβλημα. Ένα άλλο στοιχείο που καλλιεργεί ορισμένες αμφιβολίες είναι η πιθανότητα οι πρωτεΐνες με άγνωστη λειτουργία να προέρχονται από μία εντελώς διαφορετική κατανομή συγκριτικά με τις πρωτεΐνες με γνωστή λειτουργία. Η πιθανότητα αυτή είναι υπαρκτή και εφόσον ισχύει ακυρώνει τη βασική υπόθεση περί στατιστικής μηχανικής μάθησης.

Με τις προβλέψεις αυτές, η διαθέσιμη βιολογική γνώση σημειώνει σημαντική βελτίωση. Η αντιστοίχηση λειτουργιών σε ορισμένες πρωτεΐνες του E.coli καθορίστηκε από την παραδοσιακή Βιολογία. Ο λειτουργικός προσδιορισμός έγινε και σε άλλους οργανισμούς, παρέχοντας τη δυνατότητα να γίνουν καλύτερες προβλέψεις βάσει των ομόλογων πρωτεϊνών με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η νέα αυτή βιολογική γνώση επιτρέπει τον απευθείας έλεγχο των προβλέψεων που γίνονται. Οι χρησιμοποιούμενοι τρόποι για τον έλεγχο των προβλέψεων είναι δύο.

Αρχικά, γίνεται σύγκριση των προβλέψεων με μία προσφάτως ανανεωμένη ΒΔ που περιλαμβάνει σχολιασμούς γονιδιώματος, προσφέροντας το πλεονέκτημα του ελέγχου ενός μεγάλου αριθμού προβλέψεων. Ένας δεύτερος τρόπος είναι η εξέταση της επιστημονικής βιβλιογραφίας έτσι ώστε να δημιουργείται ένα άμεσο πειραματικό υλικό με πρωτεϊνικές λειτουργίες για τις προβλέψεις. Το είδος αυτό του ελέγχου προσφέρει το πλεονέκτημα του απευθείας πειραματικού ελέγχου των προβλέψεων που διεξάγονται.

Ωστόσο, στα πλαίσια μίας τέτοιας μεγάλης έρευνας προκύπτουν και άλλα θέματα που χρήζουν αντιμετώπισης. Για παράδειγμα, υπάρχουν προβλέψεις που βασίζονται σε τυχαία γεγονότα και με κάποιον τρόπο πρέπει να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισής τους. Για το σκοπό αυτό, οι ερευνητές χρησιμοποιούν έναν διωνυμικό έλεγχο. Το είδος αυτής της εξέτασης που έχει το πλεονέκτημα του εύκολου υπολογισμού, απαιτεί λίγες προϋποθέσεις και επιπλέον εγγυάται ένα σίγουρο αποτέλεσμα.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου για την πρόβλεψη της λειτουργικής κλάσης των πρωτεϊνών, από στατιστική άποψη είναι υψηλής σημασίας με τις προβλέψεις να έχουν ακρίβεια που αγγίζει το 90% στις περιπτώσεις που περισσότεροι από έναν κανόνες συμφωνούσαν για μία πρόβλεψη. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι ενδέχεται να έχουν γίνει υπερεκτιμήσεις στις τιμές των ποσοστών, διότι βασίζονται στην υπόθεση ότι το περιεχόμενο της ΒΔ με τις πληροφορίες για τις πρωτεΐνες και τις λειτουργίες είναι αφενός πλήρεις και αφετέρου σωστές.

Στον πίνακα της εικόνας 6 φαίνονται λεπτομερώς τα αποτελέσματα για την ιεραρχία λειτουργιών ενός οργανισμού. Ενώ ένα παράδειγμα ενός ενδεικτικού κανόνα πρόβλεψης φαίνεται στην εικόνα 4.

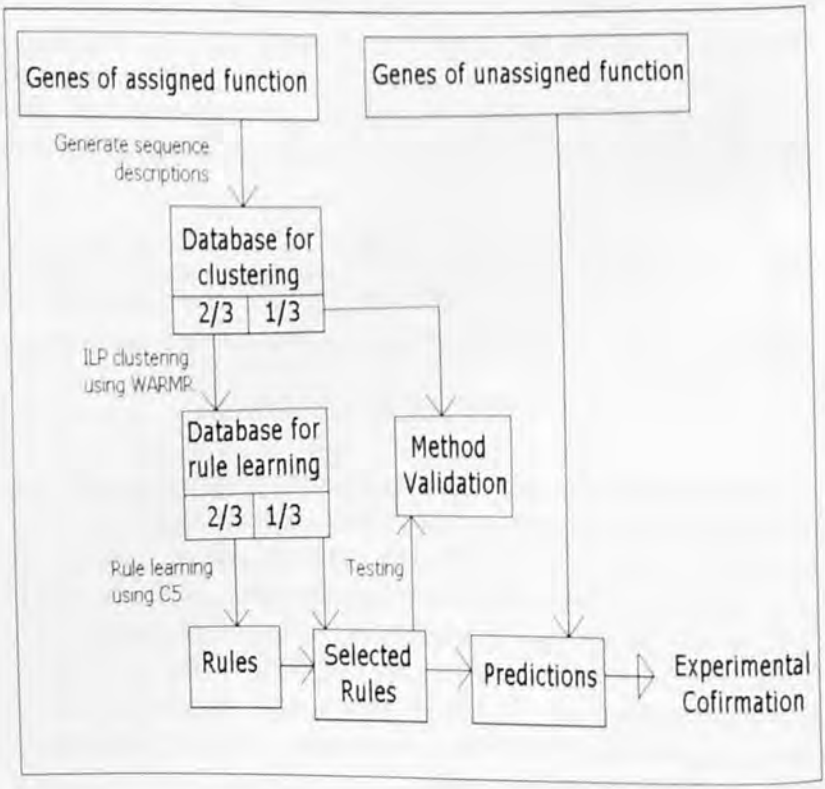
If	The ORF is not predicted to have a β-strand length<=3 **and** a homologous protein from class Chytridiomycetes was found
Then	its functional class is "Cell processes,Transport/binding proteins"

Εικόνα 4: Παράδειγμα ενός κανόνα πρόβλεψης.

Ο συγκεκριμένος κανόνας της εικόνας 4 βασίζεται στα φυλογενετικά χαρακτηριστικά. Στο αρχικό σύνολο δοκιμής ο κανόνας αυτός ήταν 86% ορθός. Η προεπιλεγμένη ακρίβεια για αυτή την κλάση είναι 21%. Χρησιμοποιώντας αυτόν τον κανόνα έγινε πρόβλεψη για 24 γονίδια με άγνωστη λειτουργία. Από το σύνολο των 24 προβλέψεων, οι 2 επιβεβαιώθηκαν μέσω της πειραματικής οδού, οι 7 σχολιάστηκαν από ανεξάρτητες ερευνητές και απέδωσαν τις ίδιες λειτουργίες, ενώ η μία σχολιάστηκε με διαφορετική λειτουργία.

Η υβριδική αυτή προσέγγιση του επαγωγικού λογικού προγραμματισμού (ILP) έχει αποδειχτεί κατά το παρελθόν ιδιαίτερα αποτελεσματική, όταν εφαρμόστηκε σε άλλες επιστημονικές εργασίες. Θεωρείται ισχυρή μέθοδος, διότι η διαδικασία κατηγοριοποίησης βελτιώνει το στάδιο απεικόνισης (χρησιμοποιώντας την εκφραστική δυνατότητα της ILP) και επιπλέον το στάδιο διάκρισης εξάγει αποτελεσματικά τα προσημειωμένα παραδείγματα. Οι καλοί κανόνες επιλέγονται σε ένα σύνολο επιβεβαίωσης και

γίνεται η εκτίμηση της αμερόληπτης ακρίβειας των κανόνων αυτών σε ένα σύνολο ελέγχου. Το ποσοστό της ακρίβειας για αυτούς τους κανόνες εκτιμάται ότι είναι το 1/3 του συνόλου δοκιμής. Το κριτήριο επιλογής για τους καλούς κανόνες υποδεικνύει ότι πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον δύο σωστά παραδείγματα και έχει ακρίβεια πάνω από 50%, ενώ η απόκλιση είναι μεγαλύτερη ή ίση από 1,64.



Εικόνα 5: Απεικόνιση σε διάγραμμα ροής του προγράμματος εξόρυξης δεδομένων.

Η πρώτη στήλη του πίνακα της εικόνας 6 περιλαμβάνει έναν αναγνωριστικό αριθμό για κάθε πρωτεΐνη. Οι προβλέψεις έχουν ταξινομηθεί στον πίνακα βάσει του αποτελέσματος και του αναγνωριστικού αριθμού (ID). Η δεύτερη στήλη περιλαμβάνει αριθμούς που χρησιμοποιούνται για τη διάκριση μεταξύ των κανό-

νων και των γονιδίων. Η τελευταία στήλη του πίνακα αφορά τα αποτελέσματα, όπου τα σύμβολα έχουν τις εξής σημασίες: 'C'= σωστό, 'W'= λάθος και 'NM'= μάλλον άστοχο. Η εφαρμογή της μεθόδου στον οργανισμό E.coli έχει 10 σωστές προβλέψεις και 14 λανθασμένες. Η πιθανότητα να προκύψουν τα ίδια αποτελέσματα (ως προς την ακρίβεια) κατά τον καθορισμό νέων, τυχαίων λειτουργιών εκτιμάται ότι είναι μικρότερη από 4.8e-10.

ORF	Rule	Predicted Class	Confirmed Function	Result
b0533	104	Surface structures	Fimbrial assembly protein (ADMESSION)	C
b0570	56	Global regulatory functions	Multimodular CusS:sensory kinase in regulatory system	C
b0613	83	Conversions of intermediate metabolism	2-(5''-triphosphoribosyl)-3'-dephosphocoenzyme-A synthase	C
b0619	56a	Global regulatory functions	Sensory histidine kinase in two-component reg. system	C
b0619	56b	Global regulatory functions	Sensory histidine kinase in two-component reg. system	C
b1981	63	MFS family	ShiA: MFS family	C
b1981	66	MFS family	ShiA: MFS family	C
b1981	108	MFS family	MFS family, shikimate	C
b2219	56	Global regulatory functions	Sensory protein kinase in two-component reg. system	C
b2972	62	Chemotaxes and mobility	Bifunctional prepilin peptidase	C
b0053	39	Degradation of DNA	Peptidyl-prolyl cis-trans isomerase	W
b0162	107	Transposon-related functions	Regulator of D-galactarate, D-glucarate and D-glycerate metabolism	W
b0441	39	Degradation of DNA	Peptidyl-prolyl cis-trans isomerase	W
b0505	108	Transposon-related functions	Ureidoglycolate hydrolase	W
b0508	94	Ribosomal proteins	Hydroxypyruvate isomerase	W
b0662	56	Global regulatory functions	Oxygenase involved in ubiquinone biosynthesis	W
b0789	108	Transposon-related functions	Cardiolipin synthase activity	W
b1199	147	Transposon-related functions	DHA kinase domain	W
b2052	106	Transposon-related functions	Bifunctional GDP-fucose synthetase	W
b3338	108	MFS family	Periplasmic endochitinase	W
b3419	142	Surface structures	RNA 3'-terminal phosphate cyclase	W
b3836	107	Transposon-related functions	Component of translocase	W
b3838	106	Transposon-related functions	Essential component of translocase	W
b2392	62	Chemotaxes and mobility	High-affinity manganese transporter	W
b2392	2	ABC superfamily (membrane)	High-affinity manganese transporter	NM
b2392	97	STP family	High-affinity manganese transporter	NM

Εικόνα 6: Προβλέψεις κλάσεων για τον οργανισμό E.coli, για τις οποίες υπάρχουν πλέον βιολογικές αποδείξεις που τις επαληθεύουν.

Βιβλιογραφία

Frasconi, P. (2001): Artificial Intelligence and Heuristic Methods for Bioinformatics, *A NATO Advanced Studies Institute*, San Miniato, Italy, October 1-11.

Glasgow, J., Jurisica, I. and Rost, B. (2004): AI and Bioinformatics, *AI Magazine*, Vol. 25(1), 7-8.

Hunter, L. (1993): *Artificial Intelligence and Molecular Biology*, MIT Press.

Karwath, A. and Ross D.K. (2001): An Automated ILP Server in the Field of Bioinformatics, *Lecture Notes in Artificial Intelligence 2157*, Springer-Verlag, 91-103.

Narayanan, A., Keedwell, E., Olsson, B. (2003): Artificial Intelligence Techniques for Bioinformatics, *Applied Bioinformatics*, 1(4), 191-222.

Μετακινήσεις πληθυσμών: επιδράσεις και προοπτικές. Η περίπτωση της Ελλάδος

Θεόδωρος Παπαηλίας[1] και Κωνσταντίνος Ζώης[2]

1. Τμήμα Λογιστικής, ΤΕΙ Πειραιώς
2. Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, ΤΕΙ Πειραιώς

Περίληψη

Το παρόν άρθρο έχει διπό σκοπό: *αφενός* επιδιώκεται να καταγραφούν τα αίτια δημιουργίας του φαινομένου και τους προσδιοριστικούς παράγοντες, που διευρύνουν το μεταναστευτικό μηχανισμό στην εποχή της παγκοσμιοποίησης, *αφετέρου* γίνεται προσπάθεια να ιχνηλατηθούν οι προοπτικές, που ενδέχεται αυτή η τάση να λάβει.

Με βάση τα παραπάνω αξιολογούνται οι δυνατότητες χάραξης μέτρων πολιτικής, ώστε να αμβλυνθούν μερικές από τις δυσμενείς επιπτώσεις και να διευρυνθεί το κοινωνικό όφελος.

Οι μετακινήσεις πληθυσμού, εφόσον δεν πραγματοποιηθούν με συγκεκριμένους στόχους, ενδέχεται να οξύνουν το πρόβλημα ανάπτυξης των ολιγότερο ανεπτυγμένων περιοχών. Μολονότι η ανάλυση αφορά στο σύνολο των περιοχών αυτών, εντούτοις τα περισσότερα πρακτικά συμπεράσματα εντοπίζονται κυρίως στον ελληνικό χώρο.

1. Η ροπή προς μετακίνηση

Η τάση σταθερής εγκατάστασης είναι σχετικά πρόσφατη για τις περισσότερες εθνότητες. Η μετακίνηση λόγω αναζήτησης τροφής ανάγκαζε τους ανθρώπους να ζουν ως νομάδες. Η επιβολή της μιας φυλής επί της άλλης δημιουργούσε αναγκαστικά

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 745-764
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 745-764

μετοικεσίες· μια τακτική γνωστή στην Ανατολή και ιδιαίτερα δημοφιλής στην πρώιμη βυζαντινή περίοδο[1]. Στην πρόσφατη εποχή κατέστη ιδιαιτέρως αποδεκτή η μετακίνηση ένεκα πολιτικών λόγων.

Στις αρχές του περασμένου αιώνος οι πιο σημαντικές εγένοντο μετά τις πολεμικές συγκρούσεις, όπως αυτή της ανταλλαγής πληθυσμών μεταξύ Ελλάδος και Τουρκίας το 1923.

Αργότερα η πολιτική αυτή γενικεύθηκε, κατά τη σταλινική περίοδο ετέθη επί ημερησίας βάσεως, για να τύχει της μεγαλύτερης επιδοκιμασίας από τους περισσότερους την επομένη του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου.

Τα αίτια πάντα είναι ίδια: δημιουργία εθνικού χώρου για λόγους *φυλής* (όπως συνέβη με τις εκτεταμένες μετακινήσεις γερμανοφώνων μετά τον πόλεμο), *θρησκείας*, (Ινδία, Πακιστάν), *εθνότητος* (Ισραήλ) κ.λπ.

Παράλληλα με αυτές τις ανταλλαγές, αναγκαστικής κατά το μάλλον ή ήττον μορφής, ιδιαίτερα κατά το τελευταίο τέταρτο του αιώνα, γενικεύθηκε η πολιτική της εθνοκάθαρσης στην ακραία έκφραση, των διωγμών σε ηπιότερη μορφή. Όλα αυτά ξαναζωντάνευσαν μνήμες, που ήταν γνωστές από τον Μεσαίωνα –ιδιαίτερα τον ύστερο–: τους *πολιτικούς πρόσφυγες*.

Ταυτόχρονα με τις πολιτικές αυτές η ανάπτυξη, η οποία μετά το 1940 ταυτίσθηκε με την εκβιομηχάνιση, είχε ως απόρροια την εγκατάλειψη της υπαίθρου. Η «διπλή αναπτυξιακή σύνθλιψη» (Owen, 1966) είχε ως συνέπεια τη δημιουργία της μαζικότερης εσωτερικής μετανάστευσης στην ιστορία της ανθρωπότητος: ασύλληπτοι ρυθμοί αστικοποίησης οι οποίοι στις πλείστες των περιπτώσεων δεν συνοδεύονταν, ως εικός, από ανάλογη αύξηση της απασχόλησης στις πόλεις. Οι συνέπειες ήταν οι τενεκεδουπόλεις, τα παραπήγματα, ο εγκλεισμός, η περιθωριοποίηση. Έτσι οι τεράστιες αυτές μάζες αδυνατώντας να επιβιώσουν, και μη επιθυμώντας ή ακριβέστερα αρνούμενοι να επιστρέψουν στην παραδοσιακή αθλιότητα –μετά την ανακάλυψη του *κόσμου* στις πόλεις (των αστικών επιτευγμάτων), ως άλλοι Γότθοι– ακολούθησαν συχνά τον δρόμο *προς Δυσμάς*.

Λίγο αργότερα η κατάρρευση του υπαρκτού σοσιαλισμού των χωρών του πρώην σοβιετικού συνασπισμού απετέλεσε το έναυ-

σμα στη δεκαετία 1990 της ξαναγέννησης μιας νέας *Μετανάστευσης Λαών*: από την Ανατολή στη Δύση.

Σε ορισμένες χώρες –ιδιαίτερα τις Βαλκανικές– η επιθυμία φυγής και η *ορμή προς Δυσμάς* είχε ως απόρροια τη γενικευμένη πληθυσμιακή έξοδο και την ερήμωση πολλών περιοχών, ενώ οι κοινωνικές και πολιτικές ανακατατάξεις απέβησαν πρωτόφαντες.

Περαιτέρω η οικτρή κατάσταση (κοινωνική, οικονομική, πολιτική) των χωρών του άλλοτε επονομαζόμενου Τρίτου Κόσμου εξαναγκάζει πολλούς να εγκαταλείψουν τις χώρες τους είτε ως πρόσφυγες είτε ως μετανάστες. Δεδομένου ότι συχνά η μετακίνηση πραγματοποιείται παράνομα ένα νέο δουλεμπόριο διεξάγεται, ιδιαίτερα δια θαλάσσης.

Έτσι στον εικοστό αιώνα κατέστη εμφανές σε όλους ότι η εργασία, και κατ' επέκταση οι άνθρωποι, είναι αναλώσιμο εμπόρευμα.

2. Κόστος μετανάστευσης

Το κύριο χαρακτηριστικό της μετανάστευσης, δεδομένου ότι στη σημερινή εποχή έχει συχνά προσωρινό χαρακτήρα, σε αντίθεση με αυτή των παλαιοτέρων εποχών, που ελάμβανε τη μορφή της μετοικεσίας, είναι η *ανταλλαγή εργατικής δύναμης* από πλευράς χώρας εκροής και *αδήλων πληρωμών* για τη χώρα εισροής.

Η προσπάθεια εκτίμησης του *κόστους σχηματισμού ενός ατόμου* ανάγεται στο μακρινό παρελθόν. Οι πρώτες συστηματικές έρευνες άρχισαν να διενεργούνται αφ' ότου θεμελιώθηκε η «εργασιακή θεωρία» της αξίας. Η οριακή θεωρία παρέκαμψε το ζήτημα, αλλά ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος και κυρίως ο δεύτερος με το πρόβλημα των πολεμικών επανορθώσεων ξαναέφερε το θέμα στην επιφάνεια.

Η γνωστότερη προσέγγιση οφείλεται στον A. Sauvy[2], ο οποίος δέχεται ότι το κόστος ανατροφής ενός νέου μέχρι το 18ο έτος της ηλικίας είναι για μεν τις ανεπτυγμένες χώρες εννέα (9) χρόνια, ενώ για τις αναπτυσσόμενες έξι (6) χρόνια εργασίας. Η μέθοδος του Sauvy, όπως έχει δειχθεί[3], αποτελεί μια εξαιρετικά

γενική προσέγγιση οδηγώντας αλλού περισσότερο αλλού ολιγότερο σε ανακρίβειες.

Η μέθοδος, που έχουμε προτείνει, στηρίζεται σε ενδελεχή εξέταση των οικογενειακών προϋπολογισμών και αποτυπώνεται σχηματικά στον ακόλουθο τύπο[4]:

$$C_t = \left(dP_t + g\frac{Gt}{P} \right) k + a_t + \lambda S_t,$$

όπου P_t = αγορές ατομικές ($P_t = \frac{TPt}{N}$, TPt = συνολικές δαπάνες οικοκυριών, N=αριθμός οικοκυριών)· *d* συντελεστής με τιμή 0.36.[5]

$\frac{Gt}{P}$ = κατά κεφαλήν δημόσιες δαπάνες, (*Gt*=δημόσιες δαπάνες, *P*=πληθυσμός της χώρας) και *g*=συντελεστής με τιμή 0,8-0,9.[6]

k = συντελεστής αστικότητας· ο συντελεστής αυτός ορίσθηκε για μεν τις αστικές περιοχές στο *1*, για δε τις αγροτικές και ημιαστικές περιοχές κυμάνθηκε μεταξύ 0,8 το 1938, *0,85* το 1953 και *0.9* το 1965.

a_t = κατά αγροτικό οικοκυριό αυτοκατανάλωση, ($a_t = \frac{At}{\Pi}$, *At*=αυτοκατανάλωση, Π=αριθμός αγροτικών οικοκυριών).[7]

λSt = συμπληρωματικά εισοδήματα και ενισχύσεις κατ' άτομο· ($St = \frac{TSt}{P}$, *TSt*=συνολικά συμπληρωματικά εισοδήματα, *P*=πληθυσμός της χώρας), λ=συντελεστής στάθμισης[8].

Στα επόμενα παρατίθενται χάριν συγκρίσεως δύο πίνακες. Ο πρώτος αποτυπώνει την *«επιδότηση»* που έκανε η Ελλάς στις ανεπτυγμένες χώρες στο διάστημα 1951-1971 (συγκεκριμένα χάριν συντομίας κατά τα έτη 1951, 1955, 1960, 1965, 1971). Ο δεύτερος σχετίζεται με την *«υπεραξία»* ή το *πλεόνασμα*, που κέρ-

δισε η Ελλάς από την εργασία των ξένων μεταναστών στη πρόσφατη δεκαετία (1991-2000). Ειδικότερα:

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις, που αφορούν στο κόστος σχηματισμού των μεταναστών[9] κατά πενταετία[10].

Το 1951 το κόστος σχηματισμού ενός νέου ανερχόταν σε 5,1 χιλ. δολλάρια στον αστικό τομέα –στήλη (3)– έναντι 4,6 χιλ. δολλαρίων στον αγροτικό - στήλη (5). Το 1971 το κόστος πλησίασε τα 8,5 χιλιάδες και 7 χιλιάδες δολλάρια αντιστοίχως.

Οι στήλες (6) και (7) καταγράφουν τους κατ' έτος μετανάστες άνω των 18 ετών, ενώ οι αντίστοιχες (8), (9) και (10) εμφανίζουν το συνολικό κόστος των μεταναστών άνω των 18 ετών κατά τομέα και εν συνόλω. Η στήλη (11) παρουσιάζει το κόστος σχηματισμού των μεταναστών και των δύο τομέων κάτω των 18 ετών, ενώ στη στήλη (12) αποτυπώνεται η συνολική προσέγγιση.

Η συνολική εκροή το 1971 με τις πλέον συντηρητικές παραδοχές ξεπέρασε τα 402 εκατ. δολλάρια. (Σύμφωνα με την προσέγγιση του Sauvy θα έδει να ήταν 7 φορές τουλάχιστον μεγαλύτερη).

Αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη των χωρών της Δύσης επετεύχθη χάρις *και στη υπεξαίρεση* του πλέον δυσκολοδημιούργητου κεφαλαίου: του *ανθρώπινου*. Μια Πολιτική Οικονομία της Μετανάστευσης θα πρέπει συνεπώς πρωτίστως να περιλαμβάνει τη μέτρηση της *ιδιοποίησης της εργατικής δύναμης*. Οι χώρες εισροής χρησιμοποιούν ανθρωπίνους πόρους, για τους οποίους δεν έχουν καταβάλλει κανένα κόστος. Ο μετανάστης έχει επιβαρύνει τη χώρα του με τα έξοδα παραγωγής και αναπαραγωγής του (της οικογένειάς του και του κράτους). Αντιθέτως οι χώρες εισροής χωρίς κανένα αντίτιμο αποκερδαίνουν από τη χρήση της εργατικής δύναμης. Επιπροσθέτως το κόστος σχηματισμού ενός ατόμου στη χώρα εισροής είναι πολλαπλάσιο, λόγω του υψηλοτέρου ορίου διαβίωσης. Συνεπώς το όφελος για τις πλούσιες χώρες είναι εξαιρετικά μεγαλύτερο. Δεν είναι τυχαίο ότι στις ανεπτυγμένες περιοχές αυξανομένου του εισοδήματος μειούται ο αριθμός των γεννήσεων σε όλες τις κοινωνικές τάξεις· διότι το κόστος γέννησης και ανατροφής ενός ανθρώπου δεν σχετίζεται μόνο με το οικονομικό αλλά με το εξίσου ση-

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Κόστος εκροής της εργατικής δύναμης (από την Ελλάδα στην αλλοδαπή)

Τιμές σταθερές 1970

1 $: 30 δραχμές

Έτος Αναχώρησης	Κόστος σχηματισμού ενός ατόμου				Μετανάστες		Κόστος μεταναστών ηλικίας 19-59 ετών			Κόστος σχηματισμού μεταναστών των δύο τομέων ηλικίας < 18 ετών	Συνολικό κόστος σχηματισμού μεταναστών (10)+(11)
	Αστικός τομέας		Αγροτικός τομέας		Αστικός τομέας	Αγροτικός τομέας	Αστικός τομέας	Αγροτικός τομέας	Συνολικό Κόστος (8)+(9)		
	δραχμές	$	δραχμές	$	άτομα	άτομα	$	$	$	$	$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1951	152.000	5.067	137.000	4.567	4.772	11.683	24.178.133	53.352.367	77.530.500	21.565.667	99.096.167
1955	161.000	5.367	141.000	4.700	9.350	10.975	50.178.333	51.582.500	101.760.833	25.655.200	127.416.033
1960	184.000	6.133	157.000	5.233	27.426	10.665	168.212.800	55.813.500	224.026.300	37.921.500	262.947.800
1965	219.000	7.300	183.000	6.100	58.454	37.389	426.714.200	227.969.200	654.683.400	82.666.000	737.349.400
1971	254.000	8.467	210.000	7.000	26.289	18.268	222.580.200	127.876.000	350.456.200	51.587.667	402.043.867

Πηγή: *Papaelias(1979)*

μαντικό κοινωνικό. Η μετανάστευση ένεκα αυτής της *οικειοποίησης* αποτελεί, εν αντιθέσει προς το ορθόδοξο δόγμα, έναν ανισορροποιητικό μηχανισμό, δηλαδή διευρύνει το χάσμα μεταξύ πλουσίων και πτωχών χωρών. Τα μεταναστευτικά εμβάσματα αποτελούν ένα μικρό κέρδος για τη χώρα εκροής. Η *άνιση* αυτή *ανταλλαγή* επιφέρει πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα: ενδελεχέστερη ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι μεταναστεύουν τα άτομα 15-44 ετών. (Στην *Ελλάδα* η πλειοψηφία των μεταναστών στους άνδρες ήταν 25-29 ετών, ενώ στις γυναίκες 20-25). Έτσι οι πλέον παραγωγικές ηλικίες εκδιώχνονται.

Αλλά το όφελος για τα κράτη εισροής ήταν ακόμη μεγαλύτερο. Οι μισθοί στις δυτικοευρωπαϊκές χώρες καθηλώθηκαν ή αυξήθηκαν με χαμηλούς ρυθμούς (με συνέπεια την ανταγωνιστικότητα των προϊόντων), ενώ δόθηκε λύση στο οξύ πρόβλημα της έλλειψης εργατικού δυναμικού.

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει το αντεστραμμένο είδωλο των ανωτέρω, που πολλοί Έλληνες αρνούνται να αποδεχθούν· η αλήθεια είναι ότι τόσο τα άτομα όσο και το πλήθος ευκολότερα ηρωοποιούν τον αδύναμο, ενώ δυσκολότερα τον σφετεριστή. Το όφελος από την παρουσία των αλλοδαπών μολονότι προβάλει διαυγές, σύμφωνα με τα προηγηθέντα, οι περισσότεροι εντούτοις το παραβλέπουν προσποιούμενοι αδιαφορία ή και εχθρότητα.

Στη στήλη (2) παρουσιάζεται ο αριθμός των μεταναστών, ενώ στη στήλη (3) το κόστος σχηματισμού του ατόμου σε τρέχουσες τιμές. Η στήλη (4) δείχνει το συνολικό κόστος σε δις δραχμές, ενώ η στήλη (6) σε δολλάρια ΗΠΑ. (Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με βάση τη στήλη (5), η οποία αποτυπώνει τη μέση ετήσια ισοτιμία δολλαρίου προς δραχμές). Η εκτίμηση των στηλών (2) και (3) επετεύχθη ως ακολούθως:

Εξετάζοντας την πλειοψηφία των μεταναστών *διαχρονικώς*, σύμφωνα με την κατ' εκτίμηση προσέγγιση των Υπουργείων Δημοσίας Τάξης και Εξωτερικών, η οποία και κατά την κοινή αίσθηση δεν απέχει πολύ από την πραγματικότητα, υπολογίσθηκε ο αριθμός των μεταναστών (στήλη 2). Ακολούθως διετυπώθη η υπόθεση ότι το επίπεδο διαβίωσης των μεταναστών αντιστοιχεί, με τις πλέον συντηρητικές παραδοχές, με εκείνο της Ελλάδος το 1971. Αυτό σημαίνει ότι το *μέσο κόστος* σχηματισμού ενός

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Κόστος εκροής της εργατικής δύναμης (από την αλλοδαπή στην Ελλάδα)

Τρέχουσες τιμές

ΕΤΗ	Αριθμός μεταναστών χιλιάδες άτομα	Κόστος μεταναστών εκατ. δραχμές	Σύνολο Δις δραχμές	Ισοτιμία $:δραχμής Δραχμές	Σύνολο Δις $	ΑΕΠ Δις δραχμές	% κόστους στο ΑΕΠ	Ετήσιο όφελος Δις δραχμές
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)*(3)	(5)	(6)	(7)	(8)=(4)/(7) *100	(9)
1991	200	5,560	1112,0	182,3	6,1	14412,2	7,7	1112,0
1992	300	6,327	1898,1	190,7	10,0	16536,3	11,5	632,7
1993	400	7,094	2837,6	229,3	12,4	18825,6	15,1	709,4
1994	450	7,861	3537,5	242,6	14,6	21387,3	16,5	393,1
1995	500	8,628	4314,0	231,7	18,6	23914,0	18,0	431,4
1996	550	9,543	5248,7	240,7	21,8	26359,8	19,9	477,2
1997	600	10,381	6228,6	273,1	22,8	28835,0	21,6	519,1
1998	700	11,143	7800,1	295,5	26,4	31251,0	25,0	1114,3
1999	750	11,854	8890,5	305,6	29,1	33376,0	26,6	592,7
2000	800	12,530	10024,0	365,4	27,4	35712,0	28,1	626,5

Πηγή: Στήλη (2) και στήλη (3): Παπαηλίας (2006),
Στήλη (5): Τράπεζα Ελλάδος,
Στήλη (7): Έτη 1991-1997 ΕΣΥΕ, 1998-2000 Παπαηλίας (2006)

ατόμου ή το *τυπικό κόστος* κυμάνθηκε, *με τις πλέον δυσμενείς παραδοχές από πλευράς οικογενειακής και κρατικής δαπάνης*, στην ίδια περίπου βαθμίδα με αυτή της Ελλάδος κατά το 1971[11].

Το κόστος αυτό ανήρχετο το 1991 στις 5,56 εκατομμύρια, ενώ το 2000 στις 12,53 εκατ. δραχμές. Από την παρακολούθηση της στήλης (4) καθίσταται πρόδηλο πόσο μεγάλο είναι το κόστος για τις διάφορες χώρες εκροής και πόσο σημαντικό το όφελος για την Ελλάδα· αυτό δείχνεται διαυγέστερα, εάν συσχετισθεί με το προϊόν της χώρας. Ακριβώς η στήλη (8) εμφανίζει το μερίδιο του κόστους ως ποσοστό του ΑΕΠ. (Η στήλη (7) παρακολουθεί τη διαμόρφωση του Ακαθαρίστου Εγχωρίου Προϊόντος (ΑΕΠ) σε τιμές συντελεστών παραγωγής). Το 1991 το κόστος σχηματισμού αντιστοιχούσε στο 8% περίπου του ΑΕΠ έναντι 28% το 2000. Τέλος η στήλη (9) καταγράφει το ετήσιο όφελος, το οποίο είναι εξαιρετικά αξιόλογο.

Πλέον κατανοητό καθίσταται το μέγεθος του *καθαρού προϊόντος*, το οποίο *υπεξαιρεί* η χώρα, εάν εξετασθεί ο πίνακας 3. Συγκεκριμένα:

Η στήλη (2) εμφανίζει τον αριθμό των μεταναστών, νομίμων ή παρανόμων, που ευρίσκονταν ετησίως στην Ελλάδα (ταυτίζεται με τη στήλη (2) του πίνακα 2). Στη στήλη (3) απεικονίζεται ο μέσος αριθμός ημερών απασχόλησης, που πραγματοποίησε ο τυπικός αλλοδαπός, εντός του κάθε χρόνου. Το 1991 υπελογίσθηκαν σε 100, ενώ το 2000 σε 150. Υπενθυμίζεται ότι οι αλλοδαποί, λόγω ανέχειας, είναι διαθέσιμοι για εργασία όλες τις ημέρες του έτους· (εικάζεται ότι το ύψος της απασχόλησης είναι μάλλον υποεκτιμημένο). Η στήλη (4), ως γινόμενο των δύο προηγουμένων, εκθέτει το συνολικό αριθμό ημερομισθίων, που πραγματοποίησαν όλοι οι αλλοδαποί εργαζόμενοι. Το πρώτο έτος της δεκαετίας αυτά ανέρχονταν στα 20 εκατομ. ενώ στο τέλος αυτής στα 120 εκατομμύρια. Όπως απορρέει από τον εν λόγω πίνακα η άνοδος υπήρξε σταθερή, αφού ο αριθμός των αλλοδαπών είχε την τάση να αυξάνει, όπως επίσης και ο αριθμός των κατ' έτος ημερομισθίων.

Από πληροφορίες, που αντλήθηκαν εκ διαφόρων πηγών, τόσο στην Αθήνα όσο και στην επαρχία (ΙΚΑ, επιμελητήρια, εμπορικούς συλλόγους, αγροτικούς συνεταιρισμούς, κλπ) το μέσο ημε-

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Μέτρηση υπεξαίρεσης της εργατικής δύναμης

ΕΤΗ	Αριθμός μεταναστών χιλ. άτομα	Ημερομίσθια κατ' έτος ανά μετανάστη	Σύνολο ημερομισθίων εκατ.	Κατώτερο ημερομίσθιο χιλ. δραχμές	Εισόδημα εξ εργασίας δις δραχμές	ΑΕΠ δις δραχμές	% του ΑΕΠ	Κόστος ημεδαπού εργάτη χιλ. δραχμές	Συνολικό κόστος δις δραχμές	Πλεόνασμα δις δραχμές	% Πλεόνασμα στο ΑΕΠ	Ποσοστό πλεονάσματος
1	2	3	4=2*3	5	6=4*5	7	8=6/7*100	9	10=4*9	11=10-6	12=11/7*100	13=11/6*100
1991	200	100	20,0	5	100,0	14412,2	0,7	8,0	160,0	60,0	0,4	60,0
1992	300	110	33,0	5	165,0	16536,3	1,0	8,5	280,5	115,5	0,7	70,0
1993	400	120	48,0	5,5	264,0	18825,6	1,4	9,5	456,0	192,0	1,0	72,7
1994	450	130	58,5	6	351,0	21387,3	1,6	10,5	614,3	263,3	1,2	75,0
1995	500	140	70,0	6	420,0	23914,0	1,8	11,5	805,0	385,0	1,6	91,7
1996	550	140	77,0	6,5	500,5	26359,8	1,9	12,5	962,5	462,0	1,8	92,3
1997	600	150	90,0	7	630,0	28835,0	2,2	13,5	1215,0	585,0	2,0	92,9
1998	700	150	105,0	7,5	787,5	31251,0	2,5	14,0	1470,0	682,5	2,2	86,7
1999	750	150	112,5	8	900,0	33376,0	2,7	14,5	1631,3	731,3	2,2	81,3
2000	800	150	120,0	9	1080,0	35712,0	3,0	16,0	1920,0	840,0	2,4	77,8

Πηγή: Στήλες (2) και (7): βλέπε Πίνακα 2.
Λοιπές στήλες: Παπαηλίας (2006). Σημειώνεται ότι οι τιμές είναι τρέχουσες.

ρομίσθιο του αλλοδαπού κυμάνθηκε μεταξύ 4 χιλιάδων έως 7 χιλιάδων κατά το 1991, ενώ κατά το 2000 μεταξύ 8 και 12 χιλιάδων δραχμών. Στη στήλη (5) έγινε δεκτό το χαμηλότερο σχεδόν κράσπεδο, προκειμένου να μην υφίστανται ενστάσεις. Έτσι το 1991 το μέσο ημερομίσθιο υπελογίσθη στις 5 χιλιάδες, ενώ το 2000 στις 9 χιλιάδες δραχμές.

Το σύνολο της αμοιβής, που καρπώθησαν όλοι οι μετανάστες ετησίως, προβάλλει στην στήλη (6). Κατά την αρχή της δεκαετίας ανήλθε στα 100 δις, ενώ στο τέλος αυτής στο 1.1 τρις δραχμές περίπου. Η μεγέθυνση διεγράφη σταθερή, αφού τόσο το σύνολο των ημερομισθίων ανήλθε ταχέως, όσο και το μέσο ημερομίσθιο –λόγω και πληθωρισμού– αυξήθηκε.

Προκειμένου να υπάρξει μονάδα σύγκρισης και να καταστούν ευγλωττότερες οι εξελίξεις, χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό του εισοδήματος εξ εργασίας των αλλοδαπών στο ΑΕΠ της χώρας. Στη στήλη (8) διαγιγνώσκεται η εξέλιξή του– (η προηγουμένη στήλη αποτυπώνει τη διαμόρφωση του ΑΕΠ). Τεκμαίρεται ότι η τάση αύξησης του μεριδίου του εισοδήματος εξ εργασίας των αλλοδαπών βαίνει αύξουσα· από 0,7% το 1991 έφθασε το 3% το 2000.

Αυτή είναι μια όψη της ενεργού συμμετοχής των ξένων στην ανάπτυξη της οικονομίας της Ελλάδος. Σημαντικότερη ασφαλώς είναι η συνέχειά της.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα κατώτερα όρια, στα οποία διακυμάνθηκαν τα ημερομίσθια του ανειδίκευτου ημεδαπού εργάτη, όπως αυτά ορίζονται από το ΙΚΑ, και προσαρμόζοντας το ύψος τους σε ετήσια βάση, αφού προσαυξήθηκαν με τις ασφαλιστικές εισφορές και τα άλλα έσοδα (δώρα, επιδόματα κ.λπ.), υπελογίσθη το κατώτερο ημερομίσθιο του ανειδίκευτου εργάτη. Στην στήλη (9) καταγράφεται η εξέλιξη αυτού του ημερομισθίου. Το 1991 αυτό διαμορφώθηκε στις 8 χιλιάδες, ενώ το 2000 στις 16 χιλ. δραχμές, (η τιμή παρουσίασε σταθερή ανοδική πορεία κυρίως λόγω του πληθωρισμού). Στην επομένη στήλη φανερώνεται η δαπάνη, που θα επιβάρυνε την οικονομία, εάν αντί των ξένων χρησιμοποιούνταν Έλληνες κατά την παραγωγική διαδικασία. Αυτή κατά το πρώτο έτος θα άγγιζε τα 160 δις έναντι 1,9 τρις δραχμές κατά το τελευταίο.

Προκειμένου να διαφανεί το πόση μεγάλη είναι η οικειοποίηση, που πραγματοποιεί η ελληνική οικονομία, πιό απλά οι *πάσης φύσεως Έλληνες εργοδότες* (από το βιομήχανο μέχρι τον κτηνοτρόφο και από τον αυτοαπασχολούμενο μέχρι την οικοκυρά), υπελογίσθη η στήλη (11), ήτοι η απόκλιση μεταξύ του *πραγματικού* κόστους και του *δυνάμει*. Το *καθαρό προϊόν* ή *πλεόνασμα* (η διαφορά των στηλών 10 και 6) κινήθηκε σταθερά ανοδικά· το 1991 ανήλθε στα 60 δις έναντι 840 δις δραχμών το 2000.

Ειδικότερα από την παρακολούθηση της στήλης (12) προβάλλεται το πλεόνασμα ως ποσοστό στο ΑΕΠ της χώρας. Συνάγεται ότι ο *σφετερισμός* της εργασίας των αλλοδαπών στη δεκαετία συνεχώς διευρύνθηκε· από 0,4% που εκτιμήθηκε στην αρχή πλησίασε το 2,5% στο τέλος της περιόδου. Θα μπορούσε να υπεισέλθει κανείς στον πειρασμό και να συγκρίνει το ποσοστό αυτό με το ρυθμό ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας, ο οποίος είναι περίπου ο ίδιος· τουτέστιν ότι η ανάπτυξη των μεν υλοποιείται εις βάρος των δε. Περαιτέρω εξ ίσου σπουδαίες πληροφορίες αντλούνται από τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ *πλεονάσματος* (διαφορά μεταξύ προσηκούσης και καταβληθείσης πληρωμής), που γεννά η χρήση της εργατικής δύναμης των αλλοδαπών, και του εισοδήματος που τω όντι λαμβάνουν (δηλαδή της στήλης 11 προς την 6). Σύμφωνα με την τελευταία στήλη το ποσοστό της εκμετάλλευσης κυμάνθηκε μεταξύ 60% το 1991 και 93% το 1997. Υπό αυτούς τους όρους οι φωνές (που τείνουν σε υστερία) περί καταστροφής εκ των αλλοδαπών στερούνται αξιοπιστίας και η όλη συζήτηση περί ξένων εργαζομένων προδήλως τίθεται σε άλλη βάση.

3. Η δυναμική των μετακινήσεων στην εποχή της παγκοσμιοποίησης

Με εξαίρεση τις ανεπτυγμένες χώρες, τα κράτη του υπόλοιπου κόσμου, ιδιαιτέρως τα νεοδημιουργηθέντα μετά το πέρας της αποικιοκρατίας στην Αφρική και την Ασία, προσπαθούν να «*εκσυγχρονισθούν*» μέσω εκβιομηχάνισης. Η ελεύθερη οικονομία θεωρήθηκε ως το *κλέος* της βιομηχανικής επανάστασης· τα κλασι-

κά κείμενα τόσο των ορθόδοξων οικονομολόγων όσο και των αμφισβητιών απέτιαν φόρο τιμής στην: *αστική τάξη, που έβγαλε τον κόσμο από τα λασπόνερα της αγροτικής ζωής,* (Μαρξ). Έτσι όλοι οι απανταχού σκαπανείς με το θέμα, από τον P. N. Rosenstein-Rodan μέχρι τον Nurkse και από τον Baran μέχρι τον Lewis (για να αναφερθούν μόνο οι διασημότεροι), υπεστήριξαν ότι *ανάπτυξη ίσον εκβιομηχάνιση.* Ώστε λοιπόν οι καθυστερημένες περιοχές είτε τον καπιταλιστικό τρόπο παραγωγής ακολουθούσαν, είτε το σοσιαλιστικό, ενεφορούντο υπό του ιδίου οράματος· εκείνο που διαφοροποιείτο ευρίσκετο στους φορείς, που διενεργούσαν τις επενδύσεις. Παραλλήλως η ανάπτυξη της βιολογίας και της χημείας επιδείκνυαν θαύματα στην καταπολέμηση των λοιμών. Τοιουτοτρόπως η ραγδαία ανάπτυξη του πληθυσμού, που σε πολλές περιπτώσεις ενισχύθηκε υπό επισήμων φορέων ως παράγων υπεροχής έναντι των αντιπάλων, έπλασε καταστάσεις υπερπληθυσμού που ουδείς πρότερον θα διενοείτο. Έτσι το σύνολο σχεδόν των χωρών αυτών αντιμετώπισε πρωτοφανή κρίση. Οι πόροι που εξ υπολοίπου διοχετεύονταν στον αγροτικό τομέα δεν επαρκούσαν για το ραγδαία διογκούμενο πληθυσμό. Όθεν και ο λιμός ενεγράφη στην ημερησία διάταξη.

Στα τέλη λοιπόν του 20ου αιώνα εμφανιζόταν η εικόνα ενός διχασμένου κόσμου. Από το ένα άκρο η «Δύση» και από το άλλο οι καταρρέουσες χώρες του πρώην υπαρκτού σοσιαλισμού και τα απειράριθμα πλήθη των φτωχών του άλλοτε Τρίτου Κόσμου. Τοιουτοτρόπως στον εξαθλιωμένο αγρότη ή άνεργο εργάτη υπελείπετο η «λύση» της διάβασης του Ρίου Γκράντε, ή της διάπλευσης του Γιβραλτάρ, ή του Αιγαίου, ή της «καθόδου» πεζή των συνόρων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Φαίνεται ότι οι πλείστες των ολιγότερο ανεπτυγμένων χωρών δεν είναι εις θέσιν να ξεπεράσουν σύντομα την καχεξία, συνιστώντας ένα είδος *εξημερωμένης ζούγκλας.* Η πολιτική αναταραχή (από την Αλγερία μέχρι την Ινδία ή την Ινδονησία) είναι δεδομένη. Φαίνεται ότι προσωρινώς η θρησκεία και ειδικότερα ο Μουσουλμανισμός λειτουργεί ως *οιονεί* καταπραϋντικό. Καθίσταται προφανές ότι παρόμοια κατάσταση δε δύναται να διατηρηθεί επί μακρόν. Η καταπολέμηση του υψηλού ρυθμού της γεννητικότητος (π.χ. Κίνα) τίθεται επί καθημερινής βάσεως, ενώ ταυτόχρονα οι μεγά-

λες εταιρείες μεταφέρουν, επανακατακτώντας τις χώρες αυτές, μέρος των δραστηριοτήτων τους στις πρώην αποικίες ή στην ανατολική ενδοχώρα της Ευρώπης. Συνεπάγεται ότι τουλάχιστον μεσοπροθέσμως η μετανάστευση, η αναζήτηση συχνά ενός *μέλλοντος*, και όχι ενός *καλύτερου μέλλοντος*, (αφού σε ορισμένες γωνιές της γης η πολιτική ή (και) οικονομική κατάσταση είναι τέτοια, που δε διαφαίνεται προοπτική στα άτομα) θα συνεχίζει έντονα να υπάρχει. Τοιουτοτρόπως η εισροή μεταναστών θα υφίσταται. Μόνο η οικονομική κρίση των ανεπτυγμένων χωρών είναι αυτή που δύναται να φρενάρει –επιβάλλοντας ελέγχους– τη μετανάστευση. Κάτι τέτοιο όμως έρχεται σε ρήξη με τα συμφέροντα των επιχειρήσεων. Το φτηνό αναλώσιμο εργατικό (παράνομο ή νόμιμο) δυναμικό κοστίζει ολιγότερο και είναι πλέον πειθαρχημένο. Είναι πιθανόν στο μέλλον η *εικόνα του μετανάστη*, ή ο *ιδεατός τύπος* σύμφωνα με την ορολογία του Max Weber, να είναι τρισδιάστατη. Η *πρώτη* αποτυπώνει το πλεόνασμα εργασίας, δηλαδή τον οριακό εργάτη ή αγρότη· το άτομο που ευρίσκεται στο όριο επιβίωσης. Η *άλλη* εμφανίζει ένα σύμφυρμα, έναν κόσμο ο οποίος στρατολογείται από τα μεσαία στρώματα (χρεοκοπημένες βιοτεχνίες, ειδικευμένο εργατικό δυναμικό). Η *τελευταία* σύγκειται από το στρώμα των διανοουμένων, των ατόμων με πανεπιστημιακή μόρφωση κ.λπ. Με την κατάρρευση της οικονομίας στην ανατολική Ευρώπη, οι πρώτοι που συχνά λαμβάνουν το διαβατήριο υπό μάλης είναι τα στελέχη μεγάλων επιχειρήσεων, οργανισμών, ερευνητικών κέντρων· πρόκειται για τη γνωστή ροή εγκεφάλων, η οποία ταλάνισε μέχρι πρόσφατα τη Δυτική Ευρώπη προς όφελος της Βόρειας Αμερικής.

4. Μέτρα πολιτικής

Με βάση τα ανωτέρω εικάζεται ότι ο σύγχρονος κόσμος, αυτός της παγκοσμιοποίησης, εμφανίζει ένα διπτό πρόσωπο.

Το *πρώτο* σχετίζεται με τις ανισότητες, που παρατηρούνται εντός των ανεπτυγμένων χωρών (μετά το 1980 λόγω της συρρίκνωσης του κράτους – πρόνοιας αυτές διευρύνθηκαν). Παρ' όλα αυτά το κάθε ένα κράτος, θεωρούμενο τόσο κατά μόνας όσο και ως μέρος του όλου (υπό την μορφή της ΕΕ ή του

ΝΑΤΟ κ.λπ.), προσδίδει την εντύπωση εξαιρετικής οικονομικής ισχύος και κοινωνικής σταθερότητος.

Το *δεύτερο* είναι ο θρυμματισμένος κόσμος του πρώην σοβιετικού συνασπισμού και τα μικρά και «μεγάλα» κράτη του άλλοτε Τρίτου Κόσμου· πτωχά στην πλειοψηφία, ενώ η ανισοκατανομή του εισοδήματος και του πλούτου έχει ως απόρροια ένα μεγάλο μέρος των κατοίκων να κινείται στα όρια εξαθλίωσης. Η φυγή ταυτίζεται με τη σωτηρία. Λαμβάνοντας υπόψη την πολιτική και κοινωνική τυρρανία, το άτομο ή θα υπομείνει καρτερικά την καθοδήγηση της θρησκείας (Ιράν, Αφγανιστάν, κ.λπ.), ή θα υφίσταται την καταπίεση της δικτατορίας (Αιγύπτου, Ιράκ, κ.λπ.). Έτσι οι μετακινούμενοι συχνά είναι *και πολιτικοί πρόσφυγες*, όπως αρκετοί Έλληνες στην περίοδο της δικτατορίας. Η συνεχής διακίνηση της εικόνας και του θεάματος, όπου μέσω της τηλεόρασης, του κινηματογράφου, της τέχνης κλπ αυτοσυστήνεται ο «μαγικός» κόσμος της Δύσεως, υποσκάπτει τη «φιλότιμη παράσταση» αυτών των κυβερνήσεων. Απέναντι σε αυτήν την ατμόσφαιρα οι εγχώριοι αξιωματούχοι προτάσσουν τα αρνητικά του δυτικού τρόπου ζωής[12] και μέσω παντοειδούς καθοδήγησης, πολιτικής και θρησκευτικής, προσπαθούν να απαλύνουν το φθόνο της μάζας (αλλά και την οργή της για τη στέρηση), που απέχει παρόμοιας καταναλωτικής πανδαισίας (προκειμένου να εξιλεωθούν απέναντί της και να διατηρήσουν τα προνόμιά τους). Το πλέον σύνηθες θύμα είναι ο πτωχός, ο αναλφάβητος. Τα μεσαία στρώματα, που έχουν κατά τεκμήριο περισσότερες παραστάσεις για να αξιολογήσουν τα εγχώρια επιτεύγματα, τίθενται σε αυστηρότερη επιτήρηση. Οι μετανάστες συνεπώς στρατολογούνται τόσο από τους ακτήμονες όσο και από την μεσαία τάξη[13]. Για τις χώρες εκροής η έξοδος αποτελεί βαλβίδα διαφυγής για τη «γαλήνη», αφού συνήθως οι εγκαταλείποντες την χώρα τους είναι και τα πλέον δυναμικά στοιχεία (και ως εκ τούτου επικίνδυνα).

Άρα δεν είναι δυνατόν να διατυπωθούν μέτρα με διάρκεια και εσωτερική συνοχή, ώστε να απαλυνθούν οι αρνητικές παρενέργειες των επιπτώσεων από τις μετακινήσεις.

Η περίσσεια εργατικών χεριών σταθεροποιεί την οικονομία της χώρας εισροής, συγκρατώντας σε χαμηλό σημείο τα ημε-

ρομίσθια. Άρα ενυπάρχει πίεση εκ μέρους των επιχειρηματιών για χρήση ξένης δύναμης. Ταυτόχρονα ένας κόσμος ολόκληρος θα ζήσει καλύτερα χάρις στον μετανάστη: το μικρομάγαζο της γειτονιάς, οι επιχειρήσεις τροφίμων και φτηνού ρουχισμού, οι ενοικιαστές και δη των υποβαθμισμένων περιοχών κλπ. Συνεπώς συγκροτείται μια ετερόκλητος συμμαχία από μικροαστικά και μεγαλοαστικά στρώματα, που εμφανίζονται να διακατέχονται από *φιλελεύθερο πνεύμα*, διακηρύττοντας «ανθρωπισμό», ότι δηλαδή *και* ο μετανάστης έχει *«δικαιώματα»*. Όσο ο άνεμος της επέκτασης πνέει ούριος, ελάχιστοι αντιδρούν στην παράνομη αλλοδαπή απασχόληση. Μόνο σε περιόδους κρίσεως ξεσπούν έντονες συζητήσεις και αναδύεται, προς έκπληξη όλων, από το *«πουθενά»*, η ξενοφοβία. Υπό αυτές τις συνθήκες μια πολιτική της μετανάστευσης δύσκολα μπορεί να επιτύχει.

Ωστόσο η τάση προς την παγκοσμιοποίηση είναι πιθανόν να επιφέρει ορισμένες αλλαγές. Οι επιχειρήσεις της «Νέας Οικονομίας» αλλά και σημαντικό τμήμα της παραδοσιακής (βιομηχανία) λόγω τεχνολογικών μεταβολών, μακροχρονίως υποκαθιστούν εργασία (κατά παρόμοια λογική των ύστερων ρικαρδιανών σκέψεων περί μηχανών). Αυτό σημαίνει ότι η ανάγκη για εργατικά χέρια τείνει να συρρικνούται. (Δεν είναι τυχαίο ότι προσφάτως οι συζητήσεις διεξάγονται περί του τριανταπενταώρου). Αυτό μεταφράζεται στο ότι οι μετανάστες, εκτός από συγκεκριμένους τομείς (όπως κατασκευαστικός κλάδος, αγροτική παραγωγή ιδιαίτερα κατά την περίοδο της συλλογής των καρπών), στους οποίους η εργασία είναι ανθυγιεινή και το ημεδαπό εργατικό δυναμικό αποποιείται την δουλειά, δεν πρόκειται μελλοντικώς, με δεδομένη τη φορά των πραγμάτων, να είναι αναγκαίοι. Εξ αιτίας δομικών λόγων η «Δύση» στις αρχές του 21ου αιώνα εμφανίζεται να μην έχει ανάγκη τη μετανάστευση, όπως κατά τον 19ον και 20ον αιώνα. Μολαταύτα αναφύονται, εκτός από τους ολίγους αυτούς κλάδους που αναφέρθηκαν, ορισμένοι άλλοι τομείς, εν πολλοίς ανύπαρκτοι προηγουμένως ή ακριβέστερα μη ανεπτυγμένοι, ή σε λανθάνουσα κατάσταση ευρισκόμενοι, στους οποίους εκδηλώνεται ζήτηση μεταναστών. Αυτοί δε σχετίζονται τόσο με τις ρυπαρές και βάναυσες *δουλείες* (οδοκαθαριστές, βαριές κατασκευαστικές εργασίες, βοσκοί κ.λπ.) αλλά όσο με τον επο-

νομαζόμενο τρίτο ή κοινωνικό τομέα. Ο μικροαστός, (ο οποίος πάντα υποσυνειδήτως επιδιώκει να μεταμορφωθεί σε αστό), και κατά μείζονα λόγο ο μεσοαστός και μεγαλοαστός, χρησιμοποιεί άτομα (κυρίως γυναίκες) για οικιακές ή άλλες βοηθητικές εργασίες[14]. Έτσι η ευαρέσκεια του Malthus περί ανάγκης ύπαρξης αριθμού υπηρετών (καθώς και εκτέλεσης διαφόρων έργων κ.λπ.) – *ατόμων που οι κλασικοί αλλά και μέρος των νεοκλασικών οικονομολόγων θεωρούσαν ως παράσιτα, η κατανάλωση των οποίων συμφώνως προς την μαλθουσιανή (αλλά και την κεϋνσιανή) ανάλυση αυξάνει την ενεργό ζήτηση*[15] *και οδηγεί το επίπεδό της σε πλήρη απασχόληση* – φαίνεται post mortem να δικαιώνεται. Ακριβώς αυτή είναι η βαθύτερη αιτία, που εν τέλει δημιουργείται μια συμφωνία για την απασχολησιμότητα των μεταναστών[16].

5. Συμπέρασμα

Εν κατακλείδι συμπεραίνεται ότι αφού στη Δύση ο αγροτικός τομέας και άρα η απασχόληση –λόγω της τεχνολογίας– συνεχώς φθίνει (τουλάχιστον και κατά τα προσεχή έτη), έπεται ότι η ανάγκη για ξένους εργάτες θα είναι μικρή (ή και ανύπαρκτη, πλην της περιόδου της συγκομιδής). Στο δευτερογενή τόσο λόγω της τεχνολογίας όσο και της μεταφοράς επιχειρήσεων σε ευνοϊκότερα εδάφη (περιοχές με *ελαστικό* εργασιακό καθεστώς) θα συμπιέζεται η χρήση ανθρώπινης εργασίας (ειδικότερα *παραγωγικής* εργασίας). Ο τριτογενής τομέας δεν προβάλλει τόσο δυναμικός, ώστε να απορροφήσει το πλεόνασμα εργασίας. Ακόμη και εάν επιβληθεί το *«τριανταπεντάωρο»*, νέες θέσεις δεν φαίνεται μακροχρονίως εύκολο να προκύψουν. Η πολιτική της μερικής απασχόλησης κατ' ουσίαν συγχέει το πρόβλημα, διευρύνοντας τον αριθμό των *υποαπασχολουμένων* (και συχνά πτωχών) και σμικρύνοντας την ανοικτή ανεργία. Τοιουτοτρόπως η ζήτηση για εισαγομένη εργατική δύναμη (μετανάστες) θα εμφανίζεται αδύναμη. Έτσι μια παρατεταμένη φτώχεια, αφού οι περιοχές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και ο άλλοτε Τρίτος Κόσμος αναπτύσσονται αργά, είναι πιθανόν να οδηγήσει σε έντονα κοινωνικά προβλήματα τις ολιγότερο ανεπτυγμένες χώρες[17] και αυτό μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξη των ανεπτυγμένων κρατών.

Υποσημειώσεις

1. Βλέπε για παράδειγμα την πολιτική του Ιουστινιανού Β'.
2. Sauvy (1963).
3. Παπαηλίας (1995).
4. Papailias (1979).
5. Από την έρευνα είχε προκύψει ότι για τα οικοκυριά με αριθμό τέκνων 1-2 ο συντελεστής προσήγγιζε κατά μέσο όρο το 0,25· για εκείνα με αριθμό τέκνων 3-4 το 0,34, ενώ για τα αντίστοιχα με άνω των 5 το 0,55. Ο μέσος όρος εκινείτο στο 0,36.
6. Υπελογίσθη ότι τμήμα των δημοσίων δαπανών δεν είχε επίπτωση άμεση στα φτωχά οικοκυριά.
7. Η αυτοκατανάλωση ορίσθηκε για το έτος 1935 ίση με $At=0,25Yrt$ ενώ για το έτος 1953 ίση με $At=0,15Yrt$. Το Yrt αποτελούσε το αγροτικό εισόδημα.
8. Για τον αγροτικό τομέα κυμάνθηκε μεταξύ 0,6 και 0,8.
9. Αναλυτικά η μεθοδολογία. Papailias (1979).
10. Οι υπολογισμοί αναφέρονταν στα έτη 1955, 1962, 1966 και 1969. Για τα υπόλοιπα χρόνια μεταξύ 1951-71 οι εκτιμήσεις προέκυψαν γραμμικά, αφού ελήφθησαν όμως υπόψη ορισμένες μεταβλητές.
11. Διατυπώθηκαν εναλλακτικές υποθέσεις, οι οποίες αναβιβάζουν το κόστος κατά 35%-65%. Αναλυτικά Παπαηλίας (2006).
12. Στην Ελλάδα λόγου χάριν αυτό έλαβε το σύνθημα: *πτωχή αλλ' έντιμος Ελλάς*· επί δεκαετίες οι σχετικές συζητήσεις περιεστρέφονταν στον πατριωτισμό των Ελλήνων, στα κλέη των προγόνων κ.λπ.
13. Ιδιαίτερα οι μετανάστες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης αποτελούντο, κατά μέσο όρο, από άτομα με υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης
14. Πλείστα όσα οικοκυριά «*δημιουργούν*» την ανάγκη οικιακών βοηθών, με την ίδια λογική που ο μέσος πολίτης της αρχαιότητος εχρειάζετο τον δούλο. Η αυξανομένη συμμετοχή των γυναικών στην απασχόληση *εξαγνίζει* την ανομολόγητη επιθυμία (εκ των υστέρων δικαιολογεί την υποσυνείδητο ροπή, τον αρχέτυπο του επικυρίαρχου).
15. Υπό την έννοια ότι με την κατανάλωση των υπηρετών κ.λπ., δηλαδή των μη παραγωγικών εργατών μειώνεται η αποταμίευση, ήτοι η εκροή εκ του εισοδηματικού κυκλώματος, και αυξάνει η κατανάλωση, άρα ενισχύεται η ζήτηση.
16. Ως επίμετρο και διαφοροποίηση των εκτεθέντων δύναται να ερμηνευθεί η ελληνική περίπτωση. Η γεωργία, με μικρούς, πολυτεμαχισμένους κλήρους μεγάλο μέρος των οποίων ευρίσκεται σε ορεινές, ή ημιορεινές, ή (και) σε νησιωτικές περιοχές, ή άγονα εδάφη συχνά αποκλεισμένα, χωρίς υποφερτή συγκοινωνιακή επαφή, με μεγάλο μέρος των κτημάτων να ανήκουν σε εργάτες, υπαλλήλους ή γενικώτερα αστούς, οι οποίοι δεν μπόρεσαν –μέχρι σήμερα– να αποκοπούν από τις πατρογο-

νικές τους γαίες, αφού το σημαντικώτερο μέρος αυτών πρόσφατα αστικοποιήθηκε, εχει άμεση ανάγκη των «*εισβολέων*». Το 1951 δύο εκατομ. περίπου ή τα 2/3 του εργατικού δυναμικού περίπου επιβίωναν από την αγροτική απασχόληση. Το 2001 τα εργαζόμενα άτομα κυμαίνονται περί τις 600 χιλ. Είναι επόμενο ότι μέσα σε μισό αιώνα δεν μπόρεσε να διαφοροποιηθεί η μακραίωνη ιδεολογία. Το *χωριό* ήταν πάντα μέσα στην καρδιά των ατόμων, που «μεγάλωσαν» τουλάχιστον μέχρι την δεκαετία του '60 ή '70. Έπειτα αργά αλλά σταθερά οι νέες γενιές προδήλως ξεκίνησαν να απομακρύνονται από τα πατρογονικά ήθη και έθιμα. Έτσι στη σχιζοειδή αυτή κατάσταση, όπου ο αστός συνεχίζει να κατέχει εκτάσεις, επιδιώκοντας να τις καλλιεργεί, εν' όσω η ύπαιθρος έχει ερημώσει, ο αλλοδαπός παραμένει η μόνη λύση. Μπορεί ορισμένοι να διαμαρτύρονται για τις βιαιότητες ορισμένων «επηλύδων», όμως η μετατροπή της ενδοχώρας σε *σκυθική γη* στην περίοδο μετά το 1991 και η μετεγκατάσταση των εισερχομένων στην επαρχία, όπου ξανανοίγουν κάποια σχολεία –με όλα τα αναπόφευκτα πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα– και η επανεμφάνιση κάποιας «ζωής», διαμορφώνουν θετική άποψη για τους μετανάστες. Εντούτοις το ζήτημα παραμένει: είναι δυνατον να «απορροφηθεί» τόσος μεγάλος αριθμός μεταναστών, και μάλιστα όταν τα τελευταία έτη πλέον των 2/3 προέρχονται από γειτονικό κράτος; Ας σημειωθεί ότι το παρελθόν δεν μπορεί να δώσει απαντήσεις. Η πλημμυρίς των Σλαύων κατά των 7ον έως 9ον αιώνα εκτονώθηκε, καθ' ότι δεν υφίστατο σλαυϊκό κράτος. Αντίστοιχα συνέβη με την είσοδο των Αλβανών τον 14ο αιώνα ή των Βλάχων αργότερα.

17. Το φαινόμενο των Ταλιμπάν, ο μουσουλμανικός φανατισμός, η ενίσχυση του εθνικισμού (με τις εθνοκαθάρσεις), σε μια εποχή *προς* την παγκοσμιοποίηση, και γενικώτερα η έωλη επιχειρηματολογία (όπως λόγου χάριν στην Ελλάδα) είναι ακριβώς εκφάνσεις αυτής της δυναμικής.

Βιβλιογραφία

Owen, W.F. (1966): The double developmental squeeze on agriculture, *American Economic Review*, 43-70.

Παπαηλίας, Θ. (1995): Εξωτερική μετανάστευση και μέτρηση της υπεξαίρεσης της εργατικής δύναμης. *Εκλογή Θεμάτων Κοινωνικής Πρόνοιας*, τ. 106, 302-312.

Παπαηλίας, Θ. (2006): *Οι αλλοδαποί εργαζόμενοι στην Ελλάδα* (υπό έκδοση).

Papailias, Th. (1979): Der Unausgeglichenheitsmechanismus der Migration und Messung der Aneignung des 'human capital': Studie der griechishen Empirie. Bremen, Deutshland, *διδακτορική διατριβή*.

Sauvy, A. (1963): *Theorie générale de la population*. Paris, vol. 1.

Μέθοδοι Επίλυσης Προβλημάτων Αποτίμησης Δικαιωμάτων: Από το κινούμενο σύνορο στον κινούμενο δείκτη

Θεόδωρος Σ. Παπαθεοδώρου και Μηνάς Δ. Κουλησιάνης

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Η αποτίμηση των χρηματιστηριακών παραγώγων και ειδικότερα των δικαιωμάτων, παρουσιάζει σε πολλές περιπτώσεις ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, γεγονός που αποτέλεσε αυτην αιτία δημιουργίας πληθώρας υπολογιστικών μεθόδων αποτίμησης. Το άρθρο αυτό περιγράφει μια νέα κατηγορία μεθόδων που έχουν εισαχθεί πρόσφατα και βασίζονται στην νέα έννοια του κινούμενου δείκτη, ο οποίος προσομοιάζει το κινούμενο σύνορο που εμπλέκεται σε προβλήματα τέτοιου τύπου, όταν αυτά διατυπώνονται μέσω διαφορικών εξισώσεων με μερικές παραγώγους. Ουσιαστικά αντανακλά τη συμπεριφορά του κινούμενου συνόρου στο αντίστοιχο διακριτό πρόβλημα, υπολογίζεται δε σε κάθε χρονικό βήμα και κάνει δυνατό το διαχωρισμό του προβλήματος σε δύο υποπροβλήματα, των οποίων οι ανεξάρτητες λύσεις συνθέτουν την πλήρη λύση. Οι μέθοδοι που προκύπτουν είναι κατά κύριο λόγο άμεσες (direct) και, εξ όσων γνωρίζουμε, είναι η πρώτη φορά που άμεσες μέθοδοι έγινε δυνατό να εφαρμοσθούν για την επίλυση του εν λόγω προβλήματος, όταν για αυτό χρησιμοποιείται η Διατύπωση Γραμμικής Συμπληρωματικότητας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι μέθοδοι Κινούμενου Δείκτη (ΚΔ), Direct Inverse Multiplication (DIM) και Ευσταθής (Stable) DIM (SDIM). Επιπλέον, η τεχνική του κινούμενου δείκτη εφαρμόστηκε και στην επαναληπτική PSOR, παράγοντας μια βελτιωμένη επαναληπτική μέθοδο, την IPSOR.

1. Εισαγωγή

Μια πολύ σημαντική κατηγορία προβλημάτων των Υπολογιστικών Οικονομικών (Computational Finance) ασχολείται με την

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 765–796
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 765–796

αποτίμηση (pricing) χρηματοοικονομικών προϊόντων (assets) ή παραγώγων αυτών (derivatives), δηλαδή με τον υπολογισμό της δίκαιης τιμής (fair price) με την οποία θα πρέπει τα προϊόντα αυτά να διατίθενται στις οικονομικές αγορές. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αποτίμηση των παραγώγων, τα οποία κατά τα τελευταία 35 περίπου χρόνια είναι ευρέως διαδεδομένα σε χρηματιστηριακές αγορές της Αμερικής και της Ευρώπης και παρουσιάζουν τεράστιους όγκους συναλλαγών. Σχετικά πρόσφατα κάποιοι τύποι παραγώγων έκαναν την εμφάνισή τους και στην Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά (Χρηματιστήριο Παραγώγων Αθηνών ΧΠΑ). Ταυτόχρονα, στον τομέα των παραγώγων σημειώνεται πολύ σημαντική ερευνητική δραστηριότητα με αιχμή του δόρατος τα δικαιώματα (options).

Τα δικαιώματα είναι ένα είδος χρηματοοικονομικών παραγώγων προϊόντων, που βασίζεται σε έναν ή περισσότερους υποκείμενους (underlying) τίτλους [20]. Οι υποκείμενοι αυτοί τίτλοι μπορεί να αντιστοιχούν σε μετοχές (stocks), δείκτες (indices), ξένα νομίσματα (foreign currencies), εμπορεύματα (commodities) και άλλα. Τα δικαιώματα μετοχών για πρώτη φορά διαπραγματεύτηκαν σε κάποιο οργανωμένο χρηματιστήριο το 1973. Ακολούθησε η ταχύτατη εξάπλωσή τους και πλέον δικαιώματα τίθενται υπό διαπραγμάτευση σε πολλά χρηματιστήρια σε όλο τον κόσμο. Πολύ μεγάλοι όγκοι δικαιωμάτων επίσης διατίθενται μέσω τραπεζών και άλλων οικονομικών ιδρυμάτων.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι συμβολαίων δικαιωμάτων, τα συμβόλαια αγοράς (call) και τα συμβόλαια πώλησης (put). Ένα δικαίωμα αγοράς (αντίστοιχα πώλησης) δίνει στον κάτοχό του το δικαίωμα, χωρίς όμως να τον υποχρεώνει, να αγοράσει (αντίστοιχα πουλήσει) τον υποκείμενο τίτλο, σε κάποια προκαθορισμένη ημερομηνία (exercise date) ή και πριν από αυτή, σε μια προκαθορισμένη τιμή (exercise price). Η τιμή στην οποία εξαργυρώνεται ένα τέτοιο συμβόλαιο είναι γνωστή ως τιμή εξάσκησης. Η ημερομηνία του συμβολαίου είναι γνωστή ως ημερομηνία λήξης ή εξάσκησης. Τα δικαιώματα Αμερικανικού τύπου (American) μπορούν να εξασκηθούν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή έως την ημερομηνία λήξης, ενώ τα δικαιώματα Ευρωπαϊκού τύπου (European) μπορούν να εξασκηθούν μόνο κατά την

ημερομηνία λήξης. Τα περισσότερα δικαιώματα που τίθενται υπό διαπραγμάτευση σήμερα σε χρηματιστήρια είναι Αμερικανικού τύπου. Πέραν των δικαιωμάτων, άλλοι πιο σύνθετοι τύποι παραγώγων έχουν επίσης εισβάλει στις αγορές και χρησιμοποιούνται είτε ως επενδυτικά προϊόντα είτε ως εργαλεία αντιστάθμισης κινδύνου (hedging) [2].

Η διαδικασία υπολογισμού της δίκαιης τιμής στην οποία ένα δικαίωμα πρέπει να διατίθεται στις οικονομικές αγορές είναι γνωστή ως πρόβλημα αποτίμησης (pricing ή valuation) δικαιώματος. Ένας αριθμός παραμέτρων απαιτούνται ως δεδομένα του προβλήματος και παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό αυτό. Πρόκειται για το «χωρίς ρίσκο» (risk-free) επιτόκιο (interest rate), τη μεταβλητότητα (volatility) του υποκείμενου τίτλου, τη μερισματική απόδοση (dividend yield) που τυχόν αποδίδει ο υποκείμενος τίτλος, την τιμή εξάσκησης και την ημερομηνία λήξης. Στο παρόν, επικεντρώνουμε σε δικαιώματα με υποκείμενους τίτλους μετοχές.

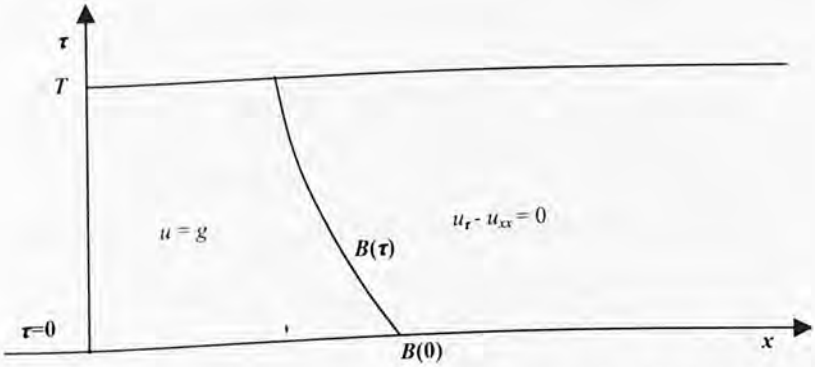
2. Αποτίμηση δικαιωμάτων με χρήση υπολογιστικών μεθόδων

Στην ενότητα αυτή επιχειρούμε μια γενική παρουσίαση των κατηγοριών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος αποτίμησης δικαιωμάτων. Το πρόβλημα αυτό, που απασχολεί τόσο τα Υπολογιστικά Οικονομικά όσο και τις Υπολογιστικές Μεθόδους (Computational Methods) γενικότερα [2],[8], [12],[10],[13],[11],[20], εισάγει όπως προαναφέρθηκε τον υπολογισμό της δίκαιης τιμής στην οποία ένα δικαίωμα πρέπει να διατίθεται στις οικονομικές αγορές. Η αποτίμηση των δικαιωμάτων πολλές φορές παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε την αιτία δημιουργίας πληθώρας υπολογιστικών μεθόδων αποτίμησης που ανάλογα με τα μοντέλα που χρησιμοποιούν, οδηγούν σε προσεγγίσεις που μπορεί να είναι κλειστού τύπου (closed form), διακριτές ως προς χρόνο (time-discrete) π.χ. δυωνυμική (binomial), πολυωνυμική (multinomial) ή συνεχείς ως προς χρόνο (time-continuous) π.χ. Monte Carlo, βασισμένες σε Διαφορικές Εξισώσεις με Μερικές Παραγώγους (ΜΔΕ).

Οι προσεγγίσεις που κάνουν χρήση ΜΔΕ οδηγούν με τη σειρά τους σε γραμμικά προβλήματα κινούμενων συνόρων (moving boundary problems) παραβολικού τύπου (parabolic), η αποδοτική επίλυση των οποίων προϋποθέτει τη δημιουργία και αξιοποίηση αποτελεσματικών αριθμητικών μεθόδων (numerical methods). Επιπλέον, οι μέθοδοι που βασίζονται σε μοντέλα ΜΔΕ παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ακόμη και αν εξεταστούν έξω από τα πλαίσια της συγκεκριμένης εφαρμογής, δηλαδή αυτόνομα ως υπολογιστικές μέθοδοι, γιατί αντίστοιχα προβλήματα κινούμενων συνόρων προκύπτουν και σε πολλές άλλες σημαντικές επιστημονικές περιοχές (Μηχανική, Φυσική, Οικονομία, κ.α.) και αποτελούν πάγια πηγή ενδιαφέροντος του Επιστημονικού Υπολογισμού (Scientific Computing). Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αριθμητικών μεθόδων είναι η ακρίβεια και η ταχύτητα υπολογισμού, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη προκαθορισμένης επιθυμητής ακρίβειας. Οι παράγοντες αυτοί αποκτούν ακόμα μεγαλύτερη σημασία για το συγκεκριμένο περιβάλλον εφαρμογής τους (χρηματιστήριο), το οποίο είναι φύσει δυναμικό καθώς οι τιμές των δικαιωμάτων μεταβάλλονται συνεχώς επηρεαζόμενες από τις συνεχείς διακυμάνσεις των υποκείμενων χρηματοοικονομικών προϊόντων. Αυτό σημαίνει ότι οι υπολογισμοί των τιμών των δικαιωμάτων θα πρέπει να επαναλαμβάνονται συνεχώς και ουσιαστικά να εκτελούνται σε «πραγματικό χρόνο» (real-time).

3. Μαθηματικές διατυπώσεις του προβλήματος

Για τα δικαιώματα Αμερικανικού τύπου, δύο από τις σημαντικότερες μαθηματικές διατυπώσεις, βασίζονται στη γνωστή ΜΔΕ Black-Scholes [1] και είναι η *Διατύπωση με Άμεση Χρήση του Κινούμενου Συνόρου (Explicit Moving Boundary Formulation)* και η *Διατύπωση Γραμμικής Συμπληρωματικότητας (Linear Complementarity Formulation)* η οποία κάνει έμμεση χρήση του κινούμενου συνόρου. Και οι δύο διατυπώσεις έχουν προσελκύσει ιδιαίτερο ερευνητικό και πρακτικό ενδιαφέρον [4],[6],[17],[18],[19] και αναλύονται στην ενότητα αυτή.



Σχήμα 1. Το μετασχηματισμένο πρόβλημα αποτίμησης δικαιωμάτων Αμερικανικού τύπου.

3.1. Διατύπωση με άμεση χρήση του κινούμενου συνόρου

Στο μαθηματικό μοντέλο Black-Scholes, η προς προσδιορισμό τιμή του δικαιώματος είναι, ως γνωστόν, συνάρτηση της αξίας του υποκείμενου τίτλου S και του χρόνου t. Άλλες παράμετροι που εμπλέκονται είναι η τιμή εξάσκησης E, το «χωρίς ρίσκο» επιτόκιο r, η μεταβλητότητα του υποκείμενου τίτλου σ, η μερισματική απόδοση του υποκείμενου τίτλου D και ο χρόνος που απομένει ως τη λήξη $T_{exp}>0$. Η τιμή του δικαιώματος πώλησης Αμερικανικού τύπου υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση [20]:

$$P_{complete}(S,t) = \begin{cases} \max(E-S,0), & S \in [0,\overline{B}(t)) \\ P(S,t), & S \in [\overline{B}(t),\infty) \end{cases}. \qquad (1)$$

Η συνάρτηση $\overline{B}$ είναι άγνωστη και αναπαριστά το κινούμενο (με το χρόνο) σύνορο ενώ P είναι η άγνωστη, προς προσδιορισμό, τιμή του δικαιώματος που προκύπτει από την επίλυση της ΜΔΕ Black-Scholes:

$$P_t(S,t) + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 P_{ss}(S,t) + (r-D)SP_s(S,t) - rP(S,t) = 0, \qquad (2)$$

με τις ακόλουθες τελικές και συνοριακές συνθήκες:

$$P(S,T_{exp}) = \max(E-S,0), \qquad S \in [0,\infty), \tag{3}$$

$$\overline{B}(T_{exp}) = \min\left(E, \frac{rE}{D}\right), \quad (= E \text{ εάν } D = 0), \tag{4}$$

$$P(\overline{B}(t),t) = E - \overline{B}(t), \tag{5}$$

$$P_s(\overline{B}(t),t) = -1, \tag{6}$$

$$\lim_{S\to\infty} P(S,t) = 0. \tag{7}$$

Από τις Εξ. 2-7 μπορεί να προκύψει ένα απλούστερο, forward ως προς χρόνο πρόβλημα, που βασίζεται στον τελεστή διάχυσης, με χρήση των ακόλουθων μετασχηματισμών [20]:

$$\tau = \frac{1}{2}\sigma^2(T_{exp} - t), \qquad x = \ln\frac{S}{E}, \qquad T = \frac{1}{2}\sigma^2 T_{exp}, \tag{8}$$

$$k_1 = \frac{r}{0.5\sigma^2}, \quad k_2 = \frac{r-D}{0.5\sigma^2}, \tag{9}$$

$$P(S,t) = Eu(x,\tau)e^{-\frac{1}{2}(k_2-1)x - \frac{1}{4}((k_2-1)^2+4k_1)\tau}, \tag{10}$$

$$g(x,\tau) = e^{\frac{1}{4}((k_2-1)^2+4k_1)\tau} \max(e^{\frac{1}{2}(k_2-1)x} - e^{\frac{1}{2}(k_2+1)x}, 0). \tag{11}$$

Μετά την εφαρμογή των παραπάνω μετασχηματισμών, η συνάρτηση του μετασχηματισμένου κινούμενου συνόρου γίνεται

$$B(\tau) = \ln\left(\frac{\overline{B}(t)}{E}\right) \tag{12}$$

με

$$B(0) = \min\left(0, \ln\left(\frac{r}{D}\right)\right). \tag{13}$$

Η διαφορική εξίσωση αντικαθίσταται από την

$$u_\tau(x,\tau) - u_{xx}(x,\tau) \geq 0, \qquad x \times \tau \in (-\infty, +\infty) \times [0,T] \tag{14}$$

και οι αρχικές και συνοριακές συνθήκες μετασχηματίζονται σε:

$$u(x,0) = g(x,0), \qquad x \in (-\infty, +\infty), \tag{15}$$

$$u(B(\tau),\tau) = (1 - e^{(B(\tau))}),\ e^{\frac{1}{2}(k_2-1)B(\tau)+\frac{1}{4}[(k_2-1)^2+4k_1]\tau}, \tag{16}$$

$$u_x(B(\tau),\tau) = \frac{1}{2}[k_2 - 1 - (k_2+1)e^{(B(\tau))}]e^{\frac{1}{2}(k_2-1)B(\tau)+\frac{1}{4}[(k_2-1)^2+4k_1]\tau}, \tag{17}$$

$$\lim_{x \to \infty} u(x,\tau) = 0. \tag{18}$$

Επιπλέον, η Εξ. 1 αντικαθίσταται από την:

$$u_{complete}(x,\tau) = \begin{cases} g(x,\tau), & x \in (-\infty, B(\tau)) \\ u(x,\tau), & x \in [B(\tau), \infty) \end{cases}. \tag{19}$$

Λόγω της φύσης του προβλήματος, το πεδίο ορισμού των τιμών του υποκείμενου τίτλου χωρίζεται σε δύο περιοχές. Στην αριστερή περιοχή η τιμή του δικαιώματος είναι εκ των προτέρων γνωστή και ίση με τη συνάρτηση αποπληρωμής (payoff function) του δικαιώματος *max(E–S,0)* και κατά συνέπεια $u_{complete}(x,\tau)=g(x,\tau)$, ενώ στη δεξιά περιοχή, ισχύει η Εξ. 2 και κατ' αναλογία η 14 ως εξίσωση [8],[20]. Η κύρια δυσκολία στην επίλυση ενός τέτοιου προβλήματος προέρχεται από το γεγονός ότι το σύνορο, που διαχωρίζει τις δύο περιοχές, δεν είναι εκ των προτέρων γνωστό.

3.2. Διατύπωση γραμμικής συμπληρωματικότητας και διακριτοποίηση

Το μετασχηματισμένο πρόβλημα Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου της προηγούμενης ενότητας μπορεί να διατυπωθεί [20] ως ένα Έμμεσο Πρόβλημα Γραμμικής Συμπληρωματικότητας (ΠΓΣ)[7],[3], ως εξής:

$$u(x,\tau)-g(x,\tau)\geq 0, \qquad x\in\Re,\tau>0, \tag{20}$$

$$u_\tau(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)\geq 0, \qquad x\in\Re,\tau>0, \tag{21}$$

$$(u(x,\tau)-g(x,\tau)(u_\tau(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau))=0, \tag{22}$$

με αρχική συνθήκη

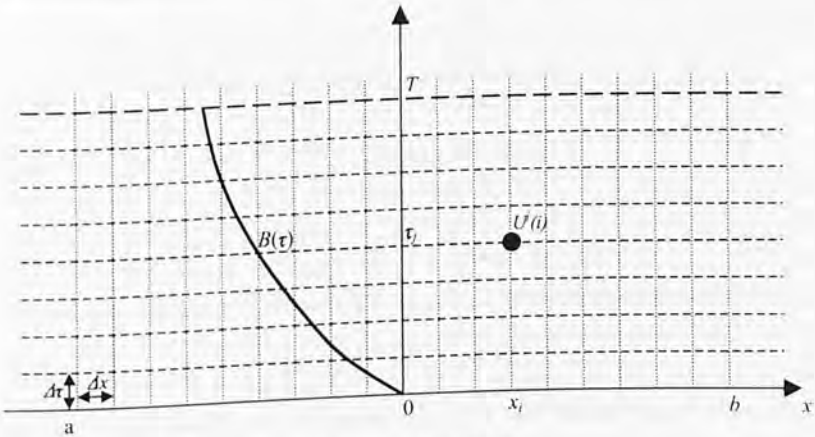
$$u(x,0)=g(x,0), \qquad x\in(-\infty,+\infty) \tag{23}$$

και συνοριακές συνθήκες

$$\lim_{x\to\infty} u(x,\tau) = \lim_{x\to\infty} g(x,\tau) = 0, \tag{24}$$

$$\lim_{x\to\infty} u(x,\tau) = 0. \tag{25}$$

Είναι προφανές πως το κινούμενο σύνορο δε συμμετέχει άμεσα στις παραπάνω σχέσεις. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού με χρήση αριθμητικών μεθόδων είναι ως γνωστόν απαραίτητη η διακριτοποίησή του: δεδομένου ενός πεπερασμένου $T>0$, που προκύπτει από την ημερομηνία λήξης του δικαιώματος T_{exp}, περιορίζοντας, όπως συνηθίζεται, το πεδίο x-τιμών σε ένα πεπερασμένο διάστημα $[a,b]$, όπου τα μεγέθη των $a<0$ και $b>0$ είναι επαρκώς μεγάλα ώστε η εφαρμογή των συνοριακών συνθηκών 24-25, για $x=a$ και $x=b$ αντίστοιχα, να παράγει αποδεκτές προσεγγίσεις και θεωρώντας ακέραιους N, M, ορίζουμε τα ακόλουθα (βλέπε Σχήμα 2):



Σχήμα 2. Η διαδικασία διακριτοποίησης.

$$\Delta x=(b-a)/N, \quad \Delta\tau=T/M, \tag{26}$$

$$x_i=a+i(\Delta x), \quad i=0,\ldots,N, \tag{27}$$

$$\tau_j=j(\Delta\tau), \quad j=0,\ldots,N. \tag{28}$$

Τέλος, ας συμβολίσουμε με U^j και G^j τα διανύσματα προσεγγίσεων των $u(x_i,\tau_j)$ και $g(x_i,\tau_j)$ αντίστοιχα, δηλαδή

$$U^j(i)\approx u(x_i,\tau_j), \quad G^j(i)\approx g(x_i,\tau_j). \tag{29}$$

Εφαρμόζοντας το γνωστό σχήμα πεπερασμένων διαφορών Crank-Nicolson στις Εξ. 20-22, στα σημεία $(x_i,\tau_j+\Delta\tau/2)$ για $j=0,\ldots,M-1$, χρησιμοποιώντας προσέγγιση κεντρικής διαφοράς για την u_τ και παίρνοντας το μέσο όρο της προσέγγισης της u_{xx} στα σημεία (x_i,τ_j) και $(x_i,\tau_j+\Delta\tau)$, οδηγούμαστε σε ένα Διακριτό Πρόβλημα Γραμμικής Συμπληρωματικότητας (ΔΠΓΣ) για κάθε χρονικό βήμα $j=1,\ldots,M$:

$$U^j-G^j=0, \tag{30}$$

$$AU^j-\beta^j=0, \tag{31}$$

$$(U^j-G^j)(AU^j-\beta^j)=0, \tag{32}$$

όπου

$$\beta^j(i) := U^{j-1}(i+1) + (2(1-\rho)/\rho)U^{j-1}(i) + U^{j-1}(i-1), \tag{33}$$

$$\rho = \Delta\tau/(\Delta x)^2, \tag{34}$$

$$U^0 = G^0 \tag{35}$$

και A είναι τριδιαγώνιος πίνακας διάστασης $n=N-1$

$$A = \mathrm{trid}(-1, 2(1+\rho)/\rho, -1). \tag{36}$$

Σε ότι ακολουθεί θα χρησιμοποιούμε τον όρο *«(k,j)–υποσύστημα»*, για να συμβολίσουμε το γραμμικό σύστημα που προκύπτει από το $AU^j = \beta^j$ αν απαλείψουμε τις πρώτες k εξισώσεις και διορθώσουμε το δεξιό μέλος της $(k+1)$-εξίσωσης, θεωρώντας ότι η $U^j(k)$ είναι γνωστή και ίση με $G^j(k)$ στην εξίσωση αυτή, δηλαδή αν αντικαταστήσουμε το $\beta^j(k+1)$ με το $\beta^j(k+1)+G^j(k)$. Έτσι, το *(k,j)–υποσύστημα* είναι:

$$A_q U_q^j = \beta_q^j, \tag{37}$$

όπου το διάνυσμα του δεξιού μέλους δίνεται από

$$\beta_q^j = [\beta^j(k+1) + G^j(k), \beta^j(k+2), \ldots, \beta^j(n)]^T \tag{38}$$

και ο πίνακας A_q διάστασης $q=n-k$, $k \in [0, n-1]$, είναι τριδιαγώνιος και έχει δομή ίδια με αυτή του A (ειδικότερα, $A_n = A$):

$$A_q = \mathrm{trid}(-1, 2(1+\rho)/\rho, -1), \qquad q \in [1, n]. \tag{39}$$

Η λύση του *(k,j)–υποσυστήματος* 37 θα θεωρηθεί ως υποψήφια λύση για το αντίστοιχο υποδιάνυσμα της συνολικής λύσης U^j, όπως εξηγείται στην επόμενη Ενότητα.

4. Ο κινούμενος δείκτης

Στην ενότητα αυτή μελετούμε την ύπαρξη ενός κινούμενου δείκτη ο οποίος αντιστοιχεί στο κινούμενο σύνορο του προβλήματος αποτίμησης δικαιωμάτων πώλησης Αμερικανικού τύπου (για δικαιώματα αγοράς παρόμοια αποτελέσματα μπορούν να απο-

δειχθούν), χρησιμοποιώντας το συμβολισμό που εισήχθη στο [15]. Για το πρόβλημα αυτό, το εύρος τιμών του υποκείμενου τίτλου $(0, S^{\tau}_{max})$ κατά τη χρονική στιγμή τ, για το οποίο είναι βέλτιστο να εξασκήσουμε άμεσα ένα δικαίωμα πώλησης, μικραίνει με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή $S^{\tau+\Delta\tau}_{max}<S^{\tau}_{max}$ [17],[20].

Αυτό συμβαίνει, μιλώντας με επιχειρήματα «οικονομικής φύσεως», γιατί το υπολειπόμενο δυνητικό επιτόκιο που προκύπτει βάσει της αξίας του υποκείμενου τίτλου, ελαττώνεται καθώς πλησιάζουμε στην ημερομηνία λήξης του δικαιώματος [2],[20]. Αναφερόμενοι στο μετασχηματισμένο διακριτό πρόβλημα, αυτό σημαίνει ότι καθώς κινούμαστε προς το πάνω μέρος του πλέγματος (βλέπε σχήμα 2), το κινούμενο σύνορο κινείται προς τα αριστερά και πάντα διαχωρίζει δύο περιοχές: τη δεξιά περιοχή, όπου είναι βέλτιστη η μη εξάσκηση του δικαιώματος και την αριστερή περιοχή, όπου είναι βέλτιστο να εξασκήσουμε το δικαίωμα αμέσως.

Η απλότητα στη δομή του πίνακα A που εμπλέκεται στο ΔΠΓΣ που περιγράφει το πρόβλημα Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου, μας προϊδεάζει για το γεγονός ότι η ευθεία επίλυση του αντίστοιχου γραμμικού συστήματος εξισώσεων και ανισώσεων 30-32 θα είναι ταχύτατη και πολύ απλή. Για το υπό εξέταση πρόβλημα είναι προφανές ότι το κινούμενο σύνορο είναι ομαλό και κινείται προς τα αριστερά με το χρόνο, δηλαδή $B(\tau+\Delta\tau)<B(\tau)$ (αν αυτό δε συνέβαινε θα υπήρχε πιθανότητα κέρδους χωρίς ρίσκο (arbitrage) [20]). Αυτή η παρατήρηση μας παρέχει το κίνητρο να διαχωρίσουμε το πρόβλημα σε κάθε χρονικό βήμα σε δύο τμήματα, ένα που βασίζεται στην ευθεία επίλυση διαδοχικών υποσυστημάτων γραμμικών εξισώσεων και ένα δεύτερο όπου η λύση είναι τετριμμένη και προέρχεται από άμεση εξίσωση των αγνώστων με τη συνάρτηση περιορισμών g (μετασχηματισμένη συνάρτηση αποπληρωμής).

Αναλυτικότερα, παρατηρώντας τη ΔΓΣ και τις σχέσεις 20-22 και λαμβάνοντας υπόψη εμμέσως την παρουσία του κινούμενου συνόρου, αναμένουμε ότι η λύση θα ικανοποιεί την $u=g$ στα αριστερά του συνόρου και την $u_{\tau}=u_{xx}$ στα δεξιά του. Κατ' επέκταση η λύση θα ικανοποιεί την 22 καθώς επίσης και την 20 ή την 21 ως ισότητα, αντίστοιχα στα αριστερά ή στα δεξιά του

κινούμενου συνόρου. Η ακριβής θέση του (κρυφού) συνόρου είναι αυτή για την οποία η λύση θα ικανοποιεί επιπλέον και τις υπόλοιπες συνθήκες (ανισότητες) στις αντίστοιχες περιοχές.

Η ανωτέρω λογική μπορεί να μεταφερθεί στο ΔΠΓΣ και τις σχέσεις 30-32. Για ένα αρκετά μεγάλο διάστημα $[a,b]$ αναμένουμε ότι το πεδίο ορισμού $[a,b]\times[0,T]$ θα περιέχει σημεία του πλέγματος (x_i,t_j) και στις δύο πλευρές του κινούμενου συνόρου για κάθε χρονικό βήμα $j=0,...,M$ (σχήμα 2). Προκύπτει λοιπόν ότι για κάθε j υπάρχει ένας «κινούμενος δείκτης» $m(j)$ τέτοιος ώστε να ισχύει ότι $x_i\leq B(t)$ για $i\leq m(j)$ και $x_i>B(t)$ για $i>m(j)$. Ο δείκτης αυτός είναι άγνωστος για $j\geq 1$, ενώ $m(0)$ είναι ο δείκτης που αντιστοιχεί στο $B(0)$ και ο οποίος είναι γνωστός και δίνεται από την Εξ. 13. Επομένως, για κάθε $j=1,...,M$ αναζητούμε ένα διάνυσμα λύσης U^j του οποίου οι συνιστώσες $U^j(i)$ θα ικανοποιούν τις διακριτές εξισώσεις που προκύπτουν από τις $u=g$ και $u_t=u_{xx}$ για την αριστερή και τη δεξιά περιοχή αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι κινούμενου δείκτη, που ακολουθούν, αναζητούν ένα δείκτη $m(j)$ για $j\geq 1$ και ένα διάνυσμα λύσης για το ΔΠΓΣ, τέτοιο ώστε $U^j(i)=G^j(i)$ για $i\leq m(j)$, ενώ οι συνιστώσες $U^j(i)$ για $i>m(j)$ προκύπτουν από την επίλυση του *$(m(j)+1,j)$–υποσυστήματος* όπως αυτό ορίζεται από την 37. Λόγω της μοναδικότητας της λύσης [4],[6],[8],[10], αυτή είναι και η λύση του προβλήματος.

Στη συνέχεια, και για να χειριστούμε τα ΔΠΓΣ καλύτερα, ορίζουμε σύνολα δεικτών τα οποία περιέχουν ακολουθίες δεικτών που αντιστοιχούν σε x-κόμβους του πλέγματος (βλέπε σχήμα 2). Επιπλέον, ορίζουμε ως διάσταση ενός συνόλου δεικτών C, και το συμβολίζουμε ως $||C||$, τον αριθμό των στοιχείων (δεικτών) που αυτό περιέχει. Για κάθε χρονικό βήμα j, θεωρούμε το σύνολο δεικτών C^j, που αποτελείται από έναν αριθμό συνεχόμενων δεικτών που αντιστοιχούν στις άγνωστες συνιστώσες του U^j για τη δεξιά περιοχή (δηλαδή για $x>B(t)$), και συμβολίζουμε με $U^j_{C^j}$ τις συνιστώσες που αντιστοιχούν σ' αυτούς τους δείκτες. Στην περίπτωση αυτή το $U^j_{C^j}$ πρέπει να ικανοποιεί τις εξισώσεις ενός γραμμικού συστήματος $A_{C^j}U^j_{C^j}=B^j_{C^j}$. Αυτό συμβαίνει γιατί το γραμμικό σύστημα προέρχεται από διακριτοποίηση της $u_t(x,t)-u_{xx}(x,t)=0$, η οποία ικανοποιείται στα δεξιά του κινούμε-

νου συνόρου. Όμως, αν προσπαθήσουμε να ικανοποιήσουμε την παραπάνω εξίσωση στα αριστερά του κινούμενου συνόρου (δηλαδή για $x<B(\tau)$), τότε παράγονται τιμές συνιστωσών $U^j(i)<G^j(i)$ για τους αγνώστους που αντιστοιχούν στην αριστερή περιοχή, αφού η λύση της $u_t(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)=0$ ικανοποιεί την $u(x,\tau)<g(x,\tau)$ εκεί. Αντίθετα, αν θέσουμε $U^j_{\overline{C^j}}=G^j_{\overline{C^j}}$ (όπου $\overline{C^j}$ είναι το συμπλήρωμα του C^j ως προς το $\{1,2,...,n\}$), παράγονται τιμές συνιστωσών U^j που ικανοποιούν την $u_t(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)>0$ στην αριστερή περιοχή. Χρησιμοποιώντας αλγεβρικό συμβολισμό, μπορούμε να διατυπώσουμε το επόμενο Πόρισμα:

Πόρισμα 1. *Έστω $m(j)$ ένας δείκτης (θα τον συμβολίζουμε εναλλακτικά ως m^j) που αντιστοιχεί στο κινούμενο σύνορο το χρονικό βήμα j. Τότε υπάρχουν σύνολα δεικτών $C^j=\{m^j+1,...,n\}$ και $\overline{C^j}=\{1,...,m^j\}$ τέτοια ώστε η λύση του μετασχηματισμένου προβλήματος Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου να προκύπτει από τη σύνθεση δύο επιμέρους υπολύσεων, που εμπεριέχονται σε δύο γειτονικές περιοχές, δηλαδή ισχύει ότι:*

$$U^j_{\overline{C^j}}=G^j_{\overline{C^j}} \text{ στην Αριστερή Περιοχή (ΑΠ), και} \tag{40}$$

$$A_{C^j}U^j_{C^j}=b^j_{C^j} \text{ στη Δεξιά Περιοχή (ΔΠ).} \tag{41}$$

□

Αν και στη ΔΓΣ δεν υπάρχει άμεση αναφορά του κινούμενου συνόρου, οι τεχνικές που παρουσιάζονται στο παρόν άρθρο «προσομοιάζουν» τη συμπεριφορά του. Οι προτεινόμενες μέθοδοι βασίζονται στο γεγονός πως οτιδήποτε συμβαίνει με το κινούμενο σύνορο, πρέπει να αντανακλάται στο αντίστοιχο διακριτό πρόβλημα. Ο δείκτης m^j, που σε κάθε χρονικό βήμα διαχωρίζει την *ΑΠ* από τη *ΔΠ*, αναπαριστά το κινούμενο σύνορο και ως εκ τούτου καλείται Κινούμενος Δείκτης[1]. Ο εντοπισμός της θέσης του m^j είναι ο βασικός στόχος των μεθόδων που παρουσιάζονται στη συνέχεια. Για τη θεωρητική θεμελίωση αυτής της κατηγορίας μεθόδων παραθέτουμε και αποδεικνύουμε το ακόλουθο Λήμμα:

Λήμμα 1. *Έστω ότι κατά το χρονικό βήμα j,* $C^j_{\alpha\tau}=\{m^j+1,\ldots,n\}$, $\overline{C^j_{\alpha\tau}}=\{1,\ldots,m^j_{\alpha\tau}\}$ *είναι δύο σύνολα συνεχόμενων δεικτών για ένα τυχαία επιλεγμένο* $m^j_{\alpha\tau}$. *Τότε υπάρχουν οι ακόλουθες εκδοχές:*

Περίπτωση 1: *Αν* $m^j_{\alpha\tau}<m^j$, *τότε* $C^j_{\alpha\tau}\supset C^j$ *και* $\overline{C^j_{\alpha\tau}}\subset\overline{C^j}$. *Θέτοντας* $U^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}=G^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}$ *και επιλύοντας το υποσύστημα* $A_{C^j_{\alpha\tau}}U^j_{C^j_{\alpha\tau}}=b^j_{C^j_{\alpha\tau}}$, *οδηγούμαστε σε παραβιάσεις του τύπου* $U^j(i)<G^j(i)$ *για έναν αριθμό συνεχόμενων εξισώσεων για* $i=m^j_{\alpha\tau}+1,\ldots,m^j$.

Περίπτωση 2: *Αν* $m^j_{\alpha\tau}>m^j$, *τότε* $C^j_{\alpha\tau}\subset C^j$ *και* $\overline{C^j_{\alpha\tau}}\supset\overline{C^j}$. *Θέτοντας* $U^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}=G^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}$ *και επιλύοντας το υποσύστημα* $A_{C^j_{\alpha\tau}}U^j_{C^j_{\alpha\tau}}=b^j_{C^j_{\alpha\tau}}$, *οδηγούμαστε σε παραβίαση της* $A_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}U^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}=b^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}$.

Περίπτωση 3: *Αν* $m^j_{\alpha\tau}=m^j$, *τότε* $C^j_{\alpha\tau}=C^j$ *και* $\overline{C^j_{\alpha\tau}}=\overline{C^j}$. *Θέτοντας* $U^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}=G^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}$ *και επιλύοντας το υποσύστημα* $A_{C^j_{\alpha\tau}}U^j_{C^j_{\alpha\tau}}=b^j_{C^j_{\alpha\tau}}$, *οδηγούμαστε στη λύση του ΔΠΓΣ.*

Απόδειξη: Αν ισχύει ότι $m^j_{\alpha\tau}<m^j$ *(Περίπτωση 1)*, τότε επιχειρούμε να ικανοποιήσουμε την εξίσωση $u_\tau(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)=0$ στην *ΑΠ*. Αυτό, όπως εξηγήθηκε νωρίτερα, παράγει συνιστώσες $U^j(i)<G^j(i)$ και κατά συνέπεια οδηγεί σε έναν αριθμό παραβιάσεων των περιορισμών. Αν τώρα ισχύει ότι $m^j_{\alpha\tau}>m^j$ *(Περίπτωση 2)* τότε, για κάποιες τιμές του x, δεχόμαστε ότι ισχύει $u_\tau(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)>0$, αντί για $u_\tau(x,\tau)-u_{xx}(x,\tau)=0$. Αφού όλες οι συνθήκες 20-22 πρέπει να ισχύουν, αυτό χωρίς αμφιβολία οδηγεί σε παραβίαση της ανίσωσης $A_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}U^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}\geq b^j_{\overline{C^j_{\alpha\tau}}}$. Λόγω της ύπαρξης και της μοναδικότητας της λύσης [3, 4, 6, 8, 20] υπάρχει μόνο ένα m^j, που ικανοποιεί τις Εξ. 40-41. Έτσι, η λύση του προβλήματος μπορεί να υπολογιστεί μόνο αν ισχύει η *Περίπτωση 3*.

5. Μέθοδοι επίλυσης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι μέθοδοι «Κινούμενου Δείκτη» και πιο συγκεκριμένα οι άμεσες μέθοδοι Κινούμενου Δείκτη (ΚΔ), Direct Inverse Multiplication (DIM) και Ευσταθής (Stable) DIM (SDIM) καθώς και η επαναληπτική μέθοδος Βελτιωμένη (Improved) PSOR (IPSOR).

5.1. Η μέθοδος Κινούμενου Δείκτη (ΚΔ)

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε την πρώτη ιστορικά τεχνική για την επίλυση του Προβλήματος Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου, που βασίστηκε στην ύπαρξη του κινούμενου δείκτη και ως εκ τούτου ονομάστηκε μέθοδος «Κινούμενου Δείκτη» (ΚΔ) [8],[10]. Η μέθοδος ΚΔ χρησιμοποιεί τη ΔΓΣ όπως αυτή περιγράφηκε στην Ενότητα 3.2.

Για την περίπτωση δικαιωμάτων πώλησης, αν συμβολίσουμε με $m(j)$ τον κινούμενο δείκτη του βήματος j, τότε με βάση την επιχειρηματολογία της προηγούμενης ενότητας, προκύπτει ότι $m(j)\leq m(j-1)$. Επιπλέον, για μικρό $\Delta\tau$, δεν αναμένουμε μεγάλες διακυμάνσεις του κινούμενου δείκτη από χρονικό βήμα σε χρονικό βήμα. Για κάθε $j\geq 1$, η μέθοδος ΚΔ ξεκινάει με $k=m(j-1)$, τον προηγούμενο κινούμενο δείκτη, και μειώνει το k κατά ένα ώσπου να προκύψει μια αποδεκτή λύση. Για κάθε k, η μέθοδος ΚΔ επιλύει το *(k+1,j)-υποσύστημα* 37 για να υπολογίσει τις συνιστώσες $U^j(k+1),\ldots,U^j(n)$. Η υποψήφια λύση που προκύπτει, συμπληρώνεται εν συνεχεία με τις τιμές $U^j(i)=G^j(i)$, $i=1,\ldots,k$. Η τελική υποψήφια λύση γίνεται αποδεκτή αν ικανοποιούνται όλες οι συνθήκες 30-32, δηλαδή αν ισχύουν και οι επιπλέον συνθήκες:

$$-U^j(i-1)+\frac{2(1-\rho)}{\rho}U^j(i)-U^j(i+1)\geq \beta^j(i),\quad i\leq k \tag{42}$$

και

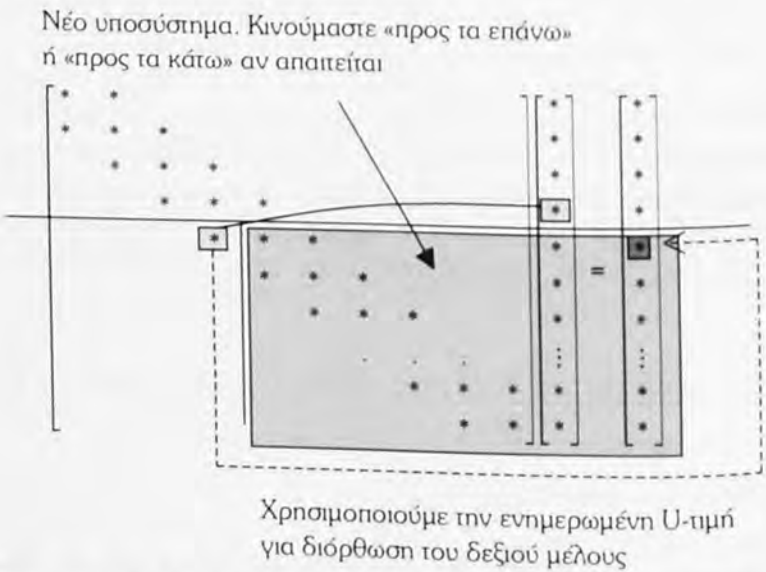
$$U^j(i)=G^j(i),\quad i>k. \tag{43}$$

Πρακτικά, η μέθοδος ΚΔ ελέγχει την 42 μόνο για $i=k$. Αν αυτή η ανισότητα παραβιάζεται, το k ελαττώνεται κατά ένα και

η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Αν για κάποιο k η ανισότητα ικανοποιείται τότε ισχύει ότι $k=m(j)$ και η λύση έχει βρεθεί.

Χρησιμοποιώντας το συμβολισμό της Ενότητας 4, παραθέτουμε τον Αλγόριθμο 1, ο οποίος περιγράφει τον τρόπο υλοποίησης της μεθόδου ΚΔ. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια αρχική τιμή, m^0, που εμπίπτει στην Περίπτωση 2 ή 3 του Λήμματος 1 είναι απαραίτητη για να ξεκινήσει η διαδικασία. Η ακριβής θέση του κινούμενου συνόρου κατά το χρονικό βήμα 0 βρίσκεται στο $x=0$ για την περίπτωση υποκείμενου τίτλου που δεν αποδίδει μερίσματα, ή στο $x=min(0,ln(r/D))\leq 0$ για την περίπτωση κατά την οποία αποδίδονται μερίσματα [17]. Ως εκ τούτου, μια αρχική επιλογή $m^0=N/2$, εξασφαλίζει ότι κατά το χρονικό βήμα 1 εκκινούμε με $m^1_{ar}(=m^0)\geq m^1$, και ισχύει η *Περίπτωση 2* ή η *Περίπτωση 3* του Λήμματος 1.

Αυτή η διαδικασία αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Η διαδικασία προσδιορισμού του κινούμενου δείκτη.

Αλγόριθμος 1

Για $j=1,M$

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $m^j_{ar}=m^{j-1}(m^0=N/2)$

Βήμα 1: Θέτουμε $C^j_{ar}=\{m^j_{ar}+1,\ldots,n\}$

Βήμα 2: Θέτουμε τους πρώτους m^j_{ar} αγνώστους ίσους με το διάνυσμα περιορισμών $(U^j_{\overline{C^j_{ar}}}=G^j_{\overline{C^j_{ar}}})$, επιλύουμε το υποσύστημα $A_{C^j_{ar}}U^j_{C^j_{ar}}=b^j_{C^j_{ar}}$

Βήμα 3: Αν $A(m^j_{ar},.)U^j\geq b^j(m^j_{ar})$ *τότε*

η λύση του βήματος j έχει υπολογιστεί, $C^j=C^j_{ar}$, $m^j=m^j_{ar}$,

διαφορετικά θέτουμε $m^j_{ar}=m^j_{ar}-1$, επιστρέφουμε στο *Βήμα 1*

Τέλος Αν

Τέλος Βρόχου j

5.2 Οι μέθοδοι Direct Inverse Multiplication (DIM) και ευσταθής DIM (SDIM)

Στην ενότητα αυτή διατυπώνουμε τις μεθόδους DIM και SDIM [13] οι οποίες θεωρούνται, όπως και η μέθοδος ΚΔ, άμεσες μέθοδοι υπό την έννοια ότι παράγουν την ακριβή λύση του αλγεβρικού προβλήματος χωρίς να εκτελούν διαδοχικές επαναλήψεις. Και οι δύο μέθοδοι πρώτα εντοπίζουν τον κινούμενο δείκτη και στη συνέχεια επιλύουν ένα γραμμικό σύστημα. Επιπλέον, αξιοποιούν τις πληροφορίες που προκύπτουν σε ένα χρονικό βήμα για να προσδιορίσουν τον κινούμενο δείκτη του επόμενου χρονικού βήματος. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των μεθόδων αυτών είναι πως για τον προσδιορισμό του κινούμενου δείκτη, χρησιμοποιούν την πρώτη γραμμή του αντιστρόφου του πίνακα των συντελεστών των αγνώστων. Αν και ο υπολογισμός ενός αντίστροφου πίνακα είναι γενικά ακριβός και αποφευκτέος, υπάρχουν περιπτώσεις όπου ένας τέτοιος υπολογισμός είναι άμε-

σος, εύκολος και αξίζει τον κόπο να πραγματοποιηθεί. Η μέθοδος διακριτοποίησης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των ιδιοτήτων του πίνακα συντελεστών. Ειδικότερα, για την περίπτωση της διακριτοποίησης πεπερασμένων διαφορών Crank-Nicolson ο πίνακας που προκύπτει έχει πολύ απλή δομή (βλέπε Εξ. 36) και παρουσιάζει ένα σημαντικό αριθμό επιθυμητών ιδιοτήτων (τριδιαγώνιος, Toeplitz, συμμετρικός, διαγώνια κυρίαρχος, κ.α.). Για έναν τέτοιο πίνακα, ο υπολογισμός του αντιστρόφου είναι άμεσος και ταχύς [16]. Πιο συγκεκριμένα, οι δύο μέθοδοι υπολογίζουν τον αντίστροφο του πίνακα των συντελεστών A^{-1}_{q+1} που αντιστοιχεί στο *(k–1,j)–υποσύστημα* με σκοπό να προσδιορίσουν τη συνιστώσα $U^j(k)$, δηλαδή την πρώτη συνιστώσα του διανύσματος λύσης του εν λόγω υποσυστήματος. Και οι δύο μέθοδοι ξεκινούν με μια τιμή του k η οποία είναι μεγαλύτερη από ή ίση με τον προς υπολογισμό κινούμενο δείκτη $m(j)$, π.χ. $k=m(j-1)$ και πραγματοποιούν διαδοχικούς υπολογισμούς του $U^j(k)$, ελαττώνοντας το k κατά ένα κάθε φορά. Όσο η ανισότητα $U^j(k)\geq G^j(k)$ ισχύει, αναμένουμε ότι $k>m(j)$, δηλαδή δεν έχουμε ακόμη περάσει στα αριστερά του κινούμενου συνόρου. Έτσι, επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία έως ότου η υπολογισθείσα πρώτη συνιστώσα ικανοποιήσει την $U^j(k)<G^j(k)$. Το γεγονός αυτό σηματοδοτεί πως το σημείο (x_k,t_j) του πλέγματος είναι πάνω στο κινούμενο σύνορο ή ακριβώς στα αριστερά του. Ως εκ τούτου, το τρέχον k είναι ο κινούμενος δείκτης, δηλαδή ισχύει ότι $k=m(j)$ και $U^j(i)=G^j(i)$ για $i=1,\ldots,m(j)$ ενώ οι υπόλοιπες συνιστώσες της U^j υπολογίζονται από την λύση του *(m(j)+1,j)–υποσυστήματος*.

Χρησιμοποιώντας τον αντίστροφο του πίνακα συντελεστών του *(k–1,j)–υποσυστήματος* [16], η πρώτη συνιστώσα του διανύσματος της λύσης δίνεται από την:

$$U^j(k) = \sum_{i=1}^{q+1} A^{-1}_{q+1}(1,i)\beta^j(k+i-1). \tag{44}$$

Αν η διαδικασία αυτή συνεχιστεί στο επόμενο βήμα, με $k-1$ στη θέση του k, το πρώτο στοιχείο πρέπει να υπολογιστεί εκ

νέου χρησιμοποιώντας τώρα τον αντίστροφο ενός άλλου τριδιαγώνιου πίνακα μεγαλύτερης (κατά ένα) διάστασης:

$$U^j(k-1) = \sum_{i=1}^{q+2} A^{-1}_{q+2}(1,i)\beta^j(k+i-2). \qquad (45)$$

Χρησιμοποιώντας το συμβολισμό της Ενότητας 4, θα λέγαμε πως οι μέθοδοι DIM και SDIM κάνουν χρήση του Λήμματος 1, σε κάθε χρονικό βήμα j, υπολογίζοντας τη συνιστώσα $U^j(m^j_{ar})$ για διαδοχικές τιμές του m^j_{ar} (εκκινούν με $m^j_{ar}=m^{j-1}$). Όπως και για τη μέθοδο ΚΔ, μια αρχική επιλογή $m^0=N/2$ εξασφαλίζει την ομαλή εκτέλεση της διαδικασίας. Μετά από κάθε υπολογισμό του $U^j(m^j_{ar})$, αν δεν παρουσιάζονται παραβιάσεις του τύπου $U^j(m^j_{ar})<G^j(m^j_{ar})$, τότε το C^j_{ar} βρίσκεται ολόκληρο στην *ΔΠ* του Πορίσματος 1 (*Περίπτωση 2* ή *3* του Λήμματος 1) και επομένως είναι απαραίτητο να επαυξήσουμε το C^j_{ar}, προσθέτοντας το δείκτη m^j_{ar} να ελαττώσουμε το m^j_{ar} κατά ένα και να προχωρήσουμε στον υπολογισμό ενός ακόμη $U^j(m^j_{ar})$. Επαυξάνοντας διαδοχικά το C^j_{ar} και υπολογίζοντας εκ νέου το $U^j(m^j_{ar})$, μετά από έναν αριθμό βημάτων, για κάποιο m^j_{ar}, μια παραβίαση του τύπου $U^j(m^j_{ar})<G^j(m^j_{ar})$ θα λάβει χώρα. Όταν αυτό συμβεί, έχουμε μόλις «μεταβεί» από την *Περίπτωση 3* στην *Περίπτωση 1* του Λήμματος 1 και ως εκ τούτου, ισχύει $C^j_{ar}=C^j$ και $m^j_{ar}=m^j$.

