

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική

Πειραιάς, Οκτώβριος 2017

UNIVERSITY OF PIRAEUS
DEPARTMENT OF ECONOMICS



MASTER PROGRAM IN
ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY

INTRODUCTION TO GAME THEORY AND
APPLICATIONS

PRODROMOS KAMPOURIDIS

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts in Economic and Business Strategy

Piraeus, Greece, October 2017

Στην οικογένειά μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Παντελίδη για τη βοήθεια που μου παρείχε καθώς και για την σύμφωνη γνώμη του να εκπονήσω την διπλωματική μου εργασία στο αντικείμενο που με ενδιαφέρει. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την συμφοιτήτρια και συνάδελφο Ειρήνη Στεργίου, για την βοήθεια που μου παρείχε σχετικά με τη δομή αλλά και συγγραφή της παρούσας διπλωματικής.

Εισαγωγή στη Θεωρία Παιγνίων και Εφαρμογές

Σημαντικοί Όροι: Παίγνιο, Στρατηγική και Εκτεταμένη μορφή, Αμιγής και Μικτή στρατηγική, Ισορροπία κατά Nash, Εξελικτικά Παίγνια, Εξελικτικά Σταθερή Στρατηγική (ΕΣΣ).

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια εισαγωγή στη Θεωρία Παιγνίων. Στόχος μας, είναι ο αναγνώστης να πάρει μια γεύση του τι πραγματεύεται αυτή η θεωρία, ποιος ο λόγος ύπαρξής της, καθώς και τις μελλοντικές προοπτικές που έχει σε τομείς όπως η Βιολογία. Όπως γίνεται αντιληπτό, η Θεωρία Παιγνίων καταλαμβάνει μια ευρεία γκάμα πάνω σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους επιστημών. Συνεπώς, θα ήταν αδύνατο να παρουσιαστούν όλες οι εφαρμογές της.

Παρακάτω λοιπόν, θα παρουσιάσουμε την Κλασική Θεωρία Παιγνίων, μαζί με κάποια από τα συχνά παραδείγματα που συναντάμε στην βιβλιογραφία, καθώς θα γίνει και μια σύντομη εισαγωγή για την Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων. Σκοπός της αναφοράς αυτής, είναι να καταλάβει ο αναγνώστης το ευρύ φάσμα της θεωρίας αυτής. Τέλος, θα γίνει μια αναφορά, και μελέτη σε ορισμένες ρεαλιστικές περιπτώσεις παιγνίων, έτσι ώστε να δούμε στην πράξη τα όσα προαναφέρθηκαν.

Introduction to Game Theory and Applications

Keywords: Game, Strategic & Extensive form, Pure & Mixed strategy, Nash Equilibrium, Evolutionary Game Theory, Evolutionarily Stable Strategy (ESS).

Abstract

This master's dissertation constitutes is an introduction to Game Theory. Our goal is, to make the reader comprehend the subject of this theory, the reason for its existence and its future prospects in different fields, such as Biology. It is perceptible, that Game Theory consists of various and different disciplines. Therefore, it would be impossible to present all its practices.

Below, we will introduce classical Game Theory along with some of the common examples that we find in the bibliography as well as a brief introduction to the Elective Game Theory. The purpose of this report is to make the reader understand the wide range of this theory. Finally, there will be an expatiation, and a study into some of realistic gaming cases, so that we can see in practice what has been forementioned.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	ix
Abstract	xi
Περιεχόμενα	xiii
Κατάλογος Πινάκων.....	xvii
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xix
Κατάλογος Εικόνων	xxi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	1
1.3 Ορισμός της Θεωρίας Παιγνίων.....	2
1.4 Χαρακτηριστικά και μορφές παιγνίου	4
1.5 Τύποι παιγνίων	5
1.6 Ανακεφαλαίωση.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ	9
2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Κυρίαρχες και κυριαρχούμενες στρατηγικές	9
2.2.1 Παίγνιο δύο παικτών μηδενικού αθροίσματος και η στρατηγική minimax.....	10
2.2.2 Διακριτά στατικά παίγνια: Εφαρμογές πεπερασμένων παιγνίων δύο παικτών.....	12
2.2.3 Συνεχή στατικά παίγνια: Το επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου.....	20
2.2.4 Το δίλημμα του φυλακισμένου και ανταγωνισμός στηριζόμενος στην τιμή.....	23
2.3 Ανακεφαλαίωση.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΤΑ NASH	25
3.1 Εισαγωγή.....	25
3.2 Τί είναι τελικά η Ισορροπία Nash;	25
3.3 Επίλυση παραδείγματος "Επιλογή Ποιότητας" (Quality Choice) με την Ισορροπία Nash.....	26

3.4 Προσδιορισμός της ισορροπίας κατά Nash, εντοπίζοντας τις κυρίαρχες στρατηγικές και καταργώντας τις κυριαρχούμενες στρατηγικές.	29
3.5 Παίγνια με περισσότερες από μία ισορροπίες κατά Nash.....	30
3.6 Προσδιορισμός όλων των ισορροπιών κατά Nash σε ένα στατικό παίγνιο	31
3.7 Ανακεφαλαίωση.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Η ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ ΚΑΙ Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ	33
4.1 Εισαγωγή.....	33
4.2 Εκτεταμένα παίγνια και η backward induction	33
4.3 Εκτεταμένα παίγνια μη πλήρους πληροφόρησης	36
4.4 Η στρατηγική αξία του περιορισμού των επιλογών κάποιου.....	39
4.5 Στρατηγική συμπεριφορά και θεωρία παιγνίων	40
4.6 Στρατιωτική στρατηγική και στρατιωτικές αποφάσεις των επιχειρήσεων.	41
4.7 Ανακεφαλαίωση.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΜΙΚΤΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ	45
5.1 Εισαγωγή.....	45
5.2 Είδη στρατηγικών: Αμιγείς και Μικτές στρατηγικές	45
5.3 Μικτές στρατηγικές σε παίγνια δύο παικτών μηδενικού αθροίσματος.....	46
5.4 Εφαρμογή της μικτής ισορροπίας στο παίγνιο «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης» (Compliance inspections).....	49
5.5 Ανακεφαλαίωση.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ	55
6.1 Εισαγωγή.....	55
6.2 Το αντικείμενο της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων.....	55
6.3 Το παίγνιο «Γεράκι-Περιστέρι» (Hawk – Dove) και η Εξελικτικά Σταθερή Στρατηγική (ΕΣΣ)	57
6.4 Εφαρμογές της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων στην Βιολογία	61
6.5 Ανακεφαλαίωση.....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	65

7.1 Εισαγωγή.....	65
7.2 Πραγματικές περιπτώσεις	65
7.2.1 Ο πόλεμος τιμών ναύλων αεροπορικών εταιρειών και το δίλημμα του φυλακισμένου ⁷	65
7.2.2 Η στρατηγική marketing των Starbucks και το δίλημμα του φυλακισμένου.....	69
7.2.3 Η στρατηγική τιμολόγησης της Kraft & της Unilever	73
7.2.4 Μελέτη περίπτωσης της Dell Computers και η ισορροπία Nash.....	75
7.2.5 Μελέτη περίπτωσης προσδιορισμού της ισορροπίας κατά Nash ανάμεσα σε Coca-Cola & Pepsi	79
7.2.6 Μελέτη περίπτωσης της μάχης του δορυφορικού ραδιοφώνου στη Βόρεια Αμερική	81
7.2.7 Μελέτη περίπτωσης της «έντασης» μεταξύ Αμερικής και Βόρειας Κορέας.	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
Βιβλιογραφία.....	91

Κατάλογος Πινάκων

2.1 Ο πίνακας ή μήτρα αποτελεσμάτων ενός παιγνίου μηδενικού αθροίσματος.....	10
2.2 Ο Πίνακας 2.1, τροποποιημένος για τις ανάγκες επεξήγησης της στρατηγικής minimax.	11
2.3 Η μήτρα αποτελεσμάτων του παιγνίου του «Διλήμματος του φυλακισμένου».....	12
2.4 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Competition of Gas Stations».....	13
2.5 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Game of privilege».....	14
2.6 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Chicken game».....	15
2.7 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Battle of sexes».....	16
2.8 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Good citizens».....	17
2.9 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Checking tax return».....	18
2.10 Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Waste management».....	19
2.11 Πίνακας που αναπαριστά την μήτρα απόδοσης για ένα τυχαίο παίγνιο τιμολόγησης..	23
3.1 Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα «επιλογής ποιότητας».....	27
3.2 Η μήτρα αποτελεσμάτων στο πρόβλημα «επιλογή ποιότητας», με ρήτρα απαλλαγής..	28
3.3 Η μήτρα αποτελεσμάτων δύο παικτών, επισημαίνοντας τις καλύτερες αντιδράσεις τους.....	31
4.1 Η μήτρα αποτελεσμάτων δύο παικτών, επισημαίνοντας τις καλύτερες αντιδράσεις τους.....	34
5.1 Ο πίνακας ανταμοιβών δύο παικτών, σε ένα παίγνιο μηδενικού αθροίσματος.....	46
5.2 Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παίγνιο «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης».....	49
6.1 Ο πίνακας αποδόσεων για το γεράκι (hawk).....	58
6.2 Ο πίνακας αποδόσεων για το περιστέρι (dove).....	58
7.1 Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα Coca-Cola & Pepsi.....	79
7.2 Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα Coca-Cola & Pepsi, μετά από εντοπισμό της κυρίαρχης και των κυριαρχούμενων στρατηγικών της Pepsi.....	80
7.3 Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παίγνιο του δειλού, ανάμεσα στην ΧΜ και στην Sirius.....	82

Κατάλογος Διαγραμμάτων

2.1 Οι αναγκαίες συνθήκες για την ύπαρξη ισορροπίας στο παράδειγμα “Waste management”.....	20
2.2 Αποδόσεις στο επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου, σύμφωνα με την στρατηγική πυροδότησης της συνεργασίας.....	21
4.1 Δέντρο παιγνίου για το παίγνιο διαδοχικών κινήσεων επέκτασης της δυναμικότητας των δυο βιομηχανιών του παραδείγματος.....	34
4.2 Δέντρο παιγνίου εταιρειών κινητής τηλεφωνίας.....	38

Κατάλογος Εικόνων

7.1 Το λογότυπο της αεροπορικής εταιρείας American Airlines.....	65
7.2 Τα λογότυπα των παραπάνω αεροπορικών εταιρειών.....	68
7.3 Το λογότυπο της αλυσίδας των Starbucks.....	69
7.4 Το μερίδιο αγοράς των 10 καλύτερων εστιατορίων της χρονιάς 2005.....	70
7.5 Ο Howard Schultz, πρόεδρος και διευθύνων σύμβουλος των Starbucks.....	71
7.6 Τα λογότυπα των εταιρειών Kraft και Unilever αντίστοιχα.....	73
7.7 Ο Michael Dell το 1989 σε ηλικία 24 ετών, όντας ήδη πολυεκατομμυριούχος.....	75
7.8 Τα λογότυπα των εταιρειών Coca Cola & Pepsi.....	79
7.9 Τα λογότυπα των δορυφορικών ραδιοφωνικών σταθμών της XM Satellite & Sirius Satellite Radio.....	81
7.10 Οι σημαίες των ΗΠΑ-Βόρειας Κορέας.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

1.1 Εισαγωγή

Η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί μια από τις πιο αναγνωρίσιμες θεωρίες στον χώρο των Οικονομικών. Τα τελευταία χρόνια, και κυρίως μετά την ταινία «Ένας υπέροχος άνθρωπος», όπου ο ηθοποιός Russel Crow ενσάρκωσε τον μεγάλο οικονομολόγο John Forbes Nash, η θεωρία αυτή έχει γίνει ιδιαίτερα γνωστή. Αυτό όμως που δεν ξέρει ο κόσμος είναι ότι η Θεωρία Παιγνίων δεν βρίσκει εφαρμογή μόνο στα Οικονομικά, αλλά σε ποικίλες επιστήμες που έχουν να κάνουν με την λήψη στρατηγικών αποφάσεων.

Στο πρώτο αυτό μέρος της παρούσας εργασίας, θα γίνει η παρουσίαση της Θεωρίας Παιγνίων. Θα αναφερθούν τα χαρακτηριστικά που απαρτίζουν ένα παίγνιο, οι μορφές που δύναται να έχει, όπως επίσης και οι τύποι αλλά και οι μορφές με τους οποίους συναντάται.

1.2 Ιστορική αναδρομή

«Η πρώτη γνωστή αναφορά της Θεωρίας Παιγνίων παρουσιάστηκε σε μια επιστολή που γράφτηκε από τον James Waldegrave το 1713 Στην επιστολή αυτή, ο Waldegrave παρέχει μια λύση σε μια έκδοση δύο παικτών του παιχνιδιού καρτών Le Her¹, η οποία ήταν βασισμένη σε μια minimax μικτή στρατηγική². Το αρχαιότερο παράδειγμα θεωρητικής ανάλυσης ενός κανονικού παιγνίου, είναι η μελέτη ενός ολιγοπωλίου από τον Antoine Cournot το 1838. Το 1881, ο Άγγλος οικονομολόγος Francis Edgeworth, ασχολήθηκε με την εφαρμογή των Μαθηματικών στις κοινωνικές επιστήμες. Το 1913, ο Γερμανός μαθηματικός Ernest Zermelo, απέδειξε ότι το σκάκι έχει λύση από οποιαδήποτε κατάσταση. Έπειτα, ο

¹ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτό το παιχνίδι, υπάρχουν στον σύνδεσμο: https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Her

² Ιστότοπος:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B3%CE%BD%CE%AF%CF%89%CE%BD#.CE.99.CF.83.CF.84.CE.BF.CF.81.CE.B9.CE.BA.CE.AE_.CE.B1.CE.BD.CE.B1.CE.B4.CF.81.CE.BF.CE.BC.CE.AE

μαθηματικός Emile Borel, πρότεινε μια τυπική Θεωρία Παιγνίων το 1921, η οποία είχε προωθηθεί από τον συνάδελφό του John Von Neumann το 1928, ως μια *θεωρία των επιτραπέζιων παιγνίων*. Ως κλάδος των Οικονομικών καθιερώθηκε από μόνη της με την δημοσίευση του βιβλίου των John Von Neumann και Oscar Morgenstern, "Theory of Games and Economic Behavior" το 1944, πάνω σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος (zero sum games) όπου και ο ακριβής ορισμός αυτής της έννοιας θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο².

Η Θεωρία Παιγνίων αρχίζει και γίνεται ιδιαίτερα γνωστή και αποκτά όλο και περισσότερους οπαδούς με το πέρασμα του χρόνου. Το 1950, ο John Forbes Nash εισήγαγε την έννοια της ισορροπίας (Nash Equilibrium), η οποία και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη στη σύγχρονη θεωρία παιγνίων. Η έννοια της ισορροπίας Nash εφαρμόζεται και στα παίγνια μη μηδενικού αθροίσματος. Σύμφωνα με την έννοια αυτή, υπάρχει μια κατάσταση από την οποία δεν συμφέρει κανέναν παίκτη να ξεφύγει μεμονωμένα. Πολλοί μάλιστα θεωρούν, ότι η εργασία του Nash αποτελεί επέκταση της εργασίας του Cournot. Μάλιστα, για την συνεισφορά του αυτή, αλλά και όχι μόνο, το 1994, τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ στα Οικονομικά

«Παρά την ευρεία εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων σε πολλούς κλάδους των Οικονομικών και Κοινωνικών επιστημών, η εφαρμογή της στην Βιολογία παρέμενε σε μεγάλο βαθμό προβληματική. Η βασική προϋπόθεση περί ορθολογικής συμπεριφοράς και ευφυίας των παικτών δεν ικανοποιείται όταν οι παίκτες είναι βιολογικοί οργανισμοί όπως ζώα, φυτά, ή ακόμα και ιοί ή γονίδια. Το 1973, οι Maynard Smith & George Prince στην εργασία τους με τίτλο "The logic of animal conflicts", έδειξαν πως μπορεί να γίνει εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων σε βιολογικά συστήματα. Πέντε χρόνια αργότερα, το 1978, ο Maynard Smith συγκέντρωσε τα πρώτα αποτελέσματα της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων στο ιδιαίτερα επιδραστικό "Evolution and the theory of games".»³

1.3 Ορισμός της Θεωρίας Παιγνίων

Η Θεωρία Παιγνίων (Game Theory) αποτελεί μέρος της Μικροοικονομικής και στοχεύει να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τις καταστάσεις εκείνες όπου οι λήπτες αποφάσεων αλληλοεπιδρούν, σε ανταγωνιστικές καταστάσεις. Η θεωρία αυτή εστιάζει στην αλληλεξάρτηση των αποφάσεων, ομάδων ανθρώπων, όπου η απόφαση καθενός επηρεάζει τους υπολοίπους. Βασική προϋπόθεση, αποτελεί το γεγονός ότι κανένας άνθρωπος δεν είναι

³ Νίκος Σταμάτης, Διπλωματική εργασία "Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων και Πληθυσμιακή Δυναμική", Μάρτιος 2011, Σελίδα 1, Ιστότοπος: : <http://users.ntua.gr/nstam/evolutionary%20game%20theory.pdf>

μόνος του.⁴

Γενικά, ως *παίγνιο* (game), ορίζεται «η κατάσταση εκείνη κατά την οποία δύο ή περισσότεροι ορθολογικοί παίκτες με αντικρουόμενους στόχους επιλέγουν τέτοιους τρόπους και ενέργειες, έτσι ώστε να δημιουργήσουν συνθήκες ανταγωνιστικής αλληλεξάρτησης.»⁵ Το κάθε παίγνιο χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο στοιχείων, τα οποία είναι:

- ✓ **ο παίκτης (player)**, ο οποίος αποτελεί την αυτόνομη μονάδα λήψης μιας απόφασης. Κύριος σκοπός του είναι η βελτίωση της δικής του ευημερίας έναντι των αντιπάλων του, βασιζόμενος στους ισχύοντες κανόνες, στους υπάρχοντες πόρους και στις πληροφορίες που μπορεί να έχει στην διάθεσή του. Κατά κανόνα, είναι ορθολογιστής και δεν αντιδρά συναισθηματικά.

Οι παίκτες επιλέγουν συνήθως ταυτόχρονα στρατηγική, χωρίς να επικοινωνούν, χωρίς συνεργασία και χωρίς να έχουν ενημερωθεί εκ των προτέρων για την επιλογή του αντιπάλου τους. Αυτό βέβαια εξαρτάται από τον τύπο του παιγνίου που έχουμε να μελετήσουμε κάθε φορά, όπως θα δούμε σε επόμενη ενότητα. Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφέρουμε ότι ως παίκτη μπορούμε να ορίσουμε ένα άτομο, μια επιχείρηση, ένα κράτος, κ.λπ.. Για να οριστεί ένα παίγνιο πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 2 παίκτες με τουλάχιστον 2 αποφάσεις έκαστος (παίγνιο 2 παικτών με 2 στρατηγικές). Ακολουθώντας την ίδια λογική, για n αριθμό παικτών και m το πλήθος στρατηγικές, έχουμε ένα παίγνιο n παικτών με m στρατηγικές. Στην περίπτωση όπου έχουμε μόνο ένα παίκτη, η όλη διαδικασία δεν μπορεί να οριστεί ως παίγνιο, αλλά ως *απόφαση*, δηλαδή την προσωπική επιλογή ενός ατόμου, ομάδας, κ.λπ..

- ✓ **η στρατηγική (strategy)**, η οποία είναι «το σύνολο των κανόνων που ορίζουν τις εφικτές επιλογές τις οποίες δύναται να ακολουθήσει σε κάθε κίνησή του ο παίκτης μέχρι το τέλος του παιχνιδιού.»⁶ Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες,
 - i. την *αμιγής στρατηγική (pure strategy)*, στην οποία κάθε παίκτης επιλέγει μόνο μια από τις δυνατές στρατηγικές του με πιθανότητα ίση με την μονάδα.
 - ii. την *μικτή στρατηγική (mixed strategy)*, η οποία περιλαμβάνει συνδυασμό στρατηγικών, με κάθε μια από τις οποίες να επιλέγονται με πιθανότητα μικρότερη της μονάδας.⁷

⁴ Ιστότοπος: <http://ai.uom.gr/Courses/GameTheory/Slides/GameTheory.pdf>, σελίδα 2.

⁵ Ιστότοπος: http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf, σελίδα 2.

⁶ Ιστότοπος: http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf, σελίδα 2.

⁷ Πιο λεπτομερής αναφορά και περιγραφή αυτής, θα γίνει στο Κεφάλαιο 5 .

- ✓ **ο πίνακας ή μήτρα αποτελεσμάτων ή πληρωμών ή ανταμοιβών (payoff matrix)** , ο οποίος δείχνει δυνατά αποτελέσματα ενός παιγνίου για κάθε συνδυασμό στρατηγικών. Τα στοιχεία του πίνακα αυτού, αντιπροσωπεύουν το κέρδος με την ευρεία έννοια. Γενικά, ως κέρδος ορίζουμε την χρησιμότητα (utility) για τον υπό μελέτη παίκτη, από κάθε συνδυασμό δύο στρατηγικών.
- ✓ **η λύση του παιγνίου (solution of the game)**, η οποία αποτελεί την βέλτιστη στρατηγική όλων των παικτών.⁸

Επίσης, άλλο ένα σημαντικό στοιχείο αποτελεί η «*Αρχή της κοινής γνώσης*» (*principle of shared knowledge*). Σύμφωνα με αυτή, οι παίκτες γνωρίζουν την δομή του πίνακα αποτελεσμάτων, ομοίως και οι αντίπαλοί τους, και όλοι μαζί γνωρίζουν ότι ο καθένας τους γνωρίζει τον πίνακα αυτόν.

1.4 Χαρακτηριστικά και μορφές παιγνίου

Κάθε παίγνιο αποτελείται και από ένα σύνολο χαρακτηριστικών. Αρχικά υποθέτουμε ότι υπάρχει μια κατάσταση, όπου ορισμένοι παίκτες παίρνουν αποφάσεις, οι οποίες οδηγούν σε ορισμένα αποτελέσματα. Στην περίπτωση που υπάρχουν δυο παίκτες, έχουμε τα *παιγνια δύο παικτών* (two - players games), ενώ εάν υπάρχουν περισσότεροι παίκτες έχουμε τα *παιγνια n-παικτών* (n - players games). Όλα τα παίγνια περιέχουν το χαρακτηριστικό του ανταγωνισμού μεταξύ των παικτών τους και το αποτέλεσμα οδηγεί σε *κέρδη* και *απώλειες*.

Για να ορίσουμε ένα παίγνιο σύμφωνα με τον Martin Osborne⁹, χρειαζόμαστε:

- Ένα μη - κενό και πεπερασμένο σύνολο παικτών.
- Για τον κάθε παίκτη, ένα μη κενό σύνολο ενεργειών.
- Για τον κάθε παίκτη, μια συνάρτηση ωφέλειας που απεικονίζει όλες τις δυνατές πλειάδες ενεργειών των παικτών σε πραγματικούς αριθμούς.

Ένα παίγνιο στο οποίο όλα τα σύνολα ενεργειών των παικτών είναι πεπερασμένα, καλείται *πεπερασμένο*.

⁸ Ιστότοπος: http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf, σελίδα 3.

⁹ Martin J. Osborne, 2010, “*Εισαγωγή στην Θεωρία Παιγνίων*”, Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, σελίδα 368.

Οι δύο **βασικότερες μορφές αναπαράστασης** ενός παιγνίου είναι η *στρατηγική (strategic)* ή *κανονική (normal)*, που περιγράφεται με έναν πίνακα (payoff matrix), και η *εκτεταμένη (extensive)* ή *αναλυτική μορφή ή μορφή δέντρου*. Στα παίγνια στρατηγικής μορφής, τα οποία αποτελούν και την πιο συνηθισμένη μορφή παιγνίου, οι συμμετέχοντες κάνουν την επιλογή τους μια μόνο φορά και ο κάθε παίχτης επιλέγει την ενέργειά του «ταυτόχρονα» με τους υπόλοιπους. Στα παίγνια εκτεταμένης μορφής, οι συμμετέχοντες παίζουν ακολουθιακά και το παίγνιο αναπαρίσταται από ένα δέντρο παιγνίου (game tree). Σε αυτή την μορφή εμφανίζονται όλες οι λεπτομέρειες της αλληλεπίδρασης των παικτών.

1.5 Τύποι παιγνίων

Τα παίγνια, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, διακρίνονται και σε αντίστοιχες κατηγορίες (τύπους), οι οποίες και είναι:

- **Συνεταιριστικά / Μη συνεταιριστικά (Corporate / Non corporate)**

Ένα παίγνιο χαρακτηρίζεται ως *συνεταιριστικό*, αν οι παίκτες είναι σε θέση να σχηματίσουν *δεσμεύσεις* (καρτέλ). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι παίκτες να τηρούν τις υποσχέσεις τους. Σε αντίθετη περίπτωση το παίγνιο χαρακτηρίζεται ως *μη συνεταιριστικό*. Τα συνεταιριστικά παίγνια επικεντρώνονται στο παιχνίδι γενικότερα και συχνά γίνεται η υπόθεση ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των παικτών. Επίσης, αυτού του τύπου τα παίγνια καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της θεωρίας παιγνίων, καθώς αποτελούν αντικείμενο μελέτης του πως οι παίκτες είναι σε θέση να διαμορφώσουν τις δεσμεύσεις που μπορούν να τηρηθούν και οδηγούν σε αβέβαιο όφελος. Από την άλλη, τα μη συνεταιριστικά είναι σε θέση να διαμορφώσουν καταστάσεις μέχρι την τελευταία λεπτομέρεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι από την στιγμή που δεν υπάρχει συνεργασία μεταξύ των παικτών, ο κάθε ένας επιλέγει κάθε φορά την δική του στρατηγική, με την οποία θεωρεί ότι έχει μεγαλύτερο όφελος. Έτσι, σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν συνεχείς κινήσεις-στρατηγικές, ο κάθε παίχτης επιλέγει και διαφορετική, για να φτάσει στο βέλτιστο επιθυμητό του αποτέλεσμα.

- **Συμμετρικά / Ασύμμετρα (Symmetric / Asymmetric)**

Συμμετρικό ορίζεται ένα παίγνιο του οποίου τα κέρδη για την αναπαραγωγή μιας συγκεκριμένης στρατηγικής εξαρτώνται μόνο από τις άλλες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται, και όχι από το ποιος παίζει. Δηλαδή, αν οι ταυτότητες των παικτών αλλάξουν και συγχρόνως δεν αλλάξουν τα κέρδη στις στρατηγικές, τότε το παίγνιο είναι συμμετρικό. Συνήθως τα περισσότερα παίγνια είναι συμμετρικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συμμετρικού παίγνιου είναι το «δίλημμα του φυλακισμένου», το οποίο θα

μελετήσουμε αργότερα σε επόμενη ενότητα. Στα *ασύμμετρα παίγνια* ως επί το πλείστο δεν υπάρχουν όμοια σύνολα στρατηγικής για τους δύο παίκτες. Ωστόσο, είναι δυνατόν για ένα παίγνιο να έχει πανομοιότυπη στρατηγική για δύο παίκτες, ακόμη και εάν είναι ασύμμετρο. Παράδειγμα ασύμμετρου παίγνιου είναι η μελέτη περίπτωσης μεταξύ της Coca-cola και Pepsi που θα μελετήσουμε σε επόμενη ενότητα.

- ***Μηδενικού / Μη μηδενικού αθροίσματος (Zero sum / Non zero sum)***

Με τον όρο *μηδενικού αθροίσματος* αναφερόμαστε στην ακραία περίπτωση όπου οι παίκτες έχουν πλήρως αντιτιθέμενα συμφέροντα, δηλαδή ο ένας κερδίζει και ο άλλος χάνει. Αυτού του είδους τα παίγνια (εννοώντας του μηδενικού αθροίσματος), αποτελούν μια ειδική περίπτωση παιγνίων σταθερού αθροίσματος, στα οποία οι επιλογές των παικτών δεν μπορούν να επηρεάσουν τους διαθέσιμους πόρους (ούτε να τους μειώσουν, αλλά ούτε και να τους αυξήσουν). Το πόκερ είναι ένα παράδειγμα ενός παιγνίου μηδενικού αθροίσματος καθώς όταν ο ένας κερδίζει, παραδείγματος χάριν το χρηματικό ποσό του παιχνιδιού, οι αντίπαλοι χάνουν. Επίσης το σκάκι αποτελεί και αυτό ένα παίγνιο μηδενικού αθροίσματος.

Σε παίγνια *μη μηδενικού αθροίσματος*, το κέρδος ενός παίκτη δεν αντιστοιχεί αναγκαστικά με μια απώλεια του κέρδους του άλλου παίκτη. Στα παίγνια αυτά (μη μηδενικού αθροίσματος) υπάρχουν συγκεκριμένες συνθήκες βελτιστοποίησης. Μια από αυτές τις συνθήκες είναι και η περίφημη ***βελτιστοποίηση Pareto***, που φέρει και το όνομά της από τον Ιταλό κοινωνιολόγο και οικονομολόγο Fritz Wilfried Pareto, ο οποίος αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη της μικροοικονομικής επιστήμης. Σύμφωνα με αυτή, *είναι αδύνατο να αυξηθεί η απόδοση ενός παίκτη χωρίς την μείωση της απολαβής κάποιου άλλου*.

- ***Ταυτόχρονα / Ακολουθιακά (Simultaneous / Sequential)***

Στα *ταυτόχρονα παίγνια* οι δύο παίκτες κινούνται ταυτόχρονα ή εάν δεν κινούνται ταυτόχρονα, οι παίκτες που παίζουν αργότερα αγνοούν τις ενέργειες των παικτών που έπαιξαν νωρίτερα (το οποίο είναι ισοδύναμο με την ταυτόχρονη απόφαση). *Ακολουθιακά παίγνια* είναι εκείνα στα οποία οι παίκτες που παίζουν αργότερα έχουν κάποιες γνώσεις σχετικά με προηγούμενες δράσεις. Η πληροφόρηση που θα έχουν δεν χρειάζεται να είναι τέλεια (πλήρης) για την κάθε δράση που θα έχει εκτελεστεί νωρίτερα. Θα αρκούσε η γνώση να ήταν πολύ λίγη. Επίσης, υπάρχουν και διαφορές και ως προς την απεικόνιση αυτού του τύπου παιγνίων: τα ταυτόχρονα παίγνια απεικονίζονται σε μορφή πίνακα (κανονική μορφή), ενώ τα ακολουθιακά παίγνια σε εκτεταμένη (δένδρα αποφάσεων).

- **Τέλειας και ελλιπούς πληροφορίας (*Perfect information / Imperfect information*)**

Ένα παίγνιο χαρακτηρίζεται ως παίγνιο *τέλειας πληροφόρησης*, εάν όλοι οι παίκτες γνωρίζουν τις κινήσεις που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί από όλους τους άλλους παίκτες, καθώς και τις αποδόσεις τους. Επομένως, τα παίγνια αυτά αποτελούν μια *ειδική περίπτωση των ακολουθιακών παιγνίων*. Παίγνια *ελλιπούς πληροφορίας* απαιτούν ότι κάθε παίκτης γνωρίζει τις στρατηγικές και τα κέρδη των άλλων παικτών, αλλά όχι τις δράσεις που έχουν ληφθεί. Τα περισσότερα παίγνια που μελετήθηκαν στην θεωρία παιγνίων είναι ελλιπούς πληροφορίας. Ομοίως ισχύει και για την μη γνώση των δράσεων που έχουν ληφθεί και στα παίγνια ελλιπούς πληροφόρησης.

- **Πλήρους και μη πλήρους πληροφόρησης (*Complete information / Incomplete information*)**

Στα *στατικά παίγνια* από την άλλη, έχουμε τον εξής διαχωρισμό ως προς την πληροφόρηση. Ένα παίγνιο χαρακτηρίζεται ως *πλήρους πληροφόρησης*, όταν ο κάθε παίκτης γνωρίζει τις πιθανές στρατηγικές των αντιπάλων του, καθώς και τις αποδόσεις αυτών. Από την άλλη, ένα παίγνιο χαρακτηρίζεται ως *μη πλήρους πληροφόρησης*, όταν ένας τουλάχιστον εμπλεκόμενος δεν γνωρίζει ποια είναι η απόδοση ενός, τουλάχιστον, άλλου εμπλεκόμενου.

Προσοχή: *Τέλεια πληροφόρηση* έχουμε όταν γνωρίζουμε όλες τις προηγούμενες κινήσεις που έχουν γίνει, ενώ *πλήρης πληροφόρηση* σημαίνει ότι ο κάθε παίκτης γνωρίζει τις πιθανές επιλογές των άλλων παικτών, και όχι εάν κάποια από αυτές έχει επιλέξει. Συνεπώς, τέλεια πληροφόρηση συναντάμε σε ακολουθιακά παίγνια (δέντρα αποφάσεων), και πλήρη πληροφόρηση σε παίγνια στρατηγικής μορφής.

