



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗΣ  
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ στη  
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ**

**ΑΝΑΞΙΟΠΙΣΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ  
ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΑΙΓΝΙΩΝ**

**ΔΕΛΕΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ**

**ΑΜ:1805**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΟΛΙΩΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:  
ΒΟΛΙΩΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ,  
ΣΤΕΦΑΝΑΔΗΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ,  
ΚΟΥΡΟΓΕΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ, 2020**



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ) που στα πλαίσια του προγράμματος χορήγησης υποτροφιών για μεταπτυχιακές σπουδές πρώτου κύκλου (Master) στην Ελλάδα με ένταξη στην αγορά εργασίας σε συνεργασία με την Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας (ΕΤΕ) χρηματοδότησε το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών στο τμήμα Χρηματοοικονομικής και Τραπεζικής Διοικητικής με τίτλο «Χρηματοοικονομική και Τραπεζική». Επιπρόσθετα, μου δόθηκε η ευκαιρία να ενταχθώ στην αγορά εργασίας και να αποκτήσω πολύτιμες εμπειρίες και εφόδια για το μέλλον.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επίκουρο καθηγητή του τμήματος Χρηματοοικονομικής και Τραπεζικής Διοικητικής, Κύριο Βολιώτη Δημήτρη ο οποίος δέχτηκε να αναλάβει την επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας και να μου παρέχει οποιαδήποτε πληροφορία και βοήθεια κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της.

Δε θα μπορούσα να παραλείψω τις ευχαριστίες προς όλους τους καθηγητές του τμήματος για τη μεταλαμπάδευση πολύτιμων γνώσεων και ερεθισμάτων καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση, την υποστήριξη και την ενθάρρυνσή της για την επίτευξη των στόχων μου.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract .....	6
Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1. Βασικές έννοιες.....	8
1.1. Η Θεωρία Παιγνίων.....	8
1.2. Η Ισορροπία Nash.....	11
1.3. Βέλτιστο κατά Pareto σημείο .....	12
1.4. Ισορροπία Bayes-Nash – Οικονομικός ορθολογισμός.....	13
1.5. Μη αξιόπιστη επικοινωνία.....	13
Κεφάλαιο 2. Μοντέλα Cheap Talk.....	22
2.1. Το μοντέλο των Crawford-Sobel.....	22
2.2. Το μοντέλο των Aumann-Hart.....	26
2.3 Το μοντέλο Krishna-Morgan.....	33
2.4 Το μοντέλο της ενδιάμεσης επικοινωνίας .....	36
Κεφάλαιο 3. Εφαρμογές Cheap Talk.....	38
Συμπεράσματα .....	45
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	47

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τη μη αξιόπιστη επικοινωνία σε ένα παίγνιο στο οποίο οι παίκτες καλούνται να λάβουν αποφάσεις μη έχοντας πλήρη γνώση σχετικά με τις πιθανές απολαβές του κάθε παίκτη ώστε να χαράξουν τη στρατηγική τους. Η μη αξιόπιστη επικοινωνία (cheap talk) έχει ως τελικό σκοπό την πρόσβαση σε ουσιώδη πληροφορία σχετικά με το παίγνιο.

Μέσα από την παρουσίαση συγκεκριμένων μοντέλων μη αξιόπιστης επικοινωνίας και παραδειγμάτων δίνεται η δυνατότητα για καλύτερη κατανόηση του μηχανισμού της, καθώς και των τρόπων με τους οποίους παρά το γεγονός ότι είναι μη αξιόπιστη είναι δυνατόν να ωφελήσει και τους δύο παίκτες. Επιπλέον, παρουσιάζονται και εφαρμογές της σε διάφορους τομείς στους οποίους κάποιος καλείται να λάβει αποφάσεις για τη στρατηγική του.

*Λέξεις κλειδιά: Θεωρία Παίγνιων, μη αξιόπιστη επικοινωνία, πληροφόρηση, παίκτες.*

## **Abstract**

This paper focuses on unreliable communication (cheap talk), in a game in which players are asked to make decisions without having full knowledge of the potential winnings of each player in order to chart their strategy. The goal of cheap talk is to gain access to essential information regarding the game.

Through the presentation of specific models of cheap talk and examples, it is possible to better understand its mechanism, as well as the ways in which, despite the fact that it is unreliable, it is possible to benefit both players. In addition, its applications are presented in various areas in which one is called upon to make decisions about one's strategy.

*Keywords: Game Theory, unreliable communication, cheap talk, information, players.*

## Εισαγωγή

Η επιστήμη της Θεωρίας Παιγνίων εμφανίστηκε ως πεδίο μελέτης τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, όμως η έναρξη της συστηματικής μελέτης οφείλεται στον John Forbes Nash. Από τότε η Θεωρία Παιγνίων βρίσκει εφαρμογή σε όλο και περισσότερα επιστημονικά πεδία, με το πεδίο των Οικονομικών επιστημών να είναι αυτό στο οποίο συναντάται περισσότερο. Η βασική πτυχή της συγκεκριμένης θεωρίας είναι η απεικόνιση σύνθετων προβλημάτων αποφάσεων μεταξύ κοινών ή αντικρουόμενων θέσεων και συμφερόντων βάσει μαθηματικών μοντέλων.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην μη αξιόπιστη επικοινωνία ή αλλιώς cheap talk. Η μη αξιόπιστη επικοινωνία βρίσκει εφαρμογή στα παίγνια με ελλιπή πληροφόρηση, τα οποία ονομάζονται και «μπεϋζιανά παίγνια» (bayesian games). Σε ένα παίγνιο ελλιπούς πληροφόρησης συμμετέχει ένας τουλάχιστον παίκτης ο οποίος δεν είναι βέβαιος σχετικά με τις συναρτήσεις ωφέλειας κάποιου άλλου παίκτη. Ένα παράδειγμα παιγνίου ελλιπούς πληροφόρησης είναι οι δημοπρασίες με κλειστούς φακέλους, όπου ο κάθε παίκτης που συμμετέχει γνωρίζει μόνο τη δική του προσφορά και κανενός άλλου.