Αλγόριθμος 2

Για $j=1,M$

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $m^j_{ar}=m^{j-1}(m^0=N/2)$

Βήμα 1: Θέτουμε $C^j_{ar}=\{m^j_{ar}+1,\ldots,n\}$

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το $U^j(m^j_{ar})$, χρησιμοποιώντας τον Αλγόριθμο 4 ή 5

Βήμα 3: *Αν* $U^j(m^j_{ar}) < G^j(m^j_{ar})$ *τότε*

θέτουμε $C^j = C^j_{ar}$, $m^j = m^j_{ar}$, $U^j_{\overline{C^j}} = G^j_{\overline{C^j}}$ επιλύουμε το υποσύστημα $A_{C^j} U^j_{C^j} = b^j_{C^j}$,

διαφορετικά θέτουμε $m^j_{ar} = m^j_{ar} - 1$, επιστρέφουμε στο *Βήμα 1.*

Τέλος Αν

Τέλος Βρόχου j

Πρέπει να τονίσουμε πως διαδοχικές τιμές $U^j(m^j_{ar})$ μπορούν να υπολογιστούν πολλαπλασιάζοντας την πρώτη γραμμή του αντίστροφου κατάλληλης διάστασης με το κατάλληλο υποδιάνυσμα δεξιού μέλους. Ορίζοντας ως H^j_{ar} το σύνολο δεικτών $H^j_{ar} = \{m^j_{ar}\} + C^j_{ar}$, μπορούμε να πούμε πως τόσο η DIM όσο και η SDIM υπολογίζουν την πρώτη γραμμή του $A^{-1}_{H^j_{ar}}$ χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που περιγράφεται στο [16] (ακολουθεί λεπτομερέστερη ανάλυση παρακάτω). Η όλη διαδικασία παρουσιάζεται στον Αλγόριθμο 2, ενώ στις δύο ενότητες που ακολουθούν, με βάση το συμβολισμό που αναπτύχθηκε στην Ενότητα 4, διατυπώνουμε τους Αλγόριθμους 4 και 5 που υλοποιούν τις μεθόδους DIM και SDIM αντίστοιχα.

5.2.1 Direct Inverse Multiplication

Σύμφωνα με το [16] ο αντίστροφος ενός πίνακα $A_n = trid(-1,a,-1)$ (ισοδύναμος με τον πίνακα των συντελεστών της Εξ. 36) μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$A_n^{-1}(p,i) = \frac{1}{R(1)R(n+1)} R(p)R(n+1-i), \qquad p,i = 1,\ldots,n \qquad (46)$$

όπου

$$R(\mu)=r_+^{\mu}-r_-^{\mu}, \qquad \mu=1,\ldots,n+1 \tag{47}$$

και

$$r\pm = \frac{1}{2}(a \pm \sqrt{a^2-4}) \cdot \tag{48}$$

Κατά συνέπεια, η πρώτη γραμμή του $A^{-1}_{H^j_{ar}}$ δίνεται από την:

$$A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = \frac{1}{R(\|H^j_{ar}\|+1)} R(\|H^j_{ar}\|+1-i), \qquad i=1,\ldots,\|H^j_{ar}\| \tag{49}$$

Αλγόριθμος 3

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $r\pm = \frac{1}{2}(a \pm \sqrt{a^2-4})$

Για $\mu=1$, $\|H^j_{ar}\|$

$R(\mu)=r_+^{\mu}-r_-^{\mu}$

Τέλος Βρόχου μ

Βήμα 1: Για $i=1$, $\|H^j_{ar}\|$

$$A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = \frac{1}{R(\|H^j_{ar}\|+1)} R(\|H^j_{ar}\|+1-i)$$

Τέλος Βρόχου i

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το $U^j(m^j_{ar})=A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,.)\beta^j_{H^j_{ar}}$

Με βάση τους υπολογισμούς 16-19, καταλήγουμε στον Αλγόριθμο 3 ο οποίος υπολογίζει το $U^j(m^j_{ar})$ σε κάθε χρονικό βήμα.

Ο Αλγόριθμος 3 αν και παράγει το επιθυμητό αποτέλεσμα, δεν επιτυγχάνει υψηλές επιδόσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί, υπό την προϋπόθεση διαδοχικής εφαρμογής του έως ότου προσδιοριστεί το m^j, δεν αξιοποιεί τους υπολογισμούς που έχουν γίνει σε προγενέστερα βήματα για την επιτάχυνση επόμενων βημάτων. Μι-

λώντας αλγεβρικά, ο λόγος είναι ότι κάθε φορά που επαυξάνουμε το H^j_{ar}, οδηγούμαστε σε έναν αντίστροφο μεγαλύτερης διάστασης, κάθε στοιχείο του οποίου είναι τώρα διαφορετικό. Μόνο οι υπολογισμοί που έχουν γίνει κατά το βήμα αρχικοποίησης (*Βήμα 0*) παραμένουν οι ίδιοι στο νέο πρόβλημα.

Η τεχνική που ακολουθεί βελτιώνει τον Αλγόριθμο 3 επανασυνθέτοντας τους υπολογισμούς με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνει δυνατή η επαναχρησιμοποίηση προηγούμενων υπολογισμών: έστω ότι $A^{-1}_n(1,.)$ είναι η πρώτη γραμμή του αντιστρόφου με τη μέγιστη δυνατή διάσταση n (υπολογίζεται αντικαθιστώντας $p=1$ στην Εξ. 46):

$$A_n^{-1}(1,i) = \frac{R(n+1-i)}{R(n+1)}, \qquad i = 1,\ldots,n \tag{50}$$

και ας δημιουργήσουμε διανύσματα θ και λ τέτοια ώστε

$$\theta(i) = \frac{R(n+1)}{R(n+1-i)} = \frac{1}{A_n^{-1}(1,i)}, \qquad i = 1,\ldots,n, \tag{51}$$

$$\lambda(j) = \sum_{s=m^j_{ar}}^{n} A_n^{-1}(1,s)\beta^j(s). \tag{52}$$

Προκύπτει τότε ότι

$$U^j(m^j_{ar})=\lambda(j)\theta(m^j_{ar}). \tag{53}$$

Όταν το $\|H^j_{ar}\|$ αυξάνεται κατά ένα, το $\lambda(j)$ υπολογίζεται εκ νέου ως εξής:

$$\lambda(j)=\lambda(j)+A^{-1}_n(1,m^j_{ar}-1)\beta^j(m^j_{ar}-1), \tag{54}$$

και η νέα συνιστώσα $U^j(m^j_{ar}-1)$ υπολογίζεται, λόγω της 45, από την

$$U^j(m^j_{ar}-1)=\lambda(j)\theta(m^j_{ar}-1). \tag{55}$$

Φυσικά, ειδική μέριμνα πρέπει να ληφθεί για τις απαραίτητες διορθώσεις που πρέπει να εφαρμοστούν λόγω των συνοριακών συνθηκών, στο πρώτο στοιχείο του δεξιού μέλους σε

κάθε φάση της διαδικασίας. Ο Αλγόριθμος 4 παρουσιάζει τη διαδικασία που μόλις διατυπώθηκε, η οποία όταν ενσωματωθεί στον Αλγόριθμο 2 υλοποιεί τη μέθοδο DIM.

Δυστυχώς η μέθοδος DIM είναι δυνατό να εμφανίσει προβλήματα αστάθειας. Αυτό συμβαίνει γιατί παρ' όλο που η πρώτη γραμμή του A_n^{-1} μπορεί να περιέχει «λογικούς» αριθμούς, ο υπολογισμός του $R(\mu)$ στην Εξ. 47 είναι πιθανό να προκαλέσει overflows ή underflows για πολύ μεγάλες τιμές του μ. Όμως, μπορούμε να αποτρέψουμε την αστάθεια αυτή, εφαρμόζοντας μια τεχνική του τύπου «ανίχνευσε και απέτρεψε» που οδηγεί σε μια παραλλαγή της DIM, την SDIM που παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

Αλγόριθμος 4

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $r\pm = \frac{1}{2}(a \pm \sqrt{a^2 - 4})$

Για $\mu=1,n$

$R(\mu)=r_+^{\mu}-r_-^{\mu}$

Τέλος Βρόχου μ

Βήμα 1: Για $i=1,\ldots,n$

$$A_n^{-1}(1,i) = \frac{R(n+1-i)}{R(n+1)}$$

Τέλος Βρόχου i

Για $i=1,\ldots,n$

$$\theta(i) = \frac{R(n+1)}{R(n+1-i)}$$

Τέλος Βρόχου i

Βήμα 2: $\lambda(j)=A_n^{-1}(1,m_{ar}^j:n)\beta_{H_{ar}^j}^j$, $U^j(m_{ar}^j)=\theta(m_{ar}^j)\lambda(j)$

Επανέλαβε μέχρι $m_{ar}^j=m^j$

$m_{ar}^j=m_{ar}^j-1$, $\lambda(j)=\lambda(j)+A_n^{-1}(1,m_{ar}^j)\beta^j(m_{ar}^j)$

$U^j(m_{ar}^j)=\theta(m_{ar}^j)\lambda(j)$

Τέλος Βρόχου $m_{ar}^j=m^j$

5.2.2 Ευσταθής DIM

Γενικά, για να ελέγξουμε αν ο υπολογισμός μιας ποσότητας $\xi^l > 0$ θα οδηγούσε σε underflow, πρέπει να λάβουμε υπόψη τον ελάχιστο θετικό αριθμό που μπορεί να αναπαρασταθεί με την ακρίβεια της χρησιμοποιούμενης αριθμητικής, η οποία και ισούται με 2^{-1022} (2.2251×10^{-308}) για την παρούσα υλοποίηση (αριθμητική διπλής ακρίβειας). Είναι λοιπόν επαρκές στην περίπτωση αυτή να ελέγξουμε αν ισχύει ότι:

$$-\frac{1022}{\log_2(\xi)} \geq 1 \tag{56}$$

Ο υπολογισμός 56 είναι εύκολος και ασφαλής, και στην περίπτωση που το αποτέλεσμά του είναι αληθές, αναμφίβολα ένα underflow θα λάμβανε χώρα αν επιχειρούσαμε τον υπολογισμό του ξ^l.

Συγκεκριμένα τώρα για το πρόβλημα Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου, θέτοντας $\gamma = \frac{r_-}{r_+}$, είναι προφανές ότι $\gamma \in (0,1)$, και μπορούμε να ξαναγράψουμε την Εξ. 49 ως εξής:

$$A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = r_+^{-i}\,\frac{1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i}}{1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1}}, \qquad i = 1,\ldots,\left\|H^j_{ar}\right\|. \tag{57}$$

Αλγόριθμος 5

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $r\pm = \frac{1}{2}(a \pm \sqrt{a^2-4})$, $\gamma = \frac{r_-}{r_+}$

Βήμα 1: Για i=1, $\left\|H^j_{ar}\right\|$

Αν ο υπολογισμός $\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1}$ είναι ευσταθής *τότε*

$$A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = r_+^{-i}\frac{1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i}}{1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1}}$$

διαφορετικά αν ο υπολογισμός $r_+^{-i}(1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i})$ είναι ευσταθής *τότε*

$$A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = r_+^{-i}(1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i})$$

διαφορετικά $A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = 0$

Τέλος Αν
Τέλος Βρόχου i

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το $U^j(m^j_{ar}) = A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,.)\beta^j_{H^j_{ar}}$

Είναι φανερό πως ο υπολογισμός 57, είναι αδύνατο να οδηγήσει σε overflow αλλά, ανάλογα με την τιμή του γ και του εκθέτη του, είναι πιθανό να οδηγήσει σε underflow. Όμως, για πολύ μεγάλες τιμές του $\left\|H^j_{ar}\right\|$ ισχύει ότι:

$$\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1} \to 0 . \tag{58}$$

Έτσι, μπορούμε να θέσουμε $A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = r_+^{-i}(1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i})$, για την περίπτωση κατά ποία ο υπολογισμός του $\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1}$ θα οδηγούσε σε underflow, με την προϋπόθεση ότι ο υπολογισμός του $r_+^{-i}(1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i})$ δε θα οδηγούσε ο ίδιος σε underflow. Για την περίπτωση που ο υπολογισμός $r_+^{-i}(1-\gamma^{\left\|H^j_{ar}\right\|+1-i})$ θα παρήγαγε underflow, για κάποιες τιμές του i, θέτουμε $A^{-1}_{H^j_{ar}}(1,i) = 0$ για αυτές τις τιμές. Η τεχνική αυτή μπορεί να αντικαταστήσει τον Αλγόριθμο 3, οδηγώντας στον Αλγόριθμο 5. Η ενσωμάτωση του Αλγόριθμου 5 στον Αλγόριθμο 2 υλοποιεί τη μέθοδο SDIM.

Πρέπει τέλος να τονίσουμε πως η τεχνική που μόλις περιγράφηκε δε μπορεί να ενσωματωθεί στον Αλγόριθμο 4, γιατί οι ποσότητες $\theta(i)$, μπορεί να οδηγήσουν σε overflows τα οποία δε μπορούμε να χειριστούμε.

5.3 Η μέθοδος Βελτιωμένη PSOR (IPSOR)

Η ανωτερότητα των άμεσων μεθόδων που παράγονται βάσει του κινούμενου δείκτη εγείρει το ερώτημα της εφαρμοσιμότητας της προσέγγισης αυτής για τη βελτίωση και των επαναληπτικών μεθόδων. Για το λόγο αυτό στην ενότητα αυτή μελετάμε και βελτιώνουμε τη δημοφιλή μέθοδο PSOR [5],[20]. Πιο συγκεκριμένα, διατυπώνουμε τη μέθοδο Βελτιωμένη (Improved) PSOR (IPSOR), η οποία μπορεί να εφαρμοστεί στα πλαίσια ΠΓΣ που προέρχονται από ΠΚΣ [4],[6], όπως το πρόβλημα Αποτίμησης Δικαιωμάτων Αμερικανικού Τύπου. Για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων με χρήση αριθμητικών μεθόδων, λαμβάνει ως γνωστόν χώρα η επίλυση μιας ακολουθίας ΔΠΓΣ (ένα σε κάθε χρονικό βήμα). Αξιοποιώντας την ιδιαίτερη μορφή λύσης του εν λόγω προβλήματος, η IPSOR παράγει και επιλύει ΔΠΓΣ μικρότερων διαστάσεων, πετυχαίνοντας έτσι σημαντική βελτίωση, έναντι της PSOR [9],[12].

Η βασική ιδέα της μεθόδου είναι πως σε κάθε χρονικό βήμα επιλύουμε, με χρήση της PSOR, ΔΠΓΣ διάστασης $q=n-k$, αντί του αρχικού ΔΠΓΣ διάστασης n. Πιο συγκεκριμένα, ξεκινούμε με $k<m(j)$, και θέτοντας $U^j(i)=G^j(i)$, $i=1,\ldots,k-1$ επιλύουμε, με χρήση της PSOR, το ΔΠΓΣ(B^j_q, A_q, G^j_q) και εν συνεχεία ελέγχουμε αν οι σχέσεις 42-43 ισχύουν. Εάν πράγματι ισχύουν, έχουμε ήδη υπολογίσει τη λύση. Διαφορετικά, ελαττώνουμε το k κατά ένα ή κατά ν και συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο.

Αλγόριθμος 6

Για $j=1,M$

Βήμα 0: Αρχικοποίηση. $m^j_{ar}=m^{j-1}_{ar}$ $(m^0_{ar}=N/2)$

Βήμα 1: Θέτουμε $C^j_{ar}=\{m^j_{ar}+1,...,n\}$.

Βήμα 2: Θέτουμε $U^j_{\overline{C^j_{ar}}}=G^j_{\overline{C^j_{ar}}}$, επιλύουμε, χρησιμοποιώντας απλή PSOR το ΔΠΓΣ$(\beta^j_{C^j_{ar}},A_{C^j_{ar}},G^j_{C^j_{ar}})$.

Βήμα 3: *Αν* ισχύει η ανισότητα $A(m^j_{ar},.)U^j\geq\beta^j(m^j_{ar})$, *τότε* η λύση του βήματος j έχει υπολογιστεί, *διαφορετικά*, θέτουμε $m^j_{ar}=m^j_{ar}-v$, επιστρέφουμε στο *Βήμα 1*.
Τέλος Αν

Τέλος Βρόχου j

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τώρα το γεγονός ότι η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε διαδοχικά χρονικά βήματα, μπορούμε να βελτιώσουμε περαιτέρω τη μέθοδο ενσωματώνοντας και έναν «πιο έξυπνο» μηχανισμό μετάβασης από χρονικό βήμα σε χρονικό βήμα. Το κύριο χαρακτηριστικό της βελτιωμένης μεθόδου, είναι ότι κάθε φορά που πρέπει να επιλυθεί ένα μεγαλύτερο υποπρόβλημα ΔΠΓΣ$(\beta^j_{C^j_{ar}},A_{C^j_{ar}},G^j_{C^j_{ar}})$ (δηλαδή κάθε φορά που πρόκειται να προκύψει ένα μεγαλύτερο C^j_{ar}), αυξάνουμε τη διάσταση του C^j_{ar} κατά v και όχι κατά *ένα*. Έτσι, κατ' ουσίαν, επιλύουμε σε κάθε χρονικό βήμα το πρόβλημα χωρίς να προσδιορίζουμε τον κινούμενο δείκτη m^j, αλλά αρκούμενοι σε μια τρέχουσα τιμή $m^j_{ar}\leq m^j$. Ο Αλγόριθμος 6 που παρατίθεται, χρησιμοποιεί το συμβολισμό που εισήχθη στην Ενότητα 4 και υλοποιεί τη Βελτιωμένη PSOR (IPSOR).

Όπως στοιχειοθετείται στο [8], σε κάθε χρονικό βήμα του Αλγόριθμου 6, υπάρχει μια μέγιστη τιμή $m^j_{max}=m^j$ (ο κινούμενος δείκτης) και το αντίστοιχο ελάχιστο $C^j_{min}=C^j$ για τα οποία ισχύει η ανισότητα $A(m^j_{max},.)U^j\geq\beta^j(m^j_{max})$. Ακόμη όμως και κατά την περίπτωση που το τρέχον C^j_{ar} είναι μεγαλύτερο από το

$C^j_{min}(m^j_{ar}<m^j_{max})$, ο Αλγόριθμος 6 εξακολουθεί να υπολογίζει τη λύση. Δηλαδή, «χαλαρώνοντας» την «αυστηρή» αύξηση της διάστασης του προς επίλυση υποπροβλήματος κατά ένα και αυξάνοντας κατά ν, ναι μεν οδηγούμαστε στην επίλυση υποπροβλημάτων ελαφρώς μεγαλύτερης διάστασης, ταυτόχρονα όμως ο συνολικός αριθμός των υποπροβλημάτων που επιλύονται μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα τη δραστική μείωση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης. Επιπλέον, πρέπει να τονίσουμε πως η διάσταση του C^j_{ar} αυξάνεται *μόνο στα χρονικά βήματα που αυτό είναι απαραίτητο* και όχι σε κάθε χρονικό βήμα, αποτρέποντας έτσι τη δραματική αύξηση της διάστασης μετά από έναν αριθμό διαδοχικών εκτελέσεων. Προκύπτει έτσι ότι, υπό φυσιολογικές συνθήκες, επιλύουμε ένα πρόβλημα ανά χρονικό βήμα, εκτός από τις περιπτώσεις κατά τις οποίες λαμβάνει χώρα αύξηση της διάστασης του υποπροβλήματος (οπότε επιλύουμε δύο υποπροβλήματα).

6. Συμπεράσματα

Ως γνωστόν, τα δικαιώματα Αμερικανικού τύπου εμπίπτουν στην κατηγορία Προβλημάτων Κινούμενων Συνόρων (ΠΚΣ) και ως εκ τούτου η επίλυσή τους παρουσιάζει σημαντική πολυπλοκότητα και ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Για τέτοια προβλήματα, γενικά συναντώνται δύο βασικοί τύποι μεθόδων, οι έμμεσες (implicit) και οι άμεσες (explicit), κάθε ένας από τους οποίους προϋποθέτει διαφορετική μαθηματική διατύπωση του προβλήματος. Χαρακτηριστικό των έμμεσων μεθόδων είναι ότι «αποκρύπτουν» την ύπαρξη του κινούμενου συνόρου, τη θέση του οποίου υπολογίζουν εκ των υστέρων αφού πρώτα επιλύσουν ένα απλούστερο πρόβλημα σταθερών συνόρων. Αντίθετα, οι άμεσες μέθοδοι υπολογίζουν τη θέση του κινούμενου συνόρου σε κάθε χρονικό βήμα πριν προχωρήσουν στην επίλυση ενός απλού προβλήματος για το βήμα αυτό. Αυτός ο υπολογισμός της θέσης του συνόρου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος και χρονοβόρος αλλά είναι πιο συμβατός με τις «φυσικές ιδιότητες» του προβλήματος.

Το άρθρο αυτό παρουσιάζει μια νέα κατηγορία μεθόδων, τις

μεθόδους «κινούμενου δείκτη». Με τις μεθόδους αυτές αξιοποιείται μεν η διαίσθηση που παρέχει το κινούμενο σύνορο των άμεσων μεθόδων για την αριθμητική επίλυση του προβλήματος, χρησιμοποιείται όμως η Διατύπωση Γραμμικής Συμπληρωματικότητας (ΔΓΣ) των εμμέσων μεθόδων. Αποδεικνύεται ότι ο κινούμενος δείκτης προσομοιάζει το κινούμενο σύνορο και ουσιαστικά αντανακλά τη συμπεριφορά του στο διακριτό πρόβλημα. Ακριβέστερα, ο κινούμενος δείκτης, υπολογίζεται σε κάθε χρονικό βήμα και κάνει δυνατό το διαχωρισμό του προβλήματος σε δύο υποπροβλήματα, των οποίων οι ανεξάρτητες λύσεις συνθέτουν την πλήρη λύση.

Οι μέθοδοι που παρουσιάζονται εδώ και βασίζονται στην αξιοποίηση της έννοιας του κινούμενου δείκτη, είναι ως επί το πλείστον άμεσες (direct) και εξ όσων γνωρίζουμε, είναι η πρώτη φορά που άμεσες μέθοδοι έγινε δυνατό να εφαρμοσθούν για την επίλυση του προβλήματος με χρήση της ΔΓΣ. Πρόκειται για τις μεθόδους Κινούμενου Δείκτη (ΚΔ), Direct Inverse Multiplication (DIM) και Ευσταθής (Stable) DIM (SDIM). Επιπλέον, η τεχνική του κινούμενου δείκτη εφαρμόστηκε και στην επαναληπτική PSOR, μία από τις δημοφιλέστερες μεθόδους για την κατηγορία προβλημάτων του ενδιαφέροντος, παράγοντας έτσι μια σαφώς βελτιωμένη επαναληπτική μέθοδο, την IPSOR. Για μια πλήρη συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στα [15],[14].

Υποσημειώσεις

1. Ακριβέστερα, το κινούμενο σύνορο βρίσκεται μεταξύ των κόμβων m^l και m^l+1 του πλέγματος.

Βιβλιογραφία

[1] Black, F. and Scholes, M. (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.

[2] Clewlow, L. and Strickland, C. (1998): *Implementing Derivatives Models*, Willey, New York.

[3] Cottle, R.W., Pang, J.S. and Stone, R.E. (1993): *The Linear Complementarity Problem*, Academic Press, New York.

[4] Crank, J. (1984): *Free and moving boundary problems*, Clarendon Press, Oxford.

[5] Cryer, C.W. (1971): The solution of a quadratic programming problem using systematic overrelaxation, *SIAM J. Control*, 9, 385-392.

[6] Elliot, C.M. and Ockendon, J.R. (1982): *Weak and Variational methods for moving boundary problems*, Pitman, London.

[7] Huang, J. and Pang, J. (1998): Option Pricing and Linear Complementarity, *Journal of Finance* 2(3).

[8] Koulisianis, M.D. and Papatheodorou, T.S. (2000): A 'Moving Index' method for the solution of the American options valuation problem, Elsevier Science, *Mathematics and Computers in Simulation*, 54(45).

[9] Koulisianis, M. and Papatheodorou, T. (2001): Improving Projected Successive OverRelaxation Method for Linear Complementarity Problems, *5th IMACS Conference on Iterative Methods in Scientific Computing*, Heraclion, Greece.

[10] Koulisianis, M.D. and Papatheodorou, T.S. (2002): A 'Moving Index' method for the solution of the American options valuation problem, *Computational Science, Mathematics and Software*, Purdue University Press.

[11] Koulisianis, M.D., Tsolis, G.K. and Papatheodorou, T.S. (2002): A Web-Based Problem Solving Environment for Solution of Option Pricing Problems and Comparison of Methods, *ICCS 2002, LNCS 2329*, 673-682.

[12] Koulisianis, M.D. and Papatheodorou, T.S. (2003): Improving Projected Successive OverRelaxation Method for Linear Complementarity Problems, *Applied Numerical Mathematics*, 45(1), 29-40.

[13] Koulisianis, M.D. and Papatheodorou, T.S. (2003): Valuation of American Options using Direct, Linear Complementarity-Based Methods, *ICCSA 2003, LNCS 2669*, 178-188.

[14] Koulisianis, M. and Papatheodorou, T. (2003): Pricing of American Options using Linear Complementarity Formulation: Methods and their Evaluation, *Neural, Parallel & Scientific Computations*, 11, 423-444.

[15] Κουλησιάνης Δ.Μ. (2003): *Αποτίμηση Χρηματιστηριακών Παραγώγων με Χρήση Υπολογιστικών Μεθόδων*, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

[16] Meraunt, G. (1992): A Review on the Inverse of Symmetric Tridiagonal and Block Tridiagonal Matrices, *SIAM J. Matrix Anal. Appl.*, 13(3), 707-728.

[17] Pantazopoulos, K.N. (1998): *Numerical Methods and Software for the Pricing of American Financial Derivatives*, phD Thesis, Purdue University.

[18] Pantazopoulos, K.N., Houstis, E.N. and Kortesis, S. (1998): Front-tracking finite difference methods for the valuation of american options, *Computational Economics* 12(3), 255-273.

[19] Papatheodorou, T.S., Koulisianis, M.D. and Hadjidoukas, P.E. (2000): Numerical Methods for the American Option Valuation Problem and their Experimental Comparative Evaluation, *16th IMACS World Congress*, Lausanne.

[20] Willmott, P., Dewynne, J. and Howison, S. (1993): *Option Pricing, Mathematical Models and Computation*, Oxford Financial Press, London.

Περί ηρώων και ψηφίων

Βασίλης Πασχάλης

Τμήμα Πλαστικών Τεχνών και Επιστημών της Τέχνης
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Το παρόν άρθρο εξετάζει βασικά στοιχεία που διέπουν τους χαρακτήρες των σύγχρονων ηλεκτρονικών παιχνιδιών (computer games και video games), και επικεντρώνεται στους ηλεκτρονικούς ήρωες μετά την επικράτηση της τρισδιάστασης εμψύχωσης (3D - animation), η οποία εισήγαγε και διαρκώς επεκτείνει τη φωτο-ρεαλιστική απεικόνιση. Ειδικότερα αναφέρεται στις τυποποιήσεις των ηλεκτρονικών ηρώων και τις καταβολές τους στην επιβίωση ανθεκτικών θεματικών δομών, που διέπουν τους ψηφιακούς «άθλους», στο «ήθος» των ηρώων καθώς και στα διαφαινόμενα κίνητρα, πίσω από τον «ηρωϊκό» αγώνα.

1. Εισαγωγή

Οι μορφές οι οποίες συνιστούν το επίκεντρο της δράσης στα video games, παρουσιάζουν μια αναγνωρίσιμη ιστορική εξέλιξη που αφορά, τόσο την μορφική τους συγκρότηση, όσο και το χαρακτήρα τους: το δεύτερο στοιχείο στηρίζεται, κατά μεγάλο μέρος, στο πρώτο, το οποίο, σε σημαντικό βαθμό, ερείδεται επί των τεχνολογικών δυνατοτήτων κατά την περίοδο στην οποία τα ηλεκτρονικά παιχνίδια κάνουν την εμφάνισή τους[1]. Ενώ τεχνολογικοί περιορισμοί προέκριναν, πριν από τη δεκαετία του 1990,

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 797–822
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 797–822

τη δημιουργία λιλιπούτειων, σχηματικών χαρακτήρων, οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις της τελευταίας δεκαπενταετίας κατέστησαν δυνατή την εμφάνιση «μεγαλόσωμων», ρεαλιστικά απεικονισμένων και κινούμενων προσωποποιήσεων, παρέχοντας τη δυνατότητα καλλιέργειας της μορφής και της προσωπικότητας, καθώς και την εισαγωγή αφηγηματικού στοιχείου. Ωστόσο οι συσχετίσεις αυτές δεν συνιστούν αποδείξεις αναγκαίων αιτιατών σχέσεων: οι σχηματικές personae είναι δυνατόν να συνιστούν λύση εκλογής ακόμα και όταν η τεχνολογική υποδομή τείνει να προκρίνει χαρακτήρες «ολοκληρωμένους» και αληθοφανείς. Εξακολουθεί, λοιπόν, να υφίσταται ένας αριθμός παιχνιδιών που παρακάμπτουν τη φωτορεαλιστική οδό προς όφελος μιας περισσότερο σχηματικής πρόσληψης των χαρακτήρων, η οποία σε πολλές περιπτώσεις ταυτίζεται με τα cartoon (σύγχρονα ηλεκτρονικά παιχνίδια με πρωταγωνιστές μορφές που προσιδιάζουν με αυτές του κινουμένου cartoon: *Super Mario, Black and White, Gitaroo-Man, Psychonauts, Rachet and Clank, Jack & Daxter, Worms*, κ.ά.). Εν τούτοις, καθώς θεωρείται πλέον δεδομένο πως τα video games οφείλουν να εξαντλούν τις παρεχόμενες τεχνολογικές δυνατότητες της εποχής, η πορεία προς το φωτο-ρεαλισμό παρουσιάζεται ως αναμενόμενο αποτέλεσμα αυτής της άτυπης σύμβασης, παρά ως μια αδέσμευτη, αισθητικής τάξεως, επιλογή.

Ο φωτορεαλισμός, που κατέστη δυνατός από την εφαρμογή της 3D-animation, ώθησε τα video games προς την δημιουργία αληθοφανών περιβαλλόντων μάχης και ανέθεσε στους χαρακτήρες τους ανάλογους ρόλους. Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια εισήλθαν, και εξακολουθούν να παραμένουν, στην εποχή του Μασίστα, καθώς πολλές από τις personae του είδους αποτελούν «ήρωες» υπό τη στενή έννοια, συνιστούν, δηλαδή, προσωποποιήσεις του ηρωϊκού στοιχείου, εκπροσωπώντας, με τον τρόπο τους, εκδοχές και φαντασίες της πολεμικής αρετής. Το προεξάρχον γνώρισμα, όσον αφορά τη μορφολογία και το περιβάλλον των μορφών αυτών, είναι ο ακραίος εκλεκτικισμός και η υπέρβαση των ιστορικών πλαισίων αναφοράς. Η τάση αυτή ευνοείται από το γεγονός ότι η κλασική αρχαιότητα, αλλά και εν γένει η ευρωπαϊκή ιστορία, δεν αποτελούν πλέον το εστιακό κέντρο των «ηρωϊκών» αφηγήσεων του χώρου. Οι λόγοι εί-

ναι ποικίλοι: η «κόπωση» από την εκπαιδευτική τους κατάχρηση και την ιδεολογική εκμετάλλευση, η εκχώρησή τους στο πεδίο του συμβατικού ή του πεπαλαιωμένου, ο υποβιβασμός της ανθρωπικής παιδείας, η εισβολή «νέων», ακμαίων μυθολογιών, συμβατών με την πληθυσμιακή και πολιτισμική μεταβολή των κοινωνιών των μητροπόλεων της Δύσης αλλά και των περιφερειακών χωρών του Δυτικού κόσμου. Παρόλα αυτά, μέσα στο ευρύ πεδίο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένα που αφορούν την ελληνο-ρωμαϊκή αρχαιότητα: *Spartan Warrior, Rome: Total War, Age of Mythology, Legion Arena, Pompei, God of War*, κ.α. Στο τελευταίο, πρωταγωνιστεί ο ήρωας Κράτος ο οποίος συγκρούεται με τον θεό Άρη και του υφαρπάζει τη θέση (sic)[2].

Η παράκαμψη των κλασικών προσωποποιήσεων είχε ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση χαρακτήρων ρουσσωικών και ρομαντικών προδιαγραφών, κατ' ουσίαν προσωποποιήσεων «ευγενών» –ή αγενών– «αγρίων», αλλά και μορφών εμπνεόμενων από τον ανθούντα οριενταλισμό. Καθώς οι «νέοι» ήρωες διαχέονταν στην αναπτυσσόμενη δημοφιλή κουλτούρα, απέβαλλαν τον μανδύα, την toga, ή την πανοπλία, και ενδύονταν δορές αγρίων ζώων ή λιανά ενδύματα μοναχών-πολεμιστών, ο κεντρικός πυρήνας του κλασικού ήρωα που φερόταν να συνδυάζει σωματική αλκή και αρετή, διαρρηγνυόταν, και τα χαρακτηριστικά του διανέμονταν κυρίως σε δύο αντιτιθέμενους πόλους: αφ' ενός στους «βαρβάρους» όλων των φυλών και περιόδων, από τους Κέλτες έως τους «νεοβάρβαρους» των σύγχρονων μητροπολιτικών συμμοριών (όπως στο *Crime Life: Gang Wars ή στο Warriors*) και, αφ' ετέρου, στους, πρωτίστως απω-ανατολίτες, «πνευματικούς» πολεμιστές. Εξ άλλου, όπως θα σημειωθεί στη συνέχεια, στα σύγχρονα ηλεκτρονικά παιχνίδια κατατάσσονται ήρωες προερχόμενοι τόσο από την επικράτεια του «πνεύματος» και του Αγαθού, όσο και από αυτή της «βαρβαρότητας» και του Κακού, καθώς η διάσταση αυτή παρουσιάζεται πλέον αποφλοιωμένη από τις αξιολογικές κρίσεις που τη συνόδευσαν παραδοσιακά: ιδιαίτερα στα χαρακτηριζόμενα ως τύπου «beat 'em up» video games, οι ήρωες στρατολογούνται απ' ευθείας από συμμορίες ενηλίκων και ανηλίκων, ομάδες μπράβων, συνοικιακά γυμναστήρια, αγώνες κατς, κ.ο.κ.

Η πλειοψηφία των παιχνιδιών αγνοεί ή υπερβαίνει τα συγκεκριμένα ιστορικά πλαίσια αναφοράς, κάποια, παρ' όλα αυτά, την αποδέχονται, παρ' ότι η ιστορική ακρίβεια προφανώς δεν συνιστά αυστηρή προϋπόθεση του είδους. Σε αυτά ανήκουν μεταξύ των άλλων: *Age of Empires, Imperial Glory, Syberia, Cossacks, Versailles, American Conquest: Divided Nation* κ.ά.). Στην ίδια κατηγορία ανήκουν παιχνίδια τα οποία αφορούν την πρόσφατη ιστορία –για παράδειγμα, τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (*The Commandos, Blitzkrieg, Brothes in Arms, Medal of Honor, Call of Duty, Sabre Squadron Panzers, Close Combat, Mockva to Berlin, Rising Sun, Battlefield 1942, Heroes of the Pacific, Battle of Britain, Dawn of War,* κ.ά.) ή και αργότερα (*Cold War, Vietnam 67, Vietcong, Shell Shock*). Κατά κύριο λόγο, τα παιχνίδια που στοχεύουν στην ιστορική αληθοφάνεια αφορούν τους τελευταίους αιώνες του Δυτικού πολιτισμού, καθώς οι προηγούμενοι, και κυρίως οι Μέσοι χρόνοι, καταλήγουν βορά του μυθικού και του μυθικού-επικού στοιχείου, και τα πραγματολογικά στοιχεία αλλοιώνονται ή μιγνύονται με τα φανταστικά. Συνεπώς, παρότι υφίστανται ηλεκτρονικά παιχνίδια με ιστορικό προσανατολισμό (*Knights of the Empire, Stronghold*), η μεγάλη ομάδα αποτελείται από ημιφανταστικές, ή και πλήρως φανταστικές εκδοχές της Αρχαίας και της Μεσαιωνικής εποχής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα συνιστούν τα *Wizardry, Dungeons and Dragons, Druid, The Legacy of Ykesher, The Legend of Kyrandia, Legend of Zelda, Dark Age of Camelot, The Elder Scrolls, Everquest, Sacrifice, Lineage, Guild Wars, World of Warcraft, Fable, Settlers* κ.ά.

Επί πλέον, ποικίλα «οριενταλιστικά» *video games* έχουν κάνει την παρουσία τους, από κτίσεως του είδους ίσαμε τώρα (ενδεικτικά: *Yie Ar Kung Fu, Soul Calibur, Prince of Persia, Kessen* (στο οποίο πρωταγωνιστεί η ιστορική προσωπικότητα του *Hatori Hanzoo), Tekken, Fatal Frame, Jade Empire, Dynasty Warriors, Shogun*, κ.λπ. Πέραν των αποκλειστικώς, ή κατά κύριο λόγο, «ανατολικών» ηλεκτρονικών παιχνιδιών, υφίστανται και τα «διαπολιτισμικά» αντίστοιχα (*Street Fighter, Final Fighter*) στα οποία ανηλεείς ξυλοδαρμοί λαμβάνουν χώρα υπό το βλέμμα του Βούδα. Σε αυτά, πέραν των καθαρόαιμων ανατολικών ηρώων (όπως

της Chun-li ή του Honda, στο *Street Fighter*), κάνουν την παρουσία τους ποικίλοι χαρακτήρες, οι οποίοι, παρότι δυτικοί εκ καταγωγής, παρουσιάζονται ως σύγχρονοι «*Masters*» των ανατολικών πολεμικών τεχνών και, συχνά, ενδύονται αναλόγως. Είναι αναμενόμενο ότι η αθρόα μίξη με το μυθικό, το εξωτικό και το φαντασιώδες στοιχείο θα χαρακτηρίζει ιδιαίτερα τα παιχνίδια της υπό συζήτησιν κατηγορίας. Ενδεικτικά, ο Yoshiki Okimoto, στο video game με θέμα τη σύγκρουση δύο αντιπάλων ομάδων samurai, της Genji και της Heishi, περιόρισε δραστικά την ιστορική βάση της σύγκρουσης χάριν των σχετικών μυθικών αφηγήσεων, όπως αυτή της αναζήτησης του «ουράνιου μετάλλου» amahagame, το οποίο θεωρείται πως χαρίζει στους ήρωες υπερφυσική δύναμη[3].

Λόγω του στερεοτυπικού και εξιδανικευμένου χαρακτήρα τους, πολλοί ήρωες των ηλεκτρονικών παιχνιδιών συχνά διατηρούν αρχαϊκά στοιχεία, τα οποία στην περαιτέρω πορεία του πολιτισμού συνήθως ατροφούν ή παραμερίζοντα, ανασυρόμενα, κατά κύριο λόγο, σε κρίσιμες ιστορικές περιόδους. Ήδη μέσα στα όρια της αρχαιότητας, η νικητήριος-δοξαστική παράμετρος πολλών σχετικών απεικονίσεων είχε υποχωρήσει προς όφελος ενός διανοούμενου αναστοχασμού του πρωταρχικού μύθου, και τη θέση των θριαμβικών σκηνών και της κεντρικής σκηνής των άθλων, κατελάμβαναν παραστάσεις του ήρωα «μετά τη μάχη», δηλωτικές στοχασμού ή καμάτου[4]. Σε αντίθεση με τις σύνθετες πολιτισμικές μορφές, οι οποίες καταλήγουν να υπονομεύσουν τον μονοδιάστατο, εμβληματικό χαρακτήρα της μυθικής δομής, οι μορφές της δημοφιλούς κουλτούρας, μεταξύ των οποίων και των video games, τείνουν να συντηρούν και να καλλιεργούν στοιχεία του πρωτογενούς χαρακτήρα του ήρωα. Εξ άλλου η σύνδεση ανάμεσα στους ήρωες, τους προερχόμενους από τους μυθικούς κύκλους και τα έτη των διαφόρων λαών, και αυτούς της μαζικής κουλτούρας, είναι ευκόλως ορατή[5].

Όπως ήδη σημειώθηκε, η αισθητική και νοηματική συνισταμένη που εξάγεται από τις απεικονίσεις των ηλεκτρονικών ηρώων τείνει πρωτίστως να κινηθεί είτε προς το «βαρβαρικό» είτε προς το εξωτικό. Οι κατευθύνσεις αυτές αφομοιώνουν και ανακυκλώνουν στοιχεία από μορφές εμπνεόμενες από υπερ-ηρωϊ-

κές εικονοαφηγήσεις (comics), κινηματογραφικές φαντασίες, τηλεοπτικά pastiche ιστορικών περιόδων, κ.λπ. Μέσα στο πλαίσιο του ηλεκτρονικού παιχνιδιού, αμφότερες οι κατηγορίες ηρώων εκφράζονται κατά κοινό τρόπο, ήτοι τη φυσική βία και επιθετικότητα. Κατά συνέπεια, οι μεταξύ τους διαφοροποιήσεις δεν αφορούν παρά συγκεκριμένα, εξωτερικώς αποδιδόμενα, χαρακτηριστικά, καθώς η απόσταση μεταξύ πνεύματος και βαρβαρότητας εμφανίζεται πρωτίστως ως διαφορά ενδυματολογικής και υφολογικής τάξεως. Ο μανδύας, η ασπίδα, το κράνος με τα φτερά κ.λπ., συνιστούσαν τα τελευταία υπολείμματα της κλασικής παράδοσης που στους «υπερ-ήρωες» των *comics* κάνουν την παρουσία τους και στην εικονογραφία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, ωστόσο, ο σύγχρονος εκλεκτικισμός, παρ' όλη την αυθαιρεσία του, έχει απομακρυνθεί από την ανέφελη naivitè των εικονο-αφηγηματικών προπατόρων. Οι διαφοροποιήσεις αυτές περιορίζονται, έτι περαιτέρω, λόγω της παρουσίας του χρήστη, ο οποίος, σε αμφότερες τις περιπτώσεις, καλείται απλώς να χειριστεί ένα μοχλό πλοήγησης (joystick) ή κάποια συγκεκριμένα πλήκτρα, με ακρίβεια και ταχύτητα.

2. Στοιχεία της χαρακτηροδομής του ήρωα

Αυτή η αναγωγή σε μια κοινή δραστηριότητα, καθώς και σε σχεδόν ταυτόσημες νοητικές προσλαμβάνουσες και συναισθηματικές προβολές του παίκτη (ο οποίος, προφανώς, δεν μεταβάλλει πεποιθήσεις ούτε χαρακτήρα, χειριζόμενος άλλοτε μοναχούς Shaolin και άλλοτε εξαγριωμένους hooligans) φαίνεται να δικαιολογεί, εν μέρει, την τάση προς γενίκευση και σχηματικότητα, που χαρακτηρίζουν την παρατήρηση της Hourihan, κατά την οποία, «ο ήρωας είναι άνθρωπος της δράσης, και η φύση του εκφράζεται μέσα από τη δράση» συνεπώς, «δεν είναι στοχαστικός, ούτε δημιουργικός»[6]. Στη θεώρηση αυτή, ο ήρωας παραμένει δέσμιος ενός αναγνωρίσιμου στερεοτύπου[7] το οποίο παραδοσιακά φέρονται να εκπροσωπούν ο Αίας και ο Ηρακλής (σε απλοποιητικές εκδοχές και με πλήρη απαλοιφή του στοιχείου της μανίας αμφοτέρων), ενώ αποκλείονται περιπτώσεις όπως αυτή του «μητιόεντος» Οδυσσέως – καθώς και άλλων, ευ-

ρύτερων προσλήψεων, της έννοιας, όπως των «ηρώων ποιητών» του Carlyle[8].

Εν τούτοις, αυτή η συρρίκνωση του πνευματικού-χαρακτηρολογικού στοιχείου, συνδυάζεται με τον γενικότερο περιορισμό της ψυχικής και συναισθηματικής ζωής, που, υπερβαίνοντας την υπό συζήτησιν περίπτωση, χαρακτηρίζει ολόκληρη την πρόσληψη των προσώπων στις μυθικές και μετα-μυθικές αφηγήσεις[9]. Όπως αναφέρει ο Χ. Σακελλαρίου, «ένα από τα χαρακτηριστικά του παραμυθιού είναι ότι δεν κατατρίβεται στο να περιγράφει την ψυχική κατάσταση του ήρωα, αλλά μετατρέπει το εσωτερικό σε εξωτερικό, με το να βγάζει προς τα έξω τις ψυχικές καταστάσεις[10]. Σε πιο βαθμό ο συνεπτυγμένος ψυχικός κόσμος, όπως εμφανίζεται στο πλαίσιο αυτό, προκύπτει ως αποτέλεσμα συμβάσεων που επιβάλλουν αφηγηματική οικονομία ή αποτυπώνει γενικότερες θεωρήσεις του ψυχικού χώρου, αποτελεί ανοικτό θέμα. Στις πλέον αρχαϊκές του εκδοχές, αυτός ο πρωτο-«μπηχαβιορισμός» συνδυάζεται απρόσκοπτα με μεταφυσικές εξηγήσεις εφ' όσον συνδέει την άρνηση θεώρησης του ψυχικού στοιχείου ως αιτιακού παράγοντα, με την παράλληψη πεποίθηση ότι οι σημαίνουσες πράξεις των ανθρώπων συνιστούν αιτιατό θείων ή δαιμονικών επενεργειών.

Ωστόσο, παρ' όλη την ισχύ των στερεοτύπων, που υποδεικνύουν τους βασικούς άξονες από τους οποίους γίνεται η ενοιοποίηση του ήρωα μέσα στα όρια της δημοφιλούς κουλτούρας, καθώς και τον ριζικό περιορισμό του ψυχικού και χαρακτηρολογικού βάθους τον οποίο προσκαλεί το ίδιο το μέσο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις, ο ήρωας υπερβαίνει τα περιοριστικά αυτά όρια[11]. Η περίπτωση των προδρομικών, «υπερ-ηρωϊκών» μορφών είναι ενδεικτική, και, σε κάποιο βαθμό αναμενόμενη: ο Richard Reynolds επισημαίνει την περίπτωση υπερ-ηρώων που «στοχάζονται το φορτίο και τις απαιτήσεις του ηρωϊσμού στο alter ego» τους[12] ενώ ο Dolle-Weinkauff αναφέρεται στην «αγωνία του υπερήρωα»[13].

Βεβαίως, όπως είναι αναμενόμενο, το περιθώριο ανάπτυξης αυτής της πτυχής στα video games παρουσιάζεται ιδιαίτερα περιορισμένο, καθώς, στο χώρο αυτό, η εκδοχή του ήρωα ως «ανθρώπου της δράσης», εξ ορισμού ανίκανου να αρθεί πέραν των

σωματικών του ικανοτήτων, συχνά εκπληρούται με τον πλέον απόλυτο και χαρακτηριστικό τρόπο: μέσα στο ηλεκτρονικό Κολοσσαίο, οι ήρωες καλούνται να επιβιώσουν παλεύοντας και εξοντώνοντας, παρά στοχαζόμενοι περί του νοήματος της ζωής. Εξ άλλου, στα video games, συχνά οι ήρωες είναι μορφές παραμορφωμένες τόσο από κυριολεκτική (ήτοι: σωματική), όσο και από μεταφορική (ήτοι: χαρακτηρολογική) άποψη, συνιστώντας personae dramatis που βρίσκονται στα όρια της καρικατούρας[14]. Το στοιχείο αυτό προέρχεται όχι μόνον από τις υπερ-απλοποιήσεις, στις οποίες τείνει η δημοφιλής κουλτούρα, αλλά και από τη σχηματική «μπαρόκ υπερβολή», που, κατά τον Huizinga, ενυπάρχει σε κάθε μορφή παιχνιδιού[15].

Εν τούτοις, ακόμη και το περιορισμένο είδος των ηλεκτρονικών παιχνιδιών εμπεριέχει υπο-είδη (genres), όπως τα παιχνίδια στρατηγικής, στα οποία το γνωσιακό στοιχείο (παρότι, σε σημαντικό βαθμό, αποτελεί αντικατοπτρισμό των δυνατοτήτων του χρήστη, παρά εγγενές στοιχείο του χαρακτήρα του ήρωα) παρουσιάζεται ισχυρότερο απ' ότι στα ηλεκτρονικά στοιχεία που περιστρέφονται αποκλειστικά γύρω από την άμεση σύγκρουση («beat'em up» video games). Επιπλέον, η ανάπτυξη της τεχνολογίας, και η ευρεία χρήση της 3D-animation, συμπαρέσυρε και τη χαρακτηρολογική ανάπτυξη, ενθέτοντας ένα πυρήνα «προσωπικότητας», ο οποίος στα σύγχρονα video games αναπτύσσεται κυρίως στο εισαγωγικό τμήμα, αλλά, επίσης, συνοδεύει την αφηγηματικής τάξεως ανάπτυξη του παιχνιδιού.

Οι χαρακτήρες των video games άλλοτε συνιστούν προσωποποιήσεις απ' ευθείας αναγνωρίσιμες ως ηρωικές και άλλοτε παρουσιάζονται ως μορφές απολύτως καθημερινές, ψιμυθιωμένες εκδοχές του ίδιου του παίκτη. Σε αμφότερες, πάντως, τις περιπτώσεις, η σύνδεση με τον χρήστη του παιχνιδιού είναι ορατή, και το στοιχείο που διαφοροποιεί το ηλεκτρονικό alter ego από τις υπερ-ηρωϊκές personae των comics αφορά τον τρόπο του αντικατοπτρισμού, που στην πρώτη περίπτωση δημιουργεί ένα «αλλοιωμένο» αλλά συνήθως συγκρίσιμο προσωπείο, ενώ στη δεύτερη ένα είδωλο παραβολικού κατόπτρου, ένα υπερ-μεγεθυσμένο «είκελον» του εαυτού. Στην πρώτη περίπτωση, το ηρωικό στοιχείο, ακόμα και όταν δεν κάνει την παρουσία του

μορφολογικά και ενδυματολογικά, εξάγεται ως συμπέρασμα από τη δραστηριότητα της αγωνιζόμενης μορφής, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της αναγόρευσης του «απλού» ανθρώπου σε ήρωα (όπως στο video game *Super Mario*)[16]. Εξ άλλου, η συμβολική της Μεταμόρφωσης, στην περίπτωση των σύγχρονων ηλεκτρονικών παιχνιδιών δεν αφορά μόνον τον ήρωα επί σκηνής αλλά και το πέρασμα από τη θέση του χρήστη σε αυτήν του συμμετέχοντος-μαχητή, καθώς το Κάλεσμα είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται άμεσα και με τρόπο πρακτικό.

Για τους λόγους αυτούς, η κονσόλα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, παρότι υποκινεί την επέκταση του «εγώ» του χρήστη, εν τούτοις δεν ευνοεί την φαντασιωσική «αποσύνθεσή» του. Ο πρωταγωνιστής των video games συνήθως δεν ωθείται ως τα υπερ-ηρωϊκά άκρα καθώς, παρότι συνιστά ήρωα δράσης (action hero), δεν μεταβάλλεται σε übermensch: προσφέρει όνειρα δύναμης παρά παντοδυναμίας, παραμένοντας στενά (σωματικά, μέσω του πληκτρολογίου) συνδεδεμένος με το χρήστη του. Οι παρα-θρησκευτικές βλέψεις και αναλογίες τύπου Superman-Ιησούς[17] συνήθως περικόπτονται, καθώς ο ήρωας πασχίζει πρωτίστως να εξέλθει σώος από λαβυρινθώδη κάτεργα ή κακόφημους δρόμους, παρά νά σώσει την ανθρωπότητα. Βεβαίως, καθώς το πεδίο είναι αχανές, δεν είναι δυνατόν να αποκλεισθούν ήρωες με ανάλογες φιλοδοξίες: στο *Populous* ο ήρωας-χρήστης κυριολεκτικώς αποθεώνεται, καθώς το τυπικό σχόλιο του διαδραστικού παιχνιδιού (well-done, mortal!), μεταβάλλεται, καλωσορίζοντάς τον στη χορεία των αθανάτων), ενώ στο *Black and White* ο χρήστης αναλαμβάνει τον απαιτητικό ρόλο του «θεού»[18]. Η σχέση του παίκτη του ηλεκτρονικού παιχνιδιού με το χαρακτήρα (avatar) που ελέγχει και ιδιαίτερα το ψυχοσυναισθηματικό πλαίσιό της, έχει κινήσει το ενδιαφέρον των ερευνητών (Rehak, Loftus, McMahan, Filiciak, Provenzo, Grodal, Newman)[19].

Οι ήρωες παραμένουν απ' ευθείας εξαρτημένοι από τον χρήστη, που επέχει, θέση *πρώτου κινούντος*, άλλοτε ελέγχοντάς τους εξωτερικά, σαν μαριονέτες, και άλλοτε «ταυτιζόμενος» μαζί τους, καθώς στην οθόνη παρουσιάζεται μόνον ένα χέρι ενώ η σκηνή εποπτεύεται από το σημείο οράσεως του παίκτη: στην περίπτωση αυτή, ο ήρωας θεωρείται πως έχει «αφομοιωθεί» από τον

λό και στο κακό. Εν τούτοις, παρ' όλη την τάση για πολωτική αντιπαράθεση ανάμεσα στους δύο αξιακούς πόλους, τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μια σαφής τάση προς χαρακτηρολογική υβριδοποίηση των πρωταγωνιστών των «έργων» των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Πέρα, λοιπόν, από τον προαναφερθέντα μορφολογικό-ενδυματολογικό εκλεκτικισμό, οι ήρωες εμφανίζουν έναν εκλεκτικισμό ηθικής τάξεως: συχνά πρόκειται για προσωποποιήσεις δισυπόστατες ή αμφιρρέπουσες οι οποίες, παρότι φαίνεται να έλκουν την καταγωγή από την επικράτεια του αγαθού, ωστόσο ερανίζονται ή αφομοιώνουν ποικίλα στοιχεία που τυπικά αποδίδονται στο πονηρό. Ουσιαστικά, ο σύγχρονος ήρωας των video games διατηρεί την ηθική του ακεραιότητα κυρίως στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες παρουσιάζεται να εισέρχεται μόνος σε ένα εχθρικό, άξενο και απόκοσμο λαβύρινθο, καθώς υπό αυτές τις συνθήκες, τα ηθικά κατηγορήματα διαχωρίζονται με τον πλέον απόλυτο τρόπο, αποδιδόμενα αφ' ενός στα λυσσώδη τέρατα[24] και αφ' ετέρου στον «μαχητή του φωτός». Αντιθέτως στις σκηνές μονομαχίας στις οποίες ο χρήστης καλείται να επιλέξει τον ήρωα της αρεσκείας του, το αξιακό δίπολο αντικαθίσταται από ένα συνεχές ηθικής σχετικότητας, και οι επιλογές περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα προσωποποιήσεων στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οντότητες μορφικά φυσιολογικές (συνεπώς prima facie αγαθές) μαζί με οντότητες τερατόμορφες και υβριδικές. Στις περιπτώσεις αυτές καταλύεται ο διχασμός μεταξύ αφ' ενός της καλοκαγαθίας και αφ' ετέρου της σύζευξης κακού-δυσμορφίας, στην οποία οδηγούσαν οι μανιχαϊκότερες εκδοχές φυσιογνωμικής εποπτείας: για παράδειγμα, στο *Shin Megami Tensei: Nocturne*, ο Σατανάς, ο οποίος προέρχεται απ' ευθείας από τις σχετικές εξιδανικεύσεις του 19ου αιώνα, δεν είναι πλέον η δυσειδής φιγούρα της παραδοσιακής εικονογραφίας, αλλά φέροντας τα ίχνη μιας μπωντλερικής ατμόσφαιρας που συνδυάζει τη νοσηρότητα και την παρακμή με τον αισθησιασμό, παρουσιάζεται ως ωχρός πλην ευειδής αισθητής, γερμένος απαλά σε αναπηρική καρέκλα. Επί πλέον, το video game *Diablo II* εμφανίζει μια ακραία περίπτωση της προ-αναφερθείσης «rapprochement», παρουσιάζοντας τον ήρωα να «απορροφά» το δαίμονα για να αποκτήσει τη δύναμη του εχθρού,

προσδοκώντας ότι οι εσωτερικές του δυνάμεις θα θέσουν τις δαιμονικές υπό έλεγχο.

Η μίξη των ενάντιων, από ηθική-αξιολογική άποψη, στοιχείων είχε κάνει ήδη την παρουσία της στους προγόνους των χαρακτήρων των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, που κατατάσσονται στους «υπερ-ήρωες»: παρόλη την ηθική σταυροφορία που οι τελευταίοι ανελάμβαναν, είχαν ήδη ενσωματώσει χαρακτηριστικά που παραπέμπουν στο πονηρό ή στην εγκληματική δραστηριότητα, όπως τις μάσκες (παρούσες ήδη στη λαϊκή μυθολογία του κακού σε πληθώρα ηρώων από τον Fantomas έως τους «λύκους» του Μίκυ Μάους), την κρύφια ζωή και δραστηριότητα, τις μεταμφιέσεις, την παρά φύσιν αλλοίωση της σωματικής ανατομίας, κ.λπ. Φαίνεται πως, στην περίπτωσή τους, η ρητορεία περί δικαιοσύνης καθώς και η ηρωική αγαθοπραξία συμβιβάζονται με μια ομοιοπαθητική, τρόπον τινά, αντιμετώπιση του εγκλήματος. Κατά συνέπεια, πέρα από την «μπαρόκ υπερβολή» που ενυπάρχει, κατά τον Huizinga, σε κάθε μορφή παιχνιδιού, και η οποία είναι δυνατόν να συνδυαστεί με την ανατομική υπερβολική των χαρακτήρων, η διόγκωση των μυών θα πρέπει να θεωρηθεί, επίσης, ως μορφή «rapprochement», καθώς φέρνει τον ήρωα στα όρια του *τερατώδους*. Η διαστολή της μυικής συγκρότησης των «ηρώων δράσης» (action heroes) παρουσιάζει τη δική της ιστορία: ο Mila Bongo παρατηρεί πως, «παρότι τα μυώδη σώματα των [υπερ-] ηρώων των comics συνιστούσαν, τότε, νεωτερισμό, ήταν μετριοπαθώς σχεδιασμένα συγκρινόμενα με τους διογκωμένους μυς και την συνολικά υπερτονισμένη φυσική παρουσία που συνηθίζεται σήμερα»[25].

Εάν οι ανάγκες για υπερβολή ήταν τέτοιες που έφεραν τους θετικούς ήρωες στα όρια του τερατώδους, ήταν αναμενόμενο ότι, στις ήδη τερατώδεις μορφές, θα ενισχύονταν περαιτέρω. Το γεγονός πως η πλευρά αυτή ευκόλως εκβάλλει, μέσω του grotesque, στη φαιδρότητα, αντιμετωπίστηκε από τους δημιουργούς των παιχνιδιών ως γεγονός αμελητέο ή, ενδεχομένως, και ως θετικό, καθώς η επίκληση της «παιδικότητας» (παρότι τα video games δεν στοχεύουν σε αποκλειστικά παιδικό κοινό) καθώς το πλαίσιο του παιχνιδιού καθησύχαζε οιεσδήποτε πιθανές ενστάσεις: θεωρείται πάντως πως η συνολική εντύπωση η οποία προ-

κύπτει από τις συγκεκριμένες μορφές ηρώων και πλασμάτων του σκότους δεν διαταράσσει την ισχύ του ζεύγους θαυμασμού και απέχθειας, που καθορίζει την πρόσληψη των χαρακτήρων, ούτε υποκινεί είρονα δυσπιστία.

Με την πάροδο του χρόνου, η rapprocement ενισχύθηκε, καθώς η ίδια η δημοφιλής κουλτούρα μετέβαλλε χαρακτήρα, αφομοιώνοντας στοιχεία τα οποία παλαιότερα θα απέρριπτε ασυζητητί. Σταδιακά, το «αλλόκοτο» *pop*[26] παρασέφρυσε και αλλοίωσε τις πρωταρχικές εικόνες, οι οποίες είχαν ήδη μεταβληθεί από την άλμη του χρόνου και τη φθορά των πεποιθήσεων που τις στήριζαν. Οι ήρωες της «δημοφιλούς κουλτούρας» (pop culture) είχαν πλέον αφομοιώσει την αντι-ηρωϊκή κριτική, καθώς και τον επικρατούντα μετα-ηρωϊκό κυνισμό απομακρυνόμενοι από την σακχαρόπηκτη αισιοδοξία των προκατόχων τους. Εν πολλοίς, η «ανακάλυψη» τους οφειλόταν μάλλον σε διανοούμενο, συχνά σαρκαστικό εναγκαλισμό του *naif*, παρά σε αυθεντική επαναβίωση των ιδεών και των συναισθημάτων που οι χαρακτήρες αυτοί εξέφραζαν. Η αφομοίωση των νέων όρων δεν ήταν δυνατόν να ακολουθεί πανομοιότυπους τρόπους, εν τούτοις η πορεία παρέμεινε ουσιωδώς η ίδια. Ενώ τα σύγχρονα comics επανέκαμπταν στους αρχικούς ήρωες ή επινοούσαν νέους, μεταβάλλοντας τη χαρακτηροδομή και τη θεματική με ιδιαίτερα μεγάλη ταχύτητα, το μέσο των video games προχωρούσε προς την ίδια κατεύθυνση αλλά με διαφορετικούς ρυθμούς: μετά την εισαγωγική περίοδο των απλοποιημένων μικρο-ηρώων, οι διάδοχες, φωτο-ρεαλιστικές μορφές, διέθεταν χαρακτήρες που εντάσσονταν στον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ του καλού και του κακού. Σε κάποιες περιπτώσεις, ο ήρωας παρουσιάζεται ηθικά επαμφοτερίζων, και ο χρήστης είναι σε θέση να επιλέξει, εν ονόματί του, μεταξύ των οδών της αρετής ή της κακίας: στο *Fable*, αναλόγως της επιλογής, ο χαρακτήρας αποκτά μορφή άλλοτε σατανικού, αιμοδιψούς πολεμιστή, και άλλοτε καλόκαρδου στρατιώτη, ταγμένου στην υπηρεσία του Καλού. Στο *Shin Megami Tensei*, κάθε ήρωας συνοδεύεται από μια ενσάρκωση ενιαυτού δαίμονος, ο οποίος, υπό μορφήν τερατώδους alter ego, εμφανίζεται στις στιγμές της μάχης (ανά ζεύγη: Varna-Serph, Argilla-Prithivi,

Agni-Heat), σαν τη σκοτεινή πλευρά του εαυτού που αναδύεται σε καταστάσεις ανομίας ή συγκρούσεων.

Καθώς, με την πάροδο του χρόνου, η μανιχαϊκή αντιμετώπιση του κακού παρουσιαζόταν πλέον ως πεπαλαιωμένη, οι δαιμονικές μορφές εισέβαλαν στη δημοφιλή κουλτούρα με μεγαλύτερη ευθύτητα και αυτοπεποίθηση. Η ρομαντική beautè du diable, που επανακάμπτει σε πολλές περιπτώσεις στα πρόσφατα video games, προέρχεται από επιδράσεις της ευρύτερης δημοφιλούς κουλτούρας, οι οποίες προσροφούν ανάλογα στοιχεία από τη μουσική, τον κινηματογράφο, την τηλεόραση, κ.λπ. Παρότι οι προσωποποιήσεις του κακού δεν κατελάμβαναν απ' ευθείας τη θέση του πρωταγωνιστή (lead hero), είχαν ήδη, σε πολλές περιπτώσεις, χειραφετηθεί από την τις στερεοτυπικές εννοιοποιήσεις του είδους (villain), όπως αυτές έκαναν την παρουσία τους σε comics της «υπερ-ηρωϊκής» περιόδου.

Υπακούοντας σε ουσιώδη στοιχεία της καθόλου έννοιας του ήρωα (όπως αυτά που ανέλυσαν οι Rank, Frye, Campbell, Farnell)[27], οι αντίστοιχοι χαρακτήρες των σύγχρονων ηλεκτρονικών παιχνιδιών περιλαμβάνουν στους άθλους μάχες με πλάσματα του σκότους, στα οποία η ηθική απαξία και η γειτνίαση με το γεγονός, τη διαδικασία και τα υλικά επακόλουθα του θανάτου είναι εμφανής. Η δραστηριότητα αυτή συχνά βρίσκεται υπό την επιρροή των «ηρώων δράσης» των comics, καθώς, κατά τον John Cawelti, «η βασικότερη ηθική φαντασία που ενέχεται σε αυτού του τύπου την ιστορία είναι ο θρίαμβος επί του θανάτου, παρότι υπάρχουν, επίσης, κάποια είδη επικουρικών θριάμβων, τα οποία εξαρτώνται από την ύλη που χρησιμοποιείται κατά περίπτωση[28].

Πέρα από την επίδραση των αμέσων προγόνων, τα video games παραλαμβάνουν μια σκυτάλη η οποία έχει περάσει από πολλά χέρια: πριν από την εισαγωγή του στο πλαίσιο της δημοφιλούς κουλτούρας, ο συνδυασμός του Πονηρού με την θνητότητα συνιστά αναγνωρίσιμη, πεπατημένη οδό σε ποικίλες θρησκείες και συστήματα ιδεών: η μάχη με τις θεότητες και τις δαιμονικές οντότητες που προσωποποιούν ή παραπέμπουν αλληγορικά στο τέλος της ζωής δεν περιορίζεται στις θρησκείες με οξυμένη την αίσθηση περί αμαρτίας, αλλά περιλαμβάνει, επι-

πλέον, και τον παγανιστικό κόσμο. Οι αρχαϊκοί ηρωϊκοί κύκλοι εμπεριέχουν ποικίλες σχετικές περιπτώσεις –π.χ. ο Ηρακλής, χαρακτηρίζεται «αλεξίκακος» και «κηραμύντης»– προστάτης των ανθρώπων έναντι των Κηρών, που σχετίζονται με την αρρώστια και το θάνατο. Εν τούτοις, η θεματική της μάχης με τις οντότητες που παραπέμπουν στο Θάνατο δεν ανάγεται υποχρεωτικά σε θρησκευτικές επιρροές: ο Farnell επισημαίνει πως «δεν θα πρέπει να παρασυρθούμε και να υποθέσουμε ότι η λειτουργία του Ηρακλή σε σχέση με τον κόσμο των σκιών προέρχεται από οιαδήποτε πρωταρχική θεώρησή του ως χθόνιας ή δαιμονικής προσωποποιήσεως. Αντιθέτως, συνιστά απολύτως φυσικό επακόλουθο της αρχικής ηρωϊκής, ανθρώπινης διάστασής του»[29].

Στο ρόλο του αντιπάλου του ηλεκτρονικού ήρωα, οι σκελετόμορφοι χαρακτήρες, καθώς και αυτοί που εμφανίζουν στοιχεία σωματικής αποσύνθεσης είναι συνήθεις, ενώ, σχεδόν μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '90, παρουσιάζονταν συμπαγέστεροι και μορφολογικά μετριοπαθέστεροι από αυτούς των σύγχρονων εικονοαφηγήσεων. Στη συνέχεια, η πορεία προς τον εξπρεσιονιστική ωμότητα, την οποία είχαν ήδη ακολουθήσει τα «αναγεννημένα» *comics* της δεκαετίας του '80, έκανε την παρουσία της και στο χώρο των video games, παραλλάσσοντας τη μορφή επί το τερατώδες και, σε κάποιες περιπτώσεις, οι ίδιοι οι ήρωες απέκτησαν χαρακτηριστικά που προσιδιάζουν στην αντίπερα όχθη –την επικράτεια του θανάτου. Ο ήρωας του *Diablo* αποτελεί μια μορφή η οποία συνδυάζει το δαιμονικό με το νεκρικό, χωρίς το αιμοδιψές στοιχείο του υστερο-ρομαντικού Δράκουλα. Σε αυτό το πεδίο, επίσης, οι εικονο-αφηγήσεις (κυρίως υπό την ηγεσία της εταιρείας DC Comics) είχαν προπορευτεί, δημιουργώντας, ήδη από την «χρυσή εποχή» των αμερικανικών comics, ήρωες οι οποίοι ξεκίνησαν την υπερ-ηρωϊκή τους σταδιοδρομία μετά θάνατον. Ο ντετέκτιβ Jim Corrigan αναζούσε ως ο εκδικητής Spectre, ενώ τον ακολουθούσαν ο Deadman, το Kid Eternity, τα μέλη της *Ghost Patrol* και του *Haunted Tank*. Η παρά φύσιν υπέρβαση της θνητότητας δεν είχε οιεσδήποτε αρνητικές επιπτώσεις στους ήρωες, πέραν της χροιάς του δέρματος, καθώς αυτοί δεν επέστρεφαν ως βρυκόλακες, (με το απεχθές αξιακό σύστημα των τελευταίων) αλλά ως ιδιότυποι κοι-

νωνικοί λειτουργοί, εμφορούμενοι από υψηλά αισθήματα δικαιοσύνης και φιλαλληλίας. Η εξόντωση νεκροζώντανων συνιστά προσφιλή δραστηριότητα σε αρκετά σύγχρονα ηλεκτρονικά παιχνίδια (όπως για παράδειγμα, στο *Resident Evil*, *Evil Dead*, *Explosiv: The House of the Dead*, *Haunted Mansion*, *Call of the Cthulu*, κ.α.), και η «ρεαλιστική» (ήτοι η κινηματογραφικής τάξεως) αποτύπωση της το κεντρικό θέμα. Παρότι οι προσωποποιήσεις του κακού έχουν αρχίσει να καταλαμβάνουν κεντρικές θέσεις μεταξύ των προσώπων του δράματος στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, τα zombie δεν έχουν προωθηθεί ως τις ύπατες θέσεις. Όταν αυτό συμβαίνει, ο γενικός χαρακτήρας έχει αλλοιωθεί κατά την ουσία –επί παραδείγματι, ο Stubbs Zombie αποτελεί φιγούρα αλλόκοτα γελοιογραφική παρά δυσοίωνα τρομακτική. Όπως είναι αναμενόμενο, ευμενεστέρας αντιμετωπίσεως τυγχάνουν τα φαντάσματα, τα οποία στοιχειώνουν ορισμένα video games όπως το Fatal Frame.

Η πορεία των *video games* παρουσιάζει, όσον αφορά τους ήρωες, μια πορεία από το σχηματικό και απρόσωπο, στο ναυτουραλιστικό και εξατομικευμένο, αναγνωρίσιμη σε πολλές πτυχές του πολιτισμού, και δηλωτική, σε σημαντικό βαθμό, της μετάβασης από την παραδοσιακή κοινωνία στην αστική. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η διέλευση πραγματοποιείται από μια αρχική φάση, στην οποία κυριαρχούσαν λιλιπούτειοι ήρωες, ενταγμένοι σε ένα σχηματικό, απλοποιημένο, και παιγνιώδες περιβάλλον, σχεδόν ταυτόσημο με αυτό των Luna Park, προς ένα περιορισμένο, αποσπασματικό χώρο που αντιστοιχεί με αυτόν που εποπτεύεται πραγματικά από τον ήρωα. Στην πρώτη μορφή παρουσιάζονταν πολλαπλές δράσεις, οι οποίες αναπτύσσονταν παράλληλα με τη βασική, ενώ στη δεύτερη εκτυλίσσονταν μια, ολοένα και περισσότερο ρεαλιστική, γραμμικής τάξεως κινηματογραφική αφήγηση. Όπως έχει ήδη σημειωθεί, οι αντικειμενικοί τεχνολογικοί περιορισμοί αποθάρρυναν επί μακρόν την εστίαση στον ήρωα-πρωταγωνιστή, καθώς μια τέτοια επιλογή θα απαιτούσε αυξημένη φυσικότητα στον τρόπο παράστασης και εμψύχωσης του ήρωα, η οποία δεν ήταν συμβατή με το τότε επίπεδο ανάπτυξης του software. Ωστόσο η προτίμηση του συλλογικού έναντι του εξατομικευμένου δεν είναι δυνατόν να

αναχθεί αποκλειστικά στους περιορισμούς της τεχνολογικής υποδομής, αλλά συνιστά ευρύτερο θέμα.

Παρότι πολλές μορφές της υπήρξαν πλήρως άστοχες, και κάποιες από αυτές απεχθείς, η κριτική της μαζικής κουλτούρας και των μέσων της παραμένει θεμιτή και αναμενόμενη, καθώς οι κίνδυνοι από την στερεοτυπική απλοποίηση, καθώς και από την άκριτη γοητεία αρχαϊκών και μεσαιωνικών μορφών ζωής, σκέψης, ιεραρχίας είναι προφανείς. Αξίζει να μνημονευτεί η επισήμανση του Debord[30], σύμφωνα με την οποία ο φασισμός συνιστά ένα «τεχνολογικά εξοπλισμένο αρχαϊσμό», που αναβιώνει ένα «αποσυντεθειμένο υποκατάστατο μύθου» «μέσω ενός πλαισίου θεάματος». Επιπλέον δεν είναι δυνατόν να αγνοηθεί η σύνδεση ανάμεσα στη δημοφιλή, ήδη από τον 19ο αιώνα, λογοτεχνία της «βαρβαρότητας» και της «ιπποσύνης» (στους απογόνους της οποίας κατατάσσονται πολυάριθμοι ήρωες από ολόκληρο το φάσμα της δημοφιλούς κουλτούρας, συμπεριλαμβανομένου και του υπό συζήτησιν πεδίου) και το ιδεολογικό κλίμα που εξέθρεψε τη Ναζιστική ηρωολατρεία, και κατέστησε το ευρύ κοινό ευεπίφορο στους μύθους της.

Η στροφή των σύγχρονων ηλεκτρονικών παιχνιδιών προς το φωτορεαλισμό επιδρά συνολικά στο ήθος των αναπαριστώμενων ηρώων αλλά, ενδεχομένως, και σε αυτό του χρήστη. Η «εξαΰλωση» της πραγματικότητας, που επιτυγχάνεται στο παραδοσιακό παιχνίδι, η μεταρσίωση του μετέχοντος πάνω από τα πάθη που αυτή υποκινεί, σε σημαντικό βαθμό αναιρείται, καθώς η «ευφρόσυνη» πτυχή του παιχνιδιού φαίνεται να υφίσταται ουσιαστική τρώση[29]. Το παιχνίδι υποχωρεί εις όφελος του «spectaculum», και η πραγματικότητα επαναβιώνεται παρά αναιρείται, σύροντας μαζί και τα βίαια συναισθήματα που, συχνά χαρακτηρίζουν την πρόσληψή της. Η όποια κάθαρση δεν επιτυγχάνεται πλέον μέσω αυτής καθαυτής της παιγνιώδους δραστηριότητας, αλλά μέσω του αναπαριστώμενου δράματος –εάν και εφ' όσον, η διαδικασία αυτή δύναται να εκληφθεί ως δράμα. Η βία, λοιπόν, παραμένει ένα πιθανό εξαγόμενο που απειλεί τους χρόνιους χρήστες, ωστόσο το ζήτημα είναι συνθετότερο και εξαρτάται από τις συγκεκριμένες μορφές παιχνιδιού, ηρώων, αφηγηματικής οικονομίας, μορφολογίας, κτλ.[32]

Εάν κάποιου είδους εξοικείωση με τη βία είναι αναγκαία, το όλο στοίχημα αφορά πλέον μια στρατηγική παιδείας, που θα είναι σε θέση να διαχειριστεί την επιθετικότητα με τρόπους που θα υπεδείκνυαν την αναίρεσή της, παρά συρόμενη προς μια σιωπηρή κατάφαση στις καταστραφικές ενορμήσεις. Ίσως η στρατηγική του είδους, στα video games, να υπηρετείται καλύτερα μέσω ηρώων οι οποίοι, παραμένοντας πεποιημένοι και προσχηματικοί, παρά προσομοιωτικά *είκελα* ανθρώπων, αποφορτίζουν, παρά εντείνουν την ατμόσφαιρα. Αυτό θα διευκόλυνε την εισόδειο τελετή προς την ενηλικίωση, δημιουργώντας ένα πλαίσιο επαφής με τη βία ελεγχόμενο, προσφέροντας την με ορθό τρόπο στις σωστές αναλογίες –όχι σαν άκρατο αψέντι αλλά σαν το κρασί του Μιθριδάτη.

Υποσημειώσεις

1. Οι ιστορικοί του χώρου έχουν ήδη επισημάνει τις διαφορετικές φάσεις της πορείας των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, οι οποίες διαχωρίζονται με βάση τεχνολογικές αλλαγές αλλά και γεγονότα που άπτονται της οικονομικής σφαίρας, όπως η οικονομική κατάρρευση των σχετικών εταιρειών παραγωγής την περίοδο 1983-1984. Σε σημαντικό βαθμό, εξάλλου, οι δύο παράμετροι συσχετίζονται και αλληλεπιδρούν: Sullivan, George (1983): *Screen Play: The Story of Video Games*. New York: F. Warne. Herman, Leonard (1997): *Phoenix: The Fall and Rise of Video Games*. Springfield, N.J.: Rolenta Press. Ichbiah, Daniel (1997): *Le saga des jeux video*. Paris: Éditions Générales. Burnham, Van (2001): *Superarcade: A Visual History of the Video Games Age 1971-1984*. Cambridge, MA: The MIT Press. Cohen, Scott (1984): *Zap: The Rise and Fall of Atari*. New York: McGraw. Demaria, Rusel & Wilson, Johnny (2002): *High Score: The Illustrated History of Electronic Games*. Osborne, Berkeley: McGraw Hill. King, Lucien, επιμ. (2002): *Game On: The History and Culture of Video Games*. New York: Universe.
Για την πρώιμη φάση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ιδιαίτερα χρήσιμο είναι το (μη ιστορικού προσανατολισμού) έργο του A.G. Bell (1972): *Games Playing with Computers*. London: Allen & Unwin.
Το θέμα των ηρώων των *video games*, οι οποίοι κυρίως κατά την πρώτη περίοδο των παιχνιδιών ήσαν λίγο-πολύ σχηματικοί και χαρακτηρίζονταν ως *avatars*, θίγεται πρωτίστως σε σχέση με το γενικότερο χαρακτήρα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών: Rehak, Bob: *Playing at Being: Psychoanalysis and the Avatars* στο Wolf, MJP & Perron, Bernard (2003): *The Video Game Theory Reader*. New York & London: Routledge.

Wolf, Mark JP: *Abstraction in the Video Games* στο Wolf, MJP & Perron, Bernard (2003): έ.α.

Για την επιρροή άλλων μορφών τέχνης και έκφρασης στους χαρακτήρες των ηλεκτρονικών παιχνιδιών καθώς και για τις «πρωΐδες» του πεδίου: Kinder, Marsha (1991): *Playing with Power in Movies, Television, and Video Games: From Muppet Babies to Teenage Mutant Ninja Turtles*. Berkeley CA: University of California Press. Banks Th., Jeannie (2001): *Naked Barbies, Warrior Joes, and Other Forms of Visible Gender*, Urbana, Ill: University of Illinois Press. Cassel, Justine & Jenkins, Henry επιμ. (1998): *From Barbie to Mortal Kombat: Gender and Computer Games*, Cambridge, MA: The MIT Press. Nakamura, Lisa (2002): *Cybertypes: Race, Ethnicity and Identity on the Internet*. New York Routledge.

2. Οι πρόδρομοι των ηρώων των *video games* είναι πρωτίστως αυτοί των *comics*, καθώς οι τελευταίοι συνιστούν αφαιρετική συμπύκνωση των προηγουμένων. Δεν είναι, συνεπώς, τυχαίο που η κριτική των χαρακτήρων των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ανακαλεί, με ιδιαίτερη ενάργεια, την κριτική των χαρακτήρων των εικονοαφηγήσεων, η οποία, σε σημαντικό βαθμό, βασίστηκε στην πολεμική του Frederic Wertham (1954): *Seduction of the Innocent*, New York: Rinehart & Co.

Barker, Martin (1989): *Comics: Ideology, Power, and the Critics*, Basingstoke: Palgrave. Wright, Bradford (2001): *Comic Book Nation: The Transformation of Youth Culture in America*, Baltimore: Johns Hopkins UP.

Η πτυχή των ηρώων και των υπερ-ηρώων των εικονοαφηγήσεων αποτελεί το θέμα αρκετών έργων: Benton, Mike: *Superhero Comics of the Golden Age*, Dallas, Texas: Taylor. Benton, Mike (1991): *Superhero Comics of the Silver Age*, Dallas, Texas, Taylor. Bongo, Mila (2000): *Reading Comics: Language, Culture and the Concept of the Superhero in Comic Books*, New York & London: Garland Publishing. Feiffer, Jules (1965): *The Great Comic Book Heroes*, New York: Dial Press. Jacobs, Will & Jones, Gerard (1985): *The Comic Book Heroes from the Silver Age to the Present*, New York: Crown. Reynolds Richard (1992): *Superheroes: A Modern Mythology*, London: Batsford. Rovin, Jeff (1985): *Encyclopedia of Super Heroes*, New York: Facts on File.

Για την διαφοροποίηση Ιαπωνικών και Δυτικών χαρακτήρων στα *video games*: Poole, Steven (2000): *Trigger Happy: Video Games and the Entertainment Revolution*. New York: Arcade.

3. *Edge*, 31, Μάϊος 2005.
4. Frank Brommer (1986): *Heracles: The Twelve Labors of the Hero in Ancient Art and Literature*, New Rochelle, New York: A. Caratzas, Publisher. «Σε αντίθεση με τους προηγούμενους, ο τεχνίτης της μετώπης της Ολυμπίας δεν αναπαριστά το εξωτερικό γεγονός αλλά το εσωτερικό δράμα. Η ατομική ψυχολογική εμπειρία αντικαθιστά τη φυσική πάλη», σ. 11.

5. Cawelti, John (1976): Notes towards a typology of literary form, *Journal of Popular Culture*, 10.1., σ. 34.
6. Hourihan, Margery (1997): *Deconstructing the Hero: Literary Theory and Children's Literature*, London: Routledge, σ. 96.
7. Για τη γενικότερη ιδεολογική σημασία των στερεοτύπων: Pickering, Michael (2001): *Stereotyping*, Basingstoke: Palgrave.
8. Η «ηρωολατρεία» του δέκατου ένατου αιώνα στηρίζεται, εν πολλοίς, στις θεωρήσεις του Carlyle και του Friedrich Nitzsche. Ο ηρώτος αποδίδει στον ήρωα υπερβατική θέση και θεωρεί πως η έννοια αφορά ποικίλα πεδία, πέραν αυτού της πολεμικής αρετής (το οποίο εξετάζει πρωτίστως στο πλαίσιο των ηρώων-θεών της Σκανδιναυϊκής Μυθολογίας), αναγνωρίζοντας τον ήρωα «ως προφήτη», «ως ιερέα», ως «άνθρωπο των γραμμάτων» (*Lectures on Heroes, Hero-Worship and the Heroic in History*, 1841). Ο δεύτερος αναφέρεται στον *übermensch*, η πρώτη μνεία του οποίου γίνεται στο *Also sprach Zarathustra*. Ο ακριβής προσδιορισμός της σημασίας αλλά και των κοινωνικών συνεπαγομένων της έννοιας του Νιτσεϊκού «υπερανθρώπου» παραμένει ανοικτό θέμα, τόσο λόγω του αναπόφευκτου κρυπτικού-αλληγορικού χαρακτήρα του έργου, όσο και των συνακόλουθου ερμηνευτικού (ή ψευδο-ερμηνευτικού) παλίμψηστου που δημιουργήθηκε από τους οπαδούς, με πρώτη στην σειρά την αδελφή –και «πνευματική κληρονόμου»– του φιλοσόφου, η οποία καλλιέργησε μια πρωτο-ναζιστική πρόσληψη της έννοιας. Εν τούτοις, το ζήτημα παρουσιάζεται περισσότερο περίπλοκο από όσο μια «δίκη» του Nietszche, (στην οποία ο φιλόσοφος θα πρέπει να αποδειχθεί ένοχος ή αθώος του αίματος), αφήνει να εννοηθεί: Η ευθύνη των ιδεών, η οποία δεν είναι δυνατόν να απαλειφθεί ως αιτιακός παράγων των κοινωνικών καταστάσεων, συνιστά, εν τούτοις, περισσότερο σύνθετο ζήτημα.
9. Snell, Bruno (1989): *Η ανακάλυψη του πνεύματος*, μετ. Δανιήλ Ιακώβ, Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τράπεζας.
10. Σακελλαρίου, Χ. (1995): *Το παραμύθι χθες και σήμερα*, Αθήνα: Πατάκης, σ. 35.
11. Ο W.T.H. Jackson εξετάζει κατά πόσον η «σοφία» και η «πονηριά» του Οδυσσέως τον αποκόπτει, ουσιαστικά, από την χορεία των ηρώων (π.χ. Ηρακλής, Αινείας, Ρολάνδος, Beowulf), οι οποίοι συνδυάζουν την ανδρεία με την αποκοτιά: σε αυτούς, η ίδια η ανδρεία, καθώς και το άνισον του αγώνος επέχουν θέσιν ηθικού γνωρίσματος. Εν τέλει, ο συγγραφέας θεωρεί, πως παρ' όλη τη νοητική του ανωτερότητα, ο Οδυσσεύς πληροί αυτούς τους όρους, ακριβώς «σε πολλές από τις περιπέτειες του». [ο Οδυσσεύς] «είναι ο τυπικός παράτολμος ήρωας που επιθυμεί διακαώς να αποδείξει την ανωτερότητά του. [...] Μερικές φορές μοιάζει το ίδιο ανεύθυνος με τον Siegfried». Jackson, W.T.H. (1982): *The Hero and the King: An Epic Theme*, New York: Columbia University Press, σ. 125.
12. Reynolds, Richard (1992): *Superheroes: A Modern Mythology*, London: Batsford, σ. 108.

13. Dolle-Weinkauff, Bernard (1990): *Comics: Geschichte einer Populären Literaturform in Deutschland seit 1945*, Weinheim & Basel: Beltz Verlag, σ. 193.
14. Kent, L. Steven (2001): *The Ultimate History of Video Games: from Pong to Pokemon*, Three Rivers.
15. Huizinga, Johan (1989): *Homo Ludens*, μετ. Στέφανος Ροζάνης, Γεράσιμος Λυκιαρδόπουλος, Αθήνα: Γνώση, σελ. 270. Ehrmann, Jacque (1968): Homo Ludens Revisited. *Yale French Studies*, 41, 31-57. Geyl, Pieter, Huizinga as accuser of his age, *History and Theory*, 2 (3), 231-262. Atlan, H: L'homme-jeu (Winnicott, Fink, Wittgenstein) στο Atlan, H. (1986): *À tort et à raison*. Paris: Seuil, 261-293.
16. Οι *Sims* αποτελούν το γνωστότερο *video game*, του οποίου οι «ήρωες» συνιστούν πρόσωπα της καθημερινής ζωής, κάποια από τα οποία επιθυμούν να εισέλθουν στη βιομηχανία του θεάματος (όπως συμβαίνει σε αντίστοιχες τηλεοπτικές εκπομπές). Κατά συνέπεια, η διαδικασία του «αφηρωισμού» τους είναι ορατή και μη μυθικής τάξεως. Από την άλλη πλευρά, υφίστανται και περιπτώσεις «απλών ανθρώπων», οι οποίοι, χωρίς μεταβολή της εξωτερικής μορφής, προβαίνουν σε «ηρωϊκά» κατορθώματα, όπως ο Super Mario. Newman, James (2002): In search of the video games player: the lives of Mario, *New Media and Society*, 4, No3, 405-422.
17. «Η ιδέα μου ήρθε εντελώς ξαφνικά», εξήγησε αργότερα ο Siegel, «φαντάστηκα ένα χαρακτήρα που ήταν συνδυασμός του Σαμψών, του Ηρακλή και όλων των δυνατών ηρώων που ήξερα». Ωστόσο ο συγγραφέας πρέπει ήδη να γνώριζε τα κοινά στοιχεία του ήρωα με τον Ιησού: ο Superman είναι ένας άνθρωπος που στέλνεται στη γη από τον ουράνιο πατέρα του για να χρησιμοποιήσει τις υπερφυσικές δυνάμεις του για το καλό της ανθρωπότητας». Sabin, Roger (1997): *Κόμικς ή Κόμις? Η ιστορία μιας σχεδόν τέχνης*, μετάφρ. Μπαρουξής Γιώργος, Αθήνα: Terzo Books, σελ. 57.
18. Curran, Ste (2004): *Game Plan: Great Designs that Changed the Face of Computer Gaming*, Mies: Rotovision, σ. 109.
19. Rehak, Bob, *Playing at Being: Psychoanalysis and the Avatar*, έ.α. McMahan, Alison (2003): *Immersion, Engagement and Presence: A Method of Analysing 3D Video Games* στο Wolf, MJP & Perron, Bernard, έ.α. Loftus, Geffrey R. (1983): *Mind at Play: The Psychology of Video Games*. New York: Basic Books. Provenzo, Eugene (1991): *Video Kids: Making Sense of Nintento*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Grodal, Torben: *Video Games and the Pleasures of Control στο Media Entertainment: The Psychology of its Appeal* στο Zillman, R. & Vorderer, M. (2000), επιμ. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
20. Campbell, Joseph (1972): *The Hero with the Thousand Faces*, New Jersey: Princeton University Press. Bollingen Series. Ειδικά το υποκεφάλαιο: *The Road of Trials*, στο κεφάλαιο με τίτλο «*Initiation*». Το έργο του Campbell έχει υποστεί κριτική κατά το ότι προκρίνει μια ψυχο-

λογικής τάξεως προσέγγιση του ήρωα ως αρχέτυπο της αυτοπραγμάτωσης και της ανάπτυξης του εγώ, και υπό αυτή την έννοια, παραγνωρίζει την σημαντική πτυχή της κοινοτικής «αντιπροσώπευσης» και της στερέωσης των κοινωνικών δεσμών, που επιτελείται μέσα από τις προσωποποιήσεις του είδους.

21. Campbell, Joseph: *έ.α.*, σελ. 97. Carlyle, Thomas: *Lectures on Heroes, Hero-Worship and the Heroicin History*, http://www.mcgees.net/fragments/primar%20documents/rhetorical%20theory/Carlyle.
22. Hourihan, M., *έ.α.*, σ. 107.
23. Burkert, Walter (1987): *Hommo Neccans*, Berkeley, CA: University of California Press.
24. James Witchell (1989): *Preposterous Violence: Fables of Aggression in Modern Culture*, New York: Oxford University Press.
25. Bongo, Mila (2000): *Reading Comics: Language, Culture, and the Concept of the Superhero in Comic Books*, New York & London: Garland Publishing, σ. 5.
26. Μουτσόπουλος, Θανάσης (2002): *Pop Αλλόκοτο*. Αθήνα: Gazon Rouge.
27. Κατά τον Otto Rank *(Ο μύθος για τη γένεση του ήρωα)* θεωρεί βασικό στοιχείο των ηρωικών άθλων την πάλη με τις προσωποποιήσεις του θανάτου. Αποδεχόμενος τις θεωρήσεις του ύστερου Freud περί ενστικτικής ορμής προς ζωή, και προς θάνατον, διαμορφώνει ένα ζεύγος πρωταρχικών φόβων, κατ' αντιστοιχία προς το προηγούμενο, που σχετίζονται αφ' ενός με τη ζωή (και αφορούν τον αποχωρισμό, τη μοναξιά, την αλλοτρίωση) και αφ' ετέρου με το θάνατο (φόβος απορρόφησης από το καθολικό, λιμνάσματος, απώλειας ταυτότητας). Τα «τέρατα», προσωποποιούν αντικείμενα αμφότερων των θυμικών καταστάσεων, με τρόπο σχηματικό και επιθετικό, παρέχοντας οδούς συμβολικής αντιμετώπισής τους ως εξωτερικών όντων, τα οποία το υποκείμενο καλείται να καταβάλλει, μέσω μιας σειράς επίπονων σωματικών δοκιμασιών.

Κατά τον Northrp Frye, «Η αναζήτηση, ως ο βασικός μύθος όλης της λογοτεχνίας που εξάγει το νόημά του από τους κύκλους των εποχών, και την κεντρική έκφραση της ανθρώπινης ενέργειας, η οποία μεταμόρφωσε το άμορφο φυσικό περιβάλλον σε ποιμενικό, καλλιεργημένο, πολιτισμένο κόσμο με ανθρώπινο σχήμα και νόημα (...) ο ήρωας συνιστά την αναζωογονητική δύναμη της άνοιξης (...) και το τέρας, καθώς και ο γέρας βασιλιάς, τις ξεπερασμένες δυνάμεις της απάθειας και της ανικανότητας, σε ένα συμβολικό χειμώνα»: Frye, Northorp (1983): *The Great God: The Bible and Literature*, London: Ark Paperbacks, σελ. 197.

28. Cawelti, John, *έ.α.*, σ. 34.
29. Farnell, Lewis Richard (1970): *Greek Hero Cults of Immortality*, London: Clarendon Press, σελ. 149.
30. *«Le fascisme est l' archaisme techniquement équipé. Son ersatz decompose du mythe est repris dans le contexte spectaculaire des moyes de conditionnement et d'illusion les plus modernes»* Debord, Guy (1967): *La*

societé du spectacle, (κεφ. 4, παράγρ. 109) http://library.nothingness.org/articles/Si/fr/display/331.

31. Ο Huizinga επιμένει να θεωρεί ως ουσιώδες χαρακτηριστικό του παιχνιδιού την «ευθυμία» (έ.α., σελ. 14) και την «ευφρόσυνη διάσταση» (σ. 241) και λόγω αυτού το αξιολογεί με θετικό ηθικό πρόσημο, παρ' ότι, προηγουμένως, είχε τοποθετήσει τη δραστηριότητα αυτή «πέραν του καλού και του κακού». Υπό αυτή την έννοια, ο Huizinga θα έθετε εκτός «παιχνιδιού», κάθε μορφή ενεργήματος που εμπεριέχει επιθετικές, καταστροφικές, και σαδιστικές τάσεις. Για μια περισσότερο διευρυμένη εικόνα του παιχνιδιού, Sutton-Smith, Brian (2001): *The Ambiguity of Play*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

32. Στο συγκεκριμένο πεδίο αφθονούν οι ψυχολογικές-εμπειρικές μελέτες (οι οποίες, προφανώς, υπερβαίνουν κατά πολύ τη θεματική αλλά και τον τρόπο προσέγγισης του παρόντος άρθρου), ωστόσο η τελική εκτίμηση της συσχέτισης μεταξύ αύξησης της βίας και εντατικής χρήσης των βίαιων ηλεκτρονικών παιχνιδιών, πόρω απέχει από το να είναι κοινή. Οι αντιμαχόμενες θεωρίες εστιάζονται, όσον αφορά τους υπερασπιστές της συσχέτισης στο συμπέρασμα ότι η επανειλημμένη έκθεση σε επιθετικά *stimuli* υποκινεί επιθετική συμπεριφορά, ενώ για τους αντιπάλους στο ότι η μετοχή στο ηλεκτρονικό παιχνίδι καθαίρει παρά παροξύνει την επιθετικότητα, στο ότι οι χρήστες έχουν επίγνωση της σύμβασης του παιχνιδιού, ή στο ανολοκλήρωτο των ερευνών. Χρήσιμη ανασκόπηση των επιχειρημάτων από τον Craig Anderson (Carnagey, N.L. & Anderson, C.A. (2004): Violent video game exposure and aggression: A literature review, *Minerva Psichiatrica*, 45, 1-18. Anderson, CA (2003): Violent video games: myths, facts, and unanswered questions, *Psychological Science Agenda: Science Briefs*, October, vol. 16, pp. 1-3). Αν και δεν είναι εύκολο να χαραχθούν τα πεδία των υποστηρικτών και των αντιπάλων της αιτιακής σχέσης μεταξύ κοινωνικής βίας και ηλεκτρονικών παιχνιδιών, οι πρώτοι βρίσκονται κυρίως στο πεδίο της πειραματικής ψυχολογίας, ενώ οι δεύτεροι στις ανθρωπιστικές και, σε κάποιο βαθμό, στις κοινωνικές επιστήμες.

Βιβλιογραφία

Αντωνιάδης, Α. (1994): *Το παιχνίδι*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Buckwalter, L. (1977): *Video Games*, Grosset & Dunlan, New York.

Conroy, M. (2002): *Comic Book Action Heroes*, Barron's, New York.

Daniels, L. (1971): *A History of Comic Books in America*, Crown Publishers, New York.

De Maria, R. and Wilson, J.L. (2004): *High Score: The Illustrated History of Electronic Games*, McGraw Hill, New York.

DeKoven, B. (2002): *The Well Played-Game: A Playful Path to Wholeness*, Lincoln, NE: Writers Club.

Eco, U. (1988): *Ο υπεράνθρωπος των μαζών*, Γνώση.

Ferguson, N., ed. (1997): *Virtual History: Alternatives and Counterfactuals*, Macmillan, London.

Funge, J.D. (1999): *All for Games and Animation: A Cognitive Modelling Approach*, Notick, AK Peters, MA:.

Greenfield, P. (1984): *Mind and Media: The Effects of Television, Video Games and Computers*, MA: Harvard University Press, Cambridge.

Grünewald, D.: *Comics: Kitsch oder Kunst*, Beltz Verlag, Weinheim & Basel.

Herz, J.C., Joystick Nation (1997): *How Video Games Ate our Quarters, Won Our Hearts and Rewired our Minds*, Boston, Little Brown, MA.

Huizinga, J. (1989): *Ο άνθρωπος και το παιχνίδι*, μετ. Σ. Ροζάνης, Γ. Λυκιαρδόπουλος, Γνώση.

Johnson, S. (2005): *Everything Bad is Good for You: How Today's Popular Culture is Actually Making Us Smarter*, Allen Lane, London.

Johnson, S. (1997): *Interface Culture; How New Technology Transforms the Way we Create and Communicate*, Harper Edge, San Francisco.

Jones, G. and Jacobs W. (1997): *The Comic Book Heroes*, Prima Publications, Rockling, CA.

Joyce, M. (1995): *Of two Minds: Hypertext, Pedagogy and Poetics*, Ann Arbor, University of Michigan Press.

Juul, J. (2005): *Half-Real: Video Games Between Real Rules and Fictional Worlds*, Cambridge, The MIT Press, MA.

Λάμπρου, Α. (2003): *Στη Γροθιά του Σούπερμαν: Ο υπερ-άνθρωπος στην ανθρώπινη ιστορία και τα μαζικά μέσα επικοινωνίας*, Σύγχρονη Εποχή.

Landow, G.P. (1997): *Hypertext 2.0: The Convergence of Contemporary Critical Theory and Technology*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Laurel, B. (1991): *Computers as Theatre*. Menlo Park, Addison Wesley, CA.

LeDiberder, A. (1998): *L'univers des jeux video*. Éditions LaDécouverte.

Murray, J.E. (1997): *Hamlet on the Holodeck. The Future of Narrative in Cyberspace*, The Free Press, New York.

Newman, J. (2004): *Videogames*, Routledge, London.

Nye, R. (1970): *The Unembarrassed Muse: The Popular Arts in America*, The Dial Press, New York.

Pearson, RE and Williams Uricchio, eds. (1991): *The Many Lives of Batman: Critical Approach to a Superhero and his Media*, Routledge, New York & London.

Pickering, M. (2001): *Stereotyping: The Politcs of Representation*, Palgrave, Basingstoke.

Reynolds, R. (1992): *Superheroes: A Modern Mythology*, Batsford, London.

Robins, T. (1996): *The Great Women Superheroes*, Northampton, Kitchen Sink Press, MA.

Rovin, J. (1985): *The Encyclopedia of Superheroes*, Facts on File, New York.

Schechter, H. (2005): *Savage Fastimes: A Cultural History of Violent Entertainment*, St. Martin's Press, New York.

Sutton Smith, B. (2001): *The Ambiguity of Play*, Cambridge, Harvard University Press, MA.

Tumau, T.A. (2005): Inflecting the Word: Popular culture and the reception of Evil, *Journal of Popular Culture*, 38,2.

Walton, K. (1990): *Mimesis as Make-Believe. On the Foundations of Representational Arts*, Harvard University Press, Cambridge, MA.

Winnicot, D. (1989): *Το παιδί, το παιχνίδι και η πραγματικότητα*, Καστανιώτης.

Wolf, M.J.P. (2001): *The Medium of Video Games*, University of Texas Press, Austin.

Συσχέτιση παραγόντων στις περιπτώσεις outsourcing

Γεώργιος Παυλίδης και Γεώργιος Ανδρουλάκης

Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται το περιεχόμενο, τα υπέρ και τα κατά των συμφωνιών για outsourcing IT-υπηρεσιών. Δίνεται έμφαση στην επιλογή προμηθευτή και στους παράγοντες που επηρεάζουν το outsourcing. Το προτεινόμενο μοντέλο αποτελεί μία γενίκευση των μοντέλων που έχουν προταθεί σε ανάλογες εργασίες και που κατά βάση χρησιμοποιούν γραμμική εξάρτηση μεταξύ των παραμέτρων με αποτέλεσμα να μην μπορούν εύκολα να εκτιμήσουν παραμέτρους που έχουν μεγαλύτερη «βαρύτητα» από κάποιες άλλες.

Το κύριο πλεονέκτημα του προτεινόμενου μοντέλου είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκθετικές συναρτήσεις εξάρτησης μεταξύ των παραμέτρων δίνοντας τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μοντέλα που εκφράζουν καλύτερα διαδικασίες που εξαρτώνται από τον χρόνο, όπως για παράδειγμα μείωση της αξίας των επενδύσεων, παλαίωση των παραδοτέων συστημάτων κ.ά. που απουσιάζουν από τα μέχρι στιγμής προτεινόμενα στη βιβλιογραφία μοντέλα.

Keywords: Outsourcing IT-υπηρεσιών, Προϋποθέσεις επιτυχίας, Service level agreement, Επιλογή προμηθευτή, Αριστοποίηση συναρτήσεων

1. Εισαγωγή

Σήμερα, σε όλους τους κλάδους της οικονομίας καθίσταται όλο και πιο δύσκολη η αναπλήρωση «χαμένου εδάφους» στην

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 823-840
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 823-840

αγορά. Κάτι παραπάνω, όλες οι διοικήσεις καλούνται να δώσουν πειστικές απαντήσεις σε ερωτήσεις του τύπου: Πώς να δημιουργηθεί κάτι ανταγωνιστικό; Από που προέρχονται οι αναγκαίοι για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς της πόροι; Πώς παραμένει μια επιχείρηση ανταγωνιστική όταν επιβάλλεται να δραστηριοποιηθεί σε πολλούς τομείς (αγορές); Μέχρι πότε μπορεί να αντέξει μια επιχείρηση στον ανταγωνισμό, όταν δεν αναπτύσσει και δεν εφαρμόζει κάτι καινοτόμο ή/και πρωτοποριακό; Πώς διασφαλίζεται η ανταγωνιστικότητα των διαφόρων επιχειρησιακών δραστηριοτήτων; Με άλλα λόγια, ένα από τα βασικά έργα -αν όχι το βασικότερο- όλων των διοικήσεων ήταν, είναι και παραμένει η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας. Η τελευταία επηρεάζεται άμεσα από τον κλάδο στον οποίο δραστηριοποιείται η επιχείρηση, από τα μεγέθη της, από την κατάσταση που επικρατεί στον κλάδο και στην αγορά, και από τις ίδιες τις αποφάσεις της διοίκησης. Έτσι, όταν η διοίκηση μιας επιχείρησης συμπεριφέρεται ηγετικά και διαμορφώνει το status quo στην αντίστοιχη αγορά, αυτό έχει θετικό αντίκτυπο στην ανταγωνιστικότητα. Συμβαίνει όμως κάτι πολύ διαφορετικό όταν η διοίκηση ακολουθεί μια στρατηγική δυναμικής προσαρμογής ή όταν απλώς αντιγράφει τις ενέργειες των πρώτων.

2. Βασικές κατηγορίες ενεργειών

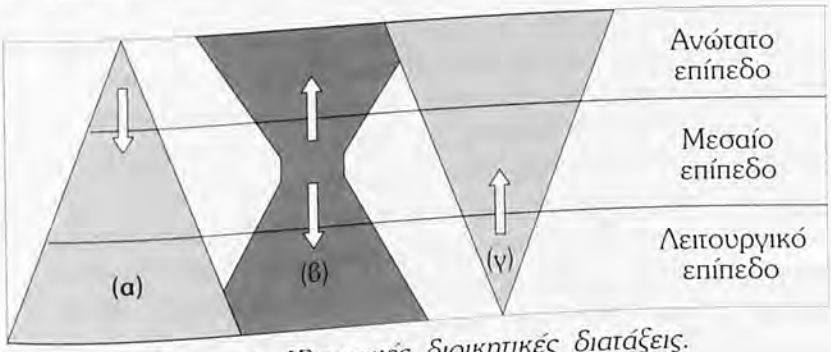
Επί του θέματος αυτού υπάρχει υπεράριθμη περιπτωσιολογία. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι οι οποιεσδήποτε ενέργειες προϋποθέτουν την ύπαρξη διοίκησης με ξεκάθαρο, εφικτό και αποδεκτό από τους μετόχους και από τους εργαζόμενους όραμα. Το τελευταίο προϋποθέτει σοβαρή θεωρητική κατάρτιση, εμπειρίες και γερές υποδομές. Αυτά συνοδεύονται από επακριβώς καθορισμένα κριτήρια επιτυχίας, αποσαφηνισμένες αρμοδιότητες (η γνωστή αρχή της αυτοτέλειας), προτεραιότητες, χρονοδιαγράμματα και συγκεκριμένες ενέργειες. Οι ενέργειες αυτές κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: ενδο-επιχειρησιακές και εξω-επιχειρησιακές.

2.1. Ενδο-επιχειρησιακές ενέργειες

Οι διοικητικές αυτές ενέργειες ενισχύουν την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα μιας επιχείρησης μέσω της εφαρμογής πολιτικών του τύπου:

- σταδιακή παραχώρηση δικαιωμάτων από το ανώτατο στο μεσαίο επίπεδο διοίκησης (σχήμα 1α),
- ελαχιστοποίηση του αριθμού των στελεχών που βρίσκονται στο μεσαίο διοικητικό επίπεδο (σχήμα 1β),
- υλοποίηση μιας διακριτής αλλαγής, μιας ριζικής ανατροπής του μηχανισμού διοίκησης αντί για παρεμβάσεις «μπαλώματα» (σχήμα 1γ) κ.ά.

Σε ένα επόμενο στάδιο οι πολιτικές αυτές μετατρέπονται σε γνωστές τακτικές του τύπου BPR, TQM και J-in-T, ακολουθούν οι δραστηριότητες (ABC), οι διαδικασίες κ.ο.κ.



Σχήμα 1. Κλασσικές διοικητικές διατάξεις.

Δυστυχώς, οι πολιτικές αυτές δεν αποκαλύπτουν πια πρέπει να είναι η επόμενη κίνηση, ούτε πότε αυτή πρέπει να υλοποιηθεί. Κάτι παραπάνω, δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι οι στόχοι της διοίκησης θα επιτευχθούν διότι το ίδιο το περιβάλλον των επιχειρήσεων δυσκολεύει τα πράγματα όλο και περισσότερο. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση των Information Technology (IT) - επιχειρήσεων παρατηρείται ότι:

(α) υπάρχουν πολύ λίγοι επαγγελματίες στην αγορά εργασίας,
(β) ο χρόνος υλοποίησης των αποφάσεων της διοίκησης συρρικνώνεται συνεχώς,
(γ) οι υπεύθυνοι φεύγουν πριν την ολοκλήρωση των έργων,

ενώ αυτοί που μένουν σπεύδουν να επιδείξουν θετικά αποτελέσματα, γεγονός που συχνά λειτουργεί εις βάρος των επιχειρήσεων.

Ως επακόλουθο, στον χώρο των ΙΤ-ενδο-επιχειρησιακών ενεργειών, παρατηρείται το εξής φαινόμενο: μόλις μια επιχείρηση δρομολογήσει την υλοποίηση μιας νέας ενδο-επιχειρησιακής ενέργειας σπεύδουν να την ακολουθήσουν όλες οι υπόλοιπες. Αυτοί είναι και οι βασικοί λόγοι για τους οποίους στις ενδο-επιχειρησιακές ενέργειες επιστρατεύονται ακριβοπληρωμένοι εξωτερικοί σύμβουλοι και εμπειρογνώμονες, αλλά και πάλι τίποτα δε διασφαλίζει την υψηλή ανταγωνιστικότητα.

2.2. Εξω-επιχειρησιακές ενέργειες

Οι ενέργειες αυτές αναφέρονται σε συνεργασίες και αναθέσεις έργων, λειτουργιών, ΙΤ-εφαρμογών ή/και δραστηριοτήτων σε υπεργολάβους, δηλαδή προμηθευτές υπηρεσιών outsourcing. Εξ ορισμού, ο όρος outsourcing σημαίνει μεταφορά πόρων από μια επιχείρηση-πελάτη σε μια άλλη επιχείρηση-προμηθευτή η οποία αναλαμβάνει έναντι αμοιβής την ευθύνη να τα λειτουργεί προς όφελος του πελάτη, για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Το θέμα είναι ότι λίγοι είναι οι προμηθευτές υπηρεσιών outsourcing που εγγυούνται και πραγματικά διατηρούν ένα συμφωνημένο εκ των προτέρων επίπεδο ανταγωνιστικότητας. Κατά κανόνα, γι' αυτό ευθύνεται ο πελάτης ο οποίος στερείται αντί-στοιχης γνώσης και εμπειρίας. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου την ευθύνη την έχει είτε ο προμηθευτής, είτε μια άλλη, «τρίτη» πλευρά. Σε αυτά ακριβώς τα προβλήματα αναφέρεται η παρούσα παράγραφος και, πιο συγκεκριμένα, στην αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων όταν πραγματοποιείται outsourcing ΙΤ λειτουργιών.

3. Διαχωρισμός δραστηριοτήτων και outsourcing

Η ιδέα του διαχωρισμού των δραστηριοτήτων σε βασικές και δευτερεύουσες είναι παλαιά, κατέστη όμως εξαιρετικά επίκαιρη την τελευταία δεκαετία. Δεδομένου ότι τώρα ωρίμασαν οι απαραίτητες συνθήκες ούτως ώστε πολλές επιχειρήσεις να είναι πια

σε θέση να κοστολογήσουν και να αναθέτουν την εκτέλεση των δραστηριοτήτων τους σε εξειδικευμένους στο σχετικό αντικείμενο εξωτερικούς συνεργάτες.

Ιστορικά, η εξυπηρέτηση των επιχειρήσεων μέσω outsourcing ξεκίνησε από τις λειτουργίες της οικονομικής διεύθυνσης και ακολούθησαν το marketing, ο IT τομέας κ.ά. Όταν δρομολογήθηκε για πρώτη φορά outsourcing IT-λειτουργιών αναμενόταν εξοικονόμηση πόρων της τάξεως των 15% με 20%. Στην πράξη όμως το ποσοστό αυτό ξεπέρασε πολλές φορές το 40%. Βέβαια, υπήρχαν και μεμονωμένες περιπτώσεις όπου αυτές οι συμβάσεις οδήγησαν στην καταστροφή είτε την μια από τις δύο, είτε και τις δύο πλευρές – και των πελάτη και των προμηθευτή υπηρεσιών outsourcing [8]. Σήμερα, είναι αποδεδειγμένο ότι ο αριθμός των IT-λειτουργιών που παραδίδονται για εκτέλεση μέσω outsourcing, όπως και η ταχύτητα υπογραφής νέων τέτοιων συμβάσεων αυξάνονται συνεχώς.

Παράλληλα, ο σχετικός προβληματισμός συγκεκριμενοποιείται, το νομικό πλαίσιο τελειοποιείται, αλλά και οι ίδιες οι εμπειρίες των αρμοδίων στελεχών εμπλουτίζονται ποιοτικά. Με την πάροδο του χρόνου, αρκετοί είναι εκείνοι οι οποίοι διαπίστωσαν ότι στην αγορά υπάρχουν εταιρείες παροχής υπηρεσιών outsourcing που εκτελούν άριστα όχι μόνο τις δευτερεύουσες, αλλά και τις βασικές επιχειρησιακές δραστηριότητες. Έτσι, δημιουργήθηκαν επιχειρήσεις οι οποίες από την πρώτη μέρα λειτουργίας τους υπέγραψαν αντίστοιχα συμβόλαια και παρέδωσαν όλες τις δραστηριότητές τους σε προμηθευτές υπηρεσιών outsourcing.

4. Τα υπέρ και τα κατά της προσέγγισης

Με την πάροδο του χρόνου ο ρόλος των IT στις επιχειρήσεις γίνεται όλο και πιο νευραλγικός. Σε ορισμένους κλάδους της οικονομίας μάλιστα οι υπηρεσίες τους είναι ζωτικής σημασίας. Παρά το γεγονός αυτό υπάρχουν ακόμα αρκετοί λόγοι που ωθούν τις διοικήσεις να καταφεύγουν στις αντίστοιχες υπηρεσίες των προμηθευτών outsourcing. Μεταξύ αυτών οι βασικότεροι είναι:

– η μόνιμη επιθυμία της διοίκησης να επικεντρωθεί στο βασι-

κό της έργο, να μειώσει τα λειτουργικά έξοδα και να αναβαθμίσει ποιοτικά ορισμένες από τις δραστηριότητες της επιχείρησης,

- η έντονη έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού στην αγορά εργασίας – δεν βρίσκονται εύκολα ειδικοί για δημιουργία Call (help) Centers, Περιβάλλοντα ERP, Data Warehouse πλατφόρμες, CRM πλατφόρμες κ.α.
- οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για ποιοτικά IT-προϊόντα και υπηρεσίες που πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμες,
- η έγκαιρη –πολλές φορές αδύνατη– οικονομική στήριξη και ολοκληρωμένη ικανοποίηση των αναγκών των IT-οργανωτικών μονάδων από τη διοίκηση,
- η εξ αντικειμένου πίεση για μείωση των χρονικών περιθωρίων που παρέχονται στις μονάδες που ασχολούνται με τις IT για να αναπτύξουν νέα συστήματα, νέες πλατφόρμες και περιβάλλοντα.

Υπάρχουν αρκετά στελέχη που πιστεύουν ότι μέσω των συμβάσεων για outsourcing μεταφέρεται –παραχωρείται «αμαχητί»– τεχνογνωσία στους ανταγωνιστές. Άλλοι θεωρούν ότι η τεχνογνωσία που κατέχει μια επιχείρηση προσφέρει μόνο προσωρινά πλεονεκτήματα τα οποία δεν αξίζουν τον κόπο να φυλάσσονται και ως «κόρη οφθαλμού». Κάτι περισσότερο, πιστεύουν ότι μέσω της υπογραφής μιας σύμβασης για outsourcing θα μειώσουν αφενός τα έξοδά τους, αφετέρου, θα αποκτήσουν τεχνογνωσία, νέες δυνατότητες και δεξιότητες. Φυσικά, σχεδόν όλοι αναγνωρίζουν την ανάγκη διαφύλαξης του πνευματικού κεφαλαίου των επιχειρήσεων και, παράλληλα, της συνολικής εικόνας της επιχείρησης στην αγορά.

Τα Call Centers π.χ. θα μπορούσαν να δοθούν στους προμηθευτές υπηρεσιών outsourcing χωρίς δεύτερη σκέψη. Για τις ανάγκες αυτής της εργασίας όμως ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντηση της ερώτησης: Τι γίνεται όταν το ίδιο Call Center εξυπηρετεί δύο ανταγωνίστριες εταιρείες. Η πολυπλοκότητα των καταστάσεων αυξάνει διότι οι προμηθευτές θα πρέπει να αντιμετωπίσουν και τεχνικά ζητήματα. Αρχίζοντας από την απόδοση των servers και των δικτύων, περνώντας από το λογισμικό το οποίο πρέπει να λειτουργεί σε περιβάλλον web και καταλήγο-

ντας στην ακεραιότητα των δεδομένων που ανήκουν στους πελάτες. Επομένως, προβλήματα υπάρχουν, βλέποντας όμως τα πλεονεκτήματα του outsourcing και το πώς συμπεριφέρονται οι ισχυροί στο χώρο (IBM, AT&T, Microsoft και άλλοι ASPs) οι προμηθευτές συμφωνούν και υπογράφουν συμβάσεις με ευέλικτα χρονοδιαγράμματα, χωρίς προκαταβολές, χωρίς δεσμευτικά σχήματα αποπληρωμής κ.λπ.

5. Προϋποθέσεις επιτυχίας

Πρακτικά, ένα βασικό ερώτημα που απασχολεί τα στελέχη αφορά τις προϋποθέσεις (συνθήκες) που πρέπει να πληρούνται για να πετύχει μια συμφωνία για outsourcing. Σε ότι αφορά τον προμηθευτή IT υπηρεσιών, στις βασικές προϋποθέσεις επιτυχίας αντικειμενικά συγκαταλέγονται τα ακόλουθα:

- να προσφέρει τις υπηρεσίες του σε λογικές τιμές και μέσα στα συμφωνηθέντα χρονικά όρια,
- να ικανοποιεί ποιοτικά τις δραστηριότητες του πελάτη, προσφέροντας άριστες συνθήκες εργασίας, σύγχρονο υλικό και λογισμικό,
- να ασφαλίσει την σύμβαση που θα υπογράψει έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος τα όποια κέρδη να μηδενιστούν για άγνωστους εκ των προτέρων λόγους,
- να προσφέρει τις υπηρεσίες του σε πολλούς πελάτες για να αποκτήσει νέα τεχνογνωσία,
- να δημιουργεί και να εφαρμόζει κίνητρα που έχουν ως σκοπό την βελτίωση και τον εκσυγχρονισμό των παρεχόμενων IT-υπηρεσιών κ.α.

Επιπλέον, υπάρχουν και υποκειμενικές προϋποθέσεις που επίσης θα πρέπει να πληρούνται από τον προμηθευτή, όπως είναι για παράδειγμα να έχει ένα αναγνωρισμένο όνομα στην IT-αγορά, να ωθεί τους συνεργάτες, τα στελέχη και το εξειδικευμένο προσωπικό –δικό του και του πελάτη– να συμμετέχουν ενεργά στο όλο εγχείρημα.

Σε ότι αφορά τον πελάτη, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η καλή σύνταξη της συμφωνίας για το προσφερόμενο επίπεδο εξυπηρέτησης (Service Level Agreement, SLA). Ουσιαστι-

κά, η SLA αποτελεί τμήμα της σύμβασης παροχής υπηρεσιών outsourcing με την βοήθεια του οποίου αξιολογείται το έργο του προμηθευτή. Είναι πολύ θετικό και για τις δύο πλευρές όταν η SLA συμπεριλαμβάνει και στοιχεία κινδύνου, σημεία benchmarking, το ενδεχόμενο καταβολής πρόσθετων προσπαθειών εκ μέρους του προμηθευτή κ.ά. Ενέργειες αυτού του τύπου -έκτακτες ή/και άγνωστες- θα πρέπει να προβλέπονται στην SLA και αποτελούν εξ ορισμού αντικείμενο μελέτης.