- **Συνδυαστικά παίγνια (*Combinatorial*)**

Συνδυαστικά παίγνια είναι αυτά στα οποία η δυσκολία εύρεσης της βέλτιστης στρατηγικής προέρχεται από την πολλαπλότητα των δυνατών κινήσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σκάκι. Παίγνια που περιλαμβάνουν ελλιπείς πληροφορίες μπορούν επίσης να έχουν έναν ισχυρό συνδυαστικό χαρακτήρα, όπως το τάβλι. Δεν υπάρχει ενιαία θεωρία για την αντιμετώπιση των συνδυαστικών στοιχείων στα παίγνια αυτά.

- **Διακριτά και συνεχή παίγνια (*Discrete / Continuous*)**

Στον πραγματικό κόσμο οι παίκτες τελειώνουν ένα παίγνιο σε πεπερασμένο πλήθος κινήσεων. Τα *διακριτά παίγνια*, τα οποία και αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της Θεωρίας Παιγνίων, έχουν ένα πεπερασμένο αριθμό παικτών, κινήσεων, και αποτελεσμάτων. Ο

νικητής γίνεται γνωστός παρά μόνο όταν όλες οι κινήσεις έχουν ολοκληρωθεί. Από την άλλη, τα *συνεχή παίγνια* επιτρέπουν στους παίκτες να επιλέξουν μια στρατηγική από ένα σύνολο, η οποία και συνεχίζει επ' άπειρον.

Πέρα των κατηγοριών που αναφέρθηκαν μέχρι στιγμής, υπάρχουν και άλλες πιο εξειδικευμένες κατηγορίες παιγνίων όπως μη πεπερασμένα (*infinitely long*), διαφορικά (*differential*), πολλαπλών παικτών (*many-player and population*), εξελικτικά (*evolutionary*) και μεταπαίγνια (*metagames*), δηλαδή παίγνια τα οποία καθορίζουν την διαμόρφωση των κανόνων για άλλα παίγνια. Όπως γίνεται αντιληπτό, η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί έναν μεγάλο κλάδο έρευνας και δεν θα μπορούσε να καλυφθεί πλήρως στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

1.6 Ανακεφαλαίωση

Όπως διαπιστώσαμε από το παρόν κεφάλαιο, η Θεωρία Παιγνίων, είναι ουσιαστικά μια θεωρία αποφάσεων. Μέσα από μια λογική σκέψη (και με την βοήθεια των μαθηματικών, όπως θα δούμε σε επόμενες ενότητες), προσπαθεί ουσιαστικά να ερμηνεύσει το τι επρόκειτο να ακολουθήσει, σε καταστάσεις ανταγωνισμού.

Λεπτομερής εισαγωγή στη Θεωρία Παιγνίων γίνεται στο βιβλίο του Martin J. Osborne «Εισαγωγή στην Θεωρία Παιγνίων», καθώς και στο βιβλίο «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», των Salvatore & Dominick.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ

2.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τα όσα έχουμε αναφέρει μέχρι στιγμής, όλοι οι παίκτες ενός παιχνίσιου είναι ορθολογικοί και δεδομένου την εκάστοτε επιλογή του κάθε αντιπάλου, ο κάθε παίκτης επιλέγει την ενέργεια που προτιμά περισσότερο.

Σε περιπτώσεις όμως, όπου οι αντίστοιχοι πίνακες αποτελεσμάτων έχουν μεγάλες διαστάσεις, γίνεται απαλοιφή από τον αρχικό πίνακα αποτελεσμάτων των υποδεέστερων στρατηγικών, δηλαδή στρατηγικών που κυριαρχούνται από κάποια άλλη εφόσον το στοιχείο τους είναι το ίδιο ή χειρότερο από το αντίστοιχο στοιχείο κάποιας άλλης στρατηγικής.

Ο τρόπος και η διαδικασία με την οποία γίνεται αυτή η απαλοιφή των υποδεέστερων στρατηγικών θα αναφερθεί εκτενέστερα σε επόμενη παράγραφο. Συνεπώς, πριν προχωρήσουμε παρακάτω θα πρέπει να ορίσουμε την *κυρίαρχη* και την *κυριαρχούμενη* στρατηγική.

2.2 Κυρίαρχες και κυριαρχούμενες στρατηγικές

Μια στρατηγική μπορεί να είναι *αυστηρά κυρίαρχη* όταν προσφέρει στον παίκτη πάντα μια καλύτερη ανταμοιβή συγκριτικά με οποιαδήποτε άλλη στρατηγική, δεδομένου του τι στρατηγικές θα επιλέξουν οι άλλοι παίκτες. Εάν όμως μια στρατηγική είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο μια άλλη στρατηγική, τότε αυτή χαρακτηρίζεται ως *ασθενώς κυρίαρχη*.

Η κυρίαρχη στρατηγική ενός παίκτη είναι η αυστηρά καλύτερη απάντησή του, ανεξάρτητα από το τι ενέργειες θα προβούν να κάνουν οι αντίπαλοι παίκτες. Ως ισορροπία κυρίαρχης στρατηγικής, ορίζεται ο συνδυασμός στρατηγικών που αποτελείται από την κυρίαρχη στρατηγική του κάθε παίκτη. Δυστυχώς, τα περισσότερα παιχνίδια δεν έχουν κυρίαρχες στρατηγικές. Οι παίκτες επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση ώστε να καταλάβουν τις ενέργειες των άλλων παικτών προκειμένου να επιλέξουν τη δική τους.

Για να γίνουν καλύτερα αντιληπτές οι έννοιες της κυριαρχίας των στρατηγικών των παιχνίσιων, θα ακολουθήσουν κάποιες εφαρμογές αυτών. Τα παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε, είναι αυτά που εμφανίζονται πιο συχνά στην βιβλιογραφία, και αφορούν με την σειρά τους τους πιο κοινούς τύπους παιχνίσιων.

2.2.1 Παίγνιο δύο παικτών μηδενικού αθροίσματος και η στρατηγική

minimax

Όπως είχαμε αναφέρει στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα παίγνια χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες (τύπους). Οι πιο συνηθισμένες κατηγορίες που συναντώνται στην βιβλιογραφία, είναι αυτές του *παίγνιου μηδενικού αθροίσματος* και εκείνες του *μη μηδενικού (σταθερού) αθροίσματος*, τις οποίες αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ας δούμε λοιπόν τώρα το παρακάτω παράδειγμα.

Πίνακας 2.1

Ο πίνακας ή μήτρα αποτελεσμάτων ενός παιγνίου μηδενικού αθροίσματος.

	Παίκτης B		
Παίκτης A	<u>B1</u>	<u>B2</u>	<u>B3</u>
<u>A1</u>	-3	-2	3
<u>A2</u>	1	0	1
<u>A3</u>	2	-2	-3


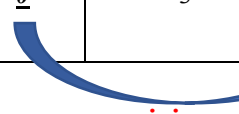
Ο Πίνακας 2.1 απεικονίζει το όφελος που μπορεί να έχει ο Παίκτης A, έναντι του Παίκτη B. Για παράδειγμα, εάν ο Παίκτης A επιλέξει την στρατηγική του A1 και ο Παίκτης B επιλέξει με την σειρά του την στρατηγική του B1, αυτό θα σημαίνει ότι ο Παίκτης A θα έχει ζημία 3 μονάδες, και ο Παίκτης B θα έχει κέρδος 3. Δηλαδή, το κέρδος του Παίκτη A στην παρούσα περίπτωση, το καρπώθηκε ο Παίκτης B, και ο Παίκτης A είχε ζημία το ποσό αυτό.

Για την επίλυση αυτού του τύπου παιγνίου, θα χρησιμοποιήσουμε **το κριτήριο minimax**. «Σύμφωνα με το κριτήριο minimax, σε ένα πίνακα πληρωμών για τον Παίκτη A, ο Παίκτης A επιλέγει, εκείνη την στρατηγική που θα του δώσει το μεγαλύτερο από τα ελάχιστα των γραμμών (*maximin τιμή*) και ο Παίκτης B επιλέγει εκείνη τη στρατηγική που θα του δώσει το ελάχιστο από τα μέγιστα των στηλών (*minimax τιμή*). Η maximin τιμή ονομάζεται *κατώτερη τιμή* και η minimax ανώτερη τιμή του παιγνίου. Όταν οι δύο τιμές ταυτίζονται, το παίγνιο έχει λύση με αμυγείς στρατηγικές και η λύση είναι σταθερή (stable), δηλαδή υπάρχει ένα μοναδικό σημείο ισορροπίας που δίνει την *τιμή του παιγνίου* (value of the game), V ».¹⁰

¹⁰ N. Τσαντάς, σελίδα 12, Ιστότοπος: http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf

Πίνακας 2.2

Ο Πίνακας 2.1, τροποποιημένος για τις ανάγκες επεξήγησης της στρατηγικής *minimax*.

		Παίκτης B			
Παίκτης A	<u>B1</u>	<u>B2</u>	<u>B3</u>	min (γραμμών)	
<u>A1</u>	-3	-2	3	-3	
<u>A2</u>	1	0	1	<u>0</u>	
<u>A3</u>	2	-2	-3	-3	
max (στηλών)	2	<u>0</u>	3	V=0	

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά που αναφέραμε προηγουμένως, οι δύο άριστες (και αμιγείς)¹¹ στρατηγικές που συνθέτουν τη λύση του παιγνίου, είναι η στρατηγική A2 για τον Παίκτη A, και η B2 για τον Παίκτη B αντίστοιχα. Το τελικό αποτέλεσμα, μέσω των επιλογών τους αυτών, θα είναι το μηδενικό όφελος από κοινού. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, κάποιος θα ήταν πιο ευνοημένος από τον αντίπαλό του. Συνεπώς, το παίγνιο αυτό ονομάζεται **δίκαιο** ($V=0$).

Το παραπάνω παίγνιο, θα μπορούσαμε πολύ εύκολα να το μετατρέψουμε σε παίγνιο σταθερού αθροίσματος, αρκεί και μόνο να ορίζαμε ότι παραδείγματος χάριν, το συνολικό ποσό που υπάρχει και διεκδικούν οι δύο παίκτες είναι σταθερό, και είναι ίσο με μία τιμή c ($c>0$).¹² Σε αυτή την περίπτωση, ο Παίκτης A θα είχε κέρδη ή ζημιές εκείνες που αναγράφονται στον Πίνακα 2.1, και ο Παίκτης 2 θα είχε κέρδη ή ζημιές ανάλογα με το τι θα προέκυπτε κάθε φορά από την διαφορά της σταθερά c με την στρατηγική $A_i B_j$.

¹¹ Για τις αμιγείς και μικτές αντίστοιχα στρατηγικές θα γίνει λεπτομερή αναφορά στο Κεφάλαιο 5.

¹² Σε περίπτωση που η σταθερά c ήταν αρνητική ($c<0$), τότε οι δύο παίκτες θα αγωνιζόντουσαν για το ποιος θα επιτύχει την μικρότερη δυνατή τιμή, καθώς σε αυτή την περίπτωση επρόκειτο για μέγεθος ζημίας.

2.2.2 Διακριτά στατικά παίγνια: Εφαρμογές πεπερασμένων παιγνίων δύο παικτών

Τα παραδείγματα που ακολουθούν, αναφέρονται σε *διακριτά στατικά παίγνια*. Στα παίγνια αυτά, ο αριθμός των παικτών, καθώς και των στρατηγικών τους, είναι πεπερασμένος. Επίσης, τα παίγνια αυτά δεν επαναλαμβάνονται, αλλά παίζονται μια μόνο φορά.

➤ Το δίλημμα του φυλακισμένου (Prisoner's dilemma)

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά και αναγνωρίσιμα παίγνια αποτελεί το «*δίλημμα του φυλακισμένου*». Σύμφωνα με αυτό, έχουμε δύο φυλακισμένους τον Α και τον Β, στους οποίους η αστυνομία ανακοινώνει όλες τις πιθανές ποινές που θα τους επιβάλλει για όλα τα πιθανά ενδεχόμενα. Οι φυλακισμένοι δεν έχουν κάποια επαφή, δηλαδή ο Α δεν ξέρει τι θα κάνει ο Β και αντίθετα.

Παρακάτω δίνεται ο πίνακας αποτελεσμάτων του παιγνίου που αναφέρει τα αποτελέσματα (στην παρούσα φάση τις ποινές). Οι αριθμοί του πίνακα έχουν αρνητική έννοια για τον κάθε παίκτη – φυλακισμένο, καθώς αποτελούν τα πιθανά έτη φυλάκισής του. Ο πρώτος αριθμός απευθύνεται στον παίκτη – φυλακισμένο Α και ο δεύτερος στον παίκτη – φυλακισμένο Β.

Πίνακας 2.3

Η μήτρα αποτελεσμάτων του παιγνίου του «*Διλήμματος του φυλακισμένου*».

	Φυλακισμένος Β	
Φυλακισμένος Α	<u>Ομολογεί</u>	<u>Δεν ομολογεί</u>
<u>Ομολογεί</u>	5, 5	0, 10
<u>Δεν ομολογεί</u>	10, 0	1, 1

- Εάν οι φυλακισμένοι δεν ομολογήσουν θα τους επιβληθεί 1 χρόνος φυλάκιση στον καθένα.
- Εάν ομολογήσει ο Β και δεν ομολογήσει ο Α, οι ποινές θα είναι 10 χρόνια στον Α και τίποτα στον Β.
- Εάν ο Β δεν ομολογήσει και ομολογήσει ο Α, τότε οι ποινές θα είναι 10 χρόνια στον Β και τίποτα στον Α.
- Εάν ομολογήσουν και οι δύο, τότε οι ποινές τους θα είναι 5 χρόνια φυλάκισης έκαστος.

Ας μελετήσουμε αρχικά την συμπεριφορά του Α. Εάν ο Α υποθέσει ότι ο Β θα ομολογήσει, τότε τον συμφέρει να ομολογήσει και αυτός, καθώς θα εκτίσει ποινή 5 και όχι 10 χρόνια. Εάν πάλι ο Α υποθέσει ότι ο Β δεν θα ομολογήσει, τον συμφέρει να ομολογήσει ξανά, καθώς τότε δε θα εκτίσει καθόλου ποινή.

Μελετώντας τώρα την συμπεριφορά του Β, καταλήγουμε και πάλι στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη επιλογή που μπορεί να κάνει, είναι αυτή του να ομολογήσει. Επομένως, και οι δύο φυλακισμένοι ομολογούν με ποινές 5 χρόνια ο καθένας. Εδώ, ο κάθε φυλακισμένος (γενικά ο κάθε παίκτης στο παίγνιο), μεγιστοποιεί την ωφέλειά του, με δεδομένη την στρατηγική του αντιπάλου. «Το αποτέλεσμα είναι η Ισορροπία κατά Nash¹³. Η ισορροπία κατά Nash δεν συμπίπτει κατά ανάγκη με την μεγιστοποίηση της συνολικής ωφελιμότητας (βέλτιστο κατά Pareto), που στο συγκεκριμένο παράδειγμα συμβαίνει όταν κανείς δεν ομολογεί και οι ποινές είναι οι μικρότερες δυνατές (1 χρόνο ο κάθε φυλακισμένος)»¹⁴.

➤ Ανταγωνισμός πρατηρίων (Competition of Gas Stations)

Δύο πρατήρια καυσίμων ανταγωνίζονται, καθώς βρίσκονται απέναντι το ένα στο άλλο. Για λόγους απλότητας, υποθέτουμε ότι οι παίκτες – πρατήρια - μπορούν να επιλέξουν μεταξύ χαμηλή (L) ή υψηλή (H) τιμή πώλησης βενζίνης. Οι τιμές ανά γαλόνι δίνονται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.4

Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Competition of Gas Stations».

	Πρατήριο 2	
Πρατήριο 1	<u>Υψηλή (H)</u>	<u>Χαμηλή (L)</u>
<u>Υψηλή (H)</u>	4, 4	1, 5
<u>Χαμηλή (L)</u>	5, 1	2, 2

¹³ Θα αναφερθούμε εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3) σχετικά με την έννοια της «Ισορροπίας κατά Nash»

¹⁴ Δ. Γιαννέλης - Π. Παντελίδης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, «Εισαγωγή στην οικονομική θεωρία», Πειραιεύς 2014, σελίδα 320

Εάν και οι δύο πρατηριούχοι χρεώνουν υψηλή τιμή, τότε μοιράζονται την αγορά και οι δύο απολαμβάνουν υψηλά κέρδη. Εάν μόνο ένα πρατήριο χρεώνει υψηλή τιμή, τότε σχεδόν όλοι οι πελάτες επιλέγουν το σταθμό με χαμηλή τιμή, έτσι τα κέρδη του θα είναι υψηλά από το μεγαλύτερο αγοραστικό κοινό που θα έχει, ενώ ο άλλος σταθμός θα έχει μικρότερο κέρδος, καθώς λιγότερα άτομα θα απευθυνθούν σε αυτό για την αγορά καυσίμου. Αν και τα δύο επιλέξουν χαμηλή τιμή, τότε μοιράζονται την αγορά με χαμηλά κέρδη.

Χρησιμοποιώντας το ίδιο το επιχείρημα όπως στο προηγούμενο παράδειγμα μπορούμε να δούμε ότι η μόνη σταθερή κατάσταση είναι (L, L), και η L είναι κυρίαρχη στρατηγική και για τους δύο παίκτες. Η επιλογή (L, L) παρέχει κέρδος 2 μονάδων σε κάθε παίκτη. Παρατηρούμε ότι, σε περίπτωση που υπήρχε συνεργασία μεταξύ των πρατηρίων για τον καθορισμό μιας υψηλής τιμής στην αγορά, το κέρδος θα ήταν 4 μονάδες έκαστος. Ωστόσο, χωρίς συνεργασία, μια τέτοια περίπτωση δεν μπορεί να συμβεί, κυρίως λόγω της συνηθισμένης έλλειψης εμπιστοσύνης μεταξύ των παικτών. Το ίδιο σχόλιο μπορεί να γίνει στο παράδειγμα του Prisoner's dilemma. Ωστόσο, η παρανομία του καθορισμού των τιμών απαγορεύει στους παίκτες να συνεργαστούν.

➤ Το πρόβλημα της συγκατοίκησης (Game of privilege)

Θεωρούμε ένα σπίτι με δύο διαμερίσματα και πολλούς κοινόχρηστους χώρους, όπως το πλυσταριό, η αποθήκη, οι σκάλες, κλπ. Οι δύο οικογένειες που διαμένουν σε αυτά τα διαμερίσματα, υποτίθεται ότι θα πρέπει να διατηρούν αυτούς τους κοινόχρηστους χώρους καθαρούς. Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, οι δύο οικογένειες είναι οι παίκτες, οι πιθανές στρατηγικές τους είναι να «συμμετέχουν» (P) στις υποχρεώσεις αυτές, ή όχι (N). Οι απολαβές του παίγνιου αυτού δίνονται στον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5

Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Game of privilege».

	Οικογένεια 2	
Οικογένεια 1	<u>Συμμετέχουν (P)</u>	<u>Δεν συμμετέχουν (N)</u>
<u>Συμμετέχουν (P)</u>	3, 3	1, 2
<u>Δεν συμμετέχουν (N)</u>	2, 1	0, 0

Αν και οι δύο οικογένειες συμμετέχουν, τότε οι κοινόχρηστοι χώροι είναι πάντα ωραίοι και καθαροί με αποτέλεσμα το υψηλότερο όφελος και για τους δύο παίκτες. Εάν συμμετέχει

μόνο η μία οικογένεια, τότε οι κοινόχρηστοι χώροι δεν είναι τόσο καθαροί όσο στη προηγούμενη περίπτωση, και το όφελος του συμμετέχοντος παίκτη - οικογένειας είναι ακόμα μικρότερο από αυτό του άλλου, λόγω των προσπαθειών του. Εάν κανένας από τους παίκτες δεν συμμετέχει, τότε οι κοινόχρηστοι χώροι δεν έχουν ληφθεί μέριμνας με αποτέλεσμα τις λιγότερες απολαβές (θα παραμείνουν όλοι οι χώροι βρώμικοι για όλους).

Οι καλύτερες απαντήσεις του πρώτου παίκτη έχουν ως εξής: ανεξαρτήτως του τι θα επιλέξει ο δεύτερος παίκτης, εκείνος πρέπει να επιλέξει την στρατηγική (P), καθώς τα οφέλη που θα έχει από τη επιλογή του αυτή θα είναι πάντα υψηλότερα ($3 > 2$, σε περίπτωση που συμμετέχει και ο δεύτερος παίκτης, και $1 > 0$ στη περίπτωση που δε θα συμμετέχει). Συνεπώς, η (P) είναι κυρίαρχη στρατηγική για την Οικογένεια 1. Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για τον δεύτερο παίκτη - Οικογένεια 2. Επομένως, η ισορροπία Nash είναι (P, P).

➤ Το παίγνιο του δειλού (Chicken game)

Το παράδειγμα αυτό θεωρεί ότι σε ένα πολύ στενό δρόμο, δύο έφηβοι κατευθύνονται μετωπικά με τα οχήματά του, ο ένας στον άλλον. Αυτός που δίνει πρώτος τη θέση του στον άλλο κάνοντας ελιγμό, ονομάζεται δειλός (chicken). Μέσω αυτής της κατάστασης, οι δύο έφηβοι θέλουν να δείξουν στους φίλους τους ή στις συντρόφους τους, το πόσο αποφασισμένοι και θαρραλέοι είναι. Οι δύο πιθανές στρατηγικές των παικτών είναι: να φανούν ως δειλοί (C) ή όχι (N). Ο Πίνακας 2.6 δείχνει τις απολαβές του κάθε παίκτη, για τον κάθε συνδυασμό στρατηγικών.

Πίνακας 2.6:

Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Chicken games»

	Παίκτης 2	
Παίκτης 1	<u>Δειλιάζουν (C)</u>	<u>Δεν δειλιάζουν (N)</u>
<u>Δειλιάζουν (C)</u>	3, 3	2, 4
<u>Δεν δειλιάζουν (N)</u>	4, 2	1, 1

Εάν και οι δύο παίκτες εμφανιστούν να είναι δειλοί, τότε οι απολαβές τους, (3, 3), είναι υψηλότερες από εκείνες που θα λάβουν, εάν ο ένας δειλιάσει και ο αντίπαλός του όχι, ($3 > 2$) και χαμηλότερες, εάν δεν δειλιάσουν και οι δύο, (1, 1). Το χειρότερο δυνατό αποτέλεσμα συμβαίνει με την κατάσταση (N, N), όταν συγκρούονται και ενδέχεται να υποστούν σοβαρούς τραυματισμούς.

Οι καλύτερες απαντήσεις λοιπόν, είναι οι εξής: Όταν ο παίκτης 1 εμφανιστεί ως δειλός,

ο παίκτης 2 θα πρέπει να μην είναι, $(4 > 3)$. Το όφελος τότε του παίκτη 2 θα είναι 4, και του παίκτη 1, 2. Ομοίως ισχύει και για τον παίκτη 2, όπου σε αυτή την περίπτωση θα έχουμε όφελος 4 για τον παίκτη 1 αυτή την φορά, και 2 για τον παίκτη 2.

Επομένως, και οι δύο καταστάσεις (C, N) και (N, C) είναι ισορροπίες κατά Nash, καθώς και στις δύο περιπτώσεις η στρατηγική επιλογή του κάθε παίκτη είναι η καλύτερη απόφασή του έναντι των αντίστοιχων στρατηγικών επιλογών του άλλου παίκτη. Αυτό το αποτέλεσμα, ωστόσο, δεν βοηθά τους παίκτες στις δικές τους επιλογές σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, καθώς και οι δύο στρατηγικές είναι στρατηγικές ισορροπίας και μια επιλογή μεταξύ αυτών απαιτεί τη γνώση της επιλεγμένης στρατηγικής του άλλου παίχτη.

➤ Η μάχη των φύλλων (Battle of sexes)

Ένας σύζυγος (H) και σύζυγος (W) θέλουν να περάσουν ένα βράδυ μαζί. Υπάρχουν δύο δυνατότητες, είτε μπορούν να πάνε σε ένα παιχνίδι ποδοσφαίρου (F) είτε σε σινεμά και να δουν μία ταινία (M). Ο σύζυγος θα προτιμούσε να παρακολουθήσει τον αγώνα ποδοσφαίρου (F), ενώ η γυναίκα θα ήθελε να πάει στο σινεμά (M). Οι αποδόσεις του παρόντος παιχνιδιού δίδονται στον Πίνακα 2.7.

Πίνακας 2.7

Ο πίνακας αποδόσεων του παιχνιδιού του «Battle of sexes»

	H σύζυγος (W)	
Ο σύζυγος (M)	<u>Αγώνα ποδοσφαίρου (F)</u>	<u>Ταινία (M)</u>
<u>Αγώνα ποδοσφαίρου (F)</u>	2, 1	0, 0
<u>Ταινία (M)</u>	0, 0	1, 2

Αν και οι δύο παίκτες παρακολουθήσουν τον αγώνα ποδοσφαίρου (F), τότε θα περάσουν το βράδυ μαζί με θετική ανταμοιβή και δεδομένου ότι η επιλογή (F) είναι η προτιμώμενη επιλογή του συζύγου, η απολαβή του είναι υψηλότερη από εκείνη της συζύγου του. Ο συνδυασμός (M, M) είναι ο αντίστροφος του προηγούμενου, και στην περίπτωση αυτή η γυναίκα λαμβάνει λίγο υψηλότερο όφελος, $(2 > 1)$. Στις περιπτώσεις των (F, M) και (M, F) έχουμε μηδενικές τιμές πληρωμής (μηδενικά οφέλη). Έτσι, και οι δύο καταστάσεις (F, F) και (M, M) είναι ισορροπίες. Ομοίως με το προηγούμενο παράδειγμα, αυτή η λύση δεν δίνει σαφή επιλογή σε συγκεκριμένες καταστάσεις.

➤ Οι καλοί πολίτες (Good citizens)

Υποθέστε ότι μια ληστεία λαμβάνει χώρα σε ένα σκοτεινό δρομάκι και εκεί είναι δύο μάρτυρες αυτού του εγκλήματος. Και οι δύο έχουν ένα κινητό τηλέφωνο, έτσι έχουν την επιλογή ,είτε να καλέσουν την αστυνομία (C), είτε όχι (N). Εάν τουλάχιστον ένας από αυτούς κάνει την κλήση, τότε ο εγκληματίας συλλαμβάνεται με αποτέλεσμα μια θετική ανταμοιβή για την κοινωνία, συμπεριλαμβανομένων και οι δύο μάρτυρες. Ωστόσο, ο καλός θα χρησιμοποιηθεί για να καταθέσει στη δίκη κατά του εγκληματία, η οποία απαιτεί χρόνο και πιθανή εκδίκηση από τους εταίρους του εγκληματία. Έτσι, οι πιθανές στρατηγικές των μαρτύρων είναι (C) και (N), και οι αντίστοιχες τιμές των απολαβών δίνονται στον Πίνακα 2.8.

Πίνακας 2.8

Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Good citizens»

	Μάρτυρας 2	
Μάρτυρας 1	<u>Καλεί την αστυνομία (C)</u>	<u>Δεν την καλεί (N)</u>
<u>Καλεί την αστυνομία (C)</u>	7, 7	7, 10
<u>Δεν την καλεί (N)</u>	10, 7	0, 0

Η σύλληψη του εγκληματία δίνει ένα πλεονέκτημα 10 μονάδων. Ωστόσο, κάνοντας την κλήση προς το η αστυνομία τη μειώνει κατά 3 μονάδες. Αν δεν πραγματοποιηθεί τηλεφωνική κλήση, τότε δεν υπάρχει όφελος, χωρίς κανένα κόστος. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε ότι η βέλτιστη επιλογή που θα μπορούσε να κάνει κάποιος μάρτυρας, θα ήταν να μην κάνει κλήση προς την αστυνομία, δεδομένου όμως ότι ο άλλος μάρτυρας θα προβεί σε αυτή την ενέργεια. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τις δύο ισορροπίες (C, N) και (N, C).

Τα προηγούμενα παραδείγματα δείχνουν ότι η ισορροπία μπορεί να είναι μοναδική ή πολλαπλή. Στο ακόλουθο παράδειγμα, θα δείξουμε την περίπτωση όπου δεν υπάρχει ισορροπία.

➤ Έλεγχος φορολογικής δήλωσης (Checking tax return)

Ο φορολογούμενος (T) οφείλει να καταβάλει φόρο εισοδήματος ύψους 5.000 δολαρίων. Ωστόσο, έχει τη δυνατότητα να μην δηλώσει το εισόδημά του και να αποφύγει πληρωμή του φόρου. Εντούτοις, σε αυτή τη δεύτερη περίπτωση, θα μπορούσε να βρεθεί σε πρόβλημα αν

το IRS (εκλεκτικός φορολογικός μηχανισμός) προβεί σε έλεγχο αυτού. Κατά τη διατύπωση αυτής της κατάστασης ως παιχνίδι δύο ατόμων, ο παίκτης 1 είναι ο φορολογούμενος, με δύο πιθανές στρατηγικές: την εξαπάτηση (C) ή την ειλικρίνεια (H) με τη φορολογική του δήλωση. Ο παίκτης 2 είναι το IRS που μπορεί να ελέγξει (C) τη φορολογική δήλωση ή όχι (N), του παίκτη 1.

Παρατηρώντας τις απολαβές του κάθε παίκτη, γίνεται αντιληπτό ότι σε περίπτωση εξαπάτησης, ο φορολογούμενος πρέπει να πληρώσει ολόκληρο το φόρο εισοδήματος των 5.000 δολαρίων, και μια ποινή \$ 5.000 εάν έχει ελεγχθεί η φορολογική του δήλωση από το IRS. Κατά τον έλεγχο μιας φορολογικής δήλωσης, το IRS έχει κόστος \$ 1.000. Ο Πίνακας 2.9 δείχνει τις απολαβές των δύο παικτών για κάθε επιλογή τους.

Πίνακας 2.9

Ο πίνακας αποδόσεων του παιχνιδιού του «Checking tax return»

	IRS	
Φορολογούμενος	<u>Ελέγχει (C)</u>	<u>Όχι (N)</u>
<u>Εξαπατά (E)</u>	-10, 9	0, 0
<u>Όχι (N)</u>	-5, 4	-5, 5

Οι καλύτερες απαντήσεις των δύο παικτών είναι οι εξής: Σε περίπτωση που το IRS προβεί σε έλεγχο (C), ο φορολογούμενος θα πρέπει να ΜΗΝ εξαπατήσει ($-5 > -10$), ενώ στην περίπτωση όπου το IRS δεν προβεί σε έλεγχο, ο φορολογούμενος θα είχε όφελος το να εξαπατήσει ($0 > -5$). Από την μεριά του IRS, εάν ο φορολογούμενος εξαπατά θα πρέπει να ελέγχει ($9 > 0$), και σε περίπτωση που δεν το πράττει αυτό, θα πρέπει να μην προβαίνει σε έλεγχο ($5 > 4$).

Μπορούμε εύκολα λοιπόν να επαληθεύσουμε ότι δεν υπάρχει ισορροπία. Καμία κατάσταση δεν είναι σταθερή, λαμβάνοντας υπόψιν ότι σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς στρατηγικών, ένας παίκτης μπορεί να αυξήσει την πληρωμή του αλλάζοντας στρατηγική. Στην περίπτωση όπου έχουμε (E, C) ο παίκτης 1 έχει το κίνητρο να αλλάξει τη στρατηγική του σε (N). Στην περίπτωση του (E, N), ο παίκτης 2 μπορεί να αυξήσει την πληρωμή του, αλλάζοντας τη στρατηγική στο (C). Στην περίπτωση τώρα (N, C), ο παίκτης 2 έχει και πάλι το κίνητρο να αλλάξει τη στρατηγική σε (N). Τέλος, στην περίπτωση (N, N), ο παίκτης 1 θα ήθελε να αλλάξει σε (E).

➤ **Διαχείριση των αποβλήτων (Waste management)**

Μια εταιρεία διαχείρισης αποβλήτων σχεδιάζει να τοποθετήσει επικίνδυνα απόβλητα στα σύνορα μεταξύ δύο επαρχιών που προκαλούν ζημιές D_1 και D_2 μονάδες. Προκειμένου να αποφευχθούν οι ζημιές αυτές, τουλάχιστον μία επαρχία πρέπει να υποστηρίξει έντονη άσκηση πίεσης κατά της εταιρείας διαχείρισης αποβλήτων, η οποία θα τους κοστίσει C_1 και C_2 , αντίστοιχα. Και οι δύο επαρχίες έχουν δύο πιθανές στρατηγικές: Την υποστήριξη (S) του λόμπι ή όχι (N). Έχουμε λοιπόν τέσσερα πιθανά σενάρια με τιμές απόδοσης αυτές του Πίνακα 2.10.