Στην προσπάθεια για πρόσβαση σε ιδιωτική, ή αλλιώς προνομιακή, πληροφόρηση, κάποιιοι από τους παίκτες οδηγούνται σε μια προσπάθεια παραπλάνησης των άλλων παικτών, ή στην προσπάθεια να μάθουν πληροφορίες οι οποίες θα τους βοηθήσουν να διαμορφώσουν την στρατηγική τους. Όσοι παίκτες δεν έχουν πρόσβαση σε προνομιακή πληροφόρηση, μέσα από μια διαδικασία συζήτησης και μη αξιόπιστης επικοινωνίας, προσπαθούν να αντιληφθούν την ουσιώδη πληροφορία, ώστε τελικά να είναι σε θέση να επιλέξουν την καλύτερη δυνατή επιλογή τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της Θεωρίας Παιγνίων και της μη αξιόπιστης επικοινωνίας, καθώς και η εφαρμογή της σε ένα συγκεκριμένο παίγνιο, ενώ το δεύτερο κεφάλαιο εστιάζει σε μοντέλα μη αξιόπιστης επικοινωνίας και συγκεκριμένα αυτά των Crawford-Sobel, Aumann-Hart, Krishna-Morgan καθώς και στο μοντέλο της ενδιάμεσης επικοινωνίας. Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συγκεκριμένα παραδείγματα και εφαρμογές στον κλάδο των χρηματοοικονομικών..

## Κεφάλαιο 1. Βασικές έννοιες

### 1.1.Η Θεωρία Παιγνίων

Η Θεωρία Παιγνίων μελετά την αλληλεξάρτηση των αποφάσεων που λαμβάνουν κάποια άτομα ή ομάδες ατόμων, στην περίπτωση εκείνη όπου η απόφαση του κάθε ατόμου ή ομάδας καθενός επηρεάζει τα υπόλοιπα άτομα ή ομάδες. Η Θεωρία Παιγνίων έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, αφού κανένας άνθρωπος δεν μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από άλλους. Κάποια από τα ερωτήματα τα οποία είναι σε θέση να δώσει απάντηση η Θεωρία Παιγνίων είναι ποιες είναι οι ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει ένα άτομο ή μια ομάδα και ποια μπορεί να είναι τα πιθανά αποτελέσματα των ενεργειών αυτών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το αν είναι δυνατόν τα αποτελέσματα να είναι θετικά για όλους τους συμμετέχοντες, αλλά και αν είναι δυνατόν κάποιος από τους συμμετέχοντες να “μαντέψει” τις ενέργειες των άλλων. Τέλος, μελετάται κατά πόσο η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων καθώς και η γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των άλλων ατόμων είναι δυνατόν να επηρεάσει τη λήψη αποφάσεων.

Η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί ένα συστηματικό τρόπο διερεύνησης των παρακάτω στοιχείων:

- “Ομάδα (group)”. Σε κάθε παιχνίδι συμμετέχουν περισσότερα του ενός άτομα τα οποία λαμβάνουν αποφάσεις, είναι δηλαδή “decision makers”. Κάθε τέτοιο άτομο καλείται “παίκτης (player)”.
- “Αλληλεπίδραση (interaction)”. Η αλληλεπίδραση έχει την έννοια ότι οι αποφάσεις και οι κινήσεις κάθε παίκτη, είναι σε θέση να επηρεάσουν τις αποφάσεις και τις κινήσεις των υπολοίπων παικτών.
- “Στρατηγική σκοπιμότητα (strategic)”. Ο κάθε παίκτης αποφασίζει και δρα με βασιζόμενος στην ερμηνεία των αλληλεπιδράσεων.
- “Ορθολογικότητα (rationality)”. Ο συγκεκριμένος όρος πρακτικά αναφέρεται στο γεγονός ότι η ενέργεια που επιλέγει να εκτελέσει, σε κάθε βήμα, ένας παίκτης είναι η καλύτερη δυνατή για αυτόν.



Η Θεωρία Παιγνίων συναντάται καθημερινά προκειμένου, με χρήση των αναλυτικών της εργαλείων, να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με το εργασιακό περιβάλλον, τις διαπροσωπικές σχέσεις, την επίτευξη συμφωνιών, την υιοθέτηση συγκεκριμένων πολιτικών κ.α.

Ως Παίγνιο (Game) ορίζεται κάθε κατάσταση της οποίας το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται από τις στρατηγικές επιλογές του ατόμου που λαμβάνει μια απόφαση (Webster, 2009). Η Θεωρία Παιγνίων αποτελεί ένα κλάδο των Εφαρμοσμένων Μαθηματικών ο οποίος μελετήθηκε σε μεγάλο βαθμό τον 20ο αιώνα και έχει μεγάλη εφαρμογή στην Οικονομία, όπου καθημερινά λαμβάνονται αποφάσεις, χωρίς πρόσβαση σε όλη την σχετική πληροφορία.

Η απόφαση που λαμβάνει ένας παίκτης σε ένα παίγνιο μπορεί να αφορά στη μείωση ζημιών ή στην αύξηση του κέρδους, και γενικότερα στην επιδίωξη της μέγιστης δυνατής ωφέλειας-κέρδους για τη μία ή ακόμα για όλες τις πλευρές που συμμετέχουν σε αυτό. Το βασικό της στοιχείο είναι ο εκάστοτε υπολογισμός της ισχύος των συνεταίρων ή/και των αντιπάλων, η οποία όμως μεταβάλλεται στην πορεία ανάλογα με το είδος των αποφάσεων. Εκτός από την Οικονομική επιστήμη, η Θεωρία Παιγνίων βρίσκει εφαρμογή στη λήψη διοικητικών αποφάσεων και στις διεθνείς σχέσεις, αλλά και σε τομείς όπως είναι η Κοινωνιολογία, την Πολιτική, η Τεχνολογία Πληροφοριών, η Ψυχολογία και η Βιολογία.

Η Θεωρία Παιγνίων γνώρισε αλματώδη εξέλιξη λόγω της σχετικής συνολικής εργασίας του John Forbes Nash, ο οποίος στις αρχές της δεκαετίας του 1950 απέδειξε ότι υπάρχει ένα «σταθερό σημείο ισορροπίας» (“fixed point equilibrium”) σε παίγνια μη-συνεργασίας (non-cooperative games), όπου είναι εκ των προτέρων γνωστό το τέλος του. Σε ένα τέτοιο παίγνιο, ο κάθε παίκτης θεωρείται ότι λειτουργεί ορθολογικά οπότε και θα προτιμήσει τη στρατηγική η οποία είναι πιο συμφέρουσα για αυτόν, ως απάντηση στη στρατηγική των αντιπάλων. Η συμβολή του Nash θεωρείται τόσο σημαντική, ώστε το αποτέλεσμα αυτού του είδους των παιγνίων να ονομάζεται πλέον ως «ισορροπία Nash» (“Nash equilibrium”).