Ειδικά σε ότι αφορά την παράδοση των IT-συστημάτων (εφαρμογών και υλικό) στον προμηθευτή υπηρεσιών outsourcing αυτή προϋποθέτει ο πελάτης να είναι σε θέση:

- να περιορίσει τις ζημιές από μια ενδεχόμενη μείωση της ανταγωνιστικότητας,
- να παρακολουθεί και να αξιολογεί την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών,
- να πείθει το προσωπικό για την αναγκαιότητα της ανάθεσης,
- να χειρίζεται τα προβλήματα των ατόμων που θα αποχωρήσουν από την εταιρεία,
- να ακολουθήσει εναλλακτικές διαδρομές όταν ο προμηθευτής για κάποιο λόγο αδυνατεί να ανταποκριθεί,

Τέλος, ο πελάτης καλείται να αντιδράσει λογικά και αντικειμενικά και σε έκτακτες καταστάσεις, σε περίπτωση π.χ. που ο προμηθευτής υπογράψει ανεπίτρεπτη αντίστοιχη σύμβαση με κάποιο ανταγωνιστή.

6. Επιλογή προμηθευτή

Μέσω της outsourcing πολιτικής η επιχείρηση απαλλάσσεται από σχετικά ακριβά, μη-ανταγωνιστικά IT-συστήματα, μεταφέρει προσωπικό στις κύριες δραστηριότητες, μειώνει την πιθανότητα αποτυχίας μια IT-επένδυση κ.ο.κ. Εξυπακούεται ότι για να επενδύσει σε μια συνεργασία για outsourcing πρέπει να είναι σίγουρη ότι αυτή όντως είναι ανταγωνιστική. Στην αντίθετη περίπτωση δεν γίνεται λόγος για μια απλή αποτυχία, αλλά για μια σημαντική απώλεια χρημάτων, χρόνου και χαμένων ευκαιριών. Με άλλα λόγια, η επιλογή του προμηθευτή υπηρεσιών outsourcing

είναι ένα πολύ σοβαρό ζήτημα. Ως διαδικασία, η επιλογή αυτή έχει πέντε στάδια:

(i) Δημιουργία συνθηκών ανταγωνισμού μεταξύ των προμηθευτών

Παραμένει πάντα ανοιχτό το ερώτημα: Κατά πόσο ένας πελάτης κερδίζει περισσότερα όταν δημιουργεί συνθήκες ανταγωνισμού ανάμεσα στους προμηθευτές outsourcing;

(ii) Διαπραγματεύσεις

Η διοίκηση πρέπει να έχει ξεκάθαρη άποψη για τις αιτίες, τους χρονικούς περιορισμούς και τη στρατηγική που θα ακολουθήσει στις διαπραγματεύσεις. Σε αυτό το στάδιο οι δυνητικοί προμηθευτές ενδιαφέρονται πρωτίστως για την γενικότερη IT-στρατηγική του πελάτη. Εκεί πρέπει να αναφέρεται το όλο σύμπλεγμα αρχών, προτύπων, έργων και συστημάτων που είτε εφαρμόζει, είτε σχεδιάζει να αναπτύξει και να εφαρμόσει μελλοντικά ο πελάτης.

(iii) Συγκεκριμενοποίηση της κατάστασης

Συνήθως, μετά την υπογραφή μιας δήλωσης για εχεμύθεια, ο πελάτης παρουσιάζει στον πιθανό προμηθευτή υπηρεσιών outsourcing τους παράγοντες επιτυχίας που αυτός θεωρεί ότι αναφέρονται στην συνεργασία τους. Συνεπώς, πρέπει να τον ενημερώσει για τα προβλήματα που είτε ήδη αντιμετωπίζει, είτε αναμένει ότι θα αντιμετωπίσει στον τεχνολογικό τομέα, τα σχέδια επίλυσής τους, τα δυνατά και αδύνατα σημεία αυτών των σχεδίων κ.ο.κ. Παράλληλα, ο πελάτης πρέπει να ξεκαθαρίσει ότι το τελικό ζητούμενο είναι σύγχρονα IT-προϊόντα και υπηρεσίες που θα αξιολογούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσω μετρήσεων, συνεντεύξεων, ερωτηματολογίων κ.λπ. και θα υποστηρίζονται από άριστα εκπαιδευμένους επαγγελματίες.

(iv) Αξιολόγηση των προσφορών

Κάθε κριτήριο αξιολογείται χωριστά, αρχίζοντας από την γε-

νική εικόνα του προμηθευτή και τους συνεργάτες του και καταλήγοντας στους τρόπους επίλυσης των διαφορών. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στα σημεία που αναφέρονται στα πνευματικά δικαιώματα, την προστασία των δεδομένων και τον τρόπο πληρωμής.

(ν) Ανάθεση έργου

Το ζητούμενο εδώ είναι η επιλογή να εξισορροπεί από τη μια την τιμή με την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών outsourcing και, από την άλλη, την απαίτηση επίτευξης υψηλής ανταγωνιστικότητας τα επόμενα 2 με 4 χρόνια με την επιθυμία για αποδοτική συνεργασία με τον τελικό προμηθευτή. Συχνά οι προμηθευτές που μπαίνουν στην short list έχουν την εντύπωση ότι και εδώ, όπως και σε άλλου είδους έργα, τα πάντα εξαρτώνται από την τιμή και εξαιτίας αυτού αρχίζουν να μειώνουν δραστικά τις αρχικές τιμές. Είναι προφανές ότι η λογική αυτή έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών. Κάτι παραπάνω, καμία έκπτωση σε ότι αφορά την ποιότητα των υπηρεσιών outsourcing δεν μπορεί να γίνει, λόγω του ότι αυτή θα χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση του όλου έργου.

Μετά την υπογραφή της συμφωνίας για outsourcing η βασική ερώτηση που αναφύεται είναι: Ικανοποιεί η συμφωνία τις απαιτήσεις εκείνες που εξασφαλίζουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα για την επιχείρηση στα επόμενα 2 ή 3 χρόνια; Εάν δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο τότε το έργο θεωρείται αποτυχημένο, παρόλο που ενδέχεται να έχει ολοκληρωθεί μέσα στα προβλεπόμενα χρονικά και χρηματικά όρια. Και αντιστρόφως, ένα τέτοιο έργο πρέπει να θεωρείται πετυχημένο όταν με τη βοήθειά του η επιχείρηση φθάνει στο επιθυμητό επίπεδο ανταγωνιστικότητας, παρόλο που δεν ολοκληρώθηκε έγκαιρα και μέσα στα προϋπολογισθέντα δεδομένα.

7. Παράγοντες που επηρεάζουν το outsourcing

Σύμφωνα με τα [1,14] έχουμε ότι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν θετικά μια επιτυχημένη συμφωνία είναι:

Κωδικοποίηση	Ονομασία παραγόντων	Μεταβλητές που τους επηρεάζουν
Π_1	Perception of Mutual Benefits	– Benefit and risk sharing – Mutual benefit – Risk and reward share
Π_2	Perception of Commitment	– Commitment – Flexibility and commitment – Relationship commitment
Π_3	Perception of Predisposition	– Interfirm trust – Mutual sense of trust – Trust of closeness
Π_4	Shared Knowledge	– Information integration – Information sharing – Shared knowledge and skills
Π_5	Mutual Dependency	– Mutual dependency – Interdependency – Relative Dependency
Π_6	Organizational Linkage	– Joint integrated action – Joint effort – Joint planning – Strength of ties
Π_7	Transaction Cost	– Asset specificity – Uncertainty – Business skills – Technical skills

Για να μοντελοποιήσουμε το πρόβλημα της επιλογής προμηθευτή IT-υπηρεσιών χρησιμοποιούμε τις παρακάτω υποθέσεις:

1. S(•):[1] η επιτυχία στο outsourcing (S) μπορεί να μετρηθεί με δείκτες για το business satisfaction και το user satisfaction [6].
2. H_1(•): Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_1 και της επιτυχίας του outsourcing, [6],[15].
   2.1. H_{11}(•): Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_4 και του παράγοντα Π_1, [15]

2.2. $H_{12}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_5 και του παράγοντα Π_1, [4],[7],[21]

2.3. $H_{13}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_6 και του παράγοντα Π_1, [1],[9],[13]

3. $H_2(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_2 και της επιτυχίας του outsourcing, [11],[20]

3.1. $H_{21}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_4 και του παράγοντα the Π_2, [15]

3.2. $H_{22}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_5 και του παράγοντα the Π_2, [4],[7],[21]

3.3. $H_{23}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_6 και του παράγοντα Π_2, [1],[9],[13]

4. $H_3(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_3 και της επιτυχίας του outsourcing, [19],[20]

4.1. $H_{31}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_4 και του παράγοντα Π_3, [15]

4.2. $H_{32}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_5 και του παράγοντα Π_3, [4],[7],[21]

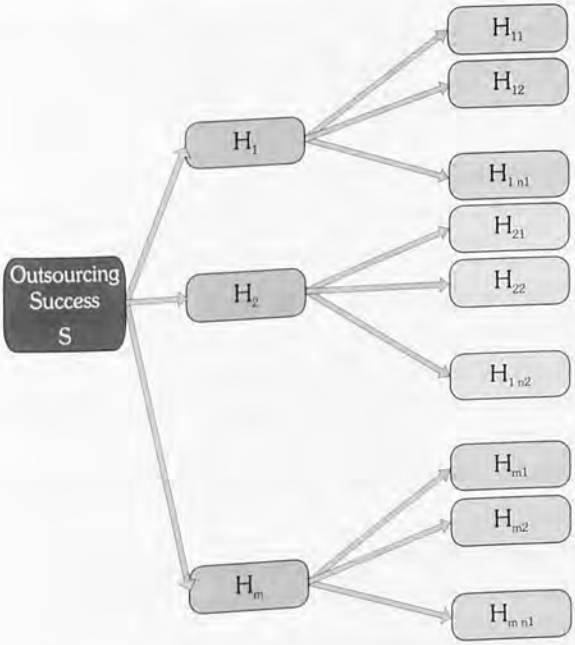
4.3. $H_{33}(\bullet)$: Υπάρχει θετική εξάρτιση μεταξύ του παράγοντα Π_6 και του παράγοντα Π_3, [1],[9],[13]

5. $H_4(\bullet)$: Υπάρχει αρνητική εξάρτηση μεταξύ του παράγοντα Π_7 και της επιτυχίας του outsourcing, [1].

Θα μπορούσαμε να επεκτείνουμε την ανάλυση αυτή των υποθέσεων αν προσθέταμε και άλλους παράγοντες που ενδεχομένως επηρεάζουν την επιτυχία του outsourcing [2],[5],[16],[22].

Γενικεύοντας το μοντέλο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η επιτυχία του outsourcing μπορεί σχηματικά να απεικονιστεί στο δέντρο του σχήματος 1.

Όπου στο 1° επίπεδο του δένδρου έχουμε τοποθετήσει τους m παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την επιτυχία του outsourcing. Στο 2° επίπεδο έχουμε τοποθετήσει τις επιμέρους θετικές ή αρνητικές εξαρτήσεις κάθε ενός παράγονα σε υπο-παράγοντες που επηρεάζουν τη συμβολή του στην επιτυχία του outsourcing. Κάθε βέλος που ενώνει τους κόμβους εκφράζει μία συνάρτηση που καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο εξαρτώνται οι δύο μεταβλητές στα άκρα του.



Σχήμα 2. Δενδρική απεικόνιση των παραγόντων που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την επιτυχία του outsourcing.

8. Το μαθηματικό μοντέλο

Με βάση τις υποθέσεις (2)-(5) μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η συνάρτηση S εξαρτάται από τις συναρτήσεις $H_i, i=1,...,4$, οπότε συμβολικά μπορούμε να γράψουμε ότι η επιτυχία του outsourcing καθορίζεται από μία άγνωστη συνάρτηση $S(H_1,H_2,H_3,H_4)$

Επιπλέον, από τις υποθέσεις αυτές λογικά προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$\frac{\partial S}{\partial H_1} \geq 0, \frac{\partial S}{\partial H_2} \geq 0, \frac{\partial S}{\partial H_3} \geq 0, \frac{\partial S}{\partial H_4} \leq 0$$

αναφορικά με τις μερικές παραγώγους της συνάρτησης S ως

προς τις παραμέτρους H_1, H_2, H_3 και H_4 επειδή οι τρεις πρώτες έχουν θετική εξάρτηση και η τέταρτη αρνητική.

Με ανάλογο τρόπο και με βάση τις υποθέσεις (2.1), (2.2) και (2.3) έχουμε:

$$H_1(H_{11},H_{12},H_{13};\bullet),\ \text{όπου}\ \frac{\partial S}{\partial H_{11}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{12}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{13}}\geq 0$$

Ομοίως σύμφωνα με τις υποθέσεις (3.1), (3.2) και (3.3) έχουμε:

$$H_2(H_{21},H_{22},H_{23};\bullet),\ \text{όπου}\ \frac{\partial S}{\partial H_{21}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{22}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{23}}\geq 0$$

Τέλος σύμφωνα με τις υποθέσεις (4.1), (4.2) και (4.3) έχουμε:

$$H_3(H_{31},H_{32},H_{33};\bullet),\ \text{όπου}\ \frac{\partial S}{\partial H_{31}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{32}}\geq 0,\frac{\partial S}{\partial H_{33}}\geq 0$$

Να τονίσουμε ότι σύμφωνα με τις παραπάνω σχέσεις η εξάρτηση των συναρτήσεων S, H_1, H_2 και H_3 από τις γνωστές παραμέτρους τους δεν είναι κατ' ανάγκη γραμμική, δηλαδή δεχόμαστε ότι δεν επηρεάζουν με ανάλογο τρόπο το αποτέλεσμα της επιτυχίας.

Εφαρμόζοντας το παραπάνω σκεπτικό στο γενικό μοντέλο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1 έχουμε ότι γενικά η συνάρτηση επιτυχίας του outsourcing εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

$$S(H_1,H_2,\ldots,H_m)=f\left(H_1(H_{11},\ldots,H_{1n_1}),H_2(H_{21},\ldots,H_{2n_2}),\ldots,H_2(H_{m1},\ldots,H_{mn_n})\right)$$

Επομένως για να επιτύχουμε τις καλύτερες συνθήκες επιτυχίας του παραπάνω μοντέλου αρκεί να λύσουμε το αντίστοιχο πρόβλημα αριστοποίησης για την εύρεση του ολικού μέγιστου της συνάρτησης S, μέσα στον υπερκύβο (εφικτό χώρο λύσεων) που καθορίζει το πεδίο ορισμού των παραμέτρων $H_i, i=1,\ldots,m$.

$$\max\ S(H_1,H_2,\ldots,H_m)$$

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία αριστοποίησης τα πιθανά μέγιστα του παραπάνω προβλήματος είναι:

I. είτε τα σημεία πάνω στο κέλυφος του εφικτού χώρου των λύσεων για τα οποία η συνάρτηση S έχει τη μεγαλύτερη τιμή,
II. είτε τα σημεία τα οποία ικανοποιούν το σύστημα $\frac{\partial S}{\partial H_i}=0, i=1,\ldots,m$ και επιπλέον ο Εσσιανός πίνακας της συνάρτησης S είναι αρνητικά ορισμένος.

Το προτεινόμενο μοντέλο αποτελεί μία γενίκευση των μοντέλων που έχουν προταθεί σε ανάλογες εργασίες [5],[11],[14], [22] και που κατά βάση χρησιμοποιούν γραμμική εξάρτηση μεταξύ των παραμέτρων με αποτέλεσμα να μην μπορούν εύκολα να εκτιμήσουν παραμέτρους που έχουν μεγαλύτερη «βαρύτητα» από κάποιες άλλες.

Το κύριο πλεονέκτημα του προτεινόμενου μοντέλου είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκθετικές συναρτήσεις εξάρτησης μεταξύ των παραμέτρων δίνοντας τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μοντέλα που εκφράζουν καλύτερα διαδικασίες που εξαρτώνται από τον χρόνο, όπως για παράδειγμα μείωση της αξίας των επενδύσεων, παλαίωση του παραδοτέου λόγω αλματώδους ανάπτυξης στον IT τομέα κ.ά. που απουσιάζουν από τα μέχρι στιγμής προτεινόμενα στη βιβλιογραφία μοντέλα.

9. Περαιτέρω έρευνα

Στο προτεινόμενο μοντέλο υπάρχουν πολλοί άξονες πάνω στους οποίους μπορεί να επεκταθεί. Οι κυριώτεροι από αυτούς είναι:

- Επέκταση των υπαρχόντων μοντέλων [5, 11, 14, 22] με παράγοντες που εξαρτώνται από το χρόνο.
- Προσαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου σε κατάλληλα εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο [17, 18] και μελέτη της γενίκευσής του.
- Διερεύνηση για την εφαρμογή μη γραμμικών συναρτήσεων με στατιστική επεξεργασία της αποτίμησης των όρων business satisfaction και user satisfaction με τις τεχνικές που περιγράφονται στις εργασίες [6, 14].

Υποσημειώσεις

1 Με το συμβολισμό (•) εκφράζουμε ότι η συνάρτηση επηρεάζεται από διάφορες γνωστές ή/και άγνωστες παραμέτρους.

Βιβλιογραφία

[1] Aubert, B.A., Rivard, S. and Patry, M. (2004): A transaction cost model of IT outsourcing, *Inf. Manage*, vol. 41, 921-932.

[2] Barthélemy, J. (2003): The hard and soft sides of IT outsourcing management, *European Management Journal*, vol. 21, no. 5, 539-548.

[3] Bensaou, M. and Venkatraman, N. (1995): Configurations of interor-ganizational relationships: A comparison between U.S. and Japanese automakers, *Manage. Sci.*, vol. 41, no.9, 1471-1492.

[4] Ganesan, S. (1994): Determinants of long term orientation in buyer-seller relationships, *J. Market.*, vol. 58, 1-19.

[5] Graf, M. and Mudambi, S.M. (2005): The outsourcing of IT-enabled business processes: A conceptual model of the location decision, *J. Inter. Manage.*, vol. 11, 253-268.

[6] Grover, V., Cheon, M.J. and Teng, J.T.C. (1996): The effect of service quality and partnership on the outsourcing of information systems functions, *J. Manage. Inf. Syst.*, vol. 12, no.4, 89-116.

[7] Heide, J.B. and John, G. (1990): Alliances in industrial purchasing: The determinants of joint action in buyer-supplier relationships, *J. Market. Res.*, vol. 27, 24-36.

[8] Heywood, J.B. (2001): *The Outsourcing Dilemma: The Search for Competitiveness*, Prentice Hall.

[9] Ho, V.T., Ang, S. and Straub, D. (2003): When subordinates become IT contractors: Persistent managerial expectations in IT outsourcing, *Inf. Syst. Res.*, vol. 14, no. 1, 66-86.

[10] Kappelman, L. (1996): User training, user involvement, and IS implementation success, *J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 36, no. 3, 1-9.

[11] Kern, T. and Willcocks, L. (2000): Exploring information technology out-sourcing relationships: Theory and practice, *J. Strategic Inf. Syst.*, vol. 9, 321-350.

[12] Lacity, M.C. and Hierchheim, R. (1993): *Information Systems Outsourcing: Myths, Metaphors and Realities*, New York: Wiley.

[13] Lee, J.N and Kim, Y.G. (1999): Effect of partnership quality on IS outsourcing success: Conceptual framework and empirical validation, *J. Manage. Inf. Syst.*, vol. 15, no. 4, 29-61.

[14] Lee, J.N and Kim, Y.G. (2005): Understanding Outsourcing Partnership: A Comparison of Three Theoretical Perspectives, *IEEE Trans. Engin. Management*, vol. 52, No.1, 43-58.

[15] Levina, N. and Ross, J.W. (2003): From the vendor's perspective: Exploring the value proposition in information technology outsourcing, *MIS Quart.*, vol. 27, no.3, 331-364.

[16] Lonsdale, C. (1999): Effectively managing vertical supply relationships: A risk management model for outsourcing, *Supply Chain Management*, vol. 4, no.4, 176-183.

[17] Magoulas, G.D., Vrahatis, M.N. and Androulakis, G.S. (1997): Effective back-propagation with variable stepsize, *Neural Networks*, vol.10, 69-82.

[18] Magoulas, G.D., Vrahatis, M.N. and Androulakis, G.S. (1999): Improving the Convergence of the Backpropagation Algorithm Using Learning Rate Adaptation Methods, *Neural Computation*, vol. 11, no. 7, 1769-1796.

[19] Moorman, C., Deshpande, R. and Zaltman, G. (1993): Factors affecting trust in market research relationships, *J. Market.*, vol. 57, 81-101.

[20] Morgan, R.M. and Hunt, S.D. (1994): The commitment-trust theory of relationship marketing, *J. Market.*, vol. 58, 20-38.

[21] Sethuraman, R., Anderson, J.C. and Narus, J.A. (1988): Partnership advantage and its determinants in distributor and manufacturer working relationships, *J. Bus. Res.*, vol. 17, 327-347.

[22] Yang, C. and Huang, J.B. (2000): A decision model for IS outsourcing, *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 20, 225-239.

VARF: XML-based data model

D. Polemi and G. Valvis

Department of Informatics, University of Pireaus

Abstract

Periodic vulnerability assessment, performed by automated tools, is deployed to uncover and correct vulnerabilities, as a common intrusion prevention technique. Although the reports of those tools contain similar information, there are tool-specific differences. Unfortunately, trying to combine the results of these tools would require separate parsing tools to address the significant low-level differences. A new data model (Vulnerability Assessment Report Format - VARF) is presented in this paper in order to define data formats for sharing information of interest to vulnerability assessment and to facilitate the interaction with the risk management process. As a proof of concept a set of XSLT transformations was built in order to transform the results of an open source tool to a VARF compliant report enabling further processing of the results.

1. Introduction

A major challenge when performing a vulnerability analysis of a security-critical system today is the fact that the surrounding IT infrastructure undergoes continuous changes. Vulnerability assessment tools are a valuable aid in this area. Vulnerability assessment tools reveal the known weaknesses of the system and facilitate the selection of appropriate countermeasures in a proactive manner.

However, various vendors of vulnerability assessment tools

Πανεπιστήμιο Πειραιώς - University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 841-860
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 841-860

use different terminology to explain the same issue and there is a lack of machine-readable information. Thus, although the data provided by vulnerability assessment reports are detailed, are presented in an ambiguous textual form or in a proprietary data format. The effect is that a vulnerability report has become tightly coupled to specific tool and cannot easily be shared across different tools. This lack of common ground has hampered the ability to integrate diverse sources of available security data more effectively. The result is twofold: the security personnel are overloaded with redundant data and it is not feasible to fully utilize all possibly available data in making the most accurate diagnosis. On the other hand the development of commonly agreed or standardised and extensible exchange formats could facilitate the collaboration and simplify the integration of information generated by heterogeneous sources. Also, the co-use and combination of more than one complementary vulnerability assessment tools could increase the likelihood that more reported vulnerabilities are taken into consideration, achieving broader analysis.

Our goal in this paper is to propose a «common ground» in the vulnerability assessment area providing a data model (Vulnerability Assessment Report Format – VARF). VARF based on emerging standardization efforts in the security field, outputs assessment information in XML. It is designed to facilitate the extraction of meaningful, tool-independent information to address the vulnerability assessment needs. This paper has been organised as follows: In section 2 we reason about the challenges of the risk assessment process and the opportunity to facilitate this process. In section 3 we present a condensed overview of the standardization efforts on vulnerability naming schemes and description languages. Section 4 describes the VARF model and section 5 demonstrates some applications of the model. The last section concludes with some experience statements and a rough outlook on future directions.

2. Vulnerability Assessment Challenges

Currently, various vendors of vulnerability assessment tools use

different terminology to explain the same issue and there is a lack of machine-readable information. Thus, although the data provided by vulnerability assessment reports are detailed, are presented in an ambiguous textual form or in a proprietary data format.

The effect is that a vulnerability report has become tightly coupled to specific tool and cannot easily be shared across different tools. This lack of common ground has hampered the ability to integrate diverse sources of available security data more effectively.

The result is twofold: the security personnel are overloaded with redundant and noisy data (figure 1) and it is not feasible to fully utilize all possibly available data in making the most accurate diagnosis of real important conditions.

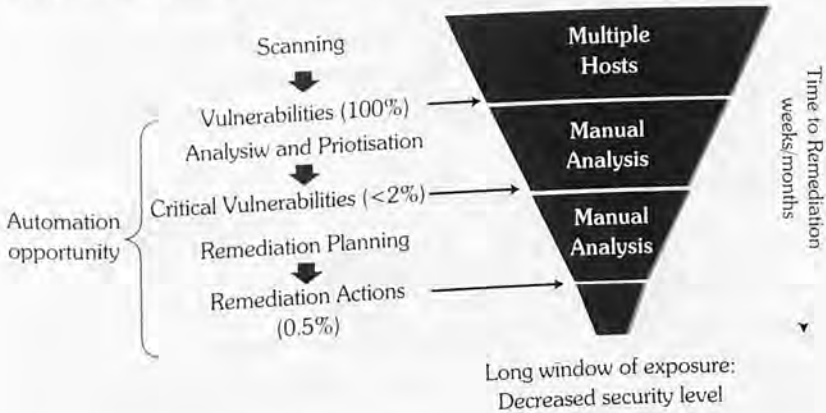


Fig. 1. Current vulnerabilities funnel

On the other hand the development of commonly agreed or standardised and extensible exchange formats will enable interoperability between commercial, open source, and research systems, allowing users to deploy their preferred systems according to their advantages in order to obtain an optimal implementation with improved response time. In general, a standardised format in vulnerability assessment will provide increased efficiency of vulnerability assessment results:

Extensibility and *flexibility*: providing data in extensible and

flexible format could facilitate the collaboration and simplify the integration of information generated by heterogeneous sources.

Broader analysis: the co-use and combination of more than one complementary vulnerability assessment tools increases the likelihood that more reported vulnerabilities are taken into consideration.

The standardization activities will set a «common ground» in the vulnerability assessment area, which could simplify the extraction of meaningful, tool-independent information. This in turn may facilitate the computer-aided vulnerability prioritization and mitigation planning.

3. Standardization activities

This section introduces the main standardization and research efforts on XML-based vulnerability schemes and description languages.

3.1. Common Vulnerabilities and Exposures (CVE)

CVE [1],[2] is a dictionary of information security vulnerabilities and exposures that aims to provide common names for publicly known weaknesses. The goal of CVE is to standardize the names of vulnerabilities and make it easier to share data across separate vulnerability databases and security tools.

3.2. Open Vulnerability Assessment Language (OVAL)

OVAL [3] standardizes how to test for the existence of those vulnerabilities, based on system configuration information. The vulnerabilities are identified with a CVE number by OVAL queries, which perform the checks. A synopsis section accompanies the OVAL query that should include information related to two main items: the vulnerable software and the vulnerable configuration(s). Currently individual platform-specific XML schemas have been developed.

3.3. The Common Vulnerability Scoring System (CVSS)

The CVSS [4] is designed to provide a composite score representing the overall security risk that a vulnerability represents. Using CVSS, the security personnel will have the basis for a common language with witch to discuss vulnerability severity. It is a modular system with three distinct groups that combine the characteristics of vulnerability. Each of these qualities or «metrics» has a specific way of being measured and each group has a unique formula for combining and weighing each metric. The three groups are the base, the temporal and the environmental group. The base group contains all of the qualities that are fundamental to any given vulnerability that does not change over time or in different environments. The temporal group contains the characteristics of vulnerabilities that are time-dependant and change as the vulnerability ages.

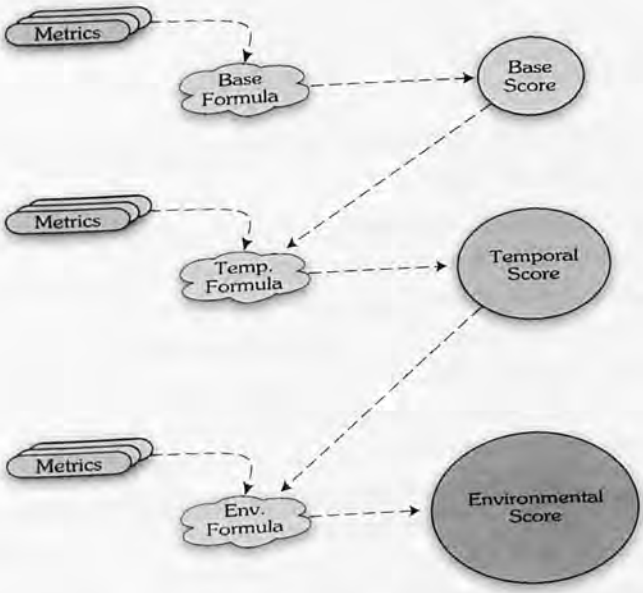


Fig. 2. CVSS three phase model

Finally, the environmental group contains the characteristics of vulnerabilities that are tied to implementation and are specific to a user's environment. CVSS scoring is a phase process of combining the values of all metrics from each group (figure 2) into a final composite score that represents the overall risk of a known vulnerability to a particular environment at a given time period. The process starts by calculating the base metric group and then it continues by applying the temporal metric group. The final score is produced after applying the environmental metrics to the last outcome. Each group deploys a different formula to evaluate the metrics.

3.4. Extensible Configuration Checklist description Format (XCCDF)

The XCCDF specification [5] defines a data model and format for storing results of benchmark compliance testing. An XCCDF document is a structured collection of security configuration rules for a specific set of target systems. The model and its XML representation are intended to be platform-independent and portable, to foster broad adoption and sharing of rules and support information interchange, document generation, environmental tailoring, compliance testing and scoring.

3.5. Open Security Organization Advisory and Notification Markup Language (ANML)

The Open Security Organization (OpenSec) [6] is developing a framework of XML-based technologies to aid system management. The technologies planned for development include:

Advisory and Notification Markup Language (ANML), for describing security advisories and other types of notifications in consistent and machine-readable way.

System Information Markup Language (SIML), for describing a system's properties and providing a detailed inventory of software, hardware, and configuration information that will allow management software to assess the status of a system.

Software Description Markup Language (SDML), for describing the properties of software and its environment.

3.6. *VulnXML Project: A Web Application Security Vulnerability Description Language*

The VulnXML project has been developed by the Open Web Application Security (OWASP) [7] and its aims is to create an open standard format to describe web application security vulnerabilities in an unambiguous manner. The DTD would allow describing enough meta-data about the vulnerability so that an automated tool could build HTTP request(s) to determine if the vulnerability exists on the application being tested. The existing VulnXML work is being contributed to OASIS as part of the Web Application Security (WAS) technical committee proposal.

3.7. *OASIS Application Vulnerability Description Language (AVDL)*

The OASIS AVDL Technical Committee [8] was formed to create an XML definition for exchanging information about the security vulnerabilities of Web applications. The AVDL TC will focus on defining a schema that enables easy communication concerning security vulnerabilities between any of the various security entities that address HTTP application-level protocol security. AVDL will describe attacks and vulnerabilities that use HTTP as a generic protocol for communication between clients and proxies/gateways to other Internet systems and hosts.

Related technical work is being done within the OASIS WAS technical committee. The goal of WAS TC is to leverage and extend the work of the Application Security Attack Components (ASAC) and VulnXML project by producing a classification scheme for web security vulnerabilities, a model to provide guidance for initial threat, impact and therefore risk ratings and an XML schema to describe web security conditions that can be used by both assessment and protection tools.

4. Vulnerability Assessment Report Format data model (VARF)

The Vulnerability Assessment Report Format data model is designed, based on the emerging standardization efforts of Intrusion

Detection Working Group[1] [9] and Incident Handling Working Group[2] [11], to provide a standard representation of vulnerability assessment report in an unambiguous fashion, and to permit the relationship between reports generated by different vulnerability assessment tools to be described.

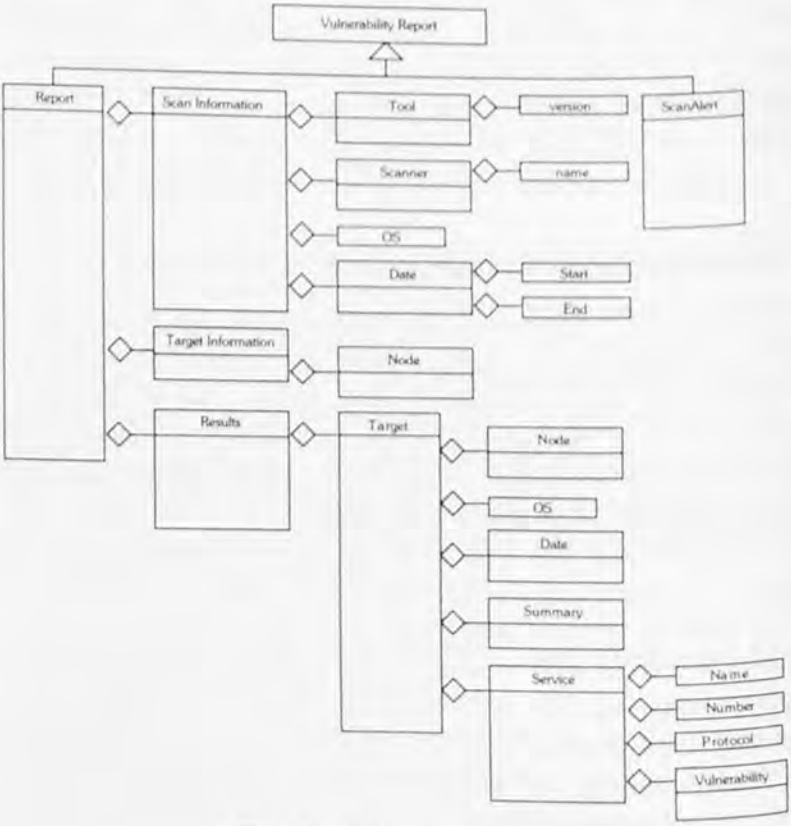


Fig. 3. Data model overview

The top-level class for all VARF messages is *VulnerabilityReport*; each type of message is a subclass of this top-level class. There are presently two types of messages defined; *Reports* and *ScanAlerts*. Within each message, subclasses of the message class are used to provide the detailed information carried in the VARF message. It is important to note that the data model does not specify how vulnerability should be classified or identified. How-

ever, once a vulnerability assessment tool has determined the type of *Vulnerability* that exists, the model dictates how that vulnerability information could be formatted.

In this section, the individual components of the VARF data model are explained in detail. Some UML diagrams of the model are provided to present how the components are related to each other, and the relevant sections of the XML DTD are presented to indicate how the model is translated into XML. Figure 3 depicts the relationship between the principal components of the data model (occurrence indicators and attributes are omitted).

The VulnerabilityReport Class: All VARF reports are instances of the VulnerabilityReport class; it is the top-level class of the VARF data model, as well as the VARF DTD. There are currently two types (subclasses) of *VulnerabilityReport* the *Report* and the *ScanAlert*. Because DTDs do not support sub classing, the inheritance relationship between *VulnerabilityReport* and the *Report* and *ScanAlert* subclasses have been replaced with an aggregate relationship. This is declared in the VARF DTD as follows:

```
<!ENTITY % attlist.varf "version CDATA #FIXED '1.0' ">
<!ELEMENT VulnerabilityReport ( Report , ScanAlert )>
<!ATTLIST VulnerabilityReport
 %attlist.varf;>
```

The *VulnerabilityReport* class has the single attribute Version, which is the version of the *VulnerabilityReport* specification this message conforms to.

The Report Class: The *Report* is generated every time a vulnerability assessment tool is deployed. The *Report* is composed of three aggregate classes which are:

ScanInformation: (exactly one), that contains identification information for the vulnerability tool that generated the report.

TargetInformation: (exactly one), that contains identification information for the target of evaluation.

Results: (exactly one), that contains all the useful assessment results.

ScanAlert class is modeled on the IODEF *IncidentAlert*, but it provides a different type of functionality. In the same manner

that the *IncidentAlert* is used to simply alert the occurrence of an incident and provide relevant information (such as raw IDMEF messages), the *ScanAlert* may alert an intrusion detection management system that a scan is going to be performed. By taking this information into account, false positives could be suppressed by a correlation engine.

As part of this alert, the scanner would provide *ScanInformation* and *TargetInformation*.

Fig. 4. The ScanAlert class

The *ScanInformation* class carries additional information related to the conducted vulnerability assessment. The aggregate classes that make up *ScanInformation* are the *Tool*, *Scanner*, *OS* and *Date*:

The *Tool* class (exactly one) includes the name attribute, which is the name of the tool that performed the assessment and the *Version* class (zero or one), which is the version of the deployed VA tool.

Scanner class (exactly one): The aggregate class that makes up Scanner is Name, which is the host name of the machine where the VA tool is installed.

OS (zero or one): The name of the OS of the host where the VA tool is installed, e.g. Linux.

Date: (exactly one): Information about the time that the assessment occurred. The aggregate classes that make up *Date* are *Start* (exactly one) and *End* (exactly one). *Start* and *End* are date time strings that identify the particular instant in time that the vulnerability assessment session was started and ended respectively.

The *TargetInformation* Class provides basic information about

the assessed nodes. The aggregate class that make up *Target-Information* class is *Node*. The *Node* class is composed by the *Name* (exactly one), which provides the host name of the target of evaluation and *Address* (exactly one), which is the IP address of the node that is the target of evaluation.

The *Results* Class: The *Results* element is meant to take the place of SARA vulnerability assessment tool [12] *Details* and Nessus [13] *Results*. It is closely tied to the IODEF *Attack* class, which in turn shares a great deal of structure with IDMEF *Alerts*. The aggregate class that makes up *Results* class is *Target* (figure 5).

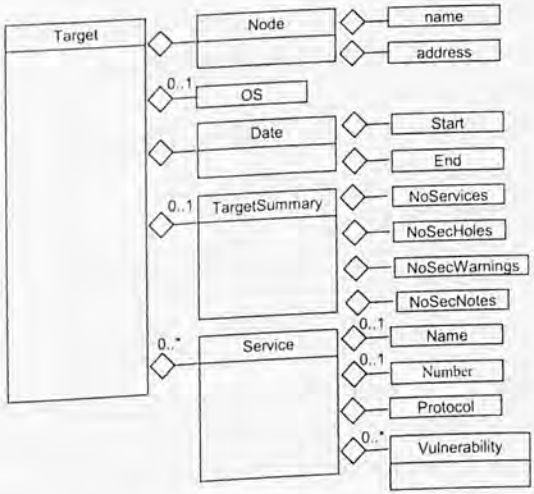


Fig. 5. The Target class.

Target (one or more): It includes the full assessment information discovered by the tool. The aggregate class that make up Target class are:

Node (exactly one): It includes basic information about the node.

OS (zero or one): It includes information about the operating system.

Date (exactly one): It includes information about the time that the assessment occurred of the specific target.

TargetSummary (zero or one): The elements that are included

are the Number of services, Number of security holes, Number of security warnings, Number of security notes.

Service class (zero or more), which is made up by the classes *Name* (zero or one), *Number* (zero or one), *Protocol* (exactly one), *Vulnerability* (zero or more).

By using the IDMEF/IODEF *Target* class, a related format for representing the «host» specific information is achieved. This includes support for the standard types of address that Nessus and SARA vulnerability assessment tools support. Other different types of addresses and names, as defined in the IDMEF draft could be included. By using the IODEF version, it is also possible to accommodate the type of operating system for a target, useful for tools make use of stack fingerprinting and other OS detection techniques.

This is declared in the VARF DTD as follows:

```
<!ELEMENT Results (Target+)>
<!ELEMENT Target (
 Node, OS?, Date, Summary?, Service*)>
<!ELEMENT Service (
 Name?, Number?, Protocol, Vulnerability*)>
```

The aggregate classes that make up *Vulnerability* class (figure 6) are *Name* (exactly one), *Family* (zero or one), *Summary* (zero or one), *Category* (zero or one), *Classification* (zero or more), *Assessment* (zero or more), *Data* (zero or one).

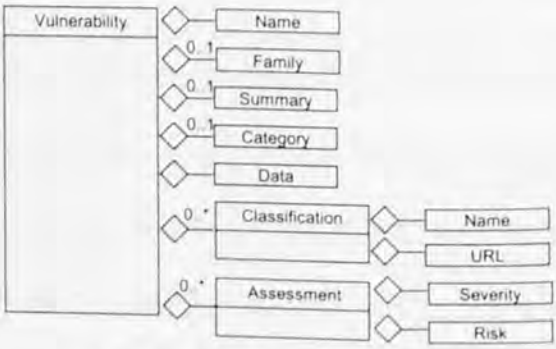


Fig. 6. The Vulnerability class

Name (exactly one): The name of the vulnerability (e.g. CAN-2002-1165), from one of the origins listed below.

The *Data* element contains additional textual information related to the reported vulnerability and provides a catchall rule to accommodate items that have not been directly addressed by the data model.

The *Classification* class provides the «name» of vulnerability, or other information allowing the analyst to determine what it is. The purpose of the *Classification* element is to allow the analyst who receives the Vulnerability message to be able to obtain additional information. To accommodate this, a name, and an URL are included. The current list of valid source values includes «unknown», «vendor-specific», and CVE. The Classification class is composed of two aggregate classes. The aggregate classes that make up *Classification* are:

URL (exactly one): A URL (string) at which the risk analyst may find additional information about the vulnerability. The document pointed to by the URL may include an in-depth description of the vulnerability, appropriate countermeasures, or other information deemed relevant by the vendor.

This is declared in the VARF DTD as follows.

```
<!ELEMENT Vulnerability (
Name, Family?, Summary?, Category?, Data?,
Classification*, Assessment*)>
```

The *Classification* class has the attribute *Origin* (required), which provides the source from which the name of the alert originates. The permitted values for this attribute are shown below. The default value is «unknown». Explanations of these values are provided in table 1.

The *Assessment* class provides information related to the VA tool's assessment of a discovered vulnerability, its severity and the related risk. The *Assessment* class is composed of two aggregate classes:

Severity (exactly one): The VA tool's assessment of the impact that the vulnerability might have.

Risk (exactly one): The level of risk that the discovered vulnerability poses.

TABLE 1
The values of the Origin attribute

Origin attribute	Explanation
Unknown	Origin of the name is not known
Bugtraqid	The Security Focus vulnerability database identifier [14]
CVE	The Common Vulnerabilities and Exposures name
Vendor-specific	A vendor-specific name; this can be used to provide product-specific information

This is declared in the VARF DTD as follows:

```
<!ENTITY % attvals.origin "
 ( unknown | bugtraqid | cve | vendor-specific )">
<!ELEMENT Classification ( name, url )>
<!ATTLIST Classification %attvals.origin; 'unknown'>
<!ELEMENT Assessment ( Severity, Risk )>
```

By introducing the VARF model, an end user of vulnerability assessment tools would have a standards based format to describe vulnerabilities that would allow to share information easier and combine it with other data sets from a variety of compliant tools and systems.

5. Proof of Concept

The previous section detailed an approach to represent infrastructure level vulnerability data as XLM documents. In this section we will discuss some applications that could use these representations.

5.1. Vulnerability reports

Vulnerability assessment (VA) is the proactive process of enumerating and prioritizing risks and determining how they impact the business. A centralized approach to vulnerability assessment includes one central VA tool that is in charge of inspecting all the organization's subnetworks. This approach does not scale well when large networks spanning different sites and domains

are involved. The main shortcomings of the approach are that segregated subnetworks isolated by firewalls or routers might be inaccessible to the VA tool and will forgo assessment unless the network configuration and access control policy is modified. Also the required time to complete the process is large due to the shear number of devices that need to be assessed by one tool and due to network latency issues between domains and sites

The most efficient VA deployement for large networks is the distributed approach, where instead of a single VA tool, there are multiple VA tools, each assigned a different part of the organization's network infrastracture.

The most obvious place to implement VARF is in the data path between a vulnerability assessment tool and the database that collects the risk analysis information. A set of scripts was built in order to transform the output of Nessus open source vulnerability assessment tool to a VARF compliant report (Figure 7). The outcome of the transformation extracts the asset information and groups together the associated vulnerabilities.

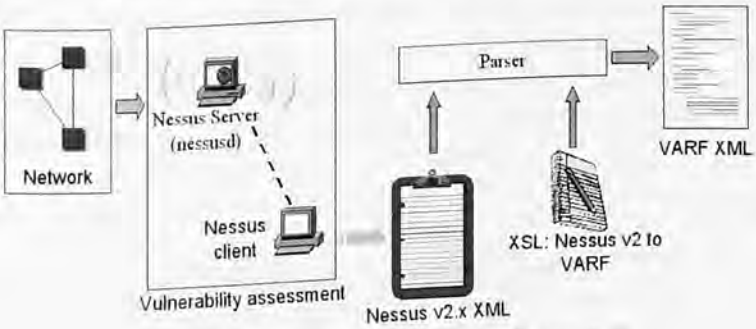


Fig. 7. Nessus to VARF transformation.

By transforming Nessus data in VARF format, the data are better structured and further transformations to other formats (e.g. HTML) that integrate to the IT needs of an organization become feasible. This enhanced structure allows for further transformations to be delivered in order to satisfy organization needs for other data formats (for example to transform a VARF report to an HTML page is quite trivial).

5.2. Vulnerability diagrams

A visualisation of the reported vulnerabilities can be achieved by producing a tree-structured diagram. Figure 8 depicts the direct association between network assets and vulnerabilities. This diagram could increase the readability of the results and help to ensure that fewer discovered vulnerabilities go unnoticed. Figure 9 shows a process that enables us to generate vulnerability diagrams. VARF based vulnerability reports, obtained with the method explained in the previous paragraph, were feed to the Graphviz open source graph drawing software [15] that produced the diagrams in image format (GIF, JPEG, etc).

Since Graphviz only accepts input complied with a particular format, the VARF based reports need to be processed by additional XSLT transformation before presented to the drawing software. Being in XML format this in not complicated. Also, by deploying the Graphotron open source tool [16] the development of the Graphviz XSLT transformation can be further simplified.

We actually perform distributed vulnerability assessment on a number of segments of our campus switched network. For our distributed approach the system deployed is comprised of a central database, VA tools that operate on live CDs without the requirement of dedicated machines and a master VA console.

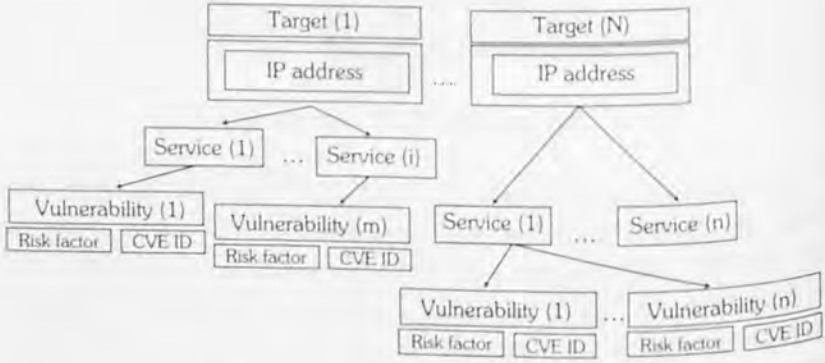


Fig. 8. Vulnerability diagram.

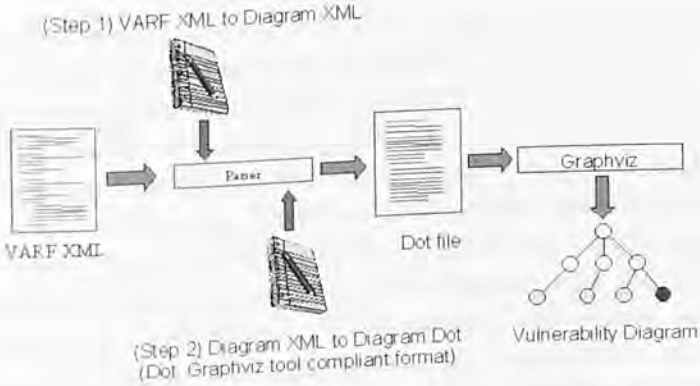


Fig. 9. Producing a vulnerability diagram.

The VA tool is a slimmed-down, hardened version of Linux that run entirely off a bootable-CD. The administrators at separate departments will receive the CD, which operates on most hardware configurations without affecting the host's operating system or applications. During the operation nothing is installed on the local hard drive and after operation completion, the host system can reboot and resume its original function.

The VA tool on the CD is the popular open-source network-based security tool, Nessus, chosen for its fast performance, client /server architecture, flexible configuration files, and parsable XML output. The entire necessary configuration will be hard-coded onto the CD and there is no need for additional maintenance.

During the VA tool operation, the control traffic between the tool and master console as well as the Nessus output files all pass through SSH connections. If connectivity between the VA tool and master console is unavailable, the output is written temporarily to a file on floppy disk that can be uploaded to the database manually.

We use a central database to store the assessment results, to record machine ownership information, identify which systems are most critical, and track known false positives. Once the Nessus XML data file is parsed into VARF format and stored in a cental database, administrators can have access to specific views of the VARF results for systems they own via a web

browser. Via the database, administrators can immediately view the VARF results for their respective networks with search and sort capabilities, as well as utilize the included analysis and remediation procedures. The web application has the functionality of searching by host, vulnerability, subnetwork, risk factor, and service/port, and also provides historical data.

By processing the results using our VARF based transformations their visibility was increased and the administration task was simplified and our organization's assets security was tangibly improved.

Other places where the VARF could be useful is an event correlation system that would accept vulnerability assessment reports and IDS alerts from a variety of vulnerability assessment and intrusion detection tools and perform cross-correlation and cross-confirmation computations in order to provide more focused assessments of high-priority threats. The *Report(s)* will detail vulnerable systems and have the potential to be easily used for automatic validation of perimeter defences, by comparing *Results* and IDMEF's *Alerts* since both are XML based datasets.

6. Conclusions

The increasing complexity of today's IT dependent systems urges the improvement of existing methods for analysing systems in order to increase the likelihood that all possible threats and vulnerabilities are taken into consideration. We reasoned in section 2 that an area of potential improvement, which could boost the effectiveness of vulnerability assessment tools, is the automation of the analysis of the vulnerability reports. In this fashion, an end user of vulnerability assessment tools could be assisted to set priorities and reduce the volume of vulnerabilities generated by the tools down to the few critical risks that matters. In section 3 it was presented a short overview of the standardisation efforts that may facilitate the automation of security data processing.

The Vulnerability Assessment Report Format XML data model, was proposed in section 4. The VARF model was based on the IDMEF work and could enhance communication between existing security tools, products and groups.

By introducing the VARF model, an end user of vulnerability assessment tools would have a standards based format to describe vulnerabilities that would allow to share information easier and combine it with other data sets from a variety of compliant tools and systems. If XML is chosen as an implementation it is possible to immediately combine the assessment information with intrusion detection information (assuming that the latter is IDMEF compliant). For example, local statistics, from the intrusion alerts, could be used to perform focused assessments of high-priority threats.

In addition, if there were reasons for sharing assessment information in a manner similar to the sharing of IDMEF messages via IODEF in order to gather statistics, the suggested data format would simplify this exchange of information. It is established that having a common format or framework encourages vendors to invest in new or improved products, services and approaches.

As proof of concept XML technologies like XPath and XSLT were deployed to process vulnerability assessment data reported by Nessus open source vulnerability assessment tool and produce vulnerability diagrams, in order to indicate how VARF data model may contribute to the optimisation of the vulnerability management effort. We plan to scale up the vulnerability assessments on our campus network including more segments and increasing the number of the assessed hosts. Finally, it is our intention to extend the assessment operations to web services by deploying WSDL and SOAP [17].

Notes

1. The purpose of the Intrusion Detection Working Group is to define data formats and exchange procedures for sharing information of interest to intrusion detection and response systems, and to management systems which may need to interact with them.
2. The purpose of the Incident Handling Working Group is to define data formats for communication between (1) a Computer Security Incident Response Team (CSIRT) [10] and its constituency (*e.g.*, users, trusted reporters) which reports system misuse; (2) a CSIRT and parties involved in an incident investigation (*e.g.*, law enforcement, attacking site); and (3) collaborating CSIRTs sharing information.

References

[1] About CVE, http://www.cve.mitre.org/about/

[2] Mann, D. and Christey, S: Towards a Common Enumeration of Vulnerabilities, http://www.cve.mitre.org/docs/cerias.html

[3] Open Vulnerability Assessment Language XML specification page; http://oval.mitre.org/oval/xml_specification.html

[4] Common Vulnerability Scoring System (CVSS), http://www.first.org/cvss/

[5] Extensible Configuration Checklist Description Format (XCCDF) specification, http://csrc.nist.gov/checklists/xccdf.html

[6] OpenSec, The Open Security Project, http://www.opensec.org

[7] Open Web Application Security Project (OWASP), http://www.owasp.org

[8] Application Vulnerability Description Language, http://www.avdl.org

[9] IETF Intrusion Detection Working Group, http://www.ietf.org/html.charters/idwg-charter.html

[10] Computer Security Incident Response Team (CSIRT), Frequently Asked Questions, http://www.cert.org/csirts/csirt_faq.html

[11] IODEF WG, Incident Object Description and Exchange Format Working Group, http://www.terena.nl/tech/task-forces/tf-csirt/iodef

[12] SARA, The Security Auditor's Research Assistant, http://www-arc.com/sara

[13] Nessus, Vulnerability Assessment Tool, http://www.nessus.org

[14] SecurityFocus, Bugtraq Searchable Database by Keyword, http://www.securityfocus.com/bid/keyword

[15] Graphviz, open source graph drawing software, http://www.research.att.com/sw/tools/graphviz

[16] Graphotron, http://www.zvon.org/ZvonSW/ZvonGraphotron

[17] Curbera, F., Duftler, M., Khalaf, R., Nagy, W., Mukhi, N. and Weerawarana, S: Unraveling the Web Services Web: An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI, *IEEE Internet Computing*, Vol. 6, No. 2, Mar.-Apr. 2002, 86-93.

Optimizing Government Performance: A Branding Approach in the U.S. Federal Government

Yannis A. Pollalis

Department of Economics, University of Piraeus

Abstract

Given the rate of administrative and budgetary changes occurring in all branches of the U.S. Federal Government, agencies can no longer rely on being in a monopoly position to satisfy customer demands for public services. Measuring agency performance is part of demonstrably improving customers' satisfaction with the services they receive from U.S. Government agencies. *Branding* is a term normally associated with commercial enterprises that possess departments dedicated to marketing, and is a tool used to increase organizational performance. This goal is shared by all U.S. Government agencies. Therefore, branding should be considered within the context of strategic planning and the corporate brand managed as an asset within Federal Government agencies. Factors such as outsourcing of non-vital functions and emphasis on performance requirements drive the need to establish brand programs within the Federal Government.

Current management literature emphasizes the need for positive leadership. Brands offer an opportunity for organizational focus on the positive attributes of an organization, on the qualities that the organization wishes to embody. Brand management is not limited to an agency's senior leadership. This paper outlines a simple model for brand management that may be adopted by any Government agency.

1. Statement of the Problem: How to Brand Government «Products» via Internet

Once regarded as the sole purview of commercial industry, branding has emerged as a relevant strategy for the US Federal

Πανεπιστήμιο Πειραιώς - University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 861-880
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 861-880

Government ever since the creation of the first electronic government laws. Agency policy documents have become more specific about identifying qualities that the e-Government is supposed to provide.

Isolated cases of branding efforts are appearing within Federal Agencies. As the mandated full implementation of the Government Paperwork Elimination Act (GPEA) in October 2003 was presented, the need for a structured and realistic approach to creating and managing brands has become more urgent as the advent of universal Internet access made Government Agencies more accessible to the public. Web-enabling much of the Government's interaction with the public is driving the need for applications and web sites that are professional in appearance. As the public becomes more Internet-savvy, second-rate websites and applications become apparent and degrade trust in the Government. Every time a visitor enters an Agency website, a brand interaction occurs. Multiply this by the thousands of people that visit Federal websites each month and the brand is weakened if it is a negative experience[1]. A recent study conducted by Anderson's Office of Government Services of the best twenty-five Federal websites showed that brands were frequently applied inconsistently[2].

A true branding effort covers far more than just the websites and applications. It begins with senior executives identifying the vision and coverage of the brand's definition, using the brand and changing the internal culture to be consistent with the brand.

Considerable work has been done at the state and local level, but since their problem is of a much smaller scale, only Federal agency needs are discussed in this paper.

2. What is a brand anyways?

A brand is an «intangible but critical component of what a company stands for»[3]. A brand is the «proprietary visual, emotional, rational and cultural image associated with a company or product»[4]. In other words, a brand is a set of promises that imply qualities that describe a product, service or organization. Often even a single word can be associated with the name of

an organization, such as innovation is associated with the brand 3M. Brands may be connected with items such as:

- A tagline like «Your first click to the U.S. Government» (FirstGov);
- Mottos which present the vision or the mission or the values of a government agency such as: *«Caring for the land and Serving people»* (USDA Forest Service), *«The Warfighters Combat Logistics Support Agency»* (DLA), *«Delivering 21st Century Logistics»* (Business Systems Modernization Unit-DLA), *«Keeping America's Navy #1 in the World» (NAVSEA);*
- A symbol such as Uncle Sam or Smokey the Bear or a logo;
- A shape that reminds the public of a product's packaging;
- A spokesperson, such as Tom Bodett for Motel 6;
- A sound like the familiar notes that open Sprint PCS ads; or
- An actual product or service, such as Kleenex tissue.

3. Why brand for the Government?

Measuring agency performance is part of demonstrably improving customers' satisfaction with the services they receive from Government agencies. *Branding* is a term normally associated with commercial enterprises that possess departments dedicated to marketing, and is a tool used to increase organizational performance (Archer et al.-DLA, 1998; King & Pollalis, 2001; Pollalis et al., 2004). This goal is shared by all U.S. Government agencies. Therefore, branding should be considered within the context of strategic planning and the corporate brand managed as an asset within Federal Government agencies (Frost & Strauss, 2001; Kotler, 2003). Factors such as outsourcing of non-vital functions and emphasis on performance requirements drive the need to establish brand programs within the Federal Government.

Every organization has a brand, whether it is consciously selected or not. Most organizations have passive brands, which are based on the public's perception of their performance. In a well-executed branding program, brands are owned and managed by each person in the organization. Normally brands are the

conception of the organization's senior management and are effectively transmitted to each employee until the brand becomes an indelible part of the company's culture. Branding sharpens awareness of the organization's purpose, customers and strengths. It is the soul of the organization, reduced to essential form by words, symbols and sounds (Kotler, 2003).

Figure 1 lists several public IT policies that relate to the emergence of e-Government in the U.S. The oldest is the Privacy Act of 1974, and the most recent is the e-Government act of 2002. Although none of the policies specifically mention branding, the qualities identified in the policies are all positive outcomes of applying branding type strategies to the business of the U.S. Federal Government. Most of these qualities could be considered for use by any Agency developing a brand.

Well-executed branding programs create consistency throughout the organization. Greater trust develops when the public's interface with its Government is consistent at every point of contact, whether it is through a phone call, website or person-to-person meeting. Trust is an important part of the public's perception of the Government, since it indirectly affects the amount of funding that publicly elected representatives (e.g., Congress) allocate to each Agency. Basically, the more positive brand recognition an Agency communicates to the public, the more funding that Agency can expect to receive from Congress over the long term.

FIGURE 1

Qualities Stated in U.S. Federal Policy for Potential Use in Agency Branding

Policy	Implied Qualities
E-Government Act of 2002, November 19, 2002	– Federal Government is part of the rapid transformation that the Internet is instigating in the United States – Electronic government improves overall performance of agencies – Decision makers have access to accurate information (trust) – Federal Government uses commercial best practices
OMB Information Quality Guidelines, October 1, 2002	– Quality, objective, useful information, – Information integrity
E-Government Strategy, February 27, 2002	– Easy to obtain services and interact with Federal Government – Efficient – Effective – Responsive – Trustworthy
President's Management Agenda, Summer 2001	– Empowering citizens – Providing customized service – Giving citizens the freedom to act on information – Revolutionary – Single points of access to Government information – Transparent – Accountable
Paperwork Reduction Act, April 3, 1995	– Efficient – Effective – Improving service delivery – Developing strong relationships between Federal, State, local and tribal governments – Providing timely information – Keeping personal information private – Accountable and responsible
Government Paperwork Elimination Act,	– Fair – Information integrity
Privacy Act of 1974, December 31, 1974	– Protecting privacy of citizens

4. Branding Cases within the U.S. Federal Government

Within the US Federal Government, some Agencies have undertaken branding efforts. With the emergence of Federal websites and eGovernment initiatives, agencies that have created solid brands become more apparent. Consistency of look and feel within an Agency's web site is usually provides a sign that the Agency has adopted systematic branding practices. Perhaps the most famous branding exercise at the national level took place in the Netherlands, where the Dutch government undertook development of a branding concept, seeking to promote «mutual understanding between an organization and its public.» In forming the *Foundation for InterNational Image Research* in 1995, the Dutch government undertook a systematic branding effort to promote Dutch national interests in the global international arena.

With the formation of the new *Department of Homeland Security*, there is an opportunity and need to develop a brand quickly, and to thereby establish a strong identity from the agency's inception.[5] In general, branding should be part of any new governmental project, especially each of the eGovernment initiatives[6].

For instance, the *U.S. Forest Service* has undertaken an effort to develop a consistent Agency-wide «look and feel» to its more than 400 public websites through the development of standardized web graphics, layout and user interface[7]. The Forest Service web page banner is included at Figure 2. The *Department of Housing & Urban Development* (HUD) has done similar work on their public web sites, using a consistent graphical interface that includes standards for colors and fonts applied at every page on every public web site.

The *Interior Department's* Minerals Management Service went through a branding exercise in the late 1990's in establishing their *Gov. Works* brand. Seeking to keep their Information Technology (IT) procurement services from being overtaken by other Agencies, Interior hired a commercial advertising firm to help them develop and market their brand. Interior has been successful in maintaining their service and individual identity to the public, despite the fact that there appears to be considerable overlap of Interior's mission with that of the GSA[8].

Fig. 2. Sample Banners and Logos from Branded US Federal Sites

Branding awareness has also become part of the U.S. Navy practices. For instance, the *Naval Sea Systems Command* (NAVSEA) published a communications plan in 2000 that targeted both internal and customer communications. An updated «corporate» logo was created for the Command, along with Command-wide instructions for its use. The term «NAVSEA» was registered as a federal trademark, and an aggressive campaign to purchase commercial domain names using the term NAVSEA began. The communications plan identifies the Corporate Value Statement (*«Keeping America's Navy #1 in the World»*), permission to believe statements and the definition of the corporate personality. This plan served as a springboard for tactical plans that were developed by some of the NAVSEA operating divisions.

The NAVSEA logo that appears in Figure 2 is consistently used on all the Command's public websites. Note that the logo adopts commercial-type notice of trademark rights in the form of the ® symbol.

As discussed above, no federal policies directly invoke branding requirements. At present, any branding efforts have been undertaken *ad hoc*, at the discretion and initiative of individual Government Agencies and mostly, in their efforts to increase organizational performance by the agencies (Archer et al., 1998; Pollalis & Koliousis, 2003). However, structured approaches to developing and managing brands that have been developed for commercial industry can readily be applied, with some modification, to Government Agencies.

5. The Proposed Branding Model for Governments

Scott Davis' (2002) brand asset management model was used as a point of departure for the proposed model[9]. However, not all of the steps outlined by Davis apply to the US Federal Government, so all inapplicable steps were removed. In addition, the wording of the titles of the steps has been modified in order to adapt them to the case of the US Federal Government. As outlined by Davis, the process of developing a brand management program occurs in four phases, with one or more steps in each phase. These phases are depicted in Figure 3 and discussed below.

Phase 1 – Developing a Brand Vision

Phase 1 addresses the development of the vision for the brand and its use. There is only one step in this phase.

Step 1 – *Define the Agency Vision for the Brand* – The vision is normally developed by the senior executives in the organization and should be connected to both the corporate vision and mission. The goals and objectives of the brand should be identified, outlining its benefit to the organization. For Federal Agencies, a well-developed Agency vision should cover several years, allowing for changes in Executive-branch administration and related

national objectives. Senior leadership should understand the process and importance of branding prior to beginning work on the Agency vision. This ensures that they understand their role and can remain actively engaged throughout the process[10].

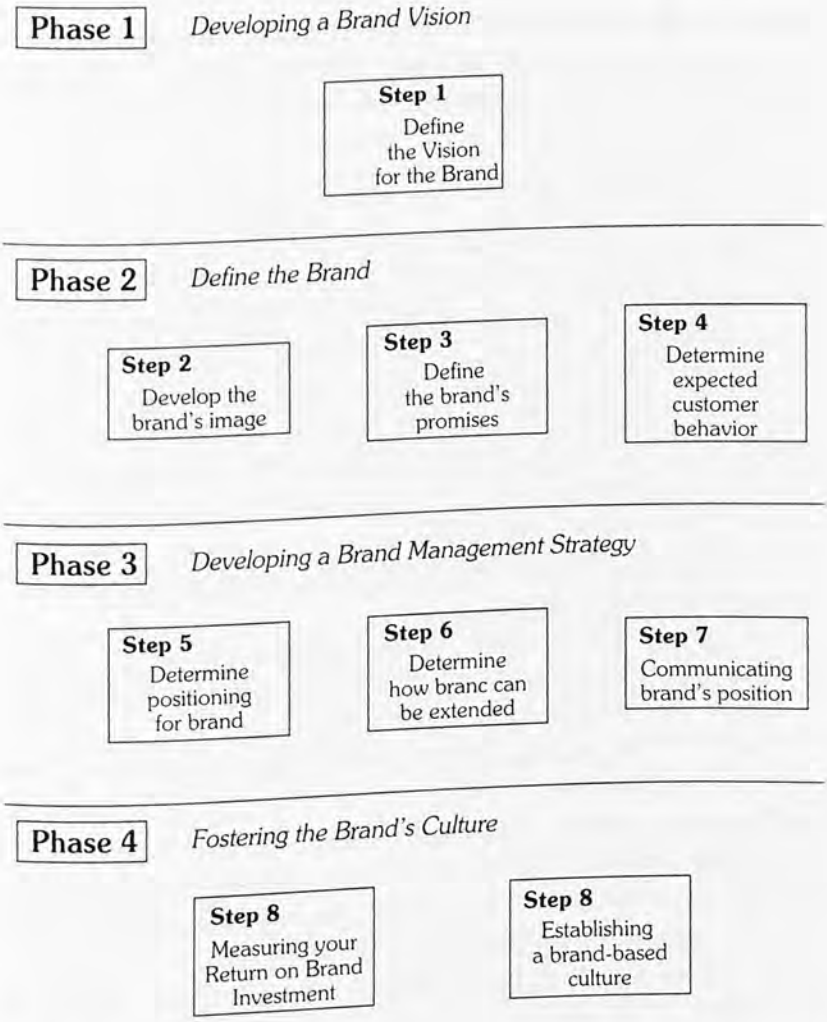


Fig. 3. Proposed Brand Management Model for a Government Agency

A good Agency vision should contain a statement of the brand's overall goal, its target market (e.g., the sector or sectors of the public that it targets), any differentiation that the brand will aim for and the Agency's financial goals[11].

Phase 2 - Define the Brand

Good brands are well defined in several ways. During this phase, the brand is identified in terms of competitors, strengths, weaknesses and the expected customer base. There are three steps in this phase.

Step 2 – *Develop the Agency's brand's image* – Using positive language, the Agency's brand is described using terms that could be used to describe a person. By doing so, and creating a perceived persona for both the Agency and a competitor organization (e.g., another Agency), the strengths and weaknesses become immediately obvious. Benefits and values associated with the brand are identified here. If there is to be a spokesperson associated with the brand, this is identified here. Focus groups can be used to gather information on the verbal associations that can be made about the Agency.

For example, the corporate personality developed by NAVSEA includes the following:

- «An always on the spot person (operates globally);
- Seasoned and experienced professionals (technical authority);
- Leader on cutting edge (innovator);
- Tough and enduring, like an «18 wheeler» or tri-athlete who goes the distance»[12].

The logo, which appears in Figure 2, includes the word «NAVSEA» written in stylized typeface to complement NAVSEA's desired corporate personality of the tough and enduring person who is aggressively leaning into the future.

The most powerful brands are those with whom the public can relate on an emotional level. Those brands connect deeply with the public's beliefs and values. The attributes listed on the table in Figure 1 are, for the most part, compelling and could be used in any Agency's branding activities. According to Marc

Gobe, powerful brands are «continually relevant, socially sensitive and deeply connected to consumer's lives»[13].

Step 3 – *Define the Agency's brand's promises* – The customer's perceptions of the promises implied by the brand are concepts that are to be consistent. For example, an Agency promise for speedy processing of an income tax return filed by the public at an Agency web site is a promise that needs to be kept if the Agency is to maintain positive brand recognition by the public. The most effective brands are honest and believable to the public. Accordingly, if part of the Agency's branding strategy is to be trustworthy, it is important to identify any implied promises, and to ensure that any brand training given to employees covers these promises thoroughly. Negative beliefs by employees about the Agency need to be reviewed and mitigated, as these are also communicated as implied promises to the public. For example, unprofessional phone answering, web sites that contain out of date information and slow responses to requests for information are negative promises communicated to the public.

Web sites are a particularly effective means of communicating brand information to the public. A recent survey found that more than 40% of adult web users changed their opinion of a brand after viewing an organization's public web site (Frost & Strauss, 2001). Since web sites provide the most direct electronic interaction much of the public has with the Government, attributes of the site that could strengthen the Agency's brand should be systematically emphasized, including:

- Good design, consistency with offline brand;
- Clear navigation
- Relevant updated content, oriented towards answering the most basic questions
- Access to advance information;
- Effective and easy to use web site search engine;
- Ability of the public to provide feedback on the site or ask questions;
- Timely and accurate responses to questions; and
- Consistent use of web page colors and graphics.

The list of promises needs to be reviewed regularly to make

sure they are up to date and relevant. Because of the visibility of the Federal Agencies to the media, the importance of stressing consistency within all levels of an Agency should not be ignored. These promises can be translated into measurable standards of performance. Whenever these promises are broken, explicitly or impliedly, the Agency's brand strength begins to weaken.

Step 4 – *Determine expected customer behavior* – The expected public beliefs and behaviors should be understood. The brand should be supportive of those beliefs. For instance, for Agencies providing services that have competitors within the Federal Government, doing a comparison of the public's behaviors provides an understanding of why the public might choose the services of a competitor Agency. These may be differences in service, availability, ease of use or performance.

Statistics generated through passive monitoring of agency web site usage can provide a good analytical insight into the demographics of what segments of the public are visiting the site. These statistics can be collected through the use of relatively inexpensive statistical software that facilitates analysis of the public's interactions with the Agency.

Phase 3 – Developing an Agency Brand Management Strategy

The second phase identified the brand and the environment in which it would be used. In this phase, the strategies for meeting the goals identified in the vision are laid out. This is the action plan for managing the brand.

Step 5 – *Determine positioning for the brand* – A strong brand position means that the brand is unique, believable and valuable in the mind of the public. Often this is a single idea or concept that will be universally recognized. An example of such a statement would be the National Weather Service providing accurate and timely weather forecasts.

A good brand position takes into account the target market and definition of the business environment and differentiation. For example, the National Weather Service's target audience is other Government Agencies, commercial industry, the general

public, and the larger international community. Their business is weather forecasts and warnings. This service is not unique to the National Weather Service. However, the Service's point of difference with other public and private competitors is that they provide «a no surprise weather service that delivers quality products our partners and customers trust and use»[14]. This difference should be integrated into the Agency branding strategy.

Step 6 – *Determine how the brand can be extended* – A brand is extended in the commercial world by offering new products and services, much as the Federal Government does today. The positive image of a strong brand can be transferred to a new product. For example, NAVSEA's tradition of building superior ships can automatically be extended to a new class of aircraft carriers or submarines.

Every four to eight years a change in executive branch leadership brings a political change to the Federal Government. Typically, the politically appointed Agency heads are changed as well; frequently bringing about a mandate for a new web site designs and/or new branding strategies. The public may be indifferent to the changes in Agency leadership, but continues to expect good or improving services from the Agency as a whole. Except where there has been a negative brand arrived at by default, damage may be done to the Agency by a radical change in the public's perception of the services provided under the Agency's brand. In the case of the negative brand, a new brand management program may bring about improvement.

The core identity of a brand relates to its soul and the fundamental beliefs and values that drive it (Aaker, 1996). Therefore, sudden changes in Agency policies and brand brought about by new Agency leadership may undermine the relationship of trust that the agency has worked hard to establish with the public during the preceding four or eight years. With existing powerful brands, it is better to extend the existing brand, adding to its strength rather than making wholesale changes. An analogy to brand extension during an administration change is remodeling a home to moving to a new neighborhood. Usually remodeling is less expensive and produces less stress. For instance, an

Agency logo can be updated by drawing elements of the old and the slogan can be modified to add or remove words, rather than wholesale replacement (Aaker, 1996; Kotler, 2003).

Step 7 – *Communicating the brand's position* – Determine the appropriate mix of communications vehicles to reach the goals. The most common channels include:

- Advertising (on television, radio, newspaper, magazines, and billboards).
- Internet.
- Public Affairs Office.
- Trade shows.
- Consumer promotions (could be at the place where personal contact is made through brochures).
- Direct marketing could include emailed newsletters, content that can be subscribed to on a web site.
- Internal employee communications.

Phase 4 – Fostering the Agency's Brand's Culture

This phase is aimed at directing the Agency and its culture to integrate the brand such that the Agency itself becomes synonymous with the brand.

Step 8 – *Measuring the return on brand investment* – There are several ways of measuring the return on investment in a brand. It is sometimes associated with determining awareness and recall of the brand. High scores in either area are considered to be an indicator of the success of the brand. Metrics should be simple to understand, communicate and to measure. Examples of metrics that could be applied by a Federal Agency are:

- Brand recognition and recall (this could be measured through focus groups).
- Met promises (see Step 3).
- Consistency with the persona (identified in Step 2).
- Community impact, including positive recognition in the media.
- Customer satisfaction (could be ascertained through a survey or focus group).

- Numbers of unique visitors to websites and the change in return visitors as well as longer session lengths.

Step 9 – *Establishing a brand-based culture* – One of the benefits of a good brand is that it allows each employee to see how they fit into the big picture of the organization, and makes the path to financial rewards and promotion clearer. The effect of the brand should be tangible at all levels of the organization, and each employee should be made aware of not only the brand, but of the implicit promises, for employees are typically the people with whom the public makes personal contact. Pride in the organization's brand should be visible and have momentum. Each employee should be able to state the essence of the brand, which mean that senior leadership is responsible for conducting brand awareness training and for consistent behavior between themselves. Employees are not the passive transmitters of the brand, but ideally are passionate advocates of the brand's vision[15].

6. Agency Roles and Responsibilities

Within a typical U.S. Federal Agency, there are several organizations that may play a role in creating and maintaining the Agency brand. These include the senior leadership, Public Affairs Office (PAO) or Corporate Communications Office, Chief Information Officer, and the operating divisions. The table in Figure 4 shows how these organizations could relate to each of the steps in the model. The PAO or Communications Office would serve the same function as the marketing office in a private company. Outside consultants could provide additional support.

The Office of Counsel can be engaged to trademark the brand, assist in the procurement of agency-related domain names to preclude cyber squatting and monitor misuse of the brand on the web. The domain names should be considered an extension of the brand (Frost & Strauss, 2001; Kotler, 2003).

FIGURE 4

Proposed Roles and Responsibilities for Brand Management

L=Lead P=Participant

Action required	Senior Leadership	Public Affairs or Corporate Communications	Chief Information Officer	Operating Divisions
Define the Vision for the Brand	L			
Develop the Brand's Image	P	L		
Define the brand's promises		L		
Determine expected Customer behavior		L	P	P
Determine positioning For the brand	L	P		P
Determine how the brand can be extended	L		L	L
Communicating the brand's position		L	P	P
Measure the return on brand investment		L	P	P
Establishing a brand-based culture	L	P	P	P

7. Conclusions

The essential traits of commercial brand management programs such as those espoused by Davis can readily be adapted to meet US Federal Agency branding goals. Since the executive branch leadership of the Administration can change, as often as every four years, and since Agency heads are political appointees, elements of the brand may change in accord with the change

of administration. With a well-structured brand management program, the proposed brand changes can be evaluated so that any changes can be consistent and logical. Most importantly, the changes can be introduced in a manner to enhance, rather that detract, from the public's perception of the Agency's brand.

Notes

1. *Winning on the Web*; NetIQ Corporation, 2002, p. 11.
2. Joshua Dean; *Study Says Federal Web Sites Need to Be Easier to Use*, Govexec.com, March 8, 2002.
3. Scott M. Davis; Brand Asset Management Driving Profitable Growth Through Your Brands, Jossey-Bass, Boston, 2002, p. 3.
4. *A Short Introduction to Branding*, http://www.brand.com
5. Gretel Johnston; CIO Says Branding New Department is Key, IDG News Service, November 5, 2002.
6. Chidurala, Murali; Kaminskas, Peter; Pathak, Samir; Sridhar, Anjali; Tsfati, Segev; Darcy, Prof. David; *E-Government Best Practices An Implementation Manual*, Robert H. Smith School of Business, University of Maryland, May 200, p. 19.
7. Christine Murray; (U.S. Forest Service Office of Communications); *Telephone Conversation*, November 18, 2002.
8. Anne Laurent; *Brand New Business*, GovExec.com, October 1, 1999.
9. Scott M. Davis; Brand Asset Management Driving Profitable Growth Through Your Brands, Jossey-Bass, Boston, 2002, p. 18.
10. George Stalk, Jr.; The CEO as Total Brand Manager, Boston Consulting Group, http://www.bcg.com/publications, 1999.
11. Scott M. Davis; Brand Asset Management Driving Profitable Growth Through Your Brands, Jossey-Bass, Boston, 2002, p. 41.
12. *NAVSEA Communications Plan 2000*, http://www.navsea.navy.mil, p. 9.
13. Marc Gobe, *Emotional Branding The New Paradigm for Connecting Brands to People*, Allworth Press, New York, 2001, p. xxiii.
14. National Weather Service Strategic Plan, http://205.156.54.206/sp/strplan.htm.
15. Danielle Blumenthal; *Internal Branding: Does It Improve Employees' Quality of Life?*, Institute for Brand Leadership, undated, p. 3.

References

Aaker, D.A.: *Building Strong Brands*, The Free Press, Boston, 1996.

A Short Introduction to Branding, http://www.brand.com/.

Archer, R., De Vincentis, Mae and Pettibone, J.: *Performance Measurement for the Defense Logistics Agency (DLA)*, Business Systems Modernization Program document & presentation, 1998 (http://www.dla.mil/j-6/bsm/default1.asp).

Blumenthal, D.: *Internal Branding: Does It Improve Employees' Quality of Life?*, Institute for Brand Leadership, undated.

Boston Consulting Group: *How the Internet Can Boost Your Brand*, http://www.bcg.com, 2001.

Boston Consulting Group: *Managing Brands for Value*, http://www.bcg.com, 1999.

Boston Consulting Group: *The CEO as Total Brand Manager*, http://www.bcg.com, 1999.

Chidurala, M., Kaminskas, P., Pathak, S., Sridhar, A., Tsfati, S. and Darcy, D.: *E-Government Best Practices An Implementation Manual*, Robert H. Smith School of Business, University of Maryland, May 2001.

Davis, S.M.: *Brand Asset Management Driving Profitable Growth Through Your Brands*, Jossey-Bass, 2002.

Dean, J.: *Study Says Federal Web Sites Need to Be Easier to Use*, Govexec.com, March 8, 2002.

Denig, E.: *A Branding Concept for The Netherlands*, http://www.instituteforbrandleadership.org/A_Branding_Concept_For_The_Netherlands.htm, undated.

Duffy, M.D.: *Marketing and Entrepreneurial Government; The Forest Service's Enterprise Initiative*, Presentation for Excellence in Government 2000, July 11, 2000.

Friel, B.: *Federal Agency Battles Private Firm Over Trademark*, GovExec.com, March 3, 2000.

Frost, R. and Strauss, J.: *E-Marketing*, 3d Edition, Prentice Hall Publishing, New Jersey, 2001.

Gobe, M.: *Emotional Branding The New Paradigm for Connecting Brands to People*, Allworth Press, New York, 2001.

Johnston, G.: CIO Says Branding New Department is Key, *IDG News Service*, November 5, 2002.

King, W.R. and Pollalis, Y.A.: Information Technology-based Coordination and Organizational Performance: A Gestalt Approach, *Journal of Computer Information Systems*, Vol.41, No.2, 64-75, Winter 2001.

Kotler, P.: *Marketing Management*, Eleventh Edition, Prentice-Hall, New Jersey, 2003.

Laurent, A.: *Brand New Business*, GovExec.com, October 1, 1999.

Murray, C. (U.S. Forest Service Office of Communications): *Telephone Conversation*, November 18, 2002.

National Weather Service Strategic Plan, http://205.156.54.206/sp/strplan.htm.

NAVSEA Communications Plan 2000, http://www.navsea.navy.mil.

Pollalis, Y.A., Gartenberg, M. and Edmunds, B.: Applying the Balanced Scorecard Methodology in the Public Sector: The Case of the Department of Defense in the United States, *SPOUDAI*, Vol. 54, No.1, 2004.

Pollalis, Y.A. and Koliousis, I.: An Enterprise Performance Measurement System: Using the Balanced Scorecard for Business Improvement, *Journal of Applied Systems Studies*, Vol. 4, No.3, 2003.

Preston, P. (U.S. Department of Transportation): *Telephone Conversation*, November 25, 2002.

Seybold, P.B.: *The Customer Revolution*, Crown Business, 2001.

Shoop, T.: *Bold Government*, GovExec.com, February 2, 2002.

Stalk, G.Jr: *The CEO as Total Brand Manager*, Boston Consulting Group, http://www.bcg.com/publications, 1999.

Winning on the Web, NetIQ Corporation, 2002.

Η σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης και η απαίτηση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης του αγγλικού δικαίου: Πιθανές συνέπειες για τον Έλληνα πλοιοκτήτη και εφοπλιστή

Νικόλαος Μ. Πουλαντζάς

Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Περίληψη

Για πρώτη φορά φέρεται σε γνώση των ελλήνων δικηγόρων και νομικών, που ασχολούνται με τη θαλάσσια ασφάλιση, ένας ειδικός κίνδυνος που ανακύπτει όταν αποδεχθούν (σε συγκεκριμένη ναυτιλιακή ασφαλιστική υπόθεση), την εφαρμογή του αγγλικού δικαίου. Πράγματι, αυτό υποκρύπτει ένα κίνδυνο, διότι το αγγλικό δίκαιο εμπεριέχει και την αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, που είναι άγνωστη στο ελληνικό δίκαιο και δεν έχει περιεχόμενο σαφώς καθορισμένο. Σε περίπτωση δε που γίνει αποδεκτό από το Δικαστήριο ότι πραγματοποιήθηκε παραβίαση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, τότε ο ασφαλισμένος δεν λαμβάνει απολύτως τίποτα.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη, για την άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη στο αγγλικό ναυτικό δίκαιο, δεν είναι θεωρητικού και μόνον ενδιαφέροντος για τους έλληνες νομικούς. Υπάρχει από καιρού εκκρεμής υπόθεση ενώπιον του Πολυμελούς Πρωτοδικείου Αθηνών, όπου σύμφωνα με την προδικαστική απόφαση[1]

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 881-898
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 881-898

8584/1995 του παραπάνω Δικαστηρίου υποχρεώθηκε η ενάγουσα ελληνική εταιρία περιορισμένης ευθύνης (που εδρεύει σε προάστιο των Αθηνών, και είχε ασφαλίσει μία θαλαμηγό της οποίας ήταν πλοιοκτήτρια) να αποδείξει, με κάθε νόμιμο αποδεικτικό μέσο και με μάρτυρες, καθώς και με έγγραφες πληροφορίες του Ινστιτούτου Διεθνούς και Αλλοδαπού Δικαίου, που εδρεύει στην Αθήνα, το περιεχόμενο του αγγλικού δικαίου αναφορικά, μεταξύ των άλλων, και με «τις προϋποθέσεις απαλλαγής του ασφαλιστή» (που είναι, στη συγκεκριμένη περίπτωση, μία αγγλική ασφαλιστική εταιρία) «από την ευθύνη του προς καταβολή της ασφαλιστικής αποζημίωσης».

Έτσι, στην παραπάνω υπόθεση εξετάζονται, από αρκετών ετών, ενώπιον εισηγητή, Έλληνες Καθηγητές Πανεπιστημίου και Άγγλοι και Έλληνες Δικηγόροι, ως μάρτυρες (expert-witnesses) των διαδίκων, και αναπτύσσουν, μεταξύ των άλλων, και την έννοια της «άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης», σύμφωνα με το αγγλικό ναυτικό δίκαιο. Πράγματι, η μία των εναγομένων εταιριών (η προαναφερθείσα αγγλική ασφαλιστική εταιρία) είχε προβάλει, με τις Προτάσεις της ενώπιον του Πολ. Πρωτοδικείου Αθηνών, την παραβίαση της «άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης» του αγγλικού ναυτικού δικαίου, εκ μέρους της ενάγουσας ελληνικής εταιρίας, που είχε ασφαλίσει στην παραπάνω εναγόμενη αγγλική ασφαλιστική εταιρία μία θαλαμηγό, της οποίας ήταν πλοιοκτήτρια, όπως προαναφέραμε. Την παραβίαση αυτή αρνείτο η ασφαλισμένη ενάγουσα ελληνική εταιρία.

Το Πολ. Πρωτοδικείο Αθηνών είχε δεχθεί στην ανωτέρω προδικαστική του απόφαση 8584/1995 ότι, σχετικά με τη συμβατική σχέση της ενάγουσας ελληνικής εταιρία με την ανωτέρω εναγομένη αγγλική ασφαλιστική εταιρία, «εφαρμοστέο είναι το αγγλικό δίκαιο, αφού όπως συνομολογείται εκατέρωθεν, αυτό όρισαν τα μέρη προς ρύθμιση της επίδικης σχέσης τους». Συνεπώς, ευθύς αμέσως διαπιστώνουμε ότι η έννοια της «άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης» του αγγλικού ναυτικού δικαίου δεν μπορεί να αφήσει αδιάφορο, σε αρκετές περιπτώσεις, τον Έλληνα πλοιοκτήτη ή εφοπλιστή.

Πράγματι, όπως θα δούμε στη συνέχεια, όχι μόνο βάσει της νομολογίας από του 1766 των αγγλικών δικαστηρίων, αλλά και σύμφωνα με το Τμήμα (Section) 17 της αγγλικής Marine Insurance

Act του 1906, η σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης είναι μία σύμβαση που βασίζεται επί της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, και αν η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη δεν τηρηθεί από ένα από τα συμβαλλόμενα μέρη, το άλλο συμβαλλόμενο μέρος έχει το δικαίωμα να θεωρήσει ως άκυρη τη σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης. Σε αυτή δε την περίπτωση αναφέρεται, εμμέσως, το απόσπασμα της προδικαστικής απόφασης 8584/1995 του Πολ. Πρωτοδικείου Αθηνών που παραθέσαμε προηγουμένως.

Θα σημειώσουμε παρεπιμπτόντως, ότι κατά το ελληνικό δίκαιο, σχετικά με το θέμα της καλής πίστης στη θαλάσσια ασφάλιση, έχουν βέβαια εφαρμογή και οι γενικές διατάξεις περί καλής πίστης του ελληνικού Αστικού Κώδικα. Έτσι, π.χ. το άρθρο 200 Α.Κ., ορίζει ότι «οι συμβάσεις ερμηνεύονται όπως απαιτεί η καλή πίστη, αφού ληφθούν υπόψη και τα συναλλακτικά ήθη». Ενώ το άρθρο 173 Α.Κ. προβλέπει ότι «κατά την ερμηνεία της δήλωσης βουλήσεως αναζητείται η αληθινή βούληση χωρίς προσήλωση στις λέξεις». Περαιτέρω, το άρθρο 288 Α.Κ. ορίζει ότι «ο οφειλέτης έχει υποχρέωση να εκπληρώσει την παροχή όπως απαιτεί η καλή πίστη, αφού ληφθούν υπόψη και τα συναλλακτικά ήθη»[2]. Βέβαια, υπάρχει και το βασικό άρθρο 281 του Α.Κ. για την κατάχρηση δικαιώματος, που αναγράφει ότι «η άσκηση του δικαιώματος απαγορεύεται αν υπερβαίνει προφανώς τα όρια που επιβάλλουν η καλή πίστη ή τα χρηστά ήθη ή ο κοινωνικός ή ο οικονομικός σκοπός του δικαιώματος»[3].

2. Γενικά. Η σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης

Η θαλάσσια ασφάλιση πλοίων, φορτίων, κ.λπ., λόγω των κινδύνων που παρουσιάζει το περιβάλλον στο οποίο κινείται το πλοίο, και των ειδικών συνθηκών της μεταφοράς εμπορευμάτων, εμφανίζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά[4]. Για το λόγο αυτό το θέμα της καλής πίστης του ασφαλισμένου ή του ασφαλιστή έχει μεγάλη σπουδαιότητα.

Αν η θαλάσσια ασφάλιση διέπεται από το Ελληνικό Δίκαιο, τότε εφαρμόζονται τα άρθρα 257-288 του «Κώδικος Ιδιωτικού Ναυτικού Δικαίου» (ν. 3816/1958), «Περί Θαλάσσιας Ασφαλίσεως»[5]. Το άρθρο 257 του ΚΙΝΔ παραπέμπει και στην εφαρ-

μογή των άρθρων 189-225 του Εμπορικού Νόμου «περί της Ασφαλιστικής Συμβάσεως» εν γένει. Τα άρθρα όμως αυτά του Εμπορικού Νόμου, καταργήθηκαν με το άρθρο 33 παρ. 2 του Ν. 2496/1997. Τώρα, τα άρθρα 257 και 258 του ΚΙΝΔ αντικαταστάθηκαν από το άρθρο 2 παρ. 1 του Ν. 2496/1997[6].

Σχετικά με το θέμα της καλής πίστης στη θαλάσσια ασφάλιση, κατά το ελληνικό δίκαιο, έχουν βέβαια εφαρμογή και οι γενικές διατάξεις περί καλής πίστης του ελληνικού Αστικού Κώδικα, που αναφέραμε προηγουμένως, λόγω των περιορισμένων διατάξεων του ΚΙΝΔ και του Εμπορικού Νόμου.

Το άρθρο 277, παρ. 3 του ΚΙΝΔ –που διαπραγματεύεται το θέμα της απαλλοτρίωσης ασφαλισμένου πλοίου ή φορτίου– αναφέρει ρητώς ότι «επί ασφαλίσεως φορτίου, ο ασφαλιστής δύναται να αντιτάξη την μη καταβολήν του ασφαλίστρου και την εντεύθεν απαλλαγήν αυτού, έναντι του νέου κτήτορος, μόνο αν ο τελευταίος ούτος τελεί εν κακή πίστει»[7].

Σχετικά με το θέμα της απόκρυψης ή παραποίησης ουσιώδους περιστατικού που αφορά την ασφάλιση του φορτίου του πλοίου[8], το άρθρο 261 του ΚΙΝΔ αναφέρει ότι «εάν η ασφάλισις αφορά εις πράγματα μη καθιερωμένα ή ορισμένα μόνον κατά γένος, μέλλοντα να φορτωθούν κατά τμήματα ή και εφ' άπαξ επί πλοίων ορισθέντων ή μη (τρέχουσα ασφάλισις), η ασφάλισις καλύπτει εκάστην γενομένην φόρτωσιν, του ησφαλισμένου υποχρεωμένου, επί ποινή αποζημιώσεως, *όπως γνωστοποιεί ταύτην αμελλητί εις τον ασφαλιστήν*»[9].

Πάντως, οι διατάξεις του ελληνικού ναυτασφαλιστικού δικαίου καθώς και μερικών άλλων ευρωπαϊκών χωρών –παρόλες τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εναρμόνιση του δικαίου της ναυτασφαλιστικής σύμβασης– δεν είναι αρκετά αυστηρές, με αποτέλεσμα να λαμβάνουν χώρα πολλές καταχρήσεις των όρων του ναυτασφαλιστικού συμβολαίου. Γι' αυτό το λόγο αρκετές αγγλικές ναυτασφαλιστικές εταιρίες απαιτούν, ορισμένες φορές, στα συμβόλαια θαλάσσιας ασφάλισης που συνάπτουν με ναυτιλιακές εταιρίες άλλων χωρών, να συμπεριλαμβάνεται στο συμβόλαιο και ο όρος ότι η ασφάλιση θα διέπεται από το αγγλικό δίκαιο το οποίο θα εφαρμόζεται[10].

Μάλιστα, μερικές αγγλικές ναυτασφαλιστικές εταιρίες προχω-

ρούν, ορισμένες φορές, ακόμα περισσότερο και απαιτούν στα συμβόλαια θαλάσσιας ασφάλισης, που συνάπτουν με ναυτιλιακές εταιρίες άλλων κρατών, να συμπεριλαμβάνεται και «jurisdictional clause» (όρος δικαιοδοσίας συγκεκριμένου δικαστηρίου), βάσει του οποίου, σε περίπτωση οιουδήποτε είδους διαφορών μεταξύ των συμβαλλομένων (συμπεριλαμβανομένων βέβαια και των διαφορών σχετικά με την ερμηνεία, κ.λπ. του ναυτασφαλιστικού συμβολαίου), αρμόδιο για την εκδίκαση θα είναι οπωσδήποτε αγγλικό δικαστήριο.

Η απαίτηση των άγγλων ναυτασφαλιστών για εφαρμογή του αγγλικού δικαίου, και, ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις και για τη δικαιοδοσία των αγγλικών δικαστηρίων, δεν οφείλεται σε αμφιβολίες για το αμερόληπτο των ξένων δικαστών, αλλά απλούστατα οφείλεται στο ότι οι άγγλοι ναυτασφαλιστές έχουν ορισμένους ενδοιασμούς κατά πόσον τα ξένα δικαστήρια (όταν εφαρμόζεται το αγγλικό δίκαιο) είναι απόλυτα ενήμερα όλων των ιδιομορφιών του αγγλικού ναυτικού δικαίου. Μεταξύ των ιδιομορφιών αυτών συμπεριλαμβάνεται, βέβαια, και η έννοια της τήρησης της «άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης». Η παραβίαση αυτή έχει ως συνέπεια (όπως προαναφέραμε), ότι ο συμβαλλόμενος του παραβιάσαντος την «άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη» έχει το δικαίωμα να θεωρήσει άκυρη τη σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης, και, έτσι, ο παραβιάσας δεν θα λάβει απολύτως τίποτα. Οι άγγλοι νομικοί φοβούνται ότι εάν ξένοι δικαστές εφήρμοζαν το αγγλικό ναυτικό δίκαιο, θα θεωρούσαν (βάσει μιας σκέψης επιείκειας) την παραπάνω συνέπεια της «άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης» ως υπερβολική, και θα μπορούσαν να ζητήσουν τρόπο ή πρόσχημα για να αποφύγουν την εφαρμογή της.

3. Η έννοια της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης (uberrimae fidei) στο αγγλικό δίκαιο

Το αγγλικό δίκαιο και η αγγλική πρακτική και νομολογία στο θέμα της θαλάσσιας ασφάλισης διαφέρουν από το ελληνικό δίκαιο και την πρακτική, καθώς και από τη νομολογία των ελληνικών δικαστηρίων.

Στο αγγλικό δίκαιο, και γενικότερα στο αγγλο-σαξονικό δί-

καιο της θαλάσσιας ασφάλισης, ισχύει η αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης (στα Λατινικά: uberrimae fidei, που σημαίνει στα Αγγλικά: of the utmost good faith).

Η αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης στο δίκαιο της θαλάσσιας ασφάλισης έλκει την καταγωγή της, όπως θα δούμε παρακάτω, από παλιά, από τη νομολογία των Αγγλικών Δικαστηρίων[11]. Όπως είναι γνωστό, το Αγγλικό Δίκαιο στηρίζεται επί της νομολογίας.

Πάντως, για να είναι βέβαιος ο νομοθέτης στην Αγγλία ότι η αρχή αυτή δεν πρόκειται να ατονήσει και ότι θα συνεχίσει να εφαρμόζεται αυστηρά, την καθιέρωσε και νομοθετικά. Αυτό είναι αρκετά σπάνιο στην αγγλική πρακτική (που στηρίζεται επί της νομολογίας, όπως προαναφέραμε), και αποδεικνύει τη μεγάλη σημασία που αποδίδει το αγγλικό δίκαιο, από τόσο μάλιστα παλιά, στην αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης.

Έτσι, όπως έχουμε ήδη μνημονεύσει, ο αγγλικός νόμος επί της θαλάσσιας ασφάλισης (Marine Insurance Act) του 1906, που ισχύει ακόμα στο Αγγλικό Δίκαιο χωρίς καμία αλλαγή, στο τμήμα (Section) 17 ορίζει επί λέξει τα παρακάτω:

«17. Η σύμβαση θαλάσσιας ασφάλισης είναι μια σύμβαση που βασίζεται επί της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης και, αν η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη δεν τηρηθεί από το ένα ή το άλλο από τα μέρη, η σύμβαση μπορεί να θεωρηθεί άκυρη από το άλλο μέρος».

Συνεπώς, το τμήμα 17 του ανωτέρω αγγλικού νόμου του 1906 επί της θαλάσσιας ασφάλισης απαιτεί την τήρηση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης για την εγκυρότητα της σύμβασης θαλάσσιας ασφάλισης. Η τήρηση απλώς καλής πίστης, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, δεν είναι αρκετή για την εγκυρότητα της σύμβασης θαλάσσιας ασφάλισης κατά το αγγλικό δίκαιο. Πάντως, δεν είναι αναγκαία η απόδειξη απατηλής συμπεριφοράς ενός των μερών για την εφαρμογή του τμήματος 17 του ανωτέρω αγγλικού νόμου περί θαλάσσιας ασφάλισης του 1906[12].

Η τήρηση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης ισχύει βέβαια και για τα δύο μέρη, δηλαδή τόσο για τον ασφαλιστή όσο και για τον ασφαλισμένο. Είναι δηλαδή αμοιβαία και αμφοτεροβαρής, δηλαδή τόσον εκ μέρους του ασφαλισμένου όσον και εκ μέρους του ασφαλιστή. Αποτελεί δε, κατά το αγγλικό δί-

καιο, όπως αναφέρουμε προηγουμένως, μία από τις περιπτώσεις απαλλαγής του ασφαλιστή από την ευθύνη του για την καταβολή της ασφαλιστικής αποζημίωσης.

Υπάρχει δε η εξής αντιδιαστολή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης σε σχέση με την καλή πίστη στο πλαίσιο του αγγλικού δικαίου. Όλο το δίκαιο των συμβάσεων στην Αγγλία στηρίζεται επί της καλής πίστης. Το Δίκαιο όμως της Ναυτασφάλισης στην Αγγλία, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που συνδέονται με τη ναυσιπλοΐα, απαιτεί ένα υψηλότερο βαθμό τιμιότητας και ευθύτητας. Κατά συνέπεια, καθιερώθηκε στη ναυτασφάλιση, στο αγγλικό δίκαιο, η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη, και δεν θεωρήθηκε αρκετή η ύπαρξη απλώς της καλής πίστης. Ως εκ τούτου, στο αγγλικό δίκαιο, οι συμβάσεις θαλάσσιας ασφάλισης, λόγω της απαίτησης της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, ξεχωρίζουν από όλες τις άλλες συμβάσεις του αγγλικού δικαίου.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η αναγκαιότητα της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης είναι περισσότερο επιτακτική στη θαλάσσια ασφάλιση, από την ασφάλιση σε άλλους κλάδους, διότι οι κίνδυνοι στη θάλασσα είναι μεγαλύτεροι και πιο απρόβλεπτοι[13].

Η μόνη άλλη εξαίρεση στο αγγλικό δίκαιο, πέραν από τη θαλάσσια ασφάλιση, όπου απαιτείται επίσης η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη, είναι η πυρασφάλιση, και εννοούμε και στη ξηρά[14].

Ορισμένοι Άγγλοι συγγραφείς θεώρησαν ότι η αναγκαιότητα για την ύπαρξη της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης (αν και ισχύει, όπως προανέφερα και για τα δύο μέρη, δηλ. τόσον για τον ασφαλισμένο όσον και για τον ασφαλιστή), εντούτοις η απαίτηση αυτή τέθηκε ιδιαίτερα προς όφελος του ασφαλιστή και όχι του ασφαλισμένου, ώστε να μην αφήνεται ο ασφαλιστής στο έλεος του ασφαλισμένου[15].

4. Η νομολογία των αγγλικων δικαστηρίων σχετικά με το θέμα της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης στο αγγλικό ναυτασφαλιστικό δίκαιο

Η νομολογία των αγγλικών δικαστηρίων εκφράζει επί συνεχούς και πάγιας βάσης το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης (επί της οποίας βασίζονται οι συμβάσεις θαλάσσιας ασφάλισης σύμφωνα με το αγγλικό δίκαιο) ήδη από

την απόφαση του Λόρδου Mansfield στην υπόθεση Carter κατά Boehm του 1766[16].

Άλλες γνωστές στο αγγλικό δίκαιο υποθέσεις του δεκάτου εννάτου αιώνα, όπου αναφέρθηκε, μεταξύ άλλων, και η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη σαν ένας από τους λόγους απαλλαγής του ασφαλιστή από την ευθύνη του για καταβολή της ασφαλιστικής αποζημίωσης, είναι οι ακόλουθες δύο υποθέσεις:

Πρώτον: η υπόθεση Britton κατά Royal Insurance Company του 1866[17], και

Δεύτερον: η υπόθεση Blackburn Low του 1881 και 1887[18].

Οι δύο αυτές υποθέσεις εξάλλου αναφέρθηκαν μεταγενέστερα, ως σχετιζόμενες με την άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη, στην απόφαση αγγλικού δικαστηρίου στην υπόθεση Black King Shipping Corporation and Wayang (Panama) S.A. κατά Mark Randall Massie, που είναι κοινώς γνωστή στην Αγγλία –όπως προαναφέραμε– ως The Litsion Pride (1985/1986) υπόθεση[19], από το όνομα του πλοίου. Την υπόθεση αυτή θα εξετάσουμε με περισσότερες λεπτομέρειες παρακάτω.

Έτσι, το Αγγλικό Δικαστήριο στην υπόθεση αυτή ανέφερε, μεταξύ άλλων, και τα εξής[20]:

«Όσον αφορά τις απαιτήσεις, θεώρησα ότι η γενική αρχή που απαιτεί τη μεγίστη δυνατή καλή πίστη πρέπει επίσης να εφαρμοστεί. Αυτή ήταν βέβαια η άποψη του Δικαστή Willes όταν προέβη σε ανακεφαλαίωση στην υπόθεση Britton κατά Royal Insurance (1866) (4 F & F 905) σχετικά με μία απατηλή απαίτηση:»

«Ο νόμος που εφαρμόζεται σε υπόθεση αυτού του είδους βρίσκεται σε συμφωνία με την έννοια της δικαιοσύνης καθώς επίσης και με την έννοια ενός ορθού ασφαλιστηρίου. Ο νόμος είναι ότι σε ένα άτομο, που προέβαλε μία παρόμοια απατηλή απαίτηση, δεν πρέπει να επιτραπεί να λάβει οποιαδήποτε αποζημίωση. Η ασφαλιστική σύμβαση είναι μία σύμβαση τέλειας καλής πίστης ως προς αμφότερα τα μέρη και είναι σπουδαιότατο ότι καλή πίστη αυτού του επιπέδου πρέπει να τηρηθεί. Αποτελεί συνήθη πρακτική να καταχωρούνται σε ασφαλιστήρια κατά πυρκαγιών όροι σύμφωνα με τους οποίους τα ασφαλιστήρια αυτά θα είναι άκυρα σε περίπτωση απατηλής απαίτησης. Υπήρχε δε παρόμοιος όρος στην παρούσα υπόθεση. Πρέπει δε να προ-

στεθεί ότι όρος αυτού του είδους βρίσκεται σε συμφωνία με τις γενικές αρχές δικαίου καθώς επίσης και με την έννοια ενός ορθού ασφαλιστήριου. Θα ήταν εξαιρετικά επικίνδυνο να επιτραπεί στα μέρη να προβούν σε τέτοιες δόλιες πράξεις και, παρά τα ψεύδη τους και τις δόλιες πράξεις τους, να τους επιτραπεί να αποζημιωθούν για την πραγματική αξία των καταστραφέντων αγαθών».

Το Δικαστήριο συνεχίζει ως ακολούθως:

«Επιπρόσθετα, στο κλασικό και θεωρούμενο σήμερα ως αυθεντία σύγγραμμα που διδάσκεται στα Πανεπιστήμια, *Το Δίκαιο της Ασφάλισης κατά Πυρκαγιών*, των Baker Welford και Otter-Barry (4η έκδοση, 1948), η παράγραφος υπό την επικεφαλίδα «απατηλές απαιτήσεις», στη σελ. 289, αρχίζει ως εξής:

«Δεδομένου ότι είναι το καθήκον του δικαιούχου ασφαλιστικής αποζημίωσης να επιδεικνύει, πάντοτε και από πάσα άποψη, τη μεγίστη δυνατή καλή πίστη έναντι των ασφαλιστών, η απαίτηση την οποία προβάλλει ο πρώτος πρέπει να είναι τίμια...»

Σε άλλο σημείο της ίδιας παραπάνω υπόθεσης (σελ. 513 & 514 στήλη 2, των ως άνω Lloyd's Law Reports 437), το αγγλικό Δικαστήριο αποφαίνεται:

«Κατά συνέπεια αποφασίζω ότι οποιαδήποτε απατηλή δήλωση, που θα επηρέαζε την απόφαση ενός συνετού ασφαλιστή στο να δεχθεί ή να απορρίψει την απαίτηση ή να συμβιβαστεί σχετικά με αυτή, αποτελεί σημαντικό στοιχείο (πρβλ. τμήμα 19 (2) του Νόμου»...[21]

«Κατά τη κρίση μου», αποφαίνεται περαιτέρω το Δικαστήριο, «είναι σαφές ότι στην παρούσα υπόθεση η παρουσίαση της απαίτησης στους ασφαλιστές ήταν απόλυτα αποτέλεσμα εξουσιοδότησης για να το πράξουν από τους ιδιοκτήτες προς τους μεσίτες ασφαλίσεων που χρησιμοποίησαν στο δεδομένο στάδιο. Συνεπώς, βασιζόμενος επί της Απόφασης που εκδόθηκε στην υπόθεση Blackburn Low, αποφαίνομαι ότι οι μεσίτες ασφαλίσεων πράγματι αντιπροσώπευσαν τους ιδιοκτήτες σε αυτό το στάδιο και ότι, κατά συνέπεια, οιοσδήποτε δόλος ή απάτη, που διέπραξαν οι μεσίτες κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των καθηκόντων τους αυτών, πρέπει να αποδοθεί στους ιδιοκτήτες. Αυτό βρίσκεται σε πλήρη αρμονία με το υπόδειγμα που προσφέρουν τα

τμήματα 17 και 19 του Νόμου, που διαπραγματεύονται στενά συνδεόμενο θέμα, σε αντίθεση με το πολύ απομακρυσμένο ζήτημα που αποτελεί το αντικείμενο των τμημάτων 39 και 55»[22].

5. Η έκταση και η διάρκεια της υποχρέωσης της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης κατά το αγγλικό δίκαιο και τη νομολογία

Το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης (τόσον εκ μέρους του ασφαλισμένου όσον και εκ μέρους του ασφαλιστή) δεν ολοκληρώνεται με τη σύναψη της ασφαλιστικής σύμβασης, αλλά επεκτείνεται και πέραν της σύναψης αυτής της σύμβασης.

Η υποχρέωση μάλιστα της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης επεκτείνεται και πέραν της επέλευσης του ασφαλιστικού κινδύνου, και καλύπτει, μέχρι το τέλος, τη συμπεριφορά του ασφαλισμένου και του ασφαλιστή.

Έτσι, στην υπόθεση The Star Sea του 1997, το αγγλικό δικαστήριο απεφάνθη ότι το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης εξακολουθεί να υφίσταται και μετά τη σύναψη της σύμβασης ασφάλισης και την επέλευση του ασφαλιστικού κινδύνου[23]. Πάντως, το Δικαστήριο απεφάνθη, στην πρώτη φάση της υπόθεσης (1995) ότι το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης του ασφαλιστή έναντι του ασφαλισμένου περατούται ευθύς ως ο δεύτερος κατέθεσε και επέδωσε αγωγή στον πρώτο.

Η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη είναι πολύ ευρύτερη (και από την άποψη του χρονικού διαστήματος που καλύπτει) δηλαδή και μετά την επέλευση του ασφαλιστικού κινδύνου και διαφοροποιείται για το λόγο αυτό, από την υποχρέωση του ασφαλιζόμενου ή του αντιπροσώπου του (agent) για δήλωση στον ασφαλιστή όλων των ουσιωδών γεγονότων (disclosure) που σχετίζονται με τη σύμβαση ασφάλισης που πρόκειται να συναφθεί. Η υποχρέωση αυτή δήλωσης (disclosure) καθιερώνεται από τα Τμήματα (Sections) 18 και 19 του αγγλικού νόμου επί της θαλάσσιας ασφάλισης (Marine Insurance Act) του 1906. Η δήλωση αυτή όλων των ουσιωδών γεγονότων που σχετίζονται με τη

σύμβαση ασφάλισης που πρόκειται να καταρτισθεί αφορά βέβαια το χρονικό διάστημα *μέχρι πριν* από τη σύναψη της ασφαλιστικής σύμβασης[24].

Η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη είναι πολύ ευρύτερη (και λόγω του χρονικού διαστήματος που καλύπτει) και από την υποχρέωση του ασφαλιζόμενου ή του αντιπροσώπου του (agent) να μην προβεί σε ψευδή δήλωση (misrepresentation) προς τον ασφαλιστή επί ουσιώδους γεγονότος κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων και πριν από τη σύναψη της ασφαλιστικής σύμβασης, υποχρέωση που προβλέπεται από το Τμήμα (Section) 20 του αγγλικού νόμου επί της θαλάσσιας ασφάλισης (Marine Insurance Act) του 1906[25].

Η άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη είναι πολύ ευρύτερη, μεταξύ των άλλων, και για τον ίδιο λόγο που προαναφέραμε, ότι δηλαδή καλύπτει το διάστημα και μετά τη σύναψη της ασφαλιστικής σύμβασης, αλλά και μετά την επέλευση του ασφαλιστικού κινδύνου, και καλυπτει μέχρι το τέλος, όπως ήδη αναφέραμε, τη συμπεριφορά ασφαλισμένου και ασφαλιστή.

Έτσι, ο ασφαλισμένος υπόκειται στο καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, και όταν επήλθε ο ασφαλιστικός κίνδυνος και υποβάλλει στον ασφαλιστή λεπτομερή δήλωση για τις ζημιές ή απώλειές του, προκειμένου να προβάλει την απαίτησή του[26].

Από τις αποφάσεις των αγγλικών δικαστηρίων που αναφέραμε, θεωρούμε την απόφαση στην υπόθεση The Litsion Pride (1985/86) ως την κορυφαία απόφαση των τελευταίων δεκαετιών της αγγλικής νομολογίας, σχετικά με την έννοια της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης.

Η απόφαση του αγγλικού δικαστηρίου στην υπόθεση The Star Sea (1996/97), που προαναφέραμε, αν και αναφέρεται επανειλημμένως στην υποχρέωση για την τήρηση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, θεωρείται δευτερεύουσας σημασίας σε σχέση με την προηγούμενη, δηλ. The Litsion Pride (1985/86), σύμφωνα και με τα τελευταία συγγράμματα άγγλων συγγραφέων επί του Ναυτασφαλιστικού Δικαίου[27].

Η υποχρέωση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης είναι γενικής φύσης, και καλύπτει κατά συνέπεια, σε όλες της τις

μορφές και σε όλη της την έκταση τη σύμβαση της θαλάσσιας ασφάλισης. Η αγγλική νομολογία είναι σαφής επί του θέματος αυτού[28].

Η πολύ ευρύτερη έννοια της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης σε σχέση με την υποχρέωση της δήλωσης (disclosure) και της μη ψευδούς δήλωσης (misrepresentation), καθώς και το ότι είναι γενικής φύσης, υποδηλώνει τη μεγάλη σπουδαιότητα της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης μέσα στο πλαίσιο της θαλάσσιας ασφάλισης του αγγλικού δικαίου.

Πρέπει να τονιστεί ότι η υποχρέωση δήλωσης (disclosure) των τμημάτων 18 και 19, καθώς και η υποχρέωση μη ψευδούς δήλωσης (misrepresentation) του τμήματος 20 του αγγλικού νόμου περί θαλάσσιας ασφάλισης (1906) αποτελούν εν μέρει ειδικότερες εφαρμογές που απορρέουν από το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης. Ακριβώς δε για το λόγο αυτό προηγείται το Τμήμα 17 του παραπάνω νόμου, που αναφέρεται στην άκρα μεγίστη δυνατή καλή πίστη, των Τμημάτων 18, 19 και 20, που καθορίζουν την υποχρέωση δήλωσης και μη ψευδούς δήλωσης του ασφαλιζόμενου. Πάντως, οι δύο τελευταίες υποχρεώσεις είναι, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, μόνο εν μέρει ειδικότερες εφαρμογές του καθήκοντος της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, που είναι πολύ ευρύτερη έννοια[29].

6. Η έννοια του de minimus στο αγγλικό δίκαιο και η υποχρέωση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης

Με την έννοια de minimus στο αγγλικό δίκαιο εννοούνται θέματα τελείως ασήμαντα με τα οποία δεν θα πρέπει να ασχοληθεί το Δικαστήριο[30].

Η αρχή de minimus χρησιμοποιείται μερικές φορές στο αγγλικό ναυτασφαλιστικό δίκαιο ως ένσταση κατά της εφαρμογής από το δικαστήριο της αρχής της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης[31]. Υπάρχουν δε αρκετές περιπτώσεις όπου οι ασφαλιστές επικαλούνται την παραποίηση ή απόκρυψη ενός ασήμαντου ή μεμονωμένου περιστατικού ως ουσιώδους περιστατικού για να μην καταβάλουν την ασφαλιστική αποζημίωση.

Κατά τη γνώμη μας όμως, η αρχή de minimus εφαρμόζεται

μόνο στην περίπτωση της απλής καλής πίστης. Στην περίπτωση του τμήματος 17 του αγγλικού νόμου περί θαλάσσιας ασφάλισης (1906), που αναφέρεται στο καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, η αρχή de minimus έχει ελάχιστη εφαρμογή, διότι άλλως θα κατέληγε, κατ τη γνώμη μας, με το πρόσχημα της εφαρμογής του de minimus, στην εξουδετέρωση και παραβίαση της αρχής της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης.

Το Ανώτατο Δικαστήριο (House of Lords) της Αγγλίας, με την από 25 Ιουλίου 1994 Απόφασή του[32], και με μικρή πλειοψηφία τριών έναντι δύο δικαστών, δέχθηκε την ύπαρξη ενός αντικειμενικού κριτηρίου για την ύπαρξη ή μη ενός ουσιώδους περιστατικού σε σχέση με μία ασφαλιστική σύμβαση. Συγχρόνως όμως, εισήγαγε και ένα υποκειμενικό κριτήριο, το οποίο συναντά δυσχέρειες στην απόδειξη. Κατά πόσο δηλαδή, το περιστατικό που απέκρυψε ή παραποίησε ο ασφαλισμένος κατά τη σύναψη της σύμβασης ναυτασφάλισης, μπορούσε να επηρεάσει τον ασφαλιστή ώστε να αναλάβει τον κίνδυνο (actual inducement).

7. Συμπέρασμα

Συνεπώς, οι ελληνικών συμφερόντων πλοιοκτήτριες εταιρίες ας έχουν υπόψη τους ότι όταν συνάπτουν σύμβαση με αγγλική ασφαλιστική εταιρία, όπου γίνεται δεκτό και από τα δύο μέρη ότι σε οποιοδήποτε συμβάν θα είναι εφαρμοστέο το αγγλικό δίκαιο, θα πρέπει στην περίπτωση αυτή, οι νομικοί τους σύμβουλοι να είναι εξαιρετικά προσεκτικοί, για να μην παραβούν οι εταιρίες που εκπροσωπούν την αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, νομικής έννοιας που είναι άγνωστη στο ελληνικό δίκαιο.

Εάν υπάρξει κάποια παράβαση της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης, είναι βέβαιο ότι η αγγλική ασφαλιστική εταιρία δεν θα παραλείψει να επικαλεστεί το γεγονός αυτό για να μην καταβάλει απολύτως τίποτα στην ασφαλισμένη εταιρία. Αυτό βέβαια υπό την προϋπόθεση ότι η αγγλική ασφαλιστική εταιρία θα καταφέρει να αποδείξει την παράβαση αυτή.