Πίνακας 2.10

Ο πίνακας αποδόσεων του παιγνίου του «Waste management»

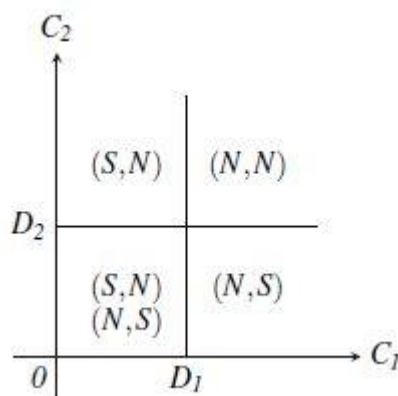
	Επαρχία 2	
Επαρχία 1	<u>Υποστήριξη (S)</u>	<u>Όχι (N)</u>
<u>Υποστήριξη (S)</u>	$-C_1, -C_2$	$-C_1, 0$
<u>Όχι (N)</u>	$0, -C_2$	$-D_1, -D_2$

Εάν και οι δύο επαρχίες υποστηρίζουν ομάδες συμφερόντων, τότε και οι δύο αντιμετωπίζουν κόστος, αλλά δεν υπάρχει καμία ζημιά. Αν μόνο μία από αυτές είναι υποστηρικτής της εταιρείας αποβλήτων, τότε καμία επαρχία δεν θα αντιμετωπίζει ζημιά, αλλά μόνο μία εξ αυτών θα πληρώσει για την υποστήριξή της στην εταιρεία. Εάν καμία από αυτές δεν υποστηρίζει την εταιρεία αποβλήτων, τότε και οι δύο επαρχίες θα αντιμετωπίσουν, ζημιές χωρίς κανένα κόστος.

Μπορούμε εύκολα να ελέγξουμε τις συνθήκες υπό τις οποίες οι διάφορες καταστάσεις παρέχουν ισορροπία.

- Η στρατηγική (S, S) θα ήταν μια ισορροπία, εάν η (S) είναι η καλύτερη απόκριση και των δύο παικτών έναντι του στρατηγική επιλογή του S του άλλου παίκτη, η οποία συμβαίνει όταν $-C_1 \geq 0$ και $-C_2 \geq 0$. Αυτό είναι αδύνατο, έτσι η στρατηγική (S, S) δεν μπορεί να είναι μια ισορροπία.
- Η στρατηγική (N, S) θα είναι ισορροπία εάν $0 \geq -C_1$ και $-C_2 \geq -D_2$, το οποίο μπορεί να ξαναγραφεί ως $C_2 \leq D_2$.
- Η στρατηγική (S, N) θα είναι και αυτή με την σειρά της μια ισορροπία, αν $-C_1 \geq -D_1$ και $0 \geq -C_2$, δηλαδή όταν $C_1 \leq D_1$.
- Και τέλος, η στρατηγική (N, N) είναι μια ισορροπία εάν $-D_1 \geq -C_1$ και $-D_2 \geq -C_2$, το οποίο μπορεί να ξαναγραφεί ως $D_1 \leq C_1$ και $D_2 \leq C_2$.

Στο Διάγραμμα 2.1 παρουσιάζονται αυτές οι περιπτώσεις. Είναι σαφές ότι υπάρχει πάντα μία ισορροπία και δεν είναι μοναδική, εάν το $C_1 \leq D_1$ και $C_2 \leq D_2$.



Πηγή: “Game Theory and its Applications”, Akio Matsumoto & Ferenc Szidarovszky, Springer Japan 2016, σελίδα 13.

Διάγραμμα 2.1

Οι αναγκαίες συνθήκες για την ύπαρξη ισορροπίας στο παράδειγμα “Waste management”.

2.2.3 Συνεχή στατικά παίγνια: Το επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου

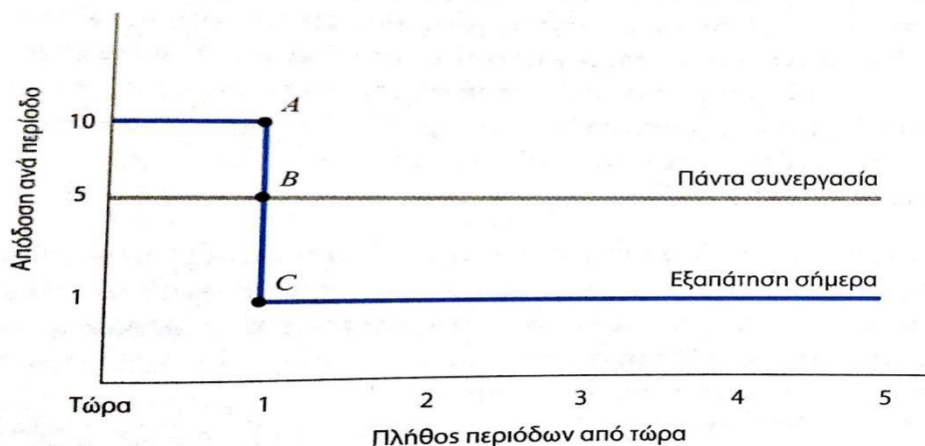
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως κατά την μελέτη του *δίληματος του φυλακισμένου*, η ατομική επιδίωξη της μεγιστοποίησης του κέρδους δεν οδηγεί απαραίτητα στη μεγιστοποίηση του συλλογικού κέρδους μιας ομάδας παικτών. Το *δίλημμα του φυλακισμένου* είναι ένα παίγνιο μιας και ταυτόχρονης κίνησης. Στην περίπτωση όπου το παίγνιο επαναλαμβάνεται αρκετές φορές (τείνει στο άπειρο), τα πράγματα αρχίζουν να γίνονται αρκετά διαφορετικά. Αρχίζει να παρατηρείται το φαινόμενο της επικοινωνίας μεταξύ τους και δημιουργείται η πιθανότητα ο κάθε παίκτης να συνδέει τις τρέχουσες αποφάσεις βάσει των όσων είχε κάνει ο αντίπαλός του προηγουμένως. Αυτό διευρύνει το πλήθος των δυνατών στρατηγικών κάθε παίκτη και όπως θα δούμε στη συνέχεια μπορεί να τροποποιήσει τελείως την έκβαση του παιγνίου.

Για να γίνει πιο εύκολα κατανοητό το αποτέλεσμα του επαναλαμβανόμενου παιγνίου, θα ορίσουμε τον πίνακα αποδόσεων του *δίληματος του φυλακισμένου* (Πίνακας 2.1). Για κάθε παίκτη η κυρίαρχη στρατηγική είναι το να ομολογήσει το έγκλημά του, αλλά το συλλογικό όφελος των παικτών μεγιστοποιείται όταν επιτυγχάνουν να έρθουν σε

συνεργασία, δηλαδή το να μην ομολογήσουν. Έτσι, σε ένα παίγνιο ταυτόχρονης κίνησης, η ισορροπία κατά Nash και για τους δύο παίκτες θα είναι να επιλέξουν να ομολογήσουν.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι το παίγνιο αυτό επαναλαμβάνεται στο κοντινό μέλλον. Αρχίζει τότε να παρατηρείται η επιλογή της «συνεργασίας» μεταξύ των παικτών (καρτέλ), χωρίς να αποκλείεται βέβαια και η πιθανότητα της προδοσίας όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Για να καταλάβουμε τον λόγο που θα μπορούσε να συμβεί αυτό, ας υποθέσουμε ότι ο Φυλακισμένος Α – Παίκτης 1 πιστεύει ότι ο Φυλακισμένος Β – Παίκτης 2 θα εφαρμόσει την παρακάτω στρατηγική: *Αρχικά επιλέγω τη στρατηγική της «ομολογίας» και συνεχίζω την επιλογή μου αυτή, με την προϋπόθεση ότι ο Παίκτης 2 θα επιλέξει και αυτός να ομολογήσει. Την πρώτη φορά που ο Παίκτης 2 θα επιλέξει τη στρατηγική της μη ομολογίας, ο Παίκτης 1 θα επιλέξει και αυτός με την σειρά του να μην ομολογήσει στην επόμενη περίοδο και σε όλες τις επόμενες περιόδους.*

Η στρατηγική του Παίκτη 1 ονομάζεται μερικές φορές και *στρατηγική πυροδότησης της μη συνεργασίας*, επειδή ένα επεισόδιο εξαπάτησης από έναν παίκτη πυροδοτεί συνήθως την μόνιμη κατάρρευση της συνεργασίας καθ' όλη τη διάρκεια του παιγνίου.¹⁵



Πηγή: D. Bensanko – R. R. Braeutigam, 2009, «Μικροοικονομική», Εκδόσεις Gutenberg, σελίδα 717

Διάγραμμα 2.2

Αποδόσεις στο επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου, σύμφωνα με την στρατηγική πυροδότησης της συνεργασίας.

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα 2.2), αν ο Παίκτης 2 εξαπατήσει σήμερα, λαμβάνει μια ροή αποδόσεων που παρουσιάζονται με την ανοιχτόχρωμη γραμμή. Αν συνεργαστεί σήμερα και στο μέλλον, μπορεί να εξασφαλίσει μια ροή αποδόσεων όπως

¹⁵ D. Bensanko – R. R. Braeutigam, 2009, «Μικροοικονομική», Εκδόσεις Gutenberg, σελίδα 717

αυτή παρουσιάζεται στο παραπάνω διάγραμμα. Η απόσταση του τμήματος AB αντιπροσωπεύει το εφάπαξ όφελος του Παίκτη 2 από την εξαπάτηση. Η απόσταση του ευθύγραμμου τμήματος BC αντιπροσωπεύει την μείωση σε κάθε μία από τις μετέπειτα αποδόσεις του Παίκτη 2, επειδή ο Παίκτης 1 αντεκδικείται απέναντι στην εξαπάτηση του Παίκτη 2.¹⁵

Το ερώτημα που δημιουργείται τώρα είναι το εξής: Ποιά στρατηγική είναι καλύτερη; Χωρίς επιπλέον πληροφορίες σχετικά με το πως ο κάθε παίκτης αξιολογεί τις αποδόσεις (τρέχουσες και μελλοντικές αντίστοιχα), δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα. Εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη βαρύτητα που δίνει ο κάθε παίκτης. Αν για παράδειγμα ο Παίκτης 1 έδινε μεγαλύτερη βαρύτητα στις μελλοντικές αποδόσεις από ότι στις τρέχουσες, τότε θα προτιμούσε την συνεχή συνεργασία από την εξαπάτηση.

Η στρατηγική της πυροδότησης της μη συνεργασίας δεν είναι η μόνη στρατηγική που μπορεί να προκαλέσει συμπεριφορά συνεργασίας σε παίγνια επαναλαμβανόμενου διλήμματος του φυλακισμένου. Η καλύτερη δυνατή επιλογή (βέλτιστη στρατηγική) για κάποιον παίκτη σε αυτή την περίπτωση, θα ήταν να κρατούσε το στόμα του κλειστό στον 1ο γύρο, και έπειτα να επαναλάμβανε την κίνηση του αντίπαλου παίκτη στον επόμενο γύρο. Η στρατηγική αυτή επινοήθηκε και εφαρμόστηκε από τον Anatol Rapoport σε έναν διαγωνισμό, και καλείται TIT FOR TAT μέθοδος (*μία σου, και μία μου*).

Το κοινό χαρακτηριστικό των στρατηγικών που παρακινούν την συνεργασία είναι ότι τιμωρούν τον αντίπαλο παίκτη για εξαπάτηση. Το γεγονός αυτό και η αντίστοιχη μείωση του οφέλους πέραν της αρχικής περιόδου (βλέπε ευθύγραμμο τμήμα BC στο Διάγραμμα 2.2) είναι αυτό που παρέχει κάποιο κίνητρο σε έναν παίκτη να συνεχίσει την συμπεριφορά της συνεργασίας, παρόλο που η εξαπάτηση είναι η κυρίαρχη στρατηγική σε ένα παίγνιο μιας και ταυτόχρονης φάσης.

Έπειτα από την παραπάνω ανάλυση που έγινε, είναι πλέον δυνατόν να καταλήξουμε σε κάποιες συνθήκες αναφορικά με την πιθανότητα να διατηρήσουν οι παίκτες την συμπεριφορά της συνεργασίας, στο πλαίσιο ενός παιγνίου επαναλαμβανόμενου διλήμματος του φυλακισμένου.

- Οι παίκτες θα πρέπει να είναι υπομονετικοί.
- Υπάρχει επικοινωνία ανάμεσα στους παίκτες.
- Η εξαπάτηση γίνεται αμέσως αντιληπτή.
- Το όφελος (εφάπαξ) από την εξαπάτηση είναι σχετικά μικρό.

2.2.4 Το δίλημμα του φυλακισμένου και ανταγωνισμός στηριζόμενος στην τιμή

Το *δίλημμα του φυλακισμένου* έχει χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές για να περιγράψει – εξετάσει καταστάσεις ανταγωνισμού σε oligοπωλιακές αγορές, και κυρίως στο δυοπώλιο. Σε αυτή την ενότητα, θα χρησιμοποιηθεί η έννοια του *διλήμματος του φυλακισμένου* ώστε να περιγραφεί ο ανταγωνισμός που στηρίζεται στην *τιμή* στις oligοπωλιακές αγορές.

Ο ανταγωνισμός με βάση την τιμή και στο πλαίσιο του oligοπωλίου, ενόψει του διλήμματος του φυλακισμένου, μπορεί να εξεταστεί με την βοήθεια μήτρας απόδοσης. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την μήτρα απόδοσης για ένα τυχαίο παίγνιο τιμολόγησης.

Πίνακας 2.11

Πίνακας που αναπαριστά την μήτρα απόδοσης για ένα τυχαίο παίγνιο τιμολόγησης.

Οι αριθμοί του πίνακα αναπαριστούν τα κέρδη της κάθε επιχείρησης σε εκατομμύρια δολάρια.

	Επιχείρηση B	
Επιχείρηση A	<u>Χαμηλή τιμή</u>	<u>Υψηλή τιμή</u>
<u>Χαμηλή τιμή</u>	2,2	5,1
<u>Υψηλή τιμή</u>	1,5	3,3

Σύμφωνα με την παραπάνω μήτρα απόδοσης, υπάρχουν δύο επιχειρήσεις σε κάποιον κλάδο οι οποίες ανταγωνίζονται, και τα αποτελέσματα των επιλογών τους φαίνονται στον παραπάνω Πίνακα 2.11. Αν η Επιχείρηση A χρέωνε μια χαμηλή τιμή σε σχέση με αυτή της B, η επιχείρηση B θα χρέωνε και αυτή μια χαμηλή τιμή με την σειρά της. Το κέρδος της B σε περίπτωση που η A επιλέξει χαμηλή τιμή, είναι μεγαλύτερο όταν επιλέξει και αυτή χαμηλή τιμή. Πιο αναλυτικά, το κέρδος της επιχείρησης B με χαμηλή τιμή είναι ίσο με 2, το οποίο είναι και μεγαλύτερο από το κέρδος της επιχείρησης B με υψηλή τιμή που είναι ίσο με 1. Αν τώρα η επιχείρηση A χρεώσει μια υψηλή τιμή σε σχέση με αυτή της B, τότε η επιχείρηση B θα επέλεγε πάλι μια χαμηλή τιμή. Δηλαδή, το κέρδος της επιχείρησης B με χαμηλή τιμή το οποίο είναι ίσο με 5, είναι μεγαλύτερο από το κέρδος της επιχείρησης B με υψηλή τιμή που είναι ίσο με 3. Συνεπώς, η κυρίαρχη στρατηγική για την επιχείρηση B είναι να επιλέξει χαμηλή τιμή.

Εξετάζοντας ομοίως την περίπτωση της επιχείρησης B να επιλέξει χαμηλή τιμή, γίνεται

προφανές ότι η επιχείρηση A θα επιλέξει και αυτή χαμηλή τιμή. Το κέρδος της επιχείρησης A με χαμηλή τιμή είναι 2, το οποίο είναι μεγαλύτερο από το κέρδος της επιχείρησης A με υψηλή τιμή το οποίο είναι ίσο με 1. Ομοίως, εάν η επιχείρηση B χρέωνε την υψηλή τιμή, η επιχείρηση A από την άλλη θα χρέωνε πάλι την χαμηλή τιμή. Σε αυτή την περίπτωση θα λέγαμε ότι το κέρδος της επιχείρησης A με χαμηλή τιμή το οποίο είναι ίσο με 5, θα είναι μεγαλύτερο από το κέρδος της επιχείρησης A με υψηλή τιμή που είναι ίσο με 3. Επομένως, η κυρίαρχη στρατηγική για την επιχείρηση A είναι να επιλέξει χαμηλή τιμή.

Από την προαναφερθείσα ανάλυση γίνεται εμφανές ότι οι επιχειρήσεις βρίσκονται στο δίλημμα του φυλακισμένου. Η κάθε επιχείρηση θα χρεώσει μια χαμηλή τιμή, φοβούμενη ότι εάν χρεώσει μια υψηλή τιμή ο ανταγωνιστής της για να αυξήσει το κέρδος του θα επιλέξει μια χαμηλότερη από μια υψηλότερη. Στην περίπτωση βέβαια που θα μάθαιναν να συνεργάζονται και χρέωναν και οι δύο υψηλή τιμή, θα αποκόμιζαν μεγαλύτερο κέρδος (3 αντί για 2) και θα ξεπερνούσαν το δίλημά τους.

2.3 Ανακεφαλαίωση

Όπως διαπιστώσαμε, υπάρχουν πάρα πολλά παραδείγματα, αλλά και εφαρμογές της Θεωρίας Παιγνίων στον πραγματικό κόσμο. Εμείς εδώ αναλύσαμε μόνο ένα πολύ μικρό μέρος αυτών. Επικεντρωθήκαμε στα παίγνια δύο παικτών, με δύο στρατηγικές έκαστος, και προσπαθήσαμε να αναφέρουμε όσες περισσότερες περιπτώσεις κυριαρχίας στρατηγικών μπορούσαμε, με απλό και κατανοητό τρόπο για τον μέσο αναγνώστη.

Υπάρχουν αρκετά συγγράμματα, αλλά και σημειώσεις γενικότερα, που θα μπορούσε κάποιος, κάνοντας βαθύτερη ανάλυση, να εμπλουτίσει περαιτέρω τις γνώσεις του επί του αντικειμένου. Εμείς εδώ χρησιμοποιήσαμε τα βιβλία «Εισαγωγή στην οικονομική θεωρία» και “Game Theory and its Applications”, των, Δ. Γιαννέλης - Π. Παντελίδης, και των Akio Matsumoto & Ferenc Szidarovszky αντίστοιχα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και οι σημειώσεις του Ν. Τσαντά¹⁶.

¹⁶ Οι σημειώσεις του Ν. Τσαντά βρίσκονται στον ιστότοπο:

http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΤΑ NASH

3.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, κατά την μελέτη του «διλήμματος του φυλακισμένου», διατυπώσαμε μια ορθολογική άποψη για το τι τελικά συμφέρει τον κάθε ένα παίκτη (φυλακισμένο) να κάνει. Το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης το διατυπώσαμε ως Ισορροπία κατά Nash.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εισάγουμε την έννοια της Ισορροπίας κατά Nash. Θα δώσουμε τον ακριβή ορισμό της, θα μελετήσουμε διάφορες εφαρμογές, για να δούμε την συμπεριφορά της, καθώς και τον τρόπο εύρεσής της.

3.2 Τί είναι τελικά η Ισορροπία Nash;

Η έννοια της Ισορροπία κατά Nash είναι η καθορισμένη ισορροπία στα Οικονομικά. Το όνομά της είναι προς τιμήν του δημιουργού την John Nash και είναι ευρέως αποδεκτή. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί, πως εάν σε ένα μοντέλο δεν διευκρινίζεται περί ποιας έννοιας ισορροπία επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί, τότε σίγουρα θα είναι η Ισορροπία κατά Nash ή κάποια βελτίωση - παραλλαγή αυτής.

Βέβαια, η κεντρική έννοια της Ισορροπίας Nash είναι αρκετά πιο γενική. Αποτελεί μια στρατηγική για κάθε παίκτη από την οποία εάν μετακινηθεί δεν μπορεί να βελτιώσει την θέση του, δεδομένου ότι οι υπόλοιποι παίκτες θα ακολουθήσουν την στρατηγική του. Επίσης, βασιζόμενη στον ορθολογισμό του κάθε παίκτη, ο κάθε παίκτης αναμένει από τους αντιπάλους του να ακολουθήσουν την στρατηγική του. Συνεπώς, μέσω της Ισορροπίας κατά Nash, προτείνεται κάθε φορά ένας συνδυασμός στρατηγικής, καθώς και δοκιμάζεται κατά πόσο η στρατηγική του κάθε παίκτη είναι η καλύτερη απάντηση στις στρατηγικές των άλλων παικτών.

Κάθε ισορροπία κυρίαρχης στρατηγικής είναι μια Ισορροπία Nash, αλλά όχι το αντίθετο. Εάν μια επιλογή στρατηγικής ενός παίκτη είναι κυρίαρχη σε σχέση με τις υπόλοιπες δυνατές στρατηγικές που έχει στην διάθεσή του, τότε αυτή αποτελεί και την καλύτερη απάντηση σε οποιοσδήποτε στρατηγικές και αν επιλέξουν οι αντίπαλοι, συμπεριλαμβανομένων και των

στρατηγικών ισορροπίας τους. Εάν από την άλλη μια στρατηγική είναι μέρος της Ισορροπίας Nash, τότε το μόνο που χρειάζεται, για να θεωρηθεί ως ισορροπία κυρίαρχης στρατηγικής, είναι να αποτελεί την καλύτερη απάντηση στις στρατηγικές ισορροπίας των άλλων παικτών.

Από την άλλη όμως, μια Ισορροπία κατά Nash δεν επιφέρει απαραίτητα τα μεγαλύτερα οφέλη σε όλους τους παίκτες που συμμετέχουν, δηλαδή δεν είναι *βέλτιστη κατά Pareto*. Ένα ζεύγος στρατηγικών των παικτών θεωρείται *βέλτιστο κατά Pareto* αν στο παίγνιο δεν υπάρχει κανένα άλλο ζεύγος με μεγαλύτερο όφελος για κάποιον από τους δύο παίκτες. Όπως γίνεται αμέσως αντιληπτό, για να μπορέσει να επιτευχθεί μια τέτοια βελτιστοποίηση, θα πρέπει όλοι οι παίκτες να καταφέρουν να συμφωνήσουν μεταξύ τους σε ένα σύνολο στρατηγικών, ως επί το πλείστο διαφορετικών από αυτές που αποτελούν την Ισορροπία κατά Nash. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων περιπτώσεων, δηλαδή παιγνίων στα οποία επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση κατά Pareto, είναι τα διάφορα «καρτέλ», δηλαδή οι συμφωνίες που γίνονται ανάμεσα σε μεγάλους παίκτες της αγοράς με σκοπό των προσδιορισμό των τιμών που οδηγεί σε μεγιστοποίηση των κερδών τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα καρτέλ μπορεί να θεωρηθεί το καρτέλ των χωρών – μελών του Οργανισμού Πετρελαιοπαραγωγών κρατών – εξαγωγών (OPEC).

3.3 Επίλυση παραδείγματος "Επιλογή Ποιότητας" (Quality Choice) με την

Ισορροπία Nash

Σύμφωνα με αυτό το παράδειγμα, ο Παίκτης 1 είναι ένας πάροχος υπηρεσιών διαδικτύου και ο Παίκτης 2 είναι ένας πιθανός πελάτης. Οι δύο παίκτες θεωρούν δεδομένη τη σύμβαση παροχής υπηρεσιών για ένα χρονικό διάστημα. Ο πάροχος (Παίκτης 1) μπορεί να αποφασίσει για τον εαυτό του μεταξύ δύο επιπέδων ποιότητας, *υψηλή* ή *χαμηλή*. Οι υπηρεσίες υψηλής ποιότητας απαιτούν μεγαλύτερες δαπάνες, προκειμένου να παρέχονται και μερικό από το κόστος είναι ανεξάρτητο από το εάν η σύμβαση έχει υπογραφεί ή όχι. Το επίπεδο των υπηρεσιών δεν αναφέρεται ρητώς στην σύμβαση. Επίσης, οι υπηρεσίες υψηλής ποιότητας διαφέρουν τόσο πολύ από εκείνες της χαμηλής, που εάν γνώριζε ο πελάτης (Παίκτης 2) το τι επίπεδο θα έχει, στην περίπτωση που θα είχε χαμηλή, θα προτιμούσε να μην αγοράζε καθόλου την υπηρεσία! Επομένως, οι επιλογές του Παίκτη 2 είναι «να αγοράσει» ή «να μην αγοράσει» την υπηρεσία. Ο πίνακας που απεικονίζει όλα τα παραπάνω είναι ο εξής:

Πίνακας 3.1

Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα «επιλογής ποιότητας».

Οι αριθμοί του πίνακα αναπαριστούν τα οφέλη που θα έχει ο κάθε παίκτης, για παράδειγμα μηνιαίως και είναι εκφρασμένα σε δεκάδες δολάρια.

	Παίκτης 2	
Παίκτης 1	Αγοράζει	Δεν αγοράζει
Υψηλή ποιότητα	2, 2	0, 3
Χαμηλή ποιότητα	3, 0	1, 1

Ο Πίνακας 3.1 δίνει τις πιθανές ανταμοιβές που περιγράφουν την κατάσταση αυτή. Όπως γίνεται αντιληπτό, ο Παίκτης 1 προτιμά πάντα να παρέχει *χαμηλή ποιότητα*. Αυτό προκύπτει άμεσα από το γεγονός ότι εάν ο Παίκτης 2 επιλέξει να *αγοράσει*, το όφελος του Παίκτη 1 από την στρατηγική της *χαμηλής ποιότητας* (όφελος 3), θα είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της *υψηλής ποιότητας* (όφελος 2). Ομοίως προκύπτει για την στρατηγική *δεν αγοράζει* του Παίκτη 2, ότι ο Παίκτης 1 θα επιλέξει πάλι την στρατηγική της *χαμηλής ποιότητας* ($1 > 0$). Ως εκ τούτου, η στρατηγική «Χαμηλή ποιότητα» κυριαρχεί έναντι της «Υψηλής ποιότητας» για τον Παίκτη 1. Συνεπώς, η στρατηγική «Χαμηλή ποιότητα» αποτελεί την κυρίαρχη στρατηγική του Παίκτη 1.

Από την άλλη, θεωρώντας ο Παίκτης 2 ότι ο Παίκτης 1 είναι ορθολογιστής, ξέρει ήδη ότι θα προτιμά πάντα την «Χαμηλή ποιότητα» και έτσι προβλέπει χαμηλής ποιότητας υπηρεσίες σαν επιλογή του παρόχου. Έχοντας κατά νου αυτό, ο Παίκτης 2 «Δεν αγοράζει» από τον Παίκτη 1, καθώς εάν προβεί σε αυτή την ενέργεια δεν θα έχει κανένα όφελος, έναντι της αμοιβής 1 (που είναι η αμοιβή όταν δεν αγοράζει από τον πάροχο). Συνεπώς, μέσω της ορθολογικότητας των δύο παικτών οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο πάροχος (Παίκτης 1) θα εφαρμόσει «Χαμηλής ποιότητας» υπηρεσίες, και εν τέλει η σύμβαση δεν θα υπογραφεί.

Το παίγνιο αυτό μοιάζει αρκετά με το «δίλημμα του φυλακισμένου» που είδαμε σε προηγούμενη ενότητα. Η διαφορά τους είναι πως οι ανταμοιβές δεν είναι οι ίδιες και πως το παίγνιο αυτό δεν είναι *συμμετρικό*. Επιπλέον, είδαμε ότι ο Παίκτης 2 δεν έχει κυρίαρχη στρατηγική σε σχέση με τον Παίκτη 1 που έχει σαν κυρίαρχη στρατηγική εκείνη της «Χαμηλής ποιότητας».

Στη περίπτωση που αυξήσουμε, παραδείγματος χάριν, τη χρησιμότητα της υψηλής ποιότητας των υπηρεσιών του πελάτη, δεν σημειώνεται καμία αντίδραση. Στην περίπτωση που θα μπορούσε να προκληθεί κάποια αντίδραση, θα ήτανε μόνο εάν ο πάροχος είχε ως κίνητρο την παροχή της υπηρεσίας αυτής. Σε τέτοιες καταστάσεις συνήθως συναντάμε *ρήτρες απαλλαγής* από μέρους των παρόχων, κατά τις οποίες ο πελάτης έχει την δυνατότητα να διακόψει την εγγραφή του στην υπηρεσία εάν διαπιστώσει «χαμηλή» ποιότητα (ρήτρα opt-out).

Πίνακας 3.2

Η μήτρα αποτελεσμάτων στο πρόβλημα «επιλογή ποιότητας», με ρήτρα απαλλαγής.

	Παίκτης 2	
Παίκτης 1	Αγοράζει	Δεν αγοράζει
Υψηλή ποιότητα	2, 2	0, 1
Χαμηλή ποιότητα	1, 0	1, 1

Το παίγνιο που προκύπτει από την αλλαγή αυτή φαίνεται στον Πίνακα 3.2. Αυτό που προκύπτει τώρα είναι ένα παίγνιο *υψηλής - χαμηλής ποιότητας* με ρήτρα opt-out για τον πελάτη. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν, η παροχή υπηρεσιών χαμηλής ποιότητας, ακόμα και όταν ο πελάτης αποφασίζει να αγοράσει, έχει την ίδια ανταμοιβή στον πάροχο όπως όταν ο πελάτης δεν υπογράψει τη σύμβαση στην πρώτη θέση (δηλαδή 1), δεδομένου ότι ο πελάτης θα επιλέξει αργότερα. Ωστόσο, ο πελάτης εξακολουθεί να προτιμά να μην αγοράσει όταν η υπηρεσία είναι χαμηλή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο πελάτης δεν επιθυμεί να μπει σε μια διαδικασία ταλαιπωρίας κατά την είσοδο της σύμβασης. Έτσι, *απαλλάσσει* τον εαυτό του από την διαδικασία αυτή.

Αναλύοντας το παίγνιο αυτό, διαπιστώνουμε πως δεν έχει κυριαρχούμενη στρατηγική και για τους δύο παίκτες. Το παίγνιο έχει δύο Ισορροπίες κατά Nash, στις οποίες κάθε παίκτης επιλέγει την στρατηγική του ντετερμινιστικά. Η μία είναι ο συνδυασμός στρατηγικής «χαμηλή» - «να μην αγοράσει» όπως αρχικά και η άλλη είναι ο νέος συνδυασμός στρατηγικής που προκύπτει, «υψηλή» - «να αγοράσει». Και οι δύο αυτές στρατηγικές αποτελούν ισορροπίες, δεδομένου ότι ο Παίκτης 1 (πάροχος) προτιμά να παρέχει υπηρεσίες *υψηλής ποιότητας*, όταν ο πελάτης *αγοράσει*, και αντίστροφα, ο Παίκτης 2 (αγοραστής) προτιμά να *αγοράσει* όταν η ποιότητα είναι *υψηλή*.

Όπως διαπιστώσαμε με αυτό το παράδειγμα, μια Ισορροπία κατά Nash μπορεί να μην είναι μοναδική. Και οι δύο βέβαια ισορροπίες είναι νόμιμες συστάσεις προς τους δύο παίκτες για το πως θα παίξουν το παίγνιο. Μόλις οι παίκτες έχουν εγκατασταθεί σε στρατηγικές που σχηματίζουν Ισορροπία κατά Nash, κανένας παίκτης δεν έχει κίνητρο να αποκλίνει. Σε

περίπτωση που κάποιος παίκτης αποκλίνει από το συνδυασμό στρατηγικών που προσφέρει μια Ισορροπία κατά Nash, τότε ο παίκτης αυτός θα μειώσει την ανταμοιβή του. Άρα οι παίκτες θα μείνουν ορθολογικά με τις στρατηγικές τους. Αυτό κάνει την Ισορροπία Nash μια συνεπής λύση για τα παίγνια. Από την άλλη, ένας στρατηγικός συνδυασμός που δεν είναι Ισορροπία κατά Nash, δεν αποτελεί αξιόπιστη λύση. Ένας τέτοιος συνδυασμός στρατηγικής δεν θα είναι μια αξιόπιστη σύσταση για το πως να παίζει κάποιος το παίγνιο, δεδομένου ότι τουλάχιστον ένας παίκτης πιθανότατα θα αγνοήσει τις συμβουλές και θα επιλέξει να παίζει μια άλλη στρατηγική η οποία θα τον οδηγήσει σε καλύτερη ανταμοιβή (για τον εαυτό του).

Τέλος, μια κυριαρχούμενη στρατηγική δεν μπορεί ποτέ να είναι μέρος μιας ισορροπίας δεδομένου ότι ένας παίκτης που σκοπεύει να παίζει μια κυριαρχούμενη στρατηγική θα μπορούσε να στραφεί προς την κυρίαρχη στρατηγική και να είναι σε καλύτερη θέση (υψηλότερη ανταμοιβή). Έτσι, εάν η εξάλειψη των κυριαρχούμενων στρατηγικών οδηγεί σε ένα μοναδικό στρατηγικό συνδυασμό, τότε ο συνδυασμός αυτός είναι μια Ισορροπία κατά Nash. Υπάρχουν ακόμη περιπτώσεις παιγνίων στα οποία υπάρχει μοναδική ισορροπία, η οποία όμως δεν προέκυψε μέσα από τις εκτιμώμενες κυριαρχίες.