Προτού παρουσιαστούν τα παίγνια μη αξιόπιστης επικοινωνίας, είναι σκόπιμο να αποσαφηνιστούν κάποιοι όροι και έννοιες. Η Θεωρία Παιγνίων έχει ως σκοπό τη μελέτη του τρόπου λήψης αποφάσεων από αλληλεξαρτόμενα άτομα ή ομάδες ατόμων στην περίπτωση που υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων ανάμεσά τους. Οι ομάδες ή τα

άτομα μονάδες που λαμβάνουν τις αποφάσεις αποκαλούνται «παίκτες» (“players”) του παιχνιδιού οι οποίοι παίκτες θεωρείται ότι έχουν «λογική συμπεριφορά» (“rational behavior”). Με βάση αυτή την παραδοχή, ο κάθε παίκτης επιδιώκει τη μεγιστοποίηση του τελικού αποτελέσματος (payoff) του παιχνιδιού. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι όταν γίνεται αναφορά σε κέρδος ή βαθμό ικανοποίησης, τότε η επιδίωξη του κάθε παίκτη είναι η μεγιστοποίηση, ενώ όταν γίνεται αναφορά σε ζημία ή βαθμό δυσαρέσκειας, ο παίκτης επιδιώκει την ελαχιστοποίηση του.

Για το τελικό αποτέλεσμα του κάθε παίκτη ακολουθείται κάποια διαδικασία ή μέθοδος, η οποία είναι διαφορετική κάθε φορά, ανάλογα με τη φύση του παιχνιδιού. Η αλληλουχία των κινήσεων ενός παίκτη από την αρχή έως το τέλος του παιχνιδιού, καλείται «στρατηγική» (“strategy”). Οι στρατηγικές διακρίνονται σε «αμιγείς» (“pure”) και «μικτές» (“mixed”). Μία στρατηγική θεωρείται αμιγής, στην περίπτωση εκείνη που ο παίκτης, από όλες τις δυνατές στρατηγικές, τελικά επιλέγει μόνο μία προκειμένου να μεταβεί στο επόμενο στάδιο του παιχνιδιού και επιλέγεται με πιθανότητα ίση με την μονάδα. Αντιθέτως, η μικτή στρατηγική αποτελεί εάν μείγμα στρατηγικών, όπου η κάθε μία από αυτές επιλέγεται με πιθανότητα μικρότερη της μονάδας. Το άθροισμα των μικτών στρατηγικών είναι ίσο με τη μονάδα. Τέλος, το σύνολο των στρατηγικών που θα υιοθετήθουν καλείται «προφίλ στρατηγικών» (“strategy profile”).

Προκειμένου να γίνει καλύτερα αντιληπτή η έννοια του προφίλ στρατηγικών, ας θεωρήσουμε ένα παιχνίδι  $2 \times 2$ , στο οποίο συμμετέχουν δύο παίκτες, έστω A και B, με δύο διαθέσιμες στρατηγικές για τον καθένα, έστω X και Y, όπου παίζεται μία φορά. Τότε τα πιθανά προφίλ στρατηγικών είναι τέσσερα, τα  $\{X, Y\}$ ,  $\{X, X\}$ ,  $\{Y, X\}$  και  $\{Y, Y\}$ . Στην πρώτη θέση κάθε διατεταγμένου ζεύγους, ο πρώτος χαρακτήρας αναφέρεται στη στρατηγική που υιοθετεί ο πρώτος παίκτης (δηλαδή ο A), και ο δεύτερος στη στρατηγική που θα υιοθετήσει ο δεύτερος παίκτης (δηλαδή ο B).

Πρακτικά, το προφίλ στρατηγικών απεικονίζει όλα τα πιθανά σενάρια εξέλιξης σε ένα παιχνίδι. Ακόμα, σε ένα παιχνίδι, υπάρχουν δύο τύποι κίνησης, της «ταυτόχρονης κίνησης» (“simultaneous-move”) και της «διαδοχικής κίνησης» (“sequential-move”). Τα παιχνίδια «ταυτόχρονης κίνησης» είναι γνωστά και ως «στατικά παιχνίδια» (“static games”), στα οποία οι παίκτες επιλέγουν ταυτόχρονα την κίνηση τους, αλλά κανένας δεν γνωρίζει πως έχει κινηθεί ή πως πρόκειται να κινηθεί ο αντίπαλος ή οι αντίπαλοι

του. Για να φανεί πόσο μεγάλη εφαρμογή έχει η συγκεκριμένη θεωρία στην καθημερινότητα μας, το γνωστό παιδικό παιχνίδι «πέτρα-ψαλίδι-χαρτί» είναι το πλέον χαρακτηριστικό στατικό παίγνιο αυτής της κατηγορίας, στο οποίο οι δύο παίκτες εμφανίζουν ταυτόχρονα την επιλογή τους χωρίς προηγούμενη συνεννόηση.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα παιγνίων διαδοχικών κινήσεων, τα οποία αναφέρονται και ως «δυναμικά ή πολυσταδιακά παίγνια» (“dynamic or multistage games”), είναι το σκάκι και η ντάμα. Ως γνωστό, σε αυτά τα παίγνια οι κινήσεις των παικτών γίνονται διαδοχικά, όπου σε κάθε φάση του κινείται μόνο ο ένας παίκτης. Η διαφορά με τα στατικά παίγνια, έγκειται στο γεγονός ότι σε κάθε φάση ενός τέτοιου παιγνίου, ο κάθε παίκτης αποφασίζει την κίνηση του γνωρίζοντας τη ποια στρατηγική που έχει ακολουθήσει ο παίκτης αντίπαλος. Υπάρχουν και άλλες κατηγοριοποιήσεις των παιγνίων, των οποίων η παρουσίαση δεν κρίνεται σκόπιμη για την κατανόηση του υπολοίπου της εργασίας, καθώς και μια σειρά από χαρακτηριστικά παίγνια, όπως το περίφημο «δίλημμα του φυλακισμένου».

## **1.2.Η Ισορροπία Nash**

Η ισορροπία Nash αποτελεί μια τεχνική επίλυσης παιγνίων στα οποία συμμετέχουν δύο ή περισσότεροι παίκτες. Ο κάθε παίκτης γνωρίζει τις «στρατηγικές ισορροπίας» των άλλων παικτών και κανείς από αυτούς δε θα κερδίσει τίποτα περισσότερο, αν αλλάξει μονομερώς την στρατηγική του. Δηλαδή, αν ο κάθε παίκτης επιλέγει μια στρατηγική και κανείς από τους άλλους παίκτες δεν μπορεί να ωφεληθεί αλλάζοντας την στρατηγική του, δεδομένου ότι οι υπόλοιποι διατηρούν τις ίδιες στρατηγικές, τότε αυτό το σύνολο των στρατηγικών επιλογών, καθώς και τα αντίστοιχα οφέλη που προκύπτουν αντιστοιχούν σε μια ισορροπία Nash.