Υποσημειώσεις

1. Όπως είναι γνωστό, μετά την τροποποίηση του Κώδικα Πολ. Δικονομίας με τους νόμους 2915/2001, 3043/2002 και 3089/2002, επιτρέπεται στο Δικαστήριο μόνο κατ' εξαίρεση (αν υπάρχει ανάγκη αυτοψίας ή πραγματογνωμοσύνης) να εκδίδει προδικαστικές αποφάσεις.
2. Τα συναλλακτικά ήθη, κατά το ελληνικό δίκαιο, προσδιορίζουν και την καλή πίστη των συμβαλλομένων, που θα κρίνει τελικά και τη νομιμότητα της συμπεριφοράς του. Όπως έχει τονίσει και ο Γ. Μπαλής (*Γενικαί Αρχαί του Αστικού Δικαίου*, 8η έκδ., 1961, σελ. 370), η προστασία που καθιερούται στα άρθρα 281 και 288 Α.Κ. αφορά τη δημόσια τάξη και, κατά συνέπεια, ο περιορισμός του δικαιώματος που τίθεται από τις δύο παραπάνω διατάξεις λαμβάνεται υπόψη και αυτεπάγγελτα από το δικαστήριο.
3. Πρβλ. επίσης τα άρθρα 914 και 919 του Α.Κ.
4. Πρβλ. σχετικά Νικολάου Μ. Πουλαντζά, *Ναυτικό Δίκαιο*, 2η έκδοση επαυξημένη, Αθήνα (2005), σελ. 25, 32 κ.λπ. Γ.Π. Βλάχου, *Η Διακίνηση των Αγαθών και η Ρύπανση του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος*, Αθήνα, 1999 και *Ε. Θαλασσινού, Διεθνή Οικονομικά*, Αθήνα, 1998.
5. Ηλ. Ι. Τσάγκαρι, *Η Θαλάσσια Ασφάλισις*, 1954. Βλ. επίσης, Άλκη Απ. Αργυριάδη, *Περί Συμβάσεως Ασφαλίσεως*, 1975, κ.λπ.
6. Βλ. Α. Σκαλίδη - Ι. Βελέντζα - Χ. Σκαλίδη, *Εμπορικός Κώδικας*, 7η έκδοση, (Συμπληρωμένη-Ενημερωμένη), Θεσσαλονίκη, 2003.
7. Σημαντικές πηγές του δικαίου της ιδιωτικής ασφάλισης στο ελληνικό Ναυτικό Δίκαιο είναι και το Ν.Δ. 400/1970 «περί ιδιωτικής επιχειρήσεως ασφαλίσεως», το Ν.Δ. 551/1970 «περί ιδιωτικής επιχειρήσεως ασφαλίσεως πλοίων και αεροσκαφών», ο Κ.Ν. 489/1976 και ο Ν. 1596/85.
8. Συμπληρωματική εφαρμογή των άρθρων 197-198 του Α.Κ. («Ευθύνη από τις διαπραγματεύσεις»), δεν μπορεί να αποκλειστεί.
9. Η υπογράμμιση είναι δική μας. Για τις ασφαλιστικές ανακοινώσεις κατά τη σύναψη της ασφάλισης και κατά τη διάρκεια αυτής –σχετικά με την αύξηση των κινδύνων– βλ. και το Σχέδιο Οδηγίας της Επιτροπής της ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (Εφ. ΕΚ C 335/30 της 31.12.1980). Βλ. άρθρα 5 και 27 Οδηγ. 88/357/ΕΟΚ, άρθρα 2 και 10 Οδηγ. 90/618/ΕΟΚ, άρθρο 1 και Παράρτημα Οδηγ., 79/267, άρθρο 23 Οδηγ. 92/96/ΕΟΚ, κ.λπ. Βλ. επίσης Julian Maitland Walker, *EC Insurance Directives*, London, 2004.
10. Δεν πρέπει επίσης να παραβλέπουμε το γεγονός ότι οι έντυποι γενικοί όροι των θαλάσσιων ασφαλιστηρίων, σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, έχουν μειώσει σημαντικά τη σπουδαιότητα των διατάξεων του ΚΙΝΔ περί θαλάσσιας ασφάλισης.

    Οι Ρήτρες του Ινστιτούτου Ασφαλιστών του Λονδίνου (A.B.C.) για Φορτία που ισχύουν από της 1ης Ιανουαρίου 1982, για τα νέου τύπου

ασφαλιστήρια συμβόλαια, προβλέπουν στη Ρήτρα 19 (English Law & Practice Clause) ότι «η παρούσα ασφάλιση υπόκειται εις τον αγγλικό νόμο και έθιμο»

11. R.M. Merkin, *Marin Insurance Legislation*, London, 2000. Francis Rose, *Marine Insurance: Law and Practice*, London, 2003. H. Keate and C.L. Stark, *Guide to Marine Insurance*, 12th ed., London, 1958. Peter MacDonald Eggers, κ.λπ. *Good Faith and Insurance Contracts*, 2nd ed., 2004. Ivamy, *Marine Insurance*, 4th ed., 1985. O'May, *On Marine Insurance*, 1993. Chorley and Giles, *Shipping Law*, 8th ed., 1987. Malcolm Clarke, *The Law of Insurance Contracts*, 3rd ed., 1997. Robert M. Merkin, *Compendium of Insurance Law*, Τόμος I (1996) και Τόμος II (1999). Robert Grime, *Shipping Law*, 2nd ed., London, 1991.
12. Βλ. την απόφαση του Ανώτατου Αγγλικού Δικαστηρίου στην υπόθεση Hussain v. Brown (No. 1), 1996-97. Το αγγλικό δικαστήριο απεφάνθη στην υπόθεση αυτή ότι ήταν πρόθυμο να αποδεχθεί την ορθότητα της απόφασης στην υπόθεση The Litsion Pride (1985/1986). Περαιτέρω, το ίδιο Ανώτατο Δικαστήριο απεφάνθη στην ίδια υπόθεση Hussain v. Brown (No. 2) ότι «το καθήκον της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης μπορούσε να ήταν συνεχές και δεν ήταν αναγκαία η απόδειξη απατηλής συμπεριφοράς ενός των μερών».
13. Βλ. τη σημαντική απόφαση του αγγλικού δικαστηρίου στην υπόθεση *Black King Shipping Corporation and Wayang (Panama) S.A. v. Mark Randall Massie* (η οποία είναι κοινώς γνωστή ως *The Litsion Pride*, από το όνομα του πλοίου) (1985/1986) ILLR 437, σελ. 512, στήλη I.
14. Βλ. επίσης το γνωστό σύγγραμμα των *Baker Welford & Otter Barry, The Law Relating to Fire Insurance*, 4η έκδ., 1948, σελ. 289.
15. Βλ. ανωτέρω Malcolm A. Clarke, *The Law of Insurance Contracts*. Επίσης Robert Merkin, *Compedium of Insurance Law*, Τόμος I (1996) και Τόμος II (1999). Πρβλ. και Α. Αργυριάδη, *Στοιχεία Ασφαλιστικού Δικαίου*, 4η έκδ., 1986.
16. Βλ. Carter v. Boehm (1766) 3 Burr 1905.
17. Βλ. Britton v. *Royal Insurance Company* (1866) 4F & F. 905. Υπάρχουν επίσης τρεις αποφάσεις του 19ου αιώνα Δικαστηρίων των Επαρχιών (Provinces) του Καναδά, που εφαρμόζουν την αρχή της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης. Βλ. και την Goulstone's Case.
18. Βλ. Blackburn Low & Co v. Vigors (1887) 12 APP.CASE 531.
19. Βλ. I. Lloyd's *Law Reports* 437, σελ. 512, στήλη 1.
20. Η πιστή αποσπασματική μετάφραση έγινε από μένα.
21. Όπως είδαμε όμως προηγουμένως, η αγγλική νομολογία σε μεταγενέστερη απόφασή της (Hussain v. Brown, 1996-1997), απεφάνθη ότι δεν ήταν αναγκαία η απόδειξη απατηλής συμπεριφοράς ενός των μερών για την εφαρμογή της αρχής της άκρας μεγίστης δυνατής καλής πίστης.
22. *I LLOYD'S LAW REPORTS* 437, σελ. 513 & 514. Διευκρινίζουμε ότι

ήταν το αγγλικό Δικαστήριο αναφέρεται παραπάνω στα τμήματα 39 και 55 του Νόμου, εννοεί τον αγγλικό νόμο επί της θαλάσσιας ασφάλισης του 1906.

23. The *Star Sea* (1995) *I LLOYD'S REP.* 651, (1997) *I LLOYD'S REP.* 360. Βλ. και τις πρόσφατες υποθέσεις THE MERCANDIAN CONTINENT και THE AEGEAN.

24. Βλ. *Contiere Meccanico Brindisimo v. Janson. Meandrew v. Bell. Sawtell v. London* (πλοίο «SOPHIA»). *Beckwaite v. Nalgrove. Russel v. Thorton. De Costa v. Scandret. Westbury v Aberdein «King George». Fitzerherbert v. Marter «Joseph». Gladstone v. King. Lynch v. Hamilton.* Βλ. και τις πρόσφατες υποθέσεις HIH *Casualty and General Insurance Ltd. v. Chase Manhattan Bank. Brotherton v. Aseguradora Colseguros S.A.*, και *Drake Insurance v. Provident Insurance.*

25. Βλ. *Phillis v. Brutton. MacDowall v. Fraser. Steel v. Lacy Ionides v. Pacific Fire and Marine Insurance Co* (πλοίο «Socrates»). Hubbard v. Glover (Δικαστής Ellenborough). *Brine v. Featherstone. Hamilton and Co v. Eagle Star British Dominions Insurance Co. Ltd.*, κ.λπ.

26. Βλ. και τις σχετικά νέες αποφάσεις των αγγλικών δικαστηρίων, που αναφέραμε προηγουμένως: 1) *Black King Shipping Corporation v. Massie* (1985/86), που, όπως προαναφέραμε, είναι γνωστή ως *The Litsion Pride*, από το όνομα του πλοίου. 2) The Star Sea (1996/97).

27. Βλ. τα γνωστά συγγράμματα που προαναφέραμε των Malcolm Clarke, *The Law of Insurance*, 3η έκδ. (1997) και Robert Merkin, *Compedium of Insurance Law*, Τόμος I (1996) και Τόμος II (1999).

28. Βλ. τις αποφάσεις των αγγλικών δικαστηρίων στις ακόλουθες υποθέσεις: 1) *Container Transport International v. Oceanus Mutual* (1984). 2) *Mark Rich and AG v. Portman* (1996). 3) *The Captain Panagos* (1986). 4) *Parker and Heard Ltd. v. Generali Assicurazioni Spa* (1988). 5) *Bucks Printing Press Ltd. v. Prudential Assurance* (1991). 6) *ORAPKO v. Barklays Insurance Services Ltd* (1995). 7) *Transthene Packaging v. Royal Insurance (U.K.) Ltd.* (1996). 8) *Galloway v. Guardian Royal Exchange* (U.K.) Ltd (1997).

29. Διονύσιος Μ. Πουλαντζάς, «Legal Protection of Management Methods: Some Proposals», *Chitty's Law Journal*, Τορόντο, 1975, σελ. 274-283.

30. Βλ. *The Concise Dictionary of Law*, Oxford, 1986, σελ. 108. W.J. Flynn, *A Handbook of Canadian Legal Terminology*, 1986, σελ. 23.

31. Βλ. την απόφαση του Commercial Court της 26-1-2001 *Decorum Investments Ltd. v. Atkin* («The Elena G»).

32. *Pan Atlantic Insur. Co v. Pine Top Insur. Co.* (1994).

Βιβλιογραφία

Αργυριάδη, Α.: *Περί Συμβάσεως Ασφαλίσεως*, 1975.
Αργυριάδη, Α.: *Στοιχεία Ασφαλιστικού Δικαίου*, 1986.
Βλάχου, Γ.Π.: *Η Διακίνηση των Αγαθών και η Ρύπανση του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος*, Αθήνα, 1999.
Chorley and Giles: *Shipping Law*, 1987.
Eggers, P.M. et al.: *Good Faith and Insurance Contracts*, 2004.
Θαλασσινού, Ε.: *Διεθνή Οικονομικά*, Αθήνα, 1998.
Grime, R.: *Shipping Law*, London, 1991.
Ivamy: *Marine Insurance*, 1985.
Keate, H. and Stark, C.L.: *Guide to Marine Insurance*, London, 1958.
Maitland Walker, J.: *EC Insurance Directives*, London, 2004.
Malcolm, C.: *The Law of Insurance Contracts*, 1997.
Merkin, R.M.: *Compendium of Insurance Law*, Τόμος I (1996) και Τόμος II (1999).
Merkin, R.M.: *Marin Insurance Legislation*, London, 2000.
Μπαλής, Γ.: *Γενικαί Αρχαί του Αστικού Δικαίου*, 8η έκδ., 1961.
Πουλαντζά, Δ.Μ.: Legal Protection of Management Methods: Some Proposals, *Chitty's Law Journal*, Τορόντο, 1975, 274-283.
Πουλαντζά, Ν.: *Ναυτικό Δίκαιο*, Αθήνα, 2005.
Rose, F.: *Marine Insurance: Law and Practice*, London, 2003.
Σκαλίδη, Α., Βελέντζα, Ι. και Σκαλίδη, Χ.: *Εμπορικός Κώδικας*, Θεσσαλονίκη, 2003.
Τσάγκαρι, Η.Ι.: *Η Θαλάσσια Ασφάλισις*, 1954.
Flynn, W.J.: *A Handbook of Canadian Legal Terminology*, 1986.
Welford, B. and Barry, O.: *The Law Relating to Fire Insurance*, 1948.

Το νέο οικονομικό πρόσωπο του Πειραιά: από το Μάντσεστερ στο «City» του Λονδίνου

Λυδία Σαπουνάκη-Δρακάκη[1] και Μαριάνθη Κοτέα[2]

1. Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πάντειο Πανεπιστήμιο
2. Τμήμα Κοινωνιολογίας, Πάντειο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Η διαδικασία της μείωσης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων μιας παλαιάς βιομηχανικής πόλης του Πειραιά και ο μετασχηματισμός της σε μια πόλη υπηρεσιών, αποτελεί το κεντρικό θέμα του παρόντος άρθρου. Ειδικότερα εξετάζονται οι τρόποι με τους οποίους η αστική οικονομία στον Πειραιά ανασυντάχθηκε ή προσπάθησε να επιτύχει διαρθρωτικές αλλαγές στρεφόμενη σε νέους ή αναπτυσσόμενους τομείς, κατά το χρονικό διάστημα 1945-1978. Επίσης διερευνώνται οι συνέπειες του γεγονότος αυτού, που μπορούν να ερμηνευτούν ως μια περίπλοκη αλληλεπίδραση, οικονομικών κοινωνικών και ιστορικών παραγόντων. Το άρθρο καταλήγει στη διαπίστωση ότι η μεταπολεμική πορεία της πειραϊκής οικονομίας χαρακτηρίζεται από την οριστική απώλεια της αυτονομίας της έναντι της Αθήνας και τη στενότερη σύνδεση της με τις εξελίξεις της εθνικής οικονομίας.

1. Εισαγωγή

Στόχος του παρόντος άρθρου είναι να παρουσιάσει τον τρόπο με τον οποίο αντέδρασε ο εμποροβιομηχανικός κόσμος του Πειραιά στην παρατεταμένη κρίση της τοπικής οικονομίας, που ξέσπασε αμέσως μετά το τέλος του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέ-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 899-914
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 899-914

μου και εντάθηκε κατά τη διάρκεια της περιόδου 1960-1970, με τη μείωση των δραστηριοτήτων του δευτερογενούς τομέα, οπότε και απόκτησε τη μορφή μιας βιομηχανικής ιδίως κρίσης. Η κρίση της τοπικής οικονομίας φαίνεται να επηρεάσθηκε και από την μονόπλευρη εφαρμογή του τότε κυρίαρχου πολικού αναπτυξιακού προτύπου, στις διάφορες μορφές του, που ευνοούσαν πρωταρχικά την ευρύτερη περιοχή της Πρωτεύουσας. Τα μέτρα που προτάθηκαν από ιδιωτικούς φορείς του Πειραιά απέβλεπαν πρωτίστως στη διατήρηση της βιομηχανικής φυσιογνωμίας της πόλης και έκρυβαν κίνητρα όχι αποκλειστικά και μόνο οικονομικά αλλά και ιδεολογικά. Αυτά τα τελευταία αποτελούσαν εκδήλωση μιας τοπικής «πειραιώτικης» συνείδησης που βασιζόταν στη βιομηχανική υπεροχή της πόλης και στην αυτονομία που διεκδικούσε χάρη σ' αυτήν την υπεροχή έναντι της γειτονικής της πρωτεύουσας.

Τελικά όμως οι κρατικές επιλογές αποδείχτηκαν συχνά διαφορετικές από τις προτάσεις των πειραιωτών επιχειρηματιών. Έτσι πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από διαρθρωτικές αλλαγές στην τοπική οικονομία, οι οποίες εισήγαγαν την πόλη σε μια νέα φάση ανάπτυξης και έφεραν το πρώτο λιμάνι και τη βασική πύλη εισόδου-εξόδου της χώρας κοντά στις διεθνείς εξελίξεις. Χαρακτηριστικά αυτών των εξελίξεων ήταν αφενός ο σταδιακός μετασχηματισμός της βιομηχανικής οικονομίας σε οικονομία υπηρεσιών κι αφετέρου η μετεγκατάσταση όσων βιομηχανικών μονάδων διατηρήθηκαν, έξω από τα μεγάλα αστικά κέντρα. Η ανάδειξη βέβαια του Πειραιά σε διεθνές ναυτιλιακό κέντρο είχε το τίμημα της, δηλαδή την οριστική απώλεια της αυτονομίας του.

2. Η μεταπολεμική ελληνική οικονομία (1944-1978): ανασυγκρότηση και ανάπτυξη

Όπως σε όλο τον αναπτυγμένο δυτικό κόσμο, έτσι και στην Ελλάδα, η προσπάθεια για την ανασυγκρότηση της οικονομίας άρχισε την επαύριον της λήξης του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου. Ειδικά στην Ελλάδα τόσο κατά τη διάρκεια του πολέμου και της κατοχής, όσο και της εμφύλιας σύγκρουσης που ακολούθησε, οι απώλειες σε έμψυχο υλικό ήταν τεράστιες, ενώ εξίσου σημαντικές ήταν και οι καταστροφές στην παραγωγή και

στις υποδομές. Τη δραματική αυτή κατάσταση της χώρας στα πρώτα μεταπελευθερωτικά χρόνια συμπλήρωναν το φάσμα της πείνας και ο υψηλός πληθωρισμός, απόρροια και τα δύο της μειωμένης παραγωγικής ικανότητας και της παντελούς έλλειψης αγαθών. Η ανασυγκρότηση, δηλαδή η αποκατάσταση των υλικών ζημιών και η επάνοδος της οικονομίας στα προπολεμικά επίπεδα παραγωγής πραγματοποιήθηκαν χάρη στην ξένη βοήθεια και ιδιαίτερα την αμερικανική (σχέδιο Μάρσαλ) μέσα στην πρώτη κιόλας δεκαετία από τη λήξη του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου και παρά τις αντίξοες πολιτικές συνθήκες της εμφύλιας σύγκρουσης.

Το 1946 η βιομηχανική παραγωγή ανερχόταν περίπου στο μισό του προπολεμικού επιπέδου για να το ξεπεράσει το 1950. Επιπλέον στα τέλη του εμφυλίου είχαν ήδη αποκατασταθεί οι ζημιές στις υποδομές. Το σημαντικότερο όμως επίτευγμα της περιόδου ήταν η σταθεροποίηση των τιμών στα τέλη του 1952, γεγονός που για πρώτη φορά συνέβαινε μετά την απελευθέρωση. Ωστόσο η νομισματική σταθερότητα, η αύξηση του ΑΕΠ στα προπολεμικά επίπεδα και η προϊούσα εκβιομηχάνιση συνοδεύτηκαν και από δύο δυσμενείς εξελίξεις, τη μετανάστευση του αγροτικού πληθυσμού κυρίως προς το εξωτερικό και την πρωτεύουσα και την άνιση περιφερειακή ανάπτυξη [Καζάκος (2000α): 223-225, 227-228, 233]. Η αναπτυξιακή διαδικασία και οι πρακτικές που ακολουθήθηκαν μεταπολεμικά, στον ελληνικό, αλλά και στο διεθνή χώρο, που είχαν στη βάση τους την ενίσχυση μεγάλων αστικοβιομηχανικών συγκροτημάτων-πόλων ανάπτυξης, είχαν ως αποτέλεσμα την υπερσυγκέντρωση πληθυσμού και συντελεστών παραγωγής, την υπερεκμετάλλευση ορισμένων φυσικών πόρων και την αδρανοποίηση άλλων, οδηγώντας στη διαμόρφωση έντονων ανισοτήτων στο χώρο [Χριστοφάκης (2001): 193]. Οι χωρικές ανισότητες πήραν τη μορφή πολλαπλών σχημάτων, συνήθως δυαδικών, με διαφορετικές αφετηρίες και κριτήρια (κέντρο-περιφέρεια, πόλη-ύπαιθρος, παράκτιες-ορεινές περιοχές, ηπειρωτικός-νησιωτικός χώρος) [Κόνσολας (1997): 50-52, 262-263].

Η πρώτη μεταπολεμική περίοδος της ελληνικής οικονομίας οριοθετείται μέχρι το 1953 όταν πλέον είχε ήδη ολοκληρωθεί

η ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας στα προπολεμικά επίπεδα και είχαν δημιουργηθεί οι προϋποθέσεις για την περαιτέρω μεγέθυνση του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος [Σταθάκης (1992): 27]. Δηλαδή είχε ξεκινήσει η κατασκευή μερικών βασικών έργων υποδομής, είχαν παραχωρηθεί φορολογικά και συναλλαγματικά προνόμια στις ξένες επενδύσεις με την ψήφιση του νόμου 2687/1953, ο οποίος μάλιστα είχε αυξημένη συνταγματική ισχύ, είχαν επίσης θεσπιστεί κίνητρα για την προώθηση των εξαγωγών από τις ελληνικές επιχειρήσεις (νόμος 2681/1953) κ.ά. Τότε ψηφίστηκε και το Νομοθετικό Διάταγμα 2867/1953 που καταργούσε με άρθρο του τον κρατικό έλεγχο στις ναυτιλιακές εταιρείες. Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 η ελληνική οικονομία είχε πλέον καταφέρει να αποκαταστήσει πλήρως τις οικονομικές και κοινωνικές ζημιές των προηγουμένων χρόνων με αποτέλεσμα στην επόμενη δεκαετία να μετασχηματισθεί σε ημιβιομηχανική. Επίσης η πολιτική βιομηχανικής ανάπτυξης με εξωστρεφή χαρακτήρα που είχε αποφασιστεί να εφαρμοστεί, συμβάδιζε με την πολιτική του προστατευτισμού σε επιλεγμένες οικονομικές δραστηριότητες. Οι αρχές της δεκαετίας του 1960 συνδέονται και με τη συμφωνία σύνδεσης της Ελλάδας με την ΕΟΚ το 1961, που οδήγησαν και στην πλήρη ένταξη της χώρας μετά από είκοσι χρόνια [Βαΐτσος-Γιαννίτσης (1992): 36-37].

Η ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας ανακόπηκε με τη βαθμιαία αποβιομηχάνιση, το 1973, δηλαδή την εποχή της κρίσης του δολαρίου και της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης, για να βαθύνει με τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση το 1978 και τη μετέπειτα γενίκευση αυτής, που κατέληξε τελικά στην εμφάνιση και παγίωση του φαινομένου της παγκοσμιοποίησης. Μέχρι το 1973 στην Ελλάδα εμφανής ήταν και η κυριαρχία του δευτερογενούς τομέα έναντι του αγροτικού από άποψη παραγωγής και απασχόλησης, αλλά και του τομέα των υπηρεσιών (τουρισμός, ναυτιλία, εμπόριο κ.λπ.) που με τη σειρά του οδήγησε στους υψηλούς ρυθμούς μεγέθυνσης του ΑΕΠ [Βαΐτσος-Γιαννίτσης (1992): 36-39 και Καζάκος (2000β): 290].

Η ύφεση ανέδειξε τις αδυναμίες της ανάπτυξης που είχε επιτευχθεί κατά την περίοδο 1953-1978. Από τη μια πλευρά λειτουργούσαν οι μικρές αγροτικές εκμεταλλεύσεις με χαμηλή πα-

ραγωγικότητα, υποαπασχόληση και ειδίκευση σε ορισμένα παραδοσιακά εξαγώγιμα προϊόντα και οι μικρές και μεσαίες οικογενειακές βιομηχανικές μονάδες με χαμηλό οργανωτικό και τεχνολογικό επίπεδο και χαμηλή προστιθέμενη αξία. Από την άλλη υπήρχαν η εντάσεως κεφαλαίου βιομηχανίες των μεγάλων κυρίως αστικών κέντρων, με υψηλή παραγωγικότητα και ανταγωνιστικότητα. Η ίδια κατάσταση, μιας διπλής οικονομικής πραγματικότητας, ίσχυε και στις τουριστικές επιχειρήσεις που αναπτύχθηκαν από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 κι έπειτα [Χατζηϊωσήφ (1999): 312].

Η άνιση αυτή κλαδική ανάπτυξη είχε παράλληλα και τη χωρική της διάσταση, με την απόλυτη κυριαρχία του πολικού αναπτυξιακού προτύπου για πολλά χρόνια. Ήδη από την περίοδο 1950-60 το μονοπολικό σύστημα ανάπτυξης, στο οποίο η Αθήνα κυριαρχούσε στο Ελληνικό οικιστικό δίκτυο, χαρακτήριζε το πρότυπο χωρικής ανάπτυξης της χώρας. Στο πλαίσιο αυτό, η άμβλυνση των ανισοτήτων ήταν στις αρχικές κατευθύνσεις της Χωροταξικής και Περιφερειακής Πολιτικής, με τη διάκριση Αθήνας και Επαρχίας, την ενίσχυση των υποδομών, καθώς και τη σταδιακή ενδυνάμωση της Θεσσαλονίκης, ως «αντίπαλο» πόλο ανάπτυξης της Αθήνας, κατ' αντιστοιχία των Γαλλικών «μητροπόλεων εξισορρόπησης», που προωθήθηκαν για την αντιμετώπιση της υπερσυγκέντρωσης πληθυσμού και δραστηριοτήτων στην ευρύτερη περιοχή του Παρισιού. Έτσι, καθιερώθηκε στην Ελλάδα μια διπολική κυριαρχία, της πρωτεύουσας και της συμπρωτεύουσας. Στην επόμενη δεκαετία 1960-1970 ενισχύθηκαν και άλλες πολικές συγκεντρώσεις και η διπολική κυριαρχία συμβάδισε με ένα ολιγοπολικό σύστημα περιφερειακών αστικών κέντρων (Πάτρα, Λάρισα-Βόλος, Ιωάννινα, Αλεξανδρούπολη, Ηράκλειο), στην προσπάθεια περαιτέρω εξισορρόπησης της κατανομής της ανάπτυξης στο χώρο. Έτσι, το πολικό αναπτυξιακό πρότυπο συνέχιζε να παραμένει σε απόλυτη ισχύ μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1970, όπου η κρίση και οι επιπτώσεις της έκαναν επιτακτική την υιοθέτηση πιο ολοκληρωμένων, χωρικά και κλαδικά, αναπτυξιακών σχημάτων [Χριστοφάκης (2001): 194-197, 201].

3. Η βιομηχανική και εμπορική κρίση στον Πειραιά (1944-1967)

Η μεταπολεμική πορεία της πειραϊκής οικονομίας, όπως προαναφέρθηκε, σηματοδοτήθηκε από την οριστική απώλεια της αυτονομίας της έναντι της Αθήνας και τη στενότερη σύνδεσή της με τις εξελίξεις της εθνικής οικονομίας, γεγονότα που οφείλονταν στην αλλαγή του χαρακτήρα της μέσα στη δεκαετία του 1970.

Συγκεκριμένα κατά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο το λιμάνι του Πειραιά και το κεντρικό τμήμα της εμπορικής και βιομηχανικής του περιοχής υπέστησαν ανυπολόγιστες καταστροφές από τους βομβαρδισμούς και άλλες πολεμικές ενέργειες της εχθρικής αλλά και της συμμαχικής αεροπορίας. Μετά την απελευθέρωση το μεγαλύτερο λιμάνι της χώρας παρουσίαζε την εικόνα μιας καταστρεμμένης πόλης γεμάτης ερείπια με όλους τους τομείς της οικονομίας της σε πλήρη διάλυση. Έτσι η προσπάθεια για την ανόρθωση όλων των οικονομικών δραστηριοτήτων ξεκίνησε σχεδόν από το μηδέν. Η ανασυγκρότηση και ο εκσυγχρονισμός του λιμανιού αποτέλεσε έργο άμεσης προτεραιότητας για τον εμποροβιομηχανικό κόσμο καθώς ήταν ο μεγαλύτερος οικονομικός πνεύμονας της πόλης.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες εμφανίστηκε μια κίνηση για την αναγέννηση του Πειραιά, η οποία επεδίωξε μέσα από την προβολή της «υπεροχής της πόλης» να δημιουργήσει μια νέα εικόνα για το πρώτο λιμάνι της χώρας. Όλη αυτή η προσπάθεια είχε τη μορφή της δημοσίευσης άρθρων που κατέγραφαν τις απόψεις της πειραϊκής αστικής τάξης για λύσεις που αποσκοπούσαν στην πολυπόθητη εθνική οικονομική ανάπτυξη με πρωτοπόρο τον Πειραιά. Ανάλογη προσπάθεια είχε γίνει και στον προηγούμενο αιώνα, όταν ο Πειραιάς είχε παρομοιαστεί με το βιομηχανικό λιμάνι του Μάντσεστερ, αλλά τότε η οικονομία της πόλης βρισκόταν σε ανοδική κι όχι σε φθίνουσα πορεία.

Έτσι ο «Σύνδεσμος Γηγενών Πειραιωτών», ξεκίνησε το 1955 την έκδοση ενός δελτίου με τον τίτλο «Πειραϊκή Αναγέννησις» με σκοπό: «... την οικονομικήν σωτηρίαν και εξύψωσιν των μοχθούντων εργατών και επαγγελματιών της πόλεώς μας και δια την ανάπλασιν του Πειραιώς, εις περίβλεπτον μεγαλούπολιν».

Ιδρυτής και πρόεδρος του «Σύνδεσμου» ήταν ο Κρίτων Δηλαβέρης απόγονος και συνεχιστής παλιάς και γνωστής οικογένειας βιομηχάνων του Πειραιά αλλά και πρώην βουλευτής και μέλος του συντηρητικού κόμματος. Παράλληλα με την προαγωγή της τοπικής συνείδησης τα μέλη του «Σύνδεσμου» είχαν και προσωπικές συναντήσεις με πολιτικούς εκείνης της περιόδου προκειμένου να εφαρμοστούν άμεσα οι προτάσεις τους για την ανάπτυξη της περιοχής.

Τα προστατευτικά μέτρα για τη βιομηχανία ήταν ο κύριος τρόπος για να την επιβίωση της ίδιας αλλά και για τη συνολικότερη ανάπτυξη του Πειραιά. Τα εργοστάσια ήταν αναπόσπαστο κομμάτι του χώρου και δεν θα έπρεπε να εγκατασταθούν σε άλλη περιοχή σε αντίθεση με το εμπόριο και τη ναυτιλία που παρουσίαζαν μεγαλύτερη ευελιξία. Οι δυσμενείς συνθήκες που είχε να αντιμετωπίσει η βιομηχανία θα έπρεπε να αμβλυνθούν με κάποια διορθωτικά μέτρα ώστε η πόλη να παραμείνει βιομηχανική [Καλαμίτσης (1960): 9-10, 20]. Το πρόβλημα του Πειραιά αποδιδόταν στη γενικότερη ύφεση της εθνικής οικονομίας, λόγω της υψηλής φορολογίας και στην κλειστή οικονομία λόγω της μη εισροής εμπορικού και ναυτιλιακού συναλλάγματος. Ακόμα η ύφεση της οικονομίας της πόλης οφειλόταν στην αδυναμία δανεισμού των επιχειρήσεων σε δραχμές και κυρίως ο δανεισμός από ιδιώτες με ρήτρα χρυσού, πρακτική που πήγαινε επίσημα να υιοθετήσει και το Ελληνικό Κράτος [Πειραϊκή Αναγέννησις (1956): 10-11].

Η λύση θα δινόταν μόνο με την εκλογή μιας δυναμικής κυβέρνησης, η οποία θα τολμούσε να μειώσει κυρίως την έμμεση φορολογία και ταυτόχρονα να κάνει τις δημόσιες υπηρεσίες περισσότερο αποδοτικές. Μέχρι την επίτευξη όμως της πλήρους εξυγίανσης της εθνικής οικονομίας, θα έπρεπε να γίνουν κάποια έργα άμεσης απόδοσης. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκαν «τα μεγάλα και ελκυστικά ξενοδοχεία» που θα προσέλκυαν τουρίστες και θα οδηγούσαν σε αύξηση του τουριστικού συναλλάγματος της χώρας.

Πρόταση του προέδρου του «Σύνδεσμου» ήταν είτε το ίδιο το κράτος να κτίσει ξενοδοχεία, είτε να δοθούν δάνεια σε ιδιώτες από τις τράπεζες, ώστε να αναλάβουν οι τελευταίοι την ανέ-

γερση των νέων ξενοδοχειακών μονάδων. Σημειωτέον ότι το ενδιαφέρον του Ελληνικού Κράτους για τον τουρισμό είχε εκδηλωθεί για πρώτη φορά ως βιομηχανία των ξένων, με το νόμο 1698/28-1-1919 «Περί οργανώσεως της αυτοτελούς υπηρεσίας των ξένων και εκθέσεων» [Καλαμίτσης (1960): 73-74 και Πειραϊκή Αναγέννησις (1955): 7, 12-15, 23-24].

Ο Κρίτων Δηλαβέρης μάλιστα το 1955 με γράμμα του στον Υπουργό Προεδρίας της Κυβερνήσεως πρότεινε τη δημιουργία ξενοδοχείου στο λόφο της Καστέλας. Το θέμα επανήλθε στην επικαιρότητα όταν η αθηναϊκή εφημερίδα «Ακρόπολις» πρότεινε την ανέγερση ξενοδοχείου στην πλατεία Συντάγματος. Σύμφωνα με το «Σύνδεσμο» το ξεκίνημα της ανοικοδόμησης των μεγάλων και πολυτελών ξενοδοχείων θα έπρεπε να γίνει από την περιοχή της Καστέλας στον Πειραιά, επειδή η ομοιότητα του με τη Ριβιέρα θα τον έκανε ελκυστικότερο από την Αθήνα για τους ξένους τουρίστες. Η κρατική ξενοδοχειακή πολιτική θα εξασφάλιζε την ανάκαμψη της πόλης και μέσα από τα πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα που θα είχε για την τοπική αγορά η τουριστική βιομηχανία, ο Πειραιάς θα παρουσίαζε για τους ξένους την εικόνα του Μιλάνου.

Σε εφαρμογή της παραπάνω πολιτικής ο «Σύνδεσμος Γηγενών Πειραιωτών» εξάγγειλε τα σχέδια του για τη σύσταση πατριωτικής φιλοπειραϊκής εταιρείας, με την επωνυμία «Πατριωτική Πειραϊκή Α.Ε.» η οποία θα αναλάμβανε την οικοδόμηση του ξενοδοχείου. Το ενδιαφέρον για τη συμμετοχή στην εταιρεία ήταν άμεσο, κυρίως από ομογενείς κεφαλαιούχους των Η.Π.Α. Ο Αθανασιάδης Μποδοσάκης μάλιστα ενδιαφέρθηκε να συμμετάσχει στην υπό σύσταση εταιρεία όχι όμως με κίνητρο την οικονομική απόδοσή της, δεδομένου ότι είχε τις δικές του επιχειρήσεις, αλλά για λόγους πατριωτικούς [Πειραϊκή Αναγέννησις (1955): 12].

Προτάσεις για νέα έργα και τρόπους που θα βοηθούσαν την πόλη να βγει από το αδιέξοδο έγιναν και από το «Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς», δηλαδή από τον επισημότερο εκπρόσωπο της ιδιωτικής πρωτοβουλίας, ενώ η συμμετοχή του δήμου σ' όλη αυτή την κινητοποίηση δεν υπήρξε ιδιαίτερα δυναμική. Με μια εκσυγχρονισμένη και ελεύθερη Εμπο-

ρική και Βιομηχανική ζώνη, ο Πειραιάς θα γινόταν Μεσογειακός σταθμός για την κίνηση των προϊόντων, το δεξαμενισμό, την επισκευή και τον ανεφοδιασμό των πλοίων. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια αποτελούσε η τροποποίηση της ισχύουσας νομοθεσίας, ώστε τα μεταφερόμενα εμπορεύματα να μην αντιμετωπίζουν χρονοβόρα συστήματα και γραφειοκρατία αλλά και η αποσυμφόρηση του λιμανιού από διάφορες υπηρεσίες. Επίσης θα έπρεπε να εναρμονιστούν οι ναύλοι με τα κόμιστρα της ξηράς και να βελτιωθούν οι χερσαίες μεταφορές της πόλης με την επαρχία [Πειραϊκή Αναγέννησις (1955): 14-15, 22-23].

Ωστόσο μια εικοσαετία μετά το τέλος του πολέμου ούτε οι προσπάθειες που είχε καταβάλλει η ιδιωτική πρωτοβουλία για να επιστρέψει ο Πειραιάς στην προπολεμική του ακμή είχαν αποδώσει. Ούτε οι προτάσεις που είχαν γίνει από τους επιχειρηματίες της πόλης είχαν εισακουστεί από το κράτος. Η τοπική οικονομία συνέχιζε να φθίνει τόσο στον τομέα του εμπορίου όσο και της βιομηχανίας. Το επισιτιστικό χονδρικό εμπόριο, το οποίο άλλοτε διεξαγόταν αποκλειστικά μέσω της αγοράς του Πειραιά είχε χάσει την παλιά του ζωτικότητα, ενώ αρκετές βιομηχανίες είχαν ήδη εγκατασταθεί σε άλλες περιοχές της χώρας και άλλες υπολειτουργούσαν. Οι τελευταίες έπρεπε να επεκταθούν περαιτέρω και να εκσυγχρονιστούν προκειμένου να επιβιώσουν και να γίνουν διεθνώς ανταγωνιστικές, αλλά οι επιχειρηματίες δίσταζαν να προχωρήσουν στις αναγκαίες επενδύσεις [Δελτίον Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Πειραιώς (1963): τχ. 223, σ. 3-6, (1965): τχ. 240, σ. 3-4 και (1969): τχ. 274, σ. 5-6].

Αντίθετα η πειραϊκή βιομηχανία ήταν πλέον αντιμέτωπη και με τη βιομηχανική νομοθεσία της περιόδου 1960-1970, η οποία έδινε κίνητρα για την εγκατάσταση βιομηχανικών καταστημάτων στην περιφέρεια. Εξαιρούσε όμως τον Πειραιά και τα περίχωρά του, επειδή θεωρούνταν μέρος της ευρύτερης περιοχής της πρωτεύουσας, όπου απαγορευόταν η ίδρυση οποιασδήποτε βιομηχανίας. Επιδίωξη της συγκεκριμένης αναπτυξιακής πολιτικής όπως ήδη αναφέρθηκε ήταν η δημιουργία ενός ολιγοπολικού συστήματος περιφερειακών κέντρων. Έτσι ευνοήθηκε η χωροθέτηση ή επαναχωροθέτηση μονάδων στην περιφέρεια με τη

λειτουργία των δύο εθνικών οδών που κατασκευάστηκαν στη δεκαετία του 1960.

Το «Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς» με υπομνήματα του προς τον αρμόδιο υπουργό Βιομηχανίας ζήτησε την αναθεώρηση του προγράμματος εκβιομηχάνισης και περιφερειακής ανάπτυξης της χώρας. Η επιχειρηματολογία του «ΕΒΕΠ» για τον καθορισμό βιομηχανικών ζωνών και στην περιοχή του Πειραιά, όπως προβλεπόταν για τα περιφερειακά κέντρα, βασιζόταν στο γεγονός ότι η πόλη διέθετε το απαραίτητο βιομηχανικό κλίμα. Δηλαδή διέθετε το καλύτερα εξοπλισμένο λιμάνι, το μεγαλύτερο ειδικευμένο και με μακρά παράδοση εργατοτεχνικό προσωπικό αλλά και κάθε μορφής και ειδικότητας μηχανουργικές επιχειρήσεις ικανές να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των βιομηχανιών σε επισκευές και ανταλλακτικά μηχανών και πολυάριθμες εμπορικές επιχειρήσεις για την προμήθεια όλων των ειδών εξαρτημάτων, ανταλλακτικών και λοιπών υλικών.

Βέβαια στα υπομνήματα του το «ΕΒΕΠ» αναγνώριζε το γεγονός ότι για να διατηρήσει η πόλη τον πρωτίστως βιομηχανικό χαρακτήρα της έπρεπε να ληφθούν μια σειρά από μέτρα. Τα μέτρα αυτά αφορούσαν την ανάπτυξη του συνόλου της οικονομίας του Πειραιά (ναυτιλία, βιομηχανία, εμπόριο) και πρότειναν την επέκταση της επιρροής του στην ευρύτερη περιφέρεια με τον προσδιορισμό βιομηχανικών περιοχών και τη δημιουργία «Μείζονος Λιμένα» από το Λαύριο μέχρι τα Μέγαρα και τα νησιά του Σαρωνικού. Επίσης τα μέτρα αυτά πρόβλεπαν την κατασκευή έργων για την πλήρη αναμόρφωση της πόλης και του λιμανιού της με σκοπό τη λύση κυκλοφοριακών και συγκοινωνιακών προβλημάτων, όπως ήταν η μετατόπιση όλων των σιδηροδρομικών σταθμών και της αφετηρίας των τροχιοδρόμων Περάματος, η διαπλάτυνση της κεντρικής οδού της βιομηχανικής ζώνης (οδός Ρετσίνα), η κάλυψη της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Πειραιά από την πλατεία Ιπποδαμείας μέχρι το Νέο Φάληρο και το μεγαλεπήβολο έργο της κατασκευής δύο γεφυρών για τη σύνδεση του Πειραιά με τη Σαλαμίνα και της Σαλαμίνας με τα Μέγαρα [Δελτίον Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Πειραιώς (1962): τχ. 212, σ. 3-4, (1965): τχ. 242, σ. 4-7, (1969): τχ. 277, σ. 5-7 και (1970): τχ. 281, σ. 8-11].

Οι προτάσεις του «ΕΒΕΠ» και ειδικά αυτές που αφορούσαν την εκτέλεση έργων όπως τα παραπάνω έμειναν τελικά ανεφάρμοστα σχέδια, αλλά η βιομηχανία βρήκε το δικό της χώρο αφού δημιουργήθηκε μια ευρύτατη βιομηχανική ζώνη που ξεκινούσε από όλους τους γειτονικούς δήμους του Πειραιά και κατέληγε στα βορειοδυτικά προάστια της Αθήνας. Εξαίρεση αποτέλεσαν κάποιες μεγάλες βιομηχανικές μονάδες που παρέμειναν «ως νησίδες» μέσα στην περιοχή του οικιστικού κέντρου της πόλης [Lydia Sapounaki-Dracaki, Anastasios Karaganis (2005)].

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Οικονομικές δραστηριότητες στον Πειραιά το 1970

	1970	
	Αριθμός επιχειρήσεων	%
Μεταποίηση	80	30.0%
Εμπόριο	70	26.0%
Υπηρεσίες	23	8.6%
Ναυτιλία	95	35.4%
Σύνολο	268	

Πηγή: ICAP Greek Financial Directory 1970, στο: L. Sapounaki-Dracaki και A. Karaganis, 2005: 288.

4. Ο Πειραιάς ως διεθνές ναυτιλιακό κέντρο

Η παρακμή του Πειραιά αμβλύνθηκε, όχι από την ανάπτυξη του τουρισμού όπως είχαν προτείνει οι επιχειρηματίες της πόλης αλλά από τη ναυτιλία, κλάδο επίσης ιδιαίτερα ευαίσθητο στις διεθνείς εξελίξεις.

Την περίοδο της ανασυγκρότησης η επιχειρηματική οργάνωση του Ελληνικού εφοπλισμού γινόταν από «τα γραφεία», που έδρευαν στο Λονδίνο και τη Νέα Υόρκη. Αυτά καθόριζαν ότι είχε να κάνει με την αγορά και πώληση των πλοίων, τις ναυλώσεις, την ασφάλιση τους ακόμα και με τη διανομή των κερδών στους δικαιούχους πλοιοκτήτες. Σύμφωνα με το Σ. Γουρδομιχάλη «από τη δεκαετία του '60 και μετά άρχισε να δια-

μορφώνεται μια τάση διάσπασης των «γραφείων» με τη δημιουργία μικρών αυτονόμων μονάδων, που από το 1965 έκαναν την πρώτη εμφάνισή τους στον Πειραιά». Ενώ ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1950 η εισροή ναυτιλιακού συναλλάγματος, στη Ελλάδα είχε πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα για την Ελληνική Οικονομία [Γουρδομιχάλης (2001): 20].

Η ναυτιλιακή πολιτική την οποία ακολούθησε η δικτατορία, μετά το 1968, συνέπεσε με μία ευνοϊκότατη για τη ναυτιλία διεθνή συγκυρία στον τομέα της ναυλαγοράς, με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται, από μελετητές της σύγχρονης Ελληνικής ιστορίας, ως η πλέον επιτυχημένη των μεταπολεμικών χρόνων. Ο Πειραιάς δεν είχε πλέον να ανταγωνιστεί τη Σύρο ή κάποια λιμάνια της Νότιας Ευρώπης αλλά το Σίτυ του Λονδίνου ή ακόμα τη Νέα Υόρκη για να γίνει το νέο ναυτιλιακό κέντρο που θα ελεγχόταν από τους έλληνες πλοιοκτήτες [Χαρλαύτη (1992): 131-169].

Ένα νέο κλίμα άρχισε να δημιουργείται στην πόλη, από τους νεοεισερχόμενους στον κλάδο αλλά και από τους πλοιοκτήτες του εξωτερικού που ήθελαν τον Πειραιά διεθνές ναυτιλιακό κέντρο. Μέσα σ' αυτό το κλίμα της νέας πατριωτικής αναγέννησης, θεσπίστηκαν νόμοι για τη λειτουργία των ναυτιλιακών επιχειρήσεων που αντέγραφαν, όπως αναφέρει η ίδια, το επιτυχημένο βρετανικό παράδειγμα των επιχειρήσεων του Σίτυ. Έτσι εφαρμόστηκε ένα πακέτο μέτρων με φοροαπαλλαγές και κίνητρα για την εγκατάσταση των ναυτιλιακών επιχειρήσεων καθώς και εγγυήσεις για τη δανειοδότησή τους. Παράλληλα βελτιώθηκε η προσφορά μιας σειράς προηγμένων για την εποχή υπηρεσιών, που ήταν απαραίτητες για τον τομέα της ναυτιλίας με τη συμμετοχή ελληνικών επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα λήφθηκαν μέτρα που βελτίωσαν τις τηλεπικοινωνίες (τέλεξ) και ενίσχυσαν το συγκριτικό πλεονέκτημα που παρείχε στην τοπική αγορά ναυλώσεων η διαφορά ώρας με το εξωτερικό καθώς και μέτρα για την ενίσχυση της ναυτασφαλιστικής αγοράς, τη ναυτιλιακή χρηματοδότηση, καθώς και τη ναυπηγοεπισκευαστική βιομηχανία, με αποτέλεσμα την ανάδειξη του Πειραιά σε αξιόλογο ναυτιλιακό κέντρο. Τα κίνητρα δεν ήταν μόνο οικονομικά αλλά αφορούσαν και κοινωνικές παροχές (δηλαδή απαλλαγή από τη στρα-

τιωτική θητεία γόνων των εφοπλιστικών οικογενειών κ.λπ.) που σφράγιζαν τη χρηστή συνεργασία του εφοπλιστικού κόσμου και των κυβερνήσεων της εποχής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας της Τ. Χαρλαύτη από το 1970 η διαχείριση του ελληνόκτητου στόλου γινόταν πλέον από τον Πειραιά, ο οποίος άρχισε να ξαναποκτά την προπολεμική του βαρύτητα όσον αφορά τη χωροθέτηση των ναυτιλιακών επιχειρήσεων [Χαρλαύτη (1999): 261-265, 284-286].

Κατά την τριετία 1968-1971, τα πλοία που είχαν την Ελληνική σημαία αυξήθηκαν κατά 80%. Μολονότι κατά τον Burgel η συμβολή της ναυτιλίας κατά τη μεταπολεμική περίοδο στην οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας έχει ερμηνευτεί με πολλούς τρόπους, παραμένει αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι ο Πειραιάς έγινε κέντρο ναυλώσεων και χώρος εγκατάστασης αρκετών ξένων και ελληνικών ναυτιλιακών εταιριών σε πολυώροφα κτίρια κυρίως της παραλιακής οδού Μιαούλη. Μαρτυρίες της εποχής υποστηρίζουν ότι μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, εγκαταστάθηκαν στον Πειραιά 324 ναυτιλιακές επιχειρήσεις με αποτέλεσμα η πόλη να δίνει την εικόνα ενός διεθνούς ναυτιλιακού κέντρου [Burgel (1976): 131-136]. Οι 800 νέες ναυτιλιακές επιχειρήσεις που ιδρύθηκαν μεταξύ 1968-1975 εκτός από το ότι με την εγκατάσταση τους στο κέντρο του Πειραιά αναζωογόνησαν άμεσα την οικονομία της πόλης, οδήγησαν και στην εγκατάσταση μιας σειράς εταιρειών από το εξωτερικό, για την παροχή υπηρεσιών προς τους παραγωγούς, που άνοιξαν υποκαταστήματα στην ίδια περιοχή (τράπεζες και ναυτιλιακές εταιρίες).

5. Επίλογος

Από τη σύντομη αναδρομή στη μεταπολεμική οικονομική ιστορία του Πειραιά φάνηκε ότι οι προσπάθειες της ιδιωτικής πρωτοβουλίας για το ξεπέρασμα των κρίσεων έγιναν μέσα σε ένα πνεύμα προβολής της μοναδικότητάς του, καθώς ο τοπικός πατριωτισμός λειτούργησε ως κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη της πόλης και τη διατήρηση της φυσιογνωμίας της. Επίσης, ο ανταγωνισμός με κάποια πόλη ήταν κυρίαρχος σε κάθε προσπάθεια διαρθρωτικής αλλαγής ή ανάπτυξης κάποιας ήδη υπάρ-

χουσας δραστηριότητας. Μέσα απ' αυτόν τον ανταγωνισμό ο Πειραιάς κατάφερε άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο επιτυχημένα να αντιγράψει τις πρακτικές που ακολουθούσαν άλλες πόλεις, όπως το Μάντσεστερ, η Σύρος, το Μιλάνο, το Λονδίνο κ.λπ. Ακόμα φάνηκε ότι η ανάπτυξη του Πειραιά επηρεαζόταν άμεσα από την αγορά της πρωτεύουσας άλλοτε θετικά και άλλοτε αρνητικά. Κατά το 19ο αιώνα ο Πειραιάς, αν και η Αθήνα προσπαθούσε διαρκώς να τον απορροφήσει και να τον εμφανίσει ως ένα μέρος της ευρύτερης περιοχής της, ήταν μία πόλη-λιμάνι με τις δικές της λειτουργίες, καθώς οι δύο πόλεις λειτουργούσαν συμπληρωματικά. Η Αθήνα την ίδια εποχή ήταν μια διοικητική πόλη στην οποία ήταν συγκεντρωμένες επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών. Ο υπερσυγκεντρωτισμός, που ξεκίνησε μετά την επανάσταση στο Γουδί σε όλους τους τομείς του δημόσιου βίου και συνεχίστηκε αμείωτα μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, και ιδιαίτερα η λήψη αποφάσεων σε θέματα βιομηχανίας από φορείς του διοικητικού κέντρου, είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μετακίνηση της βιομηχανίας προς την περιφέρεια της πρωτεύουσας, που αποτελούσε και ενιαία φορολογική λεκάνη και μεγάλη αγορά για την απορρόφηση των προϊόντων της βιομηχανικής παραγωγής. Εξάλλου και ο «Οργανισμός Διοικήσεως Πρωτευούσης» που ιδρύθηκε στο μεσοπόλεμο, θεωρούσε την Αθήνα και τον Πειραιά ως ένα ενιαίο αστικό σύνολο και το λιμάνι του Πειραιά ως λιμάνι της ευρύτερης περιφέρειας. Μέχρι τη δεκαετία όμως του 1980 οι Πειραιώτες δεν είχαν συνειδητοποιήσει ότι η πόλη τους αποτελούσε προ πολλού ένα κομμάτι της ευρύτερης περιοχής της πρωτεύουσας.

Βιβλιογραφία

Βαΐτσος, Κ. και Γιαννίτσης, Τ. (1992): Η μεταπολεμική οικονομική μεγέθυνση. *Σακελλαρόπουλος, Θ. (επιμ.): Οικονομία και πολιτική στη σύγχρονη Ελλάδα*, τομ. Α΄, Πληροφόρηση, 33-62.

Burgel, G. (1976): *Αθήνα η ανάπτυξη μιας μεσογειακής πρωτεύουσας*, Εξάντας.

Γουρδομιχάλης, Σ. (2001): Η ναυτιλία σε πορεία από τον 20ό στον 21ο αιώνα. *Ελληνικές Επιχειρήσεις στον 20ό αιώνα*, Εκδόσεις Κέρκυρα, 18-21.

Δελτίον Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Πειραιώς (1962) τχ. 212, (1963) τχ. 223, (1965) τχ. 240 και 242, (1969) τχ. 274 και 277, (1970) τχ. 281.

Καλαμίτσης, Ν. (1960): *Η βιομηχανία του Πειραιώς*, Πειραιάς.

Καζάκος, Π. (2000α): Η ελληνική οικονομία, 1949-1967: ανασυγκρότηση και ανάπτυξη. *Ιστορία του ελληνικού έθνους*, Εκδοτική Αθηνών Α.Ε., 223-237.

Καζάκος, Π. (2000β): Από κρίση σε κρίση: οικονομία και δικτατορία 1967-1974. *Ιστορία του ελληνικού έθνους*, Εκδοτική Αθηνών Α.Ε., 287-291.

Κόνσολας, Ν. (1997): *Σύγχρονη περιφερειακή οικονομική πολιτική*, Παπαζήσης.

Λώζος, Π. (1984): *Πειραϊκά και οικονομικά θέματα*, Πειραιάς.

Πειραϊκή Αναγέννησις (1955) τχ. 1 και (1956) τχ. 2.

Sapounaki-Dracaki, L. and Karaganis, A. (2000): The rise and fall of industrial activity of Piraeus. *Επιστημονικές Μελέτες προς τιμήν του Καθηγητού Ν. Κόνσολα*, Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών, 281-296.

Σταθάκης, Γ. (1992): Η διαμόρφωση του μεταπολεμικού μοντέλου εκβιομηχάνισης. Η κρίσιμη περίοδος 1944-1953. *Σακελλαρόπουλος, Θ. (επιμ.): Οικονομία και πολιτική στη σύγχρονη Ελλάδα*, τομ. Α΄, Πληροφόρηση, 9-32.

Χαρλαύτη, Τ. (1999): Μηχανή πρόσω ολοταχώς έναρξις ταξιδίου. Η πορεία του στόλου των Ελλήνων κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα. *Εισαγωγή στη νεοελληνική οικονομική ιστορία (18ος-20ός αιώνας)*, Γ. Δαρδανός, 261-265, 284-286.

Χαρλαύτη, Τ. (1992): Κράτος και εφοπλιστές στην Ελλάδα. *Σακελλαρόπουλος, Θ. (επιμ.): Οικονομία και πολιτική στη σύγχρονη Ελλάδα*, τομ. Α΄, Πληροφόρηση, 131-168.

Χατζηϊωσήφ, Χ. (1999): Η πολιτική οικονομία της μεταπολεμικής Ελλάδας, 1944-1996. *Εισαγωγή στη νεοελληνική οικονομική ιστορία (18ος-20ός αιώνας)*, Γ. Δαρδανός, 287-318.

Χριστοφάκης, Μ. (2001): *Τοπική ανάπτυξη και περιφερειακή πολιτική*, Παπαζήσης.

Το δικτυωτό των μονοπατιών Dyck

Α. Σαπουνάκης και Ι. Τασούλας

Τμήμα Πληροφορικής Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μελετάται το σύνολο όλων των μονοπατιών Dyck εφοδιασμένο με τη διάταξη κυριαρχίας. Εισάγονται οι έννοιες της κλειστότητας και του βάθους μιού ενός μονοπατιού Dyck και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της συνάρτησης Möbius και των δυνάμεών της. Επίσης, δίδεται μια αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία ανάμεσα στις μεγιστικές αλυσίδες των μονοπατιών Dyck και τα τριγωνικά Young tableaux.

«τοῦ δὲ καλοῦ μέγιστα εἴδη τάξις καὶ συμμετρία καὶ τὸ ὡρισμένον, ἃ μάλιστα δεικνύουσιν αἱ μαθηματικαὶ ἐπιστῆμαι»

Αριστοτέλης, Μετά τα Φυσικά Γ΄, 1078^{b}

1. Εισαγωγή

Ένα σημαντικό θέμα της Συνδυαστικής ανάλυσης αποτελεί η μελέτη δικτυωτών συνδυαστικών αντικειμένων, όπως για παράδειγμα τα δικτυωτά των διαμερίσεων ακεραίων [2],[17], των μεταθέσεων [8],[18] και των μη τεμνόμενων διαμερίσεων [6],[14].

Στην εργασία αυτή μελετάται το δικτυωτό των μονοπατιών Dyck με τη διάταξη κυριαρχίας. Το δικτυωτό αυτό έχει μελετη-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 915–932
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 915–932

θεί στα [10],[11] και στο [9] σε μια ισοδύναμη μορφή. Μια πιο γενική προσέγγιση στο αντικείμενο αυτό παρουσιάζεται στο [7].

Στη δεύτερη ενότητα δίδονται μερικοί βασικοί ορισμοί και συμβολισμοί καθώς και ορισμένα προκαταρκτικά αποτελέσματα.

Στην τρίτη ενότητα εισάγονται και μελετώνται οι έννοιες της κλειστότητας και του βαθμού ενός μονοπατιού Dyck και παρουσιάζονται σχετικά αποτελέσματα απαρίθμησης. Οι έννοιες αυτές χρησιμοποιούνται στην τέταρτη ενότητα για τον υπολογισμό της συνάρτησης Möbius του εν λόγω δικτυωτού, καθώς και των δυνάμεών της.

Τέλος, στην πέμπτη ενότητα δίδεται μια αμφιμονοσήμαντη απεικόνιση μεταξύ του συνόλου όλων των μεγίστων αλυσίδων του δικτυωτού των μονοπατιών Dyck ημιμήκους n και του συνόλου όλων των τριγωνικών Young tableaux μεγέθους n.

Πολλά από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας δίδονται χωρίς αποδείξεις. Μια πιο ολοκληρωμένη μορφή με πλήρεις αποδείξεις και περισσότερα αποτελέσματα στο αντικείμενο αυτό θα δημοσιευθεί σε επόμενη εργασία.

2. Βασικές έννοιες

Μονοπάτι Dyck ονομάζεται κάθε μονοπάτι στο πρώτο τεταρτημόριο, με αρχή το σημείο (0,0) και πέρας στον άξονα των x, το οποίο αποτελείται από βήματα (1, 1) και (1, -1) που ονομάζονται *άνοδος* και *κάθοδος* αντίστοιχα.

Είναι προφανές ότι κάθε μονοπάτι Dyck αποτελείται από άρτιο αριθμό βημάτων. Αν ένα μονοπάτι Dyck u αποτελείται από $2n$ βήματα, τότε ο αριθμός n ονομάζεται ημιμήκος του μονοπατιού που συμβολίζεται με $l(u)$.

Μια λέξη $u \in \{a,\bar{a}\}^*$ ονομάζεται λέξη *Dyck* αν και μόνο αν ικανοποιεί τις ιδιότητες:

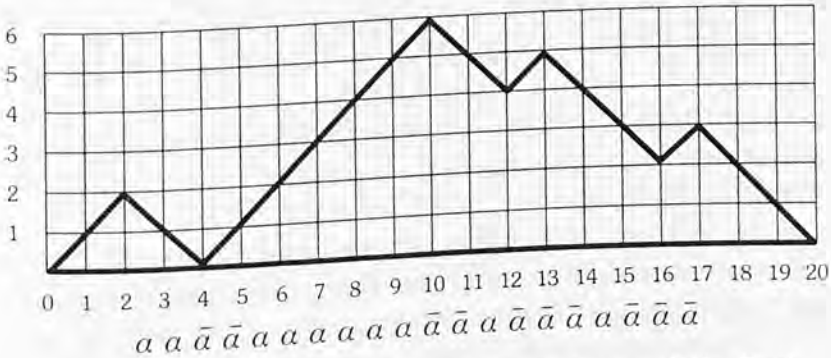
α) $|u|_a = |u|_{\bar{a}}$.

β) Για κάθε ανάλυσή της σε γινόμενο $u=pq$ ισχύει $|p|_a \geq |p|_{\bar{a}}$, όπου $|u|_a, |p|_a$, (αντίστοιχα $|u|_{\bar{a}}, |p|_{\bar{a}}$) δηλώνουν τον αριθμό των εμφανίσεων του γράμματος a (αντίστοιχα $\bar{a}$) στις λέξεις u, p.

Είναι προφανές ότι κάθε μονοπάτι Dyck κωδικοποιείται από

μια λέξη Dyck, έτσι ώστε σε κάθε άνοδο (αντίστοιχα κάθοδο) αντιστοιχεί το γράμμα a (αντίστοιχα $\bar{a}$), (βλέπε σχήμα 1).

Το σύνολο όλων των μονοπατιών (ή, ισοδύναμα λέξεων) Dyck μήκους 2n συμβολίζεται με D_n και είναι γνωστό ότι απαριθμείται από τους αριθμούς Catalan $C_n = \frac{1}{n+1}\binom{2n}{n}$. Επίσης με $D = \bigcup_{n=0}^{\infty} D_n$ συμβολίζεται το σύνολο όλων των μονοπατιών (ή, λέξεων) Dyck.



Σχήμα 1: Ένα μονοπάτι Dyck και η αντίστοιχη λέξη Dyck.

Με ε συμβολίζεται το *κενό* μονοπάτι Dyck. Κάθε $u \in D \setminus \{\varepsilon\}$ αναλύεται μονοσήμαντα στη μορφή $u = awāv$, όπου $w, v \in D$.

Ένα μη κενό μονοπάτι Dyck u το οποίο συναντά τον άξονα των x μόνο στα άκρα του ονομάζεται *πρώτο*. Κάθε μη κενό μονοπάτι Dyck αναλύεται μονοσήμαντα σε γινόμενο πρώτων μονοπατιών Dyck [12].

Η τεταγμένη του σημείου (x,y) ενός μονοπατιού Dyck u ονομάζεται *ύψος* του μονοπατιού στο σημείο αυτό, και συμβολίζεται με $h_u(x)$. Το (x,y) ονομάζεται *κορυφή* (αντίστοιχα κοιλάδα) αν $h_u(x-1)=h_u(x+1)=h_u(x)-1$ (αντίστοιχα $h_u(x-1)=h_u(x+1)=h_u(x)+1$). Το (x,y) ονομάζεται *διπλή άνοδος* (αντίστοιχα *διπλή κάθοδος*) αν $h_u(x-1)=h_u(x)-1=h_u(x+1)-2$ (αντίστοιχα $h_u(x-1)=h_u(x)+1=h_u(x+1)+2$).

Ένας χρήσιμος τρόπος αναπαράστασης ενός μονοπατιού Dyck είναι χρησιμοποιώντας κυρίαρχες ακολουθίες. Μια ακολουθία μη

αρνητικών ακεραίων $d=(d_i)_{i\in[n]}$ ονομάζεται *κυρίαρχη ακολουθία* αν ικανοποιεί τις ιδιότητες:

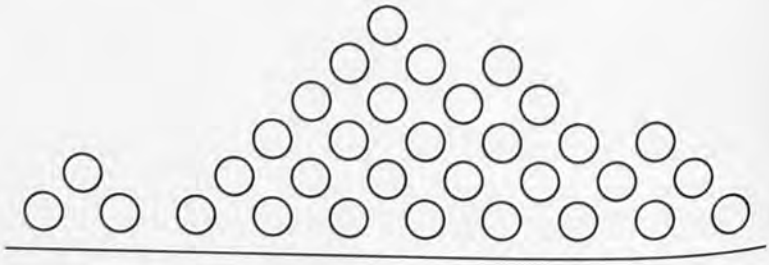
i) $\sum_{i=1}^{n} d_i = n$,

ii) $\sum_{i=1}^{v} d_i \geq v$, για κάθε $v\in[n]$.

Είναι γνωστό ότι κάθε μη κενό μονοπάτι Dyck *u* ημιμήκους *n* αναπαριστάνεται μονοσήμαντα από την κυρίαρχη ακολουθία $d(u)=(d_i)_{i\in[n]}$ όπου d_1 είναι ο αριθμός των ανόδων πριν την πρώτη κάθοδο στο *u* και d_i είναι ο αριθμός των ανόδων μεταξύ της (*i*-1)-οστής και i-οστής καθόδου στο *u*, όπου $i\in[2,n]$.

Για παράδειγμα η λέξη Dyck *u=aaāāaaaaaaāāāāāāāāāā* αναπαριστάνεται από την κυρίαρχη ακολουθία d(u)=2,0,6,0,1,0,0,1,0,0.

Ένας άλλος τρόπος αναπαράστασης των μονοπατιών Dyck είναι ο ακόλουθος: Τα μονοπάτια Dyck ημιμήκους *n* ευρίσκονται σε μια προφανή αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία με τους τρόπους τοποθέτησης στοιβών από νομίσματα στο επίπεδο, κατά τους οποίους η κάτω σειρά αποτελείται από n διαδοχικά νομίσματα (βλέπε σχήμα 2).



Σχήμα 2: Η διάταξη νομισμάτων που αντιστοιχεί στη λέξη u=aaāāaaaaaaāāāāāāāāāā.

Η διάταξη κυριαρχίας $\preceq$ στο *D* ορίζεται ως εξής: Για u,υ *D*, u $\preceq$ υ αν και μόνο αν l(u)=l(u) και το μονοπάτι υ βρί-

σκεται πάνω (με την ευρεία έννοια) από το μονοπάτι u. Αν u $\preceq$ υ και u$\neq$υ θα σημειώνουμε u$<$υ.

Ανάλογα, μια διάταξη νομισμάτων κυριαρχεί μιας διάταξης νομισμάτων αν n πρώτη μπορεί να προκύψει με την πρόθεση ορισμένου αριθμού νομισμάτων στη δεύτερη.

Ένα μονοπάτι *w* καλύπτει ένα μονοπάτι *u* αν u$<$w και δεν υπάρχει μονοπάτι *υ* τέτοιο ώστε u$<$υ$<$w. Προφανώς, ένα μονοπάτι *w* καλύπτει ένα μονοπάτι *u* αν το *w* προκύπτει μετατρέποντας μια κοιλάδα (x,y) του *u* στην κορυφή (x,y+2).

Ανάλογα, μια διάταξη νομισμάτων καλύπτει μια άλλη διάταξη νομισμάτων, αν n πρώτη προκύπτει προσθέτοντας ένα νόμισμα στη δεύτερη.

Εύκολα αποδεικνύεται ότι το $(D_n, \preceq)$ είναι ένα επιμεριστικό δικτυωτό.

Το διάγραμμα Hasse του D_5, κωδικοποιημένο με κυρίαρχες ακολουθίες, απεικονίζεται στο σχήμα 3.

Σημειώνουμε, ότι το μέγιστο (αντίστοιχα το ελάχιστο) στοιχείο του D_n είναι το $1_n=a^n\bar{a}^n$ (αντίστοιχα το $0_n=(a\bar{a})^n$). Τέλος, για κάθε n$\geq$2 το 1_n καλύπτει ένα και μόνο στοιχείο του D_n, το $a^{n-1}\bar{a}a\bar{a}^{n-1}$.

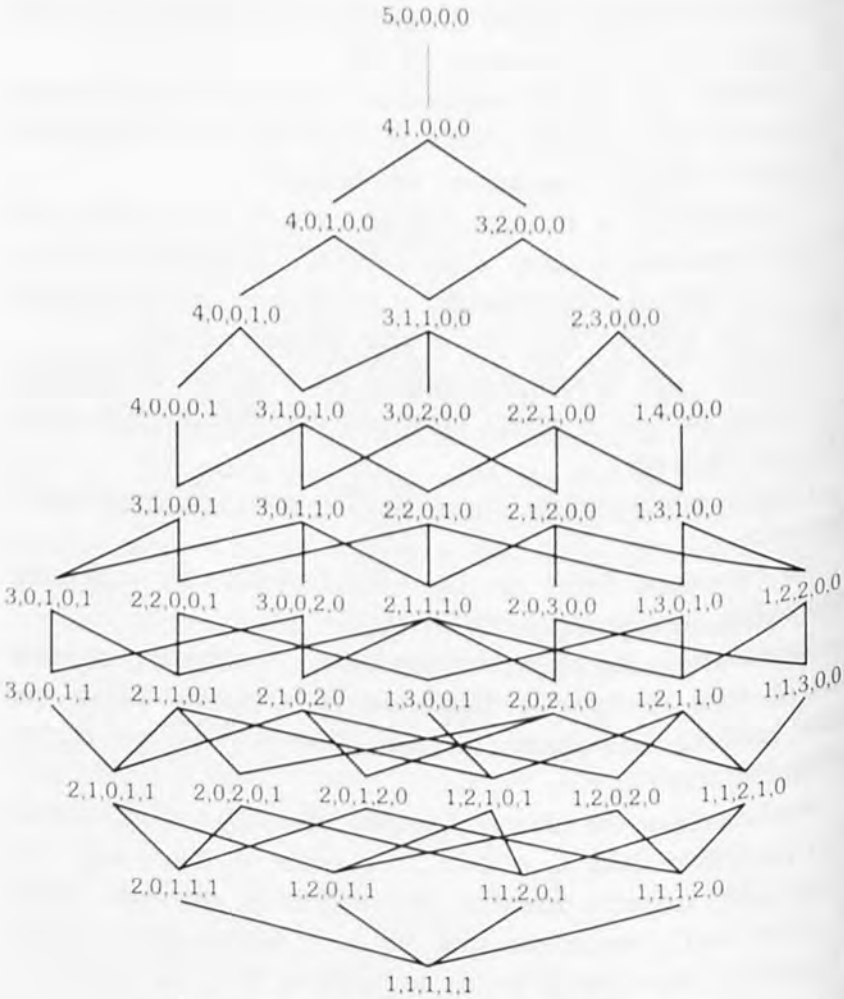
Αποδεικνύεται ότι όλες οι μέγιστες αλυσίδες που συνδέουν δύο μονοπάτια Dyck u, υ με u $\preceq$ υ έχουν το ίδιο μήκος. Το μήκος κάθε μέγιστης αλυσίδας που συνδέει τα μονοπάτια *u* και 0_n, όπου u$\in D_n$, ονομάζεται *τάξη* του *u* και συμβολίζεται με ρ(u). Προφανώς ρ(u)=ρ(w)-1 αν το *w* καλύπτει το *u* και ρ(0_n)=1, ρ(1_n)=n(n-1)/2.

Για μια παράμετρο *q* ορισμένη στο *D*, θα συμβολίζουμε με F_q τη διμεταβλητή γεννήτρια συνάρτηση του *D* σύμφωνα με το ημιμήκος *l* και το *q*, δηλαδή

$$F_q(x,y) = \sum_{w\in D} x^{l(w)} y^{q(w)}.$$

Στη συνέχεια μελετάται η παράμετρος *«τάξη»* ρ του *D* που ορίζεται ως εξής:

ρ(ε)=0 και για u$\neq$ε, ρ(u) είναι η τάξη του u στο $D_{l(u)}$.



Σχήμα 3. Το διάγραμμα Hasse του D_5.

Εύκολα αποδεικνύεται [7] ότι για κάθε $u \in D \setminus \{\varepsilon\}$ ισχύει

$$\rho(u) = \frac{1}{2}(E(u) - l(u)) \tag{1}$$

όπου E(u) είναι το εμβαδό που βρίσκεται ανάμεσα στο u και τον άξονα των x.

Από τη σχέση αυτή και τη βασική διάσπαση $u = awāv$ των μη κενών λέξεων Dyck, προκύπτει ότι

$$\rho(a\bar{w}\bar{a}v)=\rho(w)+\rho(v)+l(w). \qquad (2)$$

Με βάση τις παραπάνω σχέσεις προκύπτουν τα επόμενα αποτελέσματα.

Πρόταση 1. *Η γεννήτρια συνάρτηση των μονοπατιών Dyck σύμφωνα με το ημιμήκος τους και την τάξη τους ικανοποιεί την εξίσωση*

$$F_\rho(x,y)=1+xF_\rho(xy,y)F_\rho(x,y).$$

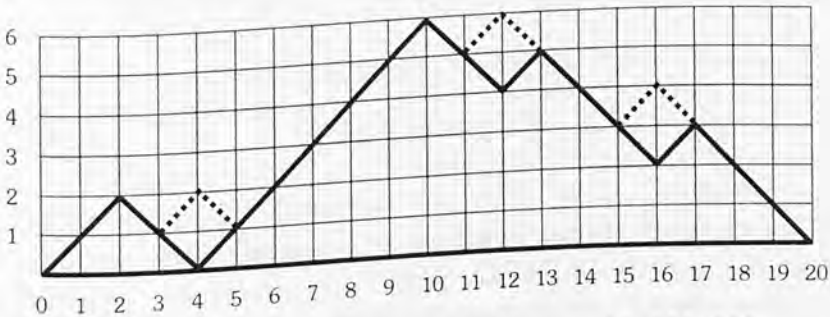
Πόρισμα 2. *Η γεννήτρια συνάρτηση τάξης του D_n δίδεται από τον ακόλουθο αναδρομικό τύπο:*

$$f_{n+1} = \sum_{v=0}^{n} f_v(y)f_{n-v}(y)y^n.$$

3. Κλειστότητες και βαθμοί

Στην ενότητα αυτή εισάγονται και μελετώνται οι έννοιες της κλειστότητας και του βαθμού των μονοπατιών Dyck, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν και στην επόμενη ενότητα.

Κλειστότητα $\bar{u}$ ενός μη κενού μονοπατιού Dyck u ονομάζεται το μονοπάτι Dyck που προκύπτει μετατρέποντας κάθε κοιλάδα (x,y) του u στην κορυφή $(x,y+2)$. Κλειστότητα του κενού μονοπατιού θεωρείται το κενό μονοπάτι.



Σχήμα 4: Το μονοπάτι $u=aa\bar{a}\bar{a}aaaaaaa\bar{a}\bar{a}a\bar{a}\bar{a}\bar{a}a\bar{a}\bar{a}$ και $\bar{u}$ κλειστότητά του.

Παρακάτω δίδονται οι βασικές ιδιότητες της κλειστότητας.

i) $u \preceq \tilde{u}$, και $u=\tilde{u}$ αν $u=1_{l(u)}$.

ii) Το μήκος $l(u,\tilde{u})$ του διαστήματος $[u,\tilde{u}]$ ισούται με τον αριθμό $val(u)$ όλων των κοιλάδων του u.

iii) Η ισχύς του διαστήματος $[u,\tilde{u}]$ ισούται με $2^{val(u)}$.

iv) Αν $u \preceq v$, τότε $\tilde{u} \preceq \tilde{v}$

όπου u, υ είναι μονοπάτια Dyck.

Στη συνέχεια χαρακτηρίζονται τα μονοπάτια Dyck που είναι κλειστότητες μονοπατιών Dyck.

Πρόταση 3. *Ένα μονοπάτι Dyck u είναι κλειστότητα ενός μονοπατιού Dyck αν και μόνο αν το u είναι πρώτο και αποφεύγει το ããaa.*

Στο παρακάτω αποτέλεσμα δίδεται η απαρίθμηση του συνόλου $\tilde{D}$ όλων των μονοπατιών Dyck που είναι κλειστότητες μονοπατιών Dyck. Η απόδειξη χρησιμοποιεί τεχνικές των γεννητριών συναρτήσεων, καθώς και μια μορφή του θεωρήματος αντιστροφής του Lagrange [3].

Πρόταση 4. *Η γεννήτρια συνάρτηση F του $\tilde{D}$ σύμφωνα με το ημιμήκος ικανοποιεί την εξίσωση*

$$F(x)=1+xF^2(x)-x^2F(x).$$

Επιπλέον, ο αριθμός a_n όλων των μονοπατιών Dyck ημιμήκους n τα οποία είναι κλειστότητες μονοπατιών Dyck δίδεται από τον τύπο

$$a_n=\sum_{k=\lceil n/2\rceil}^{n}\frac{(-1)^{n-k}}{k}\binom{k}{n-k}\binom{3k-n}{k-1}, \text{ για } n\geq 2.$$

Ο παραπάνω τύπος δίδει την ακολουθία 1,1,1,2,5,13,35,97, 275,... η οποία επίσης απαριθμεί τα μονοπάτια Dyck που αποφεύγουν το *aaãã* (A086581, [15]).

Στη συνέχεια εισάγεται και μελετάται η έννοια του βαθμού ενός μονοπατιού Dyck. Καταρχήν, ορίζεται αναδρομικά η *i-οστή κλειστότητα* $u^{(i)}$ ενός μη κενού μονοπατιού Dyck *u* ως εξής:

$$u^{(0)}=u \text{ και } u^{(i)}=\widetilde{u^{(i-1)}}, \text{ με } i\geq 1.$$

Ο ελάχιστος μη αρνητικός ακέραιος k τέτοιος ώστε $u^k=1_{l(u)}$, ονομάζεται *βαθμός* του u και σημειώνεται με $\delta(u)$. Ο βαθμός του κενού μονοπατιού θεωρείται μηδέν.

Για παράδειγμα, αν $u=aa\bar{a}\bar{a}aa\bar{a}a\bar{a}\bar{a}$ τότε $u^1=aa\bar{a}a\bar{a}aa\bar{a}\bar{a}\bar{a}$, $u^2=aaa\bar{a}a\bar{a}a\bar{a}\bar{a}\bar{a}$, $u^3=aaaa\bar{a}a\bar{a}\bar{a}\bar{a}\bar{a}$ και $u^4=1_5$, οπότε $\delta(u)=4$.

Παρακάτω δίδονται οι βασικές ιδιότητες του βαθμού.

i) $\delta(\tilde{u})=\delta(u)-1$, για κάθε $u\neq 1_{l(u)}$.

ii) $\delta(au\bar{a})=\delta(u)$.

iii) Αν u δεν είναι πρώτο, τότε $\delta(u)=l(u)-1$.

iv) $0\leq\delta(u)\leq\delta(u)$,

όπου u,v είναι μονοπάτια Dyck.

Με τη βοήθεια των παραπάνω ιδιοτήτων, απαριθμούνται τα μονοπάτια Dyck με καθορισμένο μήκος και βαθμό, σύμφωνα με το παρακάτω αποτέλεσμα.

Πρόταση 5. *Ο αριθμός όλων των $u\in D_n$, $n\geq 2$ με βαθμό ίσο με k, όπου $k\in[n-1]$, ισούται με $C_{k+1}-C_k$.*

4. Η συνάρτηση Möbius

Στην ενότητα αυτή μελετάται η συνάρτηση Möbius του D_n και οι δυνάμεις της. Υπενθυμίζεται [17] ότι η συνάρτηση Möbius μ ενός μερικώς διατεταγμένου συνόλου $(P, \preceq)$ ορίζεται ως εξής:

$$\mu(x,y)=-\sum_{x\preceq y\prec z}\mu(x,z) \text{ για } x\prec y, \text{ και } \mu(x,x)=1.$$

Επιπλέον, η k-οστή δύναμη της μ, για $k\geq 2$, ορίζεται από τον τύπο

$$\mu^k(x,y)=\sum_{x=x_0\preceq x_1\preceq\cdots\preceq x_k=y}\mu(x_0,x_1)\mu(x_1,x_2)\ldots\mu(x_{k-1},x_k).$$

Στην επόμενη πρόταση υπολογίζεται η συνάρτηση Möbius του δικτυωτού των μονοπατιών Dyck. Η απόδειξη μπορεί να προκύψει ως εφαρμογή ενός θεωρήματος για τα τοπικά πεπερασμένα επιμεριστικά δικτυωτά. Παρακάτω δίδεται μια απλή, αυτόνομη απόδειξη.

Πρόταση 6. *Η συνάρτηση Möbius του D_n δίδεται από τον τύπο*

$$\mu(u,\upsilon)=\begin{cases}(-1)^{l(u,\upsilon)}, & \text{αν } \upsilon \preceq \tilde{u}\\ 0, & \text{αλλιώς}\end{cases}$$

για κάθε $u,\upsilon\in D_n$ τέτοια ώστε $u \preceq \upsilon$, όπου με $l(u,\upsilon)$ συμβολίζεται το μήκος του διαστήματος $[u,\upsilon]$.

Απόδειξη. Θα χρησιμοποιηθεί επαγωγή ως προς το μήκος $l(u,\upsilon)$.

Αν $l(u,\upsilon)=1$, τότε το υ καλύπτει το u και άρα $\mu(u,\upsilon)=-\mu(u,u)=-1$.

Αν ο ισχυρισμός ισχύει για κάθε $\upsilon\in D_n$ με $l(u,\upsilon)<k$, όπου $k\geq 2$, θα αποδειχθεί για $l(u,\upsilon)=k$.

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

1. Αν $\upsilon \preceq \tilde{u}$, τότε το υ προκύπτει μετατρέποντας k από τις κοιλάδες του u, έστω τις $B_1,B_2,\ldots,B_k$, σε κορυφές.

Επιπλέον, κάθε μονοπάτι $w\in[u,\upsilon]$ με $l(u,w)=v$, όπου $0\leq v\leq k-1$, λαμβάνεται από το u μετατρέποντας v από τις κοιλάδες $B_1,B_2,\ldots,B_k$ του u σε κορυφές και επομένως υπάρχουν ακριβώς $\binom{k}{v}$ μονοπάτια $w\in[u,\upsilon]$ με $l(u,w)=v$. Για κάθε ένα από τα μονοπάτια αυτά ισχύει $l(u,w)<k$ και $w\in[u,\tilde{u}]$· συνεπώς, από την υπόθεση της επαγωγής, προκύπτει ότι $\mu(u,w)=(-1)^{l(u,w)}$.

Κατά συνέπεια,

$$\begin{aligned}\mu(u,\upsilon) &= -\sum_{w\in[u,\upsilon]}\mu(u,w)\\ &= -\sum_{v=0}^{k-1}\sum_{\substack{w\in[u,\upsilon]\\ l(u,w)=v}}\mu(u,w)\\ &= -\sum_{v=0}^{k-1}\binom{k}{v}(-1)^{v}\\ &= (-1)^{l(u,\upsilon)}.\end{aligned}$$

2. Αν $\upsilon \not\preceq \tilde{u}$ τότε $\tilde{u}\wedge\upsilon<\upsilon$.

Αλλά, αν $w\in[u,\upsilon]$ με $\mu(u,w)\neq 0$ τότε, επειδή $l(u,w)<l(u,\upsilon)=k$, από την υπόθεση της επαγωγής προκύπτει ότι $w \preceq u$ και άρα $w \preceq \tilde{u}\wedge\upsilon$.

Επομένως,

$$\mu(u,\upsilon)= -\sum_{u\preceq w\preceq \tilde{u}\wedge u} \mu(u,w)=0.$$

Οι δυνάμεις της συνάρτησης Möbius παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Είναι εύκολο να δειχθεί ότι $\mu^k(u,1_n)=0$ για κάθε $k<\delta(u)$. Στην περίπτωση όπου $k=\delta(u)$, ισχύει το επόμενο αποτέλεσμα.

Πρόταση 7. *Έστω $u\in D_n$ και $j,v\in\mathbb{N}^*$ τέτοιοι ώστε $u^j=0^v_{l(u)}$. Τότε, ισχύει ότι*

$$\mu^{\delta(u)}(u,1_n)=(-1)^{l(u^j,1_n)}\mu^j(u,u^j).$$

Στη συνέχεια θα υπολογισθεί το πολυώνυμο Zeta του δικτυωτού των μονοπατιών Dyck ημιμήκους n.

Καταρχήν ορίζεται το σύνολο N όλων των μη κενών μονοπατιών Dyck u με κλειστότητα $\tilde{u}=0^v_{l(u)}$ για κάποιο $v\in\mathbb{N}^*$. Αν τεθεί $j=1$ στην προηγούμενη πρόταση, προκύπτει ότι

$$\begin{aligned}\mu^{\delta(u)}(u,1_{l(u)})&=(-1)^{l(\tilde{u},1_{l(u)})}\mu(u,\tilde{u})\\&=(-1)^{l(\tilde{u},1_{l(u)})}(-1)^{l(u,\tilde{u})}\\&=(-1)^{l(\tilde{u},1_{l(u)})}\end{aligned}$$

για κάθε $u\in N$.

Στην περίπτωση που $u=0_n$ για κάποιο $n\in\mathbb{N}^*$, τότε ισχύει $\delta(u)=n-1$ και

$$\mu^{n-1}(0_n,1_n)=(-1)^{\binom{n}{2}}.$$

Άρα, από το Λήμμα 4.1 του [4] προκύπτει ότι το πολυώνυμο Zeta του D_n ικανοποιεί τον ακόλουθο τύπο:

$$Z(D_n,\sim k)=\begin{cases}(-1)^{\binom{n}{2}}, & \text{αν } k=n-1\\ 0, & \text{αν } 1\le k<n-1.\end{cases}$$

Στο υπόλοιπο της ενότητας αυτής απαριθμείται το σύνολο $N\cap D_n$.

Αν

$$N_{v,n}=\{u\in D_n:\tilde{u}=0_n^v\}$$

όπου $v\in\mathbb{N}^*$ και $v\le n-1$, τότε για κάθε $p\in\mathbb{N}^*$, θεωρώντας την αντιστοιχία $u\to a^p u\bar{a}^p$ εύκολα προκύπτει ότι

$$|N_{v,n}|=|N_{v+p,n+p}|. \tag{3}$$

Χρησιμοποιώντας τη σχέση (3) αποδεικνύεται ότι

$$|N_{v,n}|=F_{n-v+1} \tag{4}$$

για $v\in\mathbb{N}^*$, $n\ge v+1$, όπου με (F_n) συμβολίζεται η ακολουθία Fibonacci.

Τέλος, αθροίζοντας ως προς v, από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι

$$|N\cap D_n|=F_{n+3}-3,$$

(A006327, [15]).

5. Μέγιστες αλυσίδες και τριγωνικά Young tableaux

Στην ενότητα αυτή εξετάζεται η σχέση μεταξύ των μεγίστων αλυσίδων του δικτυωτού των μονοπατιών Dyck και των τριγωνικών Young tableaux.

Υπενθυμίζεται ότι ένα standard Young tableau σχήματος $\lambda=(n-1,n-2,\ldots,2,1)$, $n\in\mathbb{N}^*$, ονομάζεται *τριγωνικό Young tableau*. Είναι προφανές ότι το μέγεθος ενός τέτοιου tableau ισούται με $\binom{n}{2}$.

Το βασικό αποτέλεσμα αυτής της ενότητας, που δίδεται στην επόμενη πρόταση, μπορεί να αποδειχθεί και με τη χρήση ενός θεωρήματος [1] για το δικτυωτό Young των διαγραμμάτων του

Ferrer με την διάταξη εγκλεισμού, αρκεί να παρατηρηθεί ότι το δικτυωτό Young είναι το δυϊκό του δικτυωτού των μονοπατιών Dyck.

Πρόταση 8. *Υπάρχει μια αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία μεταξύ του συνόλου όλων των μεγίστων αλυσίδων του D_n και του συνόλου όλων των τριγωνικών Young tableaux μεγέθους $\binom{n}{2}$.*

Απόδειξη. Έστω C μια μέγιστη αλυσίδα του D_n. Για κάθε $i\in[n-1]$, $j\in[n-i]$ έστω u_{ij} το ελάχιστο στοιχείο της C το οποίο ευρίσκεται πάνω (με την ευρεία έννοια) από το σημείο $B_{ij}=(n-i+j,\ n-i-j+2)$, δηλαδή

$$h_{u_{ij}}(n-i+j)\geq n-i-j+2.$$

Καταρχήν, παρατηρούμε ότι το u_{ij} διέρχεται από το σημείο B_{ij}, δηλαδή

$$h_{u_{ij}}(n-i+j)=n-i-j+2.$$

Πραγματικά, αν u είναι το προηγούμενο του u_{ij} στην C, τότε ισχύει ότι

$$n-i-j+2\leq h_{u_{ij}}(n-i+j)\leq h_u(n-i+j)+2<n-i-j+4.$$

Επειδή οι αριθμοί $n-i-j+2$ και $h_{u_{ij}}(n-i+j)$ είναι της ίδιας αρτιότητας, προκύπτει ότι $h_{u_{ij}}(n-i+j)=n-i-j-2$.

Ορίζουμε την απεικόνιση $f(C)=(t_{ij})$, $i\in[n-1]$, $j\in[n-i]$, με

$$t_{ij}=\binom{n}{2}-\rho(u_{ij})+1.$$

Θα δειχθεί ότι το (t_{ij}) είναι ένα τριγωνικό Young tableau.

Προφανώς, επειδή $\rho(u_{ij})\in[\binom{n}{2}]$, έπεται ότι $t_{ij}\in[\binom{n}{2}]$.

Θα δείξουμε ότι $t_{i_1j_1}\neq t_{i_2j_2}$, αν $i_1\neq i_2$ ή/και $j_1\neq j_2$. Αρκεί να δειχθεί ότι $u_{i_1j_1}\neq u_{i_2j_2}$. Δίχως βλάβη της γενικότητας, έστω ότι $u_{i_1j_1}\preceq u_{i_2j_2}$. Αφού το προηγούμενο, έστω u, του $u_{i_2j_2}$ στην C ευρίσκεται πά-

νω από τα ίδια σημεία από τα οποία ευρίσκεται και το $u_{i_2j_2}$ με εξαίρεση το σημείο $B_{i_2j_2}$, προκύπτει ότι το u ευρίσκεται επίσης πάνω από το σημείο $B_{i_1j_1}$· επομένως $u_{i_1j_1} \preceq u$ και άρα $u_{i_1j_1} \neq u_{i_2j_2}$.

Τέλος, ισχύει ότι $t_{ij} < \min\{t_{ij+1}, t_{i+1j}\}$, για κάθε $i \in [n-2]$, $j \in [n-i-1]$. Πραγματικά, εύκολα αποδεικνύεται ότι το u_{ij} ευρίσκεται πάνω από τα σημεία B_{ij+1} και B_{i+1j}, οπότε $u_{ij+1} < u_{ij}$ και $u_{i+1j} < u_{ij}$, αφού το u_{ij+1} (αντίστοιχα το u_{i+1j}) είναι το ελάχιστο στην C το οποίο ευρίσκεται πάνω από το B_{i+1j} (αντίστοιχα το B_{ij+1}).

Αντίστροφα, δοθέντος ενός τριγωνικού Young tableau (t_{ij}), ορίζουμε αναδρομικά μια οικογένεια από μονοπάτια u_{ij}, $i \in [n-1]$, $j \in [n-i]$ του D_n τέτοια ώστε αν $t_{i'j'} = t_{ij} + 1$, τότε το σημείο B_{i+1j+1} είναι κοιλάδα του $u_{i'j'}$ και το u_{ij} λαμβάνεται από το $u_{i'j'}$ μετατρέποντας αυτή την κοιλάδα στην κορυφή B_{ij}. Συνεπώς, αν $t_{lm} = \binom{n}{2}$ τότε $m = \nu - 1$ και το σημείο $B_{l+1m+1} = (2m, 0)$ είναι κοιλάδα του 0_n, οπότε το u_{lm} ορίζεται ως το μονοπάτι Dyck το οποίο λαμβάνεται μετατρέποντας αυτή την κοιλάδα στην κορυφή $B_{lm} = (2m, 2)$.

Υποθέτοντας τώρα ότι το $u_{i'j'}$ έχει ορισθεί για κάθε $i' \in [n-1]$, $j' \in [n-1]$ με $t_{ij} < t_{i'j'}$, θα ορίσουμε το u_{ij}.

Αν $j = n-i$, τότε το σημείο $B_{i+1j+1} = (2j, 0)$ είναι κοιλάδα του $u_{i'j'}$, όπου $t_{i'j'} = t_{ij} + 1$· άρα το u_{ij} ορίζεται και πάλι ως το μονοπάτι Dyck το οποίο λαμβάνεται μετατρέποντας αυτή την κοιλάδα στην κορυφή $B_{ij} = (2j, 2)$. Αλλιώς, επειδή $t_{ij} < \min\{t_{i+1j}, t_{ij+1}\}$, τα μονοπάτια Dyck u_{i+1j}, u_{ij+1} είναι ήδη καθορισμένα. Δίχως βλάβη της γενικότητας, υποθέτουμε ότι $t_{i+1j} < t_{ij+1}$. Αφού τα B_{i+1j}, B_{ij+1} είναι κορυφές των u_{i+1j}, u_{ij+1} αντίστοιχα και $u_{ij+1} \prec u_{i+1j}$, το u_{i+1j} διέρχεται από τα σημεία B_{i+1j+1} και B_{ij+1}, οπότε το σημείο B_{i+1j+1} είναι κοιλάδα του u_{i+1j}.

Επιπλέον, το σημείο B_{i+ij+1} είναι προφανώς κοιλάδα του $u_{i'j'}$, όπου $t_{i'j'} = t_{ij} + 1$, οπότε το u_{ij} λαμβάνεται από το $u_{i'j'}$, μετατρέποντας την κοιλάδα B_{i+1j+1} στην κορυφή B_{ij}.

Έτσι $t_{i'j'} = t_{ij} + 1$ αν $\rho(u_{ij}) = \rho(u_{i'j'}) + 1$ και $\rho(u_{lm}) = 1$ όπου $t_{lm} = \binom{n}{2}$, το οποίο δίδει

$$t_{ij}=\binom{n}{2}-\rho(u_{ij})+1$$

και συνεπώς, η οικογένεια $C=\{0_n\}\cup\{u_{ij}:i\in[n-1],\ j\in[n-i]\}$ είναι μια μέγιστη αλυσίδα του D_n με $f(C)=(t_{ij})$.

Παρατήρηση. Χρησιμοποιώντας την αναπαράσταση των λέξεων Dyck από κυρίαρχες ακολουθίες, μπορούμε να επαναδιατυπώσουμε την αντιστοιχία f ως εξής:

Για κάθε μέγιστη αλυσίδα $C=(u_k)_{k\in\left[0,\binom{n}{2}\right]}$ του D_n με $\rho(u_k)=k$ και $d(u_k)=(d_j^k)_{j\in[n]}$, έστω j_k το μοναδικό στοιχείο του $[n-1]$ τέτοιο ώστε $d_{j_k}^k=d_{j_k}^{k-1}+1$, $k\in[\binom{n}{2}]$.

Τότε, $f(C)=(t_{ij})$ με $t_{ij}=\binom{n}{2}-k+1$, όπου k είναι η τάξη στην C του $(n-i-j+1)$-οστού στοιχείου της υποαλυσίδας του C τα στοιχεία της οποίας έχουν $j_k=j$.

Η αντίστροφη διαδικασία δίνει $u_0=0_n$ και αν, για $k\geq 1$, το u_{k-1} έχει προσδιορισθεί, τότε το u_k προκύπτει ως εξής:

$$d_i^k=d_i^{k-1},\ \text{για κάθε } i\in[n]\setminus\{j,j+1\} \text{ με } t_{ij}=\binom{n}{2}+1-k$$

και

$$d_j^k=d_j^{k-1}+1,\ d_{j+1}^k=d_{j+1}^{k-1}-1$$

Παράδειγμα. Για τη μέγιστη αλυσίδα του D_5 με $d^0=1,1,1,1,1$, $d^1=1,1,1,2,0$, $d^2=1,2,0,2,0$, $d^3=1,2,1,1,0$, $d^4=2,1,1,1,0$, $d^5=2,2,0,1,0$, $d^6=3,1,0,1,0$, $d^7=3,1,1,0,0$, $d^8=4,0,1,0,0$, $d^9=4,1,0,0,0$, $d^{10}=5,0,0,0,0$, ισχύει ότι $j_1=4$, $j_2=2$, $j_3=3$, $j_4=1$, $j_5=2$, $j_6=1$, $j_7=3$, $j_8=1$, $j_9=2$, $j_{10}=1$.

Άρα, η υποαλυσίδα του C με $j_k=1$ αποτελείται από τα d^4, d^6, d^8 και d^{10}, δίδοντας $t_{11}=\binom{5}{2}-10+1=1$, $t_{21}=\binom{5}{2}-8+1=3$, $t_{31}=\binom{5}{2}-6+1=5$, $t_{41}=\binom{5}{2}-4+1=7$.

Δουλεύοντας παρόμοια, για $j_k=2$, 3 και 4, τελικά προκύπτει το ακόλουθο τριγωνικό Young tableau:

1	2	4	10
3	6	8	
5	9		
7			

Αντίστροφα, αν δοθεί το προηγούμενο tableau θεωρούμε την $d^0=1,1,1,1,1,1$.

Για $k=1$, $\binom{n}{2}+1-k=\binom{5}{2}+1-1=10=a_{14}$· άρα $j=4$ και επομένως $d_i^1=d_i^0$ για κάθε $i\neq 4, 5$, ενώ $d_4^1=d_4^0+1=2$ και $d_5^1=d_5^0-1=0$, δίδοντας $d^1=1,1,1,2,0$.

Για $k=2$, $\binom{n}{2}+1-k=\binom{5}{2}+1-2=9=a_{32}$· άρα $j=2$ και επομένως $d_i^2=d_i^1$ για κάθε $i\neq 2, 3$, ενώ $d_2^2=d_2^1+1=2$ και $d_3^2=d_3^1-1=0$, δίδοντας $d^2=1,2,0,2,0$ και ούτω καθεξής, δημιουργώντας την αρχική μέγιστη αλυσίδα.

Είναι γνωστό ότι μια απλή εφαρμογή του τύπου hook length formula δίδει τον αριθμό όλων των τριγωνικών Young tableaux οπότε, από την Πρόταση 8, προκύπτει το ακόλουθο αποτέλεσμα.

Πόρισμα 9. *Ο αριθμός των μεγίστων αλυσίδων του D_n ισούται με*

$$\frac{\binom{n}{2}!}{\prod_{i=1}^{n-1}(2i-1)^{n-1}}.$$

Βιβλιογραφία

[1] Barnabei, M. and Pezzoli, E.: Gian-Carlo Rota on Combinatorics, In *Möbius functions* (ed. J.P.S. Kung), Birkhauser, Boston, 1995, 83-104.

[2] Brylawski, T.: The lattice of integer partitions, *Discrete Math.* 6 (1973), 210-219.

[3] Deutsch, E.: Dyck path enumeraton, *Discrete Math.* 204 (1999), 167-202.

[4] Edelman, P.H.: Zeta polynomials and the Möbius function, *European. Combin.* 1 (1980), 335-340.

[5] Edelman, P. and Greene, C.: Balanced tableaux. *Adv. in. Math.* 63 (1987), 42-99.

[6] Edelman, P.H. and Simion, R.: Chains in the lattice of noncrossing partitions, *Discrete Math.* 126 (1994), 107-119.

[7] Ferrari, L. and Pinzani, R.: Lattices of lattice paths, *Statist. Plann. Inference*, in press.

[8] Guilbaud, G. and Rosenstiehl, P.: Analyse algébrique d'un scrutin, *Math. Sci. Hum.* 4 (1963), 9-33.

[9] Narayana, T.V. and Fulton, G.E.: A note on the compositions of an integer, *Canad. Math. Bull.* 1 (1958), 169-173.

[10] Kreweras, G.: Sur une classe de problèmes de denombrement liés au treillis des partitions d'entiers, *Cahiers du B.U.R.O.* 6 (1965), 5-105.

[11] Kreweras, G. and Niederhausen, H.: Solution of an enumerative problem connected with lattice paths, *European J. Combin.* 2 (1965), 5-105.

[12] Panayotopoulos, A. and Sapounakis, A.: On the prime decomposition of Dyck words, *J. Combin. Math. Combin. Comput.* 40 (2002), 33-39.

[13] Pergola, E.: Two bijections for the area of Dyck paths, *Discrete Math.* 241 (2001), 435-447.

[14] Simion, R. and Ullman, D.: On the structure of the lattice of noncrossing partitions, *Discrete Math.* 98 (1991), 193-206.

[15] Sloane, N.J.A.: The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences (2005), published electronically at http://www.research.att.com/ njas/ sequences

[16] Stanley, R.: On the number of reduced decompositions of elements of Coxeter groups, *European J. Combin.* 5 (1984), 359-372.

[17] Stanley, R.: *Enumerative Combinatorics*, Vol. 1, Cambridge University Press, 1997.

[18] Tamari, D.: The algebra of bracketings and their enumeration, *Nieuw. Arch. Wisk.* 10 (1962), 131-146.

Προβλέψεις και προσδοκίες στην Οικονομική Επιστήμη

Στυλιανός Α. Σαραντίδης

Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Στον φίλο και συνάδελφο Αντώνη Παναγιωτόπουλο, για όσα προσέφερε στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς (συνέχεια της Α.Β.Σ.Π.)

Περίληψη

Η επιθυμία του ανθρώπου να θέλει να προβλέπει τα μελλούμενα, είτε από περιέργεια, είτε από οικονομικούς λόγους, είναι πανάρχαιο φαινόμενο. Η σύγχρονη επιστήμη αντιμετωπίζει το θέμα αυτό μέσα από κανόνες και μεθόδους, ώστε οι προβλέψεις να μην υπόκεινται στην τυχαιότητα, αλλά σε κάποιο βαθμό προβλεψιμότητας στο συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Στο άρθρο αυτό εξετάζονται τόσο η μέθοδος των προσαρμοστικών, όσο και των ορθολογικών προβλέψεων.

«Γνωρίζουμε για να προβλέπουμε
και προβλέπουμε γα να προλαμβάνουμε»
Auguste Comte (1798-1857)

1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων επιθυμούσε να γνωρίζει τα μελλούμενα, είτε από περιέργεια, είτε από οικονομικό υπολογισμό. Ιδιαίτερα στον οικονομικό λογισμό κατά τη συμπε-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 933-946
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 933-946

ριφορά των οικονομούντων ατόμων, η επιλογή μεταξύ του σήμερα και του αύριο (χρονική επιλογή) είναι από τα βασικά στοιχεία τόσο της καταναλωτικής, όσο και της επενδυτικής συμπεριφοράς. Η πρόγνωση ή η πρόβλεψη των τιμών διαφόρων κρίσιμων οικονομικών μεταβλητών αποτελούν εργαλεία της οικονομικής επιστήμης, ιδιαίτερα από την εποχή κατά την οποία η επιστήμη αυτή έλαβε ποσοτικό προσανατολισμό μιμούμενη τις φυσικές επιστήμες. Όπως στη μετεωρολογία έχουμε τα διάφορα βαρόμετρα και τα διάφορα μοντέλα προγνώσεως, έτσι και στην οικονομική επιστήμη έχουμε «οικονομικά βαρόμετρα» προγνώσεως της οικονομικής συγκυρίας (π.χ. το παλιό οικονομικό βαρόμετρο του Harvard).

Στην αρχαία εποχή χρησιμοποιούσαν τα ιερά του Απόλλωνα και του Δία τα οποία προσέφεραν «χρησμούς», όπως το Μαντείο των Δελφών και το Μαντείο της Δωδώνης. Οι μάντεις Τειρεσίας και Κάλχας έκαναν τη δουλειά της μαντείας-προγνώσεως επί της οποίας στηρίζονταν οι αποφάσεις και ενέργειες κυρίως πολεμικής φύσεως. Αλλά ακόμη παλαιότερα στην Ανατολή οι αστρολόγοι, οι πρόγονοι των σημερινών αστρονόμων, προέβλεπαν τα μελλούμενα παρατηρώντας τον ουρανό και τις κινήσεις των αστέρων. Ο μύθος εκείνης της εποχής ήταν η κρυμμένη αλήθεια (μύηση) που δίδασκε για το μέλλον. Στην Παλαιά Διαθήκη οι προφήτες προφήτευαν τα μέλλοντα να συμβούν. Όπως σήμερα ορισμένοι πολιτικοί και επιχειρηματίες συμβουλεύονται αστρολόγους, έτσι και σε παλαιότερες εποχές οι βασιλείες είχαν τους βασιλικούς αστρονόμους. Ο βασιλιάς της Αγγλίας π.χ. είχε διορισμένο αστρονόμο στην αυλή του, όπως ο βασιλιάς της Γαλλίας είχε σώμα ειδικών. Ο Πτολεμαίος (90-168 μ.Χ) είχε κερδίσει αρκετά χρήματα συντάσσοντας ωροσκόπια χρησιμοποιώντας το μοντέλο των τροχιών γύρω από τη γη. Ο μεγάλος αστρονόμος Tycho Prahe κατασκεύαζε ωροσκόπια για τον βασιλιά της Δανίας Φρειδερίκο Β΄. Τέτοια παραδείγματα υπάρχουν πολλά τα οποία δείχνουν την επιθυμία των ανθρώπων να γνωρίζουν τα μελλούμενα και να προπαρασκευάζονται αναλόγως.

2. Αιτιοκρατία και τυχαιότητα

Η προσπάθεια και επιθυμία στον οικονομικό κόσμο να προ-

γιγνώσκει εξελίξεις και καταστάσεις υπόκειται στην *«τυχαιότητα»*. Η μεθοδολογία όμως της κλασικής και νεοκλασικής έκφρασης της οικονομικής επιστήμης είχε υιοθετήσει τις έννοιες της *αιτιοκρατίας*, το έδαφος της οποίας χαρακτηρίζεται από τη βεβαιότητα και την ύπαρξη «νόμων», αγνοώντας τις αβεβαιότητες, τα σφάλματα, τις διαταραχές και τις ασυμμετρίες[1]. Η κατασκευή συναρτήσεων για την πρόγνωση οικονομικών μεταβλητών του οικονομικού γίγνεσθαι περιλαμβάνει ένα προσδιορισμένο μέρος (αιτιότητα) το οποίο υπακούει σε κάποιο νόμο ή *a priori* κανόνα, και ένα μέρος διαταραχής (τυχαιότητα). Όταν ένα οικονομικό φαινόμενο δεν μπορεί να προβλεφθεί ή δεν επιδέχεται ακριβή περιγραφή επεμβαίνει ο λογισμός των πιθανοτήτων. Πράγματι πολλά φαινόμενα πιθανοκρατούνται. Η πρόβλεψη γίνεται με κάποια πιθανότητα και βάσει στατιστικών μεθόδων. Παραδείγματος χάρη, στη θεωρία των *ορθολογικών προβλέψεων*, αν η πρόβλεψη είναι ακριβής τότε η πραγματοποιούμενη τιμή είναι ίση με την αναμενόμενη, δηλ. $p: p^e = 1$. Αν η πραγματοποιούμενη τιμή διαφέρει από την αναμενόμενη, τότε η πρόβλεψη είναι ανακριβής και έτσι η περίπτωση αυτή χαρακτηρίζεται ως αιφνιδιασμός (surprise). Τέτοιες εκπλήξεις προέρχονται από μη προβλεπόμενες κινήσεις της συνολικής ζητήσεως (demand shocks) ή της συνολικής προσφοράς (supply shocks). Το προβλέψιμο είναι αιτιοκρατικά προσδιορίσιμο και το μη προβλέψιμο επαφίεται στην τυχαιότητα και κυριαρχείται από διαταραχές και αιφνιδιασμούς. Αντίθετα, η αιτιότητα ή αιτιώδης συνάφεια είναι η σχέση που συνδέει δύο φαινόμενα ή γεγονότα, ως ακολουθία αιτίου και αιτιατού. Η έννοια της αιτίας χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στην επιστήμη και τη τεχνολογία και έχει τύχει ανάλυσεως με διάφορες σημασίες από τον Αριστοτέλη, τον Bacon, τον Νεύτωνα, τον Hume και τον J.S. Mill.

Η υπεισέλευση του λογισμού των πιθανοτήτων στη σχέση αιτίου και αποτελέσματος δίνει την στατιστική έννοια της αιτιότητας. Η πρόγνωση του αποτελέσματος γίνεται με κάποια ποσοστά πιθανότητας. Η *κατά Granger αιτιότητα*[2] (Granger causality) εκκινεί από την αρχή ότι το μέλλον δεν μπορεί να προκαλέσει το παρόν ή το παρελθόν. Όταν υπάρχουν δύο γεγονότα Α και Β, τότε (α) ή το Α προηγείται, οπότε το Β δεν προκαλεί το Α,

(β) ή το Β προηγείται, οπότε το Α δεν προκαλεί το Β, και (γ) το Α και το Β είναι σύγχρονα. Το γεγονός ότι το Α προηγήθηκε από το Β, δεν σημαίνει απαραιτήτως ότι προκάλεσε το Β. Ο Granger επινόησε κάποιες οικονομετρικές τεχνικές για να διαπιστωθεί εμπειρικώς κατά πόσον μια χρονολογική σειρά οικονομικών παρατηρήσεων προκαλεί κατά την έννοια του Granger μιαν άλλη χρονολογική σειρά.

Οι προβλέψεις στην Οικονομική Επιστήμη και οι μέθοδοί τους (μηχανισμοί σχηματισμού τους) εξαρτώνται από τον *χρονικό ορίζοντα* για τον οποίον γίνονται. Έτσι έχουμε τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, τις μεσοπρόθεσμες και τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις. Για κάθε μια από αυτές χρησιμοποιείται και διαφορετική στατιστική μέθοδος. Επίσης τα υποδείγματα διατυπώσεως προβλέψεων και προσδοκιών μπορεί να είναι *μικροοικονομικά* ή *μακροοικονομικά*. Οι πιθανολογούμενες προβλέψεις, ήτοι οι προσδοκίες των διαφόρων οικονομικών μεταβλητών στο μέλλον επηρεάζουν τις σημερινές αποφάσεις μας. Η πρόβλεψη παραδείγματος χάρη της μελλοντικής διαμορφώσεως της τιμής ενός αγαθού θα επηρεάσει τις αποφάσεις μας για επενδύσεις ή για τη σημερινή διαμόρφωση της παραγωγής και των αποθεμάτων.

3. Το μικροοικονομικό υπόδειγμα του ιστού της αράχνης

Ένα πολύ απλό παράδειγμα σχηματισμού προβλέψεων είναι το γνωστό υπόδειγμα δυναμικής ισορροπίας του ιστού της αράχνης (cobweb model)[3]. Η διατύπωση του υποδείγματος αυτού σε αλγεβρικούς όρους έχει ως εξής:

$$q_t^D = \alpha - \beta p_t, \text{ συνάρτηση ζητήσεως} \quad (1)$$

$$q_t^s = \gamma + \delta p_t^e, \text{ συνάρτηση προσφοράς} \quad (2)$$

$$q_t^D = q_t^s, \text{ συνθήκη ισορροπίας} \quad (3)$$

Στη συνάρτηση (1) η ζητούμενη ποσότητα του προϊόντος είναι συνάρτηση της τιμής της τρέχουσας περιόδου. Στη συνάρτηση προσφοράς, η προσφερόμενη ποσότητα είναι συνάρτηση της προβλεπόμενης τιμής η οποία θα ισχύσει κατά την πώληση

(p^e). Η τιμή όμως αυτή κατά το υπόδειγμα, σχηματίζεται βάσει της τιμής που ισχύει στην προηγούμενη περίοδο (p_{t-1}) και στην οποία στηρίχτηκαν οι παραγωγοί για να προγραμματίσουν την προσφορά τους για την επόμενη περίοδο, δηλαδή:

$$p_t^e = p_{t-1} \tag{4}$$

Από τη λύση του υποδείγματος και με βάση το υπόδειγμα προσδοκιών της (4) έχουμε:

$$p_t = \frac{(a-\gamma)}{\beta} - \left(\frac{\delta}{\beta}\right) p_{t-1} \tag{5}$$

Σύμφωνα με την (5), η τρέχουσα τιμή εξαρτάται από την τιμή της προηγούμενης περιόδου και τις γνωστές παραμέτρους α, β, γ, και δ. Το υπόδειγμα αυτό οδηγεί σε διακυμάνσεις τιμών και ποσοτήτων και σε μια κανονική διαδρομή υπερπροσφοράς και ελλειμματικής προσφοράς που διαδέχεται η μία την άλλη. Το υπόδειγμα, με την υπόθεση των προσδοκιών (4), αποδεικνύει ότι οι παραγωγοί δεν «μαθαίνουν» από την προηγηθείσα ιστορία και πέφτουν συνεχώς στο ίδιο «σφάλμα».

4. Μακροοικονομικές προσδοκίες

Τα μειονεκτήματα των προηγούμενων μηχανισμών σχηματισμού προσδοκιών προσπάθησε, χωρίς να το κατορθώσει, να εξαλείψει η *υπόθεση των προσαρμοστικών προσδοκιών*[4] (adaptive expectations hypothesis). Οι μονεταριστές, αλλά και οι κεϋνσιανοί οικονομολόγοι, υπέθεσαν ότι οι προβλέψεις των ατόμων σχετικώς με τη διαμόρφωση των τιμών (πληθωρισμού) προσαρμόζονται βραδέως μέσα στο χρόνο, αλλά συνεχώς, βάσει πάντοτε της πείρας του άμεσου παραλθόντος. Στη βραχυχρόνια περίοδο οι προβλέψεις αυτές είναι σταθερές.

Εκκινώντας από την υπόθεση ότι τα άτομα αναθεωρούν τις προβλέψεις τους κάθε περίοδο αναλόγως προς το σφάλμα που διέπραξαν στην προηγούμενη περίοδο, μπορούμε να διατυπώσουμε την πρόβλεψη τιμών για την περίοδο t ως εξής:

$$p_t^e = p_{t-1}^e + \lambda(p_{t-1} - p_{t-1}^e), \quad 0<\lambda<1 \tag{6}$$

Σύμφωνα με την (6), η *αναμενόμενη* (expected) τιμή της επόμενης περιόδου είναι ίση προς την αναμενόμενη τιμή της τρέχουσας περιόδου πλέον κάποιο ποσοστό (λ) σφάλματος στην αναμενόμενη τιμή της τρέχουσας περιόδου. Αν υποθέσουμε ότι ο συντελεστής προσαρμογής (adjustment coefficient) ή το ποσοστό σφάλματος που δείχνει το ρυθμό με τον οποίο οι προσδοκίες προσαρμόζονται προς το σφάλμα του παρελθόντος είναι $\lambda=1$, τότε:

$$p_t^e=p_{t-1}$$

$$p_{t-1}^e=p_t \quad \text{κ.ο.κ.}$$

δηλ. η λογική του υποδείγματος του «ιστού της αράχνης».

Για να αντιληφθούμε πώς λειτουργεί το υπόδειγμα των προσαρμοστικών προσδοκιών, ας λάβουμε ένα αριθμητικό παράδειγμα και ας υποθέσουμε ότι $p_{t-1}^e=10$. Η πραγματική τιμή όμως που σχηματίστηκε στην αγορά ήταν $p_{t-1}=12$. Έτσι, το σφάλμα προβλέψεως είναι 2, δηλαδή η διαφορά στην παρένθεση της (6). Αν ο συντελεστής προσαρμογής είναι $\lambda=0,5$, τότε τα άτομα θα προσαρμόσουν (αναθεωρήσουν) την προηγούμενη πρόβλεψή τους κατά $0,5x2=1$ και θα προβλέψουν τιμή ίση με $10+1=11$ για την επόμενη περίοδο.

Για την επόμενη περίοδο θα έχουμε:

$$p_{t-1}^e=p_t^e+\lambda(p_t-p_t^e)=11+0,5\cdot(12-11)=11,50$$

Η διαδικασία συνεχίζεται, αφού το 11,50 διαφέρει από το πραγματικό επίπεδο τιμών 12, μέχρις ότου το αναμενόμενο επίπεδο πλησιάσει το πραγματοποιούμενο.

Την εξίσωση (6) μπορούμε να εκφράσουμε σε όρους πληθωρισμού (ποσοστά μεταβολής των τιμών) ως εξής:

$$\dot{p}_t^e=\dot{p}_{t-1}^e+\lambda(\dot{p}_{t-1}^e-\dot{p}_{t-1}^e) \qquad (7)$$

όπου: $\dot{p}=\Delta P/P$.

Την εξίσωση (7) μπορούμε να γράψουμε ως εξής:

$$p_t^e = p_{t-1}^e + \lambda p_{t-1}^e + \lambda p_{t-1}$$

και

$$p_t^e = \lambda p_{t-1} + (1-\lambda) p_{t-1}^e \qquad (8)$$

Η αντίστοιχη έκφραση της (8) για την περίοδο t-1 είναι:

$$p_t^e = \lambda p_{t-1} + (1-\lambda) p_{t-1}^e$$

Θέτοντας την παραπάνω έκφραση στην (8) λαμβάνουμε:

$$p_t^e = \lambda p_{t-1} - \lambda(1-\lambda) p_{t-2} + (1-\lambda)^2 p_{t-2}^e \qquad (9)$$

Η παραπάνω έκφραση με συνεχή αντικατάσταση για τις περιόδους t-3, t-4 κ.ο.κ. γίνεται:

$$p_t^e = \lambda p_{t-1} + \lambda(1-\lambda) p_{t-2} + \lambda(1-\lambda)^2 p_{t-3}^e + (1-\lambda)^3 p_{t-4} + \lambda(1-\lambda)^4 p_{t-5} + \ldots \qquad (10)$$

Η παραπάνω έκφραση διατυπώνει την προσδοκώμενη τιμή ως σταθμικό μέσο των τιμών που ίσχυσαν στο παρελθόν. Οι σταθμίσεις (1-λ) βαίνουν φθίνουσες όσο αυξάνουν οι περίοδοι πίσω προς το παρελθόν και τείνουν να γίνουν μηδενικές. Στην ποσοτική οικονομική ανάλυση η (10) ονομάζεται *κατανομή υστερήσεων* (distributed lags) και ακολουθεί τη φθίνουσα γεωμετρική σειρά, αφού $0<\lambda<1$.

Η έκφραση (10) μπορεί να διατυπωθεί συνοπτικώς ως εξής:

$$p_t^e = \lambda \sum_{1}^{\infty} (1-\lambda)^{k-1} p_{t-k} \qquad (11)$$

Οι προσαρμοστικές προσδοκίες έτυχαν ευρείας εφαρμογής στην οικονομική έρευνα, λόγω κυρίως της θεωρητικής απλότητας στη σύλληψή τους και λόγω της ευκολίας στη στατιστική εφαρμογή τους.

Παρά τις αρετές αυτές, η υπόθεση αυτή παρουσιάζει αδυναμίες που συνοψίζονται κυρίως στα εξής:

(α) Στηρίζεται σε τιμές του παρελθόντος αποκλειστικώς, χωρίς να λαμβάνει υπόψη καμία άλλη μεταβλητή.

(β) Η φθίνουσα γεωμετρική σειρά των σταθμίσεων, καίτοι εύκο-

λη σε μαθηματικούς χειρισμούς, δεν αντανακλά την πραγματική οικονομική συμπεριφορά.