3.4 Προσδιορισμός της ισορροπίας κατά Nash, εντοπίζοντας τις κυρίαρχες στρατηγικές και καταργώντας τις κυριαρχούμενες στρατηγικές.

Μέχρι στιγμής, στην παρούσα εργασία έχουμε μελετήσει περιπτώσεις παιγνίων 2 παικτών με 2 στρατηγικές έκαστος. Στην πραγματικότητα όμως, τα πράγματα διαφέρουν κατά πολύ. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, οι επιχειρήσεις-παίκτες έρχονται αντιμέτωποι με καταστάσεις όπου θα πρέπει να πάρουν μια απόφαση μέσα από πολλές δυνατές επιλογές και με περισσότερους από έναν αντίπαλο – παίκτη.

Στην παρούσα φάση θα μελετηθεί ο τρόπος κατά τον οποίο ένας παίκτης μπορεί να πάρει μια απόφαση ανάμεσα σε πολλές (περισσότερες από 2 δυνατές επιλογές), έναντι του αντιπάλου του (σύνολο δύο παίκτες). Ο τρόπος με τον οποίο θα λειτουργούμε σε αυτές τις περιπτώσεις είναι να εντοπίζουμε τις κυρίαρχες στρατηγικές και να καταργούμε τις κυριαρχούμενες στρατηγικές. Συνοψίζοντας, η διαδικασία την οποία ακολουθούμε είναι η εξής:

- Αρχικά, εάν και οι δύο παίκτες έχουν μια κυρίαρχη στρατηγική, τότε οι στρατηγικές αυτές θα αποτελούν την ισορροπία κατά Nash στο παίγνιο.
- Εάν ένας μόνο παίκτης έχει μια κυρίαρχη στρατηγική, αυτή θα είναι η στρατηγική ισορροπίας κατά Nash του παίκτη. Τη στρατηγική ισορροπίας κατά Nash του άλλου παίκτη μπορούμε να την βρούμε βρίσκοντας την καλύτερη αντίδραση του παίκτη προς την κυρίαρχη στρατηγική του πρώτου παίκτη.

- Εάν κανένας παίκτης δεν έχει κυρίαρχη στρατηγική, αλλά και οι δύο έχουν κυριαρχούμενες στρατηγικές, συχνά μπορούμε να βρούμε την ισορροπία κατά Nash, καταργώντας τις κυριαρχούμενες στρατηγικές και απλουστεύοντας την ανάλυση του παιγνίου.

Μπορεί, τα όσα αναφέραμε παραπάνω, να μοιάζουν δυσνόητα με μια πρώτη ματιά. Παρόλα αυτά, σε επόμενο κεφάλαιο, θα μελετήσουμε διάφορες περιπτώσεις παιγνίων. Μέσα από αυτές, θα δούμε ότι τελικά ο τρόπος και η διαδικασία που ακολουθείτε για την εύρεση της Ισορροπίας κατά Nash, είναι σχεδόν ντετερμινιστικός.

3.5 Παιγνια με περισσότερες από μία ισορροπίες κατά Nash

Μέχρι στιγμής, τα παίγνια που μελετήσαμε είχαν μόνο μια ισορροπία κατά Nash. Ωστόσο υπάρχουν παίγνια που έχουν περισσότερες από μία ισορροπίες κατά Nash. Ένα γνωστό παράδειγμα παιγνίου όπου συμβαίνει αυτό, είναι το *παιγνίο του δειλού* (Chicken game), το οποίο και μελετήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Το ενδιαφέρον σε αυτού του τύπου τα παίγνια (ισχυρώς ανταγωνιστικά) είναι ότι όταν το παίγνιο επαναλαμβάνεται πολλές φορές, δεν παρατηρούνται στρατηγικές τιμωρίας – εκδίκησης από τους παίκτες. Αν κάποιος από τους δύο παίκτες διαφοροποιήσει τη θέση του και αλλάξει στρατηγική από την αρχικά αμοιβαία αποδεκτή και συμβιβαστική λύση π.χ σε ελιγμό και οι δύο παίκτες, τότε ο αντίπαλος παίκτης δεν πρόκειται να εκδικηθεί αλλάζοντας και αυτός στρατηγική και επιλέγοντας ευθεία πορεία, καθώς το αποτέλεσμα λειτουργεί αποτρεπτικά ως προς το αίσθημα εκδίκησης. Σε περίπτωση ευθείας πορείας και από του δύο παίκτες, το αποτέλεσμα θα μπορούσε να ήταν καταστροφικό, έως και μοιραίο. Συνεπώς, η βέλτιστη επιλογή του κάθε παίκτη είναι η διατήρηση της στρατηγικής του.

Συμβαίνουν παίγνια του δειλού στην πραγματικότητα; Στην δεκαετία του 1950 και του 1960 πολλοί πίστευαν ότι το παίγνιο του δειλού ήταν μία καλή περιγραφή για το πως θα εξελισσόταν η πυρηνική αντιπαράθεση ανάμεσα στις ΗΠΑ και την Σοβιετική Ένωση. Η περίφημη φράση του υπουργού εξωτερικών της κυβέρνησης John F. Kennedy, του Dean Rusk, μετά την πυραυλική κρίση στην Κούβα, «Κοιταζόμασταν στα μάτια και ο άλλος τα έκλεισε», είναι μια απόδειξη του πως εξελισσόταν, στην περίοδο του Ψυχρού Πολέμου, ένα παίγνιο δειλού με υψηλό διακύβευμα. Κατά λιγότερο δραματικό τρόπο, αλλά ενδεχομένως πιο διαδεδομένα *παιγνια του δειλού*, εμφανίζονται στην Οικονομική, όταν δύο επιχειρήσεις ανταγωνίζονται σε μια αγορά που μπορεί να υποστηρίξει επικερδώς μία μόνο επιχείρηση (αγορές φυσικού μονοπωλίου). Η ισορροπία κατά Nash στο παίγνιο του δειλού μας λέει ότι κάποια επιχείρηση θα αποχωρήσει τελικά από την αγορά και μία μόνο επιχείρηση θα επιβιώσει. (βλέπε Besanko – Braeutigan, 2009, σελίδα 709-710)

3.6 Προσδιορισμός όλων των ισορροπιών κατά Nash σε ένα στατικό παίγνιο

Στην προηγούμενη παράγραφο είδαμε πως μπορούμε να βρούμε την ή τις ισορροπίες κατά Nash σε ένα παίγνιο, εντοπίζοντας και απαλείφοντας τις κυριαρχούμενες στρατηγικές της. Υπάρχουν, ωστόσο, περιπτώσεις κατά τις οποίες κανένας παίκτης δεν διαθέτει μια κυρίαρχη στρατηγική ή κάποιες κυριαρχούμενες. Συνεπώς, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και αυτή την μέθοδο.

Σε τέτοιες περιπτώσεις λοιπόν, για να μπορέσουμε να βρούμε όλες τις ισορροπίες κατά Nash του παιγνίου, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Βρίσκουμε την καλύτερη αντίδραση του κάθε παίκτη σε κάθε μία από τις πιθανές στρατηγικές του αντιπάλου του και αντίστροφα. Αυτές οι στρατηγικές επισημαίνονται μέσα σε κύκλο για τον ένα παίκτη και σε τετράγωνο για τον άλλο.
2. Σε μια ισορροπία κατά Nash ο κάθε παίκτης επιλέγει μια στρατηγική που του δίνει την υψηλότερη απόδοση, με δεδομένες τις στρατηγικές που έχουν επιλέξει οι άλλοι παίκτες που συμμετέχουν στο παίγνιο. Συνεπώς, αυτό θα συμβαίνει στα κελιά του πίνακα αποτελεσμάτων του παιγνίου, στα οποία θα υπάρχουν ταυτόχρονα κύκλος και τετραγωνίδιο.

Για να γίνει πιο κατανοητή η παραπάνω διαδικασία που ακολουθούμε, αρκεί να δούμε το παρακάτω παράδειγμα:

Πίνακας 3.3

Η μήτρα αποτελεσμάτων δύο παικτών, επισημαίνοντας τις καλύτερες αντιδράσεις τους.

		Παίκτης 2		
		Στρατηγική Δ	Στρατηγική Ε	Στρατηγική ΣΤ
Παίκτης 1	Στρατηγική Α	5, 3	14, 7	2, 4
	Στρατηγική Β	4, 11	0, 0	16, 3
	Στρατηγική Γ	13, 15	5, 12	6, 5

Η διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε, δηλαδή που πρώτα εντοπίσαμε τις καλύτερες αντιδράσεις του Παίκτη 1 σε κάθε μία από τις στρατηγικές του Παίκτη 2 και στην συνέχεια εντοπίσαμε τις καλύτερες αντιδράσεις του Παίκτη 2 από τις στρατηγικές του Παίκτη 1, ενώ μετά είδαμε που συμβαίνουν ταυτόχρονα οι καλύτερες αντιδράσεις, είναι ένας σίγουρος τρόπος για να εντοπίσουμε όλες τις ισορροπίες κατά Nash σε ένα παίγνιο.

Στο παραπάνω παράδειγμα λοιπόν, βλέπουμε ότι υπάρχουν δύο ισορροπίες κατά Nash. Η πρώτη περίπτωση ισορροπίας επιτυγχάνετε όταν ο Παίκτης 1 επιλέγοντας την Στρατηγική A, ο Παίκτης 2 με την σειρά του επιλέξει την Στρατηγική E, και η δεύτερη ισορροπία μέσω του συνδυασμού των στρατηγικών Γ και Δ από τους Παίκτες 1 και 2 αντίστοιχα. Σε αυτή την περίπτωση, το πια από τις δύο ισορροπίες θα επικρατήσει εξαρτάται από το τις βλέψεις και προσδοκίες που μπορεί να έχουν οι παίκτες σχετικά με κάποια στρατηγική.

3.7 Ανακεφαλαίωση

Συνοψίζοντας λοιπόν, καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα. Αρχικά, διαπιστώσαμε την σπουδαιότητα της ισορροπίας κατά Nash, καθώς και δώσαμε τρόπους με τους οποίους μπορεί να την εντοπίσει κάποιος (για στατικά παίγνια, κανονικής μορφής). Σε επόμενο κεφάλαιο, θα αναλύσουμε περαιτέρω την έννοια της ισορροπίας κατά Nash, εντοπίζοντάς την και σε άλλου τύπου και μορφής παίγνια.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την έννοια της ισορροπίας κατά Nash, μπορείτε να ανατρέξετε στα βιβλία των α) D. Besanko – R. R. Braeutigan (2009), «Μικροοικονομική», Εκδόσεις: GUTENBERG, β) Martin J. Osborne (2010), «Εισαγωγή στην Θεωρία Παιγνίων», Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, γ) Salvatore, Dominick (2012), «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: GUTENBERG, καθώς και στο βιβλίο του δ) Theodore L. Turocy – Bernhard von Stengel (2001) “Game Theory”, CDAM Research Report LSE-CDAM-2001-09.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ ΚΑΙ Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

4.1 Εισαγωγή

Μέχρι στιγμής, εξετάσαμε παίγνια στα οποία οι παίκτες αποφασίζουν ταυτόχρονα. Στην πραγματικότητα όμως είναι πολύ λίγες οι περιπτώσεις που συμβαίνει αυτό, καθώς συνήθως ένας παίκτης μπορεί να κινηθεί πριν τους υπολοίπους. Αυτά είναι και τα λεγόμενα *παίγνια με διαδοχικές κινήσεις*.

Σε ένα τέτοιο παίγνιο, ο παίκτης εκείνος που κάνει την πρώτη κίνηση προβαίνει σε κάποια ενέργεια πριν από κάποιο άλλο παίκτη. Έτσι, ο παίκτης που θα κάνει την επόμενη κίνηση (δεύτερη κίνηση), θα προβεί σε αυτή αφού πρώτα έχει παρατηρήσει την ενέργεια του προηγούμενου παίκτη (πρώτη κίνηση, πρώτου παίκτη).

Σε αυτό το κεφάλαιο λοιπόν, θα αναφερθούμε στα παίγνια εκτεταμένης μορφής, καθώς και στον τρόπο επίλυσής τους, την λεγόμενη *αντίστροφη επαγωγή*. Επίσης, θα γίνει μια διάκριση μεταξύ αυτών, όσον αφορά στην ποσότητα της πληροφορίας που έχουμε στη διάθεσή μας, καθώς και θα γίνει μια αναφορά για την στρατηγική συμπεριφορά των παικτών.

4.2 Εκτεταμένα παίγνια και η backward induction

Όπως είχαμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο, η αναπαράσταση ενός τέτοιου παιγνίου δεν γίνεται με την μορφή πίνακα (*μήτρας αποδόσεων*), αλλά με την μορφή δέντρου (*εκτεταμένη μορφή*). Το *δέντρο παιγνίου* είναι ένα διάγραμμα που δείχνει τις διαφορετικές στρατηγικές που μπορεί να εφαρμόσει κάθε παίκτης σε ένα παίγνιο, καθώς επίσης και την σειρά με την οποία επιλέγονται αυτές οι στρατηγικές. Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα όσα αναφέρθηκαν μέχρι στιγμής, θα δώσουμε ένα παράδειγμα.

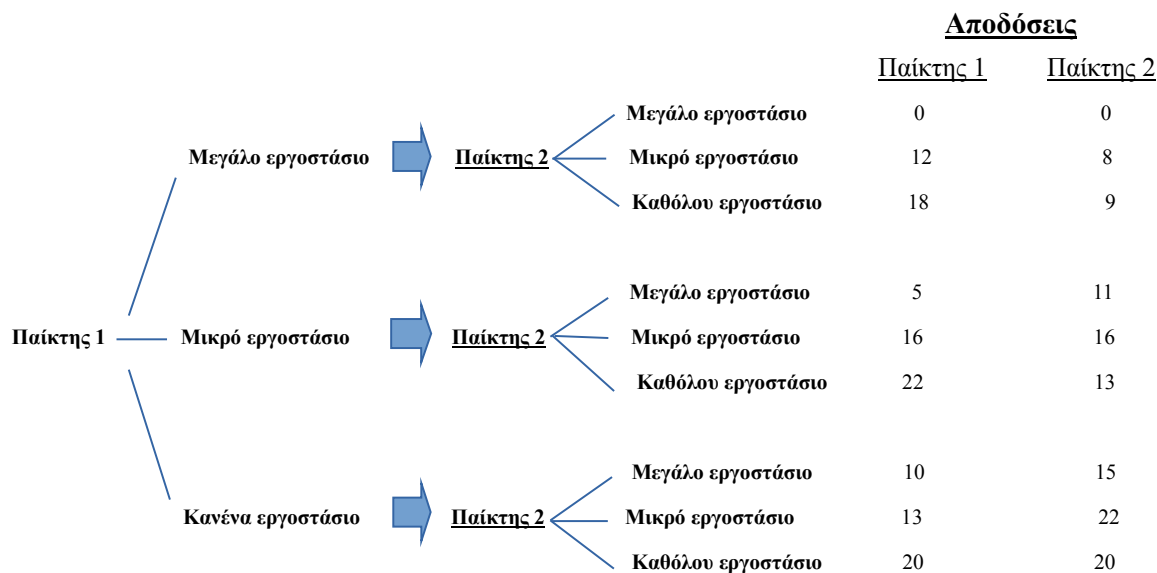
Έστω το εξής παράδειγμα: Υπάρχουν δύο βιομηχανίες σε έναν συγκεκριμένο χώρο (π.χ. τροφίμων), όπου κάθε μία έχει τις εξής στρατηγικές: 1) την κατασκευή μεγάλου εργοστασίου, 2) την κατασκευή μικρού εργοστασίου και 3) να μην κατασκευάσει καθόλου εργοστάσιο. Ο Πίνακας 4.1 απεικονίζει αυτές τις βιομηχανίες ως Παίκτη 1 και Παίκτη 2 αντίστοιχα, καθώς και τις δυνατές επιλογές τους.

Πίνακας 4.1

Η μήτρα αποτελεσμάτων δύο παικτών, επισημαίνοντας τις καλύτερες αντιδράσεις τους. Οι αριθμοί αποτελούν τα κέρδη τους σε εκατομμύρια δολάρια.

		Παίκτης 2		
		Μεγάλο εργοστάσιο	Μικρό εργοστάσιο	Κανένα εργοστάσιο
Παίκτης 1	Μεγάλο εργοστάσιο	0, 0	12, 8	18, 9
	Μικρό εργοστάσιο	5, 11	16, 16	22, 13
	Κανένα εργοστάσιο	10, 15	13, 22	20, 20

Εάν το παίγνιο αυτό ήταν στατικό, δηλαδή σαν όλα τα παίγνια που έχουμε μελετήσει μέχρι στιγμής (κίνηση μια και έξω), εφαρμόζοντας την τεχνική που περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, βρίσκουμε ότι η ισορροπία κατά Nash είναι η κατασκευή μικτού εργοστασίου και για τις δύο βιομηχανίες – παίκτες. Εάν όμως το παίγνιο αυτό παύει να είναι στατικό και γίνεται διαδοχικό, τα πράγματα γίνονται τελείως διαφορετικά. Υποθέτοντας ότι ο Παίκτης 1 είναι αυτός που κάνει την πρώτη κίνηση, προκύπτει το ακόλουθο δέντρο παιγνίου.



Διάγραμμα 4.1

Δέντρο παιγνίου για το παίγνιο διαδοχικών κινήσεων επέκτασης της δυναμικότητας των δυο βιομηχανιών του παραδείγματος. Οι αριθμοί αποτελούν τα κέρδη τους σε εκατομμύρια δολάρια.

Για να αναλύσουμε το παραπάνω δέντρο παιγνίου (Διάγραμμα 2) θα χρησιμοποιήσουμε μια διαδικασία συλλογισμών που ονομάζεται *αντίστροφη επαγωγή* (backward induction). Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, αρχίζουμε από το τέλος του δέντρου του παιγνίου και για κάθε σημείο απόφασης (δηλαδή τα σημεία όπου εναλλάσσονται οι παίκτες), βρίσκουμε την άριστη απόφαση για τον παίκτη σε αυτό το σημείο. Συνεχίζουμε την διαδικασία αυτή μέχρι να φτάσουμε στην αρχή του παιγνίου. Αυτή η διαδικασία συλλογισμών της αντίστροφης επαγωγής, έχει την χρήσιμη ιδιότητα ότι μας δίνει τη δυνατότητα να αναλύσουμε ένα ενδεχομένως περίπλοκο παίγνιο σε τμήματα, που μπορούμε να τα διαχειριστούμε εύκολα.

Εφαρμόζοντας τώρα στην πράξη την διαδικασία της αντίστροφης επαγωγής, θα πρέπει να βρούμε την άριστη απόφαση του Παίκτη 2 για κάθε μια από τις τρεις επιλογές που μπορεί να κάνει ο Παίκτης 1: «Μεγάλο εργοστάσιο», «Μικρό εργοστάσιο» και «Κανένα εργοστάσιο»:

- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει την επιλογή «Κανένα εργοστάσιο», η άριστη επιλογή του Παίκτη 2 θα είναι να κατασκευάσει «Μικρό εργοστάσιο».
- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει να κατασκευάσει «Μικρό εργοστάσιο», τότε η άριστη επιλογή του Παίκτη 2 θα είναι να κατασκευάσει και αυτός με την σειρά του «Μικρό εργοστάσιο».
- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει να κατασκευάσει «Μεγάλο εργοστάσιο», η άριστη επιλογή του Παίκτη 2 θα είναι το μην κατασκευάσει «Κανένα εργοστάσιο».

Καθώς κινούμαστε αντίστροφα στο δέντρο του παιγνίου, υποθέτουμε ότι ο Παίκτης 1 αναμένει ότι ο Παίκτης 2 θα επιλέξει την άριστη αντίδρασή του σε καθεμία από τις τρεις ενέργειες που θα μπορούσε να κάνει. Έχοντας ως δεδομένη αυτή την υπόθεση, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει να μην κατασκευάσει «Κανένα εργοστάσιο», τότε με δεδομένη την άριστη αντίδραση του Παίκτη 2, τα κέρδη του Παίκτη 1 θα είναι 13 εκατομμύρια.
- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει να κατασκευάσει «Μικρό εργοστάσιο», τότε με δεδομένη την άριστη αντίδραση του Παίκτη 2, τα κέρδη του Παίκτη 1 θα είναι 16 εκατομμύρια δολάρια.
- Αν ο Παίκτης 1 επιλέξει να κατασκευάσει «Μεγάλο εργοστάσιο», τότε με δεδομένη την άριστη αντίδραση του Παίκτη 2, τα κέρδη του Παίκτη 1 θα είναι 18 εκατομμύρια δολάρια.

Συνεπώς, η ισορροπία κατά Nash σε αυτό το παίγνιο επιτυγχάνεται όταν ο Παίκτης 1 επιλέξει να κατασκευάσει «Μεγάλο εργοστάσιο» και ο Παίκτης 2 να μην κατασκευάσει «Κανένα εργοστάσιο». Σε αυτή την ισορροπία το κέρδος για τον Παίκτη 1 είναι 18

εκατομμύρια δολάρια και για τον Παίκτη 2 θα είναι 9 εκατομμύρια δολάρια.

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι, η ισορροπία κατά Nash στο παίγνιο με διαδοχικές κινήσεις διαφέρει σημαντικά από εκείνη στο παίγνιο με ταυτόχρονες κινήσεις. Πράγματι, στο παίγνιο με διαδοχικές κινήσεις, η στρατηγική ισορροπίας του Παίκτη 1 να κατασκευάσει «Μεγάλο εργοστάσιο» θα ήταν κυριαρχούμενη αν ο Παίκτης 2 και ο Παίκτης 1 έκαναν ταυτόχρονα τις επιλογές τους. Το ερώτημα που γεννιέται τώρα είναι, γιατί η συμπεριφορά του Παίκτη 1 να είναι τόσο διαφορετική όταν μπορεί να κινηθεί πρώτος; Στο παίγνιο με διαδοχικές κινήσεις, τα προβλήματα λήψης απόφασης που αντιμετωπίζει η επιχείρηση συνδέονται διαχρονικά: ο Παίκτης 2 μπορεί να δει τι έκανε ο Παίκτης 1 και ο Παίκτης 1 υπολογίζει σε μια σωστή αντίδραση από τον Παίκτη 2, για την οποία ενέργεια επιλέξει. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον Παίκτη 1 να «στριμώξει» τον Παίκτη 2. Με την απόφασή του για μια μεγάλη επέκταση της δυναμικότητας, ο Παίκτης 1 ωθεί τον Παίκτη 2 να μην προβεί καθόλου σε κατασκευή εργοστασίου. Αντίθετα, στο παίγνιο με τις ταυτόχρονες κινήσεις, ο Παίκτης 2 δεν μπορεί να δει εκ των προτέρων την απόφαση του Παίκτη 1 και συνεπώς ο Παίκτης 1 δεν μπορεί να ωθήσει τον Παίκτη 2 σε οποιαδήποτε ενέργεια.

4.3 Εκτεταμένα παίγνια μη πλήρους πληροφόρησης.

«Οι παίκτες που συμμετέχουν σε ένα παίγνιο δεν έχουν πάντοτε πλήρη πρόσβαση σε όλη την πληροφορία που είναι σχετική με τις επιλογές τους. Τα εκτεταμένα παίγνια ελλιπούς πληροφόρησης μοντελοποιούν με ακρίβεια το ποιες πληροφορίες είναι στη διάθεση των παικτών όταν αυτοί κάνουν μια κίνηση. Η μοντελοποίηση και η αξιολόγηση πληροφορίας στρατηγικών, είναι ακριβώς ένα από τα πλεονεκτήματα της θεωρίας παιγνίων. Η πρωτοποριακή εργασία του John Harsanyi σε αυτόν τον τομέα αναγνωρίστηκε στα βραβεία Νόμπελ το 1994 (Turocy & Stengel, 2001).»¹⁷

Ας θεωρήσουμε το εξής παράδειγμα: ας υποθέσουμε ότι υπάρχει μια μεγάλη εταιρεία κινητής τηλεφωνίας, η οποία κατέχει μεγάλο μέρος της αγοράς. Στην ίδια αγορά τώρα, εμφανίζεται και μια νεοσύστατη εταιρεία κινητής, η οποία και ανακοινώνει τη δημιουργία ενός νέου συνδρομητικού πακέτου. Η μεγάλη εταιρεία είναι αρκετά χρόνια στο χώρο, πράγμα που σημαίνει ότι έχει πραγματοποιήσει μια μεγάλη έρευνα κατά το χρονικό διάστημα της ύπαρξής της, και οι ερευνητές της γενικά εργάζονται σε μια ευρεία ποικιλία καινοτομιών. Επομένως, η μεγάλη εταιρεία είναι σε θέση να γνωρίζει εάν το νέο πακέτο που ετοιμάζεται να προωθήσει η μικρή εταιρεία μπορεί να έχει ανταπόκριση από το

¹⁷ Μπιτούνη Α. Ελένη, Διπλωματική εργασία «Θεωρία παιγνίων και εφαρμογή της στην οικονομική επιστήμη», Πάτρα, Νοέμβριος 2014, σελίδα 49, Ιστότοπος:

http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8303/4/Nimertis_MpitouniEleni%28de%29.pdf

καταναλωτικό κοινό. Η μικρή εταιρεία από την άλλη μεριά, πιστεύει ότι η μεγάλη εταιρεία έχει προχωρήσει στη δημιουργία ενός νέου της ανταγωνιστικού συνδρομητικού πακέτου, με πιθανότητα 50%.

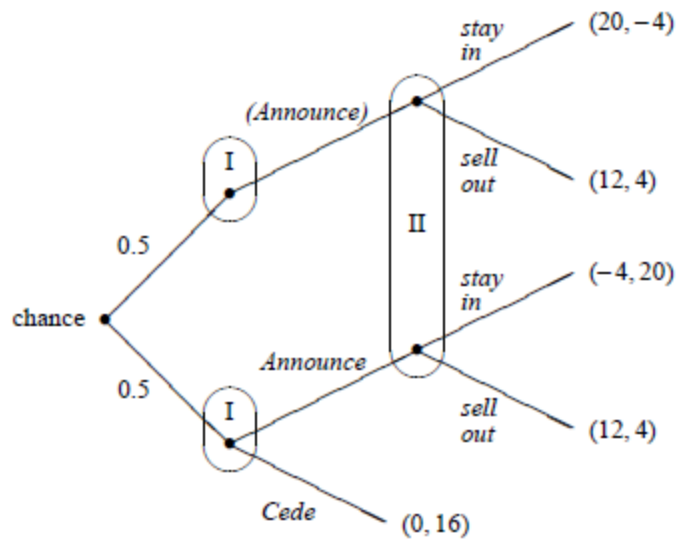
Η μεγάλη εταιρεία λοιπόν, μετά από την ανακοίνωση της μικρής εταιρείας, έχει να επιλέξει μεταξύ δυο επιλογών. Η μία στρατηγική που θα μπορούσε να ακολουθήσει, είναι να ανακοίνωνε και αυτή με την σειρά της τη δημιουργία ενός ανταγωνιστικού πακέτου. Εναλλακτικά, μπορεί να μην μπει καν στη διαδικασία ανταγωνισμού, παραχωρώντας την αγορά για το πακέτο αυτό. Από την άλλη, ανακοινώνοντας η μεγάλη εταιρεία ένα νέο πακέτο, η μικρή και νεοσύστατη εταιρεία έρχεται αντιμέτωπη με τις εξής δύο επιλογές. Η μία επιλογή που θα μπορούσε να έχει, είναι βλέποντας ότι δεν μπορεί να ανταγωνιστεί την μεγάλη εταιρεία, να προβεί στην εξαγοράς της από την μεγάλη. Η άλλη επιλογή, είναι να παραμείνει ανεξάρτητη και να προωθήσει το πακέτο της, μαζί με το οποιοδήποτε κόστος.

Η μικρή εταιρεία όπως αναφέραμε είναι νεοσύστατη, και δεν έχει ακόμη πολύ καλή γνώση της αγοράς και γενικότερα της πληροφορίας που έχει συγκεντρώσει με το πέρασμα του χρόνου η μεγάλη εταιρεία. Αυτό που μπορεί να κάνει στο τομέα αυτό της πληροφόρησης, είναι να παρατηρεί τις κινήσεις της μεγάλης εταιρείας και βάση αυτών να πράττει.

«Από τη σκοπιά της νεοσύστατης, είτε η μεγάλη εταιρεία έχει κάνει έρευνα στον τομέα αυτό είτε όχι, είναι τυχαίο. Για να συλληφθούν τυχαία γεγονότα όπως στα δέντρα παιγνίου, έχουν εισαχθεί οι κινήσεις ευκαιρίας. Σε έναν κόμβο που έχει χαρακτηριστεί ως μια κίνηση ευκαιρίας, το επόμενο κλαδί του δέντρου λαμβάνεται τυχαία και μη στρατηγικά κατά τύχη, ή «εκ φύσεως», σύμφωνα με πιθανότητες που περιλαμβάνονται στον προσδιορισμό του παιγνίου (Turocy & Stengel, 2001).»¹⁸

¹⁸ Μπιτούνη Α. Ελένη, Διπλωματική εργασία «Θεωρία παιγνίων και εφαρμογή της στην οικονομική επιστήμη», Πάτρα, Νοέμβριος 2014, σελίδα 50, Ιστότοπος:

http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8303/4/Nimertis_MpitouniEleni%28de%29.pdf



Πηγή: Ιστότοπος: <http://www.cdam.lse.ac.uk/Reports/Files/cdam-2001-09.pdf>

σελίδα 31

Διάγραμμα 4.2

Δέντρο παιγνίου εταιρειών κινητής τηλεφωνίας

Το παραπάνω σχήμα λοιπόν, απεικονίζει ένα εκτεταμένο παίγνιο ελλιπούς πληροφόρησης που μοντελοποιεί την όλη κατάσταση. Το παίγνιο λοιπόν ξεκινάει από μία αρχική κίνηση (*κίνηση ευκαιρίας*) στη ρίζα του. Η κίνηση ευκαιρίας αποφασίζει, εάν η μεγάλη εταιρεία κινητής τηλεφωνίας, παίκτης I, βρίσκεται σε μια ισχυρή θέση (προς τα πάνω κίνηση), ή μία ασθενής κίνηση (προς τα κάτω κίνηση), με την ίδια πιθανότητα 0,5.

Όταν η μεγάλη εταιρεία βρίσκεται σε ισχυρή θέση, θα ανακοινώσει αρχικά το νέο της πακέτο. Η μικρή εταιρεία, παίκτης II, σε αυτή την περίπτωση θα έχει να επιλέξει μεταξύ των επιλογών της να μείνει στην αγορά, με ανταμοιβές για τους δύο παίκτες (20, -4), ή να προχωρήσει σε πώληση της από την μεγάλη εταιρεία με ανταμοιβές για τους δύο παίκτες (12, 4).

Όταν τώρα η μεγάλη εταιρεία βρίσκεται σε αδύναμη θέση, μπορεί να επιλέξει μεταξύ στην παραχώρηση της αγοράς στην μικρή εταιρεία, με απολαβές για τους δύο παίκτες (0, 16). Μπορεί όμως επίσης, να ανακοινώσει το νέο της πακέτο, ελπίζοντας ότι η μικρή εταιρεία θα αποχωρήσει και θα εξαγορασθεί από την μεγάλη με απολαβές για τις εταιρίες (12, 4). Βέβαια, αυτό περιέχει και ένα μεγάλο ρίσκο, καθώς, σε περίπτωση που η μικρή εταιρεία δεν προβεί στην κίνηση που αναμένει ο παίκτης I, η μεγάλη εταιρεία όχι μόνο θα έχει μικρότερες απολαβές σε σχέση με πριν, αλλά και ζημία, με τις απολαβές για τις δύο εταιρείες να διαμορφώνονται τώρα ως (-4, 20).

Όπως παρατηρούμε στο προηγούμενο σχήμα, οι *κόμβοι* των παικτών¹⁹ περικλείονται

¹⁹ Ως κόμβος ενός παίκτη, ορίζεται το σημείο στο οποίο έχει να επιλέξει τις δυνατές του στρατηγικές.

από ένα οβάλ σχήμα, το οποίο ονομάζεται *σύνολο πληροφορίας*. Ως σύνολο πληροφορίας, ορίζεται ένα σύνολο κόμβων, στο οποίο ο παίκτης δεν μπορεί να διακρίνει μεταξύ των κόμβων αυτών την πληροφορία, δεδομένης της γνώσης που είχε κατά την στιγμή που είχε κάνει την κίνηση. Στο παρόν παράδειγμα, η νεοσύστατη εταιρεία, παίκτης II, έχει να επιλέξει μεταξύ των επιλογών του να παραμείνει στην αγορά ή να προχωρήσει σε ξεπούλημα αυτής, χωρίς όμως να έχει γνώση εάν οι κινήσεις της μεγάλης εταιρείας, παίκτης I, βρίσκεται σε μια ισχυρή ή ασθενή θέση. Επίσης, παρατηρούμε ότι κατά την αρχική κίνηση του παίκτη I έχουμε δύο σύνολα πληροφορίας, στα οποία η μεγάλη εταιρεία δεν έχει γνώση σχετικά γνώση για το τι πιθανότητα δύναται για την κάθε στρατηγική που πρόκειται να επιλέξει.

Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, τόσο ο παίκτης I, όσο και ο παίκτης II, δεν μπορεί να γνωρίζει ποια είναι η θέση του στο παίγνιο, και συνεπώς η μέθοδος της προς τα πίσω επαγωγής δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Ο λόγος είναι ότι εάν ο παίκτης II βρισκόταν στον πάνω κόμβο, η καλύτερη κίνηση που θα μπορούσε να κάνει θα ήταν αυτή του να προχωρήσει σε πώληση, ενώ εάν βρισκόταν στο κάτω κόμβο, θα έπρεπε να παραμείνει στην αγορά. Επίσης, εάν ο παίκτης I βρίσκεται σε αδύναμη θέση, η καλύτερη επιλογή του θα ήταν αυτή του να μην ανακοινώσει, γιατί σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να είχε απώλειες εάν ο παίκτης II επέλεγε να μείνει στην αγορά. Τότε λοιπόν θα είχε απώλειες -4, ενώ με την επιλογή του να μην ανακοινώσει θα ήταν βέβαιος ότι τουλάχιστον δεν θα είχε απώλειες (ανταμοιβή 0). Το παίγνιο επομένως δεν έχει ισορροπία σε καθαρές στρατηγικές.

4.4 Η στρατηγική αξία του περιορισμού των επιλογών κάποιου.

Στο παίγνιο επέκτασης της δυναμικότητας με διαδοχικές κινήσεις του προηγούμενου παραδείγματος (βλέπε παράγραφο 4.1), είδαμε ότι ο παίκτης που δεσμεύτηκε εκ των προτέρων σε κάποιο συγκεκριμένη ενέργεια, τα πήγε καλύτερα από τον παίκτη που διατήρησε την ευελιξία του. Χαρακτηριστικά, ο Παίκτης 1 δεσμεύτηκε εκ των προτέρων να ακολουθήσει ένα συγκεκριμένο σχέδιο, ενώ ο Παίκτης 2 είχε την ευελιξία να απαντήσει στις δράσεις του Παίκτη 1. Όμως, το κέρδος ισορροπίας του Παίκτη 1 (που ήταν 18) ήταν διπλάσιο από αυτό του Παίκτη 2 (που ήταν 9).

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

«Οι στρατηγικές κινήσεις που φαινομενικά περιορίζουν τις επιλογές, μπορούν στην πραγματικότητα να βελτιώσουν την κατάσταση ενός παίκτη ή, για να το θέσουμε διαφορετικά, η έλλειψη ευελιξίας μπορεί να έχει κάποια αξία.»²⁰

²⁰ D. Bensanko – R. R. Braeutigam, 2009, «Μικροοικονομική», Εκδόσεις Gutenberg, σελίδα 727

Αυτό που εννοεί το παραπάνω απόσπασμα είναι το γεγονός ότι, οι δεσμεύσεις ενός παίκτη (μιας επιχείρησης στην παρούσα φάση) μπορούν να αλλάξουν τις προσδοκίες των ανταγωνιστών του, σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα ανταγωνιστεί, και αυτό με την σειρά του θα κάνει τους ανταγωνιστές να πάρουν αποφάσεις που ωφελούν τον παίκτη που έχει δεσμευτεί. Έτσι, με την εκ των προτέρων δέσμευση του Παίκτη 1 να εφαρμόσει την πιο επιθετική στρατηγική, δηλαδή την κατασκευή ενός πιο μεγάλου εργοστασίου, κάνει λιγότερο ελκυστική τη επιλογή της επέκτασης της δυναμικότητας του Παίκτη 2, μετακινώντας τον κλάδο προς μια ισορροπία, που βελτιώνει την θέση του Παίκτη 1 από ότι σε περίπτωση ισορροπίας κατά Nash σε ένα παίγνιο με ταυτόχρονες κινήσεις.

4.5 Στρατηγική συμπεριφορά και θεωρία παιγνίων

Στον κλάδο του ολιγοπωλίου, δεδομένου του μικρού αριθμού των επιχειρήσεων, οι ενέργειες της κάθε εταιρείας επηρεάζουν άμεσα τις υπόλοιπες. Επομένως, ο κάθε ολιγοπωλητής θα πρέπει να είναι σε θέση, τέτοια ώστε να παρακολουθεί και να λαμβάνει υπόψη του τις οποιεσδήποτε κινήσεις που μπορούν να κάνουν οι ανταγωνιστές του προς κάθε μία από τις πορείες δράσης του. Η μελέτη αυτής της συμπεριφοράς είναι το αντικείμενο της Θεωρίας Παιγνίων.

«Η στρατηγική συμπεριφορά (strategic behavior) αναφέρεται στο σχέδιο δράσης ή της συμπεριφοράς ενός ολιγοπωλητή, αφού ληφθούν υπόψη όλες οι πιθανές αντιδράσεις των ανταγωνιστών του καθώς ανταγωνίζονται για κέρδη ή άλλα πλεονεκτήματα.»²¹

Όπως είχε αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1, η Θεωρία Παιγνίων ως κλάδος των Οικονομικών καθιερώθηκε με την δημοσίευση του βιβλίου των John Von Neumann και Oscar Morgenstern, " Theory of Games and Economic Behaviour " το 1944 και πολύ γρήγορα θεωρήθηκε τομή στην μελέτη του ολιγοπωλίου.

«Για παράδειγμα, η Θεωρία Παιγνίων μπορεί να βοηθήσει μια επιχείρηση να καθορίσει τις συνθήκες κάτω από τις οποίες η μείωση της τιμής της δεν θα προξενήσει έναν καταστροφικό πόλεμο τιμών, ανεξαρτήτως αν η επιχείρηση πρέπει να κατασκευάσει πλεονάζουσα δυναμικότητα, για να αποθαρρύνει την είσοδο στον κλάδο, παρόλο που αυτό μειώνει τα βραχυχρόνια κέρδη της επιχείρησης και γιατί η εξαπάτηση στο πλαίσιο ενός καρτέλ συνήθως οδηγεί στην κατάρρευσή του, όπως θα δούμε παρακάτω. Συνεπώς, η Θεωρία Παιγνίων δείχνει πως μια ολιγοπωλιακή επιχείρηση παίρνει στρατηγικές αποφάσεις, για να αποκτήσει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι ενός ανταγωνιστή ή πως μπορεί

²¹ Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 616

να ελαχιστοποιήσει την πιθανή από μια στρατηγική κίνηση ενός ανταγωνιστή.»²²

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, κάθε υπόδειγμα της Θεωρία Παιγνίων αποτελείται από παίκτες, στρατηγικές και αποδόσεις. Στην προκειμένη περίπτωση, οι διευθυντές των ολιγοπωλιακών επιχειρήσεων αποτελούν τους παίκτες (players), οι οποίοι είναι αυτοί που λαμβάνουν τις αποφάσεις, των οποίων την συμπεριφορά επιχειρούμε να εξηγήσουμε και να προβλέψουμε. Οι στρατηγικές (strategies) είναι οι επιλογές – ενέργειες που επηρεάζουν τις πωλήσεις και την αποδοτικότητα της επιχείρησης και των ανταγωνιστών της. Τέτοιες είναι η τυχόν μεταβολή της τιμής, η ανάπτυξη νέων προϊόντων, η ανάληψη μιας νέας διαφημιστικής εκστρατείας, η απόκτηση νέας δυναμικότητας, και κάθε άλλη παρόμοια ενέργεια.

«Η απόδοση (payoff) είναι το αποτέλεσμα ή η συνέπεια κάθε στρατηγικής. Για κάθε στρατηγική που υιοθετεί μια επιχείρηση, συνήθως μια ανταγωνιστική επιχείρηση έχει στην διάθεσή της μερικές στρατηγικές (αντιδράσεις). Η απόδοση είναι η έκβαση ή η συνέπεια κάθε συνδυασμού των στρατηγικών από τις δύο επιχειρήσεις. Η απόδοση εκφράζεται συνήθως με βάση τα κέρδη ή τις ζημιές της επιχείρησης που εξετάζουμε ως αποτέλεσμα των στρατηγικών της επιχείρησης και των αντιδράσεων των ανταγωνιστών. Ο πίνακας που παρουσιάζει τις αποδόσεις από όλες τις στρατηγικές που έχει στη διάθεσή της η επιχείρηση και τις αντιδράσεις των ανταγωνιστών, ονομάζεται μήτρα απόδοσης (payoff matrix).»²²

4.6 Στρατιωτική στρατηγική και στρατιωτικές αποφάσεις των επιχειρήσεων.

Οι στρατιωτικές συγκρούσεις σε ολόκληρη την ιστορία, έχουν δημιουργήσει (οδηγήσει) σε ένα σύνολο αρχών. Το σύνολο αυτό, έχει χρησιμοποιηθεί – και χρησιμοποιείται – ως μια βασική αρχή των επιχειρήσεων στο να καταφέρουν να ανταγωνιστούν στην αγορά, αλλά και το να διαφοροποιηθούν από αυτή.

«Η λήψη αποφάσεων στο χώρο των επιχειρήσεων έχει πολλά κοινά σημεία με τη στρατιωτική στρατηγική και μπορεί επομένως να αναλυθεί επωφελώς με την χρήση της θεωρίας παιγνίων.»²³

Πολύ σημαντική αρχή αποτελεί και ο **σαφής στόχος** που έχει η εταιρεία. Μεγάλες επιχειρήσεις, οι οποίες έχουν σαφείς και κατανοητούς στόχους, τις περισσότερες φορές

²² Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 617

²³ Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 618

επιτυγχάνουν και διακρίνονται στην αγορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης αποτελεί η αλυσίδα εστιατορίων πρόχειρου φαγητού McDonalds, η οποία μπόρεσε να διατηρήσει την ύπαρξή της σε διάφορες χώρες, κάνοντας κάποιες διαφοροποιήσεις στα προϊόντα της (όπως με τη μη πώληση χοιρινού κρέατος σε ισλαμικές χώρες), με σκοπό την επικράτησή της έναντι των ανταγωνιστών της.

Άλλη αρχή, και μάλιστα πολύ σπουδαία, είναι η **επιθετικότητα**. Η παθητική στάση που μπορεί να κρατήσει μια επιχείρηση έχει δείξει στην πράξη ότι τις περισσότερες φορές επιφέρει αρνητικές συνέπειες. Ένα παράδειγμα επιθετικότητας είναι αυτή της διαφήμισης. Το 1981 ο Εθνικός Σύλλογος Εκφωνητών Ραδιοφώνου, κατήγγησε τους κανόνες που αφορούσαν στην διατύπωση δυσφημιστικών σχολίων σε βάρος των ανταγωνιστών. Αν και οι ενέργειες αυτές μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα ευγενικές και πολλές φορές να οδηγήσουν στα δικαστήρια, η πράξη έχει δείξει ότι μπορεί να αποβεί αρκετά αποτελεσματική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Burger King, η οποία άρχισε να επιτίθεται επώνυμα στη McDonald's και οι πωλήσεις της αυξήθηκαν κατακόρυφα. Άλλο παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση όπου η AT&T επιτέθηκε για τις μεθόδους τιμολόγησης της MCI και όταν η Unilever επιτέθηκε ονομαστικά στα προϊόντα της Procter & Gamble. Τόσο τα αμερικανικά, όσο και τα ευρωπαϊκά δικαστήρια επιτρέπουν σε γενικές γραμμές τη συγκριτική διαφήμιση όταν αυτή είναι ειλικρινής και ακριβής.

Το στοιχείο της **έκπληξης** στο χώρο των επιχειρήσεων, αλλά και στον πόλεμο, αποτελεί σημαντικό προβάδισμα. Το να κρατάει μια επιχείρηση μια της στρατηγική κρυφή, μπορεί να της δώσει αρκετά μεγάλο πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών της. Ένα παράδειγμα αποτελεί η Ford, όταν το 1964 εισήγαγε στην αγορά спор αυτοκινήτων το μοντέλο Mustang.

Πέραν από όλες τις παραπάνω αρχές, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορούν να ανταπεξέλθουν σε οποιαδήποτε ανάγκη προκύψει, οποτεδήποτε. Θα πρέπει δηλαδή να είναι σε θέση να μπορούν να αφουγκραστούν τις ανάγκες και τις επιθυμίες της αγοράς, να μπορούν να τα βγάλουν πέρα, αλλά και να είναι σε θέση να μεταβάλλονται και να αντιμετωπίσουν την κάθε κίνηση που θα μπορούσε να κάνει κάποια αντίπαλη επιχείρηση.

«Η θεωρία παιγνίων μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες στην ανάλυση της ολιγοπωλιακής ανεξαρτησίας. Πράγματι, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν προσομοιώσεις πολέμου κατά την λήψη των αποφάσεών τους.»²⁴

²⁴ Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 619

4.7 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο αναφερθήκαμε στη στρατηγική συμπεριφορά. Είδαμε τον τρόπο επίλυσης των εκτεταμένων παιγνίων, καθώς και την αξία που έχει ο περιορισμός των επιλογών κάποιου. Επίσης, είδαμε το πώς η στρατιωτική στρατηγική εντάχθηκε ουσιαστικά στις στρατηγικές αποφάσεις των εταιρειών, καθώς και παραδείγματα αυτών (στο τελευταίο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν αρκετές μελέτες περιπτώσεων που το αποδεικνύουν έμπρακτα αυτό).

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την στρατηγική συμπεριφορά πάνω στη Θεωρία Παιγνίων, μπορείτε να απευθυνθείτε στο άρθρο των Turocy & Stengel (2001), καθώς και στο βιβλίο των D. Besanko – R. R. Braeutigan (2009), «Μικροοικονομική».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΙΚΤΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ

5.1 Εισαγωγή

Μέχρι στιγμής, τα παραδείγματα παιγνίων με τα οποία έχουμε ασχοληθεί, έχουν πεπερασμένο σύνολο κινήσεων. Στο κεφάλαιο αυτό, θα μελετήσουμε την περίπτωση της ύπαρξης μιας συνέχειας κινήσεων. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ένας παίκτης έχει μια πιθανότητα επιλογής μεταξύ του 0 και του 1. Το τι εννοούμε με αυτή μας την πρόταση θα το δούμε παρακάτω.

Θα ασχοληθούμε με τον τρόπο κατά τον οποίο μπορούμε να βρούμε τη ισορροπία της μικτής στρατηγικής ενός παιγνίου, όταν δεν υπάρχει ισορροπία καθαρής στρατηγικής, σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος. Επίσης θα γίνει η μελέτη του παραδείγματος «επιθεώρηση συμμόρφωσης», τόσο με αμιγείς, όσο και με μικτές στρατηγικές.

5.2 Είδη στρατηγικών: Αμιγείς και Μικτές στρατηγικές

Στο Κεφάλαιο 1, καθώς ξεκινήσαμε με το να ορίζουμε τα παίγνια, αναφέραμε τις δύο μορφές που μπορούν να πάρουν, τη *στρατηγική* (πίνακας αποτελεσμάτων) και την *εκτεταμένη* (δέντρο αποτελεσμάτων). Επίσης διαπιστώσαμε ότι ένα παίγνιο που είναι σε στρατηγική μορφή, δεν έχει πάντα μια Ισορροπία κατά Nash. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο κάθε παίκτης να μην μπορεί να επιλέξει ντετερμινιστικά μία από τις δυνατές στρατηγικές επιλογές που έχει. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι παίκτες μπορούν να ορίσουν κάποιες συγκεκριμένες πιθανότητες μεταξύ αυτών των καθαρών στρατηγικών. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται συχνά στην πραγματικότητα, και οι τυχαίες αυτές στρατηγικές ονομάζονται *μικτές* στρατηγικές. Συνεπώς, η τυχαία κατανομή κάποιου παίκτη για την δική του επιλογή με ορισμένες πιθανότητες, ονομάζεται *μικτή στρατηγική*. Το 1951, ο Nash απέδειξε ότι κάθε πεπερασμένο παίγνιο στρατηγικής μορφής έχει ισορροπία εάν αναμειγνύονται μεικτές στρατηγικές. Επίσης, δεδομένου του γεγονότος ότι το αποτέλεσμα του παιγνίου μπορεί να είναι τυχαίο, θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψιν το μέσο όρο των αναμενόμενων ανταμοιβών.

Τα δύο αυτά είδη στρατηγικών έχουν κάποιες ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους. Αρχικά, μια καθαρή στρατηγική αποτυπώνει κάθε ένα από τα πιθανά σύνολα πληροφοριών ενός παίκτη σε μια ενέργεια, ενώ μια μικτή στρατηγική αποτυπώνει κάθε ένα από τα πιθανά σύνολα πληροφοριών ενός παίκτη σε μία κατανομή πιθανοτήτων πάνω στις ενέργειες. Μια

άλλη διαφορά τους είναι το γεγονός ότι μια καθαρή στρατηγική αποτελεί έναν κανόνα ο οποίος λέει στον παίκτη ποια ενέργεια πρέπει να επιλέξει, ενώ μια μικτή στρατηγική αποτελεί έναν κανόνα ο οποίος λέει στον παίκτη τι ζάρια πρέπει να ρίξει για να επιλέξει μια ενέργεια. Γενικά, μια μικτή στρατηγική θα μπορούσε να επιλεγεί από οποιαδήποτε από τις δυνατές διαφορετικές ενέργειες σε μια δεδομένη κατάσταση, γεγονός που δημιουργεί το απρόβλεπτο, το οποίο με την σειρά του μπορεί να φανεί χρήσιμο στον εκάστοτε παίκτη. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που συμβαίνουν στην πραγματική ζωή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής των μικτών στρατηγικών είναι οι αγώνες μπάσκετ, όπου θα πρέπει να επιλέξεις μια ενέργεια που δεν την περιμένει η άλλη ομάδα.

5.3 Μικτές στρατηγικές σε παίγνια δύο παικτών μηδενικού αθροίσματος

Στο Κεφάλαιο 2, είδαμε με την βοήθεια του κριτηρίου minimax, τον τρόπο μπορούμε να μελετήσουμε παίγνια μηδενικού και μη μηδενικού αθροίσματος, εντοπίζοντας το σημείο ισορροπίας τους, V . Βέβαια, δεν είμαστε πάντα τυχεροί έτσι ώστε να προκύψει ισορροπία. Σε αυτές τότε τις περιπτώσεις δεν υπάρχει σημείο ισορροπίας με αμιγείς στρατηγικές, και θα πρέπει να βρούμε έναν τρόπο ώστε να μπορέσουμε να βρούμε την λύση – ισορροπία του παιγνίου. Έτσι, εισάγουμε την έννοια της πιθανότητας, του ενδεχόμενου δηλαδή το να επιλεγεί μία στρατηγική. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να καταλάβουμε το τι θα μπορούσε να γίνει εν τέλει και να επιτύχουμε μια πιο καθαρή εικόνα για τις κινήσεις των παικτών. Για να γίνει πιο κατανοητό όλο αυτό θα δώσουμε το παρακάτω παράδειγμα παιγνίου μηδενικού αθροίσματος.

Πίνακας 5.1

Ο πίνακας ανταμοιβών δύο παικτών, σε ένα παίγνιο μηδενικού αθροίσματος.

	Παίκτης B		
Παίκτης A	B1	B2	min (γραμμών)
A1	2	-4	-4
A2	0	3	0
max (στηλών)	2	3	$V_A=2 \neq 0=V_B$

Εξετάζοντας το παραπάνω πίνακα, διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχει σημείο ισορροπίας (ασταθής λύση). Ο κάθε παίκτης, γνωρίζοντας τη δομή του πίνακα, είναι σε θέση να κατανοεί ότι για την κάθε στρατηγική του, ο αντίπαλός του θα έχει πάντα μία καλύτερη απάντηση. Σε

αυτή την περίπτωση λοιπόν, ο κάθε παίκτης ακολουθεί με βάση κάποια κατανομή πιθανοτήτων τις στρατηγικές του, ώστε να μεγιστοποιεί το ελάχιστο προσδοκώμενο κέρδος του (να ελαχιστοποιεί τη μέγιστη προσδοκώμενη ζημιά του), ανεξάρτητα από τις επιλογές του αντιπάλου του. Η κατανομή πιθανοτήτων με βάση την οποία επιλέγει τις στρατηγικές του, ονομάζεται *μικτή ή τυχαία maximin (minimax) στρατηγική*.²⁵

Θα ορίσουμε x_i την πιθανότητα του να επιλέξει ο Παίκτης A την στρατηγική A_i και ως y_j την πιθανότητα του να επιλέξει ο Παίκτης B την στρατηγική του B_j . Οι πιθανότητες που θα ορίσουμε δεν είναι τυχαίες, αλλά προσδιορίζονται με βάση την μεγιστοποίηση του ελάχιστου προσδοκώμενου κέρδους ή αντίστοιχα την ελαχιστοποίηση της μέγιστης προσδοκώμενης ζημίας, όπως αναφέραμε και προηγουμένως. Επίσης, ισχύει ότι το άθροισμα των x_i , όπως αντίστοιχα και των y_j , θα πρέπει να είναι ίσο με την μονάδα, για να αποτελούν βέβαιο ενδεχόμενο. Σε περίπτωση που κάποιο x_i ή y_j είναι ίσο με την μονάδα, υποδεικνύει ότι εφαρμόζεται η αμιγής στρατηγική A_i ή B_j αντίστοιχα.

Ορίζοντας όλα τα παραπάνω, ας δούμε τώρα πως θα διαμορφωθεί το παραπάνω παίγνιο. Αρχικά ορίζουμε την στρατηγική του Παίκτη A, A_1 , με πιθανότητα να πραγματοποιηθεί x , και αντίστοιχα την στρατηγική του A_2 με πιθανότητα $(1-x)$, καθώς το άθροισμα των πιθανοτήτων θα πρέπει να είναι ίσο με την μονάδα. Ομοίως ορίζουμε και για την στρατηγική του Παίκτη B, B_1 , την πιθανότητα να πραγματοποιηθεί y , και αντίστοιχα για την στρατηγική B_2 πιθανότητα $(1-y)$.

Έτσι, για τον **Παίκτη A** θα έχουμε, εάν ο Παίκτης B επιλέξει την στρατηγική B_1 :

$$2 \cdot x + 0 \cdot (1 - x) = 2x$$

Και εάν ο Παίκτης B επιλέξει την στρατηγική B_2 :

$$-4 \cdot x + 3 \cdot (1 - x) = -4x + 3 - 3x = -7x + 3$$

Ο Παίκτης A θέλει το αναμενόμενο κέρδος του να είναι ανεξάρτητο από τη στρατηγική που θα επιλέξει ο B. Συνεπώς θα πρέπει να εξισώσουμε τις παραπάνω πληρωμές του Παίκτη A, από όπου προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} 2x &= -7x + 3 \\ 9x &= 3 \\ x &= \frac{3}{9} \end{aligned}$$

Αυτό σημαίνει ότι ο Παίκτης A θα πρέπει να ακολουθήσει τη στρατηγική του A_1 με πιθανότητα $x=3/9$ και την A_2 με πιθανότητα $(1-x) = 6/9$.

²⁵ N. Τσαντάς, σελίδα 19. Ιστότοπος: http://www.math.upatras.gr/~tsantas/DownloadFiles/OR_GameTheory.pdf

Το προσδοκώμενο κέρδος του Παίκτη Α θα είναι: $2 \cdot (3/9) = 2/3 = -7 \cdot (3/9) + 3$, το οποίο προκύπτει από την αντικατάσταση της πιθανότητας x , είτε για την στρατηγική B_1 , είτε για την στρατηγική B_2 . Το γεγονός ότι δεν μας επηρεάζει το αποτέλεσμα η αντικατάσταση σε οποιοδήποτε από τους παραπάνω συνδυασμούς στρατηγικών, οφείλεται στο γεγονός ότι αυτό που επιδιώκουμε είναι το αναμενόμενο αυτό κέρδος να είναι ανεξάρτητο της μικτής στρατηγικής που χρησιμοποιεί ο Παίκτης Β. Επομένως, η άριστη στρατηγική του Παίκτη Α θα είναι να επιλέξει τις στρατηγικές του A_1 και A_2 με πιθανότητες $3/9$ και $6/9$ αντίστοιχα, η οποία θα του επιφέρει προσδοκώμενο κέρδος ίσο με $2/3$.

Εργαζόμενοι ομοίως για τον **Παίκτη Β** θα έχουμε ότι, για την επιλογή της στρατηγικής A_1 από τον Παίκτη Α:

$$2 \cdot y + (-4) \cdot (1 - y) = 2y - 4 + 4y = 6y - 4$$

Και εάν ο Παίκτης Α επιλέξει την στρατηγική A_2 :

$$0 \cdot y + 3 \cdot (1 - y) = 3 - 3y$$

Εξισώνοντας τις δυο παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} 6y - 4 &= 3 - 3y \\ 9y &= 7 \\ y &= \frac{7}{9} \end{aligned}$$

Αυτό σημαίνει ότι ο Παίκτης Β θα πρέπει να ακολουθήσει τη στρατηγική του B_1 με πιθανότητα $y=7/9$ και την B_2 με πιθανότητα $(1-y)=2/9$.

Το προσδοκώμενο κέρδος του Παίκτη Β θα είναι: $6 \cdot (7/9) - 4 = 2/3 = 3 - 3 \cdot (7/9)$, το οποίο προκύπτει από την αντικατάσταση της πιθανότητας y , είτε για την στρατηγική A_1 , είτε για την στρατηγική A_2 , για τον ίδιο λόγο που εξηγήσαμε προηγουμένως. Επομένως, η άριστη στρατηγική του Παίκτη Β θα είναι να επιλέξει τις στρατηγικές του B_1 και B_2 με πιθανότητες $7/9$ και $2/9$ αντίστοιχα, οι οποίες θα του επιφέρουν το προσδοκώμενο κέρδος $2/3$.

Συνοψίζοντας, αυτό που θα προκύψει στο παραπάνω παίγνιο μακροπρόθεσμα, εφόσον το παίγνιο επαναληφθεί πολλές φορές, θα είναι ότι κάθε 9 επαναλήψεις του παιγνίου (βλέπε παρονομαστή πιθανοτήτων), ο Παίκτης Α θα πρέπει να ακολουθεί 3 φορές την A_1 και 6 φορές την A_2 , ενώ ο Παίκτης Β θα πρέπει να ακολουθεί 7 φορές την B_1 και 2 φορές την B_2 . Επίσης, η τιμή του παιγνίου είναι $V = 2/3$, το οποίο δεν σημαίνει πως κάθε φορά που παίζεται το παρόν παίγνιο ο Παίκτης Α κερδίζει $2/3$ και αντίστοιχα ο Παίκτης Β χάνει $2/3$, αλλά το γεγονός ότι εάν το παίγνιο επαναληφθεί αρκετές φορές, το προσδοκώμενο αποτέλεσμα θα είναι κέρδος για τον Παίκτη Α ίσο με $2/3$, όση δηλαδή και η προσδοκώμενη ζημία του Παίκτη Β.

5.4 Εφαρμογή της μικτής ισορροπίας στο παίγνιο «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης» (Compliance inspections)

Για να δούμε στην πράξη το τι ακριβώς γίνεται στις μικτές στρατηγικές, θα μελετήσουμε το παράδειγμα του παιγνίου «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης». Σύμφωνα με το παράδειγμα αυτό, ένας καταναλωτής αγοράζει μια άδεια λογισμικού, συμφωνώντας με ορισμένους περιορισμούς σχετικά με τη χρήση του. Ο καταναλωτής έχει σαν κίνητρο να παραβιάσει τους κανόνες αυτούς. Από την άλλη, ο πωλητής θα ήθελε να είναι βέβαιος ότι ο καταναλωτής θα ακολουθήσει στο ακέραιο την συμφωνία αυτή, αλλά ένας τέτοιος έλεγχος θα ήταν αρκετά δαπανηρός. Σε περίπτωση που ο πωλητής πιάνει τον καταναλωτή να αθετεί την συμφωνία μεταξύ τους και να τον εξαπατά, ο πωλητής μπορεί να απαιτήσει ένα επιπλέον χρηματικό ποσό για την μη συμμόρφωσή του.

Πίνακας 5.2

Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παίγνιο «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης».

Οι αποδόσεις είναι εκφρασμένες σε δολάρια ανά ημέρα.

	Καταναλωτής	
Πωλητής	Συμμορφώνεται	Αθετεί
Δεν επιθεωρεί	0, 0	-20, 20
Επιθεωρεί	-2, 0	-14, -60

Ο Πίνακας 5.2 μας δείχνει τις πιθανές ανταμοιβές για ένα παίγνιο επιθεώρησης όπως αυτό που περιγράψαμε παραπάνω. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την μήτρα αποτελεσμάτων, προκύπτουν τα εξής:

- Εάν ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί», τότε ο Καταναλωτής θα «Αθετεί», καθώς το όφελος του καταναλωτή θα ήταν 20 σε σχέση με το μηδενικό όφελος που θα είχε εάν είχε «Συμμορφωθεί».
- Εάν τώρα ο Πωλητής «Επιθεωρεί», τότε ο Καταναλωτής θα «Συμμορφωθεί» καθώς εάν γίνει αντιληπτός ότι «Αθετεί» θα έχει ζημία 60 (-60).
- Εάν ο Καταναλωτής «Συμμορφωθεί», τότε ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί» καθώς σε αντίθετη περίπτωση θα είχε ζημία 2 (-2).
- Εάν ο Καταναλωτής «Αθετεί», τότε ο Πωλητής «Επιθεωρεί», καθώς έτσι μειώνει την ζημία του από 20 (-20) σε 14 (-14).

Όπως γίνεται αντιληπτό, το παίγνιο αυτό δεν έχει ισορροπία στις καθαρές στρατηγικές. Σε προηγούμενες ενότητες, είδαμε ότι οι στρατηγικές σε μια ισορροπία κατά Nash θα πρέπει να είναι οι καλύτερες δυνατές απαντήσεις του κάθε παίκτη έναντι οποιοδήποτε άλλων δυνατών στρατηγικών του παιγνίου. Συνεπώς, στο παρόν παίγνιο δεν ισχύει αυτό για κάθε συνδυασμό καθαρής στρατηγικής.

Κάποιες φορές, όπως στη παρούσα περίπτωση, δεν είναι εύκολα αντιληπτό το να βρεθεί μια ισορροπία. Παρόλα αυτά, ο κάθε μελετητής είναι σε θέση να δείξει τι χαρακτηριστικά πρέπει να έχει μια ισορροπία αν υπάρχει, και θα ήθελε να αποδείξει ότι πράγματι υπάρχει. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει και ο Rasmusen στο βιβλίο του *Games and Information (2001)*: «Ένα από τα ισχυρά σημεία της Ισορροπίας Nash είναι ότι υπάρχει, σε μικτές στρατηγικές αν όχι σε καθαρές, σχεδόν σε κάθε παίγνιο και είναι πιθανό να τη συναντήσουμε.»

Βασικό χαρακτηριστικό που ευνοεί την ύπαρξη Ισορροπίας Nash σε ένα παίγνιο είναι η *συνέχεια των ανταμοιβών* από τις στρατηγικές τους. Μια ανταμοιβή που είναι συνεχής, μπορεί να ρυθμίσει καλύτερα τις στρατηγικές των παικτών. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να δίνονται κάθε φορά απαντήσεις από τους παίκτες, οι οποίες με την σειρά τους να προσεγγίζουν όλο και περισσότερο μια ισορροπία μεταξύ τους. Επίσης ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό που ανάγει την Ισορροπία κατά Nash είναι ένα *κλειστό και οριοθετημένο σύνολο στρατηγικής*. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των στρατηγικών και προσεγγίζει το άπειρο, τόσο πιο δύσκολη είναι συνήθως η εύρεση της Ισορροπίας κατά Nash.

Προηγουμένως είδαμε, ότι στο παράδειγμα «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης» δεν υπάρχει ισορροπία μέσω των αμιγών στρατηγικών. Θα δούμε λοιπόν τώρα τι γίνεται με τη μικτή ισορροπία. Δηλαδή θα εξετάσουμε το τι μικτές στρατηγικές θα πρέπει να έχει ο κάθε παίκτης έτσι ώστε να προκύψει ισορροπία, καθώς και το τι θα πρέπει να κάνουν οι παίκτες στο παίγνιο αυτό.

Αρχικά, μια μικτή στρατηγική για τον Πωλητή είναι η στρατηγική του να «επιθεωρεί», αλλά μόνο με μια ορισμένη πιθανότητα. Το να επιθεωρεί συνέχεια ο Πωλητής όπως είδαμε παραπάνω είναι ασύμφορο. Το να επιθεωρεί όμως, χωρίς να είναι βέβαιο και γνωστό στον Καταναλωτή το πότε θα το κάνει (γνωρίζοντας όμως ο Καταναλωτής ότι μπορεί να προβεί σε αυτή την ενέργεια), λογικά θα αποτρέψει τον Καταναλωτή από την «εξαπάτηση». Το όλο ζήτημα που προκύπτει όμως τώρα είναι με ποιον τρόπο θα βρούμε την πιθανότητα της στρατηγικής του «επιθεωρεί», η οποία θα οδηγήσει σε ισορροπία.