Αν η ισορροπία Nash προσεγγιστεί από τη σκοπιά του συνόλου των αποφάσεων, τότε μπορεί να ερμηνευτεί με δύο τρόπους, με την «καλύτερη αντίδραση» (“best response”) και με το «κίνητρο απόκλισης» (“incentive to deviate”). Στην πρώτη περίπτωση ο κάθε παίκτης, έχοντας γνώση για τις στρατηγικές των άλλων παικτών στο σημείο ισορροπίας, λαμβάνει την καλύτερη δυνατή απόφαση και άρα έχει την «καλύτερη αντίδραση», παραμένοντας στο κοινό «διάνυσμα» στρατηγικών το οποίο εξασφαλίζει την ισορροπία. Στη δεύτερη περίπτωση ο κάθε παίκτης, δεδομένου ότι γνωρίζει τις στρατηγικές των άλλων παικτών στο σημείο ισορροπίας, έχει μηδενικό «κίνητρο

απόκλισης» από την στρατηγική του. Η ισορροπία Nash δεν εξασφαλίζει πάντα τη μέγιστη ωφέλεια στους παίκτες, όπως επίσης μπορεί να περιέχει στρατηγικές ως επιλογές παικτών οι οποίες να μη φαίνονται ορθολογικές.

Με τον όρο “Μπεϋζιανή ισορροπία” ( Bayesian equilibrium) ή αλλιώς “ισορροπία του Nash”, εννοείται ένα διάνυσμα στρατηγικών, έστω  $s^*$ , εάν κάθε στρατηγική  $s_i^*$  αποτελεί την “καλύτερη απάντηση” (best response), στο συνδυασμό στρατηγικών των άλλων παικτών  $s_{-i}^*$ .

Μια στρατηγική  $s_i^*$  είναι η “καλύτερη απάντηση” (best response) σε ένα διάνυσμα στρατηγικών των άλλων παικτών  $s_{-i}^*$  όταν ισχύει:

$$u_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*)$$

για κάθε  $s_i$ . Με τη σειρά του, ένας συνδυασμός στρατηγικών

$$s^* = (s_1^*, s_2^*, \dots, s_N^*)$$

αποτελεί μια ισορροπία Nash, αν για κάθε  $i$  και για κάθε  $s_i$ , ισχύει

$$u_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*)$$

Το συγκεκριμένο είδος ισορροπίας, είναι η συνήθως χρησιμοποιούμενη λύση για παιχνίδια πολλαπλών σταδίων ιδιωτικής πληροφορησης.

### 1.3.Βέλτιστο κατά Pareto σημείο

Το κατά «Pareto κριτήριο», ή «Pareto βέλτιστο», είναι εκείνο κατά το οποίο, μία μεταβολή στην τιμή ή στην ποσότητα προκαλεί βελτίωση στη θέση κάποιου παίκτη, χωρίς όμως παράλληλα να δυσχεραίνει τη θέση κάποιου άλλου παίκτη. Η συγκεκριμένη έννοια χρησιμοποιείται στη Θεωρία Παιγνίων με την έννοια ότι κανένας παίκτης δεν είναι σε θέση να αυξήσει περαιτέρω την ωφέλεια του χωρίς να προκαλέσει περιορισμό στο κέρδος κάποιου άλλου παίκτη.

#### **1.4.Ισορροπία Bayes-Nash – Οικονομικός ορθολογισμός**

Ένα παίγνιο καλείται «παίγνιο Bayes», όταν οι παίκτες δεν έχουν πλήρη πληροφόρηση αναφορικά με τους αντιπάλους και τα χαρακτηριστικά τους. Αυτό οδηγεί στην εισαγωγή της τυχαιότητας ως ένας από τους παράγοντες του παιγνίου, η οποία παρέχεται με τη μορφή πιθανότητας ή συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας (σ.π.π), η οποία αποδίδεται ως μια μεταβλητή σε κάθε παίκτη. «Τέλεια ισορροπία κατά Bayes» είναι ο καθορισμός της πιθανότητας με την οποία ένας παίκτης υποθέτει ότι η επιλογή του, είναι, ή θα είναι, η ισορροπία σε συνδυασμό με τις στρατηγικές που έχει στη διάθεσή του.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι σε ένα τέτοιο παίγνιο έχουν πολύ σημαντικό ρόλο οι πεποιθήσεις των παικτών για τις «συναρτήσεις απόδοσης» των υπολοίπων παικτών βάσει πιθανοτήτων, ενώ η «τέλεια ισορροπία κατά Bayes» αποτελεί μια «συνθήκη συνέπειας» των παικτών σε αυτές. Η ορθολογικότητα υπεισέρχεται δεδομένου ότι ο κάθε παίκτης επιλέγει πάντα αυτό που θα του δώσει την μεγαλύτερη ωφέλεια. Σε αυτή την κατάσταση ισορροπίας, η δράση του κάθε παίκτη, δεν εξαρτάται μόνο από τα δικά του χαρακτηριστικά, αλλά και από τις πεποιθήσεις των άλλων για τον κάθε παίκτη που συμμετέχει στο παίγνιο, αφού δεν υπάρχει πληροφόρηση.

#### **1.5.Μη αξιόπιστη επικοινωνία**

Για να γίνει καλύτερα αντιληπτή η όλη διαδικασία σε ένα παίγνιο στο οποίο η επικοινωνία χαρακτηρίζεται ως μη αξιόπιστη, παρουσιάζεται αρχικά το παρακάτω παράδειγμα των Farrell & Rabin (1996). Η εταιρεία Rayco θέλει να προσλάβει τη Sally σε μία από τις δύο διαθέσιμες θέσεις εργασίας. Η μία από αυτές τις θέσεις απαιτεί άτομο με υψηλή ικανότητα, ενώ στην άλλη μπορεί να ανταπεξέλθει καλύτερα ένα άτομο πιο χαμηλής ικανότητας, με την έννοια ότι ένα ιδιαίτερα ικανό άτομο δε θα βρει κάποιο ενδιαφέρον στο αντικείμενο της θέσης με αποτέλεσμα να μην αποδώσει τα μέγιστα. Στο συγκεκριμένο “παιχνίδι” ή μάλλον καλύτερα, στη συγκεκριμένη κατάσταση, η Rayco δεν γνωρίζει το επίπεδο ικανότητας της Sally, η οποία μπορεί να είναι είτε “υψηλή” είτε “χαμηλή”, οπότε υπάρχει μια σχέση 50-50. Αντιθέτως, η Sally γνωρίζει το επίπεδο των ικανοτήτων της.