5. Η υπόθεση των ορθολογικών προβλέψεων

Ο μηχανισμός σχηματισμού προβλέψεων (προσδοκιών) οικονομικών μεταβλητών αποτελεί κρίσιμο θέμα της οικονομικής θεωρίας, αφού επηρεάζει τα αποτελέσματα του οικονομικού υποδείγματος στο οποίο είναι ενσωματωμένος. Παραδείγματος χάρη, στο υπόδειγμα του «ιστού της αράχνης», όπου η προβλεπόμενη τιμή για την επόμενη περίοδο εξαρτάται από την τιμή της τρέχουσας περιόδου, το αποτέλεσμα είναι η συνεχής διακύμανση της τιμής και η διάψευση των προσδοκιών των παραγωγών, οι οποίοι διαπράττουν συνεχώς το ίδιο (συστηματικό) σφάλμα, καθορίζοντες την προσφορά της επόμενης περιόδου βάσει της τιμής της τρέχουσας περιόδου. Επίσης, η εφαρμογή των προσαρμοστικών προσδοκιών στο υπόδειγμα της καμπύλης του Phillips έχει ως συνέπεια να μπορούν οι εργαζόμενοι να προβλέπουν, με κάποια βραδύτητα έστω, τον πληθωρισμό μακροχρονίως και να απαιτούν αναπροσαρμογή του ονομαστικού εργατικού μισθού (αύξηση πραγματικού μισθού), ώστε η απασχόληση (και η παραγωγή) να επανέρχεται στο φυσικό επίπεδό της. Αυτό σημαίνει ότι, η καμπύλη Phillips μακροχρονίως είναι κάθετη, εφόσον δεχόμαστε το μηχανισμό των προσαρμοστικών προβλέψεων. Η πρόβλεψη όμως του μελλοντικού πληθωρισμού γίνεται βάσει των δεδομένων του παρελθόντος, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη άλλη πληροφορία. Παραδείγματος χάρη, ας υποθέσουμε ότι μια αύξηση του ρυθμού προφοράς χρήματος οδηγεί σε αύξηση του πληθωρισμού. Οι εργαζόμενοι, εφόσον αγνοούν τη σχέση αυτή και εφόσον στηρίζονται μόνο σε στοιχεία πληθωρισμού παρελθουσών περιόδων, όπως υποδεικνύει η υπόθεση των προσαρμοστικών προσδοκιών, είναι επόμενο να μην μπορούν να κάνουν ακριβείς προβλέψεις της μελλοντικής πορείας του πληθωρισμού. Έτσι, μια αύξηση της νομισματικής προσφοράς, που οδηγεί σε αύξηση τιμών, μπορεί να οδηγήσει βραχυχρονίως, σε αύξηση της παραγωγής και πτώση του ποσοστού ανεργίας κάτω από το φυσικό ποσοστό. Με την πάροδο του χρόνου όμως οι προβλε-

πόμενες αυξήσεις τιμών θα προσαρμοστούν και θα συμπέσουν μακροχρονίως με τις πραγματοποιούμενες αυξήσεις τιμών.

Ο μηχανισμός σχηματισμού προσαρμοστικών προσδοκιών προσιδιάζει σε καταστάσεις όπου οι προβλεπόμενες μεταβλητές παρουσιάζουν σταθερότητα διαχρονικώς. Οι προσαρμοστικές προσδοκίες, καίτοι αποτελούν σημαντική πρόοδο στο πρόβλημα των προβλέψεων, παρουσιάζουν μειονεκτήματα από πλευράς της οικονομικής θεωρίας, όπως:

(α) Στηρίζονται σε τιμές του παρελθόντος με χρονικές υστερήσεις κατανεμόμενες κατά φθίνουσα γεωμετρική σειρά, πράγμα που δεν αντανακλά την πραγματική συμπεριφορά.

(β) Δε λαμβάνουν υπόψη τους άλλες πληροφορίες ή άλλες μεταβλητές εκτός της προβλεπόμενης, με συνέπεια να μη γίνονται ακριβείς προβλέψεις.

(γ) Η υπόθεση των προσαρμοστικών προσδοκιών οδηγεί σε μια σειρά από *συστηματικά σφάλματα προβλέψεων*. Τα άτομα στηριζόμενα μηχανιστικά σε τιμές παρελθόντος της υπό πρόβλεψη μεταβλητής μόνο, δε λαμβάνουν υπόψη τις σχέσεις που υπάρχουν στη διάρθρωση της οικονομίας. Με λίγα λόγια, η υπόθεση των προσαρμοστικών προσδοκιών δε λαμβάνει υπόψη το υφιστάμενο οικονομικό υπόδειγμα.

Οι μηχανισμοί προβλέψεων, που εξετάσαμε στα προηγούμενα, είναι ουσιαστικώς μηχανιστικοί (αυθαίρετοι), αφού στερούνται υποστρώματος θεωρίας οικονομικής συμπεριφοράς. Ακριβώς την ανάγκη αυτή επεσήμανε ο *J. F. Muth*[5], ο οποίος οδηγήθηκε στη διατύπωση της *υποθέσεως των ορθολογικών προβλέψεων* (Υ.Ο.Π) στο πλαίσιο της μικροοικονομικής αναλύσεως και η οποία υπόθεση εφαρμόσθηκε αργότερα στη μακροοικονομική από τον *R.E. Lucas, Jr.*[6] και τη νέα κλασική μακροοικονομική.

Για να αποκτήσει ο μηχανισμός σχηματισμού προβλέψεων θεωρητικό υπόστρωμα θα πρέπει κατά το Muth να υπαχθεί ο μηχανισμός αυτός στις αρχές της μεγιστοποιητικής συμπεριφοράς. Δηλαδή, θα πρέπει τα οικονομούντα άτομα να χρησιμοποιούν τις διαθέσιμες πληροφορίες, όπως χρησιμοποιούν κάθε πόρο προς απόκτηση της μεγαλύτερης δυνατής ωφέλειας. Εδώ, η ωφέλεια είναι η όσο το δυνατό ακριβής πρόβλεψη των τιμών των διαφόρων μεταβλητών, όπως ο πληθωρισμός. Σημαντικό είναι

να τονισθεί ότι μέρος των πληροφοριών των ατόμων είναι η διάρθρωση του υφιστάμενου οικονομικού συστήματος. Έτσι, τα ορθολογικά άτομα θα πρέπει να χρησιμοποιούν τη γνώση τους για το υφιστάμενο σύστημα κατά τη διαδικασία σχηματισμού των προβλέψεων τους.

Η Υ.Ο.Π στηρίζεται στην ιδιότητα εκείνη κατά την οποία *οι υποκειμενικές προβλέψεις των μεταβλητών, εκ μέρους των ατόμων, συμπίπτουν με τις αντικειμενικές μαθηματικές προβλέψεις (ελπίδες), υπό τον όρο (conditional) χρησιμοποιήσεως όλων των διαθέσιμων πληροφοριών*. Όταν αυτό συμβεί, τότε λέμε ότι οι προβλέψεις είναι *ορθολογικές*. Εφόσον τα οικονομούντα άτομα γνωρίζουν τη διάρθρωση του οικονομικού συστήματος και χρησιμοποιούν αποτελεσματικώς τις πληροφορίες που έχουν στη διάθεσή τους, τότε οι προβλέψεις τους θα είναι ορθολογικές. Η Υ.Ο.Π. αποκλείει τη διάπραξη συστηματικών σφαλμάτων εκ μέρους των οικονομούντων ατόμων. Παραδείγματος χάρη, όταν αρχίσει μια διαδικασία πληθωρισμού, τα άτομα γνωρίζουν από την πείρα του παρελθόντος ότι η διαδικασία αυτή θα συνεχισθεί, αφού ασκείται διασταλτική νομισματική πολιτική (ή δημοσιονομική πολιτική) και θα πρέπει να λάβουν αυτό υπόψη τους. Τότε ο προβλεπόμενος (expected) ρυθμός πληθωρισμού θα ισούται με το ρυθμό πληθωρισμού που θα πραγματοποιηθεί.

Αν συμβεί ο προβλεπόμενος ρυθμός πληθωρισμού να μη συμπέσει με το ρυθμό του πραγματοποιήθηκε, τότε δεν πρόκειται για συστηματικό σφάλμα στη διαμόρφωση των προβλέψεων των ατόμων, αλλά αυτό θα οφείλεται σε *τυχαίο λάθος* (random error), δηλαδή σε παράγοντα που δεν είναι δυνατή η πρόβλεψή του. Το μη δυνάμενο να προβλεφθεί μέρος της πληθωριστικής διαδικασίας (unpredictable, unanticipated) αποτελεί τον *αιφνιδιασμό* ή την *έκπληξη* (surprise). Σε αιφνιδιασμούς ή εκπλήξεις οφείλονται οι διακυμάνσεις των οικονομικών μεγεθών κατά τους νέους κλασικούς οικονομολόγους και όχι σε δυνάμενες να προβλεφθούν πολιτικές ή ενέργειες.

6. Η μικροοικονομική διατύπωση της υποθέσεως των ορθολογικών προβλέψεων

Στο υπόδειγμα σχηματισμού της τιμής αγαθού στην αγορά (1-3), είχαμε δει ότι, χρησιμοποιώντας την υπόθεση προβλέψεων $p^e=p_{t-1}$ καταλήγουμε στο γνωστό φαινόμενο του ιστού της αράχνης. Στην περίπτωση αυτή θεωρούμε ότι οι παραγωγοί δεν είναι λογικά άτομα, αφού από την παρατήρηση της πραγματικότητας δε μαθαίνουν (non-learning). Χρησιμοποιώντας επίσης της υπόθεση των προσαρμοστικών προσδοκιών δεχόμαστε ότι, οι παραγωγοί μαθαίνουν από τα σφάλματά τους και προσέχουν στο μέλλον, οπότε έχουμε το μηχανισμό σχηματισμού προβλέψεων της εξισώσεως (6). Ο μηχανισμός αυτός (προσαρμοστικές προσδοκίες) είναι μηχανισμός μαθήσεως (learning) και οδηγεί βαθμιαίως και όχι αμέσως σε ακριβείς προβλέψεις.

Η καινοτομία που εισήγαγε ο Muth συνίσταται στη θεώρηση της προβλεπόμενης τιμής (p^e) ως ενδογενούς στο υπόδειγμα και παραγώγου αυτού. Ο Muth θεώρησε ότι, τα οικονομούντα άτομα έχουν πληροφόρηση και γνώση για τον τρόπο που σχηματίζονται οι τιμές των αγαθών, οι συναλλαγματικές τιμές, οι τιμές των μετοχών στα χρηματιστήρια κ.α. Είναι λοιπόν παράλογο να μη χρησιμοποιούν τις γνώσεις (έστω και ατελείς) και τις πληροφορίες που έχουν για να κάνουν προβλέψεις. Τα οικονομούντα άτομα χρησιμοποιούν κάθε πληροφορία και εκμεταλλεύονται κάθε ευκαιρία για να αποκομίσουν ωφέλεια. Αν πράγματι αυτό συμβαίνει, τότε οι υποκειμενικές προβλέψεις θα πρέπει να συμπίπτουν με τις επιστημονικές (μαθηματικές) προβλέψεις. Η προταθείσα από το Muth υπόθεση των ορθολογικών προβλέψεων διατυπώνεται ως εξής:

$$p_t^e=E(p_t/I_{t-1}) \quad \text{ή} \quad p_t^e=E_{t-1}(p_t) \tag{12}$$

όπου

$E_{t-1}(p_t)$=η προβλεπόμενη για την περίοδο t τιμή (μαθηματική ελπίδα) η οποία προκύπτει από το υφιστάμενο υπόδειγμα και τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στην περίοδο (t-1)

Την παραπάνω υπόθεση (12) μπορούμε να ενσωματώσουμε τώρα στο υπόδειγμα σχηματισμού της τιμής και έχουμε:

$$q_t^D = \alpha - \beta p_t + e_t \quad \text{(συνάρτηση ζητήσεως)} \tag{13}$$

$$q_t^s = \gamma + \delta p_t^e + u_t \quad \text{(συνάρτηση προσφοράς)} \tag{14}$$

$$p_t^e = E_{t-1}(p_t) \quad \text{(υπόθεση Ο.Π)} \tag{15}$$

$$q_t^D = q_t^s \quad \text{(συνθήκη ισορροπίας)} \tag{16}$$

Όπως βλέπουμε, στο παραπάνω υπόδειγμα (13)-(16), η προσφερόμενη ποσότητα για την περίοδο t εξαρτάται από την προβλεπόμενη τιμή, βάσει των πληροφοριών που έχουν οι παραγωγοί στην περίοδο (t-1) και την γνώση του υποδείγματος. Το υπόδειγμα αυτό είναι στοχαστικό, διότι στις εξισώσεις του περιλαμβάνονται και οι όροι σφάλματος ή τυχαίοι όροι (disturbance variables), όπως e_t και u_t. Οι όροι αυτοί είναι εκείνοι που δεν μπορούν να προβλεφθούν και δημιουργούν τις αποκλίσεις μεταξύ εκτιμημένων (προβλεπόμενων) τιμών των μεταβλητών και πραγματοποιουμένων. Έτσι, ο όρος p_t^e είναι η υποκειμενική πρόβλεψη των παραγωγών για την τιμή p_t στην περίοδο (t-1). Ο μέσος όρος (μέση τιμή ή μαθηματική ελπίδα) των μεταβλητών e και u είναι μηδέν (οι αποκλίσεις αρνητικές και θετικές, μηδενίζονται αθροιστικώς) και η τυπική απόκλισή τους (variance) είναι πεπερασμένη και σταθερή.

Οι τυχαίες αυτές μεταβλητές είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και ασυσχέτιστες με το σύνολο των πληροφοριών (I_{t-1}).

Λαμβάνοντας τις μαθηματικές ελπίδες (προβλεπόμενες τιμές) των μεταβλητών της συνθήκης ισορροπίας (5) έχουμε:

$$E_{t-1}(q_t^D) = E_{t-1}(q_t^s) \tag{17}$$

και

$$\alpha - \beta E_{t-1}(p_t) = \gamma + \delta E_{t-1}(p_t) \tag{18}$$

Από την (18) προκύπτει:

$$E_{t-1}(p_t) = \frac{\alpha - \gamma}{\delta + \beta} \tag{19}$$

Η (19) μας δείχνει την αναμενόμενη τιμή της αγοράς, η οποία είναι η τιμή ισορροπίας, εφόσον $E_{t-1}(e_t)=0$ και $E_{t-1}(u_t)=0$. Έτσι, η προβλεπόμενη τιμή συμπίπτει με τη μαθηματική τιμή. Εδώ πρέπει να παρατηρήσουμε ότι κατά την υπόθεση του Muth, η προβλεπόμενη (υποκειμενική) τιμή από κάθε παραγωγό μπορεί να διαφέρει από τη μαθηματική τιμή (τιμή ισορροπίας), η οποία εκφράζει το *μέσο όρο*. Αφού η πληροφόρηση δε συνεπάγεται οικονομικό κόστος, η πρόβλεψη της (19) είναι η μόνη ορθολογική, διότι δεν έχει το μειονέκτημα των συστηματικών λαθών, όπως στις περιπτώσεις του ιστού της αράχνης, και των προσαρμοστικών προβλέψεων.

Όπως προκύπτει από τη λύση του απλού υποδείγματος της αγοράς, οι ενέργειες των παραγωγών θα εξαρτηθούν από την ορθολογική πρόβλεψη της τιμής της επόμενης περιόδου, αλλά και η πρόβλεψη αυτή θα επηρεασθεί από τις ενέργειες, αφού τα άτομα γνωρίζουν πως λειτουργεί το σύστημα. Έτσι, οι ορθολογικές προβλέψεις ενεργούν αμφίδρομα και σε σχέση αλληλεξαρτήσεως.

Η κριτική της υποθέσεως των ορθολογικών προβλέψεων συνίσταται κυρίως στα εξής:

(α) Είναι δύσκολο για τα άτομα να γνωρίζουν το μηχανισμό λειτουργίας των οικονομικών σχέσεων του συστήματος στο οποίο στηρίζεται η Υ.Ο.Π.

(β) Οι παράμετροι του συστήματος είναι ευμετάβλητοι και επομένως τα άτομα στην αδυναμία τους να είναι ενημερωμένα κάθε στιγμή, διαπράττουν συστηματικά σφάλματα κατά τη διενέργεια των προβλέψεων, και

(γ) Η απόκτηση πληροφοριών και γνώσεως έχει κάποιο κόστος, το οποίο μπορεί τα οικονομούντα άτομα να μην επιθυμούν να υποστούν. Έτσι, ένα μεγάλο τμήμα των υπό πρόβλεψη μεταβλητών να μην είναι εξηγήσιμο, οπότε τα e και u θα είναι μεγάλα. Η κριτική όμως αυτή δε θίγει τη θεωρητική βάση της Υ.Ο.Π. που είναι η παραγωγή προβλέψεων ενδογενών στο σύστημα (endogenisation). Άλλωστε πρέπει να παρατηρήσουμε ότι, η αληθής έννοια του υποδείγματος των νέων κλασικών οικονομολόγων δεν απαιτεί τη γνώση εκ μέρους των ατόμων ενός πλήρους συνόλου πληροφοριών, αλ-

λά να μην ευρίσκονται αυτά σε μειονεκτική θέση πληροφοριών έναντι αυτών που ασκούν την οικονομική πολιτική.

Υποσημειώσεις

1. Σ. Σαραντίδης, Θεωρία και Πράξη στην Οικονομική Επιστήμη, *ΣΠΟΥΔΑΙ*, Τεύχος 2, Τόμος 54, σελ. 9-12.
2. Βλ. Granger, CW: Investigating causal relations, e.t.c, εις *Econometrica*, Jan. 1969, σελ. 24-36.
3. Βλ. Σαραντίδη, ΣΑ: *Σύγχρονη Μικροοικονομική Ανάλυση*, Τομ. Α, 164.
4. Η υπόθεση αυτή είναι γνωστή από την εποχή του I. Fisher. Έτυχε επεξεργασίας από τον Gagan, P: The monetary dynamics of hyperinflation, στο Friedman, M.: Studies in the Quantity Theory of Money, University if Chicago Press, 1956.
5. Muth JF: Rational expectations and the theory of price movements, *Econometrica* (July 1961), pp. 315-335. Βλέπε βιβλιογραφική ανάπτυξη του θέματος στο Kantor, B: Rational expectations and economic thought, *Journal of economic Literature* (Dec.1979), pp. 1422-1441
6. Lucas, R: Some international evidence on output-inflation tradeoffs, *American Economic Review* (June 1973), pp. 326-334.

Βιβλιογραφία

Al-Khalili, J.: *Quantika Παράδοξα*, Τραυλός, 2000.

Σαραντίδη, Σ.: *Σύγχρονη Μικροοικονομική Ανάλυση*, τόμ. Α+Β, Πειραιάς.

Σαραντίδη, Σ.: *Σύγχρονη Μακροοικονομική Ανάλυση*, τόμ. Β΄, έκδ. Ε. Μπένου, Αθήνα.

Σαραντίδη, Σ.: Θεωρία και Πράξη στην Οικονομική Επιστήμη, *Σπουδαί*, τεύχος 2, τόμος 54.

Snowdon, B. and Vane R.H.: *An encyclopedia of Macroeconomics*, Edgan Cheltenham, M.K. 2002.

Vegetti, M.: *Ιστορία της Αρχαίας Φιλοσοφίας*, Τραυλός, 2000.

Ασφαλιστικά μέτρα και Franchising

Αριστέα Σινανιώτη-Μαρούδη

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων,
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Το Franchising, μη ρυθμιζόμενη από το νόμο μικτή σύμβαση, περιέχει στοιχεία επωνύμων συμβάσεων και ανήκει στην κατηγορία των διαρκών συμβάσεων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την έκδοση του Κανονισμού 2790/1999 πραγματοποίησε ένα σημαντικό βήμα για την ανάπτυξη του Franchising στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα ελληνικά δικαστήρια, με δεδομένη την ανυπαρξία ιδιαίτερου νομοθετήματος, μπορούν να χρησιμοποιούν ως βοηθήματα για την επίλυση των σύνθετων προβλημάτων, που αναφύονται από τη λειτουργία του Franchising, τις ρυθμίσεις του Κανονισμού 2790/1999 και τις προβλέψεις των Κατευθυντήριων Γραμμών της Επιτροπής, τη σχετική νομολογία του ΔΕΚ, καθώς και τις προβλέψεις του Ελληνικού Κώδικα Δεοντολογίας για το Franchising.

Στις διαρκείς ενοχές, όπως το Franchising, η προσωρινή ενεργοποίηση της ένωμης σχέσης δεν συνιστά παράβαση του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, διότι η ικανοποίηση που εξ αντικειμένου επέρχεται είναι πρόσκαιρη και πάντως δεν οδηγεί σε αμετάκλητη κατάσταση.

1. Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Με τη σύμβαση Franchising (δικαιόχρηση) ο δικαιοπάροχος ή δότης (franchisor) παραχωρεί στον δικαιοδόχο ή λήπτη (franchisee) έναντι άμεσου ή έμμεσου οικονομικού ανταλλάγματος δικαίωμα χρήσεως επωνυμίας ή σήματος, διακριτικού τίτλου, λοι-

Πανεπιστήμιο Πειραιώς - University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 947-976
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 947-976

πών διακριτικών γνωρισμάτων, εκμετάλλευσης διπλώματος ευρεσιτεχνίας, εκμετάλλευσης τεχνογνωσίας, τεχνική υποστήριξη (εκπαίδευση προσωπικού, επεξεργασία διαφημιστικών μηνυμάτων, νομικές υπηρεσίες κ.λπ.) και εδαφική αποκλειστικότητα, συνήθως δε ο λήπτης ως αντάλλαγμα καταβάλλει ένα «δικαίωμα εισόδου» στο δίκτυο και ένα ποσό, υπολογιζόμενο και ανάλογο του κύκλου εργασιών του. Από οικονομικής απόψεως το Franchising συνιστά τρόπο διανομής προϊόντων ή υπηρεσιών σε τελικούς χρήστες, δηλαδή σύστημα προωθήσεως προϊόντων ή υπηρεσιών στην καταναλωτική αγορά, το οποίο βασίζεται στη συνεργασία μεταξύ ανεξαρτήτων επιχειρήσεων, που αναπτύσσουν τη δραστηριότητά τους σε διαφορετικές βαθμίδες της αγοράς, επιτρέποντας στον παραγωγό να εγκαταστήσει ένα δίκτυο διανομής με την επωνυμία του ή το σήμα του, αποφεύγοντας τις δαπάνες εγκαταστάσεως, ενώ ο δικαιοδόχος εκμεταλλεύεται την εμπειρία, την οργάνωση και την τεχνογνωσία του δικαιοπαρόχου.

Η παραχώρηση από τον δότη στον λήπτη της άδειας χρήσης και εκμετάλλευσης του πακέτου Franchise αποτελούσε κατά τον προηγούμενο Κανονισμό 4087/88 (άρθρο 1 παρ. 3 στοιχ. α΄ και β΄) ουσιαστικό και απαραίτητο στοιχείο της σύμβασης Franchising. Χωρίς το στοιχείο αυτό η συγκεκριμένη σύμβαση δεν εννοείτο ως σύμβαση Franchising και κατά συνέπεια δεν απολάμβανε της προνομιακής μεταχείρισης που προέβλεπε για τις συμφωνίες Franchising ο Κανονισμός. Αλλά και στο νέο Κοινοτικό Νομοθετικό Πλαίσιο για τις κάθετες συμφωνίες και πιο συγκεκριμένα στον ορισμό των Κατευθυντηρίων Οδηγιών επί των καθέτων περιορισμών (Guidelines on Vertical Restraints) για τη σύμβαση Franchise (παρ. 199), η παραχώρηση από τον δότη στον λήπτη αδειών χρήσης και εκμετάλλευσης αφενός δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας, δηλαδή σύμφωνα με τον Κανονισμό 2790/1999 δικαιωμάτων βιομηχανικής και πνευματικής ιδιοκτησίας (άρθρο 1 παρ. ε) και αφετέρου τεχνογνωσίας είναι συστατικό και αναπόσπαστο στοιχείο της επιχειρηματικής μεθόδου, η οποία αποτελεί αντικείμενο του Franchising.

Επίσης ο ορισμός του Franchising που περιλαμβάνεται στα κείμενα τόσο του Ευρωπαϊκού όσο και του ελληνικού Κώδικα Δεοντολογίας (άρθρο 1) περιέχει ως βασικό του στοιχείο τη χρη-

σιμοποίηση από τον λήπτη των δικαιωμάτων βιομηχανικής και πνευματικής ιδιοκτησίας του δότη, όπως και της τεχνογνωσίας του, δηλαδή με άλλα λόγια του πακέτου Franchise.

Κατά τον Ευρωπαϊκό Κώδικα Δεοντολογίας το Franchising είναι ένα σύστημα προώθησης προϊόντων ή/και υπηρεσιών ή/και τεχνολογίας, που βασίζεται πάνω σε μια στενή και συνεχή συνεργασία μεταξύ νομικά και οικονομικά ξεχωριστών και ανεξαρτήτων επιχειρήσεων, τον δικαιοπάροχο και τους κατ' ιδίαν δικαιοδόχους, όπου ο δικαιοπάροχος παρέχει στους κατ' ιδίαν δικαιοδόχους το δικαίωμα και επιβάλλει την υποχρέωση να ασκούν επιχειρηματική δραστηριότητα σύμφωνα με το πρότυπο του δικαιοπαρόχου. Το δικαίωμα δίνει την ευκαιρία και επιβάλλει στον κατ' ιδίαν δικαιοδόχο, με αντάλλαγμα μια άμεση ή έμμεση οικονομική αντιπαροχή, να χρησιμοποιεί την επωνυμία του δικαιοπαρόχου ή/και το σήμα, ή/και το σήμα υπηρεσιών, know-how[2], επιχειρηματικές και τεχνικές μεθόδους, το διαδικαστικό σύστημα ή/και άλλα δικαιώματα βιομηχανικής ή/και πνευματικής ιδιοκτησίας, υποστηρίζοντάς τον μέσω της συνεχούς παροχής εμπορικής και τεχνικής βοήθειας μέσα στο πλαίσιο και κατά τη διάρκεια μιας έγγραφης σύμβασης Franchise, που καταρτίζεται ανάμεσα στα μέρη γι' αυτό τον σκοπό.

2. Ο Κανονισμός 2790/1999

Μετά από τριετείς διεργασίες (1997-2000), η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων εξέδωσε στις 22.12.1999 τον νέο γενικό Κανονισμό Ομαδικής Απαλλαγής από το άρθρο 81 παρ. 1 της Συνθήκης για τις «κάθετες συμφωνίες» (ΕΕ 1999 L 336/21), δηλαδή τις συμφωνίες εκείνες[3], που συνάπτονται μεταξύ δύο ή περισσοτέρων επιχειρήσεων, καθεμία από τις οποίες δραστηριοποιείται, για την επίτευξη του σκοπού της συμφωνίας, σε διαφορετικό επίπεδο της αλυσίδας παραγωγής ή διανομής και που αφορούν στις προϋποθέσεις, υπό τις οποίες τα μέρη μπορούν να προμηθεύονται, πωλούν ή μεταπωλούν ορισμένα αγαθά ή υπηρεσίες[4]. Η απαλλαγή εφαρμόζεται στο μέτρο που οι εν λόγω συμφωνίες περιλαμβάνουν περιορισμούς του ανταγωνισμού, οι οποίοι εμπίπτουν στο πεδίο του άρθρου 81 παρ. 1 «κάθετοι περιορισμοί».

Ο Κανονισμός αντικατέστησε τους μέχρι τότε τρεις επιμέρους κανονισμούς (αποκλειστικής διανομής, αποκλειστικής προμήθειας και Franchising), άρχισε να ισχύει από την 1.1.2000, αλλά τέθηκε σε εφαρμογή από την 1.6.2000[5]. Προσεγγίζει με διαφορετικό από τους προηγούμενους τρεις Κανονισμούς τρόπο τις κάθετες συμπράξεις και οδηγεί στη σύγκλιση του Κοινοτικού με το Αμερικανικό Δίκαιο του Ελεύθερου Ανταγωνισμού, όσον αφορά στη νομική μεταχείριση των κάθετων περιορισμών[6]:

- Εισάγεται ένα τεκμήριο νομιμότητας για τις κάθετες εκείνες συμφωνίες, στις οποίες το μερίδιο του προμηθευτή στην αγορά που πωλεί τα αγαθά ή τις υπηρεσίες της συναφθείσας με τον αγοραστή σύμβασης (σχετική αγορά) δεν υπερβαίνει το 30 τοις εκατό της αγοράς αυτής (άρθρο 3 παρ. 1 του Κανονισμού). Οι επιχειρήσεις δηλαδή αυτής της κατηγορίας δεν χρειάζεται να κοινοποιούν τις κάθετες συμφωνίες τους στην Επιτροπή. Το τεκμήριο αυτό είναι μαχητό: Αν οι κάθετες αυτές συμφωνίες περιέχουν ή με την ακολουθούμενη πρακτική τους εφαρμόζουν έναν ή περισσότερους από τους λεγόμενους «σκληροπυρηνικούς» περιορισμούς του άρθρου 4 του Κανονισμού (Μαύρη Λίστα), δεν θα μπορούν να τύχουν του ευεργετήματος της απαλλαγής με βάση τον Κανονισμό.
  Αν ο προμηθευτής χρησιμοποιεί την ίδια σύμβαση διανομής για να διανέμει περισσότερα αγαθά ή/και υπηρεσίες, από τα οποία μόνο ορισμένα αντιπροσωπεύουν μερίδιο χαμηλότερο του 30 τοις εκατό της σχετικής αγοράς, το ευεργέτημα της Ομαδικής Απαλλαγής του Κανονισμού ισχύει μόνο γι' αυτά[7].
- Ο νέος Κανονισμός μεταχειρίζεται τους διάφορους τύπους των κάθετων συμπράξεων, που όμως παράγουν όμοια αποτελέσματα, με τον ίδιο τρόπο, και εμποδίζει έτσι τη διαφοροποίηση στην πολιτική αντιμετώπισης των διαφόρων συστημάτων διανομής.
- Ο νέος Κανονισμός δεν περιλαμβάνει, όπως περιείχαν οι προηγούμενοι Κανονισμοί Απαλλαγής, απαρίθμηση των ρητρών των κάθετων συμφωνιών που απαλλάσσονται (Λευκή Λίστα), αλλά μόνο απαρίθμηση των περιορισμών, που δεν επιτρέπεται να περιέχουν αυτές οι συμφωνίες (Μαύρη Λίστα)[8].

3. Νομική φύση της σύμβασης Franchising

Οι συμβάσεις Franchising είναι μικτές συμβάσεις, δηλαδή συμβάσεις συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων με σκοπό την εκμετάλλευση του «πακέτου» Franchise, για την επίτευξη κέρδους, στις οποίες απαντώνται στοιχεία περισσότερων συμβατικών τύπων ή και συμφωνιών, που συνάπτονται βάσει της αρχής της ελευθερίας των συμβάσεων (ΑΚ 361)[9]. Είναι δηλαδή το Franchising μη ρυθμιζόμενη από το νόμο μικτή σύμβαση, που περιέχει στοιχεία επωνύμων συμβάσεων με επικρατούντα αυτά της σύμβασης μίσθωσης προσοδοφόρου δικαιώματος και της σύμβασης παροχής υπηρεσιών. Χωρίς να αποκλείεται η εφαρμογή των διατάξεων, που ρυθμίζουν το συγκεκριμένο είδος (μίσθωση έργου, πώληση), γίνεται αποδεκτό ότι το κρίσιμο ζήτημα είναι ο προσδιορισμός του χαρακτήρα, ο οποίος προέχει στην όλη συμβατική σχέση. Οι κανόνες που διέπουν το τμήμα αυτό της σύμβασης εφαρμόζονται πρωτευόντως στη συμβατική σχέση, οι δε κανόνες που διέπουν τα υπόλοιπα τμήματα δεν αγνοούνται αλλά εφαρμόζονται συμπληρωματικά. Στην περίπτωση του Franchising, ο προέχων χαρακτήρας είναι η παροχή υπηρεσιών και η παραχώρηση άυλων αγαθών, ακόμη και όταν υπάρχουν συμφωνίες για αγορά ή για αγορά προς μεταπώληση.

Η σύμβαση Franchising ανήκει, ως εμπορική σύμβαση, στην κατηγορία των διαρκών συμβάσεων, καθόσον χαρακτηρίζεται από τη διάρκεια της ενοχής ως σύνολο δικαιωμάτων και υποχρεώσεων με χρονική προοπτική[10]. Στην υποχρέωση του δικαιοπάροχου για παροχή υπηρεσιών υποστήριξης της επιχείρησης του δικαιοδόχου και διαρκή ανανέωση της τεχνογνωσίας του, αντιστοιχεί η υποχρέωση του δικαιοδόχου για την καταβολή σ' αυτόν χρηματικών ποσών καθόλη τη διάρκεια της συμβατικής τους σχέσης (διαρκή δικαιώματα)[11]. Η διάρκεια εξασφαλίζει σταθερότητα στην ενοχή, εξυπηρετεί το νομικό σχεδιασμό και προωθεί τη συνεργασία των συμβαλλομένων με συνέπεια παραγωγή υποχρεώσεων από την καλή πίστη (Α.Κ. 200, 288) και αποκλίσεις σε επιμέρους ζητήματα, όπως μετενέργεια της ενοχής μετά τη λήξη της, καταγγελία αντί υπαναχώρηση (Α.Κ. 743) κ.λπ.[12]

Στη διαρκή αυτή σύμβαση έχουν κατά συνέπεια εφαρμογή

οι αρχές του δικαίου των διαρκών ενοχών του Α.Κ.[13], ενώ ως βασικά της χαρακτηριστικά προκρίνονται[14]: α) η ακριβής περιγραφή των συμβατικών υποχρεώσεων των μερών, β) η μακροχρόνια διάρκεια, γ) η ενδελεχής ρύθμιση των θεμάτων που ανάγονται στην εκτέλεση και τη λήξη της σύμβασης, δ) η κατανομή των ωφελημάτων και βαρών και ε) η πρόβλεψη μηχανισμών για την επίλυση διαφορών, που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της σύμβασης.

Η μη ομαλή εξέλιξη της συμβάσεως αυτής ως διαρκούς ενοχής δημιουργεί πεδίο εφαρμογής των γενικών διατάξεων για την αδυναμία ή την υπερημερία της παροχής του οφειλέτη, αν υπάρχει αθέτηση κύριας συμβατικής υποχρέωσης[15].

4. Λύση του Franchising με τακτική καταγγελία

Η σύμβαση Franchising αορίστου χρόνου μπορεί να λυθεί είτε με έκτακτη είτε με τακτική καταγγελία. Σπάνιες βέβαια είναι οι περιπτώσεις των συμβάσεων Franchising με αόριστη διάρκεια και στις περισσότερες φορές πρόκειται για συμβάσεις, οι οποίες έχουν συνομολογηθεί αρχικά για ορισμένο χρονικό διάστημα, μετά τη λήξη του οποίου τα συμβαλλόμενα μέρη συνέχισαν να τις εκτελούν. Το διαπλαστικό δικαίωμα της τακτικής ή ελεύθερης καταγγελίας ανταποκρίνεται σε αξίωση των χρηστών ηθών[16], ασκείται με δήλωση βουλήσεως που απευθύνεται στον αντισυμβαλλόμενο και παράγει νομική ενέργεια μόνο αφότου περιέλθει σε αυτόν (ΑΚ 167). Αν και δεν συνιστά κατά νόμο προϋπόθεση της εγκυρότητας της καταγγελίας (ΑΚ 158) συνιστάται στα μέρη να συμφωνούν στο σχετικό άρθρο της σύμβασης Franchising ότι η καταγγελία θα πρέπει να είναι έγγραφη, οπότε σε περίπτωση αμφιβολίας, η μη τήρηση του συμφωνηθέντος έγγραφου τύπου θα έχει ως αποτέλεσμα την ακυρότητά της (ΑΚ 159 παρ. 2)[17]. Κρίνεται επίσης σκόπιμο να προβλέπεται στη σύμβαση και το είδος του έγγραφου τύπου, που θα πρέπει να περιβληθεί η καταγγελία.

Η λύση της σύμβασης Franchising με τακτική καταγγελία θέτει τα εξής ζητήματα[18]:

α) την κατώτατη διάρκεια ισχύος της σύμβασης,

β) τον καθορισμό ενδεχομένως πολύ μεγάλου χρόνου διάρκειας της σύμβασης,

γ) την προθεσμία που πρέπει να θέσει ο καταγγέλλων για τη λύση της σύμβασης, αν δεν έχει συμφωνηθεί τέτοια προθεσμία. Αυτή συνδέεται με τις δυνατότητες των μερών να βρουν ισοδύναμη εναλλακτική λύση και να πραγματοποιήσουν αναδιάρθρωση τω επιχειρήσεών τους[19].

5. Λύση του Franchising με έκτακτη καταγγελία

Η σύμβαση Franchising ορισμένου ή αορίστου χρόνου μπορεί να λυθεί και με έκτακτη καταγγελία, δηλαδή καταγγελία ένεκα σπουδαίου λόγου που δικαιολογεί τη λύση της. Στην περίπτωση αυτή το κύριο πρόβλημα είναι τι θα ισχύει εάν, ενώ έχει καταγγελθεί η σύμβαση από τον δότη για σπουδαίο λόγο, ο λήπτης αμφισβητήσει την ύπαρξη σπουδαίου λόγου και άρα το κύρος της καταγγελίας, και θεωρήσει ότι ο δότης συνεχίζει να δεσμεύεται από τη σύμβαση.

Ο έλεγχος της ύπαρξης σπουδαίου λόγου είναι σύμφωνα με την ελληνική νομολογία αναγνωριστικός και όχι διαπλαστικός και συνεπώς ενεργεί ex tunc. Ωστόσο, επικρατεί προβληματισμός[20] ως προς την τάση, που κρατεί στη νομολογία και η οποία δέχεται αναφορικά προς τη σύμβαση προσωπικής εμπορικής εταιρίας ορισμένου χρόνου ότι η καταγγελία της σύμβασης εκ μέρους ενός των συμβαλλομένων επιφέρει τη λύση της εταιρίας και αν ακόμη δεν συντρέχει η προϋπόθεση του νόμου, δηλαδή και αν ακόμη ο λόγος που επικαλείται ο καταγγέλλων δεν είναι σπουδαίος[21]. Σύμφωνα με την άποψη αυτή η τυχόν μεταγενέστερη δικαστική απόφαση, με την οποία αναγνωρίζεται η ανυπαρξία σπουδαίου λόγου, δεν ασκεί καμιά επιρροή στην τύχη της εταιρίας αλλά μπορεί να θεμελιώσει μόνον αξίωση αποζημίωσης[22].

6. Ο σπουδαίος λόγος στην καταγγελία της σύμβασης Franchising

Η έκτακτη καταγγελία της σύμβασης Franchising ορισμένου

χρόνου, ως διαπλαστικό δικαίωμα εξαρτημένο από την προϋπόθεση του σπουδαίου λόγου, παραμένει ανενεργός χωρίς τη συνδρομή της προϋπόθεσης αυτής[23]. Ο αναιτίως καταγγέλλων συνεχίζει να δεσμεύεται από τη σύμβαση Franchising και υποχρεούται να εκτελεί τις συμβατικές του υποχρεώσεις, ευθυνόμενος συγχρόνως για τις ζημίες που προκαλεί με τις αντισυμβατικές του πράξεις[24].

Σχετικά με την αμφισβήτηση που θα προκύψει αναφορικά με το αν στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει σπουδαίος λόγος ή όχι, ο λήπτης μπορεί να καταφύγει στη σύντομη διαδικασία των ασφαλιστικών μέτρων αιτούμενος την προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης (ΚΠολΔ 731-732), όπου αίτημα θα είναι η συνέχιση της λειτουργίας της συμβάσεως μέχρις εκδόσεως αποφάσεως επί της αγωγής ως προς την εγκυρότητα της καταγγελίας.

7. Η ελληνική νομολογία περί ασφαλιστικών μέτρων και Franchising

α) Προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης

Τα ασφαλιστικά μέτρα είναι μορφές προσωρινής δικαστικής προστασίας και δεν επιτρέπεται να δημιουργούν αμετάκλητες καταστάσεις στις σχέσεις των διαδίκων, έτσι που να ματαιώνεται ο τελικός στόχος οριστικής δικαστικής προστασίας. Με άλλα λόγια τα ασφαλιστικά μέτρα δεν επιτρέπεται να μεταβληθούν σε υποκατάστατο της οριστικής δικαστικής προστασίας, δίχως την ελεύθερη συγκατάθεση όλων των διαδίκων.

Με αφετηρία την ερμηνευτική θέση, ότι η προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης γίνεται πάντοτε και αναγκαστικά σε συνάρτηση με κάποιο δικαίωμα, για το οποίο παρέχεται προσωρινή δικαστική προστασία, η γραμματική διατύπωση του άρθρου 692 παρ. 4 προκαλεί, στο πλαίσιο του επιχειρήματος της αντιδιαστολής, την απορία αν επιτρέπεται η ικανοποίηση του ασφαλιστέου δικαιώματος, σε περίπτωση που διατάσσεται το ασφαλιστικό μέτρο της προσωρινής ρύθμισης της κατάστασης.

Έχει υποστηριχθεί η εκδοχή ότι η απαγόρευση της ικανοποίησης του ασφαλιστέου δικαιώματος περιορίζεται μόνο στις περιπτώσεις που διατάσσεται κάποιο ασφαλιστικό μέτρο για την

εξασφάλιση ή τη διατήρηση του κρίσιμου δικαιώματος, και δεν επεκτείνεται και στην περίπτωση που διατάσσεται η προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης. Στο πλαίσιο της ερμηνευτικής αυτής εκδοχής δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη φράση του άρθρου 692 παρ. 4, που απαγορεύει την ικανοποίηση του δικαιώματος «του οποίου ζητείται η εξασφάλισις ή διατήρησις». Από αυτή τη φράση, με το επιχείρημα της αντιδιαστολής, αντλείται το συμπέρασμα ότι δεν απαγορεύεται η ικανοποίηση εκείνου του ασφαλιστέου δικαιώματος, ως προς το οποίο ζητείται η προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης[25].

Η προσωρινή ρύθμιση κατάστασης δεν αποτελεί ασφαλιστικό μέτρο με προκαθορισμένο περιεχόμενο, αλλά το πλαίσιο για τη λήψη πρόσφορων μέτρων[26] με τα οποία ορισμένη κατάσταση (682), που έχει διαμορφωθεί ή τείνει να διαμορφωθεί στις έννομες σχέσεις των διαδίκων, αντιμετωπίζεται προσωρινά ωσότου κριθούν οριστικά οι έννομες σχέσεις τους, ως προς τις οποίες έχει ανακύψει έρις, και εφόσον υπάρχει άμεση και πιεστική ανάγκη (επείγουσα περίπτωση) να ενεργοποιηθούν ως τότε ή ανάλογα να αδρανοποιηθούν εν όλω ή εν μέρει, για να αποφευχθεί η δημιουργία αμετάκλητων ή δυσβάστακτων συνεπειών ως προς το πιθανολογούμενο αποτέλεσμα της κύριας δίκης[27]. Στη βάση δηλαδή της ρυθμιστέας κατάστασης πρέπει να υπάρχει ορισμένο δικαίωμα, που προσβλήθηκε ή κινδυνεύει να προσβληθεί[28] ή έννομη σχέση του ουσιαστικού δικαίου, γι' αυτό και δεν αποτελούν αντικείμενο ρυθμίσεως απλές πραγματικές καταστάσεις[29].

Στην περίπτωση έκτακτης καταγγελίας της σύμβασης Franchising ο καθού έχει τη δυνατότητα να προσφύγει στη διαδικασία των ασφαλιστικών μέτρων για προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης (ΚΠολΔ 731-732) με αίτημα τη συνέχιση της λειτουργίας της σύμβασης Franchising μέχρις ότου εκδοθεί απόφαση επί της αγωγής αναφορικά με την εγκυρότητα της έκτακτης καταγγελίας.

Τα Ελληνικά Δικαστήρια έχουν ασχοληθεί με το φλέγον αυτό ζήτημα στις παρακάτω αποφάσεις, που εξεδόθησαν με τη διαδικασία των ασφαλιστικών μέτρων:

Η *ΜΠρΚέρκυρας* 551/1996[30] έκρινε ότι «δεν απαγορεύεται η λήψη ασφαλιστικών μέτρων υπό τη μορφή της προσωρινής ρύθμισης, όταν πρόκειται για διαρκή συμβατική σχέση και με την

κρινόμενη αίτηση ζητείται η εξακολουθητική προσωρινή λειτουργία της συμβατικής αυτής σχέσης, γιατί στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας αμετάκλητων καταστάσεων και κατ' ακολουθίαν πρόσκρουση στον απαγορευτικό κανόνα του άρθρου 692 παρ. 4ΚΠολΔ, αφού πρόκειται για προσωρινή λειτουργία της συμβατικής σχέσης. Αντίθετα η λήψη ασφαλιστικών μέτρων, με τα οποία απαγορεύεται προσωρινά η λειτουργία της συμβατικής σχέσης οδηγεί οπωσδήποτε (επιχείρημα εξ αντιδιαστολής) σε πλήρη ικανοποίηση του δικαιώματος».

Διαφορετικά έκρινε η *ΜΠρΑθ 6787/1998* (αδημοσίευτη) σε αντίστοιχο αίτημα του δότη, θεωρώντας ότι «η κρινόμενη αίτηση είναι απορριπτέα ή μη νόμιμη αναφορικά με το αίτημά της να τεθεί σε προσωρινή λειτουργία η έννομη σχέση, με τη μορφή της προσωρινής ρύθμισης της κατάστασης, καθόσον, και υπό την εκδοχή ότι η έκτακτη καταγγελία είναι άκυρη και η σύμβαση δεν λύθηκε, οι περιοδικές παροχές που πηγάζουν από αυτήν και θα καταβληθούν στον αιτούντα-δότη συνιστούν ικανοποίηση των αντίστοιχων αξιώσεων και δεν επιτρέπεται η προσωρινή καταδίκη σε αυτές, που δεν εμπίπτουν στις εξαιρέσεις των άρθρων 728 παρ. 1 και 734 παρ. 2 ΚΠολΔ. Και δικαιούται μεν το δικαστήριο κατ' άρθρο 731 ΚΠολΔ να διατάξει ως ασφαλιστικά μέτρα την ενέργεια, ανοχή ή παράλειψη ορισμένης πράξεως από εκείνον κατά του οποίου στρέφεται η αίτηση, όχι όμως και την καταβολή της κρίσιμης παροχής, ενώ, εξάλλου, κατ' άρθρο 732 ΚΠολΔ το δικαστήριο δικαιούται να διατάξει ως ασφαλιστικό μέτρο και κάθε μέτρο που κατά τις περιστάσεις είναι κατά την κρίση του πρόσφορο, όμως με τον περιορισμό του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, δηλαδή να μην προκαλείται ικανοποίηση του ασφαλιστέου δικαιώματος. Η ζητούμενη συνεπώς προσωρινή καταδίκη οδηγεί σε ικανοποίηση του ασφαλιστέου δικαιώματος που απαγορεύεται από τα άρθρα 692 παρ. 4 και 728 παρ. 1 εδ. ζ' κατ' αντιδιαστολή».

Με την κρίση της όμως η απόφαση οδήγησε σε πλήρη ικανοποίηση του δικαιώματος του λήπτη, αν ληφθεί μάλιστα υπόψη ότι η έκτακτη καταγγελία μπορεί να είναι άκυρη και κατά συνέπεια να μην έχει λυθεί η σύμβαση Franchising. Το ότι ο δότης θα εξακολουθεί να εισπράττει τα συμφωνηθέντα χρηματι-

κά ποσά των διαρκών δικαιωμάτων δεν συνεπάγεται υποχρεωτικά και ικανοποίηση του δικαιώματός του, αφού έναντι αυτών οφείλει να παρέχει διαρκείς υπηρεσίες υποστήριξης στον λήπτη. Η διακοπή της σύμβασης αντίθετα δημιουργεί αμετάκλητη κατάσταση, αφού μάλιστα η έκδοση οριστικής απόφασης, η οποία ενδέχεται να θεωρήσει την έκτακτη καταγγελία άκυρη, μπορεί να καθυστερήσει σημαντικά[31].

Στη *ΜΠρΑθ 3207/2001*[32] ο μεν δικαιοπάροχος ζητούσε να παύσει προσωρινά η λειτουργία της συμβατικής σχέσης, αφού είχε ήδη κοινοποιήσει στον δικαιοδόχο καταγγελία της σύμβασης Franchising, ο δε δικαιοδόχος ζητούσε να εξακολουθήσει προσωρινά η λειτουργία της συμβατικής σχέσης, επειδή θεωρούσε ότι η καταγγελία ήταν άκυρη. Το δικαστήριο έκανε δεκτό το αίτημα του λήπτη, θεωρώντας ότι εφόσον δεν πιθανολογήθηκαν οι λόγοι της από τον δότη ασκηθείσας καταγγελίας της σύμβασης δεν πιθανολογείται ούτε ότι με αυτήν επήλθε πρόωρη λύση της. Εξακολουθούν λοιπόν να υφίστανται τα δικαιώματα και υποχρεώσεις που απορρέουν από τη σύμβαση Franchising.

Η *ΜΠρΑθ 1047/2003*[33] αποφαίνεται επί του αιτήματος της προσωρινής ρύθμισης κατάστασης τα ακόλουθα:

Η λύση της σύμβασης Franchising με καταγγελία παρουσιάζει την εξής προβληματική που εκδηλώνεται σε δύο επίπεδα: αφενός βρίσκεται το άξιο προστασίας δικαίωμα του δότη για επιχειρηματικό αυτοπροσδιορισμό και ελεύθερη επιλογή συνεργατών, και αφετέρου θεωρείται θεμιτή και συνάδει προς την οικονομία της ελεύθερης αγοράς η προσπάθεια του δότη Franchising να αυξήσει τα κέρδη του, ακόμη και όταν αυτό γίνεται εφικτό τελικά σε βάρος του λήπτη (π.χ όταν η λύση της σύμβασης έχει ως σκοπό τη μεταγενέστερη δραστηριοποίηση του δότη στο πεδίο που δραστηριοποιείτο προηγουμένως ο λήπτης, με τη μορφή υποκαταστήματος κ.λπ). Ο λήπτης, ο κατά τεκμήριο ασθενέστερος σε σχέση με τον δότη, έχει κατά πάσα πιθανότητα προχωρήσει σε επενδύσεις ή άλλες δαπάνες, που έχουν επιβληθεί κατά το πλείστον από τον δότη, οι οποίες πρέπει να αποσβεστούν. Στην περίπτωση σύμβασης Franchising ορισμένου χρόνου, η λύση της επέρχεται είτε με την πάροδο του συμφωνηθέντος χρόνου είτε με την έκτακτη καταγγελία της από τον συμ-

βαλλόμενο, στο πρόσωπο του οποίου θεμελιώνεται δικαίωμα καταγγελίας για σπουδαίο λόγο. Στην έννοια του σπουδαίου λόγου, που δικαιολογεί την έκτακτη καταγγελία Franchising ορισμένου χρόνου, υπάγεται κατ' αρχήν η υπαίτια παράβαση συμβατικών υποχρεώσεων από το ένα μέρος. Ωστόσο και ανυπαίτιοι λόγοι είναι δυνατό να θεμελιώσουν δικαίωμα έκτακτης καταγγελίας, υπό την προϋπόθεση ότι η συνέχιση της συμβάσεως βρίσκεται σε προφανή αντίθεση με τα εύλογα και δικαιολογημένα συμφέροντα του ενός μέρους[34]. Αξιοσημείωτο είναι ότι όποιος προβαίνει σε έκτακτη καταγγελία της σύμβασης, πράπει αυτό με δικό του κίνδυνο, γιατί αν κριθεί από το δικαστήριο ότι δεν είναι αληθινός ο λόγος ή δεν είναι σοβαρός, η καταγγελία δεν θα επιφέρει τη λύση της σύμβασης, αλλά αυτή παραμένει ισχυρή και ο καταγγείλας καθίσταται υπερήμερος οφειλέτης της δικής του παροχής και υπερήμερος δανειστής ως προς την παροχή του ετέρου.

Η καταγγελία πρέπει να μην έρχεται σε αντίθεση με απαγορευτική διάταξη του νόμου ούτε να υπερβαίνει προφανώς τα όρια που επιβάλλουν τα χρηστά ήθη, η καλή πίστη και ο κοινωνικός ή οικονομικός σκοπός του δικαιώματος, γιατί σ' αυτή την περίπτωση είναι άκυρη. Η άσκηση του σχετικού δικαιώματος κρίνεται ως καταχρηστική, σύμφωνα με τη διάταξη του άρθρου 281ΑΚ, η οποία αποσκοπεί στην πάταξη της κακοπιστίας και της ανηθικότητας κατά την ενάσκηση παντός δικαιώματος (ΑΠ 481/1993 Δνη 35, 1562), όταν η κατά προφανή τρόπο υπέρβαση των διαγραφόμενων ορίων προκύπτει από προηγούμενη συμπεριφορά του δικαιούχου ή από τα πραγματικά γεγονότα που δημιουργήθηκαν ή τις περιστάσεις που μεσολάβησαν ή άλλα περιστατικά που καθιστούν μη ανεκτή την άσκηση του, κατά τις περί δικαίου και ηθικής αντιλήψεις του μέσου κοινωνικού ανθρώπου (ΑΠ 803/1996 Δνη 38, 804). Ως αντικειμενική καλή πίστη θεωρείται η ευθύτητα και εντιμότητα που υπαγορεύεται σε κάθε άνθρωπο από τις ανάγκες της κοινωνικής συμβίωσης, ενώ χρηστά ήθη είναι τα κριτήρια κοινωνικής ηθικής που κυριαρχούν κατά γενική αντίληψη των έντιμων και συνετών ανθρώπων, κοινωνικοοικονομικός δε σκοπός του ιδιωτικού δικαιώματος είναι το όριο που υπάρχει στο δικαίωμα από

την ανάγκη διαφύλαξης του γενικότερου συμφέροντος του κοινωνικού συνόλου[35].

Η προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης, η οποία αναφέρεται πάντοτε σε μια εριζόμενη έννομη σχέση, αποβλέπει στη διαμόρφωση τέτοιων συνθηκών, οι οποίες θα αποτρέψουν να νεκρωθεί η σχέση αυτή, με τη θέση της σε προσωρινή (περιορισμένη χρονικά ή αναφορικά με την ποσοτική της έκταση) λειτουργία, όσο διαρκεί η αβεβαιότητα στις σχέσεις των διαδίκων. Στις διαρκείς έννομες σχέσεις μπορεί με την προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης να τεθεί προσωρινά σε λειτουργία η έννομη σχέση. Σε αυτή την περίπτωση η απαγόρευση ικανοποίησης της ασφαλιζόμενης αξίωσης (άρθρο 692 παρ. 4 ΚΠολΔ) δεν σημαίνει ότι απαγορεύεται οποιαδήποτε παροχή. Τα μέτρα όμως που θα διατάξει το δικαστήριο δεν πρέπει να ματαιώνουν τον σκοπό της κύριας δίκης, όπου θα κριθεί οριστικά το ζήτημα αν στο μέλλον θα τεθεί σε οριστική λειτουργία η έννομη σχέση[36].

Περαιτέρω, η αξίωση προς παράλειψη μελλοντικών προσβολών από διαρκή σύμβαση, έχει από τη φύση της διάρκεια όση είναι η διάρκεια ισχύος του δικαιώματος από το οποίο απορρέει. Εφόσον η προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης που συνίσταται στην παράλειψη μελλοντικών πράξεων προσβολής του κρίσιμου δικαιώματος δεν προκαλεί κίνδυνο δημιουργίας αμετάκλητων καταστάσεων, δεν έρχεται σε αντίθεση με το άρθρο 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, όμως όταν υπάρχει αυτός ο κίνδυνος τότε υπερισχύει ο απαγορευτικός κανόνας της διάταξης αυτής[37]. Μάλιστα στην περίπτωση που δημιουργείται αμετάκλητη κατάσταση για μεν το δανειστή αν διαταχθούν ασφαλιστικά μέτρα, για δε τον οφειλέτη αν δεν διαταχθούν ασφαλιστικά μέτρα, ο δικαστής θα πρέπει να μην διατάξει ασφαλιστικά μέτρα, ιδίως αν προβλέπεται αξίωση αποζημίωσης του δανειστή εξαιτίας παράνομης προσβολής του δικαιώματός του, το οποίο δεν προστατεύθηκε, καθόσον ο κανόνας του άρθρου 692 παρ. 4 υποχωρεί μόνο σε ακραίες περιπτώσεις που πιθανολογείται κίνδυνος όχι απλώς περιουσιακών ζημιών, αλλά σημαντικής προσβολής της αξίας του ανθρώπου[38]. Η χωρίς άλλο όμως δημιουργία αμετάκλητης κατάστασης υπέρ του αδικούντος, επειδή ικανοποιείται με τη λήψη των ασφαλιστικών μέτρων το δικαίωμα του προσβαλλόμενου,

αποτελεί λύση ανεπιεική και άδικη. Στην περίπτωση αυτή ο Δικαστής καλείται να κρίνει, μετά από στάθμιση των εκατέρωθεν συμφερόντων, τίνος των αντιδίκων είναι σπουδαιότερο να προστατευθούν τα δικαιώματα και να ενεργήσει ανάλογα[39].

Η ΜΠρΑθ 5812/2003[40] αναφέρεται και αυτή στην ύπαρξη ή όχι σπουδαίου λόγου στη συγκεκριμένη περίπτωση της έκτακτης καταγγελίας. Ο μεν καταγγείλας θεωρεί ότι η σύμβαση franchise λύθηκε με την κοινοποίηση του εγγράφου της καταγγελίας του στο άλλο μέρος, το οποίο με τη σειρά του θεωρεί ότι η σύμβαση εξακολουθεί να λειτουργεί, αφού αμφισβητεί την ύπαρξη των περιστατικών που στοιχειοθετούν τον σπουδαίο λόγο της καταγγελίας.

Η απόφαση δέχθηκε ότι, εφόσον πιθανολογήθηκε ότι η ασκηθείσα από τον δότη καταγγελία της σύμβασης franchise είναι συνολικά ανίσχυρη, δεν επέφερε τη λύση της σύμβασης και κατά συνέπεια εξακολουθούν να υφίστανται τα εκατέρωθεν δικαιώματα και υποχρεώσεις που απορρέουν από τη σύμβαση franchise. Με την κρινόμενη αίτηση ζητήθηκε η εξακολουθητική προσωρινή λειτουργία της συμβατικής σχέσης, γιατί στην περίπτωση αυτή δεν υπήρχε κίνδυνος δημιουργίας αμετάκλητων καταστάσεων και κατ' ακολουθίαν πρόσκρουση στον απαγορευτικό κανόνα του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, αφού επρόκειτο για προσωρινή λειτουργία της συμβατικής σχέσης.

Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι η καταχρηστική έκτακτη καταγγελία μπορεί υπό προϋποθέσεις να συνιστά και αθέμιτο ανταγωνισμό. Όταν π.χ. με την καταγγελία ο δότης αποσκοπεί να συνάψει σύμβαση franchise με άλλον λήπτη, ανταγωνιστή του ήδη υπάρχοντος, μέσα στη συμβατική περιοχή του καθού η καταγγελία, στοιχειοθετείται παράβαση των χρηστών ανταγωνιστικών ηθών και συγχρόνως προσβολή του δικαιώματος του λήπτη στην επιχείρησή του, αφού η καταγγελία ανατρέπει τη δυνατότητα λειτουργίας της.[41]

β) Franchising και Πνευματική Ιδιοκτησία

Η υπ' αριθμ. *16518/1998 ΜΠρΑθ*[42] απόφαση ασφαλιστικών μέτρων αναφέρεται στο ζήτημα της απομίμησης ενός Συστήμα-

τος Franchising και της συνακόλουθης αθέμιτης εκμετάλλευσης ξένης φήμης. Δέχθηκε ότι το συγκεκριμένο Σύστημα Franchising αποτελεί πρωτότυπη επινόηση και επιπλέον ότι τα επιμέρους στοιχεία του (τεχνογνωσία, άυλα αγαθά, τα οποία αποτελούν αντικείμενο δικαιωμάτων βιομηχανικής και πνευματικής ιδιοκτησίας) έχουν τύχει πρωτότυπης συστηματικής κωδικοποίησης, που πήρε τη μορφή εγχειριδίου, το οποίο είναι δεκτικό κατοχύρωσης ως πνευματικό έργο. Βάσει των ανωτέρω η απόφαση έκρινε ότι η πιθανολογηθείσα απομίμηση συστήματος συνιστά προσβολή του επ' αυτού κτηθέντος δικαιώματος πνευματικής ιδιοκτησίας του δημιουργού του[43].

Το σύστημα Franchising αποτελεί, τις περισσότερες τουλάχιστον φορές, πνευματικό έργο εκφραζόμενο με τη μορφή γραπτού κειμένου, του Εγχειριδίου Λειτουργίας. Αποτελεί συνεπώς άυλο αγαθό, στο οποίο παρέχεται η ειδική προστασία του ν. 2121/1993 και συνεπώς η απομίμησή του αντιβαίνει στις απαγορευτικές διατάξεις του νόμου αυτού[44].

γ) Franchising και ρήτρα απαγόρευσης μετασυμβατικού ανταγωνισμού

Η *ΜΠρΑθ 23373/1998*[45] απόφαση έκρινε επί αιτήματος του δότη για την εφαρμογή ρήτρας απαγόρευσης μετασυμβατικού ανταγωνισμού. Ο λήπτης προέβη σε έκτακτη καταγγελία της σύμβασης Franchising για σπουδαίο υπαίτιο λόγο, που κατ' αυτόν συνέτρεχε στο πρόσωπο του δότη, αποδίδοντάς του παραβίαση των συμβατικών του υποχρεώσεων. Στη συνέχεια αφαίρεσε τα σήματα και λοιπά διακριτικά γνωρίσματα του συστήματος Franchising από το κατάστημά του, συνέχισε όμως τη λειτουργία της επιχείρησής του στο ίδιο κατάστημα, παρέχοντας στους πελάτες του τις ίδιες υπηρεσίες που παρείχε και όταν ήταν μέλος του Δικτύου Franchising του δότη. Ο δότης κατέθεσε αίτηση ασφαλιστικών μέτρων εναντίον του λήπτη ζητώντας μεταξύ άλλων να του απαγορευθεί προσωρινά η παροχή στο συγκεκριμένο κατάστημα των ανωτέρω υπηρεσιών, ισχυριζόμενος ότι ενεργώντας ο λήπτης με αυτόν τον τρόπο αφενός παραβιάζει την περί απαγόρευσης μετασυμβατικού ανταγωνισμού ρήτρα της σύμβασης

Franchising και αφετέρου τον ανταγωνίζεται αθέμιτα, με την πρόκληση σύγχυσης στο καταναλωτικό κοινό, το οποίο εκλαμβάνει ότι η επιχειρηματική δραστηριότητα του τέως λήπτη ταυτίζεται με αυτήν του δικτύου Franchising του δότη.

Η υποχρέωση μη ανταγωνισμού είναι αρχικά επιτρεπτή , καθόσον η σχετική σύμβαση δεν είναι απαγορευμένη κατά την ΑΚ 179 περ. α΄, με την έννοια ότι δεν δεσμεύει καταρχήν σε υπέρμετρο βαθμό την ελευθερία του προσώπου. Δύναται παρά ταύτα να προσλάβει αθέμιτο χαρακτήρα και άρα να απαγορεύεται σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη εάν ο περιορισμός δεν είναι εύλογος ενόψει του σκοπού της σύμβασης στο πλαίσιο της οποίας έχει συνομολογηθεί η ρήτρα μη ανταγωνισμού, της χρονικής διάρκειας του περιορισμού, της τοπικής του έκτασης και της έκτασης των ευχερειών οικονομικής δράσης που απομένουν στον υπόχρεο. Νομολογία και θεωρία ακολουθούν την άποψη αυτή, η οποία ενισχύεται και από νομοθετικές διατάξεις, που επιτρέπουν ρητά τη συνομολόγηση ρητρών μη ανταγωνισμού σε ορισμένες συμβάσεις, όπως η διάταξη του άρθρου 10 παρ. 4 του ΠΔ 219/1991 για τους εμπορικούς αντιπροσώπους ή η ΑΚ 747 για τις προσωπικές εταιρίες.

Εκτός των ανωτέρω, η παράβαση της ρήτρας μη ανταγωνισμού με τη συνδρομή ειδικών περιστατικών συνιστά πράξη αθέμιτου ανταγωνισμού[46], ενώ γίνεται επίσης δεκτό ότι συχνά η παράβαση της σχετικής ρήτρας αποκτά αθέμιτο χαρακτήρα[47].

Το Δικαστήριο δέχθηκε το αίτημα του δότη, κρίνοντας ότι πράγματι ο λήπτης παραβίασε την αναληφθείσα με τη σύμβαση Franchising υποχρέωσή του για μη άσκηση μετασυμβατικού ανταγωνισμού, θεωρώντας μάλιστα ότι η παράβαση αυτή συνιστά per se και παράβαση του άρθρου 1 ν. 146/1914[48], δηλαδή πράξη αθέμιτου ανταγωνισμού.

Δεν έλαβε όμως υπόψη του ο Δικαστής των ασφαλιστικών μέτρων το κατά πόσον ο επιβληθείς στον δικαιοδόχο περιορισμός της μη άσκησης μετασυμβατικού ανταγωνισμού ήταν στη συγκεκριμένη περίπτωση εύλογος ενόψει της επίτευξης του επιδιωκόμενου αποτελέσματος, συνυπολογιζομένων της χρονικής διάρκειας του περιορισμού, της τοπικής του έκτασης, της έκτασης των ευχερειών οικονομικής δράσης που απέμειναν στον λή-

πτη και του βαθμού, μέχρι τον οποίο πρέπει κατά νόμο να προστατευθεί το συμφέρον του δικαιοπάροχου[49].

Με την απαγόρευση όμως στον λήπτη να ασκεί προσωρινά εμπορική-επιχειρηματική δραστηριότητα με το ίδιο αντικείμενο που την ασκούσε όταν ήταν μέλος του δικτύου Franchising του δότη, το Δικαστήριο ανάγκασε τον λήπτη να αλλάξει εντελώς αντικείμενο επιχειρηματικής δραστηριότητας ή να κλείσει το κατάστημά του. Στην ουσία ικανοποίησε πλήρως το αντίστοιχο δικαίωμα του δότη, κατά παράβαση της διάταξης του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, αφού επιπλέον η προσωρινή απαγόρευση της άσκησης της συγκεκριμένης επιχειρηματικής δραστηριότητας από τον λήπτη είναι δυνατό μέχρι την έκδοση οριστικής απόφασης να υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη και από τους δύο Κοινοτικούς Κανονισμούς χρονική διάρκεια του ενός έτους.

Η *ΜΠρΑθ 7869/2001*[50], εκδόθηκε επίσης κατά τη διαδικασία των ασφαλιστικών μέτρων μετά από αίτημα του δότη για την εφαρμογή ρήτρας απαγόρευσης μετασυμβατικού ανταγωνισμού. Το Δικαστήριο αναφέρεται στην πιθανότητα της ορθότητας του ισχυρισμού των λητών περί ακυρότητας ρητρών των συμβάσεών τους, μεταξύ των οποίων και της επίμαχης περί απαγόρευσης άσκησης μετασυμβατικού ανταγωνισμού ρήτρας, αποφαίνεται όμως ότι «δεν παύουν οι πράξεις που περιλαμβάνονται στη ρήτρα του μη ανταγωνισμού να έχουν, ενδεχομένως, τον χαρακτήρα των αθεμίτως ανταγωνιστικών».

Κρίθηκε δηλαδή από το Δικαστήριο ότι οι ενέργειες των καθών συνιστούν πράξεις αθέμιτου ανταγωνισμού, δεδομένου ότι πιθανολογείται περαιτέρω κίνδυνος σύγχυσης για το καταναλωτικό κοινό, στο οποίο, ενόψει του ότι έχει διατηρηθεί ο ίδιος εξοπλισμός καταστημάτων, δημιουργείται η εντύπωση ότι είναι κατάστημα που ανήκει στο σύστημα του αιτούντα. Οι ίδιοι δε οι καθών είχαν αναλάβει με σχετικό όρο στις προαναφερθείσες συμβάσεις τους, την υποχρέωση να μην ασκήσουν την ίδια δραστηριότητα για ένα έτος μετά τη λύση του συμβολαίου τους. Η παράβαση της ανωτέρω ρήτρας μη ανταγωνισμού, η οποία εμπίπτει στη μέγιστη διάρκεια του ενός (1) έτους, που ορίζει το άρθρο 3 παρ. 1 περ. γ΄ του Κανονισμού 4087/1988, υπό τα ανωτέρω δεκτά γενόμενα της σύγχυσης και παραπλάνησης του καταρ-

ναλωτικού κοινού, αποτελεί πράξη αθέμιτου ανταγωνισμού[51]. Έτσι, κι αν ακόμη η ρήτρα αυτή είναι κατά τους ισχυρισμούς των καθών άκυρη στο πλαίσιο της λειτουργίας της σύμβασης franchising, δεν παύουν οι πράξεις που περιλαμβάνονται στη ρήτρα του μη ανταγωνισμού να έχουν ενδεχομένως τον χαρακτήρα των αθεμίτως ανταγωνιστικών.

Και στην *ΜΠρΑθ 8110/2001 (αδημ.)* το Δικαστήριο έλαβε υπόψη του τον ισχυρισμό του καθού λήπτη περί ακυρότητας της επίμαχης συμβατικής ρήτρας λόγω της υπερβολικής δέσμευσης της επιχειρηματικής του ελευθερίας και της οικονομικής του δράσης που αυτή του δημιουργεί, όμως τον απέρριψε. Επιπλέον, απέρριψε και τον ισχυρισμό του λήπτη περί του ότι το αίτημα του δότη οδηγεί σε πλήρη ικανοποίηση του ασφαλιστέου του δικαιώματος.

δ) Franchising και αίτημα επίδειξης εγγράφων (οικονομικών καταστάσεων και μαθητολογίου)

Με την *ΜΠρΑθ 1733/2000*[52] υποχρεώθηκε ο λήπτης σε επίδειξη προς τον αιτούντα δότη και χορήγηση σε αυτόν αντιγράφων όλων των οικονομικών καταστάσεων, στις οποίες είχαν καταχωρηθεί οι μηνιαίες εισπράξεις της επιχείρησής του, όπως επίσης και του μαθητολογίου του. Οι περισσότερες συμβάσεις Franchising προβλέπουν την πληρωμή από τον λήπτη στο δότη χρηματικών ποσών, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, καθ' όλη τη διάρκεια της συμβατικής τους σχέσης, με τη μορφή ποσοστών. Τα ποσά αυτά υπολογίζονται επί του κύκλου εργασιών της επιχείρησης του λήπτη και εισπράττονται σε μηνιαία ή τριμηνιαία βάση. Ορίζονται ως διαρκή δικαιώματα (royalties, continuing fees, redevances) και καταβάλλονται για τη διαρκή παροχή από τον δότη υπηρεσιών υποστήριξης της επιχείρησης του λήπτη, τη διαρκή ανανέωση από τον δότη της τεχνογνωσίας και την επαναλαμβανόμενη περιοδικά εκπαίδευση του λήπτη στις νέες μεθόδους λειτουργίας του συστήματος Franchise. Για να δυνηθεί όμως ο δότης να εισπράξει τα χρηματικά ποσά, που αντιστοιχούν στα διαρκή δικαιώματα, θα πρέπει να προβλέπεται στη σύμβαση Franchising το δικαίωμα του δότη να ελέγχει τις σχετικές οικονομι-

κές καταστάσεις του λήπτη. Μάλιστα, σύμφωνα με τον προηγούμενο Κανονισμό 4087/88 δεν εθεωρείτο περιοριστική του ανταγωνισμού η επιβολή στον λήπτη της υποχρέωσης να επιτρέπει στον δότη τη διενέργεια ελέγχων των υπαγόμενων στη σύμβαση χώρων ή/και μεταφορικών μέσων των πωλουμένων προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών, καθώς και των βιβλίων απογραφής και των λογαριασμών του[53].

Με τις σκέψεις αυτές η απόφαση υποχρέωσε τον λήπτη σε επίδειξη προς τον αιτούντα και χορήγηση σε αυτόν αντιγράφων όλων των σχετικών οικονομικών καταστάσεων, που βρίσκονται καταχωρημένες οι μηνιαίες εισπράξεις της επιχείρησής του, όπως επίσης και του μαθητολογίου του[54].

Σχετικά με το αίτημα της επίδειξης εγγράφων η *ΜΠρΑθ 7914/2002 (αδημ.)* δέχθηκε ότι σε επείγουσες περιπτώσεις ή προς αποτροπή επικείμενου κινδύνου, κατά την κρατούσα άποψη, όποιος έχει έννομο συμφέρον δικαιούται να ζητήσει ως ασφαλιστικό μέτρο, όπως διαταχθεί κατά τη διαδικασία των διατάξεων των άρθρων 682 § 1, 683, 686 επ., 731, 732 ΚΠολΔ η επίδειξη εγγράφων λόγω του κατεπείγοντος[55]. Από τις διατάξεις των άρθρων 450 § 2, 451 § 1 και 452 ΚΠολΔ, σε συνδυασμό προς τα άρθρα 12, 14 και 15 ΕΝ, σαφώς προκύπτει ότι η υποβαλλόμενη από τον διάδικο αίτηση προς το δικαστήριο για επίδειξη εγγράφων εκ μέρους του αντιδίκου του ή τρίτου πρέπει να είναι ορισμένη, περιγράφοντας επακριβώς ή προσδιορίζοντας ειδικώς τα επιδεικτέα έγγραφα και το περιεχόμενό τους, προκειμένου δε περί εμπορικών βιβλίων πρέπει να αναφέρει και τη σελίδα που αφορά στη δικαζόμενη υπόθεση[56].

Στην προκείμενη περίπτωση, το κεφάλαιο της αιτήσεως περί επιδείξεως εγγράφων, από τα οποία προκύπτουν οι μηνιαίες απρακαθάριστες εισπράξεις της καθής και το μαθητολόγιό της, απορρίφθηκε ως αόριστο και ανεπίδεκτο δικαστικής εκτιμήσεως (άρθρ. 688 § 1, 111, 118 αρ. 4 ΚΠολΔ), διότι:

i. Δεν προσδιορίζονταν ειδικώς στην αίτηση, ούτε εξατομικεύονταν τα έγγραφα (τηρούμενα βιβλία, παραστατικά στοιχεία) κατά συγκεκριμένη χρονολογία και ημερομηνία (όχι γενικώς σε χρονικές περιόδους), αριθμό παραστατικού και εξειδικευμένο περιεχόμενο και

ii. Δεν μνημονεύονταν τα εμπορικά βιβλία, τα οποία, σύμφωνα με την αιτούσα, ενέπιπταν στην έννοια των μηνιαίων οικονομικών καταστάσεων.

8. Αποφάσεις της Επιτροπής Ανταγωνισμού

Κατά τη διάταξη του άρθρου 1 παρ. 1 Ν 703/1977 απαγορεύονται όλες οι συμφωνίες μεταξύ επιχειρήσεων, όλες οι αποφάσεις ενώσεων επιχειρήσεων και οποιασδήποτε μορφής εναρμονισμένη πρακτική επιχειρήσεων, οι οποίες έχουν ως αντικείμενο ή αποτέλεσμα την παρακώλυση, τον περιορισμό ή την νόθευση του ανταγωνισμού, κατά δε τη διάταξη του άρθρου 9 παρ. 4 του Ν 703/1977, όπως ισχύει, «η Επιτροπή Ανταγωνισμού είναι αποκλειστικά αρμόδια να λάβει ασφαλιστικά μέτρα αυτεπάγγελτα κατόπιν αίτησης αυτού που έχει υποβάλει καταγγελία κατά το άρθρο 24 του παρόντος νόμου ή κατόπιν αίτησης του Υπουργού Εμπορίου, όταν πιθανολογείται παράβαση των άρθρων 1, 2 και 2α του παρόντος νόμου και συντρέχει επείγουσα περίπτωση προς αποτροπή άμεσα επικείμενου κινδύνου ανεπανόρθωτης βλάβης στον αιτούντα ή στο δημόσιο συμφέρον».

Από τις διατάξεις αυτές σαφώς προκύπτει ότι:

1) Για να έχει εφαρμογή η απαγορευτική διάταξη του άρθρου 1 του ν. 703/77 θα πρέπει από τις συμφωνίες των επιχειρήσεων να περιορίζεται ή να νοθεύεται αισθητά ο ανταγωνισμός στην οικεία αγορά, προϋπόθεση η οποία δεν συντρέχει όταν η μερίδα συμμετοχής στην αγορά των επιχειρήσεων, οι οποίες προήλθαν στη συμφωνία, είναι εντελώς ασήμαντη.
2) Για τη λήψη ασφαλιστικών μέτρων δεν αρκεί να πιθανολογείται παράβαση των παραπάνω διατάξεων αλλά πρέπει επιπλέον να συντρέχει και επείγουσα περίπτωση προς αποτροπή άμεσα επικειμένου κινδύνου ανεπανόρθωτης βλάβης στον αιτούντα ή στο δημόσιο συμφέρον.

Με βάση τις πραπάνω διατάξεις εκδόθηκε μετά από αίτηση ληπτών κατά του δότη για τη λήψη Ασφαλιστικών μέτρων κατ' αυτού (προσωρινή ρύθμιση κατάστασης) σύμφωνα με το άρθρο 9 παρ. 4 ν. 703/77 η *ΕΑ 15/1995*[57].

Η Επιτροπή Ανταγωνισμού δέχθηκε ότι δεν πιθανολογήθη-

κε ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση με τις επίδικες συμβάσεις franchising περιορίζεται ή νοθεύεται αισθητά ο ανταγωνισμός στην οικεία αγορά της μεσιτείας αστικών συμβάσεων. Τουναντίον από τα αποδεικτικά στοιχεία προέκυψε ότι το μερίδιο της καθής στην οικεία αγορά ήταν ασήμαντο. Επρόκειτο δηλαδή για μία σύμπραξη ήσσονος σημασίας, η οποία βάσει του κανόνα «De minimis», εξέφευγε του πεδίου εφαρμογής του άρθρου 1 ν. 703/77, παρότι κατά την κρίση της ΕΑ οι όροι της σύμβασης για υποχρεωτικό καθορισμό τιμών, διάρκεια σύμβασης, υποχρέωση γνωστοποίησης πελατολογίου, υποχρέωση πραγματοποίησης δύσκολων οικονομικών στόχων, υποχρέωση αποζημίωσης σε περίπτωση λήξης της σύμβασης και υπέρμετρης αποζημίωσης σε περίπτωση καταγγελίας ήταν καταρχήν αντίθετες με το άρθρο 1 παρ. 1 ν. 703/77.

9. Συμπεράσματα

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την έκδοση του Κανονισμού 2790/1999 πραγματοποίησε ένα σημαντικό βήμα για την ανάπτυξη του Franchising στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα ελληνικά δικαστήρια, με δεδομένη την ανυπαρξία ιδιαίτερου νομοθετήματος για το Franchising, μπορούν να χρησιμοποιούν ως βοηθήματα για την επίλυση των σύνθετων προβλημάτων, που αναφύονται από τη λειτουργία του Franchising, τις ρυθμίσεις του νέου κανονισμού 2790/1999 και τις προβλέψεις των Κατευθυντήριων Γραμμών της Επιτροπής, τη σχετική νομολογία του ΔΕΚ, καθώς και τις προβλέψεις του Ελληνικού Κώδικα Δεοντολογίας για το Franchising.

Ως προς το ζήτημα της επιβολής ασφαλιστικών μέτρων καταλήγει κανείς στα ακόλουθα:

Για την εύρυθμη λειτουργία των ασφαλιστικών μέτρων είναι σημαντική η προσωρινότητά τους[58]. Τα ασφαλιστικά μέτρα δεν επιτρέπεται να μεταβληθούν σε υποκατάστατο της οριστικής δικαστικής προστασίας, κατά συνέπεια δεν πρέπει να δημιουργούν αμετάκλητες καταστάσεις.

Κατά μια άποψη ο απαγορευτικός κανόνας του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ (τα ασφαλιστικά μέτρα δεν πρέπει να συνίστα-

νται στην ικανοποίηση του δικαιώματος, του οποίου η εξασφάλιση ή η διατήρηση ζητείται) αφορά κυρίως στο ασφαλιστικό μέτρο της προσωρινής ρύθμισης κατάστασης, διότι εκεί υφίσταται ο κίνδυνος το διατασσόμενο ασφαλιστικό μέτρο να ικανοποιεί το ασφαλιστέο δικαίωμα[59]. Πράγματι, από ότι φαίνεται, το γράμμα της διάταξης του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ είναι καταρχήν αποτρεπτικό για τις περιπτώσεις στις οποίες ζητείται άμεση δικαστική προστασία με αφαίρεση του σήματος και των διακριτικών τίτλων, απαγόρευση χρήσης της τεχνογνωσίας, επιστροφή των εγχειριδίων κ.λπ.

Παρά ταύτα, η αρχή, ότι η μη ικανοποίηση του ασφαλιστέου δικαιώματος αποτελεί βασική αρχή του συστήματος κανόνων που διέπει τα ασφαλιστικά μέτρα του ΚΠολΔ, κάμπτεται στις εξαιρετικές εκείνες περιπτώσεις αίτησης ασφαλιστικών μέτρων για εξασφάλιση δικαιωμάτων ή την ενεργοποίηση εννόμων σχέσεων, που από την φύση τους δεν γνωρίζουν άλλο τρόπο εξασφάλισης παρά την πρόσκαιρη ικανοποίησή τους.

Έτσι στις διαρκείς ενοχές, στις οποίες κατατάσσεται και το Franchising, απαντώνται περιπτώσεις, όπως ανωτέρω ήδη ελέχθη, όπου η ασφαλιστέα έννομη σχέση , ενεργοποιούμενη προσωρινά στο πλαίσιο της προσωρινής ρύθμισης κατάστασης (άρθρο 731 ΚΠολΔ), τείνει στη δημιουργία αμετακλήτων καταστάσεων.

Στις περιπτώσεις αυτές το ασφαλιστικό μέτρο, που διατάσσεται, οδηγεί σε περιορισμένη χρονικά αλλά κατ' ουσία πλήρη υποκατάσταση της οριστικής δικαστικής προστασίας. Τις περισσότερες δε φορές στις παραπάνω περιπτώσεις, τα διάδικα μέρη αρκούνται σε αποφάσεις ασφαλιστικών μέτρων για την επίλυση της διαφοράς τους[60], οι οποίες έτσι έχουν κατ' αποτέλεσμα ισχύ οριστικής δικαστικής αποφάσεως, χωρίς, βεβαίως, να ασκηθεί ποτέ η σχετική τακτική αγωγή. Πρέπει, λοιπόν, να προβληματιστεί κανείς εδώ, αν, κατά τον ΚΠολΔ, αυτή είναι η έννοια των ασφαλιστικών μέτρων, τα οποία εξ ορισμού (πρέπει να) είναι προσωρινά.

Άλλη άποψη δέχεται ότι στις διαρκείς ενοχές, όπως το franchising, η προσωρινή ενεργοποίηση της έννομης σχέσης δεν συνιστά παράβαση του άρθρου 692 παρ. 4 ΚΠολΔ, διότι η ικανοποίηση που εξ αντικειμένου επέρχεται είναι πρόσκαιρη και

πάντως δεν οδηγεί σε αμετάκλητη κατάσταση[61]. Έχει εξάλλου σχετικά νομολογηθεί ότι η επιβολή του αιτούμενου ασφαλιστικού μέτρου θα πρέπει να διατάσσεται μόνο για το χρόνο ως τη συζήτηση της κύριας υπόθεσης και όχι ως την τελεσιδικία.

Σε διαφορές, δηλαδή, οι οποίες δημιουργούνται από την ανώμαλη εξέλιξη της σύμβασης Franchising, φαίνεται ότι η απαγόρευση λήψης ασφαλιστικών μέτρων με την εφαρμογή της διάταξης μπορεί να οδηγεί όχι μόνο σε δημιουργία μόνιμων άδικων καταστάσεων αλλά κυριολεκτικά σε καταστροφή του αιτούντα. Αν π.χ. αρνηθεί ο Δικαστής των ασφαλιστικών μέτρων να χορηγήσει προσωρινή δικαστική προστασία, με απαγόρευση χρήσης του διακριτικού τίτλου, καθαίρεσής του, απαγόρευση κυκλοφορίας του έντυπου υλικού, απαγόρευση χρήσης της τεχνογνωσίας κ.λπ., ο δότης ενδέχεται να βρεθεί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα μπροστά σε πλήρη απαξίωση του συστήματός του, ειδικά όταν η καταγγελία του Franchising από πλευράς του έχει ως βάση την αντισυμβατική συμπεριφορά και την παράβαση ουσιωδών όρων από τον λήπτη. Ας αναλογισθεί κανείς π.χ. την περίπτωση κατά την οποία ο λήπτης με τις ενέργειές του δυσφημεί και υποβαθμίζει την καλή εικόνα, αποτελεσματικότητα κ.λπ. του συστήματος Franchise, για τις οποίες ακριβώς κατήγγειλε τη σύμβαση ο δότης και εν τούτοις μπορεί να εξακολουθεί να το πράττει έως ότου λυθεί η διαφορά με την τακτική αγωγή.

Σε κάθε περίπτωση, όμως, η οποιαδήποτε δραστική παρέμβαση του δικαστή δεν παύει να είναι προσωρινή και μάλιστα θα μπορούσε και με τη δικαστική απόφαση να παραμείνει προσωρινή με εφαρμογή της διάταξης του άρθρου 693 ΚΠολΔ, κατά το οποίο ο δικαστής και σε μη ρητά προβλεπόμενες από τον ΚΠολΔ περιπτώσεις μπορεί, κατά την κρίση του, να διατάξει την εντός ορισμένης προθεσμίας, όχι όμως μικρότερης από τριάντα ημέρες, άσκηση τακτικής αγωγής, οπότε στο πλαίσιο της διαγνωστικής δίκης θα λυθεί αυθεντικά η διαφορά.

Εν κατακλείδι, ας τονισθεί ότι από πλευράς ουσιαστικής δικαιοσύνης είναι ορθότερες οι δικαστικές αποφάσεις, με τις οποίες επετράπη η λήψη ασφαλιστικών μέτρων και χορήγηση προσωρινής δικαστικής προστασίας στις περιπτώσεις αυτές. Όταν δηλαδή η άρνηση λήψης ασφαλιστικών μέτρων δημιουργεί στον αι-

τούντα αφόρητες συνέπειες, οι οποίες συγκρινόμενες με τις συνέπειες για τον καθού από τη λήψη των ασφαλιστικών μέτρων είναι αντικειμενικά πολύ βαρύτερες εν όψει και του πιθανολογούμενου αποτελέσματος της κύριας δίκης, πρέπει να κάμπτεται[62] η απαγόρευση του άρθρου 692 παρ. 4 και να ικανοποιείται προσωρινά το ασφαλιστέο δικαίωμα.

Βέβαια μια νομοθετική παρέμβαση με συστηματοποίηση του συνόλου της έννομης σχέσης του Franchising θα ήταν ευκτέα, ιδιαίτερα μάλιστα αν περιλαμβανόταν σ' αυτή ρητή διάταξη, λόγω της ιδιομορφίας της και του πολυσχιδούς των συμβατικών διαμορφώσεων της σχέσης των μερών, με την οποία θα ρυθμιζόταν ειδικότερα η λήψη ασφαλιστικών μέτρων.

Υποσημειώσεις

1. Το παρόν κείμενο απετέλεσε εισήγηση της γράφουσας στο 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εμπορικού Δικαίου.
2. Σύνολο πρακτικών πληροφοριών που δεν έχει τη μορφή της πατέντας, που απορρέει από την εμπειρία και τις δοκιμές του δικαιοπαρόχου, που είναι απόρρητο, σημαντικό και αναγνωρίσιμο.
3. Σύμφωνα με το κείμενο των Κατευθυντήριων Γραμμών για τους κάθετους περιορισμούς (Guidelines on Vertical Restraints) της Επιτροπής (13.10.2000/C291/01) τρία είναι τα κύρια στοιχεία του ορισμού των καθέτων συμφωνιών (παρ. 24):
   α) Οι κάθετες συμφωνίες ή εναρμονισμένες πρακτικές συνάπτονται μεταξύ δύο ή περισσοτέρων επιχειρήσεων, ενώ οι προηγούμενοι Κανονισμοί κάλυπταν μόνο τις κάθετες συμφωνίες ή εναρμονισμένες πρακτικές μεταξύ δύο αποκλειστικά επιχειρήσεων.
   β) Η κάθετη συμφωνία ή εναρμονισμένη πρακτική συνάπτεται μεταξύ επιχειρήσεων, καθεμία από τις οποίες δραστηριοποιείται για τον σκοπό της συμφωνίας σε διαφορετικό επίπεδο της αλυσίδας παραγωγής ή διανομής.
   γ) Οι κάθετες συμφωνίες ή εναρμονισμένες πρακτικές αφορούν στις προϋποθέσεις, υπό τις οποίες τα μέρη μπορούν να προμηθεύονται, να πωλούν ή να μεταπωλούν ορισμένα αγαθά ή υπηρεσίες.
4. Οι κάθετες συμφωνίες ή εναρμονισμένες πρακτικές που αφορούν σε αγαθά και υπηρεσίες, τόσο τελικά προϊόντα όσο και ενδιάμεσα, καλύπτονται από τον Κανονισμό ενώ οι προηγούμενοι Κανονισμοί απέκλειαν από το πεδίο εφαρμογής τους τις κάθετες συμφωνίες σχετικά με την προμήθεια ή/και την αγορά υπηρεσιών ή προϊόντων που προορίζονταν για μεταποίηση ή ενσωμάτωση (βλ. Κωστάκη, Franchising, σελ. 375-376).

5. Βλ. Κωστάκη, *Το Franchising και ο νέος Κανονισμός (ΕΚ) 2790/1999 της Επιτροπής για την εφαρμογή του άρθρου 81 παρ. 3 της Συνθήκης σε ορισμένες κατηγορίες κάθετων συμφωνιών και εναρμονισμένων πρακτικών*, ΔΕΕ 2000, 709 επ.
6. Βλ. Τζουγανάτο, *Οι συμφωνίες αποκλειστικής διανομής στο Δίκαιο του Ανταγωνισμού (Ελεύθερου και Αθέμιτου)*, σελ. 123.
7. Βλ. Κατευθυντήριες παρ. 68 και ιδιαίτερα για τον τρόπο υπολογισμού του μεριδίου αγοράς στις συμβάσεις Franchising, βλ. κατευθυντήριες παρ. 95.
8. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η Επιτροπή με τον νέο Κανονισμό καθιέρωσε μια περισσότερο οικονομική προσέγγιση στην εκτίμηση των κάθετων συμπράξεων, ενώ προηγουμένως τις αντιμετώπιζε με καθαρά νομικό τρόπο (βλ. Κωστάκη, *Franchising*, σελ. 376).
9. ΠΠρΑΘ 1154/2003, ΕΕμπΔ 2003, 340
10. Βλ. Λιακόπουλο, *Γενικό Εμπορικό Δίκαιο*, σελ. 194, Περάκη, *Γενικό Μέρος του Εμπορικού Δικαίου*, σελ. 416, Σινανιώτη-Μαρούδη, *Εμπορικό Δίκαιο*, Γενικό Μέρος, σελ. 153.
11. Η σύμβαση Franchising δεν λύεται με την εκπλήρωση των επιμέρους υποχρεώσεων των μερών, αλλά αντίθετα η εκπλήρωσή τους πρέπει να συνεχίζεται τουλάχιστον μέχρι τη λύση της σύμβασης αλλά και μετά από αυτήν ως προς τις μετασυμβατικές υποχρεώσεις. (βλ. Martinek, *Franchising*. Grundlagen der zivil- und wettbewerbsrechtichen Behandlung der vertikalen Gruppenkooperaton beim Absatz von Waren- und Dienstleistungen, σελ. 259.
12. Βλ. Αλεπάκο, *Νομική φύση και ιδιαιτερότητες της σύμβασης δικαιόχρησης (Franchising)* NoB 1995, 933 επ., 943.
13. Βλ. Γεωργακόπουλο, *Το δίκαιον των διαρκών ενοχών*, σελ. 61 επ., τον ίδιο, *Δικαιοχρησία (franchising) και υπεκμίσθωση εμπορικού καταστήματος*, (γνωμ.), ΔΕΕ 1996, 1012, Σουφλερό, *Οι συμβάσεις Franchising στο ελληνικό δίκαιο και στο κοινοτικό δίκαιο ανταγωνισμού*, σελ. 51-52.
14. Βλ. Αλεπάκο, ό.π.
15. Βλ. Γεωργιάδη, *Νέες μορφές συμβάσεων της σύγχρονης οικονομίας*, 2000, σελ. 237 επ., ΔΕΚ Pronuptia de Paris GmbH κατά Pronuptia de Paris Irmgard Schillgallis, υπόθ. 161/1984, Συλλ. 1986, 363, ΕφΘεσ 1043/1998, ΔΕΕ 1991, ΠΠρΑθ 13118/1996, ΕΕμπΔ 1996, 1283.
16. Βλ. Γεωργακόπουλο, *Το δίκαιον των διαρκών ενοχών*, σελ. 152.
17. Βλ. Σουφλερό, *ό.π.*, σελ. 133.
18. Βλ. Γεωργιάδη, *ό.π.*, σελ. 240επ., Κωστάκη, *Franchising*, σελ. 290.
19. Βλ. Σουφλερό, *ό.π.*, σελ. 134.
20. Βλ. Σινανιώτη-Μαρούδη, *Εμπορικό Δίκαιο*, τόμος 2, Εμπορικές Εταιρίες, 2004, σελ. 119, Σελέκο, εις ΔικΠΕ, τόμος 1, 2001, *Η ομόρρυθμη εταιρία*, σελ. 425, αριθμ. 61.
21. ΑΠ 600/ 62, ΕΕμπΔ 1963, 190, ΑΠ 259/63, ΕΕμπΔ 1963, 468, ΕφΘεσ 355/84, ΕΕμπΔ 1984, 597, ΕφΚερκ 86/85, ΕΕμπΔ 1986, 286, ΕφΘεσ

823/81, Αρμ 1981, 956 = ΕΕμπΔ 1982, 50, ΜΠρΘεσ 1447/91, ΕΕμπΔ 1992, 578 = Αρμ 1992, 609, ΕφΑθ 374/71, ΝοΒ 1971, 1140, με αντίθετες παρατηρήσεις Μηνούδη = ΕΕμπΔ 1971, 213.

22. Βλ. κριτική της άποψης αυτής σε Γεωργιάδη, *ό.π.*, σελ. 247-248, ο οποίος καταλήγει ότι άσχετα από την ορθότητα της άποψης αυτής, η μεταφορά της στην περίπτωση του Franchising θα προσκρούει στο γεγονός ότι η σύμβαση δεν έχει στοιχεία αστικής ή εμπορικής εταιρίας.
23. Η ευθύνη του χωρίς σπουδαίο λόγο καταγγέλλοντος προς αποκατάσταση της επελθούσας στον αντισυμβαλλόμενό του ζημίας δεν μπορεί με κανένα τρόπο να επιτρέψει τον τερματισμό της συμβατικής σχέσης των μερών, καθώς το δίκαιο δεν επιτρέπει σε κανέναν να απαλλάσσεται μονομερώς από τις υποχρεώσεις του, απλώς με τη δικαιολογία ότι αναλαμβάνει να καλύψει την προκαλούμενη ζημία, βλ. Γεωργιάδη, *ό.π.*, σελ. 250.
24. Η χωρίς σπουδαίο λόγο καταγγελία εκ μέρους του δότη μπορεί να συνιστά σπουδαίο λόγο καταγγελίας εκ μέρους του λήπτη. Υπό προϋποθέσεις εξάλλου θα μπορούσε να γίνει δεκτή η άποψη ότι η αναίτια έκτακτη καταγγελία μπορεί να ληφθεί υπόψη ως τακτική καταγγελία για τον αμέσως επόμενο δυνατό χρόνο, βλ. Γεωργιάδη, ό.π., σελ. 250, Σουφλερό, *ό.π.*, σελ. 168.
25. Βλ. Μπέη, άρθρο 692 παρ. 4 ΚΠολΔ.
26. πρβλ. 692 Ι, ΜΠρΘεσ 2270/1990, Αρμ 1990, 456
27. ΜΠρΑθ 14443/1994, ΕΕργΔ 1995, 361
28. ΜΠρΒολ 1134/1993, Αρμ 1994, 1283-1284
29. Κράνης σε Κεραμέως/Κονδύλη/Νίκα, Ερμηνεία ΚΠολΔ, άρθρα 731, 732 ΚΠολΔ
30. ΔΕΕ 1997, 275 επ.
31. Βλ. Κωστάκη, *Franchising*, σελ.342.
32. ΔΕΕ 2001, 717επ.
33. ΔΕΕ 2003, 554επ.
34. Βλ. Γεωργιάδη, *Η ανώμαλη εξέλιξη της σύμβασης Franchising*, ΕπισκΕΔ, 1996,247 επ., Θέμελη, *Η σύμβαση Franchising*, Αφιέρωμα στον Κ. Βαβούσκο, τ.Β΄ 1990, 116, Σουφλερό, *Οι συμβάσεις Franchising στο ελληνικό δίκαιο και στο κοινοτικό δίκαιο ανταγωνισμού*, 1989, σελ.163 ΜΠρΑθ 7914/20002 αδημ.).
35. Βλ. ΑΠ615/1994, Δνη 36, 340
36. Βλ. Μπέη, άρθρο 692 παρ. 4, σελ. 123
37. Βλ. Μπέη, άρθρο 692 παρ. 5.
38. Βλ. Μπέη, άρθρο 692 παρ. 4.
39. Βλ. και ΠΠρΑθ 24/2002 αδημ., ΜΠρΑθ 7914/2002 αδημ.
40. ΔΕΕ 2004, 196επ. με παρατηρήσεις Κωστάκη.
41. Βλ. Γεωργακόπουλο, *Αξίωση αποζημίωσης πελατείας διανομέα και κα-*

ταχρηστική καταγγελία διανομής (άρθρο 2α Ν 703/77), γνωμοδότηση, ΔΕΕ 1998, 115).

42. ΔΕΕ 1999, 54 επ. = ΕΕμπΔ 1999, 389 επ.
43. Βλ. Κωστάκη, *Το σύστημα franchising ως πνευματικό έργο*, παρατηρήσεις στην υπ' αριθμ. 16518/1998, ΔΕΕ 1999, 54 επ. = ΕΕμπΔ 1999, 389 επ.
44. Βλ. Κωστάκη, *Franchising*, σελ 346. Αντίθετος Μαρίνος, ΔΕΕ 1999, 166 επ. ο οποίος δέχεται ότι η μέθοδος λειτουργίας ενός συστήματος Franchising δεν αποτελεί έργο με την έννοια της πνευματικής ιδιοκτησίας. Η συγκεκριμένη περιγραφή αυτής της μεθόδου, εφόσον έχει λάβει τη μορφή ενός «λογοτεχνικού έργου» ή έργου της επιστήμης, μπορεί να χαρακτηρισθεί ως έργο, εφόσον παρουσιάζει την απαιτούμενη πρωτοτυπία. Σε καμία περίπτωση η παρεχόμενη προστασία δεν μπορεί να απαγορεύσει την εφαρμογή του περιεχομένου του έργου, δηλαδή την εφαρμογή του συστήματος Franchising. Ο Ν. Ρόκας, ΕΕμπΔ 1999, 390 επ., υποστηρίζει ότι ακόμη και στην περίπτωση που γίνει δεκτό ότι το σύστημα Franchising δεν αποτελεί πνευματικό δημιούργημα, μπορεί υπό προϋποθέσεις να προστατευθεί κατά το άρθρο 1 ν. 146/1914, ιδιαίτερα όταν συντρέχουν τα περιστατικά της πρωτοτυπίας του συστήματος Franchise, της δουλικής απομίμησης και της κατάχρησης της εμπιστοσύνης, την οποία ο δημιουργός του συστήματος έδειξε στον αντιγραφέα.
45. ΔΕΕ 1999, 864 επ. με σημ. Κωστάκη (Σύμβαση Franchising και Ρήτρα μη Ανταγωνισμού).
46. Βλ. ΜΠρΑθ 12241/1991 ΕΕμπΔ 1992, 409 Ν. Ρόκας, *Αθέμιτος Ανταγωνισμός*, σελ. 103, Μικρουλέα, *Αθέμιτες πράξεις ανταγωνισμού με παράβαση νομικών δεσμεύσεων*, σε Αθέμιτο Ανταγωνισμό (επιμ. Ν. Ρόκα), σελ. 261-262.
47. Βλ. Κοτσίρη, *Δίκαιο Ανταγωνισμού*, σελ 104.
48. Βλ. και Μαρίνο, παρατηρήσεις στην ΜΠρΑθ 12241/1991 ΕΕμπΔ 1992, 498-499.
49. Βλ. Κωστάκη, *Franchising*, σελ. 350.
50. ΔΕΕ 2002, 492.
51. Βλ. Μαρίνο, παρατηρήσεις στην ΜΠρΑθ 12841/1991, ΕΕμπΔ 1992, 498 επ.
52. ΔΕΕ 2000, 746 επ. (με σημ. Κωστάκη).
53. Ανάλογη υποχρέωση του λήπτη προβλέπεται και από τον Ευρωπαϊκό αλλά και τον Ελληνικό Κώδικα Δεοντολογίας για το Franchising.
54. Κατά τη νομολογία των ΗΠΑ (βλ. Burger King Corp. V. Hall και S & R Corp. V. Jiffy Lube International, Franchise Law Journal 17/1997, σελ. 17 επ.) ο λήπτης, ο οποίος εξακολουθεί να λειτουργεί την επιχείρησή του στο πλαίσιο της σύμβασης Franchising δεν έχει τη δυνατότητα να παρακρατεί τα χρηματικά ποσά, που σύμφωνα με τη σύμβαση

οφείλει να καταβάλει στον δότη, επειδή θεωρεί, δίκαια ή εσφαλμένα, ότι έχει απαιτήσεις κατά του δότη.

55. βλ. Νικολόπουλο σε Γεωργιάδη-Σταθόπουλου, ΑΚ, IV, αρθρ. 902, αρ. 24, 35, ΜΠρΑθ 5965/1978 ΝοΒ 27, 442, ΜΠρΑθ 921/1980 Δ 11, 195 με παρατηρ. Μπέη, ΜΠρΑθ 15854/-1981 ΝοΒ 30, 952.
56. Βλ. Γέσιου-Φαλτσή, Δίκαιο αποδείξεως, 1986, § 281, σ. 303, ΑΠ 282/1971 ΝοΒ 19, 872, ΕφΘεσ 4497/1981 Αρμ 36, 130, ΕφΑθ 5788/1992 Δ 24, 686, ΕφΑθ 222/1993 ΕλλΔνη 35, 454.
57. ΔΕΕ 1996, 42.
58. Βλ. Μπέη, άρθρο 692 σελ. 114, τον ίδιο, Η προσαρμογή του ασφαλιστικού μέτρου στη φύση του ασφαλιστέου διακαιώματος κατά τον ΚΠολΔ, στου ίδιου (επιμ.) Δικανικοί Διάλογοι ΙΙ, Η δραστικότητα της προσωρινής δικαστικής προστασίας, 1995, 133 επ. 155-156.
59. Βλ. Γεωργίου, *Ερμηνευτική προσέγγιση του άρθρου 692 ΚΠολΔ*, ΕλλΔνη 1999, 14 επ., 20. Ο Μητσόπουλος, Η έννοια της «προσωρινής ρύθμισης καταστάσεως» ως μορφής ασφαλιστικού μέτρου, ΕλλΔνη 2002, 1233 επ. δέχεται ότι ο απαγορευτικός κανόνας του άρθρου 692 παρ. 4 δεν εφαρμόζεται στην προσωρινή ρύθμιση της κατάστασης. Στη νομολογία κρατεί η αντίθετη άποψη. Βλ. επίσης Χατζηιωάννου, *Τα ασφαλιστικά μέτρα στο ελληνικό δίκαιο του ελεύθερου ανταγωνισμού*, σελ. 117 επ.
60. Βλ. Ηλιακόπουλο, Προσωρινότητα και οριστικότητα, δυο έννοιες σε σχέση έντασης στα ασφαλιστικά μέτρα σε τιμ. τομ. Μητσόπουλου, 1993, 32 επ., 378.
61. Βλ. Γεωργίου, ό.π., 22. Βλ. όμως και ΠΠρΑθ 24/2002 (αδημ).
62. Βλ. Καργάδο, *Η απαγόρευση των ασφαλιστικών μέτρων για ιδιωτικές διαφορές*, σε Μπέη (επιμ) Δικανικοί Διάλογοι ΙΙ, Η δραστικότητα της προσωρινής δικαστικής προστασίας, 1995, 15 επ., 29-37, Grunsky, Grundlagen des einstweiligen Rechtsschutzes, Jus 1976, 277 επ.

Βιβλιογραφία

Αλεπάκος Κ.: Νομική φύση και ιδιαιτερότητες της σύμβασης δικαιόχρησης (Franchising) *ΝοΒ* 1995, 933 επ.

Burger King Corp. V. Hall και S & R Corp. V.: Jiffy Lube International, *Franchise Law Journal* 17/1997.

Γέσιου-Φαλτσή Π.: *Δίκαιο αποδείξεως*, § 281, 1986.

Γεωργακόπουλος Λ.: *Το δίκαιον των διαρκών ενοχών*, 1979.

Γεωργακόπουλος Λ.: Δικαιοχρησία (franchising) και υπεκμίσθωση εμπορικού καταστήματος, (γνωμ.) *ΔΕΕ* 1996, 1012.

Γεωργακόπουλος Λ.: Αξίωση αποζημίωσης πελατείας διανομέα και καταχρηστική καταγγελία διανομής (άρθρο 2α Ν 703/77), γνωμοδότηση, *ΔΕΕ* 1998, 115.

Γεωργιάδης Α.: Η ανώμαλη εξέλιξη της σύμβασης Franchising, *ΕπισκΕΔ*. 1996.

Γεωργιάδης Α.: *Νέες μορφές συμβάσεων της σύγχρονης οικονομίας*, 2000.

Γεωργίου Κ.: Ερμηνευτική προσέγγιση του άρθρου 692 ΚΠολΔ, *ΕλλΔνη* 1999, 14 επ.

Grunsky: Grundlagen des einstweiligen Rechtsschutzes, Jus 1976.

Ηλιακόπουλος Η.: Προσωρινότητα και οριστικότητα, δυο έννοιες σε σχέση έντασης στα ασφαλιστικά μέτρα, σε *Τιμητικός Τόμος Μητσόπουλου*, 1993.

Θεμελή Χ.: Η σύμβαση Franchising, *Αφιέρωμα στον Κ. Βαβούσκο*, τ.Β΄ 1990.

Καργάδος Π.: Η απαγόρευση των ασφαλιστικών μέτρων για ιδιωτικές διαφορές, σε *Μπέη (επιμ.): Δικανικοί Διάλογοι ΙΙ, Η δραστικότητα της προσωρινής δικαστικής προστασίας*, 1995.

Κοτσίρης Λ.: *Δίκαιο Ανταγωνισμού*, 2000.

Κωστάκης Δ.: Το Franchising και ο νέος Κανονισμός (ΕΚ) 2790/1999 της Επιτροπής για την εφαρμογή του άρθρου 81 παρ. 3 της Συνθήκης σε ορισμένες κατηγορίες κάθετων συμφωνιών και εναρμονισμένων πρακτικών, *ΔΕΕ* 2000, 709 επ.

Κωστάκης Δ.: Το σύστημα franchising ως πνευματικό έργο, παρατηρήσεις στην υπ' αριθμ. 16518/1998, *ΔΕΕ* 1999, 54 επ. = *ΕΕμπΔ* 1999, 389 επ.

Λιακόπουλος Θ.: *Γενικό Εμπορικό Δίκαιο*, Σάκκουλας 1995.

Μητσόπουλος Γ.: Η έννοια της 'προσωρινής ρύθμισης καταστάσεως' ως μορφής ασφαλιστικού μέτρου, *ΕλλΔνη* 2002, 1233 επ.

Martinek M.: *Franchising. Grundlagen der zivil- und wettbewerbsrechtichen Behandlung der vertikalen Gruppenkooperaton beim Absatz von Waren- und Dienstleistungen*, 1987.

Martinek M.: *Moderne Vertragstypen*, Bd. I 1991, Bd. II 1992, Bd. III 1993.

Μικρουλέα Α.: Αθέμιτες πράξεις ανταγωνισμού με παράβαση νομικών δεσμεύσεων, σε *Αθέμιτο Ανταγωνισμό (επιμ. Ν. Ρόκα)*, Νομική Βιβλιοθήκη 1996.

Μπέης Κ.: (επιμ.) *Δικανικοί Διάλογοι ΙΙ, Η δραστικότητα της προσωρινής δικαστικής προστασίας*, 1995.

Περάκης Ε.: *Γενικό Μέρος του Εμπορικού Δικαίου*, Νομική Βιβλιοθήκη 1999.

Ρόκας Ν.: *Αθέμιτος Ανταγωνισμός*, 1975.

Σελέκος Π.: Η ομόρρυθμη εταιρία, εις *ΔικΠΕ*, τόμος 1, 2001.

Σινανιώτη-Μαρούδη Α.: *Εμπορικό Δίκαιο, τόμος 1, Γενικό Μέρος*, 2000.

Σινανιώτη-Μαρούδη Α.: *Εμπορικό Δίκαιο, τόμος 2, Εμπορικές Εταιρίες*, 2004.

Σουφλερός Η.: *Οι συμβάσεις Franchising στο ελληνικό δίκαιο και στο κοινοτικό δίκαιο ανταγωνισμού*, 1989.

Χατζηιωάννου Β.: *Τα ασφαλιστικά μέτρα στο ελληνικό δίκαιο του ελεύθερου ανταγωνισμού*, 2004.

Μείωση του μεγέθους προβλημάτων Περιβάλλουσας Ανάλυσης

Ιωάννης Σμυρλής

Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis, DEA) είναι μία μέθοδος γραμμικού προγραμματισμού για τη συγκριτική αποτίμηση της αποδοτικότητας μονάδων οι οποίες αξιολογούνται με βάση τις πολλαπλές εισροές που καταναλώνουν και ως προς πολλαπλές εκροές που παράγουν. Στις περιπτώσεις προβλημάτων με εξαιρετικά μεγάλο αριθμό μονάδων, η επίλυση των προβλημάτων Περιβάλλουσας Ανάλυσης απαιτεί σημαντικό υπολογιστικό χρόνο αλλά καθιστά πρακτικά αδύνατη την ανάλυση αποδοτικότητας για όλες τις μονάδες. Η παρούσα εργασία προτείνει μια τεχνική προεπεξεργασίας η οποία μειώνει το μέγεθος ενός προβλήματος Περιβάλλουσας Ανάλυσης, εξαιρώντας από την υπολογιστική διαδικασία ένα υποσύνολο μη αποδοτικών μονάδων. Η μέθοδος βασίζεται στον ορισμό ενός υπερεπιπέδου το οποίο ορίζεται από ακραία σημεία του ορίου αποδοτικότητας. Η μέθοδος εφαρμόζεται στις περιπτώσεις προβλημάτων με κλίμακα μεταβαλλόμενων αποδόσεων.

1. Εισαγωγή

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (ΠΑ) είναι μη-παραμετρική μέθοδος συγκριτικής αποτίμησης της αποδοτικότητας (efficiency) μονάδων παραγωγής που καταναλώνουν πολλαπλά

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 977-986
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 977-986

στοιχεία εισόδου (εισροές) και παράγουν, με γενικώς άγνωστο μηχανισμό παραγωγής, πολλαπλά στοιχεία εξόδου (εκροές). Τόσο οι εισροές όσο και οι εκροές είναι ποικιλόμορφες και μετρήσιμες σε διαφορετικές συνήθως κλίμακες μέτρησης. Οι εισροές αποτελούν «αγαθά» προς εξοικονόμηση (μικρότερα επίπεδα κατανάλωσης είναι περισσότερο επιθυμητά), οι δε εκροές «αγαθά» προς μεγιστοποίηση (μεγαλύτερα επίπεδα παραγωγής είναι περισσότερο επιθυμητά). Αποδοτικές (efficient) είναι οι μονάδες οι οποίες, συγκριτικά με τις υπόλοιπες, είναι σε θέση να καταναλώνουν μικρότερα επίπεδα εισροών και να παράγουν μεγαλύτερα επίπεδα εκροών. Η αποδοτικότητα στην ΠΑ ορίζεται ως ο λόγος του σταθμισμένου αθροίσματος των εκροών προς το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών. Η ύπαρξη πολλαπλών εισροών και εκροών καθιστά τις συγκρίσεις των μονάδων δύσκολες, δεδομένου ότι μία μονάδα είναι δυνατόν να υπερέχει άλλων σε μερικές μόνο εισροές ή εκροές αλλά ταυτοχρόνως να υστερεί σε άλλες. Στην ΠΑ η αποτίμηση της αποδοτικότητας των μονάδων επιτυγχάνεται μέσω μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού στο οποίο άγνωστοι προς εκτίμηση είναι οι συντελεστές στάθμισης. Το μοντέλο επιλύεται διαδοχικά για κάθε μονάδα. Όσες μονάδες επιτύχουν τιμή αποδοτικότητας ίση με 1 χαρακτηρίζονται αποδοτικές ενώ εκείνες με τιμή αποδοτικότητας μικρότερη από 1, μη αποδοτικές. Η θεμελίωση της μεθόδου έγινε στην εργασία των Charnes, Cooper, Rhodes [3] και μέχρι σήμερα έχει διευρυνθεί σε νέα γνωστικά πεδία [4] και έχει εφαρμοστεί σε ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Σε προβλήματα μεγάλης κλίμακας όπου ο αριθμός των μονάδων είναι ιδιαίτερα μεγάλος (π.χ. μεγαλύτερος από 5000), η επίλυση των μοντέλων γραμμικού προγραμματισμού της ΠΑ γίνεται σε εξαιρετικά σημαντικό υπολογιστικό χρόνο ενώ η σε βάθος ανάλυση της αποδοτικότητας των μονάδων είναι πρακτικά αδύνατη. Προβλήματα ΠΑ μεγάλης κλίμακας αναφέρονται συχνά στη βιβλιογραφία [5]. Μερικές εργασίες [2] εκτιμούν το χρόνο επίλυσης των προβλημάτων ΠΑ ως εκθετική συνάρτηση του αριθμού των μονάδων *n*, ενώ σε άλλες [7] εκτιμάται ως $t=cn^2$, όπου *c* παράμετρος που εξαρτάται από το *n* καθώς επίσης και από το πλήθος των εισροών και εκροών. Στα προβλήματα μεγάλης κλί-

μακας ο χρόνος επίλυσης μπορεί να μειωθεί είτε με υπολογιστικές διαδικασίες όπως η παράλληση επίλυση μοντέλων γραμμικού προγραμματισμού από πολλούς επεξεργαστές [2] είτε με εφαρμογή τεχνικών προεπεξεργασίας [8],[9]. Οι τεχνικές προεπεξεργασίας είναι απλές υπολογιστές μέθοδοι που εφαρμόζονται στο σύνολο μονάδων της ΠΑ και εντοπίζουν με σχετική ακρίβεια τις αποδοτικές μονάδες, χωρίς προηγουμένως να απαιτηθεί η επίλυση όλων των προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού που ορίζει η ΠΑ. Η χρησιμότητα των τεχνικών αυτών είναι μεγάλη καθώς παρέχουν τη δυνατότητα ενός πρώτου αρχικού διαχωρισμού των μονάδων σε αποδοτικές και μη αποδοτικές κάνοντας χρήση απλών υπολογιστικών διαδικασιών.

Στη παρούσα εργασία προτείνεται μια μέθοδος προεπεξεργασίας η οποία επιτυγχάνει να διαχωρίσει το σύνολο των μονάδων σε δύο υποσύνολα: σε ένα πρώτο στο οποίο ανήκουν αποκλειστικά μη αποδοτικές μονάδες και σε ένα δεύτερο στο οποίο ανήκουν όλες οι αποδοτικές αλλά και μερικές μη αποδοτικές μονάδες. Σύμφωνα με τη θεωρία της ΠΑ που αναλύεται στο κύριο μέρος της εργασίας, για τον εντοπισμό των αποδοτικών μονάδων απαιτείται η εφαρμογή της μεθόδου μόνο στο δεύτερο υποσύνολο το οποίο έχει σημαντικά μικρότερο αριθμό μονάδων από το αρχικό σύνολο. Με τον διαχωρισμό αυτό μειώνεται σημαντικά το μέγεθος του προβλήματος. Θεωρώντας τις μονάδες ως σημεία ενός πολυδιάστατου γεωμετρικού χώρου, η μέθοδος βασίζεται στον ορισμό ενός υπερεπιπέδου το οποίο διέρχεται από ακραία σημεία του ορίου αποδοτικότητας και διαχωρίζει τα εσωτερικά σημεία που αντιστοιχούν στις μη αποδοτικές μονάδες. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται αποκλειστικά σε προβλήματα στα οποία ισχύει κλίμακα μεταβαλλόμενων αποδόσεων (Variable Return to Scale-VRS).

Η δομή της παρούσας εργασίας έχει ως εξής: στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζεται το βασικό μοντέλο της ΠΑ και στη συνέχεια αναλύεται η τεχνική της μεθόδου και ακολουθεί αριθμητικό παράδειγμα στο χώρο των δύο διαστάσεων. Έπονται τα συμπεράσματα.

2. Ορισμός υπερεπιπέδου για τον διαχωρισμό μη αποδοτικών μονάδων

Έστω ένα σύνολο $A=(a_1,a_2,...,a_n)$ n μονάδων οι οποίες αξιολογούνται με βάση m το πλήθος εισροές $X=(X^1,X^2,...,X^m)$ $=(x_{ij})$, $i=1,...,m$, $j=1,...,n$ και s το πλήθος εκροές $Y=(Y^1,Y^2,...,Y^s)$ $=(y_{rj})$, $r=1,...,s$, $j=1,...,n$. Η αποδοτικότητα h_{j_0} μιας μονάδας $j_0\in\{1,2,...,n\}$ ορίζεται ως ο λόγος του σταθμισμένου αθροίσματος των εκροών $Y^1,Y^2,...,Y^s$ προς το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών $X^1,X^2,...,X^m$ και υπολογίζεται με βάση το μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού (1) το οποίο ισχύει για την περίπτωση της μεταβαλλόμενης κλίμακας αποδόσεων (κάθε μεταβολή στις εισροές δεν επιφέρει μεταβολή στις εκροές με την ίδια ακριβώς αναλογία). Το μοντέλο αυτό ονομάζεται BCC και έχει ορισθεί από τους Banker, Charnes, Cooper [1].

$$\max h_{j_0} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj_0} - u_0$$

s.t.