Εάν υποθέσουμε μια μικρή πιθανότητα σχετικά με τη στρατηγική «Επιθεωρεί», παραδείγματος χάριν 0,01 ή 1%, τότε οι αμοιβές του Καταναλωτής διαμορφώνονται ως εξής:

- Εάν ακολουθήσει την στρατηγική του να «Συμμορφωθεί», θα λάβει :
 $0,99 \cdot 0$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{0,01 \cdot 0}{0}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)
- Εάν ακολουθήσει τώρα την στρατηγική του να «Αθετήσει», θα λάβει
 $0,99 \cdot 20$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{0,01 \cdot (-60)}{19,2}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)

Από την παραπάνω μελέτη προκύπτει ότι ο Καταναλωτής θα συνεχίσει να αθετεί, όπως δηλαδή και προηγουμένως.

Τώρα, αν αυξηθεί αρκετά περισσότερο η πιθανότητα για επιθεώρηση, για παράδειγμα γίνει 0,4 ή 40%, τότε οι αμοιβές του Καταναλωτή διαμορφώνονται ως εξής:

- Εάν ακολουθήσει την στρατηγική του να «Συμμορφωθεί», θα λάβει
 $0,6 \cdot 0$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{0,4 \cdot 0}{0}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)
- Εάν ακολουθήσει τώρα την στρατηγική του να «Αθετήσει», θα λάβει
 $0,6 \cdot 20$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{0,4 \cdot (-60)}{-12}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)

Εδώ διαπιστώνουμε ότι η αναμενόμενη ανταμοιβή για την στρατηγική του να «Συμμορφωθεί» δεν υπάρχει καν, όπως και προηγουμένως άλλωστε, έναντι της επιλογής στρατηγικής «Αθετεί», η οποία μάλιστα έχει και ζημία (-12).

Όπως παρατηρείτε από τις περιπτώσεις των πιθανοτήτων που επιλέξαμε, ανάλογα με την πιθανότητα επιθεώρησης, δηλαδή το πόσο υψηλή ή χαμηλή μπορεί να είναι, ο Καταναλωτής θα έχει και διαφορετική στρατηγική. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Turocy & Stengel στο βιβλίο τους *Game Theory (2001)*: «Η μόνη περίπτωση όπου ο Καταναλωτής μόνος του θα μπορούσε ενδεχομένως να ταξινομήσει μεταξύ των στρατηγικών του είναι εάν και οι δύο στρατηγικές του, του έδιναν την ίδια αμοιβή, δηλαδή, εάν ήταν αδιάφορος. Δεν είναι ποτέ βέλτιστο για έναν παίκτη να εκχωρήσει μια θετική πιθανότητα στο να παίζει μια στρατηγική που είναι κατώτερη, δεδομένου του τι κάνουν οι άλλοι παίκτες.»

Μετά από όλα αυτά, καταλαβαίνουμε ότι ο Καταναλωτής θα είναι αδιάφορος, αν και μόνο αν, ο Πωλητής εφαρμόσει την στρατηγική του να «Επιθεωρεί» με πιθανότητα τέτοια ώστε οι στρατηγικές του Καταναλωτή «Συμμορφώνεται» και «Αθετεί» να είναι αδιάφορες (δηλαδή οι απολαβές για τις στρατηγικές αυτές που θα έχει, να είναι μηδέν). Θεωρώντας x

την πιθανότητα του Πωλητή να επιθεωρεί, και λαμβάνοντας υπόψιν ότι θα πρέπει οι στρατηγικές του Καταναλωτή να είναι αδιάφορες, προκύπτει για τον Καταναλωτή ότι:

- Εάν ακολουθήσει την στρατηγική του να «Συμμορφωθεί», θα λάβει :
 $(1-x) \cdot 0$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{x \cdot 0}{0}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)
- Εάν ακολουθήσει τώρα την στρατηγική του να «Αθετήσει», θα λάβει :
 $(1-x) \cdot 20$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Δεν επιθεωρεί»)
 $+ \frac{x \cdot (-60)}{20 - 20x - 60x}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Πωλητής «Επιθεωρεί»)
 $20 - 20x - 60x$, το οποίο με την σειρά του θα πρέπει να είναι ίσο με 0.

Άρα,

$$\begin{aligned} 20 - 20x - 60x &= 0 \\ 20 - 80x &= 0 \\ -80x &= -20 \\ 80x &= 20 \\ x &= \frac{20}{80} = \frac{1}{4} = 0,25 \end{aligned}$$

Συνεπώς, η πιθανότητα με την οποία θα πρέπει να επιθεωρεί ο Πωλητής είναι 0,25, δεδομένου ότι τότε η αναμενόμενη ανταμοιβή για την στρατηγική να «Αθετήσει» είναι ίδια με εκείνη του να «Συμμορφωθεί», δηλαδή μηδέν (0). Με αυτή τη μικτή στρατηγική του Πωλητή («Δεν επιθεωρώ» με πιθανότητα $1 - 0,25 = 0,75$ και «Επιθεωρώ» με πιθανότητα 0,25), ο Καταναλωτής είναι αδιάφορος μεταξύ των στρατηγικών του επιλογών.

Εάν τώρα, ο Καταναλωτής επέλεγε ως y την πιθανότητα του να συμμορφώνεται, και $(1-y)$ το να μη συμμορφώνεται, και λαμβάνοντας υπόψιν ότι θα πρέπει οι στρατηγικές του Πωλητή να είναι αδιάφορες, προκύπτει για τον Πωλητή ότι:

- Εάν ακολουθήσει την στρατηγική του να «Δεν επιθεωρεί», θα λάβει :
 $(1-y) \cdot (-20)$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Καταναλωτής «Αθετεί»)
 $+ \frac{y \cdot 0}{20y - 20}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Καταναλωτής «Συμμορφώνεται»)
- Εάν ακολουθήσει τώρα την στρατηγική του να «Επιθεωρεί», θα λάβει :
 $(1-y) \cdot (-14)$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Καταναλωτής «Αθετεί»)
 $+ \frac{y \cdot (-2)}{12y - 14}$ (η αμοιβή του σε περίπτωση που ο Καταναλωτής «Συμμορφώνεται»)

Άρα, για να είναι αδιάφορος ο Πωλητής θα πρέπει:

$$\begin{aligned} -20 + 20y &= 12y - 14 \\ 8y &= 6 \\ y &= \frac{6}{8} = \frac{3}{4} = 0,75 \end{aligned}$$

Συνεπώς, η πιθανότητα με την οποία θα πρέπει να «Αθετεί» ο Καταναλωτής είναι 0,25, δεδομένου ότι τότε η αναμενόμενη ανταμοιβή για την στρατηγική να «Επιθεωρήσει» είναι ίδια με εκείνη του να «Δεν επιθεωρεί». Η ανταμοιβή αυτή θα είναι: $-20 + 20 \cdot (3/4) = -5 = 12 \cdot (3/4) - 14$ δηλαδή -5. Με αυτή τη μικτή στρατηγική του Καταναλωτή («Αθετώ» με πιθανότητα 0,25 και «Συμμορφώνομαι» με πιθανότητα 0,75), ο Πωλητής είναι αδιάφορος μεταξύ των στρατηγικών του επιλογών.

Επομένως γίνεται αντιληπτό, ότι ο Πωλητής θα είναι πράγματι αδιάφορος (έχει ζημιές -5) για οποιαδήποτε ενέργεια του Καταναλωτή, και η μικτή αυτή στρατηγική του, θα είναι η καλύτερη απάντησή του σε οποιαδήποτε μικτή στρατηγική θα μπορούσε να προβεί ο Καταναλωτής. Μέσω όλης αυτής της διαδικασίας ορίζεται και η μόνη Ισορροπία κατά Nash του παιγνίου, η οποία καλείται *μικτή ισορροπία* καθώς χρησιμοποιήσαμε μικτές στρατηγικές για να προβούμε σε αυτή.

Αυτό που έχει διαπιστωθεί στην πράξη, είναι ότι οι φορείς λήψης αποφάσεων, ως επί το πλείστο, αποστρέφονται τον κίνδυνο (risk averse). Δηλαδή, προτιμούν να έχουν την ασφαλή ανταμοιβή του μηδέν (0) εξ αρχής, από το να μπουν σε μια διαδικασία ενός παίγνιου και να προσδοκούν να αποκτήσουν μια ανταμοιβή που θα είναι ίση με μηδέν (0).

5.5 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο, αναφερθήκαμε στα είδη των στρατηγικών, τις αμιγείς και μεικτές στρατηγικές. Επίσης, παρουσιάσαμε τον τρόπο εύρεσης των μικτών στρατηγικών σε παίγνια δύο παικτών, μηδενικού αθροίσματος. Μελετήσαμε και παρουσιάσαμε το κλασικό παράδειγμα που συναντάται στην βιβλιογραφία «επιθεωρήσεις συμμόρφωσης», με την βοήθεια των αμιγών στρατηγικών.

Οι εφαρμογές όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αμιγείς στρατηγικές είναι πολλές, και ποικίλουν. Εδώ αναφέραμε μόνο τις πιο κλασικές, έτσι ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να σχηματίσει μια άποψη για τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και να είναι σε θέση να μπορεί να κατανοήσει την λογική που βρίσκεται πίσω από αυτή τη μορφή στρατηγικής. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις αμιγείς στρατηγικές, καθώς και εφαρμογές αυτών, μπορείτε να ανατρέξετε στο βιβλίο «Θεωρία παιγνίων : Μαθηματικά μοντέλα σύγκρουσης και συνεργασίας», του Μηλολιδάκης, Κ..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

6.1 Εισαγωγή

Η Θεωρία Παιγνίων έχει λανθασμένα θεωρηθεί, ότι αποτελεί κομμάτι των Οικονομικών και μόνο. Παρ' όλ' αυτά, τα τελευταία 30 χρόνια έχει βρει εφαρμογή σε ποικίλους κλάδους. Αρχικά, χρησιμοποιείται στην Πολιτική Οικονομία και ειδικά στη θεωρία της συλλογικής δράσης, όπου εξηγεί ενδεχόμενα συνεργασίας μεταξύ των παικτών. Επίσης, χρησιμοποιείται και στην Εξελικτική Βιολογία, στην Ψυχολογία, στην Κοινωνιολογία και γενικά σε οποιαδήποτε μορφή επιστήμης η οποία μπορεί να στηριχθεί με ορθολογικές αποφάσεις.

Σε αυτό λοιπόν το κεφάλαιο, θα παρουσιάσουμε αρχικά το αντικείμενο της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων. Κατόπιν, μέσω του κλασικού παραδείγματος Hawk-Dove θα εντυφύσουμε στην θεωρία αυτή, καθώς θα δούμε και στη πράξη τις διαφορές της με την Κλασική Θεωρία Παιγνίων. Θα παρουσιαστεί η έννοια της Εξελικτικά Σταθερής Στρατηγικής, καθώς θα γίνει και η σύγκρισή της με την ισορροπία κατά Nash. Στο τέλος του κεφαλαίου θα αναφερθούν κάποιες εφαρμογές της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων στην Βιολογία.

6.2 Το αντικείμενο της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων

Από τα όσα έχουμε αναφέρει μέχρι στιγμής, η Θεωρία Παιγνίων παρουσιάζει εφαρμογή σε ένα αρκετά μεγάλο φάσμα επιστημών, όπως των οικονομικών και κοινωνικών. Παρ' όλ' αυτά, η εφαρμογή της σε κλάδους όπως αυτού της βιολογίας, παρουσίαζε αρκετά κενά. Ο βασικότερος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι το γεγονός ότι στην φύση δεν υπάρχει «ορθολογικότητα». Οι έμβιοι οργανισμοί δεν μπορούν να μπουν στη διαδικασία του, *ποια στρατηγική θα πρέπει να επιλέξω, έτσι ώστε να έχω μεγαλύτερες απολαβές* (π.χ. τροφή, αναπαραγωγή, κ.τ.λ.). Το έναυσμα για την εισαγωγή της Θεωρίας Παιγνίων στη Βιολογία, το έδωσε Maynard Smith μαζί με τον George Prince, το 1973, μέσω της εργασίας τους “The logic of animals conflicts”. Ο Smith, προχωρώντας ένα βήμα περισσότερο στον τομέα αυτό, κατάφερε το 1978 και έκδοσε το βιβλίο του με τίτλο “Evolution and the theory of games”, όπου στο σύγγραμμά του προχώρησε πιο διεξοδικά στον τομέα αυτό.

Σύμφωνα λοιπόν με την Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων (Evolutionary Game Theory), οι παίκτες γίνονται έμβιοι οργανισμοί, και ο ορθολογισμός των παικτών αντικαθίσταται από τις δυνάμεις της εξέλιξης. Οι στρατηγικές που αποφέρουν μικρές απολαβές στα άτομα που

τις επιλέγουν, μειονεκτούν έναντι των στρατηγικών των αντιπάλων τους. Ο λόγος είναι ότι τέτοιες επιλογές μπορούν να μειώσουν το προσδόκιμο ζωής του ή και να μειώσουν το πλήθος των απογόνων τους. Έτσι, σε αυτή την περίπτωση, οι αποφάσεις δεν προέρχονται μέσω του ορθολογισμού, αλλά μέσω του γονιδιώματος και της συνεχούς πάλης προς επιβίωση. Οι τυχόν «κακές» επιλογές που γίνονται, εξαλείφονται στο πέρασμα του χρόνου, από λόγους καθαρά φυσικής επιλογής. Εδώ γίνεται πλέον εμφανής η σχέση που έχει η Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων, με την Δαρβινική θεωρία της εξέλιξης των ειδών. Στην ουσία, πρόκειται για μια προσπάθεια μαθηματικής περιγραφής της έννοιας αυτής.

Στην κλασική Θεωρία Παιγνίων, αυτό που μελετάμε, είναι τα ίδια τα άτομα και το ποιες επιλογές τους μεγιστοποιούν το όφελος τους. Στην Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων, δεν μας ενδιαφέρουν τα άτομα. Αυτό που μελετάμε είναι οι ίδιες οι στρατηγικές, καθώς και πως αυτές εξελίσσονται κατά το πέρασμα του χρόνου. Οι στρατηγικές εδώ μπορούν να έχουν ευρύ φάσμα, καθώς μπορούν να μελετούν από συμπεριφορές οργανισμών (μακροσκοπικό), έως την εμφάνιση γονιδιακών μεταλλάξεων (μικροσκοπικό).

Στα εξελικτικά παίγνια, όπως και στα κλασικά παίγνια, υπάρχει η ισορροπία κατά Nash, με την διαφορά τώρα ότι εάν και εφόσον εμφανισθεί σε έναν πληθυσμό, δεν μπορεί να «εκτοπιστεί» σχετικά εύκολα από κάποια άλλη δυνατή στρατηγική. Η μορφή με την οποία εμφανίζεται σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι εκείνη της λεγόμενης *Εξελικτικά Σταθερής Στρατηγικής* (ΕΣΣ).

Όπως αναφέραμε και πριν, πολλές παραδοχές της εξελικτικής (Δαρβινικής) θεωρίας των ειδών κάνουν την εμφάνισή τους στην Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων. Οι παραδοχές αυτές θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Κληρονομούμενα χαρακτηριστικά (Heritable traits).

Η παραδοχή αυτή ορίζει ότι τα χαρακτηριστικά των υπό μελέτη ατόμων, μεταβιβάζονται στους απογόνους από γενιά σε γενιά.

2. Διαφορική αναπαραγωγή (Differential reproduction).

Τα άτομα που παρουσιάζουν μεγαλύτερη *προσαρμοστικότητα* (fitness), έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα στην απόκτηση απογόνων.

Η έννοια της προσαρμοστικότητας έχει να κάνει με την επιτυχή αναπαραγωγή του ατόμου, και συνήθως ορίζεται ως το αναμενόμενο πλήθος των απογόνων του. Η προσαρμοστικότητα εξαρτάται κυρίως από τα χαρακτηριστικά που απαρτίζουν το άτομο, καθώς και τη σύσταση του πληθυσμού του. Για παίγνια όπου έχει οριστεί η συνάρτηση απόδοσης, θα ερμηνεύουμε τις τιμές της ως προσαρμοστικότητα.

3. Γενετική παρέκκλιση (Genetic drift).

Η συχνότητα εμφάνισης ενός γονιδίου δεν ισούται πάντα με την αναμενόμενη συχνότητα. Για παράδειγμα, εάν ρίξουμε ένα κέρμα 10 φορές, το αναμενόμενο

αποτέλεσμα θα είναι στις 5 ρίψεις να έχουμε φέρει κορώνα, και στις υπόλοιπες 5 γράμματα (50% - 50%). Κατά την μελέτη όμως ενός γονιδίου δεν παρατηρείται αυτή η αναλογία, και το αποτέλεσμα εξαρτάται περισσότερο στην τύχη. Βέβαια, όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός που μελετούμε, τόσο μικρότερη θα είναι και η γενετική παρέκκλιση.

4. Μετάλλαξη (Mutation).

Με τον όρο αυτό εννοούμε το ενδεχόμενο ότι κατά την αντιγραφή – αναπαραγωγή ενός γονιδίου ή οργανισμού αντίστοιχα, αυτή δεν γίνεται πάντα με απόλυτη επιτυχία. Δηλαδή υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο(πιθανότητα) λάθους.

6.3 Το παίγνιο «Γεράκι-Περιστέρι» (Hawk – Dove) και η Εξελικτικά

Σταθερή Στρατηγική (ΕΣΣ)

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα που χρησιμοποιούνται στην βιβλιογραφία για να περιγράψουν όλες τις παραπάνω έννοιες που μόλις περιγράψαμε, είναι αυτό του *Γερακιού – Περιστεριού* (hawk-dove). Σύμφωνα με αυτό, ένα σμήνος γερακιών μάχεται όσο πιο σκληρά μπορεί για την απόκτηση κάποιου πόρου (π.χ. τροφή, περιοχή, κ.τ.λ.), και υποχωρούν μόνο εάν τραυματιστούν. Από την άλλη, τα περιστέρια δεν μάχονται ποτέ. Αυτό που κάνουν είναι ουσιαστικά ένα είδος επίδειξης, διεκδικώντας τον κοινό πόρο με τα γεράκια, και αν τους επιτεθεί ο αντίπαλος, τότε υποχωρούν.

Οι δυνατοί συνδυασμοί που θα μπορούσαν να προκύψουν, είναι οι εξής:

- Μια σύγκρουση γεράκι με γεράκι, κατά την οποία τα δύο πτηνά μάχονται μέχρι να τραυματιστεί το ένα, και να παραχωρήσει την θέση του στον νικητή.
- Μια σύγκρουση γεράκι με περιστέρι, κατά την οποία το περιστέρι υποχωρεί αμέσως και το γεράκι είναι ο νικητής.
- Μια σύγκρουση περιστέρι με περιστέρι, στην οποία κανένας δεν προβαίνει σε επίθεση, αλλά σε μια επίδειξη μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα θα είναι είτε να μοιραστούν τον πόρο που έχουν, είτε να τον κερδίσει το ένα από αυτά και το άλλο να υποχωρήσει.
- Αν συμβολίσουμε με K την αξία του πόρου, και με X το κόστος από έναν σοβαρό τραυματισμό, θα έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1

Ο πίνακας αποδόσεων για το γεράκι (hawk)

	Γεράκι	<i>Περιστέρι</i>
Γεράκι	$\frac{K - X}{2}$	K
<i>Περιστέρι</i>	0	$\frac{K}{2}$

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, μια σύγκρουση γεράκι με γεράκι, αποδίδει κατά μέσο όρο $(K-X)/2$ σε κάθε γεράκι. Μια σύγκρουση γεράκι με περιστέρι αποδίδει K στο γεράκι, καθώς το περιστέρι αποχωρεί, και μια σύγκρουση περιστέρι με περιστέρι δίνει και στα δύο κέρδος $K/2$, εφόσον μοιράζονται το κέρδος τους. Η σύγκρουση περιστέρι με γεράκι αποδίδει 0 στο περιστέρι, καθώς αποχωρεί αμέσως. Ο Πίνακας 6.1 περιγράφει τις αποδόσεις του πρώτου παίκτη (γεράκι). Για να περιγράψει πλήρως το παίγνιο χρειαζόμαστε και τον πίνακα αποδόσεων του δεύτερου παίκτη (περιστέρι).

Πίνακας 6.2

Ο πίνακας αποδόσεων για το περιστέρι (dove)

	<i>Γεράκι</i>	Περιστέρι
<i>Γεράκι</i>	$\frac{K - X}{2}$	0
Περιστέρι	K	$\frac{K}{2}$

Όπως παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα αποδόσεων του δεύτερου παίκτη, πρόκειται για τον ανάστροφο του πρώτου πίνακα. Αυτό σημαίνει ότι αν και οι γραμμές και οι στήλες αφορούν και πάλι τον πρώτο και δεύτερο παίκτη αντίστοιχα, οι τιμές του Πίνακα 6.2 αφορούν τις αποδόσεις του δεύτερου παίκτη. Το παρόν παίγνιο λοιπόν, ονομάζεται *συμμετρικό*.

Εξετάζοντας τώρα τον πληθυσμό, υποθέτουμε τα εξής:

- A) Κάθε άτομο (πτηνό) είναι προγραμματισμένο από τη φύση του να ακολουθεί μια από τις δυο στρατηγικές, ανεξαρτήτως αντιπάλου, προς την επιβίωσή του.
- B) Μεγαλύτερες απολαβές δίνουν και μεγαλύτερη πιθανότητα επιβίωσης, καθώς και

μεγαλύτερη πιθανότητα στο να αποκτήσει περισσότερους απογόνους.

Γ) Η στρατηγική που θα ακολουθήσει κάποιο πτηνό, θα μεταβιβαστεί στους απογόνους του, καθώς θα έχει αποδειχθεί ότι αποδίδει.

Δ) Αν και μεταβιβάζονται οι στρατηγικές - συμπεριφορές, αυτό δεν γίνεται με πλήρη ακρίβεια. Οι απόγονοι δεν αποτελούν πιστά αντίγραφα των γονέων τους, καθώς υπάρχει πάντα η πιθανότητα της μετάλλαξης.

Αυτό που θα πρέπει να μελετήσουμε τώρα, είναι το πώς αναμένεται να εξελιχθούν οι παραπάνω στρατηγικές. Θα πρέπει να ελέγξουμε αν και ποιες στρατηγικές θα συνυπάρχουν σε έναν πληθυσμό.²⁶ Θα ορίσουμε αρχικά τυχαίες τιμές για να εξετάσουμε το παίγνιο, με $K=2$ και $X=4$.

Αρχικά θεωρούμε ότι ο πληθυσμός αποτελείται μόνο από περιστέρια. Με δεδομένο το παραπάνω κέρδος που ορίσαμε $K=2$, κάθε φορά που ένα περιστέρι συναντά ένα άλλο, το κάθε περιστέρι θα έχει μέσες απολαβές 1. Εάν υποθέσουμε ότι εμφανίζεται κάποιο γεράκι (π.χ. λόγω μετάλλαξης) μέσα στο πληθυσμό, επειδή θα είναι σε μια ευνοϊκή θέση καθώς θα έχει αντιπάλου μόνο περιστέρια, θα έχει απολαβές 2. Συνεπώς, τα γονίδια του θα αρχίσουν να απλώνονται στον πληθυσμό. Αυτό όμως δεν θα κρατήσει για πάντα. Από κάποιο σημείο και μετά, τα γεράκια θα αρχίζουν να έχουν σαν αντιπάλους τους τα ίδια. Περίπτωση δηλαδή κατά την οποία οι μέσες απολαβές είναι -2 μονάδες για το κάθε γεράκι.

Από την άλλη, αν ο πληθυσμός αποτελείται εξ αρχής από γεράκια και μόνο, τότε οι μέσες απολαβές του κάθε γερακιού θα είναι -2 . Εάν αντίστοιχα όπως προηγουμένως λόγω μετάλλαξης εμφανιστεί ένα περιστέρι στον πληθυσμό, οι απολαβές του θα είναι 0, καθώς θα εγκαταλείπει την κάθε τυχόν μάχη. Παρόλα αυτά όμως, θα καταφέρει να εξαπλώσει τα γονίδια του, και αυτό γιατί οι μέσες απολαβές του θα είναι υψηλότερες από εκείνες που έχουν τα γεράκια ($0 > -2$).

Σύμφωνα με το παραπάνω παράδειγμα διαπιστώνουμε (τουλάχιστον εμπειρικά), ότι κάθε καμία από τις στρατηγικές του «γεράκι» ή «περιστέρι» μπορεί να δεχθεί εισβολή από την άλλη, ακόμα και εάν η μετάλλαξη συμβεί μόνο σε ένα άτομο του πληθυσμού. Τέτοιου είδους στρατηγικές, τις οποίες τις έχουν υιοθετήσει όλα τα άτομα του πληθυσμού, και καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να εισβάλει στον πληθυσμό μέσω κάποια μετάλλαξης, μικρή σε πληθυσμό έκτασης, ονομάζεται **Εξελικτικά Σταθερή Στρατηγική (ΕΣΣ)** (Evolutionarily Stable Strategy (ESS)).

Για να εντοπίσουμε τώρα μία τέτοια εξελικτική στρατηγική στο παρόν παράδειγμα, θα χρησιμοποιήσουμε μεικτές στρατηγικές. Με τον τρόπο αυτό θα επιτρέψουμε στα άτομα να μην έχουν να επιλέξουν αναγκαστικά μία εκ των δύο στρατηγικών, αλλά να επιλέγουν την

²⁶ Μέσα σε ένα πληθυσμό, μπορεί να επικρατήσει κάποια από τις δύο στρατηγικές ή αν θα συνυπάρχουν και οι δύο σε έναν πολυμορφικό χώρο. Ως πολυμορφικός ονομάζεται ο πληθυσμός μέσα στον οποίο τα άτομα ακολουθούν περισσότερες από μία στρατηγικές. Σε αντίθετη περίπτωση, όπου τα άτομα ενός πληθυσμού ακολουθούν την ίδια στρατηγική, τότε ο πληθυσμός καλείται μονομορφικός.

μία στρατηγική με πιθανότητα p , και την άλλη με πιθανότητα $(1-p)$ αντίστοιχα. Για $p=1$ παίρνουμε την καθαρή στρατηγική γεράκι, και για $p=0$ την καθαρή στρατηγική περιστέρι αντίστοιχα.

Αρχικά υποθέτουμε, ότι τα γεράκια ακολουθούν μια στρατηγική x , μέσω της οποίας διατηρούν έναν αρκετά μεγάλο πληθυσμό, με πιθανότητα p . Επίσης, θεωρούμε ότι στον πληθυσμό των γερακιών συμβαίνει μια μετάλλαξη, και εμφανίζεται ένας μικρός αριθμός περιστεριών, τα οποία προς την επιβίωσή τους ακολουθούν μία στρατηγική με πιθανότητα $(1-p)$ αντίστοιχα. Για να μπορέσουν να συν επιβιώσουν στο ίδιο περιβάλλον τα δύο είδη, θα πρέπει να υπάρξει μια ισορροπία μεταξύ τους, όσο αναφορά τους κοινούς τους πόρους. Από τον Πίνακα 6.1, ορίζοντας με p την πιθανότητα να επιβιώσει και να αναπαραχθεί το γεράκι, και με $(1-p)$ την πιθανότητα για το περιστέρι αντίστοιχα, έχουμε ότι:

$$\text{Πόροι (γεράκι)} = \frac{K-X}{2} \cdot p + K \cdot (1-p) \text{ , και}$$

$$\text{Πόροι (περιστέρι)} = \frac{K}{2} \cdot (1-p)$$

Για την συν επιβίωσή τους, απαιτείται:

$$\text{Πόροι(γεράκι)} = \text{Πόροι(περιστέρι)}$$

$$\frac{K-X}{2} \cdot p + K \cdot (1-p) = \frac{K}{2} \cdot (1-p)$$

$$\frac{K}{2} p - \frac{X}{2} p + K - Kp = \frac{K}{2} - \frac{K}{2} p$$

$$-\frac{X}{2} p = \frac{K}{2} - K$$

$$-\frac{X}{2} p = -\frac{K}{2}$$

$$p = \frac{K}{X}$$

Επομένως, η (μικτή) στρατηγική $x = (K/X, (X-K)/X)$ είναι μία *εξελικτικά σταθερή στρατηγική*(ΕΣΣ), δηλαδή είναι μια στρατηγική στην οποία δεν μπορεί να υπάρξει εισβολή από άτομα που παίζουν μια από τις καθαρές στρατηγικές του γερακιού ή του περιστεριού.

Εφαρμόζοντας λοιπόν την ΕΣΣ που μόλις βρήκαμε με δεδομένα τα προηγούμενα $K=2$ και $X=4$, η μοναδική ΕΣΣ στο παρόν παίγνιο Γεράκι – Περιστέρι είναι η $(K/X, (X-K)/X) = (1/2, 1/2)$. Το αποτέλεσμα αυτό σημαίνει ότι, για να υπάρξει ΕΣΣ στο παρόν παράδειγμα, θα πρέπει τα άτομα του πληθυσμού του να συμπεριφέρονται σε κάθε μάχη ως γεράκι με

πιθανότητα $\frac{1}{2}$ και ως περιστέρι με πιθανότητα $\frac{1}{2}$, καθώς έτσι ο πληθυσμός αυτός δεν μπορεί να δεχθεί εισβολή από κάποια άλλη στρατηγική ($p, 1-p$), αρκεί τα άτομα που θα την υιοθετήσουν να είναι σχετικά λίγα.

Όπως είδαμε μέχρι στιγμής στην παρούσα εργασία, οι οικονομολόγοι και θεωρητικοί ορθοδόξων παιγνίων, για πολλά χρόνια έδιναν έμφαση σε μια κάπως ασθενέστερη εκδοχή ισορροπίας που ονομάζεται ισορροπία Nash ή ισορροπία μη συνεργασίας. Για ένα μοντέλο ενός πληθυσμού, ο ορισμός είναι απλός και είναι ο εξής: *Μια κατάσταση s η οποία ανήκει σε ένα γενικότερο σύνολο καταστάσεων S ($s \in S$) είναι ισορροπία κατά Nash, εάν για όλες τις άλλες καταστάσεις $x \in S$ ισχύει, ότι η αναμενόμενη ανταμοιβή της κατάστασης αυτής s , είναι η βέλτιστη δυνατή που θα μπορούσε να δοθεί.*

«Είναι φανερό από μια σύγκριση των ορισμών ότι κάθε ESS είναι μια ισορροπία κατά Nash. Αυτή η σχέση επίσης ισχύει για κατάλληλες γενικεύσεις μοντέλων για $K \geq 2$ (Friedman, “On economic applications of evolutionary game theory”, 1998). Η ΕΣΣ είναι πάντα ένα υποσύνολο της ισορροπίας κατά Nash., οπότε στο βαθμό που ο Maynard Smith προσδιορίζει σωστά τη δυναμικά σταθερή ισορροπία ως προς τα κριτήρια του ΕΣΣ, παρέχει στους θεωρητικούς των παιγνίων μία ελκυστική βελτίωση της ισορροπίας κατά Nash.. (Friedman, “Evolutionary Games in Economics”, 1991).»²⁷

6.4 Εφαρμογές της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων στην Βιολογία

Επιθετικότητα

Ένα από τα πολλά ανοικτά ζητήματα όπου η Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων καλείται να απαντήσει είναι αυτό της συμπεριφοράς των ζώων, όπως της **επιθετικότητας**. Κατά την μελέτη της επιβίωσης και αναπαραγωγής των ζώων, έχει παρατηρηθεί ότι η πλειοψηφία των μαχών – διεκδικήσεων, γίνεται με συμβατικούς τρόπους όπως επίδειξης ή αποφυγής, παρά με μάχες που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρούς τραυματισμούς. Οι βιολόγοι από την μεριά τους, υποστηρίζουν ότι αυτή η συμπεριφορά οφείλεται στο «καλό του είδους», εννοώντας ότι μέσω αιματηρών μαχών υπάρχει πάντα η πιθανότητα του σοβαρού τραυματισμού και της απώλειας κάποιου ατόμου. Η άποψη αυτή ωστόσο, πέρα του ότι είναι δύσκολο να αποδειχθεί, έρχεται σε αντίθεση με αρκετές εξαιρέσεις που παρατηρούνται στη φύση, κατά τις οποίες εμφανίζονται φαινόμενα αχρείαστης βίας ή και μονομαχιών μέχρι θανάτου.