Ο σκοπός της Rayco είναι να προσλάβει τη Sally για την απαιτητική δουλειά, εφόσον έχει υψηλή ικανότητα, και τη λιγότερο απαιτητική, εφόσον δεν έχει υψηλή ικανότητα. Αναφορικά με τη Sally, αν έχει υψηλή ικανότητα τότε θα είναι ικανοποιημένη από το απαιτητικό αντικείμενο εργασίας, ενώ αντίθετα θα βρει το μη απαιτητικό αντικείμενο εργασίας βαρετό, ενώ αν έχει χαμηλή ικανότητα τότε θα αγχωθεί από την απαιτητική θέση εργασίας αφού δεν θα είναι σε θέση να τη διαχειριστεί.

Η συγκεκριμένη κατάσταση μπορεί να παρασταθεί από το παρακάτω σχήμα:

		<b>Η Rayco προσλαμβάνει τη Sally για την:</b>	
		Απαιτητική θέση	Μη απαιτητική θέση
<b>Η ικανότητα της Sally</b>	Υψηλή	2,1	0,0
	Χαμηλή	0,0	1,3

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι υπάρχουν τέσσερα πιθανά αποτελέσματα, που αντιστοιχούν στην ικανότητα της Sally (υψηλή ή χαμηλή) και την επιλογή της Rayco για τη θέση εργασίας (απαιτητική ή μη απαιτητική). Σε κάθε κελί, καταγράφεται το όφελος (payoff) της Sally και στη συνέχεια της Rayco. Από τυπική άποψη, αυτή είναι μια κατάσταση ελλιπής πληροφορίας, όπου η ικανότητα της Sally μπορεί να είναι ένας από τους δύο “τύπους” και όπου μόνο η Rayco έχει μια (payoff-relevant) κίνηση.

Οι Farrell & Rabin (1996), παρουσιάζουν τα πιθανά σενάρια της παραπάνω κατάστασης, αντιμετωπίζοντας το ως ένα παιχνίδι δύο σταδίων. Στο πρώτο στάδιο, η Sally μπορεί να “πει κάτι” στον υπεύθυνο προσωπικού της Rayco, δηλαδή να του δώσει μια πληροφορία, ενώ στο δεύτερο στάδιο, ο υπεύθυνος προσωπικού της Rayco αποφασίζει ποια θέση εργασίας θα της δώσει. Επειδή το να “πει κάτι”, πρακτικά αντιπροσωπεύει μια επιλογή από ένα μεγάλο σύνολο δράσεων, δηλαδή όλες τις πιθανές δηλώσεις, το συγκεκριμένο παιχνίδι είναι πολύ μεγάλο. Παρά το γεγονός ότι η Sally θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει μια από τις επόμενες δηλώσεις, “Η ικανότητά μου είναι υψηλή” και “Η ικανότητά μου είναι χαμηλή”, δεν πρέπει να παραληφθεί το γεγονός ότι Sally θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει και άλλες δηλώσεις.

Το παραπάνω παίγνιο είναι ένα παίγνιο «ελλιπής πληροφόρησης». Τέτοια παίγνια ονομάζονται και «Μπεϋζιανά παίγνια» (“bayesian games”). Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι ένας τουλάχιστον παίκτης, στο παραπάνω παράδειγμα ο υπεύθυνος προσωπικού της εταιρείας, δεν είναι βέβαιος σχετικά με τις «συναρτήσεις ωφέλειας» κάποιου άλλου παίκτη, στην προκειμένη περίπτωση της Sally.

Σε αυτού του είδους τα παίγνια, η κεντρική ιδέα είναι ότι η στρατηγική κάθε παίκτη πρέπει να αποτελεί άριστη απόκριση στις στρατηγικές των άλλων παικτών. Δηλαδή, μια «μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash» είναι απλώς μια «ισορροπία κατά Nash» ενός μπεϋζιανού παιγνίου. Ουσιαστικά αυτό που λέει είναι ότι κανένας παίκτης δεν επιθυμεί την αλλαγή στρατηγικής, ακόμη και αν αυτή αλλαγή περιλαμβάνει μόνο μια δράση από έναν παίκτη.

Η “Αρχή της Αποκάλυψης” (Revelation Principle), την οποία ανέπτυξε ο Myerson (1979), σχετικά με τα μπεϋζιανά παίγνια, αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για το σχεδιασμό παιγνίων, στα οποία οι παίκτες έχουν “ιδιωτική πληροφόρηση”. Σε ένα τέτοιο παιχνίδι, οι παίκτες, ενδεχομένως, διατυπώνουν ψευδείς ισχυρισμούς σχετικά με τις προτιμήσεις τους. Παίγνια αυτού του είδους, δηλαδή “στατικά μπεϋζιανά παίγνια” στα οποία η μόνη δράση του κάθε παίκτη αφορά την κατάθεση ενός ισχυρισμού σχετικά με τον τύπο του, ονομάζονται “άμεσοι μηχανισμοί” (direct mechanisms).

Ο δεύτερος τρόπος με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η “Αρχή της Αποκάλυψης” είναι η προσοχή να περιοριστεί στους άμεσους μηχανισμούς, όπου για κάθε παίκτη αποτελεί “μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash” η επιλογή του να πει την αλήθεια. Ένας άμεσος μηχανισμός στον οποίο η παραδοχή της αλήθειας αποτελεί μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash ονομάζεται “συμβατός ως προς τα κίνητρα του παίκτη” (incentive compatible mechanism).