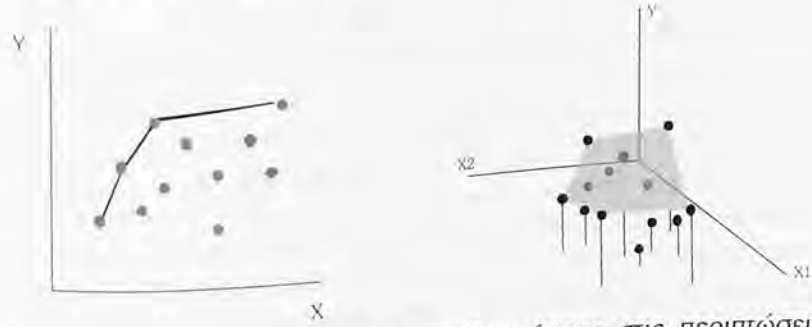
$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij_0} = 1 \qquad (1)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0, j = 1,...,n$$

u_0 χωρίς περιορισμό

Στο μοντέλο (1) οι τιμές x_{ij}, y_{rj} που εκφράζουν τις επιδόσεις των μονάδων στις αντίστοιχες εισροές/εκροές είναι γνωστοί μηαρνητικοί πραγματικοί αριθμοί ενώ άγνωστες προς υπολογισμό είναι τόσο οι $m+s$ το πλήθος συντελεστές στάθμισης v_i,u_r $i=1,...,m$, $r=1,...s$ όσο και ο παράγοντας u_0. Το ε είναι μια σταθερά που λαμβάνει πολύ μικρές τιμές, π.χ. 10^{-6} και η οποία εξασφαλίζει ότι οι τιμές των συντελεστών στάθμισης v_i,u_r δεν θα είναι μηδέν. Το μοντέλο (1) επιλύεται διαδοχικά για όλες τις μονάδες οπότε με βάση τις τιμές των v_i,u_r που υπολογίζονται, προκύπτει η αντίστοιχη τιμή h_{j0} της αποδοτικότητας κάθε μονάδας. Αποδοτικές θεωρούνται οι μονάδες j_0 οι οποίες επιτυγχάνουν τιμή ίση με 1 ($h_{j_0}=1$) ενώ μη αποδοτικές είναι οι μονάδες με τιμή αποδοτικότητας μικρότερης του 1, δηλαδή $h_{j_0}<1$.

Οι μονάδες ενός προβλήματος ΠΑ μπορούν να θεωρηθούν ως σημεία του γεωμετρικού χώρου $R^m x R^s$ διάστασης $m+s$ τα οποία έχουν ως συντεταγμένες τις επιδόσεις των μονάδων στις εισροές και εκροές x_{ij}, y_{rj}, αντιστοίχως. Οι αποδοτικές μονάδες ορίζουν το όριο αποδοτικότητας το οποίο περιβάλλει τις μη αποδοτικές μονάδες και αποτελεί σημείο αναφοράς (benchmark) για αυτές. Στο σχήμα 1 απεικονίζεται η μορφή του ορίου αποδοτικότητας στις περιπτώσεις i) μιας εισροής x και μιας εκροής y (χώρος δύο διαστάσεων) και ii) δύο εισροών x_1, x_2 και μιας εκροής y (χώρος τριών διαστάσεων).



Σχήμα 1. Η μορφή του ορίου αποδοτικότητας στις περιπτώσεις των δύο και των τριών διαστάσεων.

Σε κάθε περίπτωση, το όριο αποδοτικότητας έχει μορφή εξωτερικής κυρτής πολυεδρικής θήκης (convex polyhedral hull) η οποία περιβάλλει τα εσωτερικά σημεία που αποτελούν τις μη αποδοτικές μονάδες.

Από τη βασική θεωρία της ΠΑ είναι γνωστό ότι:

(i) Στο μοντέλο BCC, κάθε μονάδα $a_i, i=1,...,n$ η οποία περιέχει είτε την ελάχιστη τιμή μιας εισροής $X_k, k=1,...,m$ (column minimum) είτε τη μέγιστη τιμή μιας εκροής $Y_r, r=1,...,s$ (column maximum) αποτελεί ακραίο σημείο του ορίου αποδοτικότητας (βλέπε [4] σελ. 90).

(ii) Η εξαίρεση από τους υπολογισμούς μιας μη αποδοτικής μονάδας, δεν επηρεάζει την ανάδειξη των αποδοτικών μονάδων.

Οι μονάδες $a_i, 1,...,n$ αποτελούν σημεία στο χώρο διάστασης $m+s$. Τα ακραία σημεία που αναφέρονται στην ιδιότητα (i) εί-

ναι n+s το πλήθος και ορίζουν το υπερεπίπεδο (hyperplane) H με γενική εξίσωση

$$c_1X^1+c_2X^2+\ldots+c_{m+s}X^{m+s}+c_{m+s+1}=0 \qquad (2)$$

στην οποία οι συντελεστές $c_1,c_2,\ldots,c_{m+s},c_{m+s+1}$ είναι σταθερές με γνωστές τιμές, αφού τα ακραία σημεία που ορίζουν το υπερεπίπεδο είναι γνωστά. Το υπερεπίπεδο H διαχωρίζει το χώρο σε δύο περιοχές τα σημεία των οποίων ικανοποιούν στις συνθήκες

$$c_1X^1+c_2X^2+\ldots+c_{m+s}X^{m+s}+c_{m+s+1}\geq 0 \qquad (3)$$

και

$$c_1X^1+c_2X^2+\ldots+c_{m+s}X^{m+s}+c_{m+s+1}<0 \qquad (4)$$

Με βάση τον ανωτέρω διαχωρισμό, τα σημεία του συνόλου A κατανέμονται σε δύο υποσύνολα A΄ και A΄΄, ώστε $A'\cup A''=A$. Στο πρώτο υποσύνολο A΄ ανήκουν τα σημεία που ικανοποιούν την συνθήκη (3) και στο δεύτερο υποσύνολο A΄΄ τα υπόλοιπα σημεία, εκείνα δηλαδή τα οποία ικανοποιούν τη συνθήκη (4).

Λόγω της ιδιότητας του ορίου αποδοτικότητας να αποτελεί κυρτό σύνολο, το υπερεπίπεδο H το οποίο περιέχει τα σημεία a_p του ορίου αποδοτικότητας, δεν τέμνει το όριο σε κανένα σημείο και το υποσύνολο A΄ (σημεία που ικανοποιούν τη συνθήκη (3)) αποτελείται από τα σημεία του ορίου αποδοτικότητας (δηλαδή τις αποδοτικές μονάδες) καθώς επίσης και άλλα που ικανοποιούν την συνθήκη (3) αλλά περιβάλλονται από τη θήκη του ορίου (μη αποδοτικές μονάδες). Ομοίως στο σύνολο A΄΄ ανήκουν όλα τα σημεία κάτω από το υπερεπίπεδο H τα οποία εμπεριέχονται στη θήκη του ορίου αποδοτικότητας, άρα αποτελούν όλα μη αποδοτικές μονάδες.

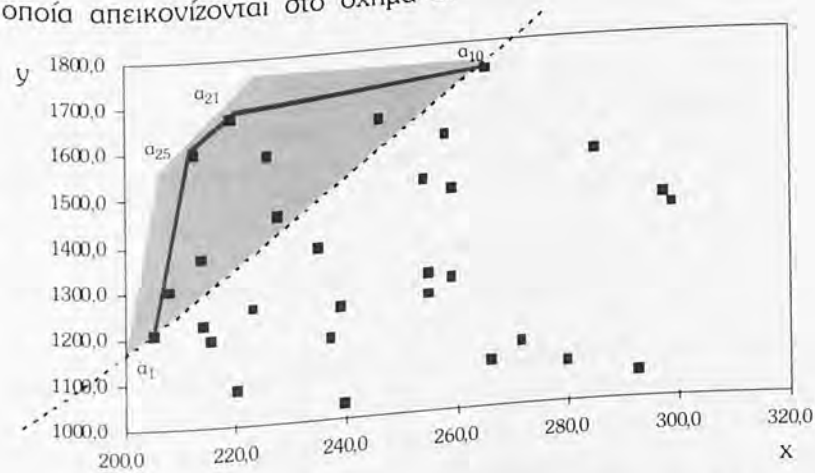
Ο ορισμός του υπερεπιπέδου H επιτυγχάνει να εντοπίσει ένα σύνολο μη αποδοτικών μονάδων (σύνολο A΄΄) οι οποίες, σύμφωνα με την ιδιότητα (ii), εάν εξαιρεθούν από το πρόβλημα της ΠΑ, δεν επηρεάζουν τον διαχωρισμό σε αποδοτικές και μη αποδοτικές μονάδες. Σύμφωνα με τα ανωτέρω, το μοντέλο (1) θα μπορούσε, αντί του αρχικού συνόλου A, ισοδύναμα να εφαρμοστεί στο υποσύνολο A΄ το οποίο αναμένεται να έχει σαφώς μικρότερο αριθμό στοιχείων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μείωση ενός προβλήματος ΠΑ μεγάλης κλίμακας και εξοικονομείται ικανός υπολογιστικός χρόνος.

Σημειώνεται ότι στην ανωτέρω μέθοδο οι μόνοι υπολογισμοί που απαιτούνται είναι η εύρεση των ελάχιστων και μέγιστων τιμών των εισροών και εκροών, η επίλυση γραμμικού συστήματος διαστάσεως m+s για τον υπολογισμό των συντελεστών c_i καθώς επίσης και οι n το πλήθος έλεγχοι για το εάν η κάθε μονάδα του συνόλου A ικανοποιεί τη συνθήκη (3). Οι υπολογισμοί αυτοί μπορούν να θεωρηθούν ως αμελητέοι σε σχέση με εκείνους της επίλυσης των n γραμμικών προβλημάτων στην αρχική εκδοχή της ΠΑ.

Για επεξήγηση των ανωτέρω διατυπώνεται το ακόλουθο αριθμητικό παράδειγμα εκτίμησης της αποδοτικότητας 30 μονάδων που αξιολογούνται ως προς μια εισροή και μια εκροή (χώρος δύο διαστάσεων).

3. Αριθμητικό παράδειγμα

Θεωρούμε σύνολο $A=\{a_1,\ldots,a_{30}\}$ μονάδων προς αξιολόγηση οι οποίες ορίζονται από μία εισροή x και μια εκροή y, οι τιμές των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι μονάδες $a_1,\ldots,a_{30}$ αποτελούν σημεία στο χώρο των δύο διαστάσεων τα οποία απεικονίζονται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2. Ο διαχωρισμός των μονάδων-σημείων σε δύο υποσύνολα

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Οι τιμές των εισροών και εκροών των μονάδων του αρχικού συνόλου Α του προβλήματος

Μονάδα	x	y		Μονάδα	x	υ
a1	**205,5**	**1206,5**		a16	259,2	1478,3
a2	225,6	1582,9		a17	285,0	1540,8
a3	234,8	1373,1		a18	279,9	1084,9
a4	266,5	1097,1		a19	227,3	1444,7
a5	254,7	1255,3		a20	237,2	1177,6
a6	298,6	1419,0		a21	219,0	1665,6
a7	215,4	1189,2		a22	297,1	1437,9
a8	220,2	1078,2		a23	208,4	1297,8
a9	292,8	1054,5		a24	222,9	1252,4
a10	**265,2**	**1740,7**		a25	212,6	1596,4
a11	214,2	1220,2		a26	255,0	1295,8
a12	239,8	1029,5		a27	257,9	1600,0
a13	238,7	1242,1		a28	213,5	1366,7
a14	245,9	1644,0		a29	253,7	1503,6
a15	259,2	1283,5		a30	271,6	1132,8

Από τον Πίνακα 1 προκύπτει ότι η ελάχιστη τιμή 205,5 της εισροής x αντιστοιχεί στο μονάδα a_1 ενώ η μέγιστη τιμή 1740,7 της εκροής y αντιστοιχεί στη μονάδα a_{10}.

Για το χώρο των δύο διαστάεων, το υπερεπίπεδο Η το οποίο διέρχεται από τα σημεία a_1, a_{10} έχει τη μορφή ευθείας η οποία ορίζεται με την εξίσωση

$$y=\left(\frac{1740,7-1206,5}{265,2-205,5}\right)(x-205,5)+1206,5 \qquad (5)$$

Λόγω της κυρτότητας του ορίου αποδοτικότητας, το ευθύγραμμο τμήμα a_1a_{10} (βλ. σχήμα 2) δεν τέμνει το όριο αποδοτικότητας σε εσωτερικά σημαία και αφήνει όλα τα σημεία του ορίου, μαζί με άλλα τυχόν που αντιστοιχούν σε μη αποδοτικές μονάδες, στο ένα ημιεπίπεδο. Με βάση την εξίσωση (5), σχηματίζεται η συνθήκη

$$y-\left(\frac{1740,7-1206,5}{265,2-205,5}\right)(x-20,5)+1206,5\geq 0$$

την οποία ικανοποιούν οι μονάδες $a_1,a_2,a_{10},a_{14},a_{19},a_{21},a_{23},a_{25}$, a_{28}, όπως εύκολα μπορεί να ελεγχθεί από τα στοιχεία του Πίνακα 1. Οι μονάδες αυτές αποτελούν τα σημεία του υποσυνόλου Α΄ (σκιασμένη περιοχή στο σχήμα 2) τα οποία βρίσκονται επάνω και αριστερά από την ευθεία η οποία διέρχεται από τα σημεία a_1,a_{10}.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, η ΠΑ μπορεί πλέον να εφαρμοστεί στο υποσύνολο Α΄ αντί του συνόλου Α. Με την τεχνική αυτή το αρχικό πρόβλημα με τις 30 μονάδες του συνόλου Α περιορίζεται στις 9 μονάδες του συνόλου Α΄. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου (1) παρουσιάζονται στον Πίνακα (2) στον οποίο αποδοτικές μονάδες είναι οι a_1,a_{10},a_{21},a_{25} ενώ οι υπόλοιπες μη αποδοτικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Το υποσύνολο Α΄ και η εκτίμηση της αποδοτικότητας των μονάδων του

Μονάδα	x	y	Αποδοτικότητα
a1	**205,5**	**1206,5**	1
a2	225,6	1582,9	0,941329
a10	**265,2**	**1740,7**	1
a14	245,9	1644,0	0,882412
a19	227,3	1444,7	0,923146
a21	**219,0**	**1665,6**	1
a23	208,4	1297,8	0,993902
a25	**212,6**	**1596,4**	1
a28	213,5	1366,7	0,975984

4. Συμπέρασμα

Στη παρούσα εργασία παρουσιάστηκε μια μέθοδος μείωσης του μεγέθους προβλημάτων ΠΑ μεγάλης κλίμακας με την εξαίρεση συνόλου μη αποδοτικών μονάδων. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει να βελτιώσει σημαντικά το χρόνο επίλυσης μεγάλων προβλημάτων ΠΑ τα οποία σε άλλη περίπτωση θα ήταν πρακτικά δύσκολο να επιλυθούν.

Η προτεινόμενη μέθοδος μειονεκτεί στο ότι δεν παρέχει ανάλυση για την αποδοτικότητα των εξαιρουμένων μονάδων και στο ότι εφαρμόζεται μόνο για την περίπτωση προβλημάτων με κλίμακα μεταβαλλόμενων αποδόσεων.

Βιβλιογραφία

[1] Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W. (1984): Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA, *Management Science*, Vol. 30 (9) 1078-1092.

[2] Barr, R.S. and Durchhold, M.L. (1997): Parallel and hierarchical decomposition approaches for solving large-scale Data Envelopment Analysis models, *Annals of Operations Research*, 73, 339-372.

[3] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes E.: Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 1978, 429-444.

[4] Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2000): *Data Envelopment Analysis, A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver softward*, Kluwer Academic Publishers.

[5] Dula, J.H. and Lopez F.J. (2002): *Data envelopment analysis (DEA) in massive data sets*, Kluwer Academic Publishers.

[6] Dula, J.H. and Thrall, R.M. (2001): A computational framework for accelerating DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 16, 63-78.

[7] Dula, J.H. (2002): Computations in DEA, *Pesquisa Operational*, v. 22, n. 2, 165-182.

[8] Dula, J.H., Helgason, R.V. and Hickman, B.I. (1992): Preprocessing schemes and a solution method for the convex hull problem in multidimensional space. In: *Computer Science and Operations Research New Developments in their Interfaces* [edited by O. Balci], Pergamon Press, Oxford, England, 59-70.

[9] Shaheen, M. (2001): A Pre-Processor for the CCR Model in DEA, presented at the *INFORMS National Conference*, Nov. 6, 2001, Miami, FL.

A typology of Early Warning Systems approaches

Costas Siriopoulos

Department of Business Administration, University of Patras

Abstract

Can the supervisors learn to be more accurate in predicting bank failure using its historical trajectory? This paper is based on the survey of new bank monitoring systems currently in use or under development in various central banks for risk assessment of banking institutions, known as «supervisory risk assessment and early warning systems» or simply «early warning systems (EWS). The objective of the paper is to provide an overview of the different approaches followed by bank supervisors as well as to make a preliminary general assessment of the methods and tools being used or developed.

1. Introduction

In fact there is no theoretically an optimal system for structure and process of supervising banking institutions. This is reflected in the differentiations of banking regulation and supervision between countries around the world. These differences reflect not only the differences of political structures, but mainly, the degree of complexity in their financial systems' architecture and the state of financial development, the number, the size and the concentration of the banking industry, the ease to entry in that

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 987-1000
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 987-1000

industry, the disclosure policies followed, as well as the availability of human and technological resources. However, an implicit framework for regulation and supervision of banking institutions, can be found in the «Core Principles for Effective Banking Supervision» Issued by the Basel Committee on Banking Supervision, first in 1997.

Over the last few years banking supervisors have adopted new approaches and developed new systems for *ongoing banking supervision*. Ongoing banking supervision contains a mix of *off-site procedures* and *on-site inspections*. With on-site examinations, supervisors make an overall assessment of a banking organization on the premises of the institution, while, with off-site monitoring- which is the minimum tool for ongoing supervision- the supervisory entity, analyses periodic financial and non-financial information received by the supervised institutions, in order to assess the risk profile and the general condition of a bank.

On-site examination ratings are based on subjective assessments by the inspector of various aspects of the functioning of banking institution. On-site examinations are effective and useful tools in assessing and analyzing the current financial condition of the banking institution at the time of inspection. Off-site supervisory ratings are based mainly on information available through regulatory reporting, and can track the changes in the financial condition of banks, as this information flow is more frequent than on-site field examinations.

These various new approaches and procedures could be termed «Supervisory Risk Assessment and Early Warning Systems». Past and recent literature related to Early Warning Systems (EWS) can be classified according to the *scope of the system* (individual bank failure and systemic crises) and the *methodology* followed.

The purpose of this short note is to present and compare the statistical tools and analyses that are used. The scope of the system is also important but it will not be discussed here *per se*. Of course the methodology chosen in based on the scope selected and the definition of what is a financial crisis or bank failure. In the proposed methods a *crisis* is defined as a binary event, whereas an index of banking *distress* can take a

continuum of values. In addition, of significant importance is the selection of the set of explanatory variables.

However, the selection of the independent variables to predict banking failure is severely constrained by the availability of the data at the frequency required, its reliability, as well as the accuracy of the information. Previous survey papers on supervisory risk assessment and early warning systems (Sahajwala, R., and P.Van den Bergh 2000, Logan, A. 2000, Gaytan, A. and C.A.Johnson 2002) follow rather a typology based on inputs of the systems, selection of indicators and their evaluation or they describe the EWS used by bank regulators, such as FDIC, Federal Reserve and the OCC (Jagtiani et.al. 2002). In this paper we focus on the statistical methods adopted by banking early warning systems.

It is worth to note however that the above models do not include market information in the EWS they develop. Krainer and Lopez (2003), among others, conclude that equity market information, and stock price changes, can be useful to supervisors. The primary motivation for using both equity and debt market data in a monitoring model is that no single information source is likely to dominate the other in all states of the world.

The structure of the paper is as follows. Section 1 discriminates between the qualitative and quantitative approaches, section 2 presents the efforts with artificial neural networks and section 3 concludes the paper.

2. A typology of supervisory risk assessment and early warning systems

Overall, supervisory risk assessment and early warning systems assist in (i) systematic assessment of banks both at the time of on-site examination and off-site monitoring, (ii) identification of financial problems that already exist or are likely to emerge, (iii) optimal allocation of supervisory resources, and (iv) invitation of timely actions taken by the supervisor. In this section, we distinguish between the models using qualitative analyses and the statistical models.

2.1 Approaches [I]: Qualitative Analyses

These approaches use qualitative analysis while make extensive use of human judgment. This includes (i) the selection and choice of the explanatory variables, (ii) their weighting factors, (iii) the time frequency for making a final assessment. These models have as objective on assessment of current conditions of banking institutions.

1. The *use of indicators* (or Honohan (1997) approach) distinguishes 3 types of banking crisis according to their origins: macroeconomic, microeconomic and endemic crises. The methodology is proposed by Diebold and Rudebusch (1989) and adopted by Kaminsky and Reinhart (1999) for currency and banking crises. This approach is some ware subjective and depends on the discretionary judgment of the expert. Also, in this approach, thresholds for the variables are chosen arbitrarily. Edison (2003) summarizes the methodology of leading indicators and incorporates into a list of candidate measures some global variables, such as oil price, US rate and G-7 output.

2. The *Signal Extraction Approach* is similar to the indicator approach. The most comprehensive presentation of the signal extraction approach and its use as an early warning system is given in Goldstein et al. (1999) This methodology stresses the abnormal behavior of some variables preceding and during crises episodes. The process is to select some relevant variables from a universe (dictated from the theory of financial and banking crises), and to define «abnormal behavior» for these variables setting appropriate thresholds.

3. The *financial ratio and peer group analysis* systems recognize the use of a large set of financial variables as measures of banking distress. These systems are also termed «general expert systems», and measures a bank's performance relative to that of other banks of similar size and activity. The input set of the these systems is based mainly on regulatory reporting data and annual accounts, in order to make past performance comparisons for individual banking institutions or to measure a bank's performance to that of other banks of similar size, activity or both, and also for setting benchmarks of financial performance for dif-

ferent peer groups in order to identify outlier banks. The construction of peer groups in systems under this approach is generally done on the basis of asset size, on the basis of specific segments of the banking industry or on other customized criteria.

4. The *comprehensive bank risk assessment* systems review the banking institution as a whole including qualitative and quantitative risk factors in a banking institution. Two G10 supervisory authorities have developed this approach recently, namely the U.K. (RATE) and the Netherlands (RAST). According to that approach, a bank is disaggregated into significant business units and all business risks are assessed for each unit. Then the aggregate methodology relates to aggregation by risk category for the whole organization (RATE) or follows the aggregation by business unit or functional activity (RAST). It is understood that this approach is resource intensive and time consuming, and is suitable for large domestic as well as universal banks and banking groups, for which banks their risk profile may not be easily apparent from the systems followed other approaches.

2.2 Approaches [II]: The Statistical Models and Estimation Techniques

These models aim at being true «early warning systems» and make use of quantitative measures. The differences between the two approaches, namely Approaches [I] and Approaches [II] are that the models under Approaches [II]: (i) focus mainly towards the detection of risks in attempting to identify the high-risk banks in advance. This is in contrast with the models under Approaches [I], where the objective is to assess the current state of a banking institution, and (ii) they make use of advanced quantitative techniques and estimation methods in order to determine causal economic relationships between the explanatory variables and the dependent variable. However, few amongst these models attempt to identify the quality of management in a banking institution. Of course, most of them need large and reliable databases.

1. The *discriminant analysis and the logistic regression* suppose

a linear relationship between the dependent and the set of independent variables, which may not be true in the real world. Indeed, if there is a non-linear relationship, then the two above-mentioned approaches are not appropriate. In addition, the discriminant function and the logit-type regression ignore the possible interaction between the variables-particularly, the reasoning relationships (how to interpret), due to losses in degrees of freedom.

However, at the beginning, discriminant analysis was the leading method. Thomson (1991) applied a logit regression analysis to model bank failure as a function of capital adequacy, asset quality, earnings performance, and the liquidity (CAMELS-approach). Cole and Gunther (1998) used probit analysis in order to model the relationship between a set of financial ratios and the likelihood of a bank failure.

The drawback of discriminant analysis to is the assumption of normally distributed regressors, but as generally financial ratios are not normally distributed, maximum-likelihood methods have been used more frequently since the 1980s (an overview of the literature is found in Demirgüc-Kunt (1989) and Lennox (1999)). Logit and probit procedures are advantageous not only for statistical reasons but also because they directly estimate probabilities of default (a PD for a given bank captures the probability that the bank will default within a certain period. If, as customary, the period covers the following year, the mean PD (aggregated across all banks) is an estimator for the default rate of that year). It is worth noting that it was not possible to empirically demonstrate throughout that discriminant analysis performs worse. The results of comparative studies are mixed: Lo (1986) finds no significant differences, whereas Espahbodi (1991) notes that the measures for the power of discriminant procedures are exaggerated. The findings of Lennox (1999) show that maximum likelihood methods have greater power.

2. The *survival time research* approach, predicts the probable time to failure using financial, economic, and regulatory factors. The idea behind is that financial distress is a dynamic process that can be predicted using these ratios as explanatory variables.

Logit and probit models and discriminant analyses are all

cross-sectional methods. Since the data on bank defaults are typically gathered at different points in time, more recent studies such as Shumway (2001) and Estrella et al (2000), favour the use of hazard models. These models produce estimates of the probability that a bank with a given set of characteristics will survive longer than some specified length of time into the future. Many authors use the Cox proportional hazard model, which exploits the fact that the default data are available on a daily basis; see, for example, Lane et al. (1986), Whalen (1991), Porath (2004), Tung et al. (2004) or Molina (2002). The advantage of the Cox model is that one can analyse the development of PDs over time.

In simplified form, the hazard function of *Cox's proportional hazards model* is given as:

$$h(t|z)=\exp(\beta z)h_o(t)$$

where z is a vector of variables associated with the problem domain (explanatory factors, financial and non financial indicators), β is the corresponding vector of regression coefficients, and $h_0(t)$ is the baseline hazard rate which can be interpreted as the hazard rate of an average bank, and the values of the variables are equal to the population means.

3. The *KLR Model* (Kaminski, Lizondo, and Reinhart 1998) uses a methodology based on probit estimates of the probability of crises. The KLR model assumes that each individual explanatory variable signals a crisis if its mean exceeds a variable-specific optimal threshold and a crisis occurs in the next 24 months. The threshold is determined by minimizing the noise-to-signal ratio:

$$w^{opt} = \min\left\{\frac{\alpha(X_j)}{[1-\beta(X_j)]}\right\}$$

where $\alpha(X_j)$ is the probability of Type I error associated with threshold X_j, and $\beta(X_j)$ is the probability of Type II error associated with the threshold X_j, in the case where the null hypothesis is «no failure». The success of the KLR-model is better observed to the in-sample, but its performance to the out-of-sample is

very poor. KLR Model, however, is successful in ranking the countries by the severity of their crises. A modified version of this model is used by IMF.

4. Berg and Pattillo (1998), the *BP Model*, proposes a close methodology to the KLR Model. It is developed for predicting currency crises in Developing countries. Although it preserves the basic elements of the KLR methodology (KLR Model contains the signal extraction approach) it differs in the estimation method used. One of the advantages of the BP Model against the KLR-model is that with the former is possible to test the significance of the chosen thresholds.

5. *Trait Recognition Analysis* (TRA), is a non parametric technique –a neural network-like approach– which records continuous data into binary codes, and has the advantages that enables many different interactions between 2 different variables, that other models do not consider, in general. Thus, in effect, TRA seeks to exploit information contained in complex interactions of the independent variables. It takes into consideration that financial variables are related, thus the same variable can be «good» or «bad» depending on the value of other variables. Also, in contrast to other econometric techniques, TRA avoids assumptions about the underlying distribution of the system under study. With this method, researcher judgment plays a significant role, and many consider TRA as close to the logic of a financial analyst.

Jagtiani et al. (2002) –based on Cole and Gunther (1998)– develop a model that predicts one of the two states: capital adequate versus inadequate in an attempt to recognize an early stage of financial distress. They also compare a logit model and a non-parametric TRA model, and conclude that a simple linear model perform better compared to a more complex EWS model. However, TRA analysis is superior in that it allows us to gain insights into what information is most important in terms of predicting pending capital problems at commercial banks.

3. The ANN approach

The Artificial Neural Network (ANN) has a large number of processing elements called neurons, which are interconnected through weights and expand in three different layer types: the input, the output, and one or more hidden layers. Each neuron in the hidden and output layer is activated by a nonlinear function that relies on a weighted sum of its inputs and a neuron-specific parameter, called bias. An ANN architecture is illustrated in figure 1.

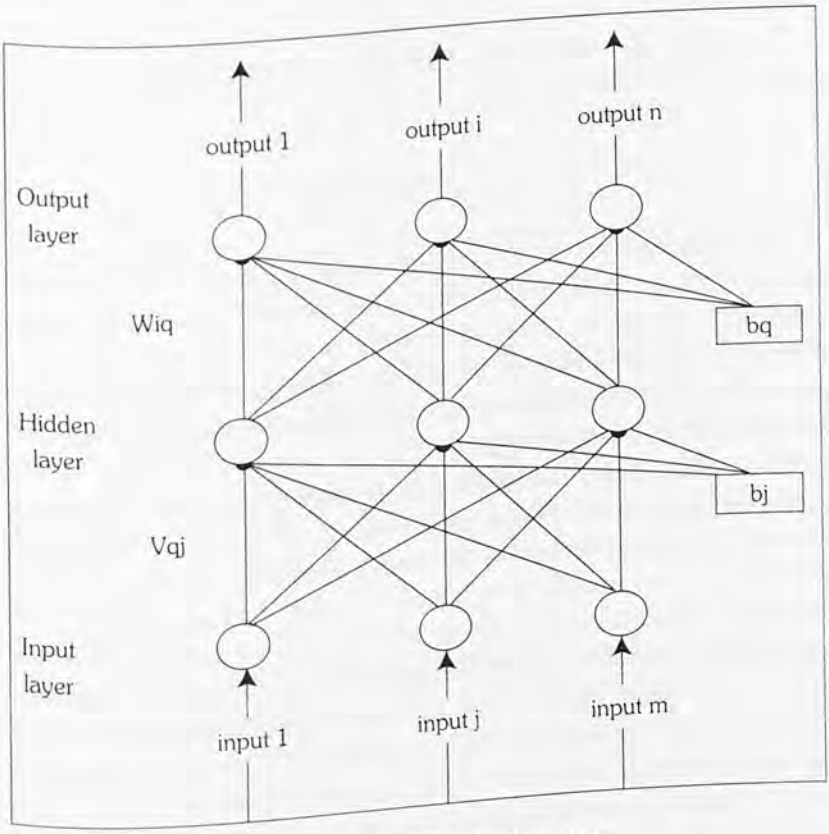


Fig. 1: An ANN Architecture

The strength of neural networks lies in their ability to simulate any given problem from the presented example, which is achieved

from the modification of the network parameters through learning algorithms.

The *radial basis function network* (RBF) has similar signal propagation as the feed-forward neural networks. The hidden neurons contain the radial basis function which are similar to the Gaussian density function, defined by a center position, **x**, and a «width» parameter, σ. The output of the qth neuron of the hidden layer can be represented as:

$$z_q = \exp\left(-\sum_{j=1}^{m}(x_j - x)^2 / \sigma_j\right)$$

The third layer is linearly combined with the second. So, the output of the neuron *i*, is:

$$y_i = \sum_{q=1}^{l}(w_{iq}z_q + b_q)$$

The parameters of the radial basis function networks are determined in three steps. First, unit centers are found using clustering algorithms. Second, widths are determined using the nearest neighbor method. Third, the weights in the third layer are found by minimizing the sum-squared error between the output and the actual data.

The *neuro-fuzzy networks* as a special class incorporates elements from fuzzy theory in the form of IF-THEN rules and the optimization capabilities of neural networks, to provide fine-tuning of the model parameters. These models, which are characterized as single equation ones, can have a straightforward optimization possibly using the cross-validation scheme or theoretical information criteria. The difficulty in the problem formulation arises in the selection of the membership function parameters of the input set (type and number per input). A model with many parameters will result in an almost perfect modeling but will over fit the prediction part. Instead of manually selecting these parameters, the initial rules can be found from the application of a clustering algorithm, with the subtractive one showing promising results. The most efficient neurofuzzy system in forecasting

is the Adaptive Network based Fuzzy Inference System (ANFIS) as shown in figure 2.

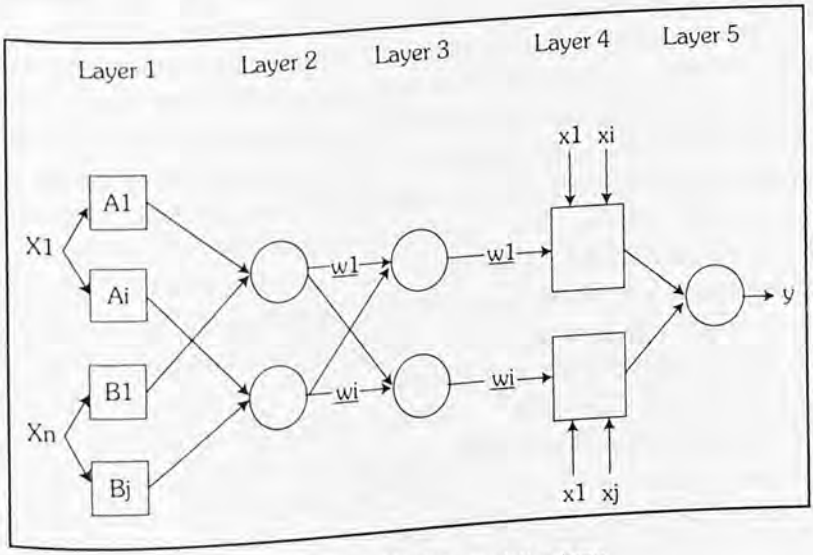


Fig. 2: An ANFIS architecture

It can incorporate fuzzy if-then rules, and also, provide fine-tuning of the membership function according to a desired input output data pair. However, there is not any clear suggestion as to which type of membership function is most suitable in forecasting. For an application to EWS, refer to Khan (2002).

4. Conclusions

These systems, early warning systems, are developed either in-house by bank regulators or outsourcing (Pavlidis 2005), using regulators' information and/or financial data and indicators, and following different techniques. Although the demand by the regulators for an EWS is increasing, unfortunately, there is no one perfect and systematically accurate system or method predicting banks' failure.

Similarly, there is no one optimal set of independent variables-quantitative and qualitative (financial and non-financial indicators)-

explaining 100% the conditions under which a bank *will* fail in the future. For that reason there are many models, estimation methods and techniques as well as different sets of indicators used by different early warning systems in today's practice.

Perhaps, the best approach is an appropriate combination of different approaches. One such approach could be a combination of the neuro fuzzy technique with the construction of a diagnostic knowledge base. This modeling approach is both possible to implement and easy to use for regulatory purposes by the banking supervisory agency. This approach enables the use of different levels of knowledge and takes into consideration the different quantitative and qualitative pieces of information, while is able to learn from the past patterns and, as a consequence, to predict.

That's because the neuro fuzzy model incorporates recursive learning in a real world, imprecise linguistic environment with incomplete information interpretation. In addition, neuro fuzzy model is superior to other models in explaining the relationships among the explanatory variables.

References

Berg, A. and Pattillo, C. (1998): Are currency crises predictable: A test, *Working Papers*, No 154, International Monetary Fund.

Cole, R. and Gunther, J. (1998): Predicting bank failures: A comparison of on-site and off-site monitoring systems, *Journal of Financial Services Research*, 13 (2): 102-117.

Diebold, F. and Rudebusch, G. (1989): Scoring the leading indicators, *Journal of Business*, 62 (3), 369-391.

Demirgüc-Kunt, A. (1989): Deposit institution failures: A review of the empirical literature, *Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review*, Fourth Quarter, 2-18.

Edison, H.J. (2003): Do indicators of financial crises work? An evaluation of an early warning system, *International Journal of Finance and Economics*, 8, 11-53.

Espahbodi, P. (1991): Identification of problem banks and binary choice models, *Journal of Banking and Finance*, 15, 53-71.

Estrella, A.S., Park, S. and Peristiani (2000): Capital ratios as predictors of bank failure, *Federal Reserve Bank of New York: Economic Policy Review*, July, 33-52.

Gaytan, A. and Johnson, C.A. (2002): A review of the literature on early warning systems for banking crises, *Working Paper* No 183, Central Bank of Chile.

Goldstein, M., Kaminsky, G. and Reinhart, C. (1999): Assessing financial vulnerability: An early warning system for emerging markets:, *Washington, DC, Institute for International Economics.*

Honohan, P. (1997): Banking system failures in developing and transition countries: Diagnosis and prediction, *BIS Working Papers Series* No 39, Bank for International Settlements, Monetary and Economic Department, Basle.

Jagtiani, J., Kolari, J., Lemieux, C. and Shin, H. (2002): Early warning models for bank supervision: Simpler could be better?, *International Company and Commercial Law Review*, 13 (7).

Kaminsky, G., Lizondo, S. and Reinhart, C. (1998): Leading indicators of currency crises, *Staff Papers*, 45, 1-48, International Monetary Fund.

Khan, H.A. (2002): Can banks learn to be rational?, *Working Paper*, CIRJE-F-151, University of Denver.

Krainer, J. and Lopez, J. (2003): Using equity market information to monitoring banking institutions, *Economic Letter*, Federal Reserve Bank of San Francisco.

Lane, W., Looney, S. and Wansley, J. (1986): An application of the Cox proportional hazards model to bank failures, *Journal of Banking and Finance*, 10, 511-531.

Lennox, C. (1999): Identifying failing companies: A reevaluation of the logit, probit and DA approaches, *Journal of Economics and Business*, 51, 347-364.

Lo, AW. (1986): Logit versus discriminant analysis: A specification test and application to corporate bankruptcies, *Journal of Econometrics*, 31, 151-178.

Logan, A. (2000): Systems for assessing banking system risk, *Financial Stability Review*, Bank of England, June, 80-82.

Molina, C.A. (2002): Predicting bank failures using a hazard model: the Venezuelan banking crisis, *Emerging markets review* 2, 31-50.

Παυλίδης Γ. και Ανδρουλάκης Γ. (2006): Συσχέτιση παραγόντων στις περιπτώσεις outsourcing, *Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου.*

Porath, D. (2004): Estimating probabilities of default for German savings banks and credit cooperatives, *Discussion Paper Series 2* No 06/2004, Banking and Financial Supervision, Deutsche Bundesbank.

Sahajwala, R. and Van den Bergh, P. (2000): Supervisory risk assessment and early warning systems, *BIS Working Paper Series* No 4, Bank for International Settlements, Basel Committee on Banking Supervision, Basel.

Shumway, T. (2001): Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model, *Journal of Business* 74, 101-124.

Thomson, J. (1991): Predicting bank failures in the 1980s, *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Cleveland, 27, 9-20.

Tung, W.L., Quek, C. and Cheng, P. (2004): GenSo-EWS: A novel neural-fuzzy based early warning system for predicting bank failures, *Neural Networks*, 17, 567-587.

Whalen, G. (1991): A proportional hazard model of bank failure: An examination of its usefulness as an early warning tool, *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Cleveland, Q1, 21-31.

An Aggregated Metric for Evaluating Plant Performance: Implications for Performance Improvement and Resource Reallocation

Srinivas Talluri[1] and Alkis Vazacopoulos[2]

1. Department of Marketing and Supply Chain Management
   Eli Broad College of Business, Michigan State University
2. Dash Optimization

Abstract

Performance metrics are currently receiving significant importance in both practitioner and academic circles. However, both researchers and managers have tended to view metrics individually and in very simplistic form without considering the interrelationships among various metrics and how they impact the performance of a system under consideration. This paper fills this gap by proposing a methodology for generating an aggregated metric of performance by effectively considering a variety of metrics that has important implications on performance improvement and resource reallocation. We test our models on a case with six globally located production plants of a medium sized manufacturer of specialty chemicals. The contributions of this research are three-fold: an aggregated performance metric that assists in internal benchmarking and performance improvement is suggested, the impact of technology transfer on plant performance is investigated, and a decision tool for assisting managers in plant shutdown and resource reallocation options is developed. Thus, our research assists in both strategic and operational decisions for improving the performance of individual plants and overall system performance.

1. Introduction

Performance metrics are critical for understanding and managing any business operation, manufacturing or otherwise since they

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1001-1020
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1001-1020

provide an effective means for controlling and evaluating performance, reporting performance, communicating, identifying opportunities for improvement, and framing expectations (Melnyk 1999). As the adage goes «one cannot manage what one cannot measure». Thus, the evaluation and utilization of multiple performance metrics has been extensively promoted in most of the performance measurement literature from areas such as operations, engineering, and cost accounting (for example see, Kaplan and Norton, 1996; Nanni et al., 1992; Adams et al., 1995). It is also contested that these metrics may need to incorporate various performance characteristics that are both strategic and operational in nature. However, an issue in simultaneously considering multiple performance metrics is that managers may not be able to easily aggregate these measures in evaluating performance and thereby indulge in various strategic and operational decisions that assist in continuous process improvement efforts. Also, researchers and managers have tended to view metrics individually and in very simplistic form without considering the interrelationships among various metrics and how they impact the performance of an entire supply chain (Melnyk 1999). This paper fills this gap by proposing a methodology for generating an aggregated metric of performance by effectively considering a variety of metrics that has important implications on performance improvement and resource reallocation. We test our models on a case with six globally located production plants of a medium sized manufacturer of specialty chemicals (Flaherty 1985; 1992). The contributions of this research are three-fold: an aggregated performance metric that assists in internal benchmarking and performance improvement is suggested, the impact of technology transfer on plant performance is investigated, and a decision tool for assisting managers in plant shutdown and resource reallocation options is developed. Thus, our research assists in both strategic and operational decisions for improving the performance of individual plants and overall system performance.

The rest of the paper is organized as follows. The next section reviews some of the relevant literature in performance evaluation and benchmarking. The case company profile is subsequently

discussed, and the results are presented. Finally, conclusions and extensions are addressed. The DEA models utilized in this paper are discussed in Appendix I.

2. Performance Evaluation and Benchmarking

A number of reviews on the practice, requirements design and development of performance measurement systems exist, for exa-mple, see Adams, et al. (1995), Lockamy & Cox (1994), Neely et al. (1995). Kueng (2000) points out two important chara-cteristics for performance measures that we seek to address here:

- Performance is multidimensional. As performance has many contributing factors, it cannot be gathered and assessed by a single indicator.
- Performance indicators are not independent. Most performance indicators stand in a relationship with one another. For the most part, the type of relationship is either conflicting or com-plementary; independence is the exception rather than the rule.

Several techniques have been proposed in the literature for performance evaluation at various levels of decision making. At the strategic level of analysis, performance metrics range from standard financial measures such as return on assets or investment (ROA and ROI) to stock market returns. One of the most popular evaluation techniques at the strategic level of performance is Kaplan and Norton's (1996) Balanced Scorecard approach. This approach is a strategic management instrument that supplements traditional financial measures with three additional perspectives: the customer, the internal business process, and the learning and growth perspective. It is meant to be a tool for describing an organization's overall performance across a number of measures on a regular basis and is focused on corporations or organizational units such as strategic business units, but not on business processes. It involves business processes only as far as their impact on customer satisfaction and in achieving an organization's financial objectives.

At a more tactical level, many tools and techniques have been proposed in the literature for performance evaluation and

benchmarking. Camp (1995) shows that the focus has been on the presentation of data in some graphical form. The presentation graphics are relatively easy to understood and capable of depicting the performance across multiple metrics simultaneously, but the analyst is still left with the arduous task of integrating these elements in a meaningful and useful manner. Some of the more popular techniques include the *spider* or *radar* diagram and the *Z* chart for gap analysis. Another approach is the use of the analytic hierarchy process (AHP) maturity matrix (Eyrich, 1991), which utilizes a weighted scoring technique in the analysis of various benchmarks and provides a single score using perceptual values as set forth by decision-makers. Statistical methods that include regression and various descriptive statistics have also been utilized for performance evaluation and benchmarking purposes (Blumberg, 1994; Schefczyk, 1993). However, even with the strong theoretical foundation of statistical tools such as multiple regression, its limitation lies primarily in the numbers of simultaneous inputs (independent variables) and outputs (dependent variables) to consider and that it measures a correlation or central tendency, but not best practice. As far as the use of simple ratios go, Athanassopoulos and Ballantine (1995) have argued that the use of ratio analysis in itself is insufficient for assessing performance, and that more advanced tools like data envelopment analysis (DEA) should be used to complement ratio analysis. It is for these reasons that multi-factor non-parametric tools such as DEA, which overcome the aforementioned limitations, have started to receive significant importance in the area of performance evaluation and benchmarking (Collier and Storbeck, 1993; Bell and Morey, 1995; Banker and Mainderatta, 1988; Barr and Seiford, 1994; Athanassopoulos and Ballantine, 1995). However, some of the traditional DEA models utilized in this area have certain limitations, which are addressed in detail in the methodology section of the paper. Other tactical level performance evaluation methods that consider multiple metrics from a quantitative modeling focus can be found in Bititici et al. (2001), Ghalayini, et al. (1997), Sabri and Beamon (2000), Sarkis and Talluri (1996), Suwigno et al. (2000), and Talluri and Sarkis

(2002). While these methods are effective in their own way, they do not address issues relating to process improvement and resource reallocation in a detailed manner.

3. Company Profile

The case company operates with six manufacturing plants located around the world. The parent manufacturing facility is located in Gary, Indiana. It has the design capacity to manufacture prototype samples for customers. Because of this, much of the new product research occurred at the Gary plant. Two other plants located in North America are in Mexico and Canada. In Western Europe a plant is located in Frankfurt. Two other plants are located in Venezuela and Sunchem, which are in Latin America and Pacific region, respectively.

Many executives within top management felt that the Gary plant had fallen behind some of the other company's plants in terms of efficiency, costs, and technical expertise. In order to further study the productivity and evaluate the different plants, a study was requested by the company's executives. The study that was performed was limited to one chemical product called Release-Ease. Release-Ease is a plastic molding compound that easily released from metal holder after compression molding. The study collected information on several critical performance variables, but the performance evaluation methods used failed to consider all the measures simultaneously. Thus, these methods did not allow for an accurate portrayal of the plant productivity and efficiencies. The data and information regarding the case company are taken from Flaherty (1985; 1992).

4. Performance Evaluation

4.1. Aggregated Performance Metric

In this analysis, we consider cost and average number of workers (W) as inputs, and volume (VOL) and utilization (UTL) as outputs for the DEA model. Cost components considered include material, overhead, and operating costs. Volume is the annual production

volume, and utilization is the ratio of production volume to design capacity.

The plant data and DEA results are shown in Table 1. Mexico, Venezuela, and Frankfurt plants have achieved a relative efficiency score of 1, and are considered efficient. Canada, Gary, and Sunchem plants are inefficient with relative efficiency scores of 0.901, 0.898, and 0.699, respectively. These results indicate that Canada, Gary, and Sunchem plants must either increase their output levels for their current levels of inputs, or decrease their input levels in maintaining their current levels of output. It is also evident from Table 1 that Mexico did not put any weight on cost (u_1=0), and emphasized all the weight on the other three measures. This phenomenon of emphasizing importance on certain factors alone is referred to as unrestricted weight flexibility in DEA. The weighting scheme of other plants is depicted in this table as well.

TABLE 1

Manufacturing Plant Data, Efficiency Scores, and Weights

Plant	Cost ($/100 lb)	Avg. W (#)	VOL (millions of lbs)	UTL (%)	Eff	u_1	u_2	v_1	v_2
Mexico	92.63	44.4	17.2	78.18	1.000	0	0.022523	0.044776	0.00294
Canada	93.25	27.7	2.6	70.27	0.901	0.009571	0.003882	0	0.012816
Venezuela	112.31	23.9	4.1	91.11	1.000	0.008196	0.003325	0	0.010976
Frankfurt	73.34	86.1	38.0	80.85	1.000	0	0.011614	0.026316	0
Gary	89.15	58.3	14.0	75.68	0.898	0.008865	0.003596	0	0.011872
Sunchem	149.24	31.0	4.0	80.00	0.699	0	0.032258	0.05633	0.005927

In order to identify the best overall performer, we utilized formulation (2) to identify the input and outputs weights, which are used in the evaluation of the CEM shown in Table 2. For example, the value in the first row and second column, 0.518, indicates how well Canada is performing with respect to the optimal weights or strengths of Mexico. In general, a DMU with

a high column mean score is considered as a good overall performer.

TABLE 2

Cross-Efficiency Matrix for Applichem Data

Plant	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem
Mexico	1.000	0.518	0.839	1.000	0.647	0.593
Canada	0.946	0.901	1.000	1.000	0.898	0.662
Venezuela	0.462	0.665	1.000	0.246	0.340	0.677
Frankfurt	0.358	0.054	0.070	1.000	0.303	0.052
Gary	0.946	0.900	0.999	1.000	0.898	0.662
Sunchem	0.989	0.631	1.000	0.929	0.651	0.699
Mean	0.784	0.611	0.818	0.863	0.623	0.557

Based on the CEM scores, the performance ranking of the plants is: Frankfurt (0.863), Venezuela (0.818), Mexico (0.784), Gary (0.623), Canada (0.611), and Sunchem (0.557) in that order. Frankfurt plant is evaluated to be the best overall performer with a mean score of 0.863.

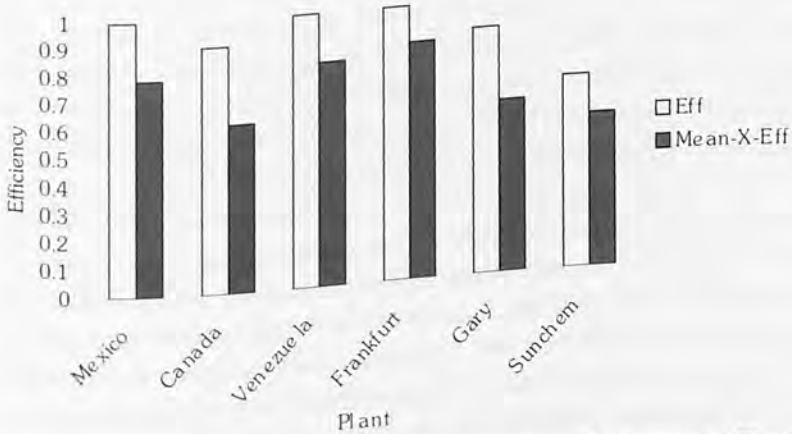


Fig. 1: Simple and Mean-Cross Efficiencies of Alternate Plants

note that while Frankfurt received the highest cross-efficiency score, it is not considered to be an appropriate benchmark for other plants due to weak and negative correlations. This is an important insight in the selection of appropriate benchmarks.

4.3. Technology Transfer

In this section, we illustrate the effect of the technology transfer on the efficiency scores of the manufacturing plants. Table 5 presents the raw material usage for each of the plants (lbs/hundred pounds of Release-Ease). Every plant uses four material types: A, B, C, and D in the production of Release-Ease, although in different mix ratios. By technology we imply the material mix utilized by the plants. We performed technology transfer by adopting the most cost efficient material mix for every plant. For example, Table 6 depicts the technology transfer options for the Mexico plant. The costs are computed by utilizing the material cost in Mexico, and the alternative mix ratios at each of the plants. If Mexico adopts the material mix usage from Venezuela and keeps all other costs the same then this will result in a decrease in cost of (92.63-90.16) dollars. The best scenario for Mexico is $87.97 (per hundred pounds of release-ease) by the adoption of Frankfurt material mix usage. Similarly, we have calculated the best mix scenarios for all the other plants. The resulting costs are shown in Table 7. The DEA computations are conducted with this new cost structure, and the resulting efficiency scores are depicted in Table 7. The efficiency scores remained same for all the plants except Gary. In fact Gary's relative efficiency increased from 0.898 to 0.958.

This analysis indicates that Gary can improve its efficiency score by altering the material mix ratio through technology transfer. Although in this analysis we have assumed the outputs to be the same before and after technology transfer, it may not be the case in actual managerial practice. But this analysis illustrates the situation in which management can utilize these decision models to perform such an evaluation, which aids in performance improvement.

TABLE 5

Raw Material Usage by Plants

Material	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem
A	20.04	19.53	19.27	18.90	20.75	19.14
B	51.21	51.15	50.60	47.82	53.8	48.23
C	55.97	50.96	52.00	50.28	53.6	49.49
D	26.40	26.09	26.00	24.21	28.77	25.07

TABLE 6

Alternate Technology Transfer Scenarios for Mexico

Scenario	1	2	3	4	5	6
Plant	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem
Cost ($)	92.63	90.38	90.16	87.97	94.15	88.37

TABLE 7

Efficiency Scores After Technology Transfer

DMU	Cost	W	VOL	UTL	Eff
Mexico	87.97	44.4	17.2	78.18	1.000
Canada	90.66	27.7	2.6	70.27	0.901
Venezuela	109.07	23.9	4.1	91.11	1.000
Frankfurt	73.34	86.1	38.0	80.85	1.000
Gary	80.95	58.3	14.0	75.68	0.958
Sunchem	148.9	31.0	4.0	80.00	0.699

4.4. Evaluating Plant Shutdown Options

In this section, we evaluate the effect of alternate plant shutdowns on the system efficiency of Applichem. Table 8 provides the capacities, demands, and production & transportation costs associated with the six plants. For example, the entry in the cell corresponding to Canada (row) and Mexico (column), which is

$104.25 (per hundred pounds of release-ease), indicates the production and transportation costs associated with shipping one hundred pounds of Release-Ease from Canada to Mexico. The original solution with all plants operating is shown in Table 9 and the corresponding generic linear program is shown in Appendix II. The total cost associated with this solution is $6,805.99 (in tens of thousands of dollars). We utilized the transportation model to identify the minimum costs associated with alternate plant shutdowns by eliminating each of the six plants in succession. These costs are represented in Table 10. All data used in these computations is obtained from Applichem (Flaherty 1985; 1992). For example, $7,011.66 (in tens of thousands of dollars) is the production and transportation cost after closing down Mexico.

In order to evaluate the system efficiency, we computed the values of the system performance variables associated with closing each of the plants, they are: average workers (Avg. W), average volume (Avg. VOL), average utilization (Avg. UTL), short-term demand loss (STD), and long-term demand loss (LTD). For example, average workers from closing Mexico are obtained by evaluating the mean number of workers from the remaining five plants. The same logic is utilized in obtaining average volume and average utilization. The short-term demand loss and long-term demand loss are directly computed from the transportation model. STD denotes the demand that is immediately lost if the specified plant is closed down, and LTD represents the demand that Applichem loses in the long term because of the absence of production in the specified region. All this data is depicted in Table 10. In DEA, large value of an output is preferred to small. For this reason we have performed a linear scale transformation on STD and LTD by subtracting all the values from the largest value. The scaled data utilized in DEA computations is shown in Table 11.

TABLE 8

Transportation Data

Plant	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem	Capacity (millions of lbs)
Mexico	$92.63	104.03	99.63	103.63	103.63	106.63	22
Canada	104.25	93.25	102.25	104.75	99.25	106.25	3.7
Venezuela	119.31	122.31	112.31	125.31	122.71	126.61	4.5
Frankfurt	83.34	84.84	85.84	73.34	84.54	86.64	47
Gary	99.15	95.15	100.15	99.15	89.15	89.15	18.5
Sunchem	163.24	162.24	161.74	163.44	162.24	149.24	5
Demand (millions of lbs)	3	2.6	16	20	26.4	11.9	

TABLE 9

Transportation Solution with All Plants Operating

Plant	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem	Capacity
Mexico	3		8.8				22
Canada		2.6					3.7
Venezuela							4.5
Frankfurt			7.2	20	19.8		47
Gary					6.6	11.9	18.5
Sunchem							5
Demand	3	2.6	16	20	26.4	11.9	

TABLE 10

Plant Shutdown Data

Plant	Cost ($0000)	Avg. W	Avg. VOL	Avg. UTL	STD	LTD
Mexico	7011.66	45.40	12.54	79.58	1.2	3.0
Canada	6819.09	48.74	15.46	81.16	0.0	2.6
Venezuela	6805.10	49.50	15.16	76.99	0.0	16.0
Frankfurt	5453.35	37.06	8.38	79.05	26.2	20.0
Gary	7229.53	42.62	13.18	80.08	0.0	26.4
Sunchem	6805.10	48.08	15.18	79.22	0.0	11.9

TABLE 11
Scaled Plant Shutdown Data

Plant	Cost ($0000)	Avg. W	Avg. VOL	Avg. UTL	STD	LTD
Mexico	7011.66	45.40	12.54	79.58	25.0	23.4
Canada	6819.09	48.74	15.46	81.16	26.2	23.8
Venezuela	6805.10	49.50	15.16	76.99	26.2	10.4
Frankfurt	5453.35	37.06	8.38	79.05	0.0	6.4
Gary	7229.53	42.62	13.18	80.08	26.2	0.0
Sunchem	6805.10	48.08	15.18	79.22	26.2	14.5

TABLE 12
CEM for Alternate Plant Shutdowns

Plant	Mexico	Canada	Venezuela	Frankfurt	Gary	Sunchem
Mexico	1.000	0.947	0.408	0.335	0.000	0.585
Canada	0.956	1.000	0.438	0.336	0.000	0.610
Venezuela	0.926	0.998	1.000	0.000	0.941	1.000
Frankfurt	0.783	0.821	0.781	1.000	0.764	0.803
Gary	0.896	0.874	0.861	0.000	1.000	0.886
Sunchem	0.926	0.998	1.000	0.000	0.941	1.000
Mean	0.915	0.940	0.748	0.279	0.608	0.814

We have utilized DEA to evaluate the relative efficiencies of these six plant shutdown options. All the six scenarios were efficient with a relative efficiency score of 1. Since DEA could not effectively discriminate between the options, we have used the CEM evaluated from expression (2) weights to identify the optimal shutdown option. The corresponding CEM is shown in Table 12. Based on the CEM, the system efficiency is least affected by closing Canada. This is because the mean system efficiency without Canada is 0.94. The next possible shutdown option is Mexico without which the system efficiency is 0.915. But it is advantageous not to close a large plant such as Mexico because of economies of scale. It is evident that the efficiency will be adversely affected by closing down Frankfurt, which if closed will result in a score of 0.279. Management can also consider closing Canada (0.940) and

Sunchem (0.814) combination, which would result in a total cost of $6,819.086 (in tens of thousands of dollars). This analysis provides management with possible plant shutdown options. Once the shutdown decisions are made, if any, then the resources at those locations can be reallocated to further improve the performance of the remaining plants.

5. Conclusions and Extensions

In this paper we illustrate the use of DEA for productivity analysis of manufacturing plants as applied to a medium sized manufacturer of specialty chemicals. DEA allows for the inclusion of multiple inputs and outputs and thus provides for a more complete analysis of systems under consideration. It overcomes the limitations of traditional ratios that are often used by managers in productivity analysis. The primary limitation of such ratios is that they do not simultaneously take into consideration all the performance measures. We demonstrated the advantage of cross-efficiency analysis in DEA, which improves the discriminatory power of the analysis and ranks DMUs. We evaluated the performance of the plants, and provided effective internal benchmarks for inefficient plants to use as a source for improvement. We have also analyzed technology transfer and alternate plant shutdown options, and provided recommendations.

Appendix I: Multi-Factor Efficiency Models

DEA considers multiple input and output measures in determining relative efficiency scores of decision making units. Efficiency is defined as a ratio of sum of weights outputs to sum of weighted inputs. DEA has been utilized extensively for comparing the relative efficiencies of schools, hospitals, bank branches, and other profit and not-for profit organizations (Charnes et al., 1994).

The relative efficiency of a unit p is obtained by solving the following linear program (shown as expression (1)) proposed by Charnes et al. (1978).

Expression (1):

$$\max \sum_{k=1}^{s} v_k y_{kp}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{m} u_j x_{jp} = 1, \sum_{k=1}^{s} v_k y_{ki} - \sum_{j=1}^{m} u_j x_{ji} \leq 0 \ \forall i,$$

$$v_k, u_j \geq 0 \ \forall k, j$$

where: p is the unit being evaluated, s represents the number of outputs, m represents the number of inputs, n is the number of units, y_{ki} is the amount of output k produced by unit i, x_{ji} is the amount of input j used by unit i, v_k is the weight assigned to output k, and u_j is the weight assigned to input j.

Expression (1) is a linear program that is solved n times in evaluating the relative efficiencies of all the units. Each unit selects input and output weights that maximize its efficiency score under the constraints that the efficiency scores of all units with respect to these weights remain below a value of 1. A relative efficiency score of 1 indicates that the unit under consideration is ratio efficient, whereas a score less than 1 indicates that it is ratio inefficient. For more details on the model development, see Charnes et al. (1978).

It is well known in DEA literature that expression (1) used in evaluating the efficiencies has certain limitations. The efficiency score obtained from this model is referred to as simple efficiency or simple radial efficiency. In the determination of simple radial efficiency, formulation (1) allows for unrestricted factor weights (v_k and u_j). Thus, a DMU can achieve a high relative efficiency score by being involved in an unreasonable weighting scheme (Dyson & Thannassoulis, 1988; Wong and Beasley, 1990). These DMUs heavily weigh few favorable measures and completely ignore other inputs and outputs. Such DMUs are niche members and are not good overall performers. To overcome this limitation cross-efficiencies can be specified in the DEA model.

Sexton et al. [1986] introduced the concept of cross-efficiency evaluations in DEA. In their work, a Cross-Efficiency Matrix (CEM), which provides information on the performance of a particular DMU with the optimal DEA weights of other DMUs,

was introduced. In the CEM, the element in i^{th} row and j^{th} column represents the efficiency of DMU j with the optimal weights of DMU i. A DMU, which is a good overall performer, should have several high cross-efficiencies along its column. On the other hand, a poorly performing DMU should have several low values. The column means can be computed to effectively differentiate between good and poor performers (Boussofiane et. al, 1991).

A problem with CEM is that input and output weights identified in formulation (1) may not be unique. Thus, a DMU's evaluation of other DMUs may depend on the first of many alternate optimal solutions reached. This ambiguity can be resolved by using formulations proposed by Doyle and Green (1994). These formulations are categorized into aggressive and benevolent types. The aggressive formulation attempts to obtain weights far away from other DMUs' optima, while the benevolent formulation obtains weights that tend to converge toward other DMUs' optima. Thus, the aggressive formulation always attempts to find optimal weights that make the target DMU the best that it can be and others the worst. In the case of the benevolent formulation, optimal weights obtained make both the target DMU and all other DMUs as good as possible. In situations where relative dominance among the DMUs is to be analyzed, the aggressive formulation is more appropriate. Sometimes an average of aggressive and benevolent formulations can be used. For more information on the applicability of these formulations, see Doyle and Green (1994).

These formulations not only maximize the ratio of weighted output to weighted input of a DMU, but they also minimize (aggressive) or maximize (benevolent) the sum of all other DMUs' efficiencies in some sense. The only difficulty in considering the latter goal is that the sum of efficiencies is non-linear. A surrogate approach proposed by Doyle and Green (1994) is to minimize the efficiency of the composite DMU constructed from other n-1 DMUs. Doyle and Green's aggressive formulation, which we utilize in this study, is shown as expression (2).

Expression (2):

$$\min \sum_{k=1}^{s}\left\{v_k \sum_{i \neq p} y_{ki}\right\}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{m}\left\{u_j \sum_{i \neq p} x_{ji}\right\} = 1, \sum_{k=1}^{s} v_k y_{ki} - \sum_{j=1}^{m} u_j x_{ji} \leq 0 \ \forall i \neq p, \sum_{k=1}^{s} v_k y_{kp} - \theta_{pp} \sum_{j=1}^{m} u_j x_{jp} = 0,$$

$$v_k, u_j \geq 0 \ \forall k, j$$

where θ_{pp} is the simple efficiency of DMU p obtained from expression (1).

DEA identifies effective benchmarks for improving the performance of inefficient units. The inefficient units can use one or more efficient units as a benchmark for improvement. These benchmarks can be identified from the dual formulation of (1) as expression (3). Where λ's represent the dual multipliers, which indicate the benchmarks that inefficient units must utilize in order to become efficient.

Expression (3):

$$\min \theta$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_{ji} - \theta x_{jp} \leq 0 \ \forall j, \sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_{ki} - y_{kp} \geq 0 \ \forall k$$

$$\lambda_i \geq 0 \ \forall i$$

Appendix II: Transportation Model

The following model, shown as expression (4), minimizes the total cost of transportation from sources to destinations by meeting the demand and capacity constraints.

$$\min \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = D_j \ \forall j, \sum_{j=1}^{m} x_{ij} \leq K_i \ \forall i$$

$$x_{ij} \geq 0$$

where: c_{ij} represents the transportation cost associated in shipping one unit from source i to destination j;x_{ij} represents the number of units being shipped from source i to destination j;D_j represents the demand at destination j;K_i represents the capacity at source i.

References

Athanassopoulos, A.D. and Ballantine, J.A. (1995): Ratio and Frontier Analysis for Assessing Corporate Performance: Evidence from The Grocery Industry in the UK, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 46, No.4, 427-440.

Banker, R.D. and Mainderatta, A. (1988): Non-Parametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production, *Econometrica*, Vol. 56, No. 6, 1315-32.

Barr, R.S. and Seiford, L.M. (1994): Benchmarking with Data Envelopment Analysis, Presented at the October, 1994, ORSA/TIMS Joint National Meeting, Detroit, MI.

Bell, R.A. and Morey, R.C. (1995): Increasing the Efficiency of Corporate Travel Management through Macro Benchmarking, *Journal of Travel Research*, Vol. 33, No. 3: 11-20.

Blumberg, D.F. (1994): Strategic Benchmarking of Service and Logistic Support Operations, *Journal of Business Logistics*, Vol. 15, No. 2, 89-119.

Boussofiane, A., Dyson, R.G. and Thanassoulis, E. (1991): Applied Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.

Camp, R.C. (1989): *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices That Lead to Superior Performance*, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.

Camp, R.C. (1995): *Business Process Benchmarking: Finding and Implementing Best Practices*, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.

Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and Seiford, L.M. Eds. (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Boston: Kluwer.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978): Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, 429-444.

Collier, D.A. and Storbeck, J.E. (1993): *A Data Envelopment Approach to Benchmarking in the Telecommunications Industry*. Ohio State Faculty of Management Science Working Paper. Columbus: Ohio State University.

Day, C.R. (1992): Benchmarking's First Law: Know Thyself! *Industry Week*, Vol. 241 No. 4, 70.

Doyle, J. and Green, G. (1994): Efficiency and Cross-efficiency in DEA: Derivations, Meanings, and Uses, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 45, No. 5, 567-578.

Dyson, R.G. and Thannassoulis, E. (1988): Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 39, No. 6, 563-576.

Eyrich, H.G. (1991): Benchmarking to Become the Best of Breed, *Manufacturing Systems*, Vol. 9, No. 4, 40-47.

Flaherty, M.T. (1985): Applichem, Harvard Business School, No. 9-685-051.

Flaherty, M.T. (1992): *Applichem Teaching Note*, Harvard Business School, No. 5-686-042.

Management and Coordination Agency (1994): Census of Japanese Establishment.(?)

Melnyk, S.A. (1999): Metrics-The Missing Piece in Operations Management Research, *Decision Line*, March, 8-9.

Schefcyzk, M. (1993): Industrial Benchmarking: A Case Study of Performance Analysis Techniques, *International Journal of Production Economics*, Vol. 32, No. 1, 1-11.

Sexton, T.R., Silkman, R.H. and Hogan, A.J. (1986): Data Envelopment Analysis: Critique and Extensions, in Richard H. Silkman (ed.), *Measuring efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis, New Directions of Program Evaluation*, Jossey Bass, San Francisco, 73-104.

Wong, Y.H.B. and Beasley, J.E. (1990): Restricting Weight Flexibility in DEA, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 41, No. 9, 829-835.

Ο δείκτης του κόστους τοποθέτησης στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας

Δικαίος Τσερκέζος

Οικονομικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε ένα δείκτη για το Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας (ΧΑΑ). Ο δείκτης αυτός διαφοροποιείται σε σχέση τους διαθέσιμους μέχρι σήμερα δείκτες, δεδομένου ότι ενώ δεν διαφοροποιείται ως προς την διαμόρφωση των σταθμίσεων του σε σχέση με τους ανάλογους δείκτες του Χ.Α.Α, πληροφορεί τους επενδυτές για το διαμορφούμενο κόστος τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ. Υπολογίσαμε αυτό τον δείκτη για την περίοδο 1997 έως το 2005 σε ημερήσια βάση χρησιμοποιώντας τις μετοχές του Γενικού Δείκτη του Χ.Α.Α και ελέγξαμε την χρησιμότητα και τις ιδιότητες του ως συμπληρωματικό εργαλείο πληροφόρησης των εξελίξεων της χρηματιστηριακής αγοράς.

1. Εισαγωγή

Στην παρακολούθηση των εξελίξεων μίας χρηματιστηριακής αγοράς, είναι σημαντικός ο αριθμός, η ποιότητα αλλά και η συμπληρωματικότητα των διαθέσιμων Δεικτών. Ήδη στην Σοφοκλέους σήμερα υπάρχει μία πλειάδα[1] από δείκτες η ποιοτική αξία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οποίων είναι μάλλον σε ικανοποιητικό επίπεδο[2]. Οι περισσότεροι από τους διαθέσιμους σήμερα Δείκτες στην Σοφοκλέους βασίζονται κυρίως σε

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1021-1040
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1021-1040

«συνθετικούς»[3] δείκτες το κύριο συστατικό των οποίων είναι οι τιμές των μετοχών που συμμετέχουν στην διαμόρφωση του Δείκτη. Οι τιμές των μετοχών αυτών είναι συνήθως σταθμισμένες ανάλογα με κάποιο κριτήριο. Το πλέον συνηθισμένο κριτήριο είναι η χρηματιστηριακή αξία των μετοχών που συμμετέχουν στον Δείκτη.

Οι σημερινοί Δείκτες της Σοφοκλέους δεν κάνουν καμία αναφορά για το κόστος της τοποθέτησης ενός επενδυτή είτε στο χαρτοφυλάκιο της αγοράς που είναι ο Γενικός της Δείκτης είτε σε ανάλογα κλαδικά χαρτοφυλάκια. Αυτό φυσικά μπορεί να γίνει από τους επενδυτές εκ των υστέρων με στοιχεία που μπορούν να αντληθούν από διάφορες πηγές και από τις διαμορφούμενες σταθμίσεις των μετοχών που συμμετέχουν στον Δείκτη. Είναι επίσης πολύ πιθανόν να υπάρχουν χρονικές περίοδοι όπου υπάρχει μεγάλη διάσταση στην εξέλιξη των αποδόσεων του Δείκτη και του κόστους τοποθέτησης σε αυτόν. Είναι, για παράδειγμα, δυνατό σε κάποια τιμή του δείκτη να αναλογούν πολλές χρονικές περίοδοι με το ίδιο κόστος τοποθέτησης ανεξάρτητα αν ο δείκτης βρίσκεται σε κάποια ανοδική ή καθοδική φάση. Τα εμπειρικά μας αποτελέσματα επιβεβαιώνουν αρκετές τέτοιες περιπτώσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι αναμενόμενη μια διαφοροποίηση στην επενδυτική συμπεριφορά, οπότε και αυτή η πληροφορία θα πρέπει αν όχι να ενσωματώνεται στον Δείκτη τουλάχιστον με κάποιο τρόπο θα πρέπει να είναι διαχρονικά διαθέσιμη συμπληρωματικά στους επενδυτές.

Από διάφορες αναλύσεις[4] για την Σοφοκλέους προκύπτει ότι η διαχρονική πληροφόρηση για το κόστος τοποθέτησης σε κάποιον από τους Δείκτες του Χ.Α.Α είναι πολύ σημαντική τόσο για την παρακολούθηση των εξελίξεων στην αγορά όσο και την εφαρμογή αποτελεσματικών επενδυτικών στρατηγικών. Στην εργασία αυτή προτείνουμε την δημιουργία Δεικτών κόστους τοποθέτησης σε κάποιον από τους Δείκτες του Χ.Α.Α και ιδιαίτερα στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ ανεξάρτητα αν πράγματι κάποιος επενδυτής έχει κέρδος αν τοποθετηθεί στο «χαρτοφυλάκιο της αγοράς» όπως αυτό μπορεί να προσεγγισθεί από τον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ. Ο Δείκτες αυτοί μπορεί να υπολογισθούν σε καθημερινή αλλά και σε intra-day (ενδο-συνεδριακή) βάση[5]. Με

την αξιοποίηση των Δεικτών Κόστους τοποθέτησης θα έχουμε την δυνατότητα πληρέστερης πληροφόρησης για τις εξελίξεις στην Σοφοκλέους.

Η εργασία αυτή αποτελείται από τα εξής μέρη:

Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζουμε τον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ ενώ στο τρίτο μέρος παρουσιάζουμε την μεθοδολογία υπολογισμού του προτεινόμενου Δείκτη. Στο τέταρτο μέρος γίνεται η εκτίμηση του προτεινόμενου Δείκτη ενώ στο πέμπτο μέρος αναλύουμε τις ιδιότητες του προτεινόμενου Δείκτη σε σχέση με τον Γενικό Δείκτη του Χ.Α.Α. Τα συμπεράσματα μας δίδονται στο τελευταίο μέρος.

2. Ο γενικός δείκτης του Χ.Α.Α.

Ο Γενικός Δείκτης του ΧΑΑ βασίζεται στην αξιοποίηση των τιμών των μετοχών που συνθέτουν τον δείκτη αλλά και στην στάθμιση τους ως προς την χρηματιστηριακή τους αξία. Η γενική μορφή του Γενικού Δείκτη είναι:

$$\text{Τρέχουσα Αξία Δείκτη} = \frac{(\text{Τρέχουσα Χρη/κή Τιμή})}{(\text{Συνολική Χρημ/κή Αξία το Έτος Βάσης})} * (\text{Αξία του Δείκτη το έτος βάσης})$$

ή

$$\Gamma\Delta_t = \frac{\sum_{j=1}^{N}(P_{jt}Q_{jt})}{\sum_{j=1}^{N}P_{j,0}Q_{j,0}}100 \qquad (1)$$

όπου:

P_{jt} (j=1,2,...,N): Οι τιμές των μετοχών που συνθέτουν τον Γενικό Δείκτη.

Q_{jt} (j=1,2,...N): Ο αριθμός των εισηγμένων μετοχών της εταιρείας j την περίοδο t.

$P_{j,0}$ (j=1,2,...,N): Η χρηματιστηριακή τιμή της μετοχής j την περίοδο βάσης.

$Q_{j,0}$ (j=1,2,...N): Ο αριθμός των εισηγμένων μετοχών της εταιρείας j την περίοδο βάσης.

N=60 : Μετοχές[6].

Η (1) μπορεί αναλυτικότερα να γραφεί ως εξής:

$$\Gamma\Delta_t = \sum_{j=1}^{N} \frac{Q_{jt}}{\sum_{j=1}^{N}(Q_{j,0}P_{j,0})} P_{jt} = \sum_{j=1}^{N} w_j P_{jt} \tag{2}$$

Με βάση την (2) οι σταθμίσεις των επιμέρους τιμών του Γενικού Δείκτη θα είναι:

$$w_j = \frac{Q_{jt}}{\sum(Q_{j,0}P_{j,0})} \tag{3}$$

Δεδομένου ότι η ποσότητα $\sum(Q_{j,0}P_{j,0})$ είναι σταθερή στην (3) καθώς και οι ποσότητες Q_{j*} $(j=1,2,...,N)$, οι σταθμίσεις του Γενικού Δείκτη είναι σταθερές και αμετάβλητες[7] στη διάρκεια του χρόνου.

3. Ο προτεινόμενος Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη

Ο Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ χρησιμοποιεί τις ίδιες σταθμίσεις που χρησιμοποιεί ο Γενικός Δείκτης του ΧΑΑ για να σταθμίσει το κόστος απόκτησης της κάθε μετοχής που συμμετέχει στον Δείκτη.

Ο Δείκτης του Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του Χ.Α.Α υπολογίζεται ως εξής:

$$K\ \Gamma\Delta_t = w_{jt}COST_{jt} \tag{4}$$

$$COST_{jt} = p_{jt}NSTOCKS_{jt} \tag{5}$$

$$NSTOCKS_{jt} = \frac{Expend_{jt}}{p_{jt}} \tag{6}$$

$$Expend_{jt} = \frac{Expend_{1t}w_{jt}}{w_{1t}} \tag{7}$$

$$w_j = \frac{Q_{jt}}{\sum(Q_{j,0}P_{j,0})} \tag{8}$$

όπου:

$K\_\Gamma\Delta_t$: Ο Δείκτης του Κόστους Τοποθέτησης.

P_{jt} (j=1,2,...,N): Οι τιμές των μετοχών που συνθέτουν τον Γενικό Δείκτη.

$P_{j,0}$ (j=1,2,...,N): Η χρηματιστηριακή τιμή της μετοχής j την περίοδο βάσης .

$Q_{j,0}$ (j=1,2,...N): Ο αριθμός των μετοχών της εταιρείας j την περίοδο βάσης.

w_{jt}: Οι σταθμίσεις[8] του Γενικού Δείκτη του ΧΑΑ.

$Cost_{jt}$: Το κόστος τοποθέτησης στην j=1,2,...,60 μετοχή.

$NSTOCKS_{jt}$: Ο αριθμός των τεμαχίων που αναλογούν σε κάθε μετοχή με βάση τις σταθμίσεις w_{jt}

w_{1t} = Στάθμιση της Μετοχής με την μικρότερη Στάθμιση στον Γενικό Δείκτη

$Expend_{1t}$ = Δαπάνη για την Μετοχή με την μικρότερη στάθμιση

$Expend_{jt}$ = Δαπάνη για την j=1,2,...,60 μετοχή

4. Ο υπολογισμός του Δείκτη Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ.

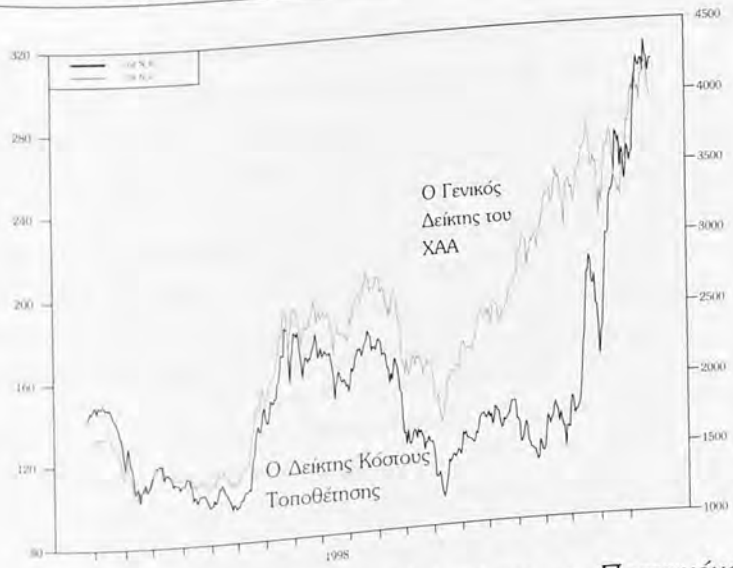
Χρησιμοποιώντας ημερήσια στοιχεία της περιόδου 2002-2005 (1/1/1997-8/8/2005) υπολογίσαμε τον προτεινόμενο Δείκτη στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας.

Ο προτεινόμενος Δείκτης παρουσιάζεται γραφικά στο Χρονοδιάγραμμα 1 ενώ στο Χρονοδιάγραμμα 2 παρουσιάζουμε γραφικά την σύγκριση του *Προτεινόμενου Δείκτη Κόστους* μαζί τον αντίστοιχο του Γενικό Δείκτη του Χ.Α.Α.

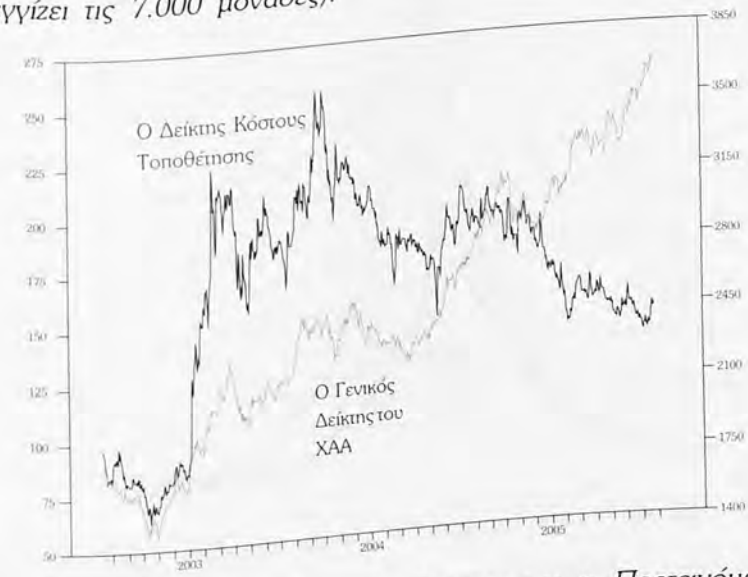
Με βάση το χρονοδιάγραμμα 1 παρατηρούμε ότι το μέσο κόστος τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ κυμαίνεται σε ένα διάστημα τιμών από 19.000 έως 25.000 Ευρώ. Αυτό που είναι επίσης ενδιαφέρον είναι η εξέλιξη του κόστους τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ την περίοδο της καλούμενης χρηματιστηριακής φούσκας της Σοφοκλέους το 1999 όπου το κόστος τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη έφθασε και τις 220.000 Ευρώ.

Χρονοδιάγραμμα 1. Ο Προτεινόμενος Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ.

Χρονοδιάγραμμα 2. Ο Γενικός Δείκτης και ο Προτεινόμενος Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ.

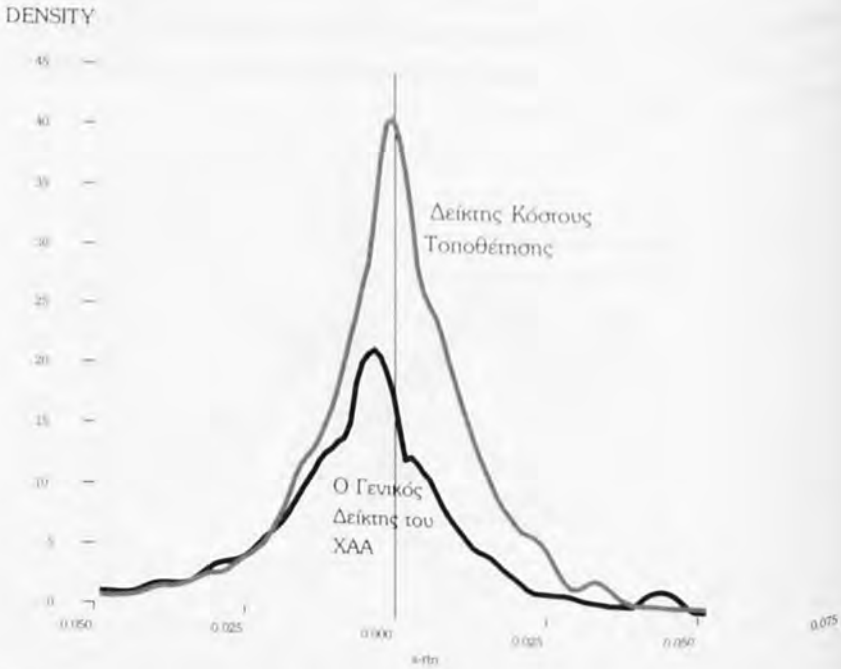


Χρονοδιάγραμμα 3. Ο Γενικός Δείκτης και ο Προτεινόμενος Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ το έτος 1998 (ένα χρόνο πριν ο Γενικός Δείκτης του ΧΑΑ προσεγγίζει τις 7.000 μονάδες).



Χρονοδιάγραμμα 4. Ο Γενικός Δείκτης και ο Προτεινόμενος Δείκτης Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ τά έτη 2003-2005.

Μία επίσης ενδιαφέρουσα διαχρονική σύγκριση της εξέλιξης των δυο δεικτών σε δυο διαφορετικές περιόδους δίδεται στα χρονοδιαγράμματα 3 και 4. Είναι εμφανείς οι διαφοροποιήσεις στην διαδικασία ανάπτυξης του Γενικού Δείκτη από τις 1770 στις 4000 μονάδες μεταξύ του 1999 και των τριών τελευταίων ετών (2003-2005). Θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε ότι η πρόσφατη αύξηση της τιμής του Γενικού Δείκτη από τις 1700 στις 4000 είχε διάρκεια περίπου τρία χρόνια σε σχέση με τους μερικούς μόνο μήνες στην περίπτωση της χρηματιστηριακής «φούσκας» του 1999. Την ίδια στιγμή έχουμε μια μείωση του κόστους τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη σε αντίθεση με το 1999 όπου το κόστος τοποθέτησης ξεπέρασε ανοδικά τον Γενικό Δείκτη για να φθάσει κάποια στιγμή στις 220.000 Ευρώ.



Σχεδιάγραμμα 1. Κατανομή των Αποδόσεων του Γενικού Δείκτη και του Προτεινόμενου Δείκτη Κόστους Τοποθέτησης στον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ.

5. Διαχρονικές σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ των Δεικτών

Αν και ο σκοπός αυτής της εργασίας δεν είναι να δημιουργήσουμε έναν δείκτη αντίγραφο του Γενικού Δείκτη, εν τούτοις ο προτεινόμενος δείκτης δεν θα πρέπει να διαφοροποιείται σημαντικά με τα βασικά χαρακτηριστικά του Γενικού Δείκτη. Θα πρέπει δηλαδή να υπάρχει μια ανάλογη μεταβλητικότητά και κάποιες ομοιόμορφες συμπεριφορές. Στον Πίνακα 1 και στο Σχεδιάγραμμα 1 γίνεται μια περιγραφικής στατιστικής σύγκριση των δύο Δεικτών. Μια ποιο τεκμηριωμένη ανάλυση δίδεται στα αμέσως επόμενα μέρη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Περιγραφικής Στατιστικής Μέτρα για τους Δείκτες του ΧΑΑ
Daily(5) Data From 1997:01:29 To 2005:12:27

	Γενικός Δείκτης	Προτεινόμενος Δείκτης
Observations	2325	2325
Sample Mean	0.0004980202	0.0000848941
Variance	0.000288	0.001012
Standard Error	0.0169734127	0.0318089121
SE of Sample Mean	0.000352	0.000660
t-Statistic	1.41478	0.12869
Signif Level (Mean=0)	0.15726663	0.89761516
Skewness	-0.09096	0.36988
Signif Level (Sk=0)	0.07355348	0.00000000
Kurtosis(Exc)	3.74282	1.99240
Signif Level (Ku=0)	0.00000000	0.00000000
Jarque-Bera	1360.29950	437.57426
Signif Level (JB=0)	0.00000000	0.00000000

Πηγή: Εκτιμήσεις μας.

5.1. Ανάλυση αλλαγής φοράς (Turning Points Analysis)

Η ανάλυση της αλλαγής φοράς στις αποδόσεις των δυο δεικτών είναι πάντοτε ένα αποτελεσματικό εργαλείο στην διαχρονική σύγκριση των εξελίξεων τους. Τα αποτελέσματα εφαρμο-

γής αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, ενώ η μεθοδολογική προσέγγιση είναι η εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Εφαρμογή της Ανάλυσης Αλλαγής Φοράς στους Δείκτες

TOTAL TURNING POINTS OF THE General Index	1458
TOTAL TURNING POINTS OF THE Suggested Index	1436
NUMBER OF TURNING POINTS CORRECTLY PREDICTED	973
NUMBER OF CASES WHERE TURNING POINTS ARE INCORRECTLY PREDICTED	463
NUMBER OF CASES WHERE TURNING POINTS ARE INCORRECTLY NOT PREDICTED	485
$\varphi_1=0.322423$ and $\varphi_3=0.332647$	

Πηγή: Εκτιμήσεις μας.

Εάν A_t και P_t είναι οι μεταβολές στις αποδόσεις των δύο δεικτών αντιστοίχως την περίοδο t τότε απαραίτητη προϋπόθεση για την συμμεταβλητότητα των αλλαγών φοράς[9] (διεύθυνσης) και των δύο μεταβλητών θα είναι:

$$sng(A_t)=sng(P_t) \tag{9}$$

για μη μηδενικά P_t και A_t. Επίσης απαραίτητη και ικανή προϋπόθεση για σφάλμα αλλαγής φοράς είναι:

$$sng(A_t)\neq sng(P_t) \tag{10}$$

για μη μηδενικά P_t και A_t. Όταν $A_t=0$ και $P_t=0$ δεν έχουμε αλλαγή φοράς.

Ορίζουμε ως

m_1 : τον αριθμό των turning points, που τα δύο μεγέθη συμβαδίζουν.

m_2 : τον αριθμό των turning points, που τα δύο μεγέθη βαδίζουν σε αντίθετη τροχιά.

m_3 : τον αριθμό των turning points, που τα δύο μεγέθη λαθεμένα δεν συμβαδίζουν.

Ο Theil (1961) πρότεινε την χρησιμοποίηση δύο επιπλέον δεικτών (Δείκτες Ανισοκατανομής του Theil):

$$\varphi_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \quad \text{και} \quad \varphi_3 = \frac{m_3}{m_1 + m_3} \tag{11}$$

όπου $0 \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq 1$, Μικρές τιμές των φ's πλησίον του μηδενός βεβαιώνουν επιτυχείς συμμεταβολές στις αλλαγές φοράς στους επιμέρους δείκτες.

Με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 θα μπορούσαμε να δεχθούμε ότι η διαχρονική συμμεταβλητότητα των δυο δεικτών είναι πολύ ικανοποιητική και ιδιαίτερα οι δείκτες του Theil (1961) οι οποίοι εμφανίζουν σχετικά μικρές τιμές.

5.2. Γραμμικές και μη γραμμικές σχέσεις εξάρτησης των Δεικτών

Ο έλεγχος ύπαρξης γραμμικών και μη γραμμικών σχέσεων εξάρτησης στις αποδόσεις του κάθε δείκτη χωριστά, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Ο έλεγχος έγινε με το *H* statistic[10] το οποίο υπολογίζεται ως εξής:

$$H = \sum_{s=2}^{L} \sum_{r-1}^{s-1} G^2(r,s) \cong x^2_{(L-1)(L/2)} \tag{12}$$

$$G(r,s) = (n-s)^{\frac{1}{2}} C_{ZZZ}(r,s) \tag{13}$$

$$C_{ZZZ}(r,s) = (n-s)^{-1} \sum_{t=1}^{n-s} Z(t)Z(t+r)Z(t+s) \tag{14}$$

όπου *Z(t)* είναι οι τυποποιημένες αποδόσεις του κάθε δείκτη. Ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων *L εξειδικεύεται ως* $L=n^b$ με $0<b<0.5$, όπου *b είναι μια παράμετρος επιλογής*[11]. Από τις εκτιμήσεις του Πίνακα 3 προκύπτει μια ομοιόμορφη συμπεριφορά των δύο Δεικτών ως προς τα γραμμικά και μη γραμμικά τους χαρακτηριστικά. Επιπλέον θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε ότι στον προτεινόμενο Δείκτη διαφαίνεται μια τάση υπεροχής των γραμμικών συμπεριφορών εξάρτησης στις τιμές του.

5.3. Μη γραμμικές σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ των δύο Δεικτών

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής μιας σειράς ελέγχων ύπαρξης διαχρονικής συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των δύο δεικτών. Οι εκτιμήσεις του Πίνακα 4 προέκυψαν[12] από την εφαρμογή των σχέσεων:

$$\Delta(y_{jt}) = a_j + \varepsilon_{jt} \qquad j=1,2 \quad (\text{Δείκτες}) \tag{15}$$

$$\varepsilon_{jt} = v_{jt}\sqrt{h_{jt}} \tag{16}$$

$$h_{jt} = \lambda_{j0} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{ji}\varepsilon^2_{jt-i} + \sum_{i=1}^{q} \delta_{ji} h_{jt-i} + \xi_{jt} \tag{17}$$

$$E(\varepsilon_{jt}) = 0, \quad E(\xi_{jt}) = 0 \tag{18}$$

$$v_{jt} \sim NID(0,1) \tag{19}$$

$$U_{1t} = \varepsilon^2_{1t}/h_{1t} \tag{20}$$

$$U_{2t} = \varepsilon^2_{2t}/h_{2t} \tag{21}$$

$$Cov(U_1, U_2) = \sum (U_{1t} - \bar{U}_1)(U_{2t} - \bar{U}_2) \tag{22}$$

$$\bar{U}_j = \frac{\sum_t^T U_{jt}}{T-1} \tag{23}$$

(CrossACF)
$$\rho_{U_1U_2}(k) = \frac{Cov^k(U_1U_2)}{T\sqrt{Var(U_1)Var(U_2)}} \tag{23}$$

$$Var(U_{jt}) = \sum_{t=1}^{T} (U_{jt} - \bar{U}_j)^2 \tag{24}$$

όπου:

$\Delta(y_{jt})$ = Οι Αποδόσεις των δύο Δεικτών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Σύγκριση Γραμμικών και Μη Γραμμικών Σχέσεων εξάρτησης των Αποδόσεων των Δεικτών

			Γ.Δ	Π.Δ	Γ.Δ	Π.Δ	Γ.Δ	Π.Δ
Από	Έως	AR(p)	0.025	0.025	0.05	0.05	0.1	0.1
1997:02:05	1997:05:14	1	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
1997:05:14	1997:08:20	1	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
1997:08:20	1997:11:26	1	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
1997:11:26	1998:03:04	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
1998:03:04	1998:06:10	1	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
1998:06:10	1998:09:16	1	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
1998:09:16	1998:12:23	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
1998:12:23	1999:03:31	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
1999:03:31	1999:07:07	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.
1999:07:07	1999:10:13	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.
1999:10:13	2000:01:19	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.
2000:01:19	2000:04:26	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2000:04:26	2000:08:02	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2000:08:02	2000:11:08	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.
2000:11:08	2001:02:14	1	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.
2001:02:14	2001:05:23	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2001:05:23	2001:08:29	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Μη Γραμμ.
2001:08:29	2001:12:05	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.
2001:12:05	2002:03:13	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2002:03:13	2002:06:19	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2002:06:19	2002:09:25	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2002:09:25	2003:01:01	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2003:01:01	2003:04:09	1	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.
2003:04:09	2003:07:16	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.
2003:07:16	2003:10:22	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2003:10:22	2004:01:28	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2004:01:28	2004:05:05	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2004:05:05	2004:08:11	1	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.	Μη Γραμμ.	Γραμμ.
2004:08:11	2004:11:17	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2004:11:17	2005:02:23	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2005:02:23	2005:06:01	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.
2005:06:01	2005:09:07	1	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.	Γραμμ.

Πηγή: Εκτιμήσεις μας. (AR(p) ο βαθμός του αυτοπαλίνδρομου σχήματος για τον έλεγχο και απαλειφή της γραμμικής εξάρτησης των αποδόσεων του κάθε δείκτη). Γ.Δ: Γενικός Δείκτης, Π.Δ: Προτεινόμενος Δείκτης (0.025, 0.05 και 0.1 επίπεδα σημαντικότητας).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.

Διαχρονικές Αυτοσυσχετίσεις των Δεικτών

Χρονικές Υστερήσεις	Cross ACF	
-30	-0,00738	
-20	0,023174	
-19	-0,016	
-17	0,020786	
-15	0,013643	
-13	0,009726	
-11	0,013475	
-9	0,01786	
-7	0,026988	
-5	0,015089	
-3	0,023774	
-1	0,065536	
0	0,476707	**
1	0,244802	**
2	0,053245	
3	0,06466	
5	0,028514	
7	0,016054	
9	0,042762	
11	0,019967	
13	-0,01612	
15	0,015407	
16	-0,01328	
30	0,014024	
Ljung-Box Q-Statistics		
Q(1 to 30)	442,9667	5,41E-75
Q(-30 to -1)	67,93896	9,12E-05
Q(-30 to 30)	1696,92	0

Πηγή: Εκτιμήσεις μας.

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 4 είναι εμφανές ότι υπάρχει κάποια μη γραμμικού χαρακτήρα σχέση εξάρτησης από τον Δείκτη του Κόστους Τοποθέτησης στις αποδόσεις του Γενικού Δείκτη του ΧΑΑ. Η στατιστικά επιβεβαιωμένη μονόδρομη επίδραση του προτεινόμενου Δείκτη στην διαμόρφωση της μεταβλητικότητας του Γενικού Δείκτη, τον καθιστά και Leading Indicator των εξελίξεων στην χρηματιστηριακή αγορά.

6. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή προτείνουμε την δημιουργία Δεικτών κόστους τοποθέτησης για τους Δείκτες του Χ.Α.Α και ιδιαίτερα για τον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ ανεξάρτητα αν κάποιος επενδυτής έχει κέρδος αν τοποθετηθεί στο «χαρτοφυλάκιο της αγοράς» όπως αυτό μπορεί να προσεγγισθεί από τον Γενικό Δείκτη του ΧΑΑ.

Από τις αναλύσεις μας προκύπτει ότι ο προτεινόμενος Δείκτης του Κόστους τοποθέτησης πλησιάζει τις ιδιότητες του Γενικού Δείκτη και επιπλέον μας παρέχει μια συμπληρωματική πληροφόρηση για τις εξελίξεις στο κόστος τοποθέτησης στο «χαρτοφυλάκιο» της αγοράς. Τα αποτελέσματα μας επιβεβαιώνουν ότι με την αξιοποίηση των διαφόρων δεικτών της Σοφοκλέους μαζί με τους ανάλογους Δείκτες Κόστους τοποθέτησης, οι επενδυτές θα έχουμε την δυνατότητα πληρέστερης πληροφόρησης για τις εξελίξεις στην αγορά.

Υποσημειώσεις

1. Οι γνωστότεροι και οι περισσότερο συνεπείς Δείκτες κυρίως ως προς την διαχρονική τους διαθεσιμότητα είναι οι εξής:
Γενικός Δείκτης Τιμών Μετοχών ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Τραπεζών ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Ασφαλ. ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Επενδ. ΧΑΑ, Βιομηχ. Δείκτης Τιμών ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Κατασκ. ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Συμμετ. ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Βασικών Μετάλλων ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Είδη-Λύσεων Πληροφορικής ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Εκδόσεων-Εκτυπώσεων ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Κλωστοϋφαντουργίας ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Λιανικού Εμπορίου ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Μη Μεταλλικών Ορυκτών-Τσιμέντων ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Πληροφορικής ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Τηλεπικοινωνιών ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Τροφίμων ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Χονδρικού Εμπορίου ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Διαχείρισης Ακίνητης Περιουσίας ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Διϋ-

λιστηρίων ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Παράλληλης ΧΑΑ, Δείκτης Όλων των μετοχών, Δείκτης Τιμών Συν. Απόδοσης Γ.Δ. ΧΑΑ, Δείκτης Τιμών Συν. Απόδοσης Δ. Παράλληλης ΧΑΑ, FTSE/XAA 20, FTSE/XAA MID 40, FTSE/XAA SMALLCAP 80, FTSE/XAA 140, FTSE/Med 100, Δείκτης Υψηλής Κυκλοφοριακής Ταχύτητας Χ.Α. Eurobank Mid Cap Private Sector 50 Index.

Επιπλέον υπάρχουν και μια σειρά από άλλους Δείκτες, όπως:

Ο Δείκτης της Εμπορικής Τράπεζας (Δεν υπολογίζεται πλέον).

Ο Δείκτης των Dow-Jones για την Ελλάδα.

Ο Δείκτης MSCI (Morgan Stanley Capital International) για την Ελλάδα και η Ελληνική Έκδοση της IFC Global Index.

Κατά καιρούς έχουν παρουσιασθεί επιπλέον μια σειρά από άλλους δείκτες κυρίως από ιδιωτικούς φορείς οι δραστηριότητες των οποίων σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την παρακολούθηση των εξελίξεων της Σοφοκλέους. Άξιοι αναφοράς είναι ο Δείκτης της Ιονικής Τράπεζας (ο οποίος έπαψε να υφίσταται με την εξαγορά της Τράπεζας από την Alpha Πίστεως), ο Δείκτης της ICAP, ο Δείκτης της Π.Κ. Κονταλέξης, ο Δείκτης της ALPHA TRUST, διάφοροι Δείκτες της εφημερίδας «ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ», ο Δείκτης της εφημερίδας Money κ.λπ.

2. Το συμπέρασμα αυτό είναι πάντοτε υπό αίρεση όταν υπάρξουν ανάλογες ερευνητικές εργασίες. Το ότι οι περισσότεροι δείκτες σήμερα δημιουργούνται από μια Διεθνή Εταιρεία, όπως είναι η FTSE δεν εξασφαλίζει αυτόματα την ποιοτική τους αξία και χρησιμότητα στους επενδυτές. Αυτό που σίγουρα εξασφαλίζεται είναι η συγκρισιμότητα των εξελίξεων στις διεθνείς χρηματιστηριακές αγορές.
3. Composite indexes (Eichhorn, W: *Theory and Applications of Economic Indexes*, Springer-Verlag, Wurzburg 1978).
4. Τσερκέζος, Δ. (2003): Ο Δείκτης των Ακτοπλοϊκών Εταιρειών στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας, *Οικονομικός Ταχυδρόμος*, 2003, τευχ. 22 σελ. 12. Τσερκέζος, Δ. (2004α): Ο Προσαρμοσμένος στους Όγκους των Συναλλαγών Δείκτης των Ακτοπλοϊκών Εταιρειών στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας, στον *Τιμητικό Τόμο του Καθ. Στυλ. Σαραντίδη*, Πειραιάς. Τσερκέζος, Δ. (2005): Ένας Δείκτης για τα Αμοιβαία Κεφάλαια (Μετοχικά Εσωτερικού), στον *Τιμητικό Τόμο του Καθ. Χ. Σκούντζου*, Πειραιάς.
5. Το πλέον πιθανόν είναι ότι σε intra-day (ενδο-συνεδριακή) βάση δεν θα υπάρχουν μεγάλες διαχρονικές μεταβολές στο κόστος τοποθέτησης στους διάφορους δείκτες.
6. Οι μετοχές του Γενικού Δείκτη με τις ανάλογες σταθμίσεις τους δίδονται www.ase.gr.
7. Εκτός εάν αλλάξει ο αριθμός των μετοχών μίας εταιρίας.
8. Οι σταθμίσεις του Γενικού Δείκτη του ΧΑΑ δημοσιεύονται σε καθημερινή βάση στο www.ase.gr.
9. sng=πρόσημο.

10. Hinich and Patterson (1995) and Hinich (1996) για μια θεωρητική προσέγγιση του *H* statistic και μερικά Monte Carlo αποτελέσματα κυρίως για μικρά δείγματα.
11. Με βάση σειρά από Monte Carlo πειραματισμούς οι Hinich and Patterson (1995) συνιστούν την χρησιμοποίηση του $b=0.4$ με σκοπό να μεγιστοποιήσουμε την δύναμη του κριτηρίου και να είμαστε συνεπείς με την ασυμπτωτική θεωρία που στηρίζεται η αποτελεσματικότητα εφαρμογής ου προτεινόμενου κριτηρίου.
12. Αναλυτικές εκτιμήσεις είναι στην διάθεση κάθε ενδιαφερόμενου.

Βιβλιογραφία

Akaike, H. (1973): A new look at the Statistical Model Selection. *IEE Transactions on Automatic Control*, 19, 716-723.

Alexakis, P. and Petrakis, P. (1991): Analysing Stock Market Behaviour in a Small Capital Market, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 15, 471-83.

Berlin, H.: *The handbook of Financial Markets Indexes, Averages and Indicators' Dow Jones*, Irwin.

Baek, E. and Brock, W. (1992): A general test for nonlinear Granger causality: bivariate model. *Working Paper, Iowa State University and University of Wisconsin, Madison.*

Brock, W., Hsieh, D.A. and Le Banon, B. (1991): Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability, *MIT Press*, Cambridge, MA.

Cheng, H. (1981): Autoregressive Modeling and the Money-Income Causality Detection, *Journal of Monetary Economics*, 1981, 85-106.

Cook and Weisberg (1982): *Residuals and Influence Regression* Chapman and Hall, London.

Eichhorn, W. (1976): Voeller, J: *Theory of the Price Index* Springer-Verlag, Berlin.

Eichhorn, W. (1978): *Theory and Applications of Economic Indexes* Springer-Verlag, Wurzburg.

Fisher, L. (1966): Some new stock market indexes, *Journal of Bussiness* 23, 191-225.

Goppl. H. and Schultz, H. (1998): The Design and Implementation of a German Stock Price Research Index, *Working Paper, University of Karlsruhe.*

Granger, C. and Moregenstern, O. (1963): Spectral analysis of New York stock prices, *Kyclos* 16, 1-27.

Hiemstra, C. (1995): Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price-volume relation, *Journal of Finance*, 49, 1639-1664.

Hinich, M.J. (1996): Testing for dependence in the input to a linear time series model, *Journal of Nonparametric Statistics* 6, 205-221.

Hinich, M.J. and Patterson, D.M. (1985): Evidence of nonlinearity in daily stock returns, *Journal of Business and Economic Statistics* 3, 69-77.

Hinich, M.J. and Patterson, D.M. (1995): *Detecting epochs of transient dependence in white noise*, Mimeo, University of Texas at Austin.

Kwiatowski, D., Schmith, P. and Phillips and Shin Y. (1992): Testing the null hypothesis of stationarity against alternative of a unit root, *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.

Nelson, D. (1991): Honditional Heteroskedasticity on Asset Returns. A New Approach, *Econometrica* 59, 347-370.

Niarchos, N. and Alexakis, C. (1998): Stock Market Prices, Causality and Efficiency: Evidence from the Athens Stock Exchange, *Applied Financial Economics*, Vol. 8, 167-174.

Milonas, N.T. (2000): Similarly Traded Securities: Greek Common vs. Preferred Stock, *European Financial Management*, Vol. 6, 343-366.

Morgan, S. Co International Limited, (1994): *Hellenic Blue Chip Warrants' Launching the first Greek stock market*, July.

Rogaski, R.J. (1978): The dependence of prices and volume, *Review of Economics and Statistics*, 60, 268-274.

Ζοπουνίδης, Κ. (2003): Η Σύνθεση των Χαρτοφυλακίων των Αμοιβαίων Κεφαλαίων, *Οικονομικός Ταχυδρόμος*, 36-38.

Zopounidis, C., Despotis, D. and Kamaratou, I. (1998): Portfolio Selection Using the ADELAIS Multiobjective Linear Programming System, *Computational Economics*, Vol. 11, 189-204.

Karathanassis, G. and Philippas, N. (1993): Heteroscedasticity in the Market Model: Some Evidence from the Athens Stock Exchange, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 14, 563-567.

Karathanassis, G. and Philippas, N. (1993): The Use of Error Components Models in Business Finance: A Review Article and an Application, *Spoudai*, Vol. 43, 95-110.

Karpoff, J.M. (1987): The relation between price changes and trading volume, a survey, *Journal of Finance and Quantitative Analysis* 22, 109-126.

Saatcioglu, K. and Starks, L. (1998): The stock price-volume relationship in emerging stock market: the case of Latin America, *International Journal of Forecasting* 14, 213-225.

Silvapulle. P. and Choi S-J. (1999): Testing for linear and nonlinear granger causality in the stock price-volume relation: Korean evidence, *The Quarterly Review of Economica and Finance*, Vol. 39, 59-76.

Theil, H. (1961): *Economic Forecast and Policy*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Τραυλός, Γ.: *Δημιουργία Τράπεζας πληροφοριών χρηματιστηριακών στοιχείων και χαρακτηριστικά απόδοσης και κινδύνου των μετοχών την περίοδο 1981-1990*, Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας.

Τσερκέζος, Δ. (1997): Σημειώσεις Τεχνικής Ανάλυσης. Εφαρμογές στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας, *Οικονομικό Τμήμα του Πανεπιστημίου της Κρήτης*, Ρέθυμνο.

Τσερκέζος, Δ. (2003): Ο Δείκτης των Ακτοπλοϊκών Εταιρειών στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας, *Οικονομικός Ταχυδρόμος*, τευχ. 22, 12.

Τσερκέζος, Δ. (2004): Ο Προσαρμοσμένος στους Όγκους των Συναλλαγών Δείκτης των Ακτοπλοϊκών Εταιρειών στο Χρηματιστήριο Αξιών της Αθήνας, στον *Τιμητικό Τόμο του Καθ. Στυλ. Σαραντίδη*, Πειραιάς.

Τσερκέζος, Δ. (2005): Ένας Δείκτης για τα Αμοιβαία Κεφάλαια (Μετοχικά Εσωτερικού), στον *Τιμητικό Τόμο του Καθ. Χρ. Σκούντζου*, Πειραιάς.

Φίλιππας, Ν. (1999): Αμοιβαία Κεφάλαια και το Χρηματιστηριακό Περιβάλλον, *Global Invest.*, Αθήνα.

Inverse Scattering Tomography: How to Convert Waves into Images of Object Structure

George A. Tsihrintzis

Department of Informatics, University of Piraeus

Abstract

We propose a general paradigm for image formation from data collected by wave-based sensory probes of subsurface structures. We discuss methodologies that are directly applicable in several subsurface sensing, imaging, and vision technologies, including buried waste clean-up, excavation planning, de-mining, archaeological investigations, environmental pollution monitoring, water quality assessment, etc. A large number of references to the relevant literature are included.

Keywords: Computerized Sensing, Imaging, Vision, Inverse Scattering

1. Introduction

A wave is a signal that varies with spatial coordinates and time. Waves play a pervasive role in nature and get excited and propagate in every type of physical system. Mechanical systems exhibit wave phenomena in the form of seismic, acoustic, and water waves. Electromagnetic waves cover a very broad range of frequencies, from the low frequency biological signals and radio waves to microwaves to optical waves to the very high

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1041-1078
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1041-1078

frequency X-ray and γ-ray waves. Underlying all matter, there are quantum mechanical waves. Waves have dominated twentieth century mathematical physics. From Rayleigh's explanation of why the sky is blue to modern computerized imaging, wave phenomena have constantly fascinated, perplexed and challenged physicists, mathematicians, and engineers.

Despite their broad diversity, however, wave phenomena are understood on the basis of a few unifying mathematical concepts that can be summarized in the form of a limited number of classes of partial differential equations. In broad terms, these equations are models of the effects, such as refraction, diffraction, and scattering, that inhomogeneities in the propagating medium have on an incident wave. Determining the effect of given (known) inhomogeneities on a given (known) incident wave is the *direct scattering problem*. Perhaps more challenging, however, are *inverse scattering problems (ISP)*, that is problems of determining the structure (and representing it in the form of multi-dimensional images) of an inhomogeneous object from observations of the manner in which it modifies probing waves. In mathematical terms, ISP consist of reconstructing the partial differential equation that the wave satisfies and/or its domain of definition from the behavior of (many of) its solutions [88],[17], [21]. Applications from a number of seemingly different scientific disciplines, such as crystal structure determination [72], X-ray tomography [53],[58], medical ultrasound tomography [49],[48], acoustic and electromagnetic underground surveying [31],[135], [136],[134], optical and coherent X-ray microscopy [76], and elastic wave inverse scattering [39] can be addressed within the same unified mathematical theory of ISP[1].

The structure determination objective of ISP usually consists of an attempt to estimate the spatial distribution of the complex-valued index of refraction of the object by inverting the mathematical mapping (to be defined rigorously later on) relating the probing wave, the refraction index, and the measurable total wave. This objective is non-trivial to achieve due to the inherent non-uniqueness and non-local (i.e., with memory) non-linearity of the mapping from index of refraction to scattered wave in

any single scattering experiment [26]. The non-uniqueness issue can be partially addressed by employing a multiplicity of experiments, where the object is probed from several incident wave directions, and the full scattering data set is then available for the inversion. However, the issue of non-linearity is significantly harder to address. To date, research has only produced mathematical results or computationally intensive iterative algorithms [141],[52],[3],[14],[13],[56],[127],[89],[63],[64],[24],[25] as opposed to practically implementable reconstruction algorithms to *exact* non-linear ISP.

Over the past twenty years, an alternative approach to ISP has been employed based on certain linearizing approximations [139],[29],[34],[140], which has led to an expanded discipline within the regime of imaging and tomography, known as *Diffraction Tomography (DT)*. The first application of linearized Inverse Scattering seems to date back in 1912, when von Laue suggested that Friedrich and Knipping try diffracting X-rays by crystals in order to test the hypothesis that X-rays had wavelengths on the order of 10^{-10} m. The experiment was successful and led, within less than a year, to the first structure determination by X-ray methods (sodium chloride by W.L. Bragg) [11],[46]. Since then, X-ray probes are typically used to determine the structure of crystals using reconstruction algorithms based on the Born scattering model and measurement of far field intensity distributions [72],[46]. Indeed, the foundation of modern linearized DT lies in the generalized projection-slice theorem of Eq.(18), which forms the core of X-ray crystal structure determination and the basis of Wolf's pioneering work in 1969 [139].

In [139], Wolf showed how near field measurements can be employed to generate reconstructions within the Born model. Wolf's formulation was extended in 1974 by Iwata and Nagata [54] to determine the structure of a less restrictive class of scattering objects satisfying the Rytov rather than the Born approximation. In 1979, Mueller *et al.* [87] employed the same concepts of the Born and Rytov approximations and presented Fourier interpolation-based algorithms for the inverse problem of ultrasound tomography, while in 1982 Devaney [29] derived a FFT-

based inversion algorithm, named *the filtered backpropagation algorithm of DT*, for the inversion of full view, scattered wave data under the Born or Rytov approximations. When scattering experiments are done at a wavelength λ, the filtered backpropagation algorithm returns an estimate of the unknown index of refraction distribution whose frequency content is the same as of the true distribution over a circular disk in Fourier space of radius $\frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{2}$ and zero elsewhere [36].

The filtered backpropagation algorithm has been recognized as the one providing highest quality in the reconstructed images [93] and modifications to it have been presented by Devaney [31], Witten *et al.* [83],[137], Deming and Devaney [23], and Hansen and Johansen [51] to adjust it to the configurations employed in geophysical tomographic surveys. Devaney [31] proposed filtered backpropagation algorithms for DT underground imaging using plane wave illumination and measurements in either a borehole-to-borehole or an offset vertical seismic profiling configuration. Molyneux and Witten [83] on the other hand, derived a form of the generalized projection-slice theorem valid in a monostatic (coincident source and receiver) measurement configuration and used it as the basis for tomographic imaging from ground penetrating radar measurements. Subsequently, Witten, Molyneux and Nyquist [137] verified the algorithms in [83] on data collected at two sites known to contain shallow inhomogeneities. Deming and Devaney [23] and Hansen and Johansen [51] also addressed the underground imaging problem using a ground penetrating radar system. The Deming and Devaney algorithms [23] compute the pseudoinverse of the linearized wave scattering model of the ground penetrating radar system ignoring the interface separating air and soil. On the other hand, the Hansen and Johansen [51] approach incorporates the air-soil interface into the wave model and utilizes asymptotic expansions of the model valid for deeply buried (practically, two or more wavelengths into the ground) objects, which are invertible via FFT-implementable algorithms.

Extensions of the general approach of filtered backpropagation have been proposed to address the presence of noise in the measured data, the availability of angularly limited tomographic measurements, and the desire for local image reconstruction. The reconstruction problem of linearized DT from noisy scattered wave data was addressed by Tsihrintzis and Devaney in [116], [117] who showed that the optimum (Wiener) estimation filter attains again the form of a filtered backpropagation algorithm. Recently, the same problem was also addressed by Pan who presented a class of DT reconstruction algorithms with noise control [94]. On the other hand, the mathematical framework to solve the problem of inversion of an angularly limited set of noise-free linearized wave scattering data was addressed by Devaney in [36] and was given solution in the form of algebraic reconstruction (iterative) algorithms of the Kaczmark type by Ladas and Devaney in [66],[67]. Finally, Melamed and Heyman [80] and Melamed, Heyman and Felsen [81],[82] addressed the problem of local image reconstruction from linearized DT measurements.

In several practical ISP, it is not possible to measure both the phase and the intensity of the waves scattered off the object of interest. In optical tomography, for example, the high frequency of the electromagnetic waves does not permit direct phase measurement. In acoustic traveltime tomography, on the other hand, attenuation can be immeasurable and, thus, the image formation algorithm needs to rely on phase measurements only. Fortunately, the wave propagation process tends to *mix* wave phase and intensity information as the wave propagates, in a manner that at a large distance from a scattering object the wave phase distribution has intensity information encoded in it and, vice versa, the wave phase distribution can be retrieved from measurements of the wave intensity. This fact has been recognized by Kawata *et al.* in [61] and Devaney *et al.* in [37],[40],[41],[76] in the development of image formation algorithms and by Tsihrintzis and Devaney in [113] in the context of object detection, location estimation, and classification (to be analyzed later).

Most of the above developments assume that the object under probing is embedded in a *homogeneous* background medium, i.e., a medium whose properties are constant with respect to position in space. However, generalizations to other types of background media that arise in practical applications are possible. The Hansen and Johansen [51] work, for example, addresses ISP in which the background medium consists of two semi-infinite media separated by a planar interface. More generally, Devaney and Zhang [45] addressed ISP in which the background medium consisted of an arbitrary number of non-parallel layers, while object detection, location estimation, and classification ISP (to be analyzed later) were addressed by Tsihrintzis, Johansen, and Devaney in [124]. The general formal theory of obtaining linearized approximate models for wave scattering off objects embedded in non-uniform background media has been presented by Beylkin and Oristaglio in [9], while the general formal procedure for image formation from such linearized wave scattering data was described by Devaney and Oristaglio in [42].