²⁷ Μπιτούνη Α. Ελένη, Διπλωματική εργασία «Θεωρία παιγνίων και εφαρμογή της στην οικονομική επιστήμη», Πάτρα, Νοέμβριος 2014, σελίδα 84, Ιστότοπος:

http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8303/4/Nimertis_MpitouniEleni%28de%29.pdf

Ένα παράδειγμα ενός είδους ζώων όπου χρησιμοποιούν αχρείαστη βία καθώς και μάχες μέχρι θανάτου, είναι το λιοντάρι. Είναι σύνθητες φαινόμενο, τα αρσενικά να διατηρούν την ύπαρξη χαρεμιών, στα οποία δικαίωμα αναπαραγωγής έχει μόνο ο κάτοχος της αγέλης. Αυτό δημιουργεί πολλές φορές προβλήματα σε σχέση με τα άλλα αρσενικά λιοντάρια, τα οποία θέλουν και αυτά να αναπαραχθούν. Μια μάχη μεταξύ του αρχηγού της αγέλης και ενός επίδοξου αρσενικού είναι συχνή και μάλιστα τις περισσότερες φορές τόσο βίαιη που μπορεί να καταλήξει στο θάνατο.

Επίσης, τα αρσενικά λιοντάρια πολλές φορές σκοτώνουν τα νεογνά των θηλυκών τα οποία προέρχονται από το ζευγάρι τους με κάποιο άλλο λιοντάρι. Αυτό αποτελεί ένα παράδειγμα αχρείαστης βίας (βρεφοκτονία). Βέβαια, το λιοντάρι δεν προβαίνει τυχαία σε αυτή του την πράξη. Όπως είπαμε προηγουμένως, η τυχόν μάχη δύο ενήλικων λιονταριών μπορεί να έχει πολύ μεγάλες απώλειες για τον σφετεριστή. Το να διαπράξει από την άλλη τον θάνατο ενός νεογνού δεν του στοιχίζει τίποτα. Πέραν όμως τούτου, θα έχει και επιπλέον όφελος, καθώς το θηλυκό λιοντάρι όντας γόνιμο μην έχοντας πλέον το νεογνό του, όχι μόνο θα τον δεχθεί σαν σύντροφο, αλλά θα κυοφορήσει και μεγαλώσει τα δικά του παιδιά.

Αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι σε εξελικτικό πλαίσιο, τα λιοντάρια που διαπράττουν την βρεφοκτονία αποκτούν περισσότερους απογόνους και σε βάθος χρόνου τα γονίδια τους τείνουν να παραμείνουν στον πληθυσμό. Από την άλλη μεριά, τα αρσενικά λιοντάρια που δεν μπαίνουν σε αυτή τη διαδικασία, αναπαράγονται με μικρότερους ρυθμούς και συνεπώς τα δικά τους, πιο «δίκαια» γονίδια να μην καταφέρουν να κληροδοτηθούν σε αρκετούς απογόνους του.

Ασυμμετρία

Σε όλα τα παίγνια που συναντήσαμε μέχρι στιγμής, καθώς και στο μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας, γίνεται η εικασία ότι όλα τα άτομα που λαμβάνουν μέρος σε ένα παίγνιο, διαφοροποιούνται μόνο ως προς τις στρατηγικές τους. Στην πραγματικότητα βέβαια κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβαίνει. Πάντα συναντάται ασυμμετρία στην πραγματικότητα, έστω και σε μικρό βαθμό. Η ασυμμετρία αυτή εμφανίζεται σε κάποιο από τα χαρακτηριστικά των διαγωνιζομένων, όπως ύψος, ηλικία, φύλο, κ.τ.λ.. Το ερώτημα που δημιουργείται τώρα, είναι εάν αυτή η ασυμμετρία είναι ικανή να επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα του παιγνίου, καθώς και σε ποιο βαθμό.

Απόδοση

«Στη μοντελοποίηση ενός συγκεκριμένου προβλήματος με σκοπό όχι μόνο ποιοτικές αλλά και ποσοτικές προβλέψεις, η κατάρτιση του πίνακα αποδόσεων έχει νευραλγικό ρόλο. Οι Hammerstein και Riechert, στη μελέτη τους πάνω στις μάχες μεταξύ ιδιοκτήτη και εισβολέα σε έναν πληθυσμό αραχνών, έδειξαν τη μεθοδολογία με την οποία μπορεί να γίνει κάτι

τέτοιο. Χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο εύρος πληροφοριών σχετικά με τη δημογραφία, την οικολογία και τη συμπεριφορά της αράχνης *Agelenopsis aperta*, κατέληξαν σε αριθμητικές τιμές για τις αποδόσεις του παιγνίου που μετριόνταν σε “μεταβολή στο αναμενόμενο πλήθος αυγών που αυτές θα γεννούσαν κατά τη διάρκεια της ζωής τους”.²⁸

Βοτανική

Οι εφαρμογές της εξελικτικής θεωρία παιγνίων δεν περιορίζονται μόνο στο ζωικό βασίλειο, αλλά και στα φυτά (βοτανική). Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί με του οποίους ένα φυτό καθορίζει το πόσο μακριά θα ρίξει τους σπόρους του, θα απλώσει τις ρίζες του, κ.τ.λ.. Επίσης υπάρχουν περιπτώσεις όπως αυτή της επικονίασης, η οποία αφορά ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Για περισσότερες εφαρμογές και παραδείγματα πάνω στο τομέα αυτό, και όχι μόνο, αποτελεί το βιβλίο “*Game theory and evolutionary biology*”, των Hammerstein, P., Selten, R..

6.5 Ανακεφαλαίωση

«Όπως είδαμε στο παρόν κεφάλαιο, η Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων είναι μια πολλά υποσχόμενη θεωρία, με πολλές σημαντικές και ανεκμετάλλευτες δυναμικές (Friedman, 1998). Αν και αποτελεί μια διαφορετική προσέγγιση σε σχέση με την κλασική Θεωρία Παιγνίων, έχει εξελιχθεί σε μια σε μία ενεργή περιοχή έρευνας η οποία γεφυρώνει ιδέες από την κλασική θεωρία και την Βιολογία.(Rees)»²⁸

Η παρουσίαση που κάναμε για την θεωρία αυτή στο παρόν κεφάλαιο, πρόκειται ουσιαστικά για μια περιγραφική αναφορά αυτής, καθώς θα ήταν αδύνατο να συμπεριληφθεί όλη σε αυτή την εργασία. Η Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων παρουσιάζει πολύ ενδιαφέρον και για όποιον θα ήθελε να κάνει μια παραπέρα μελέτη πάνω στο κλάδο αυτό, θα μπορούσε να απευθυνθεί στο βιβλίο του Weibull, J. W. *Evolutionary Game Theory*, M.I.T. Press, 1995 ²⁹.

²⁸ Διπλωματική εργασία με τίτλο «Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων και Πληθυσμιακή Δυναμική», Νίκος Σταμάτης, Ιστότοπος: <http://users.ntua.gr/nstam/evolutionary%20game%20theory.pdf>

²⁹ Ο ιστότοπος που περιέχει το βιβλίο:
https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=m98ed0_Na1sC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Weibull,+J.+W.+Evolutionary+Game+Theory,+M.I.T.+Press,+1995.&ots=iZD48GExV-&sig=Lf0fciLtWfjEc_mRBoMXDQbvOqY&redir_esc=y#v=onepage&q=Weibull%2C%20J.%20W.%20Evolutionary%20Game%20Theory%2C%20M.I.T.%20Press%2C%201995.&f=false

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

7.1 Εισαγωγή

Πλέον, έχουμε αναφέρει όλα εκείνα τα οποία χρειαζόμαστε για να μπορέσουμε να μελετήσουμε και να κατανοήσουμε παραδείγματα παιγνίων που συμβαίνουν στη πραγματικότητα. Παρακάτω ακολουθούν κάποιες μελέτες περιπτώσεων πραγματικών εταιρειών, και όχι μόνο. Μέσω της αναπαράστασης αυτών σε παίγνια, θα προσπαθήσουμε να δώσουμε και να ερμηνεύσουμε τις ενέργειες που έπραξαν, ή που θα έπρεπε να πράξουν.

7.2 Πραγματικές περιπτώσεις

7.2.1 Ο πόλεμος τιμών ναύλων αεροπορικών εταιρειών και το δίλημμα του φυλακισμένου⁷



Εικόνα 7.1

Το λογότυπο της αεροπορικής εταιρείας American Airlines.

Ιστότοπος: <https://www.aa.com>

Η American Airlines, το 1992 όντας ήδη ο μεγαλύτερος αεροπορικός φορέας των ΗΠΑ καθιέρωσε μια νέα δομή ναύλων. Μέχρι τότε είχε υπό τον έλεγχό της το 20% της εγχώριας για αυτή (αμερικανικής) αγοράς. Οι ενέργειες που προέβη τότε ήταν οι εξής:

- μείωσε τα είδη ναύλων που υπήρχαν μέχρι τότε από 16 σε μόλις 4,
- μείωσε τις τιμές που αφορούσαν ταξίδια αναψυχής, αλλά και επαγγελματικούς λόγους με ποσοστά της τάξεως του 38% και από 20% έως και 50% αντίστοιχα.

Παρατηρώντας αυτές τις αλλαγές, που έκανε ο μεγαλύτερος ανταγωνιστής των αεροπορικών εταιρειών, οι υπόλοιπες αερομεταφορείς του χώρου, έσπευσαν να τις ακολουθήσουν και να τις υιοθετήσουν. Τόσο η American Airlines, όσο και οι υπόλοιπες εταιρείες είχαν σαν στόχο μέσα από την μείωση των αεροπορικών ναύλων να πετύχουν υψηλά κέρδη με την μεγάλη αύξηση της αγοράς ναύλων που θα δημιουργείτο. Το ότι ακολούθησαν και οι υπόλοιπες εταιρείες του κλάδου, οφείλεται στο γεγονός ότι, τις χρονιές 1990 και 1991 οι εγχώριες αμερικανικές εταιρείες που υπήρχαν τότε, υπέστησαν ζημιές μεγαλύτερες από 6 δις δολάρια, με την Pan Am και την Eastern Airlines να ήταν αναγκασμένες να διακόψουν την λειτουργία τους και με τις Continental, TWA & American West να υποβάλλουν αίτηση χρεοκοπίας.

Η στρατηγική που ακολούθησε η American Airlines, αντί να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα, δηλαδή μια αύξηση των εσόδων μέσω της μείωσης των ναύλων, έθεσε σε λειτουργία μια διαδικασία μειώσεων των ναύλων από τη μεριά των ανταγωνιστών. Αυτό είχε σαν συνέπεια ένα καταστροφικό πόλεμο τιμών το καλοκαίρι του 1992. Ο πρώτος αερομεταφορέας που αντέδρασε σε αυτή την ενέργεια της American Airlines και ουσιαστικά ξεκίνησε αυτό το πόλεμο τιμών, ήταν η TWA. Η εταιρεία αυτή, τότε, λειτουργούσε προστατευόμενη από τους πιστωτές της και έχοντας πολύ μεγάλη ανάγκη από έσοδα και μάλιστα γρήγορα, άρχισε τις μειώσεις των αεροπορικών της ναύλων σε τέτοιο σημείο, ώστε να είναι κατά 10-20% χαμηλότερα από εκείνες που είχε ήδη μειώσει η American Airlines. Η American Airlines τότε αντέδρασε με ακόμα μεγαλύτερες μειώσεις ναύλων. Την ενέργεια αυτή έσπευσαν με την σειρά τους και οι υπόλοιπες ανταγωνιστικές εταιρείες του χώρου να εφαρμόσουν. Αποτέλεσμα αυτών των επιλογών ήταν να δημιουργηθούν αρκετά ελκυστικά πακέτα αερομεταφορών όπως εκείνα της Northwest, η οποία ανακοίνωσε τότε με την σειρά της ότι στα καλοκαιρινά ταξίδια που πρόκειται για λόγους αναψυχής (εντός των ΗΠΑ), ένας ενήλικας και ένα παιδί θα μπορούσαν να ταξιδέψουν πληρώνοντας μόνο το εισιτήριο του ενήλικα. Την επόμενη μέρα μετά την ανακοίνωση αυτή, η American Airlines μείωσε όλα τα εισιτήριά της στο μισό, πράττοντας αναλόγως και όλες οι υπόλοιπες μεγάλες αεροπορικές εταιρείες (για ταξίδια αναψυχής). Το αποτέλεσμα ήταν να ξεσπάσει ένας ακόμα μεγαλύτερος πόλεμος τιμών.

Οι μεγάλες αυτές μειώσεις προσέλκυσαν αρκετά μεγάλη μερίδα αγοραστικού κοινού. Το αποτέλεσμα όμως δεν ήταν το επιθυμητό. Όλες οι αεροπορικές εταιρείες υπέστησαν ζημιές, καθώς οι τόσο μεγάλες μειώσεις που έγιναν δεν μπόρεσαν να καλύψουν το μέσο κόστος του κλάδου. Παρ' όλ' αυτά, το φθινόπωρο του 1992 έγιναν τρεις απόπειρες για την αύξηση των εισιτηρίων κατά 30% στα επίπεδα τιμών πριν των μειώσεων, με σκοπό να ανακτηθεί μέρος του χαμένου εδάφους. Οι μειώσεις αυτές όμως απέτυχαν παταγωδώς όταν μία ή περισσότερες αεροπορικές εταιρείες δεν ακολούθησαν. Το αγοραστικό κοινό πλέον είχε συνηθίσει σε πολύ χαμηλές τιμές και δεν είχε πρόθεση να ακολουθήσει καμία αύξηση. Έτσι, τόσο το 1993 όσο και το 1994, ξέσπασαν παρόμοιοι πόλεμοι τιμών. Οι αμερικανικές αεροπορικές εταιρείες μέσω αυτής της συμπεριφοράς τους, οδηγήθηκαν στο δίλημμα του

φυλακισμένου, και μην μπορώντας να συνεργαστούν οδηγήθηκαν σε έναν συνεχή πόλεμο τιμών που αποδείχθηκε καταστροφικό για όλους. Την κατάσταση αυτή έμελλε να σταματήσει η ισχυρή οικονομική ανάκαμψη του 1995 η οποία όμως από την άλλη δεν κράτησε για πολύ.

«Με το πολύ χαμηλό οριακό κόστος της προσθήκης επιβατών σε μια πτήση αφού προηγουμένως είχε προγραμματιστεί, υπάρχει ένα ισχυρό κίνητρο για όλες τις αεροπορικές εταιρείες να μειώσουν τις τιμές των εισιτηρίων για να καλυφθούν όλες οι θέσεις σε μία πτήση.»³⁰

Πέραν αυτού, η οικονομική ύφεση στις ΗΠΑ που ξεκίνησε από το Μάρτιο του 2001, σε συνδυασμό με το τρομοκρατικό χτύπημα της 11ης Σεπτεμβρίου του ίδιου έτους, οδήγησαν σε μια καταστροφική μείωση των αεροπορικών ταξιδιών. Τότε, το Κογκρέσο, θεώρησε επιτακτική την ανάγκη έγκρισης και ψήφισης ενός πακέτου δημοσιονομικών μέτρων για την τόνωση της οικονομίας. Μέσα στο πακέτο εκείνο των μέτρων, ήταν και εγγυήσεις προς τις αμερικάνικες αεροπορικές εταιρείες ύψους 10 δις δολαρίων, με σκοπό να αποφευχθεί η κατάρρευσή τους. Τα πράγματα όμως δεν είχαν τελειώσει. Η εμφάνιση αεροπορικών εταιρειών που παρείχαν εκπτώσεις όπως η American West, η Air Trans & JetBlue, σε συνδυασμό με τις πιέσεις της Southwest, μιας αεροπορικής εταιρείας χαμηλού κόστους, προκάλεσαν ένα νέο πόλεμο τιμών. Το αποτέλεσμα ήταν, για τα έτη 2001 έως και 2005, οι συνολικές ζημιές που υπέστη ο κλάδος των αερομεταφορών, να ανέλθουν στα 40 δις δολάρια.

«Αυτό μαζί με τον διπλασιασμό των τιμών των καυσίμων των αεροσκαφών το 2005, ανάγκασε την Delta και τη Northwest να υποβάλουν αίτηση για χρεοκοπία το 2005 όπως η United και η U.S. Airways.»³⁰

Όπως γίνεται φανερό, η κρίση αυτή στις αεροπορικές εταιρείες και ο πόλεμος τιμών που δημιουργήθηκε, δεν σταμάτησε ποτέ. Σήμερα πλέον, το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε παγκόσμια κλίμακα και εάν και κατά καιρούς χάνεται, δεν παύει ποτέ να εμφανίζεται ξανά και ξανά. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι το γεγονός ότι οι εταιρείες του συγκεκριμένου κλάδου έχουν εμπλακεί σε ένα δίλημμα του φυλακισμένου, που όσο και να το θέλουν και να προσπαθούν, δεν μπορούν να ξεφύγουν, καθώς δεν υπάρχει εμπιστοσύνη στο ότι η αντίπαλη ή οι αντίπαλες εταιρείες θα τηρήσουν τις δεσμεύσεις τους.

³⁰ Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 630



Εικόνα 7.2

Τα λογότυπα των παραπάνω αεροπορικών εταιρειών.

Πηγές αυτών, αποτέλεσαν οι ιστότοποι των εκάστων αεροπορικών εταιρειών.

7.2.2 Η στρατηγική marketing των Starbucks και το δίλλημα του φυλακισμένου.³¹



Εικόνα 7.3

Το λογότυπο της αλυσίδας των Starbucks.

Ιστότοπος: [https://lh4.googleusercontent.com/-](https://lh4.googleusercontent.com/-IpBlfZ2knJs/AAAAAAAAAI/AAAAAAAAAilc/UUnfkQDNLkg/s0-c-k-no-ns/photo.jpg)

[IpBlfZ2knJs/AAAAAAAAAI/AAAAAAAAAilc/UUnfkQDNLkg/s0-c-k-no-ns/photo.jpg](https://lh4.googleusercontent.com/-IpBlfZ2knJs/AAAAAAAAAI/AAAAAAAAAilc/UUnfkQDNLkg/s0-c-k-no-ns/photo.jpg)

Τα καταστήματα Starbucks ξεκίνησαν ως μια μικρή τοπική αλυσίδα καταστημάτων καφέ με έδρα το Σιάτλ της Ουάσιγκτον των ΗΠΑ. Αργότερα, κατά την δεκαετία του '80 ξεκίνησαν να επεκτείνονται και στις υπόλοιπες ΗΠΑ, με το 1991 να ανοίγει το πρώτο της κατάστημα στην Καλιφόρνια και το 1996 το πρώτο της κατάστημα εκτός Αμερικής στο Τόκυο. Χάρη στα ηγετικά στελέχη και τις αποφάσεις αυτών, τα Starbucks, από το 1987 μέχρι το 2007 είχαν ραγδαία ανάπτυξη, όπου άνοιγαν κατά μέσο όρο δύο καταστήματα ημερησίως! Σήμερα αποτελούν την μεγαλύτερη αλυσίδα καταστημάτων καφέ παγκοσμίως με περισσότερα από 19.000 καταστήματα σε όλον τον κόσμο.

³¹ Ιστότοπος: <http://www.gametheorystrategies.com/2012/01/05/starbucks-marketing-escapes-the-prisoners-dilemma/>

TOP 10 RESTAURANT CHAINS

U.S. market share for 2005 based on systemwide revenue per chain and industry totals from Technomic Information Services. Media (in millions) from TNS Media Intelligence.

RANK	CHAIN	MARKET SHARE	MEDIA \$
1	McDonald's	7.7%	\$727.7
2	Burger King	2.4	268.8
3	Wendy's	2.3	374.7
4	Subway	2.2	325.2
5	Taco Bell	1.9	231.7
6	Starbucks	1.7	16.6
7	Pizza Hut	1.6	213.0
8	KFC	1.6	246.0
9	Applebee's	1.3	165.6
10	Dunkin' Donuts	1.2	94.4
Top 10 share of market		23.8	2,663.8
U.S. restaurant sales (dollars in bil)		331.0	4,048.2

Εικόνα 7.4

Το μερίδιο αγοράς των 10 καλύτερων εστιατορίων της χρονιάς 2005.

Ιστότοπος: <http://www.gametheorystrategies.com/2012/01/05/starbucks-marketing-escapes-the-prisoners-dilemma/>

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται οι δέκα μεγαλύτερες αλυσίδες εστιατορίων παγκοσμίως, τα μερίδια αγοράς που κατέχουν, καθώς και τα ποσά που έχουν ξοδέψει για διαφημιστικούς σκοπούς. Όπως γίνεται εμφανές, τα Starbucks έχουν τα λιγότερα χρήματα για τον συγκεκριμένο σκοπό, και παρά ταύτα, βρίσκονται στην 6^η θέση, όταν όλες οι υπόλοιπες εταιρείες του χώρου έχουν ξοδέψει πολλαπλάσια χρήματα για αυτό τον σκοπό. Η επιτυχία αυτή κρύβεται στην επικοινωνιακή σχέση που έχουν αναπτύξει και συνεχίζουν να αναπτύσσουν τα Starbucks με το καταναλωτικό κοινό τους, σύμφωνα με τον Howard Schultz, πρόεδρο και διευθύνων σύμβουλο της παρούσας εταιρείας, ή όπως ο ίδιος ανέφερε: «Στα πρώτα 30 χρόνια της εταιρείας μας, έχουμε ξοδέψει περισσότερα χρήματα στην εκπαίδευση του προσωπικού παρά στην διαφήμιση»



Εικόνα 7.5

Ο Howard Schultz, πρόεδρος και διευθύνων σύμβουλος των Starbucks.

Ιστότοπος: <http://www.gametheorystrategies.com/2012/01/05/starbucks-marketing-escapes-the-prisoners-dilemma/>

Ο σκοπός κάθε εταιρείας είναι να κερδίσει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς. Ένας τρόπος για να το επιτύχει αυτό, είναι μέσω της διαφήμισης. Προβαίνοντας όμως σε μια τέτοια πράξη, υπάρχει το δίλημμα ότι οι ανταγωνιστές μπορεί να ακολουθήσουν και αυτοί με την σειρά τους την ίδια τακτική και έτσι τα υποτιθέμενα μερίδια που θα μπορούσε να κερδίσει μια εταιρεία, να τα χάσει ή ακόμη και να μειωθούν σε σχέση με τα αρχικά που είχε. Βέβαια υπάρχει και το ενδεχόμενο η εταιρεία να μην έχει ως στόχο μόνο το να κερδίσει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς, αλλά να δημιουργήσει κιόλας νέα, μέσω καινούργιων αναγκών. Όμως εδώ για χάρη ευκολίας υποθέτουμε ότι οι εταιρείες μας απευθύνονται σε σχετικά σταθερή αγορά.

Τα Starbucks για να αποφύγουν το δίλημμα αυτό, αποφάσισαν να μην το δημιουργήσουν καν. Ουσιαστικά κατάλαβαν ότι εφαρμόζοντας μια τέτοια στρατηγική, θα έμπαιναν σε ένα δίλημμα που θα τους δημιουργούσε σχετικά μεγάλη αβεβαιότητα. Έτσι, αποφάσισαν αντί να ξοδεύουν χρήματα για διαφημιστικούς σκοπούς, να ξοδεύουν μέρος του κεφαλαίου τους για σωστή κατάρτιση και ενημέρωση των υπαλλήλων της, γεγονός που τους δικαίωσε.

7.2.3 Η στρατηγική τιμολόγησης της Kraft & της Unilever³²



Εικόνα 7.6

Τα λογότυπα των εταιρειών Kraft και Unilever αντίστοιχα.

Ιστότοπος: http://www.bonsucro.com/agm/images/content/kraft_foods.jpg,

<https://1.bp.blogspot.com/-AjOinkPLkG0/UmeCCsEcJvI/AAAAAAAAASA/6souScPYGcE/s320/logo-unilever+nigeria.png>

Η τιμολόγηση αγαθών αποτελεί ένα κλασικό δίλημμα του φυλακισμένου. Όλες οι εταιρείες γνωρίζουν ότι με το να αυξήσουν την τιμή των προϊόντων τους θα αυξήσουν και τα έσοδά τους. Αλλά, αυξάνοντας όλοι τις τιμές των προϊόντων τους, τότε κάποιος που δεν θα ακολουθήσει αυτή την στρατηγική και κρατήσει μια χαμηλή τιμή έναντι των υπολοίπων, θα καταφέρει να κερδίσει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς και πολύ πιθανό να έχει και μεγαλύτερο κέρδος σε σχέση με τους αντιπάλους του. Αυτό που θα προκύψει, είναι ότι, ολοένα και περισσότεροι θα αρχίσουν να αποκλίνουν από την αρχική τους θέση, έχοντας ως συνέπεια, την πτώση των τιμών, του μεριδίου αγοράς, καθώς και του κέρδους της εταιρείας, το οποίο αρχικά απέκλινε. Το ερώτημα που τίθεται εν τέλει είναι το εξής:

Πώς μπορεί μια επιχείρηση να επιτύχει υψηλές σχετικά τιμές των προϊόντων της (και συνεπώς μεγαλύτερα κέρδη), χωρίς να παραβιαστούν οι αντιμονοπωλιακές νομοθεσίες (anti-trust) ή η νομοθεσία περί ανταγωνισμού που εμποδίζουν την συμπαιγνία;

Η Kraft ανακοίνωσε το 2011 ότι τα κέρδη της ήταν 799 εκατομμύρια δολάρια και στο δελτίο τύπου της, ανακοίνωσε τα κάτωθι:

“We’re realizing better alignment between pricing and input costs, and volumes to date have held up well. At the same time, raw material costs continue to escalate and the economic

³² Πηγή: <http://www.gametheorystrategies.com/2011/05/06/kraft-pricing-strategy/>

environment remains unsettled.”

Το οποίο μεταφράζοντάς το, σημαίνει ότι:

«Αντιλαμβανόμαστε την καλύτερη ευθυγράμμιση μεταξύ της τιμολόγησης και του κόστους εισροών, και οι όγκοι μέχρι σήμερα έχουν κρατήσει καλά. Ταυτόχρονα, το κόστος των πρώτων υλών εξακολουθεί να κλιμακώνεται και το οικονομικό περιβάλλον παραμένει αναστατωμένο.»

Το μήνυμά τους, αν και αρκετά μπερδεμένο για έναν μέσο καταναλωτή, για τους ανταγωνιστές της ήταν αρκετά ξεκάθαρο. Ουσιαστικά, μέσω αυτής της δήλωσης η Kraft παρότρυνε όλους τους ανταγωνιστές της στο να αυξήσουν τις τιμές τους, με σκοπό να οδηγηθούν σε μεγαλύτερα κέρδη. Από την ιστορία ανταγωνισμού όμως της Kraft, λίγοι θα την ακολουθήσουν, καθώς το πιο πιθανό είναι να επιστρέψει και πάλι σε χαμηλότερες τιμές.

Η πράξη αυτή της Kraft δεν είναι παράνομη (αθέμιτη σύμπραξη). Απλώς σηματοδοτεί τις προθέσεις της και ουσιαστικά εφαρμόζει τις στρατηγικές της. Το ίδιο θα κάνουν με την σειρά τους και οι ανταγωνιστές της, έτσι ώστε να επέλθει μια ισορροπία στον χώρο αυτό όπου κανένας δεν θα έχει λόγο να αποκλίνει (ισορροπία Nash). Βέβαια κάτι τέτοιο είναι και αρκετά ουτοπικό, καθώς στον πραγματικό κόσμο υπάρχει συνέχεια η ανάγκη και εμμονή για μεγαλύτερο κέρδος.

Η Kraft μέσω αυτής της ανακοίνωσης που έκανε, μπορούμε να πούμε πως θέτει τον εκάστοτε ανταγωνιστή της στο εξής δίλημμα: *Θα πρέπει να ακολουθήσω την Kraft σε ότι αφορά την τιμολογιακή της πολιτικής ή να αθετήσω και να ακολουθήσω μια μικρότερη ;* Ακολουθώντας όμως από την άλλη μια χαμηλότερη τιμολογιακή πολιτική, έρχεται και το εξής, πιθανό δίλημμα για τις ανταγωνιστικές εταιρείες: *Εάν ακολουθήσω μια χαμηλότερη τιμολογιακή πολιτική, υπάρχει η περίπτωση να ακολουθήσει και μια παρόμοια η Kraft;*

Εξετάζοντας το θέμα αυτό από οποιαδήποτε οπτική γωνία το αποτέλεσμα είναι πάντα το εξής: Για άλλη μια φορά, ο καταναλωτής θα είναι εκείνος που θα πληρώσει την οποιαδήποτε στρατηγική που θα ακολουθηθεί εν τέλει από οποιαδήποτε εταιρεία. Σηματοδοτώντας μια τέτοια αύξηση, η Kraft στέλνει ένα σαφές μήνυμα στους ανταγωνιστές της ότι όλοι μπορούν να επωφεληθούν, χωρίς να παραβιάζουν τους νόμους περί ανταγωνισμού.

Η Unilever προσπάθησε να ακολουθήσει αυτή την ίδια στρατηγική στην Κίνα, ανακοινώνοντας ότι θα αυξήσει τις τιμές των προϊόντων της στο μέλλον. Οι κινέζικες αρχές όμως της έδωσαν μια αρκετά ηχηρή απάντηση και της επέβαλαν πρόστιμο ύψους 308.000\$ με την αιτιολογία ότι με αυτή τους την δήλωση δημιουργούν πανικό στην αγορά.

Φαίνεται ότι οι κινέζικες αρχές έχουν καλύτερη κατανόηση της θεωρίας παιγνίων από ότι οι αμερικάνικες αρχές. Όταν αντιλαμβάνονται ότι υπάρχουν προσπάθειες επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών και επικοινωνίας, οι οποίες ξεφεύγουν από τις προϋπάρχουσες νομοθετικές αρχές ενεργούν άμεσα. Έχουν σαν κύριο μέλημά τους την προστασία του καταναλωτικού τους κοινού και δεν διστάζουν να πάρουν αποφάσεις και να επιβάλλουν μεγάλα πρόστιμα σε πολυεθνικές εταιρείες.

7.2.4 Μελέτη περίπτωσης της Dell Computers και η ισορροπία Nash³³

Το 1984, ο Michael Dell, όντας πρωτοετής φοιτητής του Πανεπιστημίου Όστιν του Τέξας, σε ηλικία των 19 ετών, εγκαταλείπει τις σπουδές του και με ένα αρχικό κεφάλαιο των \$1000 και ξεκινάει την επιχειρηματική του δραστηριότητα στον χώρο των προσωπικών υπολογιστών (PC).



Εικόνα 7.7

Ο Michael Dell το 1989 σε ηλικία 24 ετών, όντας ήδη πολυεκατομμυριούχος.

Ιστότοπος: <http://www.inc.com/magazine/>

Στις 22 Απριλίου του 2016, η SecureWorks, μια εταιρεία που αποτελεί τον βασικό πυλώνα των επιχειρήσεων ασφαλείας, εξαγοράστηκε κατά την πλειοψηφίας της, από την Dell. Τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους, οι μέτοχοι της εταιρείας ενέκριναν συγχώνευση περίπου 60 δισεκατομμύρια δολάρια μεταξύ της Dell και της πολύ μεγάλης εταιρείας στον χώρο αποθήκευσης δεδομένων, EMC. Η συμφωνία αυτή ήταν το πολυαναμενόμενο σχέδιο του Michael Dell, έτσι ώστε να ενισχύσει την παρουσία και την δυναμικότητα της εταιρείας στο επιχειρηματικό cloud computing, χώρος ο οποίος κυριαρχείται από μεγάλες εταιρείες όπως το Amazon, η Google και η Microsoft, σηματοδοτώντας έτσι την ολοκλήρωση του μεγαλύτερου deal στην ιστορία. Σήμερα, αποτελεί την μεγαλύτερη εταιρία σε πωλήσεις στις

³³ Το παράδειγμα προέρχεται από το βιβλίο του Salvatore, Dominick, 2012, «Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 623

ΗΠΑ και μια από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως.