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την “Αρχή της Αποκάλυψης” (Revelation Principle), (Myerson, 1978):

*“Κάθε μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash, οποιουδήποτε μπεϋζιανού παιγνίου, μπορεί να παρασταθεί μέσω ενός συμβατού ως προς τα κίνητρα άμεσου μηχανισμού.”*

Ο Myerson (1978), καθορίζει ποιοι άμεσοι μηχανισμοί είναι σε θέση να παρέχουν μια ισορροπία, κατά την οποία λέγεται η αλήθεια, καθώς και ποια από αυτές τις

ισορροπίες είναι σε θέση να μεγιστοποιήσουν το αναμενόμενο όφελος. Επιπλέον, η “Αρχή της Αποκάλυψης” διασφαλίζει ότι καμία άλλη στρατηγική δεν διαθέτει “μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash” η οποία είναι σε θέση να αποφέρει ένα υψηλότερο αναμενόμενο όφελος, αφού μια τέτοια ισορροπία θα ήταν δυνατόν να παρασταθεί μέσω μιας “ισορροπίας ενός άμεσου μηχανισμού” κατά την οποία κάθε πρόταση είναι αληθής, ενώ όλοι οι άμεσοι μηχανισμοί, οι οποίοι είναι συμβατοί ως προς τα κίνητρα των παικτών, έχουν εξεταστεί. Ο Myerson (1978), αναφέρει ότι η συμμετρική “μπεϋζιανή ισορροπία κατά Nash” είναι ισοδύναμη με την ισορροπία στην οποία λέγεται η αλήθεια και μεγιστοποιεί το όφελος του πωλητή, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η Sally.

Επανερχόμενοι, στην περίπτωση της Sally και της Rayco, πρόκειται για ένα παιχνίδι δύο σταδίων, στο οποίο οι ακόλουθες στρατηγικές παρέχουν ισορροπία. Η Sally λέει την αλήθεια, δηλαδή ότι “η ικανότητά μου είναι υψηλή” στην περίπτωση που η ικανότητά της είναι πράγματι υψηλή, και λέει ότι “η ικανότητά μου είναι χαμηλή” στην περίπτωση που η ικανότητά της είναι πράγματι χαμηλή. Ανάλογα, ο υπεύθυνος προσωπικού της Rayco, στην περίπτωση που η Sally κάνει την πρώτη από τις παραπάνω δηλώσεις, συμπεραίνει ότι η ικανότητα της είναι υψηλή και της δίνει την 9απαιτητική θέση, ενώ αν κάνει τη δεύτερη δήλωση, συμπεραίνει ότι η ικανότητά της είναι χαμηλή και για αυτό της προσφέρει τη θέση με τις λιγότερες απαιτήσεις.

Αν ο υπεύθυνος της Rayco ανταποκριθεί στη μη αξιόπιστη επικοινωνία (cheap talk) της Sally, με αυτόν τον τρόπο, η Sally δεν έχει κανένα κίνητρο να πει ψέματα, γιατί αυτό θα οδηγούσε τον υπεύθυνο να κάνει λάθος επιλογή, η οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση αποτελεί ένα μη επιθυμητό αποτέλεσμα για Sally. Μια χρήσιμη, εναλλακτική, προσέγγιση, είναι να υποθέσουμε ότι η Sally έχει προτιμήσεις σχετικά με την πεποίθηση του υπεύθυνου προσωπικού της Rayco, αναφορικά με την ικανότητά της, αφού αυτός βασίζεται σε αυτήν, προκειμένου να την προσλάβει για μια από τις δύο θέσεις εργασίας, το οποίο είναι και αυτό που την ενδιαφέρει.

Καθένα από τα δύο επίπεδα ικανοτήτων της Sally (υψηλή ή χαμηλή ικανότητα) είναι “αυτό-σηματοδοτούμενο” (“self-signaling”), δηλαδή η Sally, επιθυμεί ο υπεύθυνος προσωπικού να πιστεύει ότι έχει υψηλή ικανότητα, αν και μόνο αν αυτό ισχύει, και το ίδιο ισχύει και για την χαμηλή ικανότητα. Γνωρίζοντας αυτό, ο υπεύθυνος της Rayco, έχει το πλεονέκτημα να χρησιμοποιήσει μια στρατηγική η οποία μεταβιβάζει



αποτελεσματικά το 'μήνυμα' της Sally, αφού η θέση που θα πάρει εξαρτάται από τη δική της μη αξιόπιστη επικοινωνία.

Οι Farrell & Rabin (1996), επισημαίνουν ότι στο συγκεκριμένο παράδειγμα, δεν υπάρχουν προβλήματα κινήτρων και η μη αξιόπιστη επικοινωνία μπορεί να μεταφέρει όλη την απαιτούμενη πληροφορία. Τροποποιώντας το παράδειγμα, υποθέτουμε ότι ο υπεύθυνος προσωπικού της Rayco επιθυμεί να δώσει την απαιτητική θέση στη Sally, εφόσον έχει τις σχετικές ικανότητες, αλλά και τη θέση με τις λιγότερες απαιτήσεις στην περίπτωση εκείνη που δεν έχει τις απαραίτητες ικανότητες. Όμως, επειδή η Sally, γνωρίζει ότι η απόδοση της είναι δύσκολο να παρακολουθηθεί και επιπλέον, η περισσότερο απαιτητική θέση αμείβεται καλύτερα, επιθυμεί την πιο απαιτητική θέση, ανεξάρτητα από το πραγματικό επίπεδο των ικανοτήτων της.

Η συγκεκριμένη κατάσταση μπορεί να παρασταθεί από το παρακάτω σχήμα:

		<b>Η Rayco προσλαμβάνει τη Sally για την:</b>	
		Απαιτητική θέση	Μη απαιτητική θέση
<b>Η ικανότητα της Sally</b>	Υψηλή	2,1	0,0
	Χαμηλή	2,0	1,3

Σε αυτή την περίπτωση, οι προτιμήσεις της Sally και οι πεποιθήσεις του υπεύθυνου της Rayco, δεν σχετίζονται πλέον με την αλήθεια. Συγκεκριμένα, η Sally, ανεξάρτητα από την πραγματικότητα, θέλει ο υπεύθυνος της Rayco να πιστεύει ότι έχει υψηλή ικανότητα. Εδώ λοιπόν, κανένας από τους δύο τύπους ικανοτήτων δεν είναι αυτο-σηματοδοτούμενος. Συγκεκριμένα, η υψηλή ικανότητα δεν είναι επειδή η Sally, ακόμα και αν έχει χαμηλή ικανότητα θα ισχυριστεί το αντίθετο, αλλά ούτε και η χαμηλή ικανότητα είναι, αφού αν Sally έχει χαμηλή ικανότητα, αυτό δεν θέλει να γίνει αντιληπτό.