Linearized DT has reached today the stage of being implemented in prototype commercial tomographic scanners for ultrasonic [107],[115], underground [96],[133],[134],[131],[68], and optical [76] imaging systems. Particularly successful have been geophysical DT algorithms when applied to a range of underground imaging problems such as oil field prospecting and reservoir monitoring [138], locating underground tunnels between North and South Korea [134], searching for dinosaur bones in the New Mexico desert [133], mapping buried waste sites [131], and locating archaeological artifacts [68]. The success of the linearized DT algorithms depends critically, however, on the two assumptions of linearity and availability of a multiplicity of experiments and, in many cases, the linearity assumption fails, while different constraints (economic, safety, operating, geometric, or physical) limit the number of scattering experiments that can be performed and/or provide low signal-to-noise ratio data. Even though algebraic reconstruction techniques reduce the effect of availability of only a small number of scattering experiments, the effects of non-linearity are much harder to combat and

remain an issue of current research. Two different research avenues can be identified accordingly. The first avenue addresses alternative, simpler ISP, that, often, provide sufficient information about the object structure. The second avenue addresses the complex-valued refraction index reconstruction problem, but utilizes more accurate, *non-linear* approximate scattering models.

Along the lines of the first research avenue, more modest ISP were addressed by Tsihrintzis and Devaney, originally within the framework of linearized [43],[113],[115],[118] and later exact [114],[115],[123],[124] scattering theory, and found significant in practical applications [132],[115]. The goal of these more modest ISP, motivated in part by earlier work on a related problem in X-ray computed tomography [100], was to estimate the location of a *known* scattering object having unknown central location from noisy scattered wave data. It was found that for monochromatic plane-wave probing the optimum (in the maximum likelihood sense) location estimate could be obtained via a filtered backpropagation algorithm, in which partial images formed by filtering and backpropagating scattered wave data for different probing directions were coherently summed. The algorithm yields an *image* of the log likelihood function of the object's location and can be used for target detection and classification, as well as for target location estimation. The detection/estimation/classification procedure is optimum (in the maximum likelihood sense) for any given number of scattering experiments and returns good estimates even from a single experiment as long as the wavelength of the probing radiation is comparable with the typical dimensions of the target [43].

On the other hand, the second research avenue addresses the practically important tomographic imaging situation where the object consists of a number of distinct scatterers. As pointed out by Azimi and Kak [2] and Slaney, Kak, and Larsen [104], even though each scatterer individually may be weak enough for validity of the linear approximate models, multiple scattering interactions among several scatterers degrade the performance of linearized DT reconstruction algorithms. The situation can be partially ameliorated if the reconstruction algorithms are based

on higher-order (non-linear) scattering models and, indeed, formal series solutions to the inverse scattering problem have been presented in the literature [97-99],[44],[73],[74],[128],[129]. In [44],[73],[74] more specifically, perturbative expansions of the scattering object's Fourier transform were utilized to develop DT reconstruction algorithms of arbitrary order, which contained linear reconstruction algorithms as special cases and effectively attained the form of non-linear data filtering followed by a linear operation. On the other hand, recent attempts ([95],[12] and references therein) to invert a second-order scattering model have resulted in algorithms of the form of iterative numerical solutions of systems of quadratic equations and revealed significantly higher fidelity than their linear counterparts. More recently, non-linear tomographic reconstruction algorithms were developed for imaging from scattered wave data modeled up to an arbitrarily large number of terms in the Born or Rytov series (see following section). The algorithms attained the form of a Volterra series of non-linear operators, with the usual filtered backpropagation algorithm of DT as the leading linear term.

The early and the later developments of algorithms to solve ISP outlined above have led to a vast amount of published literature and, combined with the availability of inexpensive computational power, have opened the door to potential new imaging modalities and systems. Thus, the term *Diffraction* Tomography should, perhaps, be replaced by the more general term *Inverse Scattering* Tomography to reflect both the use of non-linear approximate models in the image formation process and the consideration of other ISP besides the traditional complex-valued refraction index reconstruction problem. It seems, however, that the published literature on ISP is fragmented and scattered around in several journals and its progress is monitored only by a specialized community. An article such as the present is, therefore, justified as an attempt to familiarize broader audiences with only a general education in engineering or science with the rapidly growing field of computerized tomographic imaging. The problem definitions and the tomographic reconstruction algorithms are derived for the, so-called, *classical scan configuration* [29],[28],

[34],[118], also known as the *parallel beam configuration* [29],[28], [34],[118] in conventional X-ray tomography. As a result, they can be implemented via use of a fast Fourier transform algorithm. They are, however, directly extendable to more general measurement configurations, perhaps at the expense of implementability via use of fast Fourier transform algorithms.

More specifically, the article is organized as follows: The first section, with title *Overview of Inverse Scattering Tomography*, presented a historic development of the scientific discipline of image formation from scattered wave data, as it spans the entire twentieth century. The section lists a large number of references to the relevant literature that the reader can consult for deeper probing. For the reader who is interested only in the highlights of Inverse Scattering Tomography, the first section provides a presentation of the state of the art, but for the reader who wishes to understand the relevant methodologies better, a more detailed technical discussion of the discipline is given in the following two sections which, in a way, makes the article more self-contained. The second section summarizes the simplest mathematical models in the form of partial differential equations that underlie the data collection process in ISP. The third section discusses signal processing methodologies for *inverting* scattered wave data and converting them into images of object structure. At the end of the third section, a discussion is also included of open problems and current research avenues in this scientific area.

2. Data-Generating Models for ISP

Consider the data collection configuration in Fig. 1, where a known monochromatic[2] plane wave $\psi_0(r)=e^{ik\hat{v}\cdot r}=e^{iks}$ of wave-number k propagates in the direction of the unit vector $\hat{v}$ and is incident on a scattering object contained in the finite volume V in R^2. The total wave is measured over a line located entirely outside the object and perpendicular to the unit vector $\hat{v}$. A point on the measurement line is denoted with the coordinate vector $r_0=\tau\hat{u}+l_0\hat{v}$, $\tau\in R^1$, where l_0 (fixed) is the distance of the measurement line from the origin, greater than the radius of the

support volume V of the object. The object is assumed to be embedded in a *known* non-attenuating, homogeneous background medium of wave velocity c_0 and wavenumber $k = \frac{\omega}{c_0}$. Inside the object, the complex-valued refraction index distribution is $n(r)=c_0/c(r)$, where $c(r)$ is a complex-valued function whose real and imaginary parts correspond to wave velocity and attenuation distribution, respectively.

The interaction of the incident wave with the object results in the formation of a total wave $\psi(r)$ that propagates in the inhomogeneous medium consisting of the homogeneous background and the inhomogeneous object and satisfies the time-independent inhomogeneous Helmholtz equation

$$(\nabla^2+k^2)\psi(r)=-2k^2f(r)\psi(r). \tag{1}$$

In Eq.(1), $f(r)=\frac{1}{2}[n^2(r)-1]$ is the *object function*, the quantity whose determination is the usual goal of ISP. The solution of the inhomogeneous Helmholtz equation (1) can be formally decomposed into the sum of the incident wave $\psi_0(r)$ and a scattered wave $\psi^s(r)$ in the form $\psi(r)=\psi_0(r)+\psi^s(r)$, where $(\nabla^2+k^2)\psi_0(r)=0$ and the scattered wave component is related to the object function and total wave via the integral equation

$$\psi^s(r)=-2k^2\int_V dr'f(r')\psi(r')G(r-r'). \tag{2}$$

In Eq.(2), $G(r-r')$ is a *Green function*[3] to the Helmholtz equation [85] and satisfies Eq.(1) with the right hand side replaced by $-\delta(r-r')$. Out of all possibilities, the Green function is chosen to satisfy the outgoing wave condition at infinity [85]; that is the Green function is chosen so as to generate a scattered wave that at infinite distance from the object attains the form of a diverging cylindrical wave. This requirement is a subsequence of the causality principle of physics and gives

$$G(r-r')=-\frac{i}{4}H_0^{(1)}(k|r-r'|), \tag{3}$$

where $H_0^{(1)}$ is the Hankel function of the first kind and zeroth order [85].

Eq.(2) expresses the scattered wave as if it were due to a source $\rho(r)\equiv f(r)\psi(r)$. Unfortunately, this source ρ is *secondary (induced)*, since it depends on the unknown total wave ψ which in turn depends on both the object structure (through f) and the incident wave ψ_0. It can be shown [88],[17],[21] that the dependence of the induced source ρ and the corresponding scattered wave ψ^s on the incident wave ψ_0 for given (fixed) object function f is linear, but their dependence on the object function f for given (fixed) incident wave is non-local and non-linear. This latter fact is the origin of all the difficulties and challenges associated with the direct scattering problem and, even more so, with ISP.

2.1. The Born series

The Born series is a Volterra series (Taylor series with memory) expansion for the wave scattered by an object with function f for given incident wave. For all practical purposes, it is obtained by introducing a smallness parameter ε, replacing the object function f in Eqs.(1) and (2) by εf, and assuming the total wave $\psi(x;\varepsilon)$ inside the scattering object V an analytic function of the parameter ε around the point $\varepsilon=0$. Under these assumptions, a Taylor series expansion around $\varepsilon=0$ gives

$$\psi(r;\varepsilon)=\psi_0(r)+\varepsilon\psi_1(r)+\varepsilon^2\psi_2(r)+\ldots \tag{4}$$

and converges for sufficiently small ε. The terms $\varepsilon\psi_1(r)$, $\varepsilon^2\psi_2(r)$, ... are the first, second, ... order *corrections (perturbations)* made to the incident wave $\psi_0(r)$ to yield the total wave $\psi(r;\varepsilon)$. Clearly, this expansion is compatible with the fact that the scattered wave $\psi^s(r;\varepsilon)=\varepsilon\psi_1(r)+\varepsilon^2\psi_2(r)+\ldots$ is solely due to the presence of the scattering object with function εf and in the absence of it (i.e., for $\varepsilon=0$) the total wave $\psi(r;\varepsilon=0)$ reduces simply to the incident wave $\psi_0(r)$.

Inserting Eq.(4) into Eq.(2) and equating the coefficients of

equal powers of ε on the two sides of the resulting expression, one obtains:

$$\psi_1(r)=-2k^2\int_V dr'G(r-r')f(r')\psi_0(r')$$

$$\psi_2(r)=-2k^2\int_V dr'G(r-r')f(r')\psi_1(r')$$

$$\vdots$$

$$\psi_n(r)=-2k^2\int_V dr'G(r-r')f(r')\psi_{n-1}(r')$$

$$\vdots$$

Clearly, the Born term of order n can be computed from the Born term of order n-1, n=1,2,3,..., by replacing the induced source $f\psi$ with the product $f\psi_{n-1}$. After computation of the Born terms up to some desired order N, the total wave ψ resulting from the interaction of the incident wave ψ_0 with the scatterer f is computed as $\psi(r)=\psi_0(r)+\psi^s(r)$ with the scattered wave approximated as

$$\psi^s(r)\approx\psi_1(r)+\psi_2(r)+\ldots+\psi_N(r). \tag{6}$$

Of course, the assumption is made that the expansion (4) is valid for $\varepsilon=1$.[4]

The first-order Born approximation, simply referred to as the Born approximation [88], has been extensively employed in quantum mechanical scattering theory [88],[47] and estimates the scattered wave ψ^s by substituting the incident wave ψ_0 for the total wave ψ in the integrand in the right hand side of Eq.(2) and therefore requires that: (i) $|\psi^s|<<|\psi_0|$ inside the scatterer support V and (ii) the volume of scatterer support V itself be small [62].

It is seen that the Born approximation is quite restrictive, since it requires both the size and the strength of the scattering object to be «small». Additionally, it is a low frequency appro-

ximation, since it requires the frequency of the incident wave to be low. The Born approximation has been extensively used for predictions in direct [109],[19] and inverse [30] scattering theory and its domain of validity, has been extensively explored in the literature [62],[60],[92],[130],[105],[106],[70],[71] and compared with experimental results [108],[76].

2.2. The Rytov series

The Rytov series was originally developed within the context of wave scattering in random and turbulent media [109],[19],[102] and, as an approximation to exact scattering, its domain of validity is broader than the domain of validity of the Born series. It arises from a perturbational expansion of the complex phase (i.e., the complex logarithm) of the wave rather than the wave itself. To begin, f is replaced by εf in Eq.(1) and its solution $\psi(r;\varepsilon)$ is set to

$$\psi(r;\varepsilon)=e^{ikW(r;\varepsilon)}, \tag{7}$$

where $W(r;\varepsilon)$ is the *wavenumber-normalized complex phase* of the total wave $\psi(r;\varepsilon)$. Substitution of Eq.(7) in Eq.(1) shows that the phase W satisfies the non-linear Ricatti equation

$$\nabla W\cdot\nabla W+\frac{1}{ik}\nabla^2 W-1=2\varepsilon f. \tag{8}$$

So far, no approximation has been made. Eq.(8) is exact and mathematically equivalent to Eq.(1).

The Rytov series solution to Eq.(8) is obtained by substituting in it the formal series

$$W(r;\varepsilon)=W_0(r)+\varepsilon W_1(r)+\varepsilon^2 W_2(r)+\ldots, \tag{9}$$

with $\psi_0=e^{ikW_0}$. The resulting equations that specify the individual terms in the series (9) can be found in [118, p. 51]. The term W_1 is obtained following the steps in [118, pp. 51-52] as

$$W_1(r)=-\frac{2ke^{-ikW_0(r)}}{i}\int_V dr' G(r-r')f(r')e^{ikW_0(r')}. \tag{10}$$

The higher-order terms W_n in series (9) can be obtained as a

functional of all previous terms of orders 0,1,...,n-1. A simpler procedure, however, is to observe that they are related to Born terms. Indeed, a Rytov term of order n can be expressed in terms of Born terms of order 0,1,...,n, the relation for the first four being

$$W_0 = \frac{1}{ik}\log\psi_0 \tag{11}$$

$$W_1 = \frac{1}{ik}\frac{\psi_1}{\psi_0} \tag{12}$$

$$W_2 = \frac{1}{ik}\left[\frac{\psi_2}{\psi_0} - \frac{1}{2}\left(\frac{\psi_1}{\psi_0}\right)^2\right] \tag{13}$$

$$W_3 = \frac{1}{ik}\left[\frac{\psi_3}{\psi_0} - \frac{\psi_2}{\psi_0}\frac{\psi 1}{\psi_0} + \frac{\psi_1^3}{3!}\right] \tag{14}$$

$$\vdots$$

From these relations, we observe a pointwise (memoryless) transformation from Born to Rytov terms. Given the fact that Born term computation can be approximately done by algorithms that are based on the fast Fourier transform, it is indicated that an efficient procedure for computing a Rytov term of order n would be to compute first the Born terms of order 0,1,...,n and from these find the nth-order Rytov term via a memoryless transformation.

The first-order Rytov approximation, simply referred to as the Rytov approximation, consists of approximating the wave phase W with the sum of only the zeroth- and first-order Rytov terms as $W(r) \approx W_0(r) + W_1(r)$, where the term W_1 is to be computed from Eq.(10) using the fact that $W_0(r) = \hat{v} \cdot r$. In terms of the total wave at point r

$$\psi(r) \approx e^{ikW_0(r)}\, e^{ikW_1(r)}$$
$$= \exp\{ik\hat{v}\cdot r\}\exp - 2ke^{-ik\hat{v}\cdot r}\int_V dr' G(r-r')f(r')\, e^{ik\hat{v}\cdot r}\}. \qquad (15)$$

Clearly, the Rytov approximation estimates the total wave as the product of the incident wave $\psi_0 = e^{ikW_0}$ and a multiplicative factor e^{ikW_1} that depends on the object function *f*. This is in contrast with the Born approximation which estimates the total wave by correcting the incident wave by an additive term that depends on the object function *f*. As a result, the Rytov approximation implies a *non-linear* mapping from the object function to the total and scattered waves. It is, however, a linearizing approximation for the direct scattering problem in the sense that the mapping from the object function to the *complex phase* of the total wave has been linearized.

The Rytov approximation is less restrictive than the Born approximation. Indeed, the Rytov approximation is valid under the mild condition [62]

$$|\nabla W_1|^2 << f_m k^2, \quad \text{where } f_m = \max_r |f(r)|, \qquad (16)$$

in which no restriction on the size of the scattering region *V* has been imposed. The main disadvantages, however, of the Rytov approximation are: (i) it works with the phase of the waves rather than the waves themselves, which creates phase unwrapping problems in inverse scattering applications [59], and (ii) it is a near field approximation, since as observation points r_0 are considered further away from the scattering object, it deteriorates fast and in the far field becomes identical to the Born approximation [22],[38]. This latter fact has led [38] to a modified form of the Rytov approximation, which combines aspects of both the Born and the Rytov models, named the «hybrid model».

Both the Born and the Rytov approximations have been extensively used for predictions in direct [109],[19],[102] and inverse [27],[30] scattering theory. Their domains of validity, as well as their relative advantages and disadvantages, have been extensively explored in the literature [62],[60],[92],[130],[105],

[106],[70] and also compared with experimental results [108],[76]. A concise treatment of these and other approximate models for inverse scattering applications can be found in [108] and the references therein. In geophysical applications of ISP, the Born approximation has been found sufficient. In other applications of ISP, however, the Rytov series has been shown to provide a better modeling basis [108],[76].

2.3. The generalized projection-slice theorem

Consider now a measurement line parallel to the τ-axis in Fig. 1 at a distance l_0 from the origin, so that points on it correspond to vectors $r_0=\tau\hat{u}+l_0\hat{v}$, $\tau\in R^1$. Define now the *generalized projections*

$$P_\theta f(\tau;l_0)=\begin{cases}\dfrac{e^{-ikl_0}}{ik}\psi_\theta^s(r_0) & \text{within the Born approximation}\\[2ex] W_\theta(r_0)-l_0 & \text{within the Rytov approximation,}\end{cases} \tag{17}$$

where an index θ has been added to parameterize the probing and the corresponding scattered wave. From Eqs.(5) and (10) for the Born and Rytov approximations, respectively, and the Weyl expansion [85] for the Green function in Eq.(3), it can be shown that the one-dimensional Fourier transform $\widetilde{P_\theta f}$ of a generalized projection with respect to the τ-variable is simply related to the two-dimensional Fourier transform $\tilde{f}$ of the object function f. Indeed [139],[33],[36]

$$\widetilde{P_\theta f}(p;l_0)=\frac{k}{m}e^{i(m-k)l_0}\tilde{f}[pu+(m-k)u], \qquad \text{if } |p|\le k, \tag{18}$$

where

$$m=\sqrt{k^2-p^2}, \quad |p|\le k \tag{19}$$

Eq.(18) is known as the *generalized projection-slice theorem* and has formed the basis for the development of modern DT [139],[54],[87],[86],[93],[29],[32],[34],[39],[69],[66],[65]. Fig. 2 is an illustration of the generalized projection-slice theorem, which

in words, implies that the one-dimensional Fourier transform $\widetilde{P_\theta f}$ of a generalized projection is proportional to a semicircular slice through the two-dimensional Fourier transform $\tilde{f}$ of the object function itself[5].

2.4. Computed tomography as the zero-wavelength limit of diffraction tomography

The above formulation of the inverse problem of DT is compatible with the usual formulation of the inverse problem of X-ray Computerized Tomography and reduces to it in the limiting case of probing radiation of very short wavelength. Indeed,

$$k \to \infty, \quad \left(\frac{k}{m}\right) \to 1, \quad (m-k) \to 0 \qquad \text{as} \qquad \lambda \to 0$$

and the generalized projection becomes the usual Radon transform [53],[58]

$$\begin{aligned} P_\theta f(\tau; l_0) \to P_\theta f(\tau) &= \iint_{\mathcal{V}} d\tau' ds' \delta(\tau - \tau') f(\tau'\hat{u} + s'\hat{v}) \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} ds' s(\tau\hat{u} + s'\hat{v}). \end{aligned} \tag{20}$$

2.5. Other approximate scattering models

Besides the Born and Rytov approximate scattering models, other scattering models were proposed recently which may prove more accurate for the design of image formation algorithms. These include the extended Born and Rytov models of Habashy *et al.* [50],[111] and models based on McCutchen's theorem [110]. The usefulness of these new models in image formation has not yet been fully determined however [111].

3. Data Inversion Algorithms

3.1. Refraction index imaging from linear scattering models

The usual ISP of DT can now be stated as those of obtaining an estimate $\hat{f}$ of the object function f from measurements for

several probing directions θ in a set Θ of its generalized projections $P_\theta f$ that satisfy Eq.(18). Therefore, the usual ISP of DT consist mathematically of finding «solutions» to a set of equations of the form

$$P_\theta f(\tau;l_0)=d(\tau,\theta), \qquad \tau\in R^1,\ \theta\in\Theta, \tag{21}$$

where $d(\tau,\theta)$ denotes possibly noisy measurements. This formulation of the ISP of DT renders them in a form that is familiar to the signal processing community and, therefore, makes general signal processing methodologies (analytical inversion, iterative numerical inversion, noise suppression techniques, etc.) available to their solution.

Of particular importance to the development of the discipline of DT is the filtered backpropagation algorithm [29],[34], which provides a reconstruction $\hat{f}$ that corresponds to a lowpass filtered version of the unknown object function f. In particular, when generalized projections are available for probing directions θ covering the entire $[0,2\pi)$ interval, the filtered backpropagation algorithm estimates f as [29]

$$\hat{f}(r)=\frac{1}{2}\frac{1}{(2\pi)^2}\int_0^{2\pi}d\theta\int_{-k}^{k}dp\,e^{ip\tau}e^{i(m-k)(s-l_0)}\,|p|\widetilde{P_\theta f}(p;l_0), \tag{22}$$

where $r=\tau\hat{u}+s\hat{v}$. It is readily shown that the estimate $\hat{f}$ has the same spatial frequency content as the unknown f over a disk D in Fourier space of radius $k\sqrt{2}$ and zero frequency content outside that disk. It is also clear, that the filtered backpropagation algorithm can be efficiently implemented with FFT algorithms. Since its first appearance [29], the algorithm has been modified and extended to other data acquisition geometries [31] and tested on computer simulated [28],[93] and experimental data [107],[115].

3.2. Refraction index imaging from non-linear scattering models

Up to this point, we have considered only the inversion of the linear model provided by Eq.(18). In several practical applications, the linear model has been found sufficient, as outlined in the

first section of this article. However, there are practical applications where the linear model is no longer valid and inversion algorithms based on it only provide qualitative rather than quantitative images of object structure. One practically important imaging situation arises when the object consists of a number of distinct scatterers. As pointed out by Azimi and Kak [2] and Slaney, Kak, and Larsen [104], even though each scatterer individually may be weak enough for validity of the linear approximation, multiple scattering interactions among several scatterers degrade the performance of linearized DT image formation algorithms. The situation can be partially ameliorated if the reconstruction algorithms are based on higher-order (non-linear) scattering models, as provided by non-linear terms in Eqs.(4) and (9).

To illustrate the effects of higher-order terms on the performance of linear inversion algorithms, we consider the cylindrically symmetric object with function

$$f(r) = \begin{cases} 0.0025, & \text{if } |r| \le 0.75 \\ 0.002, & \text{if } 0.75 \le |r| \le 1.8 \\ 0.0015, & \text{if } 0.8 \le |r| \le 2.6 \\ 0.001, & \text{if } 2.6 \le |r| \le 10 \\ 0, & \text{else.} \end{cases} \tag{23}$$

The wavenumber was equal to $k=6\pi$, corresponding to a wavelength $\lambda=\frac{1}{3}$ and the measurement distance was set to $l_0=0$. This is a fairly big object, sixty wavelengths in diameter, for which the Born series converges slowly. Figs. 7 show plots of the first three Born terms, while plots of the first three Rytov terms are shown in Figs. 8. The third Born term is approximately only six times smaller in magnitude than the first Born term $\left(\frac{\max|\psi_1|}{\max|\psi_3|} \approx 6\right)$. By comparison, the third Rytov term is approximately thirty times smaller in magnitude than the first Rytov

term $\left(\frac{\max|W_1|}{\max|W_3|} \approx 30\right)$. Thus, the Rytov series provides more accurate modeling of the complex phase of the total wave than the Born series provides for the scattered wave.

Non-linear inverses to the data generating series (4) and (9) can be developed in the form of Volterra series of non-linear operators, with the linear inversion algorithms as the leading term [101]. This has been recognized formally in a number of publications [97-99],[44],[73],[74],[128],[129] and efficient algorithms and the proper functional space framework were presented recently [119],[121],[120]. Other non-linear approaches to image formation from scattered wave data were proposed recently by Fiddy *et al.* [84],[110] and were based on non-linear cepstral filtering of backpropagated waves. Even though these algorithms are not quantitative (i.e., do not attempt to estimate the distribution of an object's refraction index), they have been shown [110] to provide images which allow the identification of targets from scattered wave measurements.

3.3. Maximum likelihood estimation from exact scattering models

In this section, we consider ISP that admit an analytical solution without the need for recourse to a scattering theory approximation. More specifically, we consider the classical scan configuration of DT in Fig. 1 and the case where the data collection process returns measurements according to the model

$$d(\tau,\theta)=a(\tau,\theta;R_c)+n(\tau,\theta). \tag{24}$$

In Eq.(24), the asterisk denotes convolution with respect to the τ-variable and $a=r_\theta*\psi_\theta^s$ is a filtered version of the scattered wave, with the (convolutional) filter r_θ included as a model for filtering effects in the measurement process. The term n represents an additive, white Gaussian noise process with mean zero and autocorrelation function given by

$$<n(\tau,\theta)\bar{n}(\tau',\theta')>=\sigma_n^2\delta(\tau-\tau')\delta_{\theta,\theta'}.$$

where $<\cdot>$ denotes a statistical ensemble average and the overbar indicates the complex conjugate. The parameter R_c in Eq.(24) denotes the scattering object location, i.e., we assume that there exists a *known* object function f_0 such that $f(r)=f_0(r-R_c)$. The class of ISP considered here require the estimation of the unknown location R_c of a known object with function f_0 from noisy measurements of the form of Eq.(21) obtained for one or more probing directions θ in a set Θ. More generally, the problem is directly extended to that of detection/location estimation/classification into a finite set of classes of scattering objects from such measurements.

The proposed approach to obtaining the desired estimate follows the well-known signal processing principle of maximum likelihood parameter estimation [125]. To apply the general methodology of maximum likelihood estimation to the problem at hand in an efficient manner, an identity was derived in [114],[112] (see also [124] for a modified version of the identity as it pertains to planarly layered media) that relates the wave scattered off the displaced object with function f to the wave scattered off the centered object with function f_0, when they are illuminated by the same incident plane wave. More specifically, the identity was called the *wave translation identity* in [112] and stated that

$$\psi_\theta^s(r;R_c)=e^{ik\hat{v}\cdot R_c}\psi_\theta^s(r-R_c;0), \tag{25}$$

for probing wave $\psi_0(r)=e^{ik\hat{v}\cdot r}$.

The derived scattered wave translation property allowed the implementation of the maximum likelihood location estimation procedure via efficient, FFT-based algorithms. More specifically, the procedure consisted of finding the point of maximum of the *image* of the likelihood function $L(r_c)$ obtained via an FFT-based implementation of the expression

$$L(r_c) = \Re\left\{\frac{1}{\sigma_n^2}\sum_{\theta\in\Theta}\int_{-k}^{k} dp e^{ipt_c} e^{i(m-k)s_c}\tilde{h}_\theta(p)\tilde{d}(p,\theta),\right\} \tag{26}$$

where $r_c=t_c\hat{u}+s_c\hat{v}$ is a test location, $\Re$ denotes the real part, and

$$h_0(\tau)=\bar{a}(-\tau,\theta;0) \tag{27}$$

is a properly matched filter. Clearly, Eq.(26) is of the same form as Eq.(22), i.e., it is a filtered backpropagation algorithm. A number of computer simulations of the estimation problem and the proposed algorithm of this section can be found in the cited literature.

3.4. Ultrashort pulse inversion

In the previous sections of the article, it was assumed that scattered wave data were measured at a single frequency. In practice, however, the probing wave will be a pulsed plane wave, consisting of the superposition of a number of monochromatic waves. Clearly, the availability of data at more than one temporal frequencies allows additional flexibility in the design of the imaging algorithms. If the scattering object is *dispersive*, i.e., its structure (object function) is dependent on the temporal frequency, then several object images can be formed from the polychromatic wave data. If the object is non-dispersive in the frequency bandwidth of the probing wave, then the polychromatic wave data are redundant. Such redundancy in the data can be exploited in several ways. The single-frequency algorithms of the previous section can be applied, but one can now choose a temporal frequency at which the signal-to-noise ratio is high. Alternatively, the number of probing directions can be reduced through use of wide-bandwidth probing pulses, as indicated by the generalized projection-slice theorem. This latter approach was followed by Melamed *et al.* in [79-82], where image formation algorithms were proposed that required measurement of pulsed wave data from a single probing direction only. Similarly to the work in [79], Tsihrintzis *et al.* [123] proposed efficient algorithms for detection/location estimation/classification of an object from wide-bandwidth scattered wave data, which made use of direct and inverse Radon transforms and could be efficiently implemented with FFT algorithms.

3.5. Subsurface imaging

In several practical applications, the object of interest is not embedded in a homogeneous background medium, but is rather *hidden* behind the interface that separates two different media. Typical examples include tumors in the human body, objects buried in the ground, and marine organisms hidden under the air-water interface or even in the sea bed. The presence of the separating interface complicates the design of the imaging algorithms. Additional difficulties arise from (i) significant losses due to moist soil that limit the signal-to-noise ratio, (ii) presence of a large number of randomly-distributed unwanted objects, returns from which obscure the return from the object of interest (volume clutter), and (iii) irregularity and random roughness of the interface that results in incoherent (random) returns (surface clutter). The signal processing strategy with the highest potential to address the hidden object imaging problem is the one which utilizes wave models for the two media/object environment. Due to the complicated nature of this environment, however, certain simplifications need to be made, namely the assumption of a planar interface and of no interactions between the object of interest and the distribution of unwanted objects. Recent work in this area includes the underground imaging algorithms of Witten *et al.* [83],[137], Deming and Devaney [23] and Hansen and Johansen [51] and the Tsihrintzis *et al.* [124] work on buried object detection/location estimation.

3.6. Traveltime Tomography

We have seen that in the limit of very high wavenumber ($k \to \infty$), the generalized projections of DT become the usual Radon transform of X-ray tomography. This fact is consistent with approximate scattering models that arise from application of the geometric (ray) theory of diffraction and have been in use since before the development of the theories and algorithms of DT within the regime of Traveltime Tomography [103],[4],[78],[90], [5],[6]. Given the domain of validity of the underlying approximations (Born or Rytov), DT is applicable when the wavelength

of the probing radiation is comparable with the typical dimension of the object. On the other hand, the geometric theory of diffraction is valid in the limit of vanishing wavelength and Traveltime Tomography is applicable when the wavelength of the probing radiation is several orders of magnitude smaller than the typical dimension of the object. Subsequently, while DT provides appropriate reconstruction algorithms when probing with low frequency waves, Traveltime Tomography is valid in the limit of high frequency probing.

A common assumption in the early developments of Traveltime Tomography was that the wave propagated along straight line rays through the object [126],[57]. Although this assumption is approximately valid in the limit of very weakly scattering objects (eg., soft biological tissue), it breaks down in many practical cases. Therefore, ray tracing through the object becomes required. The ray traces can be determined by application of Fermat's principle and minimization of the wave path [1],[10],[20], but in imaging applications the refraction index distribution inside the object is unknown. Therefore, exact inversion of traveltime measurements is a non-linear problem. Iterative algorithms have been proposed to its solution which in each iteration invert the traveltime measurements on the basis of the current ray traces and use the refraction index distribution thus obtained to compute the ray traces for the next iteration [103],[15],[75],[16],[1],[5],[6]. The straight line propagation model is an inaccurate model, especially for strong scatterers, but the corresponding algorithms are similar to the algorithms for X-ray tomography [53],[58] and fast to implement. On the other hand, the iterative algorithms based on successive ray tracing and reconstruction are valid over a much broader set of scatterers, at the cost, however, of significant computational load.

Non-linear imaging algorithms for inversion of traveltime measurements can be designed that rely on perturbations of the straight line wave propagation model [55],[4],[78],[90],[122]. The algorithms present a compromise, in both validity and computational load, between the existing linear and iterative non-linear algorithms and could, in fact, serve as either the final estimates

or providers of good preliminary estimates for initiation of the iterative non-linear algorithms.

3.7. Impedance Tomography

Impedance Tomography is obtained from the general DT in the limit of very low (zero) wavenumber ($k \to 0$). In this sense, it is found at the other extreme of Traveltime Tomography. Despite this fact, however, there are many similarities in the imaging algorithms for Impedance and Traveltime Tomography. The Impedance Tomography problem can be stated as that of mapping the (real-valued) conductivity (equivalently, resistance or impedance) distribution in the bounded region occupied by an object by imposing static surface currents on the object surface and measuring the potential induced on it. Electromagnetic impedance tomography, in which the conductivity distribution is complex-valued, is also of interest in geophysical applications, but less developed. There exist an extensive literature on imaging algorithms for low contrast (linearized conductivity) Impedance Tomography. Similar to Traveltime Tomography, there exist iterative non-linear imaging algorithms for high contrast Impedance Tomography. The reader is directed to [8],[7] for a presentation of non-linear imaging algorithms as well as for a thorough review of the relevant literature.

3.8. Diffuse-photon density wave tomography

So far in this article, it has been assumed that the wavenumber k of the probing wave is real-valued. There exist, however, significant imaging applications, where the physics of the data generation process indicates that Eq.(1) is satisfied with a wavenumber k that is complex-valued with a positive imaginary part. The positive imaginary part in the wavenumber implies wave energy absorption in the background medium, such as those arising from finite (non-zero) conductivities in underground imaging with electromagnetic wave probing or those due to multiple scattering in optical wave probing of diffusive media such as human tissue. The generalized projection-slice theorem of Eq.(18) is still

valid when the wavenumber k is complex-valued; however, the right hand side expression includes evaluation of the Fourier transform of the object function f at complex frequencies and, thus, direct Fourier inversion formulae are no longer applicable. The order of magnitude of the imaginary part of the wavenumber, when compared to the real part, can be small or large or comparable. When it is sufficiently small, it can be ignored with insignificant error and the imaging algorithms presented in previous sections are applicable. On the other hand, when it is large, the real part can be ignored and the generalized projection-slice theorem can be interpreted as a Laplace transform relation that, with proper regularization, can be robustly inverted. However, when the real and imaginary parts of the wavenumber are of the same order of magnitude, inverting the generalized projection-slice theorem of Eq.(18) is a tedious task and an area of active research effort. An early attempt to address this problem was presented by Devaney [35] who proposed probing with plane waves of complex-valued temporal frequency ω. Alternatively, Norton and Vo-Dinh [91] proposed analytic continuation of the Fourier transform of the object function f from the complex frequencies at which it can be measured to real frequencies from which it can be inverted. However, there exist no robust analytic continuation algorithms that could perform efficiently in the inevitable presence of noise. Another approach is to consider relation (18) as a linear transform and apply standard techniques, enhanced with regularization, towards its inversion. This approach was followed by Chen, Stamnes and Stamnes [18]. As the topic remains an open issue, new research results continue to pour in (see for example the recent Journal of the Optical Society of America Feature Issue [142] or the work of Matson and Liu [77]).

3.9. Current research avenues

Inverse scattering tomography already spans a century of research and development. It has emerged from the study of the physics of crystals at the beginning of the 20th century and, with the growth of the computer industry, has evolved in the direction

of computerized data processing for a large and diverse area of applications. The fields of impedance and diffuse-photon density wave tomography are very active areas of research and technology development. The problem of extraction of information and features of objects *hidden* under the interface between two media is only beginning to be addressed. The technological potential of this activity is tremendous and spans areas such as demining, buried waste clean-up, excavation planning, archaeological investigations, medical imaging and diagnosis, genetic defect screening, and large molecule imaging. The challenges for the development of imaging modalities in these and related application areas include understanding of the interaction of waves and matter, signal processing and information extraction methodologies, efficient numerical analysis techniques, hardware design for algorithm implementation, and visualization methodologies for the presentation of the reconstructed multidimensional images. Therefore, besides the required research activity, a new educational paradigm is also needed to train professionals of the imaging science, that exposes students in all of these areas of study. It is hoped that the present article will contribute towards this goal.

Notes

1. Mathematically equivalently ISP arise in other engineering design areas, such as the design of antennae that when fed with prescribed currents radiate in a prescribed pattern.
2. That is, the dependence of the wave on time t is through a multiplicative factor $e^{-i\omega t}$, where ω is the wave temporal frequency.
3. That is, an *impulse response* in the signal processing terminology.
4. For conditions under which the Born series converges, see [17],[21].
5. The remainder of the circular slice is associated with the reflected wave, i.e., the scattered wave on the measurement line $t\hat{u}-l_0\hat{v}$, $t\in R^1$.

References

[1] Andersen, A.H. and Kak, A.C.: Digital ray tracing in two-dimensional refractive fields. *J. Acoust. Soc. Am.*, 72:1593-1606, 1982.

[2] Azimi, M. and Kak, A.C.: Distortion in diffraction tomography caused by multiple scattering. *IEEE Trans. Med. Imag.*, MI-2:176-195, 1983.

[3] Barkeshli, S. and Lautzenheizer, R.G.: An iterative method for inverse scattering problems based on an exact gradient search. *Radio Science*, 29:1119-1130, 1994.

[4] Bates, R.H.T. and McKinnon, G.C.: Toward improving images in ultrasonic transmission tomography. *Australasian Phys. Sci. Med.*, 2-3:134-140, 1979.

[5] Berryman, J.G.: Fermat's principle and nonlinear traveltime tomography. *Phys. Rev. Letts.*, 62:2953-2956, 1989.

[6] Berryman, J.G.: Stable iterative reconstruction algorithm for non-linear traveltime tomography. *Inverse Problems*, 6:21-42, 1990.

[7] Berryman, J.G.: High-contrast impedance tomography. *Inverse Problems*, 12:835-858, 1996.

[8] Berryman, J.G. and Kohn, R.V.: Variational constraints for electrical-impedance tomography. *Phys. Rev. Letts.*, 63:325-328, 1990.

[9] Beylkin, G. and Oristaglio, M.L.: Distorted-wave Born and distored-wave Rytov approximation. *Opt. Commun.*, 53:213, 1985.

[10] Born, M. and Wolf, E.: *Principles of Optics*. Pergamon Press, New York, 6th edition, 1983.

[11] Bragg, W.H. and Bragg, W.L.: *X-rays and Crystal Structure*. G. Bell and Sons, London, 1915.

[12] Brancaccio, A. and Pierri, R.: Information content of Born scattered fields: results in the circular cylindrical case. *J. Opt. Soc. Am. A*, 15:1909-1917, 1998.

[13] Caorsi, S., Gragnani, G.L., Medicina, S., Pastorino, M. and Pinto, A.: A Gibbs random fields-based active electromagnetic method for noninvasive diagnostics in biomedical applications. *Radio Science*, 30:291-301, 1995.

[14] Caorsi, S., Gragnani, G.L. and Pastorino, M.: Two-dimensional microwave imaging by a numerical inverse scattering solution. *IEEE Trans. Microwave Theory Techniques*, MTT-38:981-989, 1990.

[15] Cha, S. and Vest, C.M.: Interferometry and reconstruction of strongly refracting asymmetric-refractive-index fields. *Opt. Letts.*, 4:311-313, 1979.

[16] Cha, S. and Vest, C.M.: Tomographic reconstruction of strongly refracting fields and its application to interfereometric measurement of boundary layers. *Appl. Opt.*, 20:2787-2794, 1981.

[17] Chadan, K., Colton, D., Paivarinta, L. and Rundell, W.: *An Introduction to Inverse Scattering and Inverse Spectral Problems.* SIAM, Philadelphia, 1997.

[18] Chen, B., Stamnes, J.J. and Stamnes, K.: Reconstruction algorithm for diffraction tomography of diffuse photon density waves in a random medium. *Pure Appl. Optics*, 7:1161-1180, 1998.

[19] Chernov, L.A.: *Wave Propagation in a Random Medium.* Dover Publications, New York, 1967.

[20] Chew, W.C.: *Waves and Fields in Inhomogeneous Media.* Van Nostrand Reinholt, New York, 1990.

[21] Colton, D. and Kress, R.: *Inverse Acoustic and Electromagnetic Scattering.* Springer-Verlag, Berlin, 1998. (2nd edition).

[22] Colton, D. and Monk, P.: The inverse scattering problem for acoustic waves in an inhomogeneous medium. In D. Colton, R. Ewing, and W. Rundell, editors, *Inverse Problems in Partial Differential Equations.* SIAM, Philadelphia, 1990.

[23] Deming, R.W. and Devaney, A.J.: Diffraction tomography for multi-monostatic ground penetrating radar imaging. *Inverse Problems*, 13:29-45, 1997.

[24] Van der Berg, P.M. and Kleinman, R.E.: A total variation enhanced modified gradient algorithm for profile reconstruction. *Inverse Problems*, 11:L5-L10, 1995.

[25] Van der Berg, P.M. and Kleinman, R.E.: A contrast source inversion method. *Inverse Problems*, 13:1607-1620, 1998.

[26] Devaney, A.J.: Nonuniqueness in the inverse scattering problem. *J. Math. Phys.*, 19:1526, 1978.

[27] Devaney, A.J.: Inverse scattering within the Rytov approximation. *Optics Letters*, 6:374, 1981.

[28] Devaney, A.J.: A computer simulation study of diffraction tomography. *IEEE Trans. Bio. Eng.*, BME-30:377, 1982.

[29] Devaney, A.J.: A filtered backpropagation algorithm for diffraction tomography. *Ultrasonic Imaging*, 4:336, 1982.

[30] Devaney, A.J.: Inversion formula for inverse scattering within the Born approximation. *Optics Letters*, 7:111, 1982.

[31] Devaney, A.J.: Geophysical diffraction tomography. *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sensing*, GE-22:3, 1984.

[32] Devaney, A.J.: An iterative ART algorithm for geophysical diffraction tomography. In Keith R. Carver, editor, *IGARSS'85 Digest*. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, 1985.

[33] Devaney, A.J.: Mathematical topics in diffraction tomography. Final Project Report NSF Grant DMS-8460595, 1985.

[34] Devaney, A.J.: Reconstructive tomography with diffracting wavefields. *Inverse Problems*, 2:161, 1986.

[35] Devaney, A.J.: Linearized inverse scattering in attenuating media. *Inverse Problems*, 3:389-397, 1987.

[36] Devaney, A.J.: The limilecl-view problem in diffraction tomography. *Inverse Problems*, 5:501, 1989.

[37] Devaney, A.J.: Structure determination from intensity measurements in scattering experiments. *Physical Review Letts.*, 62:2385, 1989.

[38] Devaney, A.J.: Approximate scattering models in inverse scattering: Past, present, and future. In L.B. Felsen and H. Bertoni, editors, *Directions in Electromagnetic Modeling*. Plenum Press, New York, 1990.

[39] Devaney, A.J.: Elastic wave inverse scattering. In S.K. Datta, J.D. Achenbach, and Y.S. Rajapakse, editors, *Elastic Waves and Ultrasonic Nondestructive Evaluation*. Elsevier Science Publishers, New York, 1990.

[40] Devaney, A.J.: Inverse scattering and diffraction tomography using intensity data. In Hua Lee and Glen Wade, editors, *Acoustical Imaging, Vol. 18*. Plenum Press, New York, 1990.

[41] Devaney, A.J.: Diffraction tomographic reconstruction from intensity data. *IEEE Trans. Image Processing*, IP-1:221-228, 1992.

[42] Devaney, A.J. and Oristaglio, M.L.: Inversion procedure for inverse scattering within the distorted wave Born approximation. *Physical Review Letts.*, 51:237, 1983.

[43] Devaney, A.J. and Tsihrintzis, G.A.: Maximum likelihood estimation of object location in diffraction tomography. *IEEE Trans. Signal Processing*, SP-39(3):672, 1991.

[44] Devaney, A.J. and Wolf, E.: A new perturbation expansion for inverse scattering from three-dimensional finite-range potentials. *Physics Letters*, 89A(6):269-272, 1982.

[45] Devaney, A.J. and Zhang, D.: Geophysical diffraction tomography in a layered background. *Wave Motion*, 14:243, 1991.

[46] Glusker, J.P. and Trueblood, K.N.: *Crystal Structure Analysis: A Primer*. Oxford University Press, New York, 1972.

[47] Gotkfried, K.: *Quantum Mechanics, Volume I: Fundamentals.* Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1989.

[48] Greenleaf, J.F.: Computerized tomography with ultrasound. *Proc. IEEE*, 71:330, 1983.

[49] Greenleaf, J.F. and Bahn, R.C.: Clinical imaging with transmissive ultrasonic computerized tomography. *IEEE Trans. Bio. Eng.*, BME-28:177, 1981.

[50] Habashy, T.M., Groom, R.W. and Spies, B.: Beyond the Born and Rytov approximations: A nonlinear approach to electromagnetic scattering. *J. Geophys. Res.*, 98:1759-1775, 1993.

[51] Hansen, T.B. and Johansen, P.M.: Inversion scheme for ground penetrating radar that takes into account the air-soil interface. *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sensing*, Jan. 2000.

[52] Harris, J.M.: Diffraction tomography with arrays of discrete sources and receivers. *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sensing*, 25(4):448, 1987.

[53] Herman, G.T.: *Image Reconstruction from Projections: The Fundamentals of Computerized Tomography.* Academic Press, New York, 1980.

[54] Iwata, K. and Nagata, R.: Calculation of refractive index distribution from interferograms using the Born and Rytov's approximation. *Japan J. Appl. Phys.*, 14:379, 1974.

[55] Jacobson, M.J., Siegman, W.L., Weinberg, N.L. and Clark, J.G.: Perturbation method for determining acoustic rays in a two-dimensional sound-speed medium. *J. Acoust. SOc. Am.*, 57:843-855, 1975.

[56] Joachimowicz, N., Pichot, C. and Hugonin, J.P.: Inverse scattering: An iterative numerical method for electromagnetic imaging. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, AP-39:1742-1752, 1991.

[57] Kak, A.C.: Computerized tomography with X-ray emission and ultrasound sources. *Proc. IEEE*, 67:1245, 1979.

[58] Kak, A.C. and Slaney, M.: *Principles of Computerized Tomographic Imaging.* IEEE Press, New York, 1988.

[59] Kaveh, M., Soumekh, M. and Greenleaf, J.F.: Signal processing for diffraction tomography. *IEEE Trans. Sonics and Ultra.*, SU-31:230, 1984.

[60] Kaveh, M., Soumekh, M. and Mueller, R.K.: A comparison of Born and Rytov approximation. In H. Lee and G. Wade, editors, *Acoustical Imaging, Vol. 11*, page 325. Plenum Press, New York, 1981.

[61] Kawata, S., Touki, Y. and Minami, S.: Optical microscopic tomography. In A.J. Devaney and R.H.T. Bates, editors, *Inverse Optics II*. SPIE 558, 1985.

[62] Keller, J.B.: Accuracy and validity of the Born and Rytov approximation. *J. Opt. Soc. Am.*, 59:1003, 1969.

[63] Kleinman, R.E. and Van der Berg, P.M.: A modified gradient method for twodimensional problems in tomography. *J. Comput. Appl. Math.*, 42:17-35, 1992.

[64] Kleinman, R.E. and Van der Berg, P.M.: An extended range modified gradient technique for profile inversion. *Radio Science*, 28:877-884, 1993.

[65] Ladas, K.T.: *Iterative Methods in Diffraction Tomography*. Ph.D. Dissertation, Northeastern University, Boston, Massachusetts, 1991.

[66] Ladas, K.T. and Devaney, A.J.: Generalized ART algorithm for diffraction tomography. *Inverse Problems*, 7:109, 1991.

[67] Ladas, K.T. and Devaney, A.J.: Iterative methods in geophysical diffraction tomography. *Inverse Problems*, 8:119-132, 1992.

[68] Levy, T.E. and Witten, A.: Denizens of the desert. *Archaeology Magazine*, pages 36-40, 1996.

[69] Lin, F.C. and Fiddy, M.A.: Image estimation from scattered field data. *Int. J. Imag. Sci. Techn.*, 2:76-95, 1990.

[70] Lin, F.C. and Fiddy, M.A.: On the issue of the Born-Rytov controversy: I. Comparing analytical and approximate expressions for the one-dimensional deterministic case. *J. Opt. Soc. Am. A*, 9:1102-1110, 1992.

[71] Lin, F.C. and Fiddy, M.A.: Born-Rytov controversy: II. Applications to nonlinear and stochastic scattering. *J. Opt. Soc. Am. A*, 10:1971-1983, 1993.

[72] Lipson, H. and Cochran, W.: *The Determination of Crystal Structures*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1966.

[73] Lu, Z.-Q: JKM perturbation theory, relaxation perturbation theory, and their applications to inverse scattering: Theory and reconstruction algorithms. *IEEE Pans. Ultra., Ferroelec., and Freq. Con.*, UFFC-33:722-730, 1986.

[74] Lu, Z.-Q. and Zhang, Y.-Y.: Acoustical tomography based on the second-order transform perturbation approximation. *IEEE Trans. Ultra., Ferroelec., and Freq. Con.*, UFFC-43:296-302, 1996.

[75] Lytle, R.J. and Dines, K.A.: Iterative ray tracing between boreholes for underground image reconstruction. *IEEE Trans. Geo. Rern. Sens.*, GE-18:234-240, 1980.

[76] Maleki, M.H., Devaney, A.J. and Schatzberg, A.: Tomographic reconstruction from optical scattered intensities. *J. Opt. Soc. Am. A*, 9:1356-1363, 1992.

[77] Matson, C.L. and Liu, H.: Backpropagation in turbid media. *J. Opt. Soc. Am.. A*, 16:1254-1265, 1999.

[78] McKinnon, G.C. and Rates, R.H.T.: A limitation on ultrasonic transmission tomography. *Ultr. Imag.*, 2:48-54, 1980.

[79] Melamed, T., Ehrlich, Y. and Heyman, E.: Short-pulse inversion of inhomogeneous media: a time-domain diffraction tomography. *Inverse Problems*, 12:977-993, 1996.

[80] Melamed, T. and Heyman, E.: Spectral analysis of time-domain diffraction tomography. *Radio Science*, 32:593-603, 1997.

[81] Melamed, T., Heyman, E. and Felsen, L.B.: Local spectral analysis of short-pulse excited scattering from weakly inhomogeneous media; Part I: Forward scattering. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, AP-47:1208-1217, 1999.

[82] Melamed, T., Heyman, E. and Felsen, L.B.: Local spectral analysis of short-pulse excited scattering from weakly inhomogeneous media; Part II: Inverse scattering. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, AP-47:1218-1227, 1999.

[83] Molyneux, J.E. and Witten, A.J.: Diffraction tomographic imaging in a monostatic measurement geometry. *IEEE Trans. Geo. Rem Sens.*, GRS-31:507-511, 1993.

[84] Morris, J.B., Fiddy, M.A. and Pommet, D.A.: Nonlinear filtering applied to singleview backpropagated images of strong scatterers. *J. Opt. Soc. Am. A*, 13:1506-1515, 1996.

[85] Morse, P.M. and Feshbach, H.: *Methods of Theoretical Physics, Parts I,II.* McGraw-Hill, New York, 1953.

[86] Mueller, R.K., Kaveh, M. and Inverson, R.D.: A new approach to acoustic tomography using diffraction techniques. In A.F. Metherell, editor, *Acoustical Imaging*. Plenum Press, 1980.

[87] Mueller, R.K., Kaveh, M. and Wade, G.: Reconstructive tomography and applications to ultrasonics. *Proc. IEEE*, 67:567, 1979.

[88] Newton, R.G.: *Scattering Theory of Waves and Particles*. Springer Verlag, Berlin, 1982.

[89] Nguyen, M.K. and Mohamnlad-Djafari, A.: Bayesian approach with maximum entropy priors in image reconstruction from microwave scattered fields data. *IEEE Trans. Med. Imag.*, MI-13:254-261, 1994.

[90] Norton, S.J. and Linzer, M.L.: Correction for ray refraction in velocity and attenuation tomography: a perturbation approach. *Ultr. Imag.*, 4:201-233, 1982.

[91] Norton, S.J. and Vo-Dinh, T.: Diffraction tomographic imaging with photon density waves: an explicit solution. *J. Opt. Soc. Am. A*, 15:2670-2677, 1998.

[92] Oristaglio, M.L.: Accuracy of the Born and Rytov approximations for the reflection and refraction at a plane interface. *J. Opt. Soc. Am.*, 2:1987, 1985.

[93] Pan, S.X. and Kak, A.C.: A computational study of reconstruction algorithms for diffraction tomography. *IEEE Trans. Acous., Speech, and Signal Process.*, ASSP-31:1262, 1982.

[94] Pan, X.: Unified reconstruction theory for diffraction tomography, with consideration of noise control. *J. Opt. Soc. Am. A*, 15:2312-2326, 1998.

[95] Pierri, R. and Brancaccio, A.: Imaging of a rotationally symmetric dielectric cylinder by a quadratic approach. *J. Opt. Soc. Am. A*, 14:2777-2785, 1997.

[96] Pratt, R.B. and Worthington, M.H.: The application of diffraction tomography to cross-hole seismic data. *Geophysics*, 53:1284, 1988.

[97] Prosser, R.T.: Formal solutions of inverse scattering problems. *J. Math. Phys.*, 10:1819-1822, 1969.

[98] Prosser, R.T.: Formal solutions of inverse scattering problems, II. *J. Math. Phys.*, 17:1775-1779, 1976.

[99] Prosser, R.T.: Formal solutions of inverse scattering problems, III. *J. Math. Phys.*, 21:2648-2653, 1980.

[100] Rossi, D.J. and Willsky, A.S.: Reconstruction from projections based on detection and estimation of objects, Parts I and II: Performance analysis and robustness analysis. *IEEE Trans. Acous., Speech, and Signal Process.*, ASSP-32:886, 1984.

[101] Schetzen, M.: *The Volterra and Wiener Theories of Nonlinear Systems*. Wiley, New York, NY, 1980.

[102] Schmeltzer, R.A.: Means, variances, and covariances, for laser beam propagation through a random medium. *Quart. Appl. Math.*, 24:339-354, 1967.

[103] Schomberg, H.: An improved approach to reconstructive ultrasound tomography. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 11:L181-L185, 1978.

[104] Slaney, M., Kak, A.C. and Larsen, L.E.: Limitations of imaging with first-order diffraction tomography. *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.*, MTT-32:860-874, 1984.

[105] Soumekh, M.: An improvement to the Rytov approximation in diffraction tomography. *IEEE Trans. Ultra., Ferroelec., and Freq. Con.*, UFFC-33(4):394, 1986.

[106] Soumekh, M. and Kaveh, M.: A theoretical study of model approximation errors in diffraction tomography. *IEEE Trans. Ultra., Ferroelec., and Freq. Con.*, UFFC-33(1):10, 1986.

[107] Sponheim, N., Gelius, L-J, Johansen, I. and Stamnes, J.J.: Quantitative results in ultrasonic tomography of large objects using line sources and curved detector arrays. *IEEE Trans. Ultra., Ferroelec., and Freq. Con.*, UFFC-38:370, 1991.

[108] Sponheim, N., Johansen, I. and Devaney, A.J.: Initial testing of a clinical ultrasound mammograph. In Hua Lee and Glen Wade, editors, *Acoustical Imaging, Vol. 18*. Plenum Press, New York, 1990.

[109] Tatarski, V.I.: *Wave Propagation in a Turbulent Medium*. McGraw-Hill, New York, 1961.

[110] Testorf, M. and Fiddy, M.A.: Diffraction tomography based on mccutchen's theorem. *J. Opt. Soc. Am. A*, 16:1806-1813, 1999.

[111] Torres-Verdin, C. and Habashy, T.M.: Rapid 2.5-dimensional forward modeling and inversion via a new nonlinear scattering approximation. *Radio Science*, 29:1051-1079, 1994.

[112] Tsihrintzis, G.A.: *Signal Processing of Wavefields for Inverse Scattering and Diflraction Tomography*. Ph.D. Dissertation, Northeastern University, Boston, Massachusetts, 1992.

[113] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Estimation of object location from diffraction tomographic intensity data. *IEEE Trans. Signal Processing*, SP-39(9):2136, 1991.

[114] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Maximum likelihood estimation of object location in diffraction tomography, Part II: Strongly scattering objects. *IEEE Trans. Signal Processing*, sp-39(6):1466, 1991.

[115] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Application of a maximum likelihood estimator in an experimental study of ultrasonic diffraction tomography. *IEEE Trans. Med. Imag.*, MI-12:545-554, 1993.

[116] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Stochastic diffraction tomography: Theory and computer simulation. *Signal Processing*, 39:49-64, 1993.

[117] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Stochastic geophysical diffraction tomography. *Int. Imag. Syst. Techn.*, 5:239-242, 1994.

[118] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Maximum likelihood techniques in ultrasonic diffraction tomography. In Leondes, C.T., editor, *Medical Imaging Techniques and Applications, Vol. 6*, pages 43-126. Gordon and Breach Publ., Newark, NJ, 1998.

[119] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Higher-order (nonlinear) diffraction tomography. In *Proc. CISS 99*, pages 574-579, The Johns Hopkins University, Baltimore, MD, 1999.

[120] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Higher-order (nonlinear) diffraction tomography: Inversion of the Rytov Series. *IEEE Trans. Inf. Th.; Special Issue on Information Theoretic Imaging*, IT-46:1748-1761, 2000.

[121] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: Higher-order (nonlinear) diffraction tomography: Reconstruction algorithms and Computer Simulation. *IEEE Trans. Image Proc.*, IP-9:1560-1572, 2000.

[122] Tsihrintzis, G.A. and Devaney, A.J.: A Volterra series approach to nonlinear traveltime tomography. *IEEE Trans. Geo. Rem. Sens.; Special Issue on Computational Wave Issues in Remote Sensing, Imaging and target Identification, Propagation, and Inverse Scattering*, GRS-38:1733-1742, 2000.

[123] Tsihrintzis, G.A., Devaney, A.J. and Heyman, E.: Estimation of object location from wideband scattering data. *IEEE Trans. Image Proc.*, IP-8:996-1001, 1999.

[124] Tsihrintzis, G.A., Johansen, P.M. and Devaney, A.J.: Buried object detection and location estimation from electromagnetic field measurements. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, AP-47:1742-1744, 1999.

[125] Van Trees, H.L.: *Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I*. Wiley, New York, 1968.

[126] Vest, C.M.: Interferometry of strongly refracting axisymmetric phase objects. *Appl. Opt.*, 14:1601-1128, 1975.

[127] Wang, Y.M. and Chew, W.C.: An iterative solution of the two-dimensional electromagnetic inverse scattering problem. *Int. J. Imag. Sciences Systems*, 1:100-108, 1989.

[128] Weglein, A.B., Gasparotto, F.A., Carvalho, P.M. and Stolt, R.H.: An inverse-scattering series method for attenuating multiples in seismic reflection data. *Geophysics*, 62:1975-1989, 1997.

[129] Weglein, A.B. and Matson, K.H.: Inverse scattering internal multiple attenuation: an analytic example and subevent interpretation. In *SPIE Proceedings, Volume 3453: Mathematical Methods in Geophysical Imaging*, pages 1008-1017. SPIE, 1998.

[130] Weston, V.H.: On the convergence of the Rytov approximation for the reduced wave equation. *J. Math. Phys.*, 26:1979, 1985.

[131] Witten, A.: Sounding out buried waste. *Civil Engineering*, 60:62-64, 1990.

[132] Witten, A.: Application of a maximum likelihood estimator to tunnel detection. *Inverse Problems*, 7:L49-L55, 1991.

[133] Witten, A., Gillette, D., King, W.C. and Sypniewski, J.: Geophysical diffraction tomography at a dinosaur site. Geophysics, 57:187-195, 1992.

[134] Witten, A. and King, W.C.: Acoustical imaging of subsurface features. *J. Envir. Eng.*, 116:166, 1990.

[135] Witten, A. and Long, E.: Shallow applications of geophysical diffraction tomography. *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sensing*, GE-24:654, 1986.

[136] Witten, A., Tuggle, J. and Waag, R.C.: A practical approach to ultrasonic imaging using diflraction tomography. *J. Acoust. Soc. Am.*, 83:1645, 1988.

[137] Witten, A.J., Molyneux, J.E. and Nyquist, J.E.: Ground penetrating radar tomography: Algorithms and case studies. *IEEE Trans. Geo. Rem Sens.*, GRS-32:461-467, 1994.

[138] Witterholt, E.J., Kretzsehmar, J.L. and Jay, K.L.: The application of crosshole electromagnetic wave measurements to mapping of a steam flood. In *Proc. Petroleum Society of CIM*. Petroleum Society of CIM, 1982.

[139] Wolf, E.: Three dimensional structure determination of semi transparent objects from holographic data. *Opt. Commun.*, 1:153, 1969.

[140] Wolf, E.: Principles and development of diffraction tomography. In A Consortini, editor, *Trends in Optics*. Academic Press, San Diego, 1996.

[141] Wombell, R.J. and Murch, R.D.: The reconstruction of dielectric objects from scattered field data using the distorted-wave Born approximation. *J. Electromagnetic Waves and Applications*, 7:687-702, 1993.

[142] Yodh, A., Tromberg, B., Sevick-Muraca, E. and Pine D. (eds.): Feature issue on diffusing photons in turbid media. *J. Opt. Soc. Am. A*, 14:135-342, 1997.

Forward-backward stochastic differential equations in economics

A. N. Yannacopoulos

Department of Statistics and Actuarial-Financial Mathematics,
University of the Aegean

Abstract

We present a short introduction to the theory of forward-backward stochastic differential equations (FBSDEs) and provide possible applications in economics through two examples. The first example consists of a reformulation of rational expectations models as infinite horizon FBSDEs and through this approach we provide conditions for the absense of bubbles. Furthermore, through this reformulation we propose a scheme for exchange rate control using the theory of controlled BSDEs. The second example is a reformulation of Phillip's theory of economic policy as a set of FBSDEs and through the treatment of the FBSDE we provide conditions for the feasibility of the policy scheme

Keywords: Forward-backward stochastic differential equations, stochastic control, economic policy, perfect foresight models, rational expectations

1. Introduction

Forward-backward stochastic differential equations is a relatively new and interesting development in the field of stochastic analysis. A forward-backward stochastic differential equation (FBSDE) is a system of stochastic differential equations, part of which is treated forward in time and part of which is treated backward

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1079–1110
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1079–1110

in time. To be more specific, some of the variables are known as initial conditions, whereas some of the variables are known in their final state. The well posedeness of such problems is by no means a trivial issue, since delicate issues concerning the adaptedness of the stochastic process involved in the definition of the FBSDE arise. We postpone the treatment of these issues till the next section but we must state that the treatment of FBSDEs has been a very active research topic in the 90s (see for instance the monograph [12] and references therein).

FBSDEs has been so far successfully applied in a variety of problems of mathematical finance. The basic problem is that of contingent claim pricing, where a derivative product whose price depends on an underlying asset is to be valued. The value of the underlying asset is known at some initial time whereas the value of the contingent claim is known at some final time (as a function of the value of the underlying asset at this final time). The price processes of the underlying and the contingent claim are then the solutions of an FBSDE, the forward part of which provides the dynamics of the underlying asset and the backward part of which provides the dynamics of the contingent claim price. This approach and several interesting variations is presented e.g. in [8],[3]. Another interesting application of FBSDEs in mathematical finance is their application in the theory of stochastic differential utility and its repercussions in asset pricing [7]. In closing this very brief account of the application of FBSDEs in financial mathematics, we should mention the use of FBSDEs in the resolution of Black's consol rate conjecture by Duffie, Ma and Yong [12]. What makes the use of FBSDEs in finance even more useful is their strong link with control theory and the possibility of alternative formulation and treatment of classical problems in terms of FBSDEs.

However, to the best of our knowledge, this powerful theory has not yet been applied in economics. It is the purpose of the present paper to provide an overview of the possible use of the theory of FBSDE in this field, based on our recent research work [18],[19]. To this end we take some classical and well studied problems in economic theory and policy and reformulate

them in terms of FBSDEs. Then, using the theory of FBSDE we are able to state rigorous results concerning these problems. The choice of problems is as follows. In order to make full use of the strong link between FBSDEs and control theory, we reformulate classical problems of economic policy traditionally treated as feedback control problems as an equivalent FBSDE problem and using results on its solvability we may decide on the effectiveness of the scheme. To keep the exposition as simple as possible we present results on Phillip's scheme for economic policy [9]. The second class of problems we study is a general class of stochastic saddlepoint systems which arise in the study of perfect foresight models [13]. We show that such models may be restated as infinite horizon FBSDEs and provide conditions for the well posedeness of such models and the non existence of bubbles. Within this context we also make some comments on how the theory of FBSDEs is linked to the problem of target zones see eg. [15].

The paper is organized as follows. In section 2 we present a short introduction to the theory of FBSDEs and summarize some basic results. In section 3 we present the possible use of this theory in the treatment of rational expectation models in economics. In section 4 we show how well established rational expectations type models may be redressed in the form of FBSDEs and provide results on their solvability. In section 5 we show how the theory of controlled BSDEs may be used for a model of exchange rate control. In section 6 we show how results from the theory of FBSDEs may be used to study the feasibility of economic policy schemes. Finally in section 7 we provide conclusions and plans for further research.

2. Forward-backward stochastic differential equations: A short introduction

An FBSDE in its most general form is a system of equations

$$dx_t = b(t, x_t, y_t, z_t)dt + \sigma(t, x_t, y_t, z_t)dW_t$$

$$dy_t = h(t,x_t,y_t,z_t)dt + \hat{\sigma}(t,x_t,y_t,z_t)dW_t \qquad (1)$$
$$x_0 = x, \quad y_T = g(x_T)$$

where x_t, y_t and z_t are (vector valued) stochastic processes, b, h, σ, $\hat{\sigma}$ are suitably defined functions and W_t is a (vector valued) Wiener process. The stochastic processes x_t are known at $t=0$ whereas the stochastic processes y_t are known at $t=T$ where $T>0$. As the uncertainty unfolds with time, and we assume that the only information available to us is the information gathered by observing the system up to time t we are interested in solutions of the above system which are measurable with respect to the σ-algebra $\mathcal{F}_t=\sigma(W_s, s\leq t)$. Such solutions are called *adapted*. Note that the system of equations (1) contains the differentials of the processes $x_t \in \mathbb{R}^n$ and $y_t \in \mathbb{R}^m$ only. The process $z_t \in \mathbb{R}^l$ is an auxiliary process needed to ensure the well posedeness of the problem.

FBSDEs of the above form are not always solvable. An FBSDE is formally related to a two-point boundary value problem (which may be obtained by averaging out the stochasticity that is added to the system through the Wiener process). The solvability of the FBSDE is under certain conditions related to the solvability of this two-point boundary value problem (see e.g. [12], Proposition 3.1 for a useful criterion for the solvability of linear FBSDEs).

Such results may be generalized to nonlinear FBSDEs as well. As we do not use nonlinear models in this work we simply refer to [12] for a collection of results.

An interesting extension of the theory is when the final time is allowed to take values $T\to\infty$. This is the so called infinite horizon case. In this case the problem of finding well defined solutions y at infinity has to be addressed. This problem has been treated by a number of authors (see e.g. [16]).

We need the following definitions:

Definition 2.1. *The space $M^2(0,T;\mathbb{R}^n)$ is the space of all $\mathbb{R}^n$-valued stochastic processes v_t such that*

$$\|u_t\|^2 = E\left[\int_0^T |u_t|^2 < \infty\right]$$

The space $M^2(0,T;\mathbb{R}^n)$ equiped with the norm $\|.\|$ is a Hilbert space.

We will often omit the nature of the stochastic processes here where there is no risk of confusion; here for the sake of brevity, i.e. we will simply write $M^2(0,T)$.

Definition 2.2. (Solutions of FBSDE)

(i) The infinite horizon FBSDE

$$\begin{aligned} dx_t &= b(t,x_t,y_t,z_t)dt+\sigma(t,x_t,y_t,z_t)dW_t \\ dy_t &= h(t,x_t,y_t,z_t)dt+\hat{\sigma}(t,x_t,y_t,z_t)dW_t \\ x_0 &= x \end{aligned} \tag{2}$$

admits a solution if there exist stochastic processes $(x_t,y_t,z_t)\in M^2(0,\infty,\mathbb{R}^n\times\mathbb{R}^m\times\mathbb{R}^{m\times s})$ such that relation (2) is satisfied. The functions b, h, σ, $\hat{\sigma}$ are suitably defined vector valued functions. Such a solution will hereafter be called Type I solution.

(ii) The infinite horizon FBSDE (2) admits a solution if there exist adapted stochastic processes (x_t,y_t,z_t) such that relation (2) is satisfied with the extra conditions that y_t is bounded a.s. for all t and that z_t is square integrable. Such solutions will hereafter be called Type II solutions.

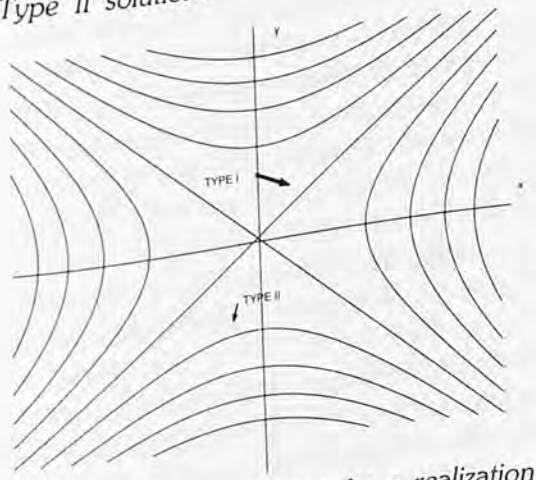


Fig. 1. Type I and Type II solutions for a realization of the stochastic saddlepoint system

In figure 1 we sketch Type I and Type II solutions for a particular realization of the stochastic saddlepoint system.

3. Applications in rational expectations models

It is generally accepted in economics that beliefs about the future are very important in the determination of present behaviour. There seems to be basically three schools concerning the formation of expectation about the future and its effect on the present behaviour (see eg. [1]). The first school adopts the idea that expectations are exogenous and focuses on the consequences of a change of expectations on various economic variables, but does not deal with the investigation of the cause of the change in expectations. The second school, that of extrapolative expectations tries to make expectations endogenous by assuming that expectations are formed by suitable extrapolation of past economic quantities to the near future. The third school is that of rational expectations which is based on the fundamental assumption that economic agents on average make the right assumptions about future behaviour of economic variables and that any incorrect tendencies in forecasting will be detected and put right. Thus, rational expectations models assume some sort of feedback of the expectations for future values of economic variables to their evolution and incorporate mechanisms with which an economy can return to some equilibrium state after it has been perturbed away from it. The assumption of rational expectations has become very popular in certain aspects of economic theory, for instance it forms the basis of the theory of new classical macroeconomics.

We will adopt a rather abstract view of a rational expectations model in this paper. The backbone of a rational expectations model will be a set of fundamental variables of the economy which will be denoted by x.

The fundamental variables of the economy evolve under a state of uncertainty, but the information sets of the economy are assumed to be known to all economic agents. We consider also another set of economic variables, y. These variables will be called assets in this paper, and it is assumed that their values

depend on the values of the fundamentals x. That holds in the sense that the value of y is a rational expectation of some function of the fundamental values x, using the information set available to the agents. These variables may take different meanings depending on the context of the model (see section 4 for various interpretations).

Agents are rational so possible deviations from the «true» expectations will in the course of time be detected and put right through the feedback of the values of y to the values of x. Therefore, the schematic form of the model will be

$$\Delta x_t = \mathcal{T}_1(x_t, y_t)$$

$$\Delta y_t = \mathcal{T}_2(E_t[x_t], y_t)$$

where Δx_t, Δy_t denotes the change of value in time for the fundamentals and the assets respectively, $E_t[x_t]$ is some sort of rational expectation for future values of x_t using the information available to the agents up to time t and $\mathcal{T}_1$, $\mathcal{T}_2$ are properly chosen operators the form of which may depend on the specific model (see e.g. Section 4) for some examples). The model above is in dynamic form and the general structure of these models is such as to drive the system to some equilibrium value (x^*, y^*). The majority of these models in the absense of uncertainty, or as usually refered to in the economic literature in the presence of perfect foresight, have some equilibrium states with a saddle-point structure. Associated with this structure are certain directions in the phase space (x,y) leading the system to equilibrium (x^*, y^*) as $t \to \infty$ (the stable saddlepaths or the stable manifolds) and certain direction driving the system away from equilibrium (the unstable saddle paths or the unstable manifolds) (see e.g. [9]). In the perfect foresight models, on may also condider the unstable manifolds as driving the system to equilibrium under reverse time i.e. for $t \to -\infty$. Such an intuitive assumption no longer holds in the presence of uncertainty. It is the object of such theories to derive conditions under which the system will eventually be driven to equilibrium. Paths which will consistently stay away from equilibrium (unstable paths) are often called bubbles.

However, a realistic economic model must necessarily account for the effects of uncertainty.

In the presence of uncertainty (noise) the geometric considerations concerning the saddlepoint and the equilibrium paths can no longer be used. The concept of the phase plane which is a powerful tool in the study of qualitative dynamics in deterministic and non-autonomous dynamical systems is not, at least to the best of our knowledge, readily applicable to the case where uncertainty is introduced to perfect foresight models. Also it is very risky to make statements such as time reversal used in the definition of the unstable manifold as such an operation will lead to problems associated to the very nature of noise. It is thus necessary to formulate alternative theories for the treatment of rational expectations models, which are based on the intricacies introduced by noise.

Adopting the approach of Miller and Weller [13] on continuous time stochastic saddlepoint systems we consider the following rational expectations model: There is an economic fundamental, whose value x_t follows a diffusion process. There is also an asset whose price y_t is a rational expectations forecast of future fundamentals (properly discounted). According to the Miller and Weller model the fundamental and the asset prices are connected as follows

$$\begin{aligned} dx_t &= \alpha(x_t - x^*)dt + \beta(y_t - y^*)dt + \sigma dW_t \\ y_t &= E\left[\int_t^{\infty} -\gamma(x_s - x^*)e^{-\delta(s-t)}ds \,\middle|\, \mathcal{F}_t\right] + y^* \end{aligned} \tag{3}$$

The stars denote equilibrium states, which without loss of generality will be assumed to be equal to 0. The uncertainty is assumed to be introduced into the model by a (possibly vector valued) Wiener process W_t and the rational expectations of the fundamental are taken over the information set $\mathcal{F}_t = \sigma(W_s,\ s \le t)$, the natural filtration generated by the Wiener process. The constant $\delta > 0$ is a discount factor. The divergence from equilibrium of the asset is assumed to have some feedback effect on the fundamental's dynamics. According to Miller and Weller [13] a

number of classic models may be cast in this form. An example is Blanchard's model relating stock market prices to the level of real activity in the economy [2]. Another model related to the above is the model of Krugman for the target zones, [15]. In this case $\beta=0$ and the asset price is not assumed to have any feedback on the dynamics of the fundamental.

Following the basic assumptions of the original Miller and Weller model [13] we assume that the source of uncertainty is directly observable and that all agents have access to the information set generated by this source of uncertainty. This assumption leads us to look for strong solutions of the above system.

The condition $x_t, y_t \in M^2(0,\infty)$ is the stochastic equivalent of a no-bubble condition for the dynamics. It guarantees the boundedness of the processes x_t and y_t at infinity, and in some sense it guarantees that the system approaches equilibrium for large enough time. Thus, the processes x_t, y_t which are Type I solutions are in some sense analogues in the stochastic case of the paths on the stable manifold of the deterministic dynamic system modelling the economic dynamics. The solutions of Type II are bounded solutions not leading necessarily to equilibrium, but exhibiting finite deviation of the asset price from the prices of the fundamentals.

We are now in position to show the equivalence of the rational expectations model (3) to an infinite horizon FBSDE. We have the following proposition which is one of the basic results of this paper:

Proposition 3.1. *(i) The Miller and Weller model (3), as far as Type I solutions are concerned, is equivalent to the infinite horizon FBSDE*

$$\begin{aligned} dx_t &= b(x_t,y_t)dt+\sigma(x_t,y_t)dW_t \\ dy_t &= (-g(x_t)+\delta y_t)dt-(z_t,dW_t) \\ x_0 &= x, \quad (x_t,y_t,z_t)\in M^2(0,\infty,\mathbb{R}^n\times\mathbb{R}^m\times\mathbb{R}^{m\times s}) \end{aligned} \tag{4}$$

where z_t is an $\mathcal{F}_t$-adapted stochastic process which is to be

determined. Note that there is only an initial condition for x_t but a condition at infinity for y_t.

(ii) The Miller-Weller model (3) as far as Type II solutions are concerned is equivalent to the above infinite horizon FBSDE (4) but for locally square integrable processes x_t, y_t and with the boundary condition y_t bounded a.s., uniformly in $[0,\infty)$.

The proof of the proposition can be found in [18].

The above proposition reduces the problem of well-posedness of the generalized Miller-Weller model to the solvability of the equivalent infinite horizon FBSDE. We give two definitions for solvability of the infinite horizon FBSDE related to Type I and Type II solutions of the Miller-Weller model respectively. We provide the definition of solvability for a more general form of FBSDE than the one needed here.

3.1. Existence of Type I solutions

In this section we present a result on existence of Type I solutions for the linear problems which is not based on the four step scheme and may in general not be a nodal solution (see 3.2).

In the case of a single asset and a single underlying (n=m=1) we have the following [18]

Proposition 3.2. *Consider the linear two dimensional infinite horizon FBSDE*

$$dx_t = (\alpha x_t + \beta y_t)dt + (\sigma_1 x_t + \sigma_2 y_t)dW_t$$
$$dy_t = (\gamma x_t + \delta y_t)dt + z_t dW_t$$

Let the following two assumptions hold:
(AL1') The matrix

$$A = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}$$

has two real eigenvalues, ordered as follows $\lambda_2 < 0 < \lambda_1$.
(AL2') The noise coefficients satisfy

$$\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{\mu_2}\right)^2 < |\lambda_2|$$

where

$$\mu_2 = \frac{(\delta - a) + \sqrt{(a-\delta)^2 + 4\beta\gamma}}{2\gamma}$$

Then this system has a unique solution in $M^2(0,\infty)$.

The nonlinear non fully coupled case may be treated as well. There are several alternatives for the treatment of this case. For instance the nonlinear case may be treated with methods similar to those for the linear case, empowered with the use of homotopy type techniques in the spirit of [16]. Such approaches are beyond the scope of the present paper and we hope to report on them in future communications. In other work we have prefered to treat the nonlinear non fully coupled case using the connection of FBSDEs with quasilinear elliptic equations as such connections may lead to constructive methods for the determination of the solutions [18].

3.2. Construction of the solutions and the stable manifold

We shall show in this section how explicit solutions may be constructed for the linear case, using the reduction of the nonlinear equation arising from the four step scheme to linear equations through the Cole-Hopf transformation.

We will deal for simplicity with the case n=m=1. Let us consider the finite horizon case first. We assume that we may find nodal solutions for the problem in the form $y_t=f(t,x_t)$ for some properly chosen $C^{1,2}$ function f. Applying Itô's lemma on $f(t,x_t)$ and using the FBSDE we find that if such a representation for the solution exists then the unknown function f must satisfy the following quasilinear parabolic PDE

$$f_t + \frac{\sigma^2}{2} f_{xx} + (\alpha x + \beta f) f_x - (\gamma x + \delta f) = 0 \tag{5}$$

with some properly chosen final condition.

The nodal solution of the infinite horizon FBSDE will be given by the solution of the quasilinear elliptic PDE

$$\frac{\sigma^2}{2} f_{xx} + (\alpha x + \beta f) f_x - (\gamma x + \delta f) = 0 \tag{6}$$

The solutions of this equation coupled with the solution of the forward SDE will provide us with the solution of the FBSDE system.

The first type of solutions we may look for are Type I solutions. We will adopt a particular ansatz and look for solutions of the form $f(t,x)=K(t)x$, where $K(t)$ is an (as yet) unspecified function of time. Substituting we obtain a necessary condition for an $f(t,x)$ of this form to be a solution of equation (5):

$$\dot{K}(t) + \beta K^2(t) + (\alpha - \delta) K(t) - \gamma = 0 \tag{7}$$

This is a Riccati type equation which will be complemented with a final condition. One interesting type of solutions of the Riccati equation are the fixed points, that is solutions of the type $K(t)=C$ where C is the solution of the quadratic equation

$$\beta C^2 + (\alpha - \delta) C - \gamma = 0 \tag{8}$$

A little algebra shows that we have two options for C.

In fact one may show easily that even for the time dependent solutions, the only solutions of the Riccati equation that do not blow up are these that connect the these two steady states.

Thus we will look for solutions of the form $(x_t, C_{1,2} x_t)$. The forward equation then becomes

$$dx_t = (\alpha + \beta C_{1,2}) x_t + \sigma dW_t \tag{9}$$

$$x_0 = x$$

One easily shows after some algebra that $\alpha+\beta C_{1,2}=\lambda_{1,2}$ where $\lambda_{1,2}$ are the two eigenvalues of the matrix of the deterministic dynamical system.

Thus the forward SDE assumes the form

$$dx_t=\lambda_{1,2}x_t+\sigma dW_t \tag{10}$$

$$x_0=x$$

Since, we have assumed that the deterministic system is a saddlepoint, the eigenvalues are real and of opposite sign. Assuming without loss of generality that $\lambda_2<0<\lambda_1$ we see that if we choose the solution (x_t,C_sx_t) this will be an $M^2(0,\infty)$ solution. In fact, one may choose results from stochastic stability theory to provide conditions for σ under which the stability of the forward SDE is guaranteed. Furthermore, using the Riccati approach, we explicitly construct the stable manifold solution and we may thus obtain interesting monotonicity and comparison results.

However, this is not the only class of solutions which are of interest. One may find nonlinear solutions of the FBSDE that approach the equilibrium without reaching it. These will correspond to Type II solutions and may be found by using a method inspired by the four step scheme. Through proper transformation of variables one may reduce the above equation to a special class of Burger's equation with potential term, which after linearization through the Cole-Hopf transformation may be solved explicitly in terms of special functions. These solutions will correspond to the parametrization of the Type II solutions and are given in detail in [18].

4. Concrete examples from economic theory

In this section we present some examples of how the approach adopted in this paper may be applied to certain well established models in economic theory.

4.1. The Krugman model for target zones

In the Krugman model for target zones, the exchange rate s at any time is assumed equal to

$$s = m + v + \gamma \frac{E(ds)}{dt}$$

where s is the log of the spot price of foreign exchange, m is the domestic money supply, v is a shift term representing velocity shocks and the last term is the expected rate of depreciation. m is considered as a policy variable which is shifted in such a way as to keep s within a specified band, the target zone. In the Krugman model, the term v is considered as the only source of external noise into the system. The evolution of v is given by the solution of the (forward) SDE

$$dv = a(v)dt + \sigma dW_t$$

According to Krugman [15] the basic exchange rate equation can be viewed as arising from a more underlying equation of the form

$$s_t = \frac{1}{\gamma} E\left[\int_t^{\infty} (m+v) e^{-\frac{1}{\gamma}(t'-t)} dt' \middle| \mathcal{F}_t \right]$$

From the results in this paper it is evident that the Krugman model can be recast in the form of an infinite horizon FBSDE as

$$dx_t = a(x)dt + \sigma dW_t$$

$$dy_t = -\frac{1}{\gamma}(m + x_t) + \frac{1}{\gamma} y_t - z_t dW_t$$

where we substituted $x_t = v_t, y_t = s_t$ to be in line with the notation used in this paper.

We see that this is a decoupled system of FBSDEs since the forward equation does not depend on the backward equation. As such, this model, can be treated with methods more simple than the ones used here which are taylor made for fully coupled FBSDEs. For instance as long as $a(x)$ and σ satisfy certain

monotonicity conditions of the form used often for forward SDEs we may find that $x_t \in M^2(0,\infty)$. Such a monotonicity condition may be for instance $a(x)x \leq \mu x^2$ and $\sigma \in M^2(0,\infty)$. We may now turn to the backward SDE for y_t. Using methods similar to those used for the proof of Theorem 4 (Peng and Shi (2000)) we may see that as long as $m \in M^2(0,\infty)$ the backward SDE has a unique solution in $M^2(0,\infty)$. Therefore, under simple monotonicity conditions for the evolution of the fundamentals and the assumption that $m \in M^2(0,\infty)$ we conclude that the Krugman model has a unique solution of Type I.

The Krugman model may be alternatively betreated as a BSDE with a control term (the control being m). The problem of control of BSDEs is an open problem with many possilbe and interesting applications. We return to this issue in Section 5.

4.2. The Dornbusch model

In the Dornbusch overshooting model the constituting equations are the following:

$$m_t - p - t = ky_t - \lambda i_t$$

$$y_t = -\gamma\left(i_t - \frac{E[dp_t]}{dt}\right) + n(s_t - p - t)$$

$$\frac{E[ds_t]}{dt} = i_t - i^*$$

$$dp_t = \varphi(y_t - \overline{y})dt + \sigma dW_t$$

The first equation is the condition for equilibium of the domestic money market. In this equation, m_t is the domestic money supply, p_t is the domestic price level, y_t is the level of output in the economy and i_t is the nominal domestic interest rate. The second equation is a goods market equilibrium condition where s_t is the domestic price of foreign currency (s_t–p_t is the real exchange rate). The third equation is an uncovered interest parity condition (the expected rate of depreciation of the domestic currency is set equal to the nominal interest differential) and the fourth equation is a representation of less than instantaneous price adjustment. External shocks in the economy are modeled

by the introduction of the Wiener process perturbation dW_t. This is a stochastic generalization of the Dornbusch model (see e.g. [5],[6] proposed in [14].

This model may be redressed in the form of an infinite horizon FBSDE as

$$dx_t = \frac{1}{D}(-\varphi(\gamma+\lambda n)x_t + \varphi\lambda n y_t)dt + \sigma dW_t$$

$$dy_t = \frac{1}{D}((1-kn-\varphi\gamma)x_t + kny_t)dt - z_t dW_t$$

$$D = k\gamma + \lambda - \varphi\gamma\lambda$$

where we denoted $x_t = p_t$ and $y_t = s_t$ the forward and backward variables respectively so as to be in accordance with the notation of this paper, and without loss of generality we set $\bar{x} = \bar{y} = 0$.

We see that the stochastic Dornbusch model is a fully coupled infinite horizon FBSDE and the methods presented in this paper may be used for studying the well posedness and the qualitative properties of the system. For instance, one may in a staightforward manner apply Proposition 3.2 to provide explicit conditions on the parameters of the model for which the stochastic analogue of the stable saddlepath will exist. For example we may prove the following [18].

Proposition 4.1. *Assume that $\sigma = \sigma_1 x + \sigma_2 y$. The Dornbusch model has a solution in $M^2(0,\infty)$ (that is a stable manifold exists) as long as the parameters σ_1 and σ_2 satisfy the following inequality*

$$\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{\mu_2}\right)^2 < |\lambda_2|$$

where

$$\lambda_2 = \frac{1}{2D}\left\{\varphi(\gamma+\lambda n) - kn - \sqrt{(\varphi(\gamma+\lambda n) - kn)^2 + 4\varphi n D}\right\}$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2(1-kn-\varphi\gamma)}\left\{kn + \varphi(\gamma+\lambda n) + \sqrt{(\varphi(\gamma+\lambda n) - kn)^2 + 4\varphi n D}\right\}$$

This inequality is seen to be valid for small enough values of the uncertainty parameters σ_1, σ_2. The condition simplifies considerably in the case where $\sigma_2=0$.

5. A model for exchange rate control using FBSDEs

In this work we propose a model of optimal managed float monetary rule for keeping the exchange rate as close as possible to a predetermined target in a finite horizon rather than trying to keep it within a pre-described band.

Since expectations concerning future developments are crucial in the formation of the exchange rate (see e.g. [5],[6],[9]) we wish to include the rôle of expectations in our model. In particular, we assume that the exchange rate equation has the form employed in target zones models where it depends on an aggregate fundamental and expectations of future values of the exchange rate. The fundamental depends on an exogenous component, which is allowed to be stochastic, plus a factor which can be controlled by the Central Bank, say the money supply which can be changed by interventions. This factor will hereafter be called the control variable. The Central Bank is asked to solve the following control problem: Regulate the control variable in such a way as to keep the exchange rate as close to a given target as possible, but with the minimum possible interventions. The intervention is assumed to be continuous (intra-marginal). As shown recently by Yannacopoulos [18], the exchange rate equation can be interpreted as a backward stochastic differential equation (BSDE) and this interpretation is fundamental in incorporating the role of future expectations in the determination of exchange rates. Based on this observation we may treat the problem the Central Bank is faced with, as a control problem for a BSDE. To keep technicalities to the minimum we formulate the problem as a quadratic control problem for the exchange rate BSDE. Using recent results of Lim and Zhou [11] on controlled BSDEs we provide an explicit analytic solution for the Central Bank's optimal policy. The solution of the problem shows that the optimal policy depends crucially on the future expectations for the exchange

rates. This observation is in accordance with the observation of Genberg [10] that the optimal monetary policy depends in an exceedingly complicated way on the nature of shocks and the structure of the economy. The analytic solution can be used for obtaining comparative static results on the model. Furthermore, from the optimal solution we may estimate the width of the band around the target (central parity) that the exchange rate may fluctuate.

Our model is based on the exchange rate equation used by Krugman in his study of the problem of target zones (see e.g. [15]). According to that the exchange rate s at any time is assumed equal to

$$s_t = m_t + F_t + \gamma \frac{E(ds_t)}{dt}$$

where s is the log of the spot price of foreign exchange, m is the rate of domestic money supply, F_t is a shift term representing velocity shocks and the last term is the expected rate of depreciation. m is considered as a policy variable which is shifted in such a way as to keep s within a specified band, the target zone. In the Krugman model, the term F is considered as the only source of external noise into the system. The evolution of F is given by the solution of the (forward) SDE

$$dF = a(F)dt + \sigma(F)dW_t$$

According to Krugman [15] (see also [13]) the basic exchange rate equation can be viewed as arising from an equivalent and more explicit equation of the form

$$s_t = \frac{1}{\gamma} E\left[\int_t^{\infty} (m+F) e^{-\frac{1}{\gamma}(t'-t)} dt' \middle| \mathcal{F}_t \right]$$

This model for the exchange rate is interesting as it incorporates the effect of future expectations of the fundamental in the determination of the exchange rate today.

In this paper we will consider the more realistic problem of

finite horizon, that is assume that the time domain over which the Central bank has to operate is finite and equal to T. At the end of this time period the exchange rate will have to assume a given value, say $s_T=\xi$ where ξ is some random variable[1]. In other words the exchange rate will arise from the equation

$$s_t = \xi + \frac{1}{\gamma} E\left[\int_t^T (m+F) e^{-\frac{1}{\gamma}(t'-t)} dt' \middle| \mathcal{F}_t \right] \tag{12}$$

We now consider the problem that the Central Bank faces. They have to keep the exchange rate as close as possible to some target c_t (which may be time dependent). As the distance from the target we will choose some weighted quadratic function of the distance of the spot exchange rate from the target. The minimization of the distance is done by regulation of the money supply (control variable). As this is costly, the regulation will have to be done is such a way as to minimize intervention. The cost of intervention is assumed to be a quadratic function of the money supply. The choice of quadratic cost functional is made so as to be able to provide analytic results for the solution of the problem and thus gain better insights on the optimal policy.

In accordance with the above observations we will try to minimize the quadratic functional

$$J(m_t, \xi) = E\left\{ \frac{1}{2} H s_0^2 + \int_0^T [Q(t)(s_t - c_t)^2 + R(t) m_t^2] dt \right\}$$

where $Q(t), R(t) > 0$ are weight functions providing the cost of deviations from the target c_t and the cost of interventions respectively. H is a weight corresponding to the initial value of the exchange rate. Note that the interventions are assumed to be continuous, and intra-marginal. In contrast to the target zones model, we do not try to keep the exchange rate within a predescribed band but allow it to float, as close as possible to the target c_t.

The mathematical problem can thus be formulated as follows:

Find m_t^* such that

$$J(m_t^*,\xi)=\min_{m_t} E\left\{\frac{1}{2}Hs_0^2+\int_0^T[Q(t)(s_t-c_t)^2+R(t)m_t^2]dt\right\}$$

where s_t is subject to the dynamics

$$s_t=\xi+\frac{1}{\gamma}E\left[\int_t^T(m_t+F_t)e^{-\frac{1}{\gamma}(t'-t)}dt'\Big|\mathcal{F}_t\right]$$

The fundamental is assumed to be some stochastic process F_t which is adapted to the σ-algebra $\mathcal{F}_t=\sigma(W_s,s\le t)$, where W_t is a Wiener process. We will now reformulate the model in a form which is better suited for analysis. It has been shown in Yannacopoulos [18] that the exchange rate equation (12) is equivalent to a backward stochastic differential equation (BSDE) of the form

$$ds_t=-\frac{1}{\gamma}(m_t+F_t)+\frac{1}{\gamma}s_t-z_t dW_t \tag{13}$$

$$s_T=\xi$$

In the above form, z_t is a stochastic process which will be chosen in such a way as to make the above equation well-posed. The solution of the BSDE is the pair of stochastic processes (s_t,z_t) for which the equality (13), along with the final condition $s_T=\xi$ holds. Therefore, the control problem the central bank faces is equivalent to a controlled BSDE problem. This is the form in which we will address the problem as it facilitates the analysis.

To summarize we will consider the following exchange rate control problem:

Find the policy m_t^* such that

$$J(m_t^*,\xi)=\min_{m_t} E\left\{\frac{1}{2}Hs_0^2+\int_0^T[Q(t)(s_t-c_t)^2+R(t)m_t^2]dt\right\}$$

where the exchange rate s_t follows the BSDE

$$ds_t = -\frac{1}{\gamma}(m_t + F_t) + \frac{1}{\gamma} s_t - z_t dW_t$$
$$s_T = \xi$$

in the case where the fundamentals follow some stochastic process $F_t \in \mathcal{F}_t$.

This problem is in the form of a linear quadratic controlled BSDE. We will use some recent results from the theory of linear quadratic control of BSDEs (see [11]) to provide explicit results on the determination of the optimal policy.

5.1. Solution of the control problem

In this section we will solve the control problem, inspired by the work of Lim and Zhou [11], using a completion of squares technique. We will show that the solution of the problem will be furnished by the solution of a forward-backward stochastic differential equation. We have the following Proposition concerning the solution of the control problem, whose proof is given in [19].

Proposition 5.1. *The optimal control will be of the form*

$$m_t^* = \frac{1}{\gamma R(t)} y_t$$

where (s_t, y_t, z_t) are the solutions of the following system of FBSDEs

$$ds_t^* = -\frac{1}{\gamma}(m_t^* + F_t) + \frac{1}{\gamma} s_t^* - z_t^* dW_t$$

$$dy_t = -[Q(t)(s_t^* - c_t) + \frac{1}{\gamma} y_t]dt + \hat{z} dW_t$$

$$s_T = \xi$$
$$y_0 = -H(s_0^* - c_0)$$

Without loss of generality we may take $\hat{z} := 0$.

To obtain the optimal policy we have to find a solution of the FBSDE. This is a linear FBSDE and it is natural to look for solutions which connect the forward and the backward variables in a linear manner. We will thus look for solutions of the form

$$s_t^* = P(t)y_t + h_t$$

where P(t) is a deterministic function of time and h_t and is a stochastic process.

We then have the following Proposition concerning the solution of the linear FBSDE whose proof is given in [19].

Proposition 5.2. *The FBSDE admits a solution in the form*

$$s_t^* = P(t)y_t + h_t$$

where P(t) solves the deterministic Riccati equation

$$\dot{P}(t) - \frac{2}{\gamma}P(t) - Q(t)P(t)^2 + \frac{1}{\gamma^2 R(t)} = 0$$

$$P(T) = 0$$

(h_t, z_t^*) solve the BSDE

$$dh_t = \left\{\left(\frac{1}{\gamma} + P(t)Q(t)\right)h_t - \left(\frac{1}{\gamma}F_t + P(t)Q(t)c_t\right)\right\}dt - z_t^* dW_t$$

$$h_T = \xi$$

and y_t solves the forward random ODE

$$dh_t = \left\{-\left(Q(t)P(t) + \frac{1}{\gamma}\right)y_t + Q(t)(c_t - h_t)\right\}dt$$

$$y_0 = -\frac{H(h_0 - c_0)}{1 + HP(0)}$$

The optimal policy is given by $m_t^* = \frac{1}{\gamma^2 R(t)} y_t$.

The propositions and the lemma given here provide the full analytic solution of the problem, and give explicit expressions for the optimal policy as well as the optimal path. We see that the optimal path depends linearly on the expectations of the future fundamentals, properly discounted. We should note that the discount factor used by the Central Bank for the calculation of the expectations is different from the discount factor used by the agents in the exchange rate equation. This form of the solution for the optimal policy is very useful as it may be coupled to very realistic (econometric) models for the prediction of the fundamentals of the economy.

6. Applications in economic theory and policy: Classical models for economic policy revisited

We now show how the reformulation of economic models as FBSDEs may help in addressing questions regarding the effectiveness of economic policy in dynamic macroeconomic problems.

In this section we are going to revisit the classical models of Phillips for stabilization policy [17],[9]. Let us briefly describe the model. Let us by Y denote the national output and by D the aggregate demand. These are connected by the bookeeping relation

$$\dot{Y} = a(D-Y), \quad a>0$$

where a is a reaction coefficient representing the velocity of adjustment to a discrepancy between demand and current output. This bookeeping equation may be thought of as subject to external perturbations which may be stochastic. In the absence of stabilization policy the total aggregate demand coincides with aggregate private demand which is a function of national income

$$D = (1-l)Y$$

where 1–l is the marginal propensity to spend of the private sector. Policy is exercised through government expenditure. The

stabilization policy (according to Phillips) may be chosen in the following ways:

(i) Proportional stabilization policy: The government expenditure is proportional to the deviation between the actual and the desired value of output $G^*=-f_p(Y-Y_{target})$, $f_p\geq 0$. Without loss of generality let us assume that $Y_{target}=0$.

(ii) Derivative stabilization policy: The government expenditure is proportional to the time derivative of current output $G^*=-f_d\dot{Y}$, $f_d\geq 0$.

(iii) Integral stabilization policy: The government expediture at time t is proportional to the integral in the time interval [0,t] of national output, $G^*=-f_i\int_0^t Y(s)ds$.

The government demand set above is denoted as G^* since it is a theoretical or potential value. The actual government expenditure G will in general differ from G^*. This is due to misinformation about the system. However, the actual policy is adjusted to G^* using an adjustment equation of the form

$$\dot{G}=\beta(G^*-G)$$

where $\beta>0$ is a reaction coefficient indicating the speed of response between potential and actual government expenditure. In the presence of government expenditure the demand equation becomes

$$D=(1-l)Y+G-u$$

where u is the exogenous disturbance.

We now reformulate this problem as follows. Let $x_t=Y$ be the output and $y_t=G$ be the government spending. By G^* we denote as above the optimal (desired) government spending. We thus have the following equations

$$\dot{x}_t=a\{(1-l)x_t+y_t-u-x_t\}$$
$$\dot{y}_t=b(G^*-y)$$

We will assume that the exogenous disturbance u is a stochastic

term which may be expressed as a linear combination of Wiener processes.

The following comment is crucial in the development of our approach: We assume that the policy maker is predetermined towards some form of government spending G^*. At the initial time instant, the actual government expenditure y_t differs from G^* but the system is designed in such a way so that y_t should finally reach G^* for large enough time. Thus, we may assume that we know a final condition for y_t, that is $y_T=G^*$. On the contrary, we know an initial condition for x_t, $x_0=x$. Since G^* is a functional form of x_t, we see that the above system of stochastic differential equations may be naturally reformulated as a FBSDE.

We now examine the different cases of control policies.

(i) Proportional stabilization policy: In this case $G^*=-f_p x_t$ and the FBSDE assumes the form

$$dx_t=(-alx_t+ay_t)dt-\sigma(x_t,y_t)dW_t$$
$$dy_t=b(-f_p x_t-y_t)dt$$
$$x_0=x,\ \ y_T=-f_p x_T$$

The FBSDE is not yet expressed in the proper way. There is a necessary modification to be made to the second equation so that the equation will make sense for adapted processes (x_t,y_t). Integrate the second equation from t to T and take the conditional expectation with respect to the family of σ-algebras (filtration) $\mathcal{F}_t$, $t\geq 0$. We have that

$$y_t=E[y_t|\mathcal{F}_t]=E[-f_p x_T-\int_t^T b(-f_p x_s-y_s)ds|\mathcal{F}_t]\Rightarrow$$

$$E[y_t+f_p x_T+\int_t^T b(-f_p x_s-y_s)ds|\mathcal{F}_t]=0=E[\int_t^T z_s dW_s|\mathcal{F}_t]$$

where z_t is a square-integrable stochastic process adapted to $\mathcal{F}_t$. In the above derivation we used the martingale representation theorem, which allows us to express any square integrable martingale as an Itô integral. Thus the FBSDE (15) may take the more appropriate form

$$dx_t=(-alx_t+ay_t)dt-\sigma(x_t,y_t)dW_t$$
$$dy_t=b(-f-px_t-y_t)dt-z_tdW_t \tag{15}$$
$$x_0=x,\ \ y_T=-f_px_T$$

We will call this problem, Problem I. The introduction of the stochastic process z_t in a sense models the effect of uncertainty on the implementation of the control policy and the fact that the actual expenditure differs from the potential expenditure by a term which is dependent on stochasticity.

(ii) Derivative stabilization policy. In this case $G^*=-f_d\dot{y}_y$. Since $\dot{x}=-alx_t+ay_t$ we may write the system as

$$dx_t=(-alx_t+ay_t)dt-\sigma(x_t,y_t)dW_t$$
$$dy_t=b\{f_dalx_t-(f_da+1)y_t\}dt \tag{16}$$
$$x_0=x,\ \ y_T=\frac{f_dal}{1+af_d}x_T$$

The final condition has been obtained by rearranging the final condition $y_T=G^*=-f_d\dot{y}_T=-f_d(-alx_T+ay_T)$. Similarly as above we may rewrite system (16) in more appropriate form as

$$dx_t=(-alx_t+ay_t)dt-\sigma(x_t,y_t)dW_t$$
$$dy_t=b\{f_dalx_t-(f_da+1)y_t\}dt-z_tdW_t \tag{17}$$
$$x_0=x,\ \ y_T=\frac{f_dal}{1+af_d}x_T$$

We will call this problem, Problem II.

(iii) Integral stabilization policy. In this case $G^*=-f_i\int_0^t x_sds$. In order to bring this system into standard FBSDE form we define the auxiliary variables

$$x_{1,t}=\int_0^t x_sds,\ \ x_{2,t}=x.$$

The system then becomes

$$\begin{aligned} dx_{1,t} &= x_{2,t}dt \\ dx_{2,t} &= (-alx_{2,t} + ay_t)dt + \sigma(x_{2,t}, y_t)dW_t \\ dy_t &= b(-f_i x_{1,t} - y)dt \\ x_0 &= x, \quad y_T = -f_i x_{1,T} \end{aligned} \tag{18}$$

or in more appropriate form

$$\begin{aligned} dx_{1,t} &= x_{2,t}dt \\ dx_{2,t} &= (-alx_{2,t} + ay_t)dt + \sigma(x_{2,t}, y_t)dW_t \\ dy_t &= b(-f_i x_{1,t} - y)dt - z_t dW_t \\ x_0 &= x, \quad y_T = -f_i x_{1,T} \end{aligned} \tag{19}$$

We will call this problem, Problem III.

The success of the stabilization policy depends on the solvability of the FBSDE which is related to the system. If the corresponding FBSDE system is solvable for a choice of data (with the term data we mean the initial condition, the final time T, the system's parameters and the control parameter), then the proposed feedback control scheme is feasible. In the case of non-solvability the proposed feedback control scheme is unfeasible for the system under consideration. The following proposition allows us to decide on the feasibility of the different feedback control schemes [20]:

Proposition 6.1 *(i) The proportional stabilization policy is feasible if the data of the system satisfy the condition*

$$(e_{22} + f_p)e^{\lambda_2 T} - (e_{12} + f_p)e^{\lambda_1 T} \neq 0$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}\left(-(al+b) \pm \sqrt{(al+b)^2 - 4ab(l+f_p)}\right),$$

$$e_{12} = \frac{al + \lambda_1}{a}, \qquad e_{22} = \frac{al + \lambda_2}{a}$$

(ii) The derivative stabilization policy is feasible if the data of the system satisfy the condition

$$(e_{22}+\frac{al}{1+af_d})e^{\lambda_2 T}-(e_{12}+\frac{al}{1+af_d})e^{\lambda_1 T}\neq 0$$

$$\lambda_{1,2}=\frac{1}{2}\left(-al-(af_d+1)b\pm\sqrt{(al+(af_d+1)b)^2-4ab}\right)$$

$$e_{12}=\frac{al+\lambda_1}{a},\qquad e_{22}=\frac{al+\lambda_2}{a}$$

(iii) The integral stabilization policy is feasible if Rank(C|b)= Rank(C) where

$$C=\begin{pmatrix} e_{12} & e_{22} & e_{32} \\ (e_{13}+f_i e_{11})e^{\lambda_1 T} & (e_{23}+f_i e_{21})e^{\lambda_2 T} & (e_{33}+f_i e_{31})e^{\lambda_3 T}\end{pmatrix}$$

and

$$C|b=\begin{pmatrix} e_{12} & e_{22} & e_{32} & x \\ (e_{13}+f_i e_{11})e^{\lambda_1 T} & (e_{23}+f_i e_{21})e^{\lambda_2 T} & (e_{33}+f_i e_{31})e^{\lambda_3 T} & 0\end{pmatrix}$$

and e_1,e_2,e_3 and $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$ are the eigenvalues and the eigenvectors of matrix

$$A=\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -al & a \\ -bf_i & 0 & -b\end{pmatrix}$$

The eigenvectors e_i have coordinates (e_{i1},e_{i2},e_{i3}), where $i=1,2,3$.

From the above we see that in principle there exist a multitude of final times for which the FBSDE may be solvable and thus the policy scheme may be feasible as long as $\lambda_{1,2}$ are real numbers. In the case where $\lambda_{1,2}$ are imaginary the expression containing T that has to be non-zero will be periodic in T and thus there may be more that one (in principle an infinity) of final times for which the FBSDE will be non-solvable and thus the control scheme unfeasible. Using this criterion we may provide conditions such that the above mentioned control schemes are feasible. For instance let us consider the case of the proportional stabi-

lization scheme. We may assume that the time horizon T over which the scheme will be applied is fixed and that the parameters a,b,l of the economy are known. Then we may find estimates for the control parameter f_p for which the scheme would be feasible; applying the criterion of real eigenvalues we see that the proportional stabilization policy would be feasible if

$$f_p < \frac{(b-al)^2}{4ab}$$

Similarly, one can apply algebraic criteria to study the feasibility of the other schemes.

It is worth noting here that other applications of FBSDEs in economic control and policy are possible. Due to lack of space here we content to presenting this simple application, leaving a more detailed study for the future.

7. Conclusions

In this paper we outlined some possible applications of the theory of forward-backward stochastic differential equations in economic theory. We presented two interesting applications, one in the theory of economic stabilization policy and one in the theory of perfect foresight models and stochastic saddlepoint systems. We show that well known and established models of economic theory may be redressed quite naturally in the language of forward-backward stochastic differential equations. Using results from this theory, we may obtain interesting information regarding these models.

Some preliminary results were only presented in this paper. Plans for future research include the following

(i) Generalization of these results to nonlinear systems. Stability results for infinite horizon nonlinear FBSDEs will be very interesting and are expected to have many applications in economics.

(ii) Numerical treatment of FBSDEs arising in economic models and their use in design of economic policy.

Notes

1. Including a possible discounting factor.

References

[1] Begg, D., Fischer, S. and Dornbusch, R.: *Economics*, Mc Graw Hill 1989.

[2] Blanchard, O.J.: Output, the stock market and interest rates, *American Economic Review*, 72, 132-143, 1981.

[3] Cvitanic, J. and Ma, J.: Hedging options for a large investor and forward-backward SDEs, *Ann. Appl. Prob.*, 6, 370-398, 1996.

[4] Delacherie, C. and Meyer, P.A.: *Probabilities and Potentials*, North Holland 1982.

[5] Dornbusch, R.: Expectations and exchange rate dynamics, *Journal of Political Economy*, 84, 1161-1176, 1976.

[6] Dornbusch, R.: *Open Economy Macroeconomics*, Basic Books, New York, 1980.

[7] Duffie, D. and Epstein, L.: Asset pricing with stochastic differential utilities, *Review of Financial Studies*, 5, 411-436, 1992.

[8] El Karoui, N., Peng, S. and Quenez, M.C.: Backward stochastic differential equations in finance, *Mathematical Finance*, 7, 1-71, 1997.

[9] Gandolfo, G.: *Economic Dynamics*, Springer, 1997.

[10] Genberg, H.: Exchange rate management and macroeconomic policy: A national perspective, *Scandinavian Journal of Economics*, 91, 439-469, 1989.

[11] Lim, A.E.B. and Zhou, X.Y.: Linear Quadratic control of backward stochastic differential equations, *SIAM J. Control and Optimization*, 40, 450-474, 2001.

[12] Ma, J. and Yong, J.: Forward-Backward Stochastic Differential Equations and Their Applications, *LNM 1702*, Springer 1999.

[13] Miller, M. and Weller, P.: Stochastic saddlepoint systems: Stabilization policy and the stock market, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19, 279-302, 1995.

[14] Neely, C.J., Weller, P.A. and Corbae, P.D.: *Endogenous realignments and the sustainability of a target zone*, 1998, Preprint.

[15] Krugman, P.: Target zones and exchange rate dynamics, *Quarterly Journal of Economics*, 106, 669-682, 1991.

[16] Peng, S. and Shi, Y.: Infinite horizon forward-backward stochastic differential equations, *Stochastic Processes and their Applications*, 85, 75-92, 2000.

[17] Phillips, A.W.: Stabilization policy in a closed economy, *Economic Journal*, 64, 290-323, 1954.

[18] Yannacopoulos, A.N.: *Rational expectations models; an approach using forward-backward stochastic differential equations*, 2004, submitted for publication.

[19] Yannacopoulos, A.N.: *A novel approach to exchange rate control using controlled backward stochastic differential equations*, Ekonomia 2005.

[20] Yannacopoulos, A.N.: *Applications of forward-backward stochastic differential equations in economic policy*, 2006 in preparation.

Ο αλγόριθμος Ant System και το πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή

Ευάγγελος Φούντας και Αριστείδης Βλάχος

Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Το γνωστό πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή αντιμετωπίζεται με την βοήθεια οικογένειας αλγορίθμων ACO. Ο αλγόριθμος Ant System στηρίζεται στη φερομόνη. Για την εφαρμογή του αλγορίθμου δίδεται ένα μοντέλο διαχείρισης της φερομόνης, καθώς και μία προσέγγιση της εξάτμισης αυτής.

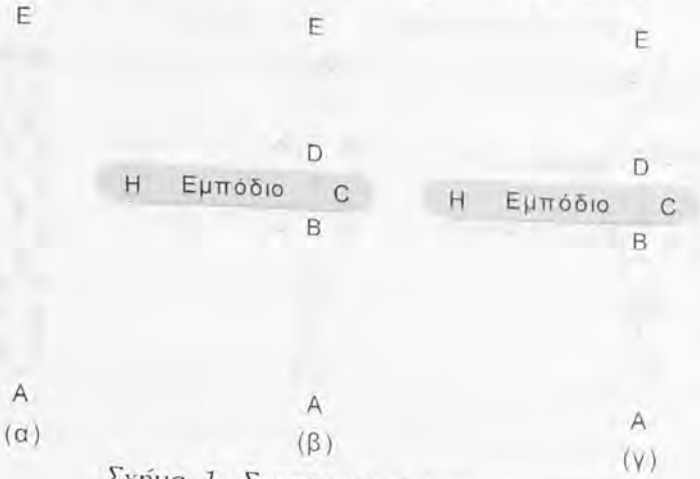
1. Εισαγωγή

Οι αλγόριθμοι αποικίας μυρμηγκιών ACO (Ant Colony Optimization) αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του '90 και εφαρμόσθηκαν σε διάφορα πεδία, μεταξύ των οποίων και εκείνο, του γνωστού NP-Complete προβλήματος του περιοδεύοντος πωλητή TSP (Travelling Salesman Problem).

Είναι γνωστό ότι τα μυρμήγκια είναι ικανά να βρίσκουν το συντομότερο μονοπάτι από μία πηγή τροφής προς την φωλιά τους, χωρίς να χρησιμοποιούν οπτικά μέσα. Επίσης είναι ικανά να βρίσκουν ένα νέο συντομότερο μονοπάτι, όταν το παλιό δεν είναι πλέον εφικτό εξαιτίας ενός εμποδίου, δηλαδή να προσαρμόζονται στις αλλαγές του περιβάλλοντος.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1111-1120
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1111-1120

Έτσι τα μυρμήγκια κινούνται σε μία ευθεία, που συνδέει την πηγή τροφής Ε με την φωλιά τους Α (σχήμα 1α). Τα μυρμήγκια σχηματίζουν και διατηρούν την ευθεία μέσω του ίχνους φερομόνης (trail of pheromone), δηλαδή μίας χημικής ουσίας που εναποθέτουν στο έδαφος κατά την μετακίνησή τους.



Σχήμα 1. Συμπεριφορά των μυρμυγκιών

Όταν εμφανιστεί εμπόδιο, εκείνα τα μυρμήγκια που βρίσκονται ακριβώς μπροστά σ' αυτό δεν μπορούν να συνεχίσουν, δηλαδή να ακολουθούν το ίχνος φερομόνης, οπότε πρέπει να επιλέξουν αν θα στρίψουν δεξιά ή αριστερά. Τότε τα μισά μυρμήγκια επιλέγουν να στρίψουν δεξιά, ενώ τα άλλα μισά αριστερά (σχήμα 1β).

Τα μυρμήγκια που διαλέγουν τυχαία το συντομότερο μονοπάτι γύρω από το εμπόδιο, θα δημιουργήσουν πιο γρήγορα το ίχνος φερομόνης που είχε διακοπεί, σε σχέση με αυτά που διαλέγουν το μακρύτερο μονοπάτι. Έτσι, το συντομότερο μονοπάτι φιλοξενεί μεγαλύτερη ποσότητα φερομόνης, ανά μονάδα χρόνου, οπότε ένας μεγαλύτερος αριθμός μυρμηγκιών θα το επιλέξει. Λόγω αυτής της θετικής ανάδρασης, που είναι μία αυτοκαταλυτική διαδικασία, όλα τα μυρμήγκια θα επιλέξουν γρήγορα, το συντομότερο μονοπάτι (σχήμα 1γ).

Η εύρεση του συντομότερου μονοπατιού γύρω από το εμπόδιο, είναι ιδιότητα που προκύπτει από τη αλληλεπίδραση ανά-

μεσα στο σχήμα του εμποδίου και στην κατανεμημένη συμπεριφορά των μυρμηγκιών. Για τα μυρμήγκια που κινούνται με την ίδια ταχύτητα και εναποθέτουν μία ποσότητα φερομόνης με τον ίδιο περίπου ρυθμό, απαιτείται περισσότερος χρόνος να κάνουν τον γύρο του εμποδίου από τη μεγαλύτερη πλευρά του, παρά από την μικρότερη, με αποτέλεσμα το ίχνος της φερομόνης να συντηρείται στη μικρή πλευρά. Έτσι τα υψηλότερα επίπεδα φερομόνης είναι εκείνα που προσδιορίζουν την επιλογή του συντομότερου μονοπατιού. Με βάση την παρατήρηση αυτή επινοήθηκαν τα τεχνητά μυρμήγκια για την λύση του προβλήματος του περιοδεύοντος πωλητή.

2. Τα τεχνητά μυρμήγκια

Για την μετατροπή των φυσικών βιολογικών μοντέλων σε τεχνητά αλγοριθμικά εργαλεία, πρέπει να γίνουν ορισμένες παραδοχές. Έτσι, τα τεχνητά μυρμήγκια είναι μία απλοποιημένη μορφή των φυσικών μυρμηγκιών, η οποία εμπλουτίζεται με ιδιότητες που προέρχονται από τη φύση του προς επίλυση προβλήματος.

Αναλυτικότερα τα τεχνητά μυρμήγκια προϋποθέτουν:

i) Μία αποικία συνεργαζομένων ατόμων.
ii) Ένα τεχνητό ίχνος φερομόνης για την τοπική στιγμεργική επικοινωνία τους.
iii) Μία ακολουθία κινήσεων για την εύρεση της συντομότερης διαδρομής.
iv) Μία πολιτική αποφάσεων βασισμένη σε τοπικές πληροφορίες.

Η αποικία συνεργαζομένων ατόμων: Όπως στις αποικίες των φυσικών μυρμηγκιών, έτσι και στους αλγορίθμους τεχνητών μυρμηγκιών ένας πληθυσμός (ή μία αποικία) με την συλλογική συνεργασία των μελών του επιδιώκει να βρεθεί μία «καλή λύση» ενός συγκεκριμένου προβλήματος.

Το ίχνος φερομόνης και η στιγμεργία: Όπως ακριβώς τα φυσικά μυρμήγκια, έτσι και τα τεχνητά μυρμήγκια τροποποιούν τον περιβάλλοντα χώρο που κινούνται. Ενώ τα φυσικά μυρμήγκια εναποθέτουν στο έδαφος την φερομόνη, τα τεχνητά μυρμήγκια αλλάζουν ορισμένες αριθμητικές πληροφορίες που αποθηκεύονται.

τοπικά, στις θέσεις του προβλήματος που επισκέπτονται. Αυτές οι αριθμητικές πληροφορίες ορίζουν το τεχνητό ίχνος φερομόνης το ποίο στη συνέχεια θα αναφέρεται, απλά, ως ίχνος φερομόνης.

Στους αλγορίθμους ACO, γενικά, τα ίχνη φερομόνης είναι οι μοναδικοί δίαυλοι επικοινωνίας των μυρμηγκιών. Έτσι αυτή η στιγμεργική (stigmergetic) μορφή επικοινωνίας παίζει σημαντικό ρόλο στη χρησιμοποίηση της συλλογικής εμπειρίας της αποικίας. Συνήθως στους αλγορίθμους αυτούς ένας μηχανισμός εξάτμισης, παρόμοιος με την πραγματική εξάτμιση φερομόνης στην περίπτωση των φυσικών μυρμηγκιών, τροποποιεί τις πληροφορίες των φερομονών στη διάρκεια του χρόνου. Η εξάτμιση φερομονών επιτρέπει στην αποικία των μυρμηγκιών να ξεχάσει αργά, την προηγούμενη δράση της, έτσι ώστε να μπορεί να κατευθύνει την αναζήτησή της, προς νέες διαδρομές χωρίς να αυτοπεριορίζεται από προηγούμενες αποφάσεις. Η εξάτμιση θεμελιώνει την ύπαρξη του μηχανισμού της αρνητικής ανάδρασης και συντελεί στην αποφυγή εγκλωβισμού των ατόμων σε τοπικά ακρότατα.