Ο τρόπος με τον οποίο κατάφερε ο Michael να κάνει την εταιρεία τόσο μεγάλη, οφείλεται στην *σχέση εμπιστοσύνης* που ανέπτυξε μεταξύ της εταιρείας του και των αγοραστών του :

«Προσφέροντας εγγύηση επιστροφής χρημάτων εντός 30 ημερών και δωρεάν σέρβις στον χώρο του πελάτη την επόμενη κιόλας μέρα από την υποβολή του σχετικού αιτήματος μέσω ανεξάρτητων συνεργαζόμενων φορέων για τον πρώτο χρόνο πλήρους κυριότητας του μηχανήματος, καθώς και τη δυνατότητα για απεριόριστο αριθμό δωρεάν τηλεφωνικών κλήσεων στην γραμμή τεχνικής εξυπηρέτησης, η Dell απέκτησε σημαντικό κύρος και όνομα αξιόπιστης εταιρείας απομακρύνοντας τον φόβο και την αβεβαιότητα που συνδέονταν με τους υπολογιστές που πωλούνται με το σύστημα των ταχυδρομικών παραγγελιών. Επίσης, η Dell αποστέλλει ταχυδρομικώς μια επιταγή \$25 σε οποιοδήποτε πελάτη σε περίπτωση που δεν ανταποκριθεί μέσα σε 5 λεπτά ένας τεχνικός της Dell όταν ο πελάτης τηλεφωνήσει στην γραμμή τεχνικής υποστήριξης! Σήμερα το να παραγγείλει κάποιος έναν υπολογιστή από την Dell ταχυδρομικώς είναι σαν να παραγγέλνει κάποιος ένα χάμπουργκερ στην McDonald's.»³¹

Η Dell, μέσα από αυτή την κίνηση που έκανε, κατάφερε να καταργήσει τους πωλητές λιανικής, με σκοπό να χρεώνει τους πελάτες της πολύ λιγότερο σε σχέση με τους ανταγωνιστές της, οι οποίοι μάλιστα ήταν πολύ μεγάλες εταιρείες και εδραιωμένοι στον χώρο των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι δαπάνες πώλησης και διαχείρισης της Dell για κάθε ένα δολάριο πωλήσεων που ήταν μόλις 0,14 δολάρια, σε σχέση με τις Apple και IBM, όπου και ήταν 0,24 και 0,30 δολάρια αντίστοιχα (την δεκαετία του 80' με 90'). Η μέθοδος αυτή, αν και φαίνεται αρκετά απλή, είναι γρήγορη και ακριβής, και έδωσε στην Dell ουσιαστικά μια κυρίαρχη στρατηγική τέτοια ώστε να είναι άριστη ανεξάρτητα από το τι ενέργειες θα εκτελέσουν οι αντίπαλοι – ανταγωνιστές της.

Οι μεγάλες τότε επιχειρήσεις του χώρου όπως η IBM, Hewlett-Packard/Compaq & Apple, ήταν συνυφασμένες με την ιδέα ότι οι πελάτες θα ήθελαν να πληρώσουν πάντα κάτι παραπάνω για την απόκτηση ενός υπολογιστή, προκειμένου να μπορούν να επισκεφτούν κάποιο κατάστημα και να έχουν μια πρώτη επαφή μαζί του πριν την προβούν στην αγορά του. Η Dell όμως, μέσα από αυτή της την ενέργεια κατάφερε να κερδίσει μεγάλο μέρος του αγοραστικού αυτού κοινού. Την στρατηγική αυτή το 1993 και 1994 έσπευσαν να την μιμηθούν οι IBM & Apple, δημιουργώντας δικό τους τμήμα ταχυδρομικών παραγγελιών και τηλεφωνικές γραμμές υποστήριξης καταναλωτών χωρίς χρέωση.

Έτσι πλέον γίνεται εμφανές ότι η νέα στρατηγική της Dell, αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική για αυτή. Δεδομένου αυτού, οι άλλες μεγάλες εταιρείες υπολογιστών αναγκάστηκαν να αλλάξουν την στρατηγική τους ακολουθώντας αυτή της Dell με σκοπό να κερδίσουν πάλι το χαμένο έδαφος. Παρ' όλ' αυτά, η ιστορία έδειξε ότι η Dell ήταν πιο ικανή στο να πουλάει υπολογιστές ταχυδρομικώς. Συγκεκριμένα, το 2005 κατείχε το 19% της παγκόσμιας αγοράς προσωπικών υπολογιστών και το 32% της αμερικανικής αγοράς. Το

2015, σύμφωνα με την έκθεση της TrendForce, η Dell καταλαμβάνει την τρίτη θέση της αγοράς των ηλεκτρονικών υπολογιστών με μερίδιο 13,5% και στις δύο πρώτες θέσεις να βρίσκονται η Hewlett Packard και Lenovo με μερίδια αγοράς 20,5% και 19,9% αντίστοιχα.

7.2.5 Μελέτη περίπτωσης προσδιορισμού της ισορροπίας κατά Nash ανάμεσα σε Coca-Cola & Pepsi³⁴



Εικόνα 7.8

Τα λογότυπα των εταιρειών Coca Cola & Pepsi.

Ιστότοποι: <http://www.coca-cola.com/global/> & <https://www.pepsi.com/en-us/>

Ο παρακάτω πίνακας, Πίνακας 7.1, δείχνει τα κέρδη σε εκατομμύρια δολάρια, της Coca-Cola και Pepsi για τους διάφορους συνδυασμούς τιμών που θα μπορούσε κάθε επιχείρηση να χρεώσει. Οι αποδόσεις του κάθε πίνακα είναι εκφρασμένες σε εκατομμύρια δολάρια. Θα βρούμε την ισορροπία κατά Nash στο παίγνιο αυτό.

Πίνακας 7.1

Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα Coca-Cola & Pepsi.

		<i>Coca-Cola</i>			
		\$10,50	\$11,50	\$12,50	\$13,50
<i>Pepsi</i>	\$6,25	66, 190	68, 199	70, 189	73, 191
	\$7,25	79, 201	82, 211	85, 214	89, 208
	\$8,25	82, 212	86, 221	90, 229	95, 225
	\$9,25	75, 223	80, 237	85, 244	91, 245

Ξεκινάμε ερευνώντας, για να εντοπίσουμε κυρίαρχες στρατηγικές. Για την Pepsi, η τιμή των 8,25\$ είναι μια κυρίαρχη στρατηγική, επειδή ανεξάρτητα από την τιμή που θα επιλέξει η Coca-Cola, η απόδοση της Pepsi θα είναι πάντα υψηλότερη στη γραμμή 3 – στην τιμή των 8,25\$ - από ότι σε μια οποιαδήποτε άλλη γραμμή. Συνεπώς, οι άλλες τρεις τιμές (6,25\$, 7,25\$ και 9,25\$) είναι κυριαρχούμενες στρατηγικές για την Pepsi. Επισημαίνουμε την εξάλειψη των γραμμών αυτών των κυριαρχούμενων στρατηγικών στον Πίνακα 7.2, σύροντας πάνω τους μια γραμμή.

³⁴ D. Besanko – R. R. Braeutigan, 2009, «Μικροοικονομική», Εκδόσεις: Gutenberg, σελίδα 708.

Πίνακας 7.2

Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παράδειγμα Coca-Cola & Pepsi, μετά από εντοπισμό της κυρίαρχης και των κυριαρχούμενων στρατηγικών της Pepsi.

		<u>Coca-Cola</u>			
		\$10,50	\$11,50	\$12,50	\$13,50
<u>Pepsi</u>	\$6,25	66, 190	68, 199	70, 189	73, 191
	\$7,25	79, 201	82, 211	85, 214	89, 208
	\$8,25	82, 212	86, 221	90, 229	95, 225
	\$9,25	75, 223	80, 237	85, 244	91, 245

Αν η Coca-Cola υποθέσει ότι η Pepsi θα ακολουθήσει την κυρίαρχη στρατηγική της, η καλύτερη αντίδραση της Coca-Cola είναι να καθορίσει μια τιμή ίση με 12,50\$ (την τιμή που δίνει στη Coca-Cola την υψηλότερη απόδοση στη γραμμή 3). Η ισορροπία κατά Nash σε αυτό το παίγνιο είναι να ορίσει η Pepsi την τιμή των 8,25\$ και η Coca-Cola την τιμή των 12,50\$.

7.2.6 Μελέτη περίπτωσης της μάχης του δορυφορικού ραδιοφώνου στη

Βόρεια Αμερική³⁵



Εικόνα 7.9

Τα λογότυπα των δορυφορικών ραδιοφωνικών σταθμών της XM Satellite & Sirius Satellite Radio.

Ιστότοποι:

https://en.wikipedia.org/wiki/XM_Satellite_Radio ,https://en.wikipedia.org/wiki/Sirius_Satellite_Radio

Ως ένα παράδειγμα παιγνίου του *δειλού* με υψηλό διακύβευμα θα μπορούσε να θεωρηθεί η αναδυόμενη αγορά του δορυφορικού ραδιοφώνου στη Βόρεια Αμερική (ΗΠΑ και Καναδά) που εξελισσόταν από τα μέσα μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 2000. Το δορυφορικό ραδιόφωνο στηρίζεται στην ίδια αρχή με αυτή της δορυφορικής τηλεόρασης. Προϋποθέτει τη μετάδοση ραδιοφωνικών σημάτων με τη βοήθεια πολλών δορυφόρων που περιστρέφονται γύρω από την Γη. Το δορυφορικό ραδιόφωνο δίνει την δυνατότητα να προσφερθεί στους ακροατές του ραδιοφώνου σχεδόν τέλεια λήψη από περισσότερα των εκατό καναλιών που καλύπτουν όλες τις προτιμήσεις. Το μεγαλύτερο καταναλωτικό κοινό αυτής της υπηρεσίας θεωρείται ο κλάδος των επαγγελματιών οδηγών, οι οποίοι διανύουν μακρινές αποστάσεις και διασχίζουν πολλές αγορές τοπικού ραδιοφώνου. Από το 2001 και μετά, δύο επιχειρήσεις – η XM Satellite radio και η Sirius Satellite Radio – αγωνίζονται, για να κυριαρχήσουν στη αναδυόμενη αγορά δορυφορικού ραδιοφώνου στη Βόρεια Αμερική.

Η επιχειρηματική δραστηριότητα των δορυφορικών ραδιοφωνικών σταθμών προϋποθέτει υψηλό σταθερό κόστος και χαμηλό οριακό κόστος, επειδή από την στιγμή που μια εταιρεία θα θέσει σε τροχιά έναν δορυφόρο και θα αποκτήσει το δικαίωμα εκπομπής προγράμματος (πχ. το δικαίωμα αναμετάδοσης των αγώνων του NFL ή αγώνων του NASCAR), το οριακό κόστος της προσθήκης ενός επιπλέον συνδρομητή στη βάση των συνδρομητών της είναι σχετικά χαμηλό. Συνέπεια αυτού είναι ότι, για να επιτύχει το *νεκρό σημείο*, η εταιρεία του δορυφορικού ραδιοφώνου χρειάζεται μια κρίσιμη μάζα

³⁵ Το παράδειγμα αυτό έχει ληφθεί από το “Satellite Radio: Winning the Competitive Skirmishes”, Satellite News, 27, αριθμός 21 (24 Μαΐου 2004) και το “XM, Sirius Eye Pristine Radio Market in Canada”, Satellite News, 27, αριθμός 15 (5 Απριλίου 2004), και αναδιατύπωσή του από το βιβλίο “Μικροοικονομική” των D. Besanko & R. R. Braeutigam.

συνδρομητών. Παρόλο που η αγορά για δορυφορικό ραδιόφωνο στη Βόρεια Αμερική θεωρήθηκε ότι έχει μεγάλες δυνατότητες, με τις τότε εκτιμήσεις να αναφέρουν ότι η πιθανή αγορά μέχρι το έτος 2001 θα ήταν περίπου 20 εκατομμύρια συνδρομητές, υπήρχαν ανησυχίες ότι η αγορά δεν θα ήταν αρκετά μεγάλη για να επιτρέψει σε περισσότερες από μία επιχειρήσεις να αποκομίσουν κάποιο κέρδος. Παρ' όλ' αυτά, οι δύο προαναφερθείσες επιχειρήσεις έχουν να αντιμετωπίσουν και ένα επιπλέον πρόβλημα, αυτό της μη συμβατότητας σε σχέση με τις τότε υπάρχουσες τότε τεχνολογίες. Ο δέκτης που απαιτείται για να γίνει κάποιος συνδρομητής της εταιρείας Sirius, είναι διαφορετικός από εκείνον που απαιτείται για την λειτουργία της εταιρείας XM. Έτσι, σε περίπτωση που ένας συνδρομητής της μίας επιθυμούσε να αλλάξει το λαμβανόμενο πρόγραμμα, αυτό θα ήταν αδύνατο. Το γεγονός αυτό κάνει απρόθυμους του καταναλωτές να επενδύσουν το ποσό των 150 δολαρίων για την αγορά του κατάλληλου δέκτη, με αποτέλεσμα η επικερδής συνύπαρξη των δύο επιχειρήσεων σε αυτή την αγορά να είναι πιο δύσκολη.

Με βάση αυτή την πραγματικότητα, μπορούμε να πούμε ότι η αγορά των δορυφορικών ραδιοφωνικών σταθμών στην Βόρεια Αμερική είναι ένα φυσικό μονοπώλιο. Έτσι, η μάχη ανάμεσα στην XM και τη Sirius για την κατάκτηση αυτής της αγοράς μπορεί να αντιμετωπιστεί ως παίγνιο του *δειλού*. Ο παρακάτω πίνακας αποτελεσμάτων, Πίνακας 10 δείχνει το πως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη θεωρία παιγνίων για να προβλέψουμε το πιθανό αποτέλεσμα της «μάχης» αυτής.

Πίνακας 7.3

Η μήτρα αποτελεσμάτων για το παίγνιο του *δειλού*, ανάμεσα στην XM και στην Sirius.

Οι αποδόσεις είναι εκφρασμένες σε εκατομμύρια δολάρια.

	Sirius	
XM	Παραμένω	Αποχωρώ
Παραμένω	-200, -200	300, 0
Αποχωρώ	0, 300	0, 0

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, Πίνακα 7.3, οι δύο επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα να επιλέξουν μεταξύ του να μείνουν στην αγορά ή να αποχωρήσουν από αυτή. Οι αποδόσεις του πίνακα είναι υποθετικά σωρευτικά κέρδη που οι επιχειρήσεις αναμένεται να αποκομίσουν κάτω από διάφορα ανταγωνιστικά σενάρια. Για χάρη της ανάλυσης υποθέτουμε ότι η αγορά μπορεί να υποστηρίξει μόνο μία επικερδή επιχείρηση και ότι οι δύο επιχειρήσεις εάν επιλέξουν να παραμείνουν στην αγορά, θα υποστούν σημαντικές οικονομικές ζημιές. Εάν όμως αποχωρούσε μόνο μία επιχείρηση από την αγορά, η άλλη που θα παρέμενε θα αποκόμιζε κάποιο θετικό κέρδος.

Από την μελέτη του πίνακα γίνεται εμφανές ότι το παραπάνω παίγνιο έχει δύο ισορροπίες κατά Nash. Η μία είναι να επιλέξει η XM να *παραμείνει* και η Sirius να *αποχωρήσει*, ενώ η άλλη είναι να επιλέξει η XM να *αποχωρήσει* και η Sirius να *παραμείνει*. Ωστόσο, η θεωρία παιγνίων από μόνη της δεν είναι σε θέση να μας πει ποια από τις δύο ισορροπίες κατά Nash θα επικρατήσει εν τέλει. Για να μπορέσουμε να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα θα πρέπει να γνωρίσουμε καλύτερα τους παίκτες και να μάθουμε περισσότερα πράγματα για αυτούς, για τις ειδικές περιστάσεις που αντιμετωπίζουν κτλ. .

Βέβαια, σε αυτό το παράδειγμα γίνεται εμφανές πως η πραγματικότητα διαφέρει και μάλιστα κατά πολύ. Το 2007 έγινε πρόταση από την Sirius στην XM για την εξαγορά αυτής έναντι του ποσού των 3,3 δισεκατομμυρίων δολαρίων για να αγοράσει τις μετοχές της, χωρίς να συμπεριλαμβάνονται στο ποσό αυτό τα χρέη της προηγούμενης. Εφόσον το υπουργείο δικαιοσύνης των ΗΠΑ εξέτασε την προαναφερθείσα συγχώνευση, αποφάσισε ότι αυτή δεν συντελεί στο να δημιουργήσει έναν μονοπωλητή – δορυφόρο ο οποίος θα έχει την δύναμη να επηρεάζει τις τιμές και συνεπώς την αγορά αυτή.

7.2.7 Μελέτη περίπτωσης της «έντασης» μεταξύ Αμερικής και Βόρειας

Κορέας.³⁶



Εικόνα 7.10

Οι σημαίες των ΗΠΑ-Βόρειας Κορέας

Πηγή: <http://www.kathimerini.gr>

Ένα από τα μεγάλα ερωτήματα που πλανάται στο μυαλό όλων μας είναι «κατευθυνόμαστε προς ένα πυρηνικό πόλεμο;», και εάν ισχύει αυτό «ποιές θα είναι οι συνέπειες ; ». Η Βόρεια Κορέα τις τελευταίες μέρες έχει κάνει αρκετά έντονη την παρουσία της με τις δηλώσεις της σχετικά με τις εξελίξεις που έχει πραγματοποιήσει στο πρόγραμμα των πυρηνικών της όπλων, απειλώντας ευθέως τις ΗΠΑ. Από την αντίπαλη πλευρά, ο πρόεδρος των ΗΠΑ Donald Trump υπόσχεται «πυρ και μανία» ως απάντηση.

Το ενδεχόμενο αυτό παραμένει τρομακτικό και αυτό συμβαίνει ακόμα περισσότερο, καθώς οι προβλέψεις για πυρηνικό πόλεμο είναι εξαιρετικά δύσκολες. Ενώ η ιστορία είναι γεμάτη με περιπτώσεις σχετικά με το τι μπορεί να προκαλέσει έναν συμβατικό πόλεμο, οι βομβιστικές επιθέσεις των ΗΠΑ σε Χιροσίμα και Ναγκασάκι είναι (και ευτυχώς για αυτό) τα μοναδικά παραδείγματα ατομικών βομβών, και αυτά με την σειρά τους με όπλα μεγέθους μικρότερης ισχύος από το σημερινό πυρηνικό οπλοστάσιο. Αυτή η έλλειψη ιστορικού καθιστά δύσκολο για τους αναλυτές, να σκεφτούν τις πυρηνικές συγκρούσεις και το πως θα μπορούσαν να τις αποτρέψουν.

³⁶ Πρόκειται για αναδιατύπωση του άρθρου “What game theory tell us about nuclear war with South Korea”, Πηγή :<https://flipboard.com/@flipboard/-what-game-theory-tells-us-about-nuclear/f-6cc2219655%2Fwashingtonpost.com>

Σε αυτό το κομμάτι έρχεται να πάρει θέση η θεωρία παιγνίων. Η θεωρία παιγνίων χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να μελετήσει τις συγκρούσεις και τις συνεργασίες μεταξύ λογικών «παικτών». Σύμφωνα με τον καθηγητή Tim Roughgarden, οποίος επικεντρώνεται σε θεωρητικές ερωτήσεις παιγνίων, «η θεωρία παιγνίων έχει χρησιμοποιηθεί για να μελετηθούν στρατιωτικά ζητήματα από τότε που εμφανίστηκε ο κλάδος αυτός στη δεκαετία του 1940.» Η εφαρμογή της θεωρίας παιγνίων στις στρατιωτικές στρατηγικές είχε κάνει την παρουσία της από τις αρχές της δεκαετίας του 1920. Επίσης, υπήρχαν κάποιοι μαθηματικοί που σκέφτονταν και εφάρμοζαν την θεωρία παιγνίων για κάποια τυχερά παιχνίδια. Μέχρι τότε όμως δεν υπήρχε σαν κλάδος, αλλά σαν ένα εργαλείο μελέτης κυρίως των Μαθηματικών. Από την έκδοση του βιβλίου του John Von Neumann “Theory of Games and Economic Behavior” που δημοσιεύθηκε το 1944, σηματοδοτήθηκε η γέννηση της θεωρίας παιγνίων ως ανεξάρτητος κλάδος. Ο ίδιος ο John Von Neumann εργάστηκε επίσης σε διάφορες ομάδες των ΗΠΑ στο πλαίσιο της στρατηγικής του Ψυχρού Πολέμου στη δεκαετία του '40 και του '50, οπότε και τότε χρησιμοποιήθηκε επισήμως για την επίλυση στρατιωτικών ζητημάτων.

Η θεωρία παιγνίων είναι χρήσιμη στο γεγονός ότι μας παρέχει πολύ καθαρά μαθηματικά παραδείγματα που μας βοηθούν να αρθρώσουμε και να αιτιολογήσουμε τις πραγματικές καταστάσεις κατά λογικό τρόπο. Βοηθούν στο να σκεφτούμε ποιοι είναι οι παράγοντες, ποιες οι προτιμήσεις τους, ποιες οι ενέργειες μπορούν να αναλάβουν και ποια πιθανά αποτελέσματα θα μπορούσαν να συμβούν.

Ο πυρηνικός πόλεμος - στο εάν θα επιτεθεί κάποιος από τους «παίκτες» ή όχι - έχει δίλημμα παρόμοιο με εκείνο του *διλήμματος του φυλακισμένου*. Κάθε παίκτης έχει την ευκαιρία να «βγάλει εκτός» τον αντίπαλό του, αλλά υπάρχει μια σημαντική διαφορά έναντι του αρχικού διλήμματος, το ότι δεν υπάρχει μέλλον! Έτσι, εάν παιχτεί το παίγνιο για μία μόνο φορά, η κυρίαρχη στρατηγική του κάθε παίκτη – έθνους θα ήταν να ομολογήσουμε – δηλαδή να επιτεθούμε. Αλλά σε ένα δίλημμα επανειλημμένων κρατουμένων, όπου οι παίκτες (ΗΠΑ και Βόρεια Κορέα) βρίσκονται σε μακροχρόνιες αλληλεπιδράσεις, σκέφτονται όχι μόνο το σήμερα, αλλά και τις πιθανές αντιδράσεις του αύριο. Με αισθητή την παρουσία μιας αξιόπιστης απειλής αντιπoiών, τώρα κάθε χώρα έχει κίνητρο να συνεργαστεί – δηλαδή να μην επιτεθεί. Αντιδρούν ενάντια στο δικό τους συμφέρον βραχυπρόθεσμα, καθώς αυτό τους εξασφαλίζει ότι δεν θα έχουν αντίποινα μακροπρόθεσμα. Αυτό συνέβη και με τις ΗΠΑ και Σοβιετική Ένωση κατά την διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου. Μέσω της θεωρίας παιγνίων δόθηκε μια δικαιολογία για το επιχείρημα ότι η συσσώρευση πυρηνικών υλικών κάνει τον κόσμο πιο ήσυχο. Βέβαια η στάση που κρατάει μέχρι σήμερα η Βόρεια Κορέα δεν έχει *συμμετρική ικανότητα*, όπως αναφέρει ο καθηγητής Tim Roughgarden. Με αυτό εννοεί ότι η Βόρεια Κορέα δεν μπορεί να κάνει μελέτη για τα αντίποινα που θα μπορούσαν να προκληθούν και η κατάσταση να φτάσει με την σειρά της στο δίλημμα του φυλακισμένου.

Όπως είδαμε μέχρι στιγμής, η θεωρία παιγνίων μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες

καταστάσεις και να μας δώσει απλές και σαφείς οδηγίες για το τι θα πρέπει να κάνουμε. Αλλά σε εφαρμογές της πραγματικότητας δεν μας λέει πάντα το τι θα πρέπει να κάνουμε. Μπορεί να μας δώσει πιθανά αποτελέσματα, αλλά δεν μας δίνει πολλές συμβουλές για το πως θα μπορέσουμε να καθοδηγήσουμε τα πράγματα στο τέλος όπως θα θέλαμε.

Η θεωρία των παιχνιδιών είναι πολύ χρήσιμη, όταν έχετε μια σαφή πεποίθηση για το τι θα κάνει η άλλη πλευρά. Αυτή είναι η έννοια της «καλύτερης απάντησης». Εάν γνωρίζετε ότι μια άλλη χώρα θα υποκύψει σε μια απειλή αντί να αντιδράσει, τότε υπάρχει μια πολύ ισχυρότερη περίπτωση για την έκδοση απειλής. Αν δεν ξέρετε πώς θα ενεργήσει, η απόφαση για μια καλύτερη απάντηση γίνεται πολύ πιο δύσκολη.

Αυτή είναι μια πτυχή της κατάστασης με τη Βόρειο Κορέα που έχει όλους τους τρόπους: Καμία πλευρά δεν έχει πολύ καλή κατανόηση του άλλου. Ο Kim είναι νέος, δεν υπάρχει άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του και της κυβέρνησης των ΗΠΑ και δεν έχει μεγάλη εμπιστοσύνη στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μπορεί να ενεργήσει σε διαφορετικές καταστάσεις. Και λαμβάνοντας υπόψη τα πράγματα που λέει ο Trump, η Βόρεια Κορέα μπορεί να μην είναι σίγουρη πως θα αντιδράσουν και οι ΗΠΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Θεωρία Παιγνίων, από το 1944 όπου και επίσημα θεμελιώθηκε με το βιβλίο των John Von Neumann και Oscar Morgenstern, “Theory of games and economic behavior”, ξεκίνησε την ανοδική της πορεία όχι μόνο στο χώρο των Οικονομικών, αλλά γενικότερα στον όλο χώρο των επιστημών. Ιδιαίτερα, στο διάστημα μεταξύ 1950 – 1953 όπου ο John Nash εισήγαγε την έννοια της *ισορροπίας κατά Nash*, μιας ισορροπίας δηλαδή μεταξύ των μονάδων λήψης αποφάσεων κατά την οποία κανένας δεν συμφέρει να ξεφύγει από αυτή (δεδομένου του συνδυασμού των επιλογών που έχουν σχηματίσει), έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής.

Είδαμε ότι, η Θεωρία Παιγνίων ασχολείται με τις ενέργειες των φορέων λήψης αποφάσεων. Τα άτομα-παίκτες ενός παιγνίου, καλούνται να πάρουν αποφάσεις και λειτουργούν εγωιστικά και ορθολογικά, έχοντας ως μόνο στόχο την αύξηση των απολαβών τους ή την μείωση των πιθανών ζημιών τους.

Αν και η εφαρμογή της ήταν ευρεία σε πολλούς κλάδους ποικίλων επιστημών, στον κλάδο της Βιολογίας παρέμενε σε ένα μεγάλο βαθμό προβληματική. Η κύρια αιτία αυτού, ήταν η βασική προϋπόθεση περί *ορθολογισμού*, καθώς δεν ικανοποιείται στους έμβιους οργανισμούς. Το 1973 λοιπόν, οι Maynard Smith και George Price μέσω της εργασίας τους “The logic of animal conflicts”, έδειξαν πως μπορεί να γίνει εφαρμογή της και σε βιολογικά συστήματα. Ο Maynard Smith μάλιστα, πηγαίνοντας ένα βήμα παραπέρα, το 1978, με την έκδοση του βιβλίου του με τίτλο “Evolution and the theory of games”, κατάφερε να παρουσιάσει τα πρώτα ουσιαστικά αποτελέσματα της Εξελικτικής Θεωρίας Παιγνίων.

Στην Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων, σε σχέση με την κλασική, δεν μας ενδιαφέρουν οι αποφάσεις σε ατομικό επίπεδο. Αυτό που μελετάμε εδώ είναι το πώς οι ίδιες οι στρατηγικές εξελίσσονται σε έναν πληθυσμό σε βάθος χρόνου. Επίσης, η Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων εμφανίζεται να έχει μια στενή σχέση με την δαρβινική έννοια της εξέλιξης, καθώς στην ουσία πρόκειται για μια προσπάθεια μαθηματικής περιγραφής της έννοιας αυτής.

Οι στρατηγικές των παικτών έχουν σαν στόχο το μέγιστο όφελος και οι πιο αδύναμες απαλείφονται. Στην Εξελικτική Θεωρία όμως, η έννοια είναι αρκετά πιο ευρεία, περιλαμβάνοντας ένα πλήθος βιολογικών διεργασιών, τόσο μικροσκοπικά (γονιδιακά), όσο και μακροσκοπικά (συμπεριφορές). Οι έμβιοι οργανισμοί δεν δρουν με βάση την μεγιστοποίηση της ωφελιμότητάς τους, αλλά την επιβίωση και την αναπαραγωγή του είδους τους.

Όπως είδαμε από τα παραδείγματα που αναλύσαμε καθ’ όλη την παρούσα εργασία, η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό και χρήσιμο εργαλείο στη λήψη αποφάσεων, που σκοπό έχουν την βελτιστοποίηση της θέσης κάποιου. Όσο βέβαια περισσότεροι είναι οι παίκτες, οι στρατηγικές και γενικά αυξάνονται οι μεταβλητές μας,

τόσο δυσκολότερο γίνεται το έργο και η μελέτη μας. Παρ' όλα αυτά, με την βοήθεια της μαθηματικής διατύπωσης, και γενικά με την χρήση όλο και περισσότερο των Μαθηματικών στη Θεωρία Παιγνίων, προσεγγίζουμε όλο και περισσότερο στην πραγματικότητα, και τα αποτελέσματα γίνονται όλο και πιο ρεαλιστικά. Βέβαια, όλο αυτό έχει το τίμημα της αυξανόμενης πολυπλοκότητας.

Στην παρούσα εργασία, προσπαθήσαμε μέσα από τη Θεωρία Παιγνίων, χρησιμοποιώντας τα πιο κλασικά εργαλεία αυτής, να επιλύσουμε προβλήματα που αντιμετωπίζουν καθημερινά οι επιχειρήσεις (και όχι μόνο), έχοντας ως κύριο στόχο την βελτίωση της θέσεως τους. Επίσης, μέσω του παραδείγματος hawk-dove είδαμε και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούμε στα εξελικτικά παίγνια, αλλά και την χρησιμότητα των παιγνίων σε τομείς πέρα της ανταμοιβής και γενικότερα της βελτίωσης της θέσης του ανθρώπινου παράγοντα.

Η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί έναν κλάδο ραγδαία αναπτυσσόμενο. Υπόσχεται πολλά όχι μόνο στον επιχειρηματικό τομέα, αλλά και στον κοινωνικό, στρατιωτικό, και μάλιστα τα τελευταία χρόνια πέρα από τον βιολογικό, έχει κάνει και την εμφάνισή του στην πληροφορική, σε κλάδους όπως την ασφάλεια δικτύων. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας με την συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη των ανθρώπων για την πρόβλεψη και ερμηνεία, γεγονότων και καταστάσεων, ίσως καταφέρει να την πάει και ένα βήμα πιο πέρα. Ένα βήμα πιο κοντά στην βεβαιότητα, ένα βήμα πιο κοντά προς την πρόβλεψη επιλογών αντιπάλων με τις πιθανότητες να τείνουν στο ένα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Βολιώτης Δημήτρης (2015). «*Διαλέξεις στη θεωρία παιγνίων*». Εκδόσεις: Πεδίο

Γιαννέλης. Δ. – Παντελίδης. Π (ΠΕΙΡΑΙΕΥΣ 2014). «*ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ*»

Μαγείρου Ευάγγελος Φ. (2012). «*Παίγνια και αποφάσεις*». Εκδόσεις: Κριτική

Μηλολιδάκης, Κ. «*Θεωρία παιγνίων : Μαθηματικά μοντέλα σύγκρουσης και συνεργασίας*», Εκδόσεις Σοφία, 2009.

Μπιτούνη Α. Ελένη. (2014) «*Θεωρία παιγνίων και εφαρμογή της στην οικονομική επιστήμη*», Ιστότοπος:
http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8303/4/Nimertis_MpitouniEleni%28de%29.pdf

Σταμάτης Νίκος (2011). «*Εξελικτική Θεωρία Παιγνίων και Πληθυσμιακή Δυναμική*», Ιστότοπος: <http://users.ntua.gr/nstam/evolutionary%20game%20theory.pdf>

Ξενόγλωσση

Akio Matsumoto – Ferenc Szidarovszky (2016). “*Game Theory and Its Applications*”, Springer

D. Besanko – R. R. Braeutigan (2009). «*Μικροοικονομική*». Εκδόσεις: GUTENBERG

Daniel Friedman. “*On economic applications of evolutionary game theory*”, Journal of Evolutionary Economics, 15-43, Ιστότοπος: <http://www.dklevine.com/archive/refs453.pdf>

Friedman, D. (1998). “*On economic applications of evolutionary game theory*”, Journal of Evolutionary Economics, 15-43. Ιστότοπος: <http://www.dklevine.com/archive/refs453.pdf>

Martin J. Osborne (2010). «Εισαγωγή στην Θεωρία Παιγνίων». Εκδόσεις: Κλειδάριθμος

Maynard Smith, J. (1982). “*Evolution and the Theory of Games*”, Cambridge University Press,

Ιστότοπος:

<https://books.google.gr/books?id=Nag2IhmPS3gC&printsec=frontcover&dq=Maynard+Smith,+J.+%E2%80%9CEvolution+and+the+Theory+of+Games%E2%80%9D,+Cambridge+University+Press,+1982.&hl=el&sa=X&ved=0ahUKEwjJnuiLsMvWAhWLOBQKHahWD6MQ6AEIJAA#v=onepage&q=Maynard%20Smith%2C%20J.%20%E2%80%9CEvolution%20and%20the%20Theory%20of%20Games%E2%80%9D%2C%20Cambridge%20University%20Press%2C%201982.&f=false>

Salvatore, Dominick (2012).«*Επιχειρησιακή οικονομική στο νέο διεθνές οικονομικό περιβάλλον*», Εκδόσεις: GUTENBERG

Theodore L. Turocy – Bernhard von Stengel. (2001). “*Game Theory*”. CDAM Research Report LSE-CDAM-2001-09, Ιστότοπος: <http://www.cdam.lse.ac.uk/Reports/Files/cdam-2001-09.pdf>

Διαδικτυακοί Τόποι

<http://www.kathimerini.gr>

<https://flipboard.com>

<http://www.gametheorystrategies.com>

<http://www.math.upatras.gr>