Η απουσία αυτο-σηματοδότησης και η έλλειψη συσχέτισης έχει ως αποτέλεσμα η μη αξιόπιστη επικοινωνία να μην είναι σε θέση να μεταφέρει τις προσωπικές πληροφορίες της Sally αναφορικά με το επίπεδο ικανοτήτων της, αφού είτε δεν θα μεταδοθεί καμία πληροφορία, είτε η Sally θα συμμετάσχει σε μια "δαπανηρή" σηματοδότηση.

Ο Farrell (1993) υποστηρίζει ότι η ύπαρξη ενός συστήματος αυτο-σηματοδότησης "καταστρέφει" μια ισορροπία. Αν ένα υποσύνολο G περιέχει ένα μήνυμα όπως "ο

τύπος μου ανήκει στο  $G$ ”, τότε σε σχέση με την ισορροπία, έστω  $R$ , θα μπορούσε κάποιος να συμπεράνει ότι αν ερμηνεύσει το μήνυμα κυριολεκτικά, τότε θα αποστέλλονταν μόνο από εκείνους τους τύπους που ανήκουν στο  $G$ , και επομένως το νόημα ήταν ακριβές. Με αυτό το κίνητρο, ο Farrell προτείνει τον παρακάτω ορισμό.

*Μια ισορροπία  $(\alpha^*, \sigma^*)$  υποδηλώνει νεολογισμό (neologism) εάν δεν υπάρχει αυτόσηματοδότηση σχετική με την ισορροπία.*

Ο Rabin (1993), υποστηρίζει ότι ο ορισμός του Farrell αποκλείει πάρα πολλά αποτελέσματα ισορροπίας. Πράγματι, για τα κύρια παραδείγματα του βασικού παιχνιδιού μη αξιόπιστης πληροφορίας, δεν υπάρχει ισορροπία που να είναι ανθεκτική στο νεολογισμό. Από την άλλη, οι Chen, Kartik και Sobel καταδεικνύουν ότι αν η προσοχή εστιάζει στις ισορροπίες  $(\mu^*, \alpha^*)$ , τότε το  $N^*$  βήμα ισορροπίας ικανοποιεί πάντα τη συνθήκη NITS (No Incentive To Separate).

Το NITS δηλώνει ότι ο χαμηλότερος τύπος αποστολέα προτιμά την ανταμοιβή ισορροπίας του, στην ανταμοιβή που θα λάμβανε εάν ο παραλήπτης γνώριζε τον τύπο του (και ανταποκρίθηκε άριστα). Τη συγκεκριμένη συνθήκη εισήγαγε και ονόμασε ο Kartik (2005). Αποδεικνύεται ότι η συνθήκη NITS καταλήγει σε ισορροπία αν τα σύνολα αυτόσηματοδότησης είναι της μορφής  $[0, t]$ .

Ο Chen (2005) και ο Kartik (2005) αποδεικνύουν η συνθήκη ικανοποιείται και στις παραλλαγές του βασικού παιχνιδιού μη αξιόπιστης επικοινωνίας. Αυτό συμβαίνει επειδή όταν οι πράξεις του δέκτη είναι μοναδικές (monotonic), ως προς τον τύπο, και οι προτιμήσεις του αποστολέα είναι μοναδικές ως προς τη δράση, το χειρότερο αποτέλεσμα για τον αποστολέα πρέπει να θεωρείται αυτό του χαμηλότερου τύπου. Αυτό δεν ισχύει σε μια ισορροπία Nash, όπου είναι δυνατόν ο δέκτης να απαντήσει σε ένα μήνυμα εκτός ισορροπίας με μια ενέργεια.

Στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, η συσχέτιση μεταξύ του πραγματικού τύπου ικανοτήτων του ομιλητή (Sally) και της προτίμησής του αναφορικά με τις πεποιθήσεις του ακροατή (Rayco) σχετικά με αυτές, είτε είναι τέλεια, είτε αποτυγχάνει πλήρως. Μια πιο περίπλοκη περίπτωση με μερική συσχέτιση αλλά και με κάποιες συγκρούσεις, είναι αυτή κατά την οποία η ικανότητα της Sally λαμβάνει συνεχείς τιμές, αντί να είναι μόνο “υψηλή” ή “χαμηλή”. Με βάση τις πεποιθήσεις της Rayco, αναφορικά με την ικανότητά της, θα της προτείνει ένα μισθό και θα έχει συγκεκριμένες εργασιακές

απαιτήσεις από αυτήν. Συγκεκριμένα, αν πιστεύει ότι έχει υψηλότερη ικανότητα, θα απαιτήσει περισσότερα και θα πληρώσει περισσότερα.

Η Sally γνωρίζει το επίπεδο των ικανοτήτων της, αλλά ο υπεύθυνος της Rayco έχει μόνο τις αρχικές του πεποιθήσεις και τα λεγόμενα της Sally. Έτσι λοιπόν, επειδή η Sally ενδιαφέρεται να αμείβεται περισσότερο, μπορεί να θελήσει να πείσει τον υπεύθυνο της Rayco ότι η ικανότητά της είναι υψηλότερη από ό,τι στην πραγματικότητα.

Η υπερβολή μπορεί να μην είναι δελεαστική, αφού ακόμη και με υψηλό μισθό, η Sally δεν είναι απαραίτητο να διεκδικήσει μια απαιτητική θέση στην οποία δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθει. Υποθέτοντας ότι η πραγματική της ικανότητα είναι  $t$ , θα ήθελε ο υπεύθυνος να πιστέψει ότι η ικανότητά της είναι  $t+b$ , όπου το  $b$  είναι μια θετική παράμετρος, η οποία είναι γνωστή και στους δύο παίκτες. Οι Farrell & Rabin (1996), προβληματίζονται κατά πόσο η «φτηνή» συζήτηση μπορεί να είναι αξιόπιστη σε ένα τέτοιο πρόβλημα.

Είναι πιθανό κάποιος να απαντήσει ότι δεν είναι, γιατί αν ο υπεύθυνος της Rayco “μειώσει” την ικανότητα την οποία ισχυρίζεται ότι έχει η Sally, κατά μια ποσότητα  $c$ , τότε η Sally μπορεί να ισχυριστεί ότι η ικανότητά της είναι ίση με  $t+b+c$ , και έτσι να “ξεγελάσει” την Rayco. Το μειονέκτημα σε αυτό το επιχείρημα είναι η υπόθεση ότι εάν η «φτηνή ομιλία» έχει νόημα, τότε πρέπει να μεταφέρει ένα ακριβές νόημα. Αντιθέτως, αν ο υπεύθυνος της Rayco έχει περιορισμένες πεποιθήσεις σχετικά με την ικανότητα της Sally, τότε θα μπορούσε να αντιληφθεί ότι οι μόνες διαθέσιμες υπερβολές είναι πολύ μεγάλες για να είναι δελεαστικές.