Η αναζήτηση της συντομότερης διαδρομής: Όπως τα φυσικά, έτσι και τα τεχνητά μυρμήγκια έχουν ένα κοινό στόχο, δηλαδή να βρούν την συντομότερη διαδρομή (ή τη διαδρομή με το ελάχιστο κόστος) συνδέοντας μία αρχή (φωλιά) με τις περιοχές προορισμού τους (πηγές τροφής).

Ο στοχαστικός τρόπος μετάβασης: Όπως τα φυσικά, έτσι και τα τεχνητά μυρμήγκια δημιουργούν λύσεις εφαρμόζοντας ένα στοχαστικό νόμο αποφάσεων στις γειτονιές των θέσεων ενός προβλήματος, δηλαδή εφαρμόζουν μία πολιτική αποφάσεων που χρησιμοποιεί μόνον τις τοπικές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

α) Πληροφορίες που είναι γνωστές εκ των προτέρων ως ευρεστικές πληροφορίες (heuristic information)

β) Πληροφορίες που προέρχονται από τις τοπικές αλλαγές του περιβάλλοντος από το ίχνος της φερομόνης.

Τα τεχνητά μυρμήγκια χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος του περιοδεύοντος πωλητή, όπου αναζητείται η εύρεση της συντομότερης διαδρομής που συνδέει η πόλεις, ώστε

ο πωλητής να περνά μία και μόνο φορά από κάθε πόλη και να επιστρέφει στην πόλη εκκινήσεως του.

Στην γενική διατύπωση το TSP μοντελοποιείται με την βοήθεια ενός πλήρους γραφήματος G=(C,L), όπου C το σύνολο των κόμβων, που αντιπροσωπεύουν τις πόλεις και L το σύνολο των τόξων που συνδέουν τους κόμβους του συνόλου C. Σε κάθε τόξο $(i,j)\in L$ αντιστοιχεί η απόσταση d_{ij} μεταξύ των πόλεων i και j. Στην περίπτωση συμμετρικού TSP ισχύει $d_{ij}=d_{ji}$ για όλα τα τόξα του L. Κατόπιν τούτων το TSP διατυπώνεται και ως εξής:

Δεδομένου ενός συνόλου n πόλεων $\{c_1, c_2,\dots c_n,\}$ όπου σε κάθε ζεύγος πόλεων (c_i,c_j) αντιστοιχεί μία απόσταση $d(c_i,c_j)$, να βρεθεί μία μετάθεση π των στοιχείων του C ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

$$\sum_{i=1}^{n-1} d(c_{\pi(i)}, c_{\pi(i+1)}) + d(c_{\pi(n)}, c_{\pi(1)}) \tag{1}$$

3. Ο Αλγόριθμος Ant System

Ο Αλγόριθμος Ant System (AS), που αφορά τις αποικίες μυρμηγκιών ACO, εφαρμόσθηκε για πρώτη φορά στο TSP από τούς G. Dorigo και άλλους [3]. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

1) Επιτρέπει τη γρήγορη εύρεση «καλών λύσεων» με την βοήθεια της θετικής ανάδρασης.
2) Βασίζεται στον κατανεμημένο υπολογισμό ,ώστε να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη πολύ γρήγορη σύγκλιση.
3) Χρησιμοποιεί μία άπληστη ευρεστική συνάρτηση (greedy heuristic function), που βοηθά στην εύρεση αποδεκτών λύσεων.
4) Λειτουργεί ως προσέγγιση βασισμένη στον πληθυσμό [2].

Τα τεχνητά μυρμήγκια μεταβαίνοντας διαδοχικά από πόλη σε πόλη, δημιουργούν λύσεις του TSP και όταν ολοκληρώσουν τα ταξίδια τους (διαδρομές τους), τότε γίνεται εκτίμηση των λύσεων τους, με κριτήριο το μήκος της αντίστοιχης διαδρομής τους και στη συνέχεια προστίθεται η αντίστοιχη ποσότητα φερομόνης στα μονοπάτια που ακολούθησαν. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβά-

νεται για κάθε τεχνητό μυρμήγκι της αποικίας, μέχρι να συμπληρωθεί ένας συγκεκριμένος αριθμός επαναλήψεων [5].

Για τον Αλγόριθμο Ant System, που εφαρμόζεται στη λύση ενός TSP n πόλεων, ορίζονται δύο βασικές έννοιες:

α) Η πυκνότητα φερομόνης $r_{ij}(t)$, που εναποτίθεται, κατά τον χρόνο t, στο τόξο που συνδέει την πόλη i με την πόλη j και εκφράζει το μέτρο ελκυστικότητας των μυρμηγκιών.

β) Η ορατότητα $n_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$ δηλαδή είναι το αντίστροφο της απόστασης των πόλεων i και j, η οποία παραμένει σταθερή.

Αν n ο αριθμός των πόλεων, m ο αριθμός των μυρμηγκιών και $b_i(t)$ ο αριθμός των μυρμηγκιών στην πόλη i κατά τον χρόνο t τότε είναι:

$$m = \sum_{i=1}^{n} b_i(t)$$

Οι Dorigo και άλλοι απέδειξαν [3] ότι το καλύτερο αποτέλεσμα στην επίλυση του TSP προκύπτει όταν m=n.

Όταν τα μυρμήγκια ολοκληρώσουν τις διαδρομές τους, κατά την επανάληψη t, στη συνέχεια εναποτίθεται φερομόνη σε κάθε διαδρομή ανάλογα με την επίδοση του κάθε μυρμηγκιού. Αν ρ : είναι ο συντελεστής εξάτμισης της φερομόνης, με $\rho \in [0,1]$.

$T^k_{(t)}$: είναι το ταξίδι του κ μυρμηγκιού, δηλαδή η σειρά των πόλεων που επισκέφθηκε κατά την επανάληψη t.

$L^k_{(t)}$: είναι το συνολικό μήκος του προηγούμενου ταξιδιού $T^k_{(t)}$,

τότε η εναπόθεση της φερομόνης κατά την επανάληψη t+1, του k μυρμηγκιού, που ονομάζεται κανόνας ανανέωσης φερομόνης (pheromone update rule) δίδεται από τον τύπο [4]:

$$r_{ij}(t+1) = (1-\rho) r_{ij}(t) + \Delta r_{ij}(t) \qquad (2)$$

όπου

$$\Delta r_{ij}(t) = \sum_{k=1}^{m} \Delta r^k_{ij}(t) \qquad (3)$$

και
$$\Delta r_{ij}^{k} = \begin{cases} \dfrac{1}{L^{k}(t)}, & \text{αν } (i,j) \in T_{(t)}^{k} \\ 0, & \text{αν } (i,j) \notin T_{(t)}^{k} \end{cases} \tag{4}$$

Αν J_i^k: είναι το σύνολο των πόλεων που έχει, ήδη, επισκεφθεί το k μυρμήγκι, όταν βρίσκεται στην πόλη i (Tabu list), τότε η πιθανότητα το k μυρμήγκι να μεταβεί από την πόλη i στην πόλη j δίδεται από τον τύπο [4]:

$$P_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} \dfrac{[r_{ij}(t)]^{\alpha} \cdot [n_{ij}]^{\beta}}{\sum\limits_{l \notin J_i^k} [r_{il}(t)]^{\alpha} \cdot [n_{il}]^{\beta}}, & \text{αν } j \notin J_i^k \\ 0, & \text{αν } j \in J_i^k \end{cases}$$

όπου α,β είναι παράμετροι που καθορίζονται από τον χρήστη. Αν α=0, τότε ο αλγόριθμος AS δεν χρησιμοποιεί την φερομόνη, οπότε εκφυλλίζεται σε ένα κλασσικό στοχαστικό άπληστο αλγόριθμο (classical stochastic greedy algorithm).

Αν β=0, τότε η λύση του προβλήματος στηρίζεται μόνο στη θετική ανάδραση, οπότε ο αλγόριθμος AS, όπως αποδεικνύεται, συγκλίνει σε τοπικά ακρότατα [4].

Κατ' αρχήν τα μυρμήγκια τοποθετούνται τυχαία στις πόλεις, καθένα σε μια διαφορετική πόλη ως αφετηρία της διαδρομής τους. Η πόλη αυτή λαμβάνει μια συγκεκριμένη θέση στη λίστα μνήμης (tabu list) του κάθε μυρμηγκιού. Κατόπιν τούτων ο αλγόριθμος AS ακολουθεί τα εξής βήματα για την επίλυση του TSP:

Βήμα 1. Επιλέγεται ο αρχικός πληθυσμός να είναι ίσος με τον αριθμό των πόλεων (m=n), και τα μυρμήγκια τοποθετούνται τυχαία στις πόλεις ή καθένα από αυτά σε διαφορετική πόλη ως αφετηρία της διαδρομής τους.

Βήμα 2. «Τοποθετείται» αρχική φερομόνη $r_{ij}(0)$ σε όλα τα μονοπάτια που συνδέουν τις πόλεις, σε πολύ μικρή τιμή.

Βήμα 3. Κάθε μυρμήγκι επιλέγει την επόμενη πόλη με πιθανότητα μετάβασης που δίδεται από τον τύπο (6), μέχρι να ολοκληρώσει το ταξίδι του και να επιστρέψει στην αφετηρία του.

Βήμα 4. Εναποτίθεται ποσότητα φερομόνης, με βάση τον τύπο (2), στα μονοπάτια που επισκέφθηκαν τα μυρμήγκια.

Βήμα 5. Επάνοδος στη διαδικασία του 2ου βήματος, μέχρι να ολοκληρωθεί ένας ορισμένος αριθμός επαναλήψεων.

Σ' αυτή την αλγοριθμική διαδικασία, που χρησιμοποιείται για την επίλυση του TSP (αλλά και όλων εκείνων των προβλημάτων που ανάγονται σε αυτά), σημαντική αξία έχει τόσο η διαχείριση όσο και η εξάτμιση της φερομόνης.

4. Ένα μοντέλο διαχείρισης φερεμόνης

Όπως τονίσθηκε στο TSP αντιστοιχεί ένα πλήρες γράφημα G=(C,L), όπου C είναι οι κόμβοι-πόλεις και L είναι το σύνολο των συνδέσεων αυτών. Τα τεχνητά μυρμήγκια ακολουθώντας πιθανές διαδρομές, στο πλήρες γράφημα ορίζουν λύσεις. Σύμφωνα με τους Dorigo και άλλους [4] η πιθανότητα που έχει το μυρμήγκι, ευρισκόμενο στον κόμβο i, να επιλέξει τον κόμβο j ισούται με

$$P_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} \dfrac{F_{ij}(r_{ij})}{\sum\limits_{(i,j)\in J_i^k} F_{ij}(r_{ij})}, & \text{αν } (i,j) \in J_i^k \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases} \tag{6}$$

όπου $(i,j)\in J_j^k$ και $F_{ij}(r_{ij})$ είναι μία αύξουσα συνάρτηση που εκφράζει την συνάρτηση φερομόνης που εναποθέτουν σε κάθε τόξο (i,j).

Οι Φούντας και Βλάχος [6] απέδειξαν ότι αν τεθεί $F_{ij}(r_{ij})=f_n(r_{ij})$ τότε ισχύει

$$f_n(r_{ij}) = \begin{bmatrix} a_n & a_{n-1} & a_{n-2} & \cdots & a_1 & a_0 \\ -1 & r_{ij} & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & r_{ij} & \cdots & 0 & 0 \\ . & . & . & \cdots & . & . \\ . & . & . & \cdots & . & . \\ . & . & . & \cdots & . & . \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & -1 & r_{ij} \end{bmatrix}$$

με $a_n \geq 0$, $n=0,1,\ldots,n$
και τελικά προκύπτει:

$$f_n(r_{ij}) = a_n r_{ij}^n + a_{n-1} r_{ij}^{n-1} + \ldots + a_1 r_{ij} + a_0 \tag{7}$$

Όπου α είναι οι συντελεστές που εκφράζουν την ανά μονάδα συμμετοχή της μεταβλητής r_{ij} στην τιμή του πολυωνύμου $f_n(r_{ij})$.

Η (7) εκφράζει την συνάρτηση της φερομόνης που εναποτίθεται σε κάθε τόξο (i.j). Η γενίκευση αυτή η οποία μπορεί να προκύψει και από εξισώσεις διαφορών ή και διαφορικών εξισώσεων σκοπό έχει να συμβάλλει στην καλύτερη εφαρμογή των αλγορίθμων ACO, γιατί έτσι διασφαλίζεται η καλύτερη εξερεύνηση του χώρου των λύσεων χωρίς να μειώνεται η εκμετάλλευση των περιοχών που έχουν δώσει καλές λύσεις.

5. Μία προσέγγιση της εξάτμισης της φερομόνης.

Στα προηγούμενα τονίστηκε η σημασία του ρόλου της εξάτμισης της φερομόνης, που εναποτίθεται στα τόξα του πλήρους γραφήματος του TSP. Στη συνέχεια εξετάζεται ένα νέο μοντέλο της εξάτμισης της φερομόνης.

Οι Bullneiner και άλλοι [1] απέδειξαν ότι για την εξάτμιση της φερομόνης ρ_t και τη χρονική στιγμή t ισχύει $0 \leq \rho_t \leq 1$.

Οι Φούντας και Βλάχος [7] θεωρώντας ότι

$$\rho_t = \kappa \rho_{t-1} + a \tag{8}$$

όπου κ η ταχύτητα εξάτμισης της φερομόνης με $\kappa = 1-a-\beta$ και $a,\beta,\kappa \in [0,1]$, απέδειξαν με τη βοήθεια γεννητριών συναρτήσεων ότι

$$\rho_t = \begin{cases} \left(\rho_0 - \dfrac{a}{1-\kappa}\right)\kappa^t + \dfrac{a}{1-\kappa} & , \text{ αν } \kappa \neq 1 \\ \rho_0 & , \text{ αν } \kappa = 1 \end{cases}$$

Στη συνέχεια απέδειξαν ότι

Αν $C = \left(\rho_0 - \dfrac{a}{1-\kappa}\right)$ $0 \leq t \leq t_0$, τότε η (9) ορίζει μία συνάρ-

τηση πυκνότητας πιθανότητας. Συγχρόνως έδειξαν τόσο τη γεωμετρική όσο και την αλγεβρική σύγκλιση της εξίσωσης (8).

Στους αλγορίθμους αποικίας μυρμηγκιών (ACO) μπορεί να εμφανισθεί η κατάσταση της στασιμότητας (stagnation) κατά την οποία όλα τα μυρμήγκια ακολουθούν το ίδιο μονοπάτι. Στη στασιμότητα αυτό το μονοπάτι ενισχύεται συνεχώς με φερομόνη οπότε όλα τα μυρμήγκια εγκλωβίζονται σε αυτή τη διαδρομή χωρίς να έχουν τη δυνατότητα να εξερευνήσουν άλλα μονοπάτια. Η στασιμότητα θα μπορούσε να είναι αποδεκτή αν όλα τα μυρμήγκια εντόπιζαν την ολικά βέλτιστη διαδρομή. Σε κάθε άλλη περίπτωση πρέπει να αποφεύγεται κατά την επίλυση ενός TSP.

Η προσέγγιση αυτή της εξάτμισης φερομόνης επιτρέπει να μην εμφανίζεται στασιμότητα, γιατί ρυθμίζοντας κατάλληλα την ταχύτητα εξάτμισης φερομόνης κ δημιουργούνται υψηλοί ρυθμοί εξάτμισης.

Βιβλιογραφία

[1] Bullneimer, B., Hartl, R.F. and Strauss, C. (1999): A new rank-based version of the Ant System: A Computational Study, *Central European Journal for Operations Research and Economics*, Vol. 7, No 1, 25-38.

[2] Corne, D., Dorigo, M. and Elover, F. (1999): *New Ideas in Optimization*, McGraw-Hill.

[3] Dorigo, M., Di Caro, G. and Gamba-della, L.M. (1999): Ant Algorithms for discrete Optimization. *Artificial Life*, Vol. 5, 137-172.

[4] Dorigo, M. and Stutzle, T. (2004): *Ant Colony Optimization*, MIT Press.

[5] Fenekos, G. (2001): Ant Colony Optimization, *Master Thesis, National Technical University of Athens.*

[6] Foundas, E. and Vlachos, A. (2005): Pheoromone Models in Ant Colony Optimization (ACO). *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, Vol. 9, No1, 157-168.

[7] Foundas, E. and Vlachos, A. (2005): New Approaches to evaporation in Ant Colony Optimization Algorithms. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, Vol. 9, No1, 179-184.

Χρονικός προγραμματισμός αναπτύξεως Πληροφοριακών Συστημάτων

Γεώργιος Ε. Χαραμής

τ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Μακεδονίας

Περίληψη

Οι αρχές και οι ειδικές περιπτώσεις του χρονικού προγραμματισμού της αναπτύξεως Πληροφοριακών Συστημάτων (Project Network Analysis) με κατάληξη εις την εκτίμηση της πιθανότητος ενάρξεως του συστήματος εις την προβλεπομένην ημερομηνία, παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία.

1. Εισαγωγή

Ο Χρονικός Προγραμματισμός[1] εφηρμόσθη για πρώτη φορά στις διαδικασίες της κατασκευής των πυραύλων, «polaris» και υπολογίζεται ότι με την χρησιμοποίησή του επετεύχθη μείωση του χρόνου κατά δύο έτη.

Γενικώς πιστεύεται ότι η επιτυγχανομένη, από την εφαρμογή του, οικονομία χρόνου κυμαίνεται μεταξύ 15-20%.

Μπορεί να λεχθεί ότι ο χρονικός προγραμματισμός ονομάζεται ο εκ των προτέρων καθορισμός της αλληλουχίας των απαιτουμένων εργασιών για την πραγματοποίηση ενός καθορισθέντος έργου, ως και ο προσδιορισμός του αναγκαίου χρόνου για την ολοκλήρωση κάθε μιας των επί μέρους εργασιών[2].

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1121-1142
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1121-1142

Σκοπός του χρονικού προγραμματισμού είναι η δημιουργία ενός προγράμματος (διαγράμματος) με το οποίο θα «προβλέπονται» οι προς εκτέλεση ενέργειες, ανά δεδομένη στιγμή και για όλη την διάρκεια της αναπτύξεως του έργου (project)[3]. Ο σχεδιασμός του διαγράμματος αποτελεί βασικό βοήθημα για τον υπεύθυνο της ομάδος (leader), καθόσον:

- τον βοηθεί για την άσκηση ορθής εποπτείας του συνολικού έργου,
- του επιτρέπει τον έλεγχο των επί μέρους εργασιών,
- του δίδει την δυνατότητα να επιτύχει τον συντονισμό των διαφόρων επί μέρους εργασιών,
- τον προειδοποιεί εγκαίρως για τυχόν απαραίτητη ανάγκη αλλαγής οργανωτικής λύσης, και τέλος
- τον καθοδηγεί και του υποδεικνύει τα σημεία, θα πρέπει να τύχουν ιδιαιτέρας προσοχής, καθώς και τις επί μέρους «κρίσιμες» (critical) δράσεις από τις οποίες εξαρτάται η συνολική και έγκαιρη πραγματοποίηση του έργου.

Απλούστερη περίπτωση για τον χρονικό προγραμματισμό είναι εκείνη στην οποία υπάρχει ένας μόνο φορέας εργασίας (άνθρωπος, μηχάνημα, κ.λπ.). Τότε εύκολα πραγματοποιείται η «χρονική διευθέτηση» των εργασιών οι οποίες πρέπει να εκτελεσθούν, καθ' όσον το μόνο πρόβλημα είναι ο καθορισμός της χρονικής διαρκείας κάθε εργασίας, καθώς και η ημερομηνία ενάρξεώς της.

Η γραφική παράσταση αυτής της διευθετήσεως επιτυγχάνεται με τα γνωστά διαγράμματα Gantt, με τα οποία πραγματοποιείται η παρακολούθηση της εκτελέσεως και ο έλεγχος της προόδου αναπτύξεως του έργου.

Συχνά όμως υπάρχει περίπτωση κατά την οποία οι εργασίες ενός φορέα επηρεάζονται από κάποιον άλλο φορέα, οπότε τα διαγράμματα Gantt δεν εξυπηρετούν και τότε είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση μιας άλλης μεθόδου, της «Δικτυωτής Αναλύσεως» (Network Analysis/Program Evaluation and Review Technique ή PERT, Critical Path Method ή CPM).

Καλείται Δικτυωτή Ανάλυση, διότι η προς εκτέλεση προγραμματιζομένη σειρά εργασιών δείχνεται παραστατικά από ένα δίκτυο.

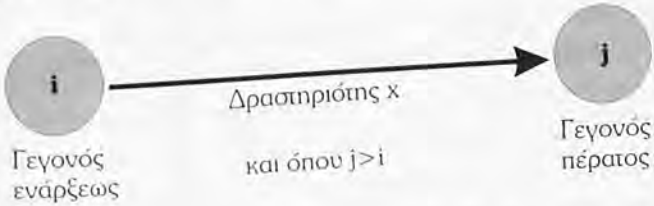
Δίκτυο, είναι ένα σύμπλεγμα γραμμών δια μέσου των οποίων

μπορεί να πραγματοποιηθεί μία ροή των μεταβλητών «χρόνος», «κόστος» και «μέσα». Το δίκτυο αποτελείται από γεγονότα και δραστηριότητες.

Δραστηριότης, είναι κάθε εργασία απαραίτητη για την πραγματοποίηση ενός έργου και η οποία ως εκ τούτου απαιτεί χρόνο, κόστος και μέσα.

Γεγονός δε, καλείται η έναρξη και το πέρας κάθε δραστηριότητος.

Η δραστηριότης παρίσταται με βέλος, τα δε γεγονότα με κύκλο αριθμημένο με ακέραιο θετικό αριθμό. Η αρίθμηση πρέπει να είναι τέτοια, ώστε ο αριθμός του γεγονότος πέρατος j να είναι μεγαλύτερος του αριθμού γεγονότος ενάρξεως i.



Περαιτέρω μία δραστηριότης δεν μπορεί να αρχίσει, εάν προηγουμένως δεν πραγματοποιηθεί το γεγονός, το οποίο προηγείται αυτής. Ένα γεγονός δε, δεν ολοκληρώνεται, εάν δεν εκτελεσθούν όλες οι δραστηριότητες, οι οποίες οδηγούν σε αυτό.

Μία δραστηριότης, η οποία δεν απαιτεί ανάλωση χρόνου, κόστους κ.λπ., καθόσον δεν αντιπροσωπεύει πραγματική εργασία και απλώς τίθεται στο δίκτυο για διευκρίνηση σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του δικτύου, καλείται πλασματική δραστηριότης, παρίσταται δε με διακεκομμένο βέλος και έχει χρόνο μηδέν.

2. Χρονοδιαγράμματα

Για τον πλήρη και ευχερή έλεγχο της αναπτύξεως ενός συστήματος παρίσταται η ανάγκη του χρονικού προγραμματισμού των σχετικών εργασιών, η οποία επιτυγχάνεται με την «διαγραμματική» απεικόνιση των «χρονικών διευθετήσεων» των εργασιών αυτών.

Ο παλαιότερος και απλούστερος τύπος σχεδιασμού των χρο-

νικών προβλέψεων για την ανάπτυξη των συστημάτων είναι οι «χρονομετρικές» ή «μιλιοδεικτικές» καταστάσεις[4] (milestone charts). Σε αυτές για κάθε μέλος της ομάδος «ετοιμάζεται» μια κατάσταση με τις εργασίες τις οποίες θα πρέπει να πραγματοποιήσει· για κάθε εργασία δε «συμπληρώνεται» στην κατάλληλη στήλη της καταστάσεως ο προβλεπόμενος χρόνος για την πραγματοποίησή της. Γραφική απεικόνιση δε των καταστάσεων αυτών είναι τα γνωστά χρονοδιαγράμματα «Bar Charts» ή «Gantt[5] Charts» εκ του ονόματος του Harry Gantt, ο οποίος πρώτος τα εχρησιμοποίησε.

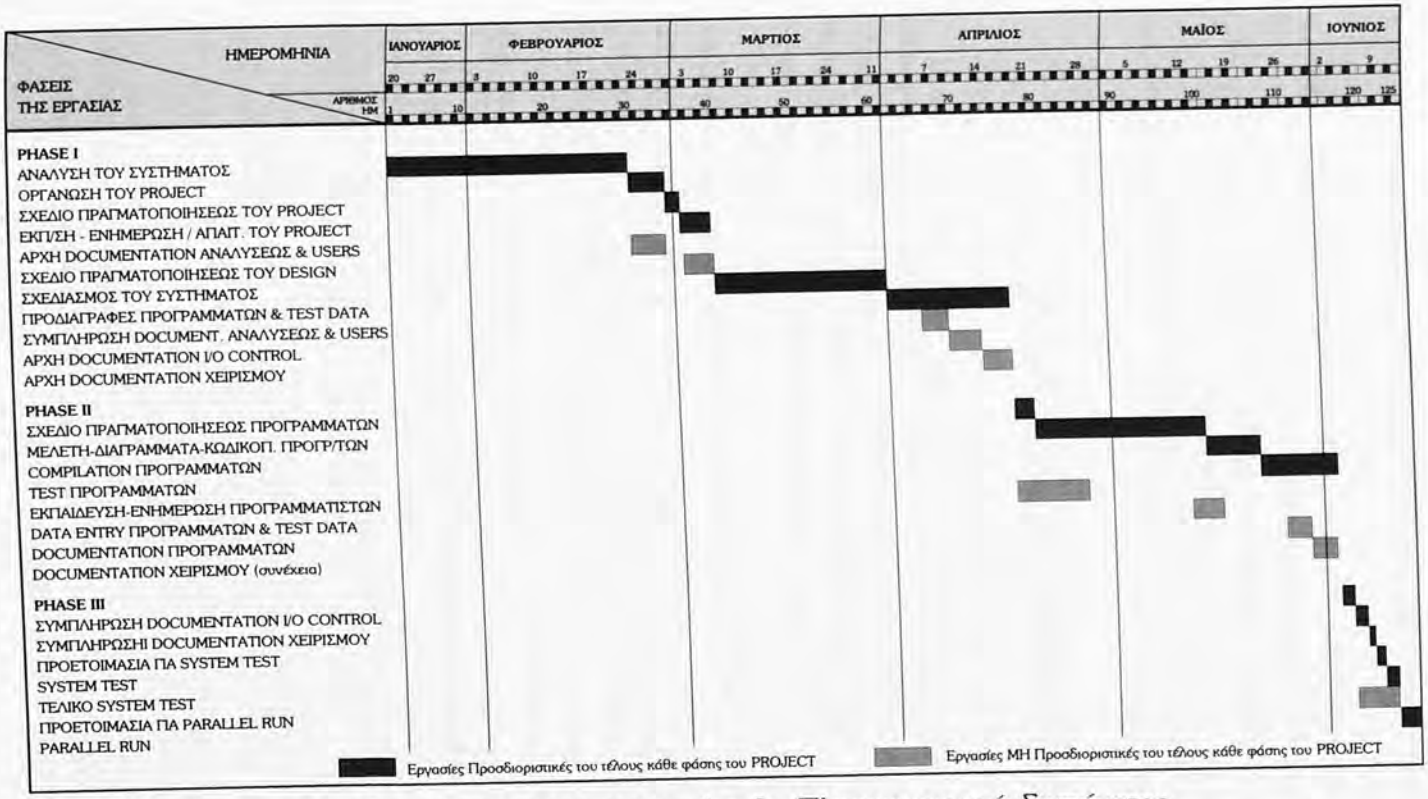
Σε αυτά δείχνεται πλέον (γραφικά) η «συνολική» εργασία των μελών της ομάδος. Τα χρονοδιαγράμματα «διαβάζονται» και ενημερώνονται εύκολα, αλλά δεν δίδουν πλήρη εικόνα των αλληλεπιδράσεων και σχέσεων μεταξύ των διαφόρων εργασιών.

Μπορεί να λεχθεί ότι σε περίπτωση ενός συνθέτου έργου στο οποίο θα υπάρχει οπωσδήποτε αλληλεξάρτηση μεταξύ των εργασιών, το διάγραμμα Gantt δεν προσφέρεται, επειδή θα πρέπει πριν από την εφαρμογή του να πραγματοποιηθεί με άλλη μέθοδο ή ανάλυση, ο έλεγχος και ο συντονισμός των εργασιών του έργου. Αυτό γίνεται για να επιτευχθεί το άριστο αποτέλεσμα, συγχρόνως δε να ανεξαρτοποιηθούν οι δραστηριότητες που έχουν αλληλεξάρτηση, οπότε θα είναι πλέον ευχερής ο σχεδιασμός του διαγράμματος.

Στο σχήμα 1 προτείνεται υπόδειγμα χρονοδιαγράμματος για την ανάπτυξη ενός συστήματος (EDP Project)· σε αυτό ως εργάσιμες θεωρούνται όλες οι ημέρες της εβδομάδος εκτός της Κυριακής· κάτω από τους μήνες, στην δεύτερη σειρά του τίτλου του υποδείγματος, υπάρχουν διακρίσεις των εβδομάδων (ημερομηνία κάθε Δευτέρας) και στην τρίτη σειρά του τίτλου διακρίνονται, σε ανθρωπο-ημέρες, οι ενδείξεις (αριθμοί) δια των οποίων επισημαίνεται η διάρκεια κάθε δραστηριότητος για την ανάπτυξη του συστήματος.

Ειδικότερα κατά φάση απαιτούνται:

1η Φάση	(30) + (4) + (2) + (5) + (20) + (15)	= 76
2η Φάση	(2) + (22) + (5) + (10)	= 39
3η Φάση	(2) + (2) + (1) + (2) + (1) + (2)	= 10
	Σύνολο	125 ανθρωπο-ημέρες



Σχ. 1. Υπόδειγμα χρονοδιαγράμματος για την ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος

Ως πλενοεκτήματα του διαγράμματος αναφέρονται οι δυνατότητες:

- πραγματοποιήσεως καταλλήλου ελέγχου της προόδου των εργασιών για την ανάπτυξη του συστήματος.
- εντοπισμού σημείων του έργου, στα οποία παρατηρείται υπερπασχόληση ή υποαπασχόληση, και
- καθορισμού του χρόνου περατώσεως της αναπτύξεως του συστήματος.

3. Δίκτυο μεθόδου κρίσιμης διαδρομής

3.1. Χρήσεις και Πλεονεκτήματα

Η μέθοδος CPM (Critical Path Method) ανεπτύχθη από τους Morgan Walker και James Kelly, το 1958. Η μέθοδος ενεφανίσθη σχεδόν παράλληλα με την REPT (Program Evaluation Review Technique), η οποία εχρησιμοποιήθη για πρώτη φορά το 1958.

Οι δύο μέθοδοι ακολουθούν παρόμοια τεχνική προσεγγίσεως και αναλύσεως του προβλήματος. Κάθε μία τους, όμως ανεπτύχθη ιδιαιτέρως και ανεξάρτητα[6] από την άλλη. Η ουσιώδης διαφορά[7] μεταξύ τους έγκειται στο ότι η CPM μελετά γεγονότα, τα οποία είναι δυνατόν να προβλεφθούν με λογική ακρίβεια, ενώ η PERT ασχολείται με καταστάσεις, οι οποίες δεν έχουν εκ των προτέρων μετρηθεί (προβλεφθεί). Μπορούμε να πούμε ότι η CPM βασίζεται επί της πραγματικότητος, ενώ η PERT επί της «πιθανότητος».

Η μέθοδος «CPM» χρησιμοποιείται κυρίως για την ελαχιστοποίηση:

- του συνολικού χρόνου αναπτύξεως ενός συστήματος,
- του αντιστοίχου συνολικού κόστους,
- του χρόνου για δεδομένο κόστος,
- του κόστους για δεδομένο χρόνο, και
- του αριθμού των μη επαρκώς ασχολουμένων με την ανάπτυξη του συστήματος Αναλυτών-Προγραμματιστών, καθώς και των χρησιμοποιουμένων μέσων.

Και για την CPM και για την PERT έχει αποδειχθεί ότι προσφέρονται για τις περιπτώσεις εκείνες κατά τις οποίες πρέπει να επιτευχθεί ορισμένος αντικειμενικός σκοπός σε ορισμένο χρονικό διάστημα· στο διάστημα αυτό θα πρέπει να ολοκληρωθεί το αντίστοιχο δίκτυο, στο οποίο ορισμένες ανεξάρτητες δραστηριότητες θα πραγματοποιούνται κατά μία ορισμένη σειρά.

Ως πλεονεκτήματα της CPM αναφέρονται οι δυνατότητες:

- προγραμματισμού των δραστηριοτήτων για την ανάπτυξη του συστήματος,
- καλύτερης επικοινωνίας μεταξύ των μελών της ομάδος και των συνεργαζομένων με αυτήν υπηρεσιών της επιχειρήσεως, η οποία επιτυγχάνεται δια των σχετικών σχεδίων, προβλέψεων του χρόνου και κόστους των εργασιών,
- καθορισμού αναγκών σε ανθρώπους και εξοπλισμό,
- ελέγχου και εκτιμήσεως της εξελίξεως του συστήματος,
- εντοπισμού των «κρισίμων» (critical) δραστηριοτήτων,
- μειώσεως του απαιτουμένου συνολικού χρόνου δια του σχεδίου (δικτύου) στην περίπτωση κατά την οποία ο διαθέσιμος χρόνος δεν είναι επαρκής για την ανάπτυξη του έργου (project).

Επίσης η μέθοδος CPM προσφέρεται[8] για την ενημέρωση-εκπαίδευση και «σύνδεση» νέων μελών (Αναλυτών, Προγραμματιστών) στην ομάδα εργασίας (project team).

3.2. Σχεδιασμός του δικτύου CPM

Η σπουδαιότης της μεθόδου CPM ευρίσκεται στην «διαγραμματική» παρουσίαση των δραστηριοτήτων, η οποία οδηγεί στην ολοκλήρωση του συστήματος. Προ του σχεδιασμού του δικτύου θα πρέπει να μελετηθεί το αντικείμενο κάθε δραστηριότητος και να αναζητηθούν οι δραστηριότητες, οι οποίες είναι δυνατόν να αντιμετωπισθούν συγχρόνως (παράλληλα) με την εξετάζομένη, ως και εκείνες, οι οποίες θα ακολουθήσουν.

Το μέγεθος των δραστηριοτήτων (φάσεις, τμήματα φάσεων της αναπτύξεως του συστήματος) εξαρτάται κυρίως από την φύση του συστήματος.

Γενικώς η μέθοδος του «critical path» της μακρύτερης διαδρομής (longest path) εις το δίκτυο, χρησιμοποιείται κυρίως για

τον χρονικό προγραμματισμό της αναπτύξεως μεγάλων συστημάτων, αλλά αυτό δεν είναι απόλυτο.

Οι ενέργειες, οι οποίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν, κατά σειρά, για τον σχεδιασμό του δικτύου CPM είναι οι ακόλουθες:

- Καθορισμός των αυτοτελών και ολοκληρωμένων τμημάτων του έργου (subprojects), εφόσον υπάρχουν τέτοια και εφόσον είναι επιθυμητή η κατασκευή γι' αυτά ιδιαίτερων δικτύων (CPM Networks). Καθορισμός της μεθόδου και των απαιτουμένων μέσων για την εκτέλεση κάθε ενός από αυτά.
- Εντοπισμός όλων των δραστηριοτήτων του έργου, οι οποίες υπερβαίνουν το «minimum» το οποίο έχουμε καθορίσει (π.χ. 7 ανθρωπο-ώρες, 1 ανθρωπο-ημέρα).
- Καθορισμός της σειράς εκτελέσεως των εργασιών, και σημείωση των περιπτώσεων (δραστηριοτήτων), οι οποίες είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν παράλληλα με άλλες δραστηριότητες. Έτσι για ευκολία μπορεί να γίνεται διάκριση σε προσδιοριστικές (critical) και μη του τέλους κάθε φάση του έργου.
- Σχεδιασμός του CPM διαγράμματος. Κατ' αυτόν ο «leader» πρέπει εκτός από τα ανωτέρω να έχει συνεχώς κατά νου τις δραστηριότητες (critical και μη), οι οποίες δεν είναι δυνατόν να εκτελεσθούν, εάν προηγουμένως δεν έχει εκτελεσθεί μία άλλη ή άλλες δραστηριότητες. Η σύνταξη του δικτύου πρέπει να γίνει κατά τρόπο που να καλύπτει την οργανωτική λύση και τους περιορισμούς του συστήματος.
- Συμπλήρωση του CPM διαγράμματος με τον προβλεπόμενο χρόνο πραγματοποιήσεως κάθε δραστηριότητος, σε ανθρωπο-ημέρες, βάσει των προβλεπομένων ανθρωπο-ωρών και του αριθμού τών Αναλυτών-Προγραμματιστών της ομάδος. Η χρονική αυτή κλιμάκωση βασίζεται στις υποθέσεις ότι το δίκτυο αρχίζει εις τον χρόνο μηδέν, ότι κάθε δραστηριότης συνεχίζεται μέχρι της πραγματοποιήσεώς της χωρίς διακοπές και ότι ουδεμία δραστηριότης είναι δυνατόν να αρχίσει, εάν προηγουμένως δεν έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι προηγούμενές της.
- Χάραξη του «Critical Path» εντός του όλου διαγράμματος (Network) δια του προσδιορισμού των δραστηριοτήτων (critical

activities) εκείνων, των οποίων η διάρκεια εκτελέσεως αποτελεί το «maximum» του (προβλεπομένου) χρόνου για την πραγματοποίηση του συστήματος.

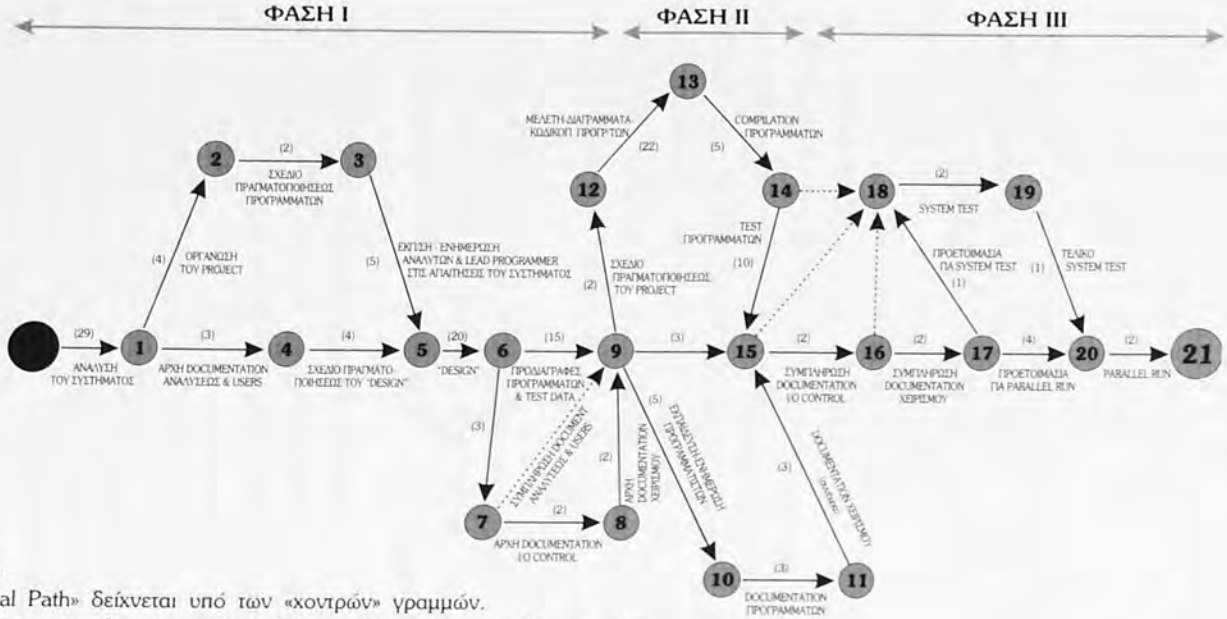
Αμέσως μετά τον σχεδιασμό του δικτύου παρατηρείται ότι υπάρχουν πολλές οδεύσεις[10] (paths), οι οποίες οδηγούν στην ολοκλήρωση του έργου.

Η κρίσιμη (critical) και προτιμητέα είναι εκείνη, η οποία απαιτεί τον μεγαλύτερο χρόνο (longest path). Εάν ο χρόνος αυτός είναι εντός των επιθυμητών ορίων, τότε προσδιορίζεται «ημερολογιακώς» η ανάπτυξη του έργου, άλλως το όλο δίκτυο σχεδιάζεται από την αρχή, αφού προηγουμένως μελετηθεί ποιές από τις δραστηριότητες είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν σε μικρότερο χρόνο από εκείνον που είχε ορισθεί προηγουμένως.

Ο Σχεδιασμός του δικτύου CPM γίνεται από τον υπεύθυνο της ομάδος (project leader). Ορισμένα όμως σημεία του δικτύου για τον σχεδιασμό τους απαιτούν την σχετική συνεργασία του υπευθύνου με τα μέλη της ομάδος, ως επί παραδείγματι στην περίπτωση των εργασιών του έργου, οι οποίες είναι δυνατόν να εκτελεσθούν παράλληλα.

Στο σχήμα 2 προτείνεται υπόδειγμα δικτύου CPM για την πραγματοποίηση ενός συστήματος, το οποίον αναφέρεται στο αυτό παράδειγμα (project) του Υποδείγματος Χρονοδιαγράμματος του σχήματος 1.

Η Ενημέρωση[11] του δικτύου πραγματοποιείται με μέριμνα του υπευθύνου και οσάκις αυτός το κρίνει αναγκαίο. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες για μία δραστηριότητα έχει αναλωθεί (για την εκτέλεσή της) περισσότερος χρόνος (από αυτόν που έχει προβλεφθεί) ο υπεύθυνος προσπαθεί να μην υπερβεί την τελική ημερομηνία εκτελέσεως του έργου (ή της φάσεως) με την αφαίρεση (εάν είναι δυνατόν) από μία ή περισσότερες δραστηριότητες ορισμένων αντικειμένων και την προσθήκη αυτών σε άλλη ή άλλες δραστηριότητες ή με την αίτηση προς την Υπηρεσία γι' αύξηση του αριθμού των Αναλυτών ή Προγραμματιστών της ομάδος.



Σημείωση

Το «Critical Path» δείχνεται υπό των «κοντρών» γραμμών.

Οι εντός των παρενθέσεων αριθμοί δείχνουν διάρκεια σε ανθρωπο-ημέρες.

Διάρκεια: Φάση I = 30 + 4 + 2 + 5 + 20 + 15 = 76

Φάση II = 2 + 22 + 5 + 10 = 39

Φάση III = 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 2 = 10

125 ανθρωπο-ημέρες

Σχ. 2. Υπόδειγμα «Critical Path Network» για την ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος

4. Δίκτυο PERT

4.1. Ανάπτυξη του δικτύου

Η ανάπτυξη του δικτύου PERT (Program Evaluation and Review Technique) πραγματοποιείται σταδιακά. Από τα μέλη της ομάδος (project team) σχεδιάζονται αρχικά δίκτυα είτε για ολόκληρο το έργο είτε (συνήθως) για τμήμα ή τμήματά του. Τα αρχικά αυτά δίκτυα εν συνεχεία συνδέονται ή συσχετίζονται και δίνουν το γενικό και ολοκληρωμένο δίκτυο. Κατά την προσπάθεια αυτή πρέπει να εντοπισθούν και επιλυθούν οι τυχόν υφιστάμενες διαφορές μεταξύ του τέλους (output) ενός τμήματος δικτύου και της αρχής (input) ενός άλλου. Κατόπιν το γενικό (τελικό) δίκτυο μελετάται από τον υπεύθυνο (project leader) και τα μέλη της ομάδος για την «λογικότητά» του.

Στο δίκτυο θα εμφανίζεται το σχέδιο (πρόγραμμα) και ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάπτυξη του συστήματος· επίσης θα εμφανίζεται το «critical path» (longest path), καθώς και οι άλλες διαδρομές (paths), οι οποίες δυνατόν να επηρεάζουν τον (τελικό) χρόνο πραγματοποιήσεως του συστήματος.

Η φύση της μεθόδου PERT είναι τέτοια, ώστε όσο μεγαλύτερο και περισσότερο πολύπλοκο είναι το έργο τόσο περισσότερα να είναι τα οφέλη από την χρησιμοποίησή της.

Εάν κατά τον σχεδιασμό του προγράμματος (δικτύου) εφαρμόζεται «σχέδιο», το οποίο προϋπάρχει τότε η μέθοδος απλώς είναι ένα μέσον εκθέσεως (αναφοράς) των δραστηριοτήτων του έργου. Εάν όμως κατά τον σχεδιασμό του δικτύου δεν προϋπάρχει οιοδήποτε σχετικό πρόγραμμα (σχέδιο), τότε η μέθοδος PERT αποτελεί πλέον και μέσον αναφοράς, αλλά συγχρόνως και μέσον προγραμματισμού[12].

Κατά την ανάπτυξη του δικτύου, για κάθε δραστηριότητα θα πρέπει να μελετώνται ιδιαιτέρως:

- ο ενωρίτερος χρόνος ενάρξεως (earliest starting time),
- ο ενωρίτερος χρόνος περατώσεως (earliest finishing time),
- ο βραδύτερος (δυνατός) χρόνος ενάρξεως (latest starting time) άνευ ανάγκης για αναθεώρηση του διαγράμματος,
- ο βραδύτερος χρόνος περατώσεως (latest finishing time), και
- ο μέγιστος διαθέσιμος χρόνος για την πραγματοποίηση της δραστηριότητος, ο οποίος προκύπτει με την αφαίρεση του ενω-

ρίτερου χρόνου ενάρξεως της δραστηριότητος, ο οποίος προκύπτει με την αφαίρεση του ενωρίτερου χρόνου ενάρξεως της δραστηριότητος από τον βραδύτερο χρόνο περατώσεώς της.

Ο σχεδιασμός του διαγράμματος PERT ομοιάζει με τον σχεδιασμό του διαγράμματος CPM. Όπως ανεφέρθη όμως στο κεφ. 3.1 η PERT ασχολείται με καταστάσεις, οι οποίες δεν έχουν εκ των προτέρων μετρηθεί ή προβλεφθεί. Λόγω αυτής της αβεβαιότητος[13] απαιτούνται τρεις εκτιμήσεις του χρόνου για την πραγματοποίηση κάθε δραστηριότητος:

- Του μικροτέρου δυνατού χρόνου (αισιόδοξη εκτίμηση, «optimistic time») ο οποίος δυνατόν να επιτευχθεί, εάν η δραστηριότης πραγματοποιηθεί υπό ιδεατές συνθήκες.
- Του περισσότερον πιθανού χρόνου (most likely time), ο οποίος συνήθως προκύπτει από την σχετική πείρα και βασίζεται επί της υποθέσεως ότι η δραστηριότης θα πραγματοποιηθεί υπό κανονικές συνθήκες.
- Του μεγαλυτέρου χρόνου (απαισιόδοξη εκτίμηση, «pesimistic time»), ο οποίος θα απαιτηθεί εάν η δραστηριότης πραγματοποιηθεί υπό τις χειρότερες συνθήκες.

Βάσει αυτών των τριών εκτιμήσεων για κάθε δραστηριότητα, θα προσδιορισθούν αντιστοίχως τρεις εκτιμήσεις για την ανάπτυξη ολοκλήρου του συστήματος (EDP Project). Βασικό στοιχείο γι' αυτό είναι η γνώση του αντικειμένου του προς ανάπτυξη συστήματος.

Στη συνέχεια ο υπεύθυνος της ομάδος (project leader) σε συνεργασία με τους Αναλυτές-Προγραμματιστές της ομάδος και τα στελέχη της ενδιαφερομένης για το σύστημα Υπηρεσίας (user department) θα μελετήσει τις τρεις τελικές (ολικές) εκτιμήσεις και θα αποφασίσει για τον εκ νέου σχεδιασμό του δικτύου ή για την ανακατανομή των Αναλυτών-Προγραμματιστών στις φάσεις αναπτύξεως του συστήματος ή τέλος για τον εκ νέου καθορισμό των σχετικών προτεραιοτήτων.

4.2. Υπολογισμοί του δικτύου

Η σπουδαιότης της μεθόδου PERT έγκειται στη χρήση της ως πληροφοριακού μέσου της διοικήσεως, την οποία ενημερώνει για την χρονική εξέλιξη της πραγματοποιήσεως ενός έργου

και μάλιστα κατά την έννοια του «πότε» το σύστημα (project) εξελίσσεται κανονικώς ή «πότε» ευρίσκεται προ ή μετά την αντίστοιχη χρονική πρόβλεψη.

Αυτό είναι δυνατόν με τον προσδιορισμό του «χρονικού περιθωρίου» (slack time)[14] το οποίο δίνει τον χρόνο της «δυνατής» καθυστερήσεως κατά την πραγματοποίηση ορισμένων δραστηριοτήτων, χωρίς καθυστέρηση του όλου συστήματος (project). Δίδεται δε ως διαφορά μεταξύ του βραδυτέρου αναμενομένου χρόνου (latest expected time) και του ενωριτέρου αναμενομένου χρόνου (earliest expected time) για κάθε δραστηριότητα.

Τα γεγονότα στα οποία η διαφορά[15] αυτή είναι μηδέν καλούνται «κρίσιμα γεγονότα» (critical events), καθόσον οιαδήποτε καθυστέρηση στην πραγματοποίησή τους θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αναμενομένου πιθανού χρόνου πραγματοποιήσεως ολόκληρου του συστήματος.

Ο προσδιορισμός του χρονικού περιθωρίου καθιστά δυνατόν τον προσδιορισμό της κρισιμότητος κάθε δραστηριότητος. Με την ομαδοποίηση[16] των δραστηριοτήτων σε συνάρτηση με το χρονικό περιθώριο, προκύπτουν διάφορες διαδρομές («paths») διαφόρου κρισιμότητος και δυνατόν να υφίστανται δύο ή περισσότερες διαδρομές της αυτής κρισιμότητος.

Το χρονικό περιθώριο δυνατόν να είναι θετικός ή αρνητικός αριθμός ή μηδέν[17]. Όταν είναι μηδέν υποδηλοί κατάσταση σύμφωνη προς τις προβλέψεις όταν είναι αρνητικός αριθμός, εξέλιξη βραδύτερη της σχεδιάσεως (προβλέψεως) και όταν είναι θετικός αριθμός, εξέλιξη ταχύτερη της σχεδιάσεως.

Για τον υπολογισμό του χρονικού περιθωρίου απαιτείται εκτός του καθορισμού του βραδυτέρου και ενωριτέρου αναμενομένου χρόνου και ο υπολογισμός του «μέσου»[18] (μέσου χρόνου, «mean time») και της «αποκλίσεως» για κάθε δραστηριότητα.

Ο μέσος και η απόκλιση του χρόνου πραγματοποιήσεως μιας δραστηριότητος «προέρχονται» από τις τρεις εκτιμήσεις του χρόνου για την πραγματοποίησή της[19].

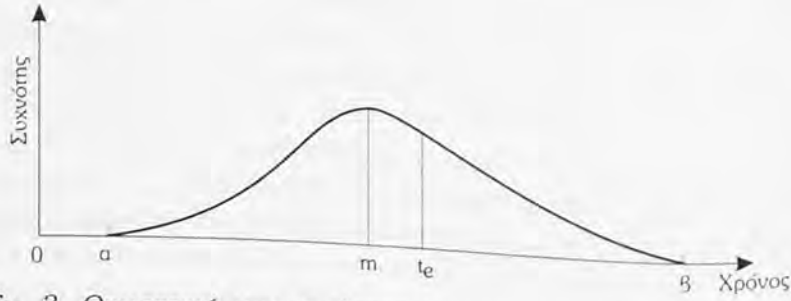
Με την «χρήση» τριών εκτιμήσεων και όχι μιας, ο χρόνος πραγματοποιήσεως του συστήματος εκφράζεται κατά την έννοια πιθανότητος μάλλον και όχι βεβαιότητος. Η πιθανότης δε, ως γνωστόν μπορεί να εκφρασθεί από μια κατανομή πιθανότητος.

Στην προκειμένη περίπτωση και δεδομένου ότι η συντόμευση του χρόνου μιας ενέργειας δεν είναι δυνατή πέραν ενός σημείου, ενώ η επιβράδυνσή του είναι δυνατόν να λάβει οιαδήποτε έκταση, η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη κατανομή πιθανότητος είναι η «Βήτα Κατανομή» (Beta Distribution)[20] των παραμέτρων της οποίας μία κατά προσέγγιση εκτίμηση δίδεται υπό των ακολούθων τύπων:[21]

$$t_c = \frac{a+4m+b}{6}$$

$$\sigma_{te} = \frac{\beta - a}{6}$$

όπου t_c = ο μέσος (προσδοκωμένη τιμή κατανομής)
σ_{tc} = η απόκλιση
και a = η αισιόδοξη εκτίμηση του χρόνου πραγματοποιήσεως της δραστηριότητος (optimistic time).
β = η απαισιόδοξη εκτίμηση (pessimistic time), και
m = η πλέον πιθανή εκτίμηση (most likely time).
Διαγραμματικά τα ανωτέρω μεγέθη εμφανίζονται στο σχήμα 3.



Σχ. 3. Θεωρητική κατανομή συχνότητος χρόνων αναπτύξεως του Συστήματος

Περαιτέρω για την μαθηματική διατύπωση των υπολογισμών θεωρείται, ως χρόνος πραγματοποιήσεως μιας δραστηριότητος ο αναφερόμενος γι' αυτήν χρόνος. Στη συνέχεια ευρίσκεται ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος (earliest expected time) κάθε γεγονότος (tj). Αυτός δίδεται από την μακρότερη διαδρομή (path) από το αρχικό γεγονός του δικτύου έως το γεγονός j. Δεχό-

μενοι δε ότι ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος για το αρχικό γεγονός είναι μηδέν, τότε για τα υπόλοιπα γεγονότα δίδεται από την σχέση:[22]

$$t_j = \text{Max}\ (t_i + \Delta_{ij})$$

διά $t_1 = 0$ και $2 \leq j \leq v$,

όπου v = το τελευταίο γεγονός του «project»,
και όπου το j λαμβάνει τις τιμές όλων των προηγουμένων γεγονότων, για τα οποία υπάρχουν Δραστηριότητες (i, j).

Ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος για το τελικό γεγονός του δικτύου δίδει τον ελάχιστο δυνατό χρόνο πραγματοποιήσεως ολοκλήρου του συστήματος.

Κατόπιν υπολογίζεται ο βραδύτερος αναμενόμενος χρόνος (latest expected time) (τ_j) κατά τον οποίο πρέπει να πραγματοποιηθεί το γεγονός j, ούτως ώστε να μη σημειωθεί ουδεμία καθυστέρηση στην ολοκλήρωση του συστήματος (project). Δίδεται από την μακρότερη όδευση (path) μεταξύ του γεγονότος j και του τελικού γεγονότος του δικτύου και, εάν δεν είναι καθορισμένος εκ των προτέρων, θεωρείται ίσος προς τον ενωρίτερον αναμενόμενον χρόνον ($\tau_v = t_v$) και για τα υπόλοιπα γεγονότα δίδεται από την σχέση:

$$\tau_j = \min(\tau_\lambda - \Delta_{j\lambda})$$

δια $j < \lambda$ και $1 \leq j \leq v-1$,

όπου v = το τελευταίο γεγονός του έργου, και όπου το j λαμβάνει τις τιμές όλων των επομένων γεγονότων για τα οποία υπάρχουν δραστηριότητες (i, j).

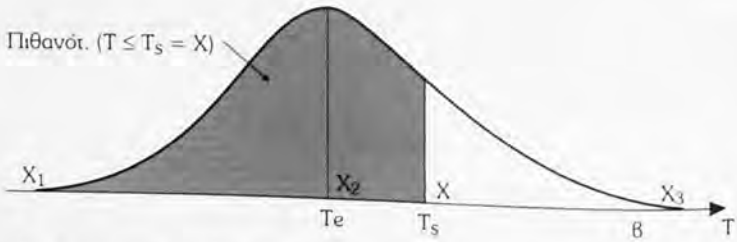
4.3. Πιθανότης ενάρξεως του Συστήματος στην προβλεπομένη ημερομηνία

Σχεδόν πάντοτε παρουσιάζονται αποκλίσεις μεταξύ της σχεδιάσεως (προβλέψεως, προγραμματισμού) και της πραγματοποιήσεως ενός γεγονότος. Η συμβολή της PERT στον καθορισμό αυτής της αποκλίσεως είναι σημαντική. Κατά την PERT οι υπολογισμοί έχουν πραγματοποιηθεί βάσει των προσδοκωμένων τιμών· λογικό επομένως είναι να υπολογισθούν και οι πιθανότη-

τες πραγματοποιήσεώς τους. Απαιτείται επομένως η εύρεση της πιθανότητος[23] πραγματοποιήσεως κάθε γεγονότος σε σχέση προς το πρόγραμμα και βάσει της αποκλίσεως του προγραμματισθέντος χρόνου και του σφάλματος κατά τον υπολογισμό του.

Έχει παρατηρηθεί ότι στην πράξη έχουν υπάρξει ικανοποιητικά αποτελέσματα από την υιοθέτηση της υποθέσεως ότι ο χρόνος πραγματοποιήσεως ενός γεγονότος ακολουθεί την κανονική κατανομή. Στην υιοθέτηση της κανονικής κατανομής γίνεται δεκτό ότι οι χρόνοι (α, m, β) πραγματοποιήσεως κάθε δραστηριότητος είναι τυχαίες μεταβλητές και ότι διέπονται από το κεντρικό οριακό θεώρημα (central limit theorem)[24]. Έτσι μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της πιθανότητος πραγματοποιήσεως μιας φάσης ολοκλήρου του συστήματος (project) σε μια προγραμματισθείσα ημερομηνία x.

Στο διάγραμμα (σχήμα 4) η σκιαγραφημένη περιοχή δίνει την πιθανότητα, όπως ο χρόνος T, ο οποίος πραγματικά θα απαιτηθεί (actual time) είναι ίσος προς τον προγραμματισθέντα χρόνο x.



Σχ. 4. Εκτίμηση πιθανότητος αναπτύξεως του Συστήματος στον προγραμματισθέντα χρόνο.

Η πιθανότης αυτή υπολογίζεται εύκολα[25] από τους σχετικούς πίνακες των περιοχών της κανονικής καμπύλης και βάσει του τύπου:

$$Z=\frac{T_S-T_E}{\sigma_{T_E}}$$

στον οποίο T_s είναι ο προγραμματισμένος χρόνος (scheduled time),

T_e είναι ο προσδοκώμενος χρόνος (expected time), και

σ_{Te} είναι η απόκλιση (τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των διακυμάνσεων των δραστηριοτήτων οι οποίες εχρησιμοποιήθησαν για να ευρεθεί ο T_e).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι[26], εάν ο χρόνος x ευρίσκεται προ του T_e, το z θα είναι αρνητικό και η ζητουμένη πιθανότης πολύ μικρή σε σχέση προς την προερχομένη από θετικό z.

4.4. *Γενικές προδιαγραφές*[27] *προγράμματος υπολογιστού*

Ένα «τυπικό» πρόγραμμα[28] ηλεκτρονικού υπολογιστού (Computer Program Specifications) για τους υπολογισμούς του δικτύου PERT «προβλέπει» τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Καταχώρηση της σειράς των γεγονότων.
- Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των πιθανοτήτων για την «έγκαιρη» πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων.
- Συνδυασμός (Συσχέτιση) του δικτύου και των χρονολογικών στοιχείων για τον προσδιορισμό τυχόν αποκλίσεων.
- Εμφάνιση των «περιοχών» στις οποίες δεν υπάρχει χρονικό περιθώριο.
- Σύγκριση των «τρεχουσών» προβλέψεων προς τις σχεδιασθείσες και υπολογισμός της πιθανότητος «επιτεύξεως» των προγραμματισθεισών ημερομηνιών.
- Ταχύς υπολογισμός των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή εναλλακτικών λύσεων.
- Παροχή, σε κάθε ζήτηση και περιοδικώς, συνοπτικών αναφορών[29] της προόδου των εργασιών.

Υποσημειώσεις

1. Μπορεί να λεχθεί ότι η εποπτεία αρχίζει με τον προγραμματισμό, επομένως ο υπεύθυνος του έργου (project leader) θα πρέπει να:
   - μάθει τους στόχους της επιχειρήσεως σχετικά με το συγκεκριμένο πληροφοριακό σύστημα,
   - θέτει ρεαλιστικούς στόχους στον εαυτό του (στόχος = τι, προγραμματισμός = πώς),
   - εξετάζει τις δραστηριότητές του,
   - θέτει προτεραιότητες,
   - σχεδιάζει ένα πρόγραμμα.

2. Βλ. Burch-Strater, Information Systems, p. 50 «Upon analyzing the planning activity further five tasks which the planner must perform can be identified:
   1. Establish goals and/or objective(s).
   2. Identify the events and activities which must be performed to achieve the objective(s).
   3. Describe the resources and/or talents required to perform each activity.
   4. Define the duration of each activity identified.
   5. Determine in what sequence, if any, the identified activities must be performed».
3. Σε ένα μηχανογραφικό έργο (EDP Project) υπάρχει μεγάλο ποσοστό κινδύνου· ο κίνδυνος προέρχεται από το περιβάλλον του έργου (που μπορεί να αλλάξει κατά την διάρκεια της εκτελέσεως του έργου) και από τα μέσα για την ανάπτυξη του έργου, που ενδέχεται να είναι ανεπαρκή.
4. Πρβλ. Dick Brandon and Max Gray, Project Control Standards, Krieger Publishing, Inc., p. 108. Επίσης D. Lock, Project Managenet, Gower Press Ltd, Sec. edition, 1969, p. 51.
5. Πρβλ. «Επιχειρησιακή Έρευνα», τεύχος 33ον, σελ. 11 επ.
6. Βλ. εκτεν. Wallace Clark, Μεταφρ. Θ. Χαριτάκη, Το Διάγραμμα Cantt: Πρακτικόν Μέσον Διοικήσεως και Οργανώσεως, Έκδ. Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος.
7. Βλ. «United Kingdom Atomic Energy Authority Research Group». A Manual for Computer Analysis of Projects, Oxford University Press, p. 10 «Much of the value of critical path techniques is realized before any numerical computation is done». Επίσης L. Orilia, N. Stern and R. Stern, Business Data Processing Systems, John Wiley & Sons, Inc., 1972, p. 87 «PERT chart is similar in construction to the CPM chart. However, essentially three time estimates are associated with activity...».
8. J. Moder, C. Phillips and E.W. Davis, Project Management with CPM and PERT, Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company, p. 18 «Critical path methods are useful in training new project managers, and in the indoctrination of other personnel that may be connected with a project from time to time».
9. United Kingdom Atomic Energy Authority Research Group, ως ανωτ., σελ. 10 «Among the numerous possible routes throuth the network that are constructed from a chain of dependent activities, there will be one sequence (or more) of activities whose duration times is a maximum. This is called the critical path. It is critical because delays to any activity on this path will add the total project time».
10. H. Baltz and R. Baltz, Fundamentals of Business Analysis, Prentice Hall, Inc. p. 160 «A path may be defined as the chain of sequential events and activities required to move from the starting point of a project to

its completion. Work may be carried out along any one path or concurrently along several. The various paths represent a network; the longest is the critical path».

11. Βλ. L. Orilia, N. Stern and R. Stern, Business Data Processing Systems, John Wiley & Sons, Inc., p. 86 «The process of updating a CPM chart involves the following:
   - Observe which activities have been completed since the last time that the chart was updated. This can be accomplished by time that the chart was updated. This be accomplished by crosshatching the circle at the end of the activity.
   - Reevaluate the times required to each activity currently in progress. Previous times should be crossed out, not erased, and the new times should be added to the chart.
   - Reevaluate the estimated times for activities not yet started, and correct, them as required.
   - Add or delete activities from the chart if there has been a change in the approach to achieving the particular goal».
12. Πρβλ. Jagjit Sigh, Great Ideas of Operations Research, Dover Publications, Inc., p. 88 «Since the more complex the task the more numerous its composite activities, the requisite watch is virtually impossible without some technique or tool enabling the manager to represent the components graphically in order to give him a total view of the situation from start to finish. Such a graphic representation of the composition activities of an operation is given by the recent innovation called Network Analysis or PERT...».
13. Βλ. Dick Brandon - Max Gray, ως ανωτ., σελ. 110. Επίσης Handbook of Business Administration, H.M. Maynard, Editor-in-chief McGraw-Hill Book Company, κεφ. 17, σελ. 88.
14. Βλ. Chaiho Kim., Quantitative Analysis for Managerial Decisions, Addison - Wesley Publishing Company, p. 230. Επίσης R. Miller, PERT, CPM and Other Networks Techniques, εκ του Handbook of Business Administration, H.B. Maynard editor-in-chief, Mc Graw-Hill Book Company, p. 17-92.
15. Ι. Παπαγεωργίου, Εισαγωγή εις την Επιχειρησιακήν Έρευναν, Δ΄ Έκδ. Παπαζήση, σελ. 186 «Η διαφορά (T_i-t_j) μεταξύ του αργότερου και του ενωρίτερου προσδοκωμένου χρόνου είναι ο «χρόνος-περιθώριον» (slac time)». Επίσης IBM, Data Processing Application, PERT...a dynamic project planning & control method, Form GE20-8067-1, p. 12 «Slack is the difference between the expected time (TE) and the latest allowable comletion time (T_L) for each event. It is the amount of time an event can be deayed without affecting the schedule, and, indicates to the manager those areas where manpower and/or funds can be shifted to a more critical area of the network if necessary».

16. Βλ. Γ. Τσιροπούλου, ως ανωτ., σελ. 20.
17. Πρβλ. IBM, Data Processing Application, FORM GE20-8067-1 p. 17 «Criticalness is measured in times of negative, zero or positive stack. Positive slack indicates an ahead-of-schedule condition, while negative slacl indicates a behind-schedule condition, and zero slack indicates an on-schedule condition with a probability of 5. Negative slack occurs when the total activity mean time along a path is greater than the time available to meet program requirement».
18. Βλ. IBM, Data Processing Application, Form GE20-8067-1, p. 17 «The expected value is a statistical term that corresponds to «average» or «mean» in common parlance. The variance is a term that is descriptive of the uncertainty associated with process. If the variance is large (e.g., when optimistic and pessimistic estimates are far apart), there is great uncertainty as to the time at which the activity will be completed. If the variance is small the uncertainty is relatively small».
19. Βλ. κεφ. 3.1.
20. Πρβλ. Ι. Παπαγεωργίου, ως ανωτ., σελ. 179.
21. Βλ. εκτεν. Α.Ν. Σταθοπούλου, Δυναμικότης των Επιχειρήσεων, έκδ. ΤΙΜΟ, Αθήναι, σελ. 74 επ. Επίσης IBM, Data Processing Applications, Form GE20-8067-1, p. 14, και D. Lock, Project Management, Gower Press Ltd, Sec. edition, p. 62.
22. Βλ. εκτεν. J. Moder-C. Phillips, ως ανωτ., σελ. 135 επ.
23. Πρβλ. IBM, Data Processing Application, Form GE20-8067-1, p. 19. Επίσης Ι. Παπαγεωργίου, ως ανωτ., σελ. 186.
24. Εάν τυχαία μεταβλητή ψ είναι άθροισμα ν ανεξάρτητων μεταβλητών x_1, x_2..., x_ν, οι οποίες ακολουθούν οιανδήποτε συνάρτηση πιθανότητος, τότε η κατανομή της ψ προσεγγίζει προς την κανονική κατανομή με

$$\mu_\psi = \sum_{i=1}^{\nu} \mu_{x_i} \qquad \text{και} \qquad \sigma^2_\psi = \sum_{i=1}^{\nu} \sigma^2_{x_i}$$

όσο το ν μεγιστοποιείται. Επίσης πρβλ. R.W. Miller, PERT, CPM, and Other Network Techniques, εκ του Handbook of Business Administration, Mc Graw-Hill Book Company, σελ. 17-94 «The statistical argument for this calculation is as follows. Though the distribution of possible completion times for each activity on the critical path may vary (that is, can be skewed from left to right), the distribution of possible completion times around TE for the termination event approximates the normal, or bell-shaped, distribution. This assumption follows the central limit theorem, when there are a large number of activities on the critical path (for example, more than ten), their individual distributions are random».
25. Πρβλ. D. G. Boulanger, PERT... a case study applications with analysis, εκ του W. Greenwood «Decision Theory and Information Systems: An Introduction to Management Decision Making», South-Western Publishing

Company, Cincinnati, Ohio, p. 786. «Probality of events are computed as follows:

(1) Solve for each event which has a schedule time (in our example, the objective event):

$$\frac{T_s - T_E}{\sigma\varepsilon\sigma^{2*}} = \frac{47.0 - 49.5}{\sqrt{18.31}} = \frac{-2.5}{4.279} = -.584$$

(2) Refer answer to area under the normal curve table and compute probability P_R. The value -.584 refers to -.584 standard deviations from the mean under an ormal curve. Referring to a normal curve table, we find its corresponding percent of area under the normal curve to be about- .21904. Thinking of area under the normal curve and probability as synonymous, we subtract -.21904 from 50000 (the mean of a normal curve) to derive a probability of .28906 or 28 percent».

26. Βλ. J. Moder, C. Phillips and EW. Davis, ως ανωτ., σελ. 290. «In order for this table to apply to any normal curve, it is based on the deviation of the scheduled date in question, T_s, from the mean of the distributiion, E_6 in units of standard deviations, $(V_T)^{1/2}$. Calling this value Z, one obtains

$$Z=(T_s-E_6)/(V_T)^{1/2}, \qquad Z=(14-12)/1.654=1.21$$

A value of Z=1.21 indicates that the scheduled time, T, is 1.21 standard deviations grater than the expected time, E_6=12. Reference to Appendix 11-1B indicates that this value of Z corresponds to a probability of 0.8869, or approximately 0.89. Thus, assuming that «time now» is zero, one may expect this project to end at time 12, and the probability that it will end on or before the scheduled time of 14, without expediting the project, is approximately 0.89. It should be pointed out that if T_s has been two days lss than E_6 instead of being greater, i.e., T_s=12-2= =10, the Z=1.21, and the corresponding probability would be 0.1131. Hence it is essential that correct sign is placed on the Z.

27. Βλ. εκτεν. IBM Data Processing Application, Form GE20-8067-1, p. 10.

28. Πλήρη ανάπτυξη διαγράμματος ροής (block diagram) και αντίστοιχης κωδικοποίησης σε FORTRAN-IV δίδονται στο 7ον κεφ. «Computer Programming of Basic Scheduling Computations» της Β΄ εκδόσεως του συγγράμματος των J. Moder-Phillips, ως ανωτ., σελ. 138 επ.

29. Βλ. P. Sanderson, Computers for Management, Pan Books Ltd, London, 2nd edition p. 122.

«Common outputs from computer programs for network analysis include:

- A list of events in calendar order with earliest and latest starting dates.
- The above list classified by trades or departments.
- Resource allocations by date. The usual resources considered are machines, skilled labour, floor space, storage space, and raw materials.

Sometimes required and available resources for each stage in the project are printed.

- A bar chart for the project.
- Work schedules: special allowance can be made for shift working and overtime.
- Resource allocation list which allots resources so that availability is never exceeded. If sufficient resources are unavailable the program delays the completion date of the project by a minimum amount.
- A graph of actual and planned expenditure.
- A project cost analysis can sometime be producted. One such financial evaluation of a project by computer takes into account investment grants, annual and initial tax allowances, income, working costs, profits tax, the net cash flow, and the discounted cash flow yield which which supplies for purposes of comparison a measure of expected profitability».

Βιβλιογραφία

Baltz, H. and Baltz, R.: *Fundamentals of Business Analysis*, Prentice Hall, 1980.

Brandon, D. and Gray, M.: *Project Control Standards*, Krieger Publishing, 1980.

Kim, C.: *Quantitative Analysis for Managerial Decisions*, Addison – Wesley, 1970.

Lock, D.: *Project Managenet*, Gower Press, 1969.

Miller, R.: *PERT, CPM and Other Networks Techniques*, in Handbook of Business Administration, (eds. H. B. Maynard), McGraw-Hill, 1970.

Moder, J., Phillips, C. and Davis, E.W.: *Project Management with CMP and PERT*, Van Nostrand Reinhold, 1983.

Orilia, L., Stern, N. and Stern R.: *Business Data Processing Systems*, John Wiley & Sons, 1972.

Sanderson, P.: *Computers for Management*, Pan Books, 1969.

Singh, J.: *Great Ideas of Operations Research*, Dover Publications, 1968.

Personalisation of adaptive interactive systems

Maria Virvou

Department of Informatics, University of Piraeus

Abstract

An interactive system has to provide the understanding of the person interacting with the system. For the interaction to be personalised there is a need for further understanding of each user. This may be achieved by user modelling techniques. User modelling may involve recognizing intentions, goals and plans underlying the interaction, diagnostic reasoning as to whether a user may have not meant what s/he typed, evaluating the user's beliefs in a certain domain, recognizing user's preferences and habits etc. There are various applications where user modelling may play an important role. Such applications include Intelligent Tutoring Systems, adaptive user interfaces, intelligent help, information retrieval systems and so on. This paper presents a review of the prevailing methods for constructing user models and drawing inferences from them and of the ways that user modelling is defined and used in various types of applications.

1. Introduction

Personalisation is needed in interactive systems so that a system may adapt dynamically to the needs of users. Adaptivity is a very important feature for the effectiveness and user friendliness of complex software. Adaptivity provides automatic customisation of software to the users' needs based on user modelling techniques.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus
Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1143–1164
Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1143–1164

It may also provide intelligent help, which is more flexible than traditional on-line help. One large research area where adaptivity and user modeling techniques are being applied is educational software.

It has long been recognised that in order to build a good system in which a person and a machine cooperate to perform a task, it is important to take into account some significant characteristics of people; these characteristics are used to build some kind of a user model (Rich, 1983). User models are very useful because they provide an insight to computers about the goals and plans of users, their preferences and habits, their level of knowledge and beliefs and possible misconceptions or unintended actions. If a computer incorporates a user modelling mechanism then it may improve its understanding of the human user beyond superficial utterances that a user may form.

Kass and Finin (1989) define the user model as the knowledge source of a system that contains hypotheses concerning the user that may be important in terms of the interactive behaviour of the system. The area of user modelling relates to three broad categories of problem:

1. How information about the user may be acquired.
2. What sort of information may be acquired.
3. How the information acquired may be used to improve the system's performance.

Information about the user may be acquired explicitly or may be inferred or both. Usually there is a mechanism that acquires factual knowledge about the user and then an inference mechanism that generates hypotheses about the user based on the factual knowledge acquired.

The kind of information acquired concerning the user may vary considerably depending on the degree of detail of the user model. For example, the user model may encode information about a broad class of «typical» users or it may encode information about an individual user based on observation of his/her behaviour. The kind of information about the user to be modelled and the way of acquisition of this information may constitute a set of defining characteristics of the user model.

Once constructed, a user model has to be used by the system in order to improve its interactive behaviour. The way that a user model may be used depends on the needs of the application. For example, in an educational application the user model may serve to represent the user's knowledge of the domain taught. Hence, the system may use this information to adapt its teaching strategies to the learner's knowledge level. On the other hand in an information retrieval system the user model may record users' interests in several areas and may be used to help them retrieve the information they are mostly interested in. Depending on the application the term user model may also change slightly its name. For example, we often come across the term «student model» or «agent model». Students are a type of user and users are a type of agent.

The remaining of this document is organised as follows:

In Section 2 we present and discuss a set of defining characteristics of user models. In Section 3 we present the prevailing categories of computer systems where user models may be applied. Depending on the application, the user model may have varying features and may be used differently. In Section 4 we discuss what user models usually do in various applications. In Section 5 we present common methods of constructing user models and discuss their mechanisms for drawing inferences about users. Finally we give a summary and the conclusions drawn from this review.

2. Specifying user models

The term «user model» is broad enough to mean a lot of different things. Webb (1998) argues that every interactive software system utilises a user model, albeit in many cases, an implicit model of the user's objectives and capabilities; rather than such implicit models, research on user modelling has concentrated on explicit models that provide some form of assessment of specific attributes of the user. He concludes that there are three main ways in which the content of such a model might be generated and maintained:

1. It may be specified by an external source, either through pre-session configuration, or by externally specified update;
2. it might be specified by the user; or
3. it might be specified by the software, usually on the basis of observation of the user's performance.

However, much of the research in user modelling has concentrated on the third method by which the software forms the user model.

Clearly, the way that a user model is specified may differentiate one user model from another. Other very important features concern the temporal duration of what the user model represents and whether the user model represents the beliefs of an individual user or a class of users.

User models may be categorised along the following dimensions:

- *Degree of specialisation*: is it a model of an individual user or of a class of users?
- *Modifiability*: a static model does not change once determined, a dynamic model may.
- *Way of acquisition*: is the model explicit, that is explicitly identified by the user or system designer or is it implicit, that is implicitly identified by the system?
- *Participation in acquisition*: is the model passive, in which case the system or system designer implicitly infer the user model, or is it active, in which case the user participates explicitly in the acquisition of the user model?
- *Temporal extent*: is it a short-term or long-term user model?

Each of these dimensions defines two types of user model, which in most cases do not have to be mutually exclusive. Quite on the contrary, it is to the benefit of the accuracy of the user model to have combinations of all types of user model.

For example, the system RESCUER (Virvou, 1998; Virvou, 1999; Virvou & du Boulay, 1999) is an intelligent help system for UNIX users. It monitors users' actions without interrupting them while they work and reasons about their actions. It generates hypotheses about the users' beliefs and possible misconceptions. In case it thinks that a user did not intend to type a command, it generates hypotheses about which command the user might

have meant to type instead of the one typed. The generation of hypotheses about alternative commands is based on a cognitive theory about human reasoning, which is called Human Plausible Reasoning (Collins & Michalski, 1989).

RESCUER constructs an implicit user model because it is only based on the system's observations and inferences and not on explicit information about the user. In addition, the user model is passive because the user is not asked about his/her beliefs but rather the system constructs the model based on observations concerning the user's actions and on interpretation of these observations. The user model is both short term and long term. The short term aspect of the user model concerns the hypotheses that the system generates about the current intentions and possible misconceptions of a user underlying his/her actions. The long term aspect of the user model concerns the user's attributes that the system records permanently (e.g. whether the user makes a lot of typographic errors, whether s/he is careless or careful etc.). Finally, the user model constructed concerns an individual user and not a class of users.

3. Personalised interactive applications

User models may be used in different kinds of applications. One area where user modelling techniques have been used extensively is the area of Intelligent Tutoring Systems (ITS), which deal with educational applications. In fact, by its definition, an ITS presupposes the existence of a user modelling component; in this case the user model is called student model because the user of an ITS is a student.

Other application areas include intelligent help systems and adaptive user interfaces, systems for information filtering, retrieval and extraction and dialogue understanding. Depending on the area of application, the user model may have different features and functions. However, irrespective of the application domains, all of the techniques presented in this document have the potential for broad applicability in a variety of user modelling contexts.

Intelligent Tutoring Systems (ITS) are educational programs

that are based on artificial intelligence techniques. ITSs aim at producing individualized training courses that adapt their teaching strategies and exercises to the particular needs of each student. Very often they provide advice on students' misconceptions and erroneous answers to exercises. This means that they incorporate diagnostic reasoning mechanisms that analyse students' answers and compare them to the correct ones. As Self (1999) points out, ITS research is the only part of the general information technology and education that has as its scientific goal to make computationally precise and explicit forms of educational, psychological and social knowledge, which are often left implicit. Since ITSs are based on artificial intelligence, they are investigating formalized models of salient aspects pertaining to learning and instruction, allowing reasoning and derivation of new facts, thereby giving the models in use a dynamic flavour; the dynamic aspect is the most essential feature distinguishing artificial intelligence from other technologies, e.g. Web-based technologies (JAVA applications), hypermedia, multimedia databases, etc. (Andriessen & Sandberg 1999).

It has been widely agreed that an ITS should consist of four components, namely the domain knowledge, the student modeller, the advisor and the user interface (Hartley & Sleeman 1973; Burton & Brown 1976; Wenger 1987; Self 1999). The domain knowledge consists of a representation of the domain to be taught (e.g. Biology, Chemistry, etc.). The student modeller constructs a model of the student in terms of her/his knowledge level and her/his problem-solving performance. The advisor contains a representation of the teaching strategies of the system. Finally the user interface is responsible for the communication with the student. In many cases, limited natural language user interfaces have been constructed and also interfaces that offer the facilities of multimedia (video, sounds, animations, etc.) to the whole system. However, the student modeller has always been of vital importance to ITSs.

In any large or complex computer system, users will be familiar with a sub-set of the available functionality, demonstrating expertise in some applications and having no experience with others; in

addition, different users will have different needs and levels of understanding. Intelligent Help Systems (IHS) attempt to address these problems by adapting the help that they provide to the individual user who is making the request and by actively suggesting alternative courses of action of which the user may not be aware (Dix et al., 1993).

IHS and ITS have very much in common with respect to their architecture and function. They are both concerned with intelligent communication between a computer and a user, they have the same architecture and they are heavily based on the user modelling component in order to generate advice for users and adapt their performance to them.

A user model in an IHS generally refers to the representation of the user knowledge and/or beliefs about the domain. It is often the case that this model serves to obtain an interpretation of a user's actions by inferring unobservable aspects of his/her behaviour.

Identifying and explaining misconceptions and errors of a user has been a major issue for user modelling components in IHSs. The user model may also generate expectations about the user. As Zukerman and McConachy (1993) point out, expectations about the user's likely inferences may be used to convey information indirectly.

Recently, user modelling is often applied in the area of text filtering, which includes information retrieval and data mining. In information filtering the output is a set of entities (e.g. documents which contain the information that is sought). Data mining is the search for useful information in large collections of data.

Oard (1997) points out that when combined with implicit or explicit feedback from the user about documents examined, text representations provide a basis for construction of profiles which represent user interests. Existing work on implicit feedback shows promise and by capitalising on that promise it may be possible to significantly improve the performance of the collaborative component of an integrated text filtering system.

For example, in Steven's InfoScope system (1992) three sources

of implicit evidence about the user's interest in e-mail messages were observed: whether a message was read or ignored, whether it was saved or deleted and whether it was replied to or not.

User modelling may play an important role to systems that attempt to interact with a user through natural language dialogues. It seems useful to extend the capabilities of these systems in order to cover a greater part of the performance of a human interactant and thus make the system more helpful to the user.

As Foss and Bower (1986) point out, human understanding involves inferring the intentions (i.e. plans and goals) of the characters, speakers or actors. That is, people make assumptions about intentional entities underlying the behaviour of other people (Retz-Schmidt, 1991).

An example of application of user modelling in dialogue understanding is the system built by Eller and Carberry (1992). This system presents a meta-rule approach for hypothesizing the cause of dialogue ill-formedness and describes meta-rules for relaxing the plan inference process and enabling the consideration of alternative hypotheses. The designers claim that their system provides a unified framework for handling both well-formed and ill-formed dialogue, it avoids unnatural interpretations when the dialogue is proceeding smoothly and facilitates a non monotonic plan recognition system. For example, an utterance where a user says that he received his Ph.D. ten years ago may be interpreted in a less precise way than it was originally perceived. The user may have meant that he received his Ph.D. approximately ten years ago, not exactly ten years ago, and the system should be able to relax its interpretation of the user's statement when evidence suggests that the original interpretation may not represent the user's intent.

User modelling in natural language dialogues needs similar approaches as in more conventional interactive user interfaces such as command-languages or Graphical User Interfaces. In both cases, the human interactant has to communicate his/her beliefs, intentions and plans to the computer. As Wenger (1987) points out, no intelligent communication can take place without a certain understanding of the recipient. Still a handicap of

computers is that their communication channel is very restricted (usually a keyboard and a screen) whereas people combine data from a wide variety of sources, like voice effects or facial expressions.

4. Functionality of personalised systems

User models are used to improve various aspects of the human-computer interaction. The actual functions of a user model in a particular system depend heavily upon the kind of application and the extent of detail of the user model. Most current systems focus on some aspects of the functionality of user models rather than addressing them all in a single system. In this section we will describe and discuss some important aspects of the functionality of user models which have been addressed in many systems.

4.1 Diagnostic reasoning

Diagnostic reasoning has been among the most popular and difficult areas of research in user modelling. It is very useful for intelligent tutoring systems, intelligent help systems and in any kind of dialogue understanding where the computer has to find out whether the command issued, the exercise solved or just the information given to it was really meant by the human interactant or whether it contains mistakes. Then if it judges that the piece of data given to it contains mistakes, it has to find out what sort of mistakes are involved.

In general diagnostic reasoning deals with three problems in sequence, concerning the interaction with the user:

1. Is there any problem with the information given to the computer by the user?
2. If there is a problem, what is this problem?
3. How may this problem be explained?

Therefore, in diagnostic reasoning there are many inferences to be made by the computer based on observations of the user's behaviour.

Error diagnosis is an area that has attracted a lot of research

energy and needs diagnostic reasoning. Hoppe (1994) identifies 5 main problems associated with error diagnosis:

1) Check of the correctness or overall quality of the given solution.
2) The exact localisation of potential errors.
3) The correction or optimisation of the given solution.
4) The generalisation of the error conditions.
5) The interpretation of the error at the «knowledge level».

Checking the correctness of a given solution, although being essential for any kind of error diagnosis, is not always trivial particularly in domains where there is a variety of correct solutions. Hollnagel (1991;1993) makes an important distinction between the underlying cause or genotype of an error and the observable manifestation or phenotype of the error; it is often a mistake to mix the classification of observable phenomena with the interpretation of their causes.

In spite of the important progress made by the scientific community, diagnostic reasoning is still a hard task (Davis, 1993). Cerri and Loia (1997) note that diagnostic reasoning is particularly complex since intermediate states may be uncertain: human reasoning is influenced by too many variables. They conclude that finding out «plausible» intermediate states among all possible states requires a definition of plausibility that in turn requires experimental data. Mitrovic et al. (1996) highlight the problem of noise during the formation of the user model. Noise comes from several sources such as:

1) Inconsistent user behaviour, caused by the loss of concentration or tiredness.
2) Ambiguity: there are different explanations of observed incorrect users' actions.
3) Indeterminacy in users' answers caused by limitations of the communication channel.

The problems of diagnostic reasoning have been addressed in many ways in user modelling. We will present and discuss many of them in section 5. However, there are still many open problems that need more research.

An example of an approach to diagnostic reasoning is described

in (Jones et al., 2000). The system performs diagnostic reasoning concerning users' actions by generating hypotheses about possible users' errors. Different hypotheses are held in parallel and their consistency is maintained by an Assumption-based Truth Maintenance System (ATMS). When a hypothesis is contradicted by the subsequent observed user's actions then it is dropped and another hypothesis becomes active as to what the user may have meant.

Another example of diagnostic reasoning is described in RESCUER, where a cognitive theory about human plausible reasoning is used. The theory serves as a model of simulation of the user's thinking which may generate plausible but incorrect guesses that may turn to errors. In this way the application of the theory in the system generates hypotheses about possible users' errors.

4.2 Recognising goals and plans

The intentions of a user, his/her goals and plans are always needed to be known by the user model to some extent. Goal and plan recognition may be useful to all kinds of application of user models. For example, in Intelligent Tutoring Systems when a student solves a mathematical problem the system needs to hypothesize about his/her planning method in order to be able to diagnose possible mistakes. In Intelligent Help Systems, the user model needs to recognise the user's goals underlying his/her actions in order to evaluate his/her method for achieving them through the use of the system. In adaptive systems and information retrieval, again the system needs to recognise the user's intentions in order to be able to adapt its behaviour to fit the user's needs.

Kass (1991) points out that in many cases, a system's only user modelling concern is to discover the user's plan (and corresponding goals) while using the system. This has been the case in some question-answering systems and in some intelligent tutoring systems (e.g. Pollack, 1986; Genesereth, 1982; Sidner, 1983; Anderson et al., 1985; Brown & Burton, 1978; Carberry, 1988).

In many cases recognising plans and goals is also part of the diagnostic reasoning. For example, if the recognised goals are not compatible with the corresponding recognised plan then perhaps a student has made a mistake. In plan recognition there are approaches that allow for diagnosing bugs in plans.

4.3 Evaluating user's knowledge and beliefs

It is often the case that the user model has to evaluate the user's knowledge of the domain and his/her beliefs. For example, in ITSs, the student may not know something from the domain being taught. Similarly, in user interfaces, the user may not know how to achieve his/her goals (e.g. s/he may not know how to delete a file). These cases are different from the cases where a user makes mistakes. Naturally, the lack of knowledge on something may cause errors but it may also just cause frustration to the user.

Many user modelling components try to identify possible gaps of the user's knowledge on something so that the system may take appropriate action. One action that an adaptive user interface may take is to let the user know about the piece of information that s/he lacks.

4.4 Recognising and recording users' preferences and habits

Recognising and recording users' preferences and habits is among the important tasks of a user model that may be used in adaptive systems or text filtering. In such cases, a long term user model is absolutely needed so that preferences and habits may be stored to be used in future sessions as well.

5. Construction methods and inference mechanisms

The functionality of a user model may be achieved through various methods and techniques. One first problem is the acquisition of the user model and then the kind of inferences that cam be made based on the model acquired. Both problems are part of the user modelling task in general.

The most common construction methods include explicit acquisition methods such as user profiles and direct use queries, user classification methods, such as stereotypes, plan libraries and communities, overlay models and buggy models, implicit plan recognition mechanisms, machine learning and cognitive theories. Each of these methods incorporates an inference mechanism that generates further hypotheses about the user. In many cases, systems actually use a combination of more than one method in order to overcome difficulties that may be imposed by the use of a single method.

5.1 Explicit acquisition methods

Explicit user model acquisition methods require action from the system designers or the users themselves. Active, explicit acquisition methods require the user to participate in the acquisition of his/her model. Such methods may include user profiles or direct queries. User profiles are used by software products that are addressed to a wide range of users, such as word processors. Their aim is to provide a customisation of the product to a particular individual.

Similarly, direct queries aim at using the user's answers in order to make further inferences about the user's understanding and/or needs. However, the cases where the acquisition of the user model relies on active and explicit methods suffer from several problems. First, users may not know what they actually need. Second, such user profiles and user answers may only be useful to a long term user model; in case a short term user model has to be constructed, implicit inferences would also be needed in order to follow a user on what s/he is doing during the interaction. Finally, people may not be able to describe themselves accurately.

For these reasons active, explicit acquisition methods do not seem sufficient to deal with complex situations. However, they may provide clarification in cases where they are used in combination with other methods.

5.2 Stereotypes

Stereotypes were introduced to user modelling by Rich (1979; 1989): «A stereotype represents a collection of attributes that often co-occur in people and they enable the system to make a large number of plausible inferences on the basis of a substantially smaller number of observations. These inferences must, however be treated as defaults which can be overridden by specific observations».

Stereotypes have been used for user modelling in many ITSs (e.g. Boyle, 1994; Dimitrova & Self, 1999) and IHSs (e.g. Chin, 1989). However, they are often mixed with other methods for user modelling.

Kay (2000) describes the way a stereotype works as follows: Suppose a stereotype M is part of the user modelling in a system which represents a set of components {cj}, each of which represents some aspect of the user. For example, one component might represent whether the user knows about loops in the programming language, Python. The stereotype has a set of trigger conditions {tMi}, where each tMi is a Boolean expression based upon components of the user model. When any trigger tMi becomes true, the stereotype M becomes active. When a stereotype is active, there are associated inferences that can be made for the particular user that belongs to the stereotype. Finally, there is a set of retraction conditions {rMi}. A stereotype becomes deactivated when any of the retraction conditions rMi becomes true.

Kay (2000) reports that an appealing property of the stereotype is that it should enable a system to get started quickly on its customized interaction with the user. That quick start is often based upon a brief initial interaction with the user or less commonly, a short period observing the user.

However, stereotypes have often been criticized as well. For example, Kass (1991) argues that stereotypes suffer from two problems. First, in order to user them, the set of system users must be divisible into classes; however, such classes may not exist. Second, even if it is possible to identify classes of system users, the system designer must build the stereotypes; this is a process that is both time-consuming and error-prone.

5.3 Overlay models / Theories of bugs

In cases where the user model has to evaluate the user's knowledge the overlay model may be used. The overlay model was invented by Stansfield, Carr and Goldstein (1976) and has been used in many systems ever since. The main assumption underlying the overlay model is that a user (student) may have incomplete but correct knowledge of the domain. Therefore, the user (student) model may be constructed as a subset of the domain knowledge. However, as Rivers points out in (1989), overlay models are inadequate for sophisticated models because they do not take into account the way users make inferences, how they integrate new knowledge with knowledge they already have or how their own representational structures change with learning.

Exact perceptions of users' knowledge are crucial for IHSs and ITSs. Therefore there have been quite a few theories of bugs. These theories are particularly useful for diagnostic reasoning. The theory used in most existing systems is the enumerative bug theory which is also known as the «buggy» model because it was first used in the ITS called BUGGY (Brown & Burton, 1975). The enumerative bug-theory is based on pre-collected catalogues of bugs which are called bug-lists and are stored in the static knowledge of the ITS or IHS. If a student makes a mistake then the bug-list is searched. If the mistake is found then the ITS or IHS has identified it.

Enumerative theories cannot cope with difficult problems. As Clancey points out in (1988) not all students may fit the program's pre-enumerated set of bugs and he adds that a more capable program would attempt to generate a description of bugs from patterns in a particular student's behaviour and a model of how bugs come about. This kind of model is called a generative theory of bugs. Clancey concludes that generative theories make it possible to engineer adaptive programs more efficiently.

Researchers have also been concerned with understanding the origins of bugs so that they may design more appropriate instructional sequences. There should be some causal explanation for every error.

5.4 Plan recognition methods

Plan recognition is traditionally done using one of two broad categories of method: 1) plan libraries, 2) implicit plan recognition methods.

The approach of plan libraries is similar to that of bug libraries. In this approach the system designer has to determine what the range of potential user plans is and to encode each plan in the plan library. Thus, when a user works with the system, his/her actions are matched against the predefined plans so that the user's plan may be identified. In many cases, plan libraries may contain both correct and «buggy» plans for solving a problem.

The main problem with this approach is that the number of possible plans for achieving a goal may be large. Especially, if buggy plans are to be included then the number of possible plans may exceed reasonable limits.

To overcome the problems of the plan libraries approach a lot of systems used methods based on implicit plan recognition. For example, a system for inferring users' plans for boarding or meeting trains constructs its model of the user's plan implicitly from its domain knowledge and the user's query (Allen, 1983; Allen & Perrault, 1980). This system uses a library of actions that people in this situation would perform in boarding or meeting trains (focussing on the information they would need to accomplish their goal) and a set of heuristic inference rules to construct a plan from the individual actions.

5.5 Machine learning

Formation of a user model by observation of the user's actions usually involves a process of induction. The system infers a model of whatever aspects of the user are of interest –such as preferences, objectives, skills and aptitudes– for its observations of the user. Automated induction, such as this, has been extensively studied under the name «machine learning» (Webb, 1998).

Some systems use approaches in which the user model has a predefined structure. The task of the modelling system is to infer appropriate values for the various variables within

the model (Albrecht et al., 1998; Gmytrasiewicz et al., 1998; Balabanovic, 1998).

Other systems explore machine learning techniques that infer both appropriate structure and parameters for a model (e.g. Sisson et al., 1998).

6. Conclusions

In this paper we presented and discussed what a user model is, what applications it is used for, what its functions are and what the prevailing methods for constructing it are. Depending on the application that the user model is used in, its features and construction methods may vary accordingly. In addition, user modelling techniques may not be classified in such a clear-cut way. It is to the benefit of the software systems to mix the approaches taken so far in order to construct feasible and effective user models. This is something needed because each of the methods described has drawbacks as well as advantages. By mixing methods and theories, system designers may achieve to reduce the drawbacks and increase advantages.

In any case, user modelling research is still active as software becomes more complicated and new features of it become wide-spread (e.g. Web-based software, virtual reality applications, speech synthesis and recognition etc.)

References

Albrecht, D.W., Zukerman, I. and Nicholson, A.E. (1998): Bayesian Models for Keyhole Plan Recognition in an Adventure Game. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 5-47.

Allen, J.F. (1983): Recognising Intentions from Natural Language Utterances. In *Computational Models of Discourse*, Brady M. and Berwick RC (eds.), MIT Press, Cambridge, MA, 107-166.

Allen, J.F. and Perrault, C.R. (1980): Analysing Intentions in Utterances. *Artificial Intelligence*, 15, 143-178.

Anderson, J.R., Boyd, C.F., and Yost, G. (1985): The Geometry Tutor. In 9th International Conference on Artificial Intelligence, 1-7.

Andriessen, J. and Sandberg, J. (1999): Where is Education Heading and how about AI?, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 130-150.

Balabanovic, M. (1998): Exploring versus Exploiting when Learning User Models for Text Recommendation. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 71-102.

Boyle, C. (1994): User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOM-TUTOR. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(1), 21-45.

Brown, J.S. and Burton, R.R. (1975): Multiple representation of knowledge for tutorial reasoning. In *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, Bobrow, D. and Collins, A. (Eds.) Academic Press, New York.

Brown, J.S. and Burton, R.R. (1978): Diagnostic Models for Procedural Bugs in Basic Mathematical Skills. *Cognitive Science*, 2, 155-192.

Burton, R.R. and Brown, J.S. (1976): A tutoring and student modeling paradigm for gaming environments, *ACM SIGCSE Bulleting*, 8(1), 236-246.

Carberry, S. (1988): Modeling the User's Plans and Goals. *Computational Linguistics*, 14(3), 23-37.

Cerri, S.A. and Loia, V. (1997): A Concurrent, Distributed Architecture for Diagnostic Reasoning. In *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 7(2), 69-105.

Chin, D.N. (1989): KNOME: Modeling What the User Knows in UC. In *User Models in Dialog Systems*, Kobsa A. and Wahlster W. (eds.), 74-107.

Clancey, W. (1988): The role of qualitative models in instruction. In *Artificial Intelligence and Human Learning*, Self, J. (ed.), Chapman and Hall Computing.

Collins, A. and Michalski R. (1989): The Logic of Plausible Reasoning: A core Theory. *Cognitive Science*, 13, 1-49.

Davis, R. (1993): Retrospective on Diagnostic Reasoning based on Structure and Behaviour. *Artificial Intelligence*, 59, 149-157.

Dimitrova, M. and Self, J. (1999): The interactive maintenance of open learner models. In *Artificial Intelligence in Education*, Lajoie, S. & Vivet, M. (eds.), 405-412.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. and Beale, R. (1993): *Human Computer Interaction*, NY: Prentice Hall.

Eller, R. and Carberry, S. (1992): A Meta-rule Approach to Flexible Plan Recognition in Dialogue. In *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 2(1-2), 27-53.

Foss, C. and Bower, G. (1986): Understanding Actions in Relation to Goals. Advances in Cognitive Science, Sharkey (ed.), Chichester: Ellis Horwood, 1, 94-124.

Genesereth, M.R. (1982): The Role of Plans in Intelligent Teaching Systems. In *Intelligent Tutoring System*, Sleeman, D. and Brown, JS (eds.), Academic Press, New York, 137-156.

Gmytrasiewicz, P.J., Noh, S. and Kellogg, T. (1998): Bayesian Update of Recursive Agent Models. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 49-69.

Hartley, J.R. and Sleeman, D.H. (1973): Towards intelligent teaching systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 5, 215-236.

Hollnagel, E. (1991): The Phenotype of Erroneous Actions: Implications for HCI Design. *Human-Computer Interaction and Complex Systems*, Weir, GRS, Alty, JL (eds.), London Academic Press Ltd.

Hollnagel, E. (1993): The Phenotype of Erroneous Actions. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39, 1-32.

Hoppe, H.U. (1994): Deductive Error Diagnosis and Inductive Error Generalization for Intelligent Tutoring Systems. In *International Journal Of Artificial Intelligence in Education*, 5(1), 27-49.

Jones, J., Millington, M. and Virvou M. (2000): An Assumption-Based Truth Maintenance System in active aid for UNIX users. *Artificial Intelligence Review* (special issue on «Intelligent Help for Operating Systems»). 14(3), 229-252.

Jones, J. and Virvou, M. (1991): User modelling and advice giving in Intelligent Help Systems for UNIX. *Information & Software Technology*, 33, 121-133.

Kass, R. (1991): Building a user model implicitly from a cooperative advisory dialog. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 203-258.

Kass, R. and Finin, T. (1989): The role of User Models in Cooperative Interactive Systems. *International Journal of Intelligent Systems*, 4, 81-112.

Kay, J. (2000): Stereotypes, Student Models and Scrutability. In Gautier G., Frasson, C., VanLehn K. (eds.) Lecture Notes in Computer Science, *Intelligent Tutoring Systems (Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'2000)*, Springer, Berlin, 1839, 19-30.

Mitrovic, A., Djordjevic-Kajan, S. and Stoimenov, L. (1996): INSTRUCT: Modeling students by asking questions. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6(4), 273-302.

Nwana, H.S. (1991): User modelling and user adapted interaction in an Intelligent Tutoring System. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 1-32.

Oard, D.W. (1997): The State of the Art in Text Filtering. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 7(3), 141-178.

Pollack, M.E. (1986): *Inferring Domain Plans in Question-Answering*. PhD thesis, Department of Computer and Information Science, University of Pennsylvania.

Retz-Schmidt, G. (1991): Recognizing Intentions, Interactions and Causes of Plan Failures. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 173-202.

Rich, E. (1979): *User Modelling via Stereotypes*. *Cognitive Science*, 3 (4), 329-354.

Rich, E. (1989): Stereotypes and User Modelling. In *User Models in Dialog Systems*, Kobsa A. and Wahlster W. (eds.)

Rich, E. (1983): Users as Individuals: Individualizing User Models. *International Journal of Man-Machine Studies*, 18, 199-214.

Rivers, R. (1989): Embedded user models – where next? *Interacting with Computers*. 1, 14-30.

Self, J.A. (1988): Student Models: What use are they? In Ercoli, P., Lewis, R. (Eds.): *Artificial Intelligence Tools in Education*, Amsterdam: North-Holland, 73-86.

Self, J. (1999): The Defining Characteristics of Intelligent Tutoring Systems Research: ITSs Care, Precisely. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 350-364.

Sidner, C.L. (1983): What the Speaker Means: The Recognition of Speaker's Plans in Discourse. *Computers and Mathematics with Applications*, 9, 71-82.

Sison, R., Numao, M. and Masamichi, S. (1998): Discovering Error Classes from Discrepancies in Novice Behaviors Via Multistrategy Conceptual Clustering. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 102-129.

Stansfield, J.C., Carr, B. and Goldstein, I.P. (1976): Wumpus advisor I: a first implementation of a program that tutors logical and probabilistic reasoning skills. At Lab Memo 381. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

Stevens, C. (1992): Automating the creation of Information Filters. *Communications of the ACM*, 35(12), 48.

Virvou, M. (1998): RESCUER: intelligent help for plausible user errors. In *Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 98 world conference on Educational Multimedia and Hypermedia and Educational Telecommunications*, 2, 1413-1420.

Virvou, M. (1999): Automatic reasoning and help about human errors in using an operating system. *Interacting with Computers*, 11, 545-573.

Virvou, M. (2000): A domain-independent reasoning mechanism for an ITS authoring tool. In: Bourdeau J., Heller R. (eds.): *Proceedings of ED-MEDIA 2000, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, AACE, Charlottesville VA.

Virvou, M. and Du Boulay, B. (1999): Human Plausible Reasoning for intelligent help. *User Modelling and User Adapted Interaction*, 9, 321-375.

Virvou, M., Jones, J. and Millington, M. (2000c): Virtues and Problems of an Active Help System for UNIX. *Artificial Intelligence Review* (special issue on «Intelligent Help for Operating Systems»), 14(1-2), 23-42.

Virvou, M. and Kabassi, K. (2000a): An Object-Oriented Approach in Knowledge Based Software Engineering of an Intelligent GUI. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* - Proceedings of the Fourth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, JCKBSE 2000, 62, IOS Press, Amsterdam, 285-292.

Virvou, M. and Kabassi, K. (2000b): An Empirical Study Concerning Graphical User Interfaces that Manipulate Files. In: Bourdeau J., Heller R. (eds.): *Proceedings of ED-MEDIA 2000, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, AACE, Charlottesville VA, 1724-1726.

Virvou, M. and Kabassi K. (2000c): An Intelligent Learning Environment for Novice Users of a GUI. *Lecture Notes in Computer Science (Proceedings of The Fifth International Conference on Intelligent Tutoring Systems 2000)*, Springer, Berlin, 1839, 484-493.

Virvou, M. and Maras, D. (1999): Error Diagnosis in an English Tutor. In *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction - HCI International '99*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2, 657-661.

Virvou, M., Maras, D. and Tsiriga, V. (2000a): Student Modelling in an Intelligent Tutoring System for the Passive Voice of English Language. Educational Technology & Society, 3(4), 139-150.

Virvou, M., Maras, D. and Tsiriga V. (2000b): Evaluation of an ITS for the Passive Voice of the English Language Using the CIAO! Framework. In *Proceedings of ED-MEDIA 2000, World Conferences on Educational Multimedia, Hypermedia and Educational Telecommunications*, 1722-1723.

Virvou, M. and Moundridou, M. (2000a): A Web-Based Authoring Tool for Algebra-Related Intelligent Tutoring Systems. *Educational Technology & Society*, 3(2), 61-70.

Virvou, M. and Moundridou, M. (2000b): Modelling the instructor in a Web-based authoring tool for Algebra-related ITSs. In: Gauthier, G., Frasson, C., VanLehn, K. (Eds.): *Lecture Notes in Computer Science - Intelligent Tutoring Systems*, Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS 2000, Springer, Berlin, 1839, 635-644.

Virvou, M. and Moundridou, M. (1999): An authoring tool for Algebra-related domains. In Bullinger, H.-J., Ziegler, J. (Eds.) *Human-Computer Interaction: Communication, Cooperation, and Application Design*. Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction - HCI International '99, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2, 647-651.

Virvou, M. and Stavrianou, A. (1999): User Modelling in a GUI. In *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction - HCI International '99*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1, 262-265.

Virvou, M. and Tsiriga V. (1999): A Role for School Teachers in the Development of an ITS. In *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction - HCI International '99*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2, 691-695.

Virvou, M. and Tsiriga V. (2000): Involving effectively teachers and students in the life cycle of an Intelligent Tutoring System». *Educational Technology & Society*, 3(3), 511-521.

Virvou, M. and Tsiriga V. (2001): An object-oriented software life cycle of an intelligent tutoring system. Journal of Computer Assisted Learning, 17(2).

Webb, G. (1998): Preface to UMUAI Special Issue on Machine Learning for User Modeling. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 1-3.

Wenger, E. (1987): *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*. Morgan Kaufman, Los Altos, CA.

Wu, D. (1991): Active acquisition of user models: Implications for decision-theoretic dialog planning and plan recognition. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 149-172.

Zukerman, I. and McConachy, R. (1993): Generating Concise Discourse that Addresses a User's Inferences. In *Proceedings of IJCAI-93*, Chambery, France, 1202-1207.

Inequalities involving the sequence of the composite numbers

Panayiotis M. Vlamos

Department of Computer Science, Ionian University

Abstract

Let c_n be the n-th composite number, p_n be the n-th prime number and $\pi(x)$ be the number of the prime numbers not exceeding x. The monotonicity of the sequences $(x_n)_{n\geq 1}$ and $(y_n)_{n\geq 1}$ is studied, where $x_n=c_n/p_n$ and $y_n=c_n/n^a$. Moreover, inequalities involving the numbers n, p_n, c_n and $\pi(n)$ are also established.

Mathematics Subject Classification (2000): 11A25

1. Introduction

The following notation is used:

$\pi(x)$ the number of prime numbers $\leq x$,

p_n the n-th prime number,

c_n the n-th composite number,

$\log_2 n=\log(\log n)$.

With regards to the sequence $(c_n)_{n\geq 1}$, several properties are proven in [1], [4] and [6]. We summarize some of these properties here, since they are needed in order to describe the present work.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – University of Piraeus

Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν του Καθηγητού Α. Παναγιωτόπουλου (2006) 1165–1172

Essays in honour of Professor A. Panayotopoulos (2006) 1165–1172

The following statement is proven in [1]:

$$c_n = n\left(1+\frac{1}{\log n}+\frac{2}{\log^2 n}+\frac{4}{\log^3 n}+O\left(\frac{1}{\log^4 n}\right)\right) \tag{1}$$

In [5], one shows that

$$c_{p_n} = p_n + n + \frac{n}{\log n} + O\left(\frac{n\log_2^2 n}{\log^3 n}\right) \tag{2}$$

Also in [4] it is shown that for n large enough we have

$$p_n+n<c_{p_n}<p_n+n+\pi(n) \tag{3}$$

and

$$p_{c_n}>c_{p_n} \tag{4}$$

From the articles [8], [3] and [6], we need the following results:

$$p_n=n\left(\log n+\log_2 n-1+\frac{\log_2 n-2}{\log n}+O\left(\frac{\log_2 n^2}{\log^2 n}\right)\right) \tag{5}$$

$$\liminf_{n\to\infty}\frac{p_{n+1}-p_n}{\log n}\le 0.248 \tag{6}$$

$$\log p_n = \log n + \log_2 n + \frac{\log_2 n - 1}{\log n} + O\left(\frac{\log_2^2 n}{\log^2 n}\right) \tag{7}$$

2. Studying the monotonicity of certain sequences

A sequence $(x_n)_{n\ge1}$ will be called nondecreasing if there exists M such that $x_{n+1}\ge x_n$ for every $n\ge M$. Similarly, a sequence $(x_n)_{n\ge1}$ will be called *nonincreasing* if there exists M such that $x_{n+1}\le x_n$ for every $n\ge M$.

Let us now denote $x_n=c_n/p_n$ and $y_n=c_n/n^a$, where a is a real number. For these sequences, we have:

Theorem 1. *The sequence* $(x_n)_{n\geq 1}$ *is not monotone.*

Proof. Since $p_n \sim n\log n$ and $c_n \sim n$, it follows that $\lim_{n\to\infty} x_n = 0$. Since $x_n > 0$, it then follows that $(x_n)_{n\geq 1}$ cannot be nondecreasing. We are going to show that $(x_n)_{n\geq 1}$ is neither nonincreasing. We have

$$\begin{aligned} x_{n+1} - x_n &= \frac{1}{p_n}\left(c_{n+1} - c_n - \frac{c_n(p_{n+1}-p_n)}{p_n}\right) \\ &\geq \frac{1}{p_{n+1}}\left(1 - \frac{p_{n+1}-p_n}{\log n}\cdot\frac{c_n \log n}{p_n}\right) \end{aligned} \tag{6}$$

Since $c_n \log n / p_n \sim 1$, by taking into account (6) we deduce that $x_{n+1} > x_n$ for infinitely many indices n, so that $(x_n)_{n\geq 1}$ is not nonincreasing.

Theorem 2. *If* $a<1$, *then the sequence* $(y_n)_{n\geq 1}$ is nondecreasing, *for* $a\geq 2$ *it is nonincreasing, while for* $a\in[1,2)$ *the sequence* $(y_n)_{n\geq 1}$ *is not monotone.*

Proof.

Case (i). Assume $a<1$. We have $y_{n+1} - y_n \geq \frac{c_n+1}{(n+1)^a} - \frac{c_n}{n^a}$. The condition $\frac{c_n+1}{(n+1)^a} - \frac{c_n}{n^a} \geq 0$ is equivalent to

$$n\left(\left(1+\frac{1}{n}\right)^a - 1\right) < \frac{n}{c_n} \tag{8}$$

Since $\lim_{n\to\infty} n/c_n = 1$ and $\lim_{n\to\infty} n((1+1/n)^a - 1) = a < 1$, it follows that there exists M_1 such that the inequality (8) holds for $n > M_1$.

Case (ii). Assume $a\geq 2$. We have $y_{n+1} - y_n \leq \frac{c_n+2}{(n+1)^a} - \frac{c_n}{n^a}$. We have succesively

$$\left(1+\frac{1}{n}\right)^a \geq \left(1+\frac{1}{n}\right)^2 > 1+\frac{2}{n} > 1+\frac{2}{c_n}$$

so that $y_{n+1} < y_n$.

Case (iii). Now let $a \in [1,2)$. There exist infinitely many values of n such that $c_{n+1} = c_n + 1$. For each such value we have $y_{n+1} - y_n = \frac{c_n+1}{(n+1)^a} - \frac{c_n}{n^a}$. As in the first case, we deduce that there exists M_2 such that for $n > M_2$

$$n\left(\left(1+\frac{1}{n}\right)^a - 1\right) > \frac{n}{c_n}, \quad \text{that is,} \quad y_{n+1} < y_n.$$

There also exist infinitely many values of n such that $c_{n+1} = c_n + 2$. In each of these cases we have $y_{n+1} - y_n = \frac{c_n+2}{(n+1)^a} - \frac{c_n}{n^a}$. Since $\lim_{n\to\infty} n((1+1/n)^a - 1) = a < 2$, and $\lim_{n\to\infty} 2n/c_n = 2$, it follows that there exists M_3 such that for $n > M_3$ we have $2n/c_n > n((1+1/n)^a - 1)$, i.e., $(c_n+2)/c_n > (1+1/n)^a$, that is $y_{n+1} > y_n$.

It thus follows that the sequence $(y_n)_{n\geq 1}$ is not monotone.

3. Inequalities involving n, p_n, c_n and $\pi(n)$

In view of the inequalities (3) and (4), one is naturally leaded to the problem to compare the numbers p_{c_n} and $p_n + n + \pi(n)$. The result of this study is contained in the following.

Theorem 3. *For n large enough we have that*

$$p_{c_n} > p_n + n + \pi(n) \tag{9}$$

Proof. For n large enough, it follows from (5) that

$$p_{c_n} = c_n\left(\log c_n + \log_2 c_n - 1 + \frac{\log_2 c_n - 2}{\log c_n} + O\left(\frac{\log_2^2 c_n}{\log^2 c_n}\right)\right)$$

$$> c_n\left(\log n + \log_2 n - 1 + \frac{\log_2 n - 2}{\log n} + O\left(\frac{\log_2^2 n}{\log^2 n}\right)\right)$$

From (1) we have that $c_n > n(1+1/\log n+2/\log^2 n+O(1/\log^3 n))$, so far n large enough we deduce

$$p_{c_n} > n\left(\log n+\log_2 n+\frac{2\log_2 n-1}{\log n}+O\left(\frac{\log_2^2 n}{\log^2 n}\right)\right) \tag{10}$$

From (1) and (5) we have

$$p_n + c_n = n\left(\log n + \log_2 n + \frac{\log_2 n - 1}{\log n} + O\left(\frac{\log_2^2 n}{\log^2 n}\right)\right),$$

so that

$$p_{c_n} > p_n + c_n \tag{11}$$

Since $n+1+\pi(c_n)=c_n$ and $\pi(c_n)\geq\pi(n)$, it follows that for n large enough we have

$$p_{c_n} > p_n + n + \pi(n)$$

which concludes the proof.

Since $n/c_n<1$ and $\lim_{n\to\infty}(n/c_n+\pi(n)/n)=1$, it is interesting to compare $n/c_n+\pi(n)/n$ with 1.

Theorem 4. *For n large enough we have*

$$\frac{n}{c_n} + \frac{\pi(n)}{n} > 1 \tag{12}$$

It is useful first to prove the following lemma:

Lemma. *The following relation holds:*

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^2 \cdot \frac{\sqrt[c_n]{p_n} - \sqrt[n]{c_n}}{p_n^2}$$

Proof. From (17) and (18) we have that $\sqrt[c_n]{p_n} = e^{(\log n + \log_2 n + O(1))/n}$ and $\sqrt[n]{c_n} = e^{(\log n + O(1))/n}$. It then follows that

$$\sqrt[c_n]{p_n} - \sqrt[n]{c_n} = \sqrt[n]{c_n}(e^{(\log_2 n + O(1))/n} - 1)$$

Since $\lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{c_n} = 1$ and $\lim_{x\to 0}(e^x - 1)/x = 1$, we deduce that $e^{\log_2 n/n}$-1~$\log_2 n/n$. Now the desired conclusion follows by taking into account that $n^2/p_n^2 \sim 1/\log^2 n$ and that the series $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\log_2 n}{n \log^2 n}$ is convergent.

References

[1] Bojarincev, A.E.: Asymptotic expressions for the *n*th composite number. (Russian) *Ural. Gos. Univ. Mat. Zap.* 6 (1967) tetrad 1, 21-43.

[2] Cipola, M.: La determinatione assintotico dell nimo numero primo. *Rend. Accad. Sci. Fis. Mat. Napoli Ser.* 3 8 (1902), 132-166.

[3] Maier, H.: Small differences between prime numbers. *Michigan Math. J.* 35 (1988), no. 3, 323-344.

[4] Panaitopol, L.: Some properties of the series of composed numbers. *J. Pure Appl. Math.* (2001), no. 2 (electronic version).

[5] Vlamos, P.M.: Inequalities involving the sequence of differences of the prime numbers. *Centre des recherches en mathématiques pures Neuchâtel série* 1, 32 (2001), 32-40.

[6] Vlamos, P.M.: Sequences and series involving the sequence of composite numbers. *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences* 31:1, (2002), 31-36.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ

ΜΕΛΕΤΕΣ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ

Η διόρθωση των δοκιμίων έγινε με την φροντίδα των συγγραφέων.

Επιστημονική Επετηρίδα προς τιμήν
του Καθηγητού Αντωνίου Χ. Παναγιωτόπουλου
τυπώθηκαν τον Ιούνιο 2006
στο τυπογραφείο ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ ΑΒΕΕ
Αρδηττού 12-16, 116 36 Αθήνα
(τηλ.: 210 9217513, 210 9214820 - Fax: 210 9237033)

Essays in honour
of Professor Antonios C. Panayotopoulos
have been printed in June 2006
at EPTALOFOS S.A.
12-16 Ardittou str., 116 36 ATHENS-GREECE
(Tel.: 210 9217513, 210 9214820 - Fax: 210 9237033)