Οι Crawford & Sobel (1982) έδειξαν πώς, σε ένα τέτοιο μοντέλο, “εξομαλυσμένης φτηνής συζήτησης” (imprecise cheap talk) μπορεί πράγματι να πετύχει μια ισορροπία, υπό την προϋπόθεση ότι η Sally δεν θέλει να υπερβάλλει σε μεγάλο βαθμό με την έννοια ότι η τιμή του  $b$  δεν μπορεί να είναι πολύ μεγάλη. Μεγαλύτερες τιμές της  $b$  οδηγούν τη “φτηνή συζήτηση” σε μικρότερη ακρίβεια, το οποίο σημαίνει ότι η μέγιστη ποιότητα της επικοινωνίας, κατά μία έννοια, εξαρτάται από το βαθμό κατά τον οποίο τα συμφέροντα των δύο μερών ευθυγραμμίζονται.

Τα παραπάνω παραδείγματα, είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα cheap talk. Κάποιες φορές δεν υπάρχει κίνητρο για ψέμα, και είναι δυνατόν να μεταφέρουν πλήρως τις ιδιωτικές πληροφορίες. Στην περίπτωση που υπάρχει ισχυρό κίνητρο για ψέμα, τότε

δεν έχει νόημα. Ωστόσο, ακόμη και αν υπάρχει, σε κάποιο βαθμό, κίνητρο για ψέμα, η “φτηνή ομιλία” μπορεί να μεταφέρει κάποιο νόημα στην ισορροπία.

Οι Farrell & Rabin (1996) θεωρούν τις προθέσεις του αποστολέα και του δέκτη ως ιδιωτικές πληροφορίες, οι οποίες απαιτούν αυτό-σηματοδότηση (ή αυτό-συνάφεια), αλλά και μια συνθήκη ακόμα, την οποία ονομάζουν αυτό-δεσμευτική (self-committing) η οποία που εξασφαλίζει ότι οι παίκτες συμπεριφέρονται σύμφωνα με τις προθέσεις τους. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη τυποποίηση, η αυτο-σηματοδότηση δεν έχει σημασία για την επικοινωνία, σχετικά με τις προθέσεις. Οι Ellingsen & Östling (2010) έδειξαν ότι σε ένα μοντέλο  $k$  επιπέδου, υπάρχει πάντα περισσότερος συντονισμός σε καθαρή ισορροπία Nash όταν υπάρχει επικοινωνία μονής κατεύθυνσης, ενώ οι Demichelis & Weibull (2008) θεωρούν την εξέλιξη στα συμμετρικά παιχνίδια υπό το πρίσμα της αμφίπλευρης επικοινωνίας. Η συνθήκη της αυτό-δέσμευσης (Farrell, 1986, 1993; Baliga & Morris, 2002), απαιτεί από τον παίκτη ότι στην περίπτωση που πρόβλεψε τις μεταγενέστερες επιλογές, δεν προτίθεται να στείλει ένα διαφορετικό μήνυμα. Αντίθετα, η συνθήκη της αυτο-σηματοδότησης (Farrell, 1986, 1993; Baliga & Morris, 2002) βασίζεται στην παραδοχή ότι επιλογή της αποστολής ενός διαφορετικού μηνύματος αξιολογείται από τον ένα παίκτη, ανάλογα με τις αντιδράσεις του άλλου.

Σύμφωνα με τους Farrell & Rabin (1996), οι απόψεις των οικονομολόγων, αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της μη αξιόπιστης επικοινωνίας, δίστανται, ενώ κάποιοι επικριτικά αναρωτιούνται ότι αν υπάρχει μη αξιόπιστη επικοινωνία, με την έννοια ότι δεν επηρεάζει άμεσα τα αποτελέσματα, τότε ποιο είναι το νόημα κάποιος να πει την αλήθεια. Άλλοι υποστηρίζουν ότι μια “συνεννόηση” μεταξύ των παικτών, είναι δυνατόν να οδηγήσει τους παίκτες σε μια Nash ισορροπία, η οποία είναι πράγματι επαρκής, από ένα σύνολο ισορροπιών.

Οι Farrell & Rabin (1996), θεωρούν τις παραπάνω απόψεις λανθασμένες και υποστηρίζουν ότι υπάρχει σύγχυση. Η μη αξιόπιστη επικοινωνία δεν επηρεάζει τις απολαβές, αλλά αφού οι παίκτες αντιδρούν σε αυτό, η μεταξύ τους συζήτηση σίγουρα επηρεάζει το αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι αν ο ακροατής σε μια συζήτηση δεν είναι καλά πληροφορημένος, τότε η στρατηγική που θα επιλέξει δεν θα είναι η βέλτιστη για αυτόν, και αν και τα συμφέροντά των δυο παικτών δεν είναι επαρκώς εναρμονισμένα, τότε το τελικό δεν θα είναι το βέλτιστο και για τον ομιλητή

με αποτέλεσμα είναι χειρότερο και για τον ομιλητή και να απωλέσουν την ευκαιρία να πετύχουν ένα βέλτιστο αποτέλεσμα. Καταλήγοντας, το παράδειγμα των Farrell & Rabin (1996), που παρουσιάστηκε παραπάνω, καταδεικνύει ότι η μη αξιόπιστη επικοινωνία είναι πιθανόν να περιέχει πληροφορίες, ακόμα και σε ένα παιχνίδι κατά το οποίο οι παίκτες λένε ψέματα όποτε αυτό τους εξυπηρετεί.

## Κεφάλαιο 2. Μοντέλα Cheap Talk

Στο παράδειγμα των Farrell & Rabin (1996) με τον υπεύθυνο προσωπικού της εταιρείας Rayco και τη Sally, καθώς και στις παραλλαγές που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, είτε η σύγκρουση συμφερόντων είναι τόσο υψηλή που η μη αξιόπιστη επικοινωνία (cheap talk) αποτυγχάνει πλήρως, είτε υπάρχει πλήρης συσχέτιση οπότε έχουμε κίνητρο και από τις δύο πλευρές για αποκάλυψη της αλήθειας.

Τι συμβαίνει όμως αν υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ των πραγματικών ικανοτήτων της Sally και της προτίμησης της για τη θέση, έναντι των πεποιθήσεων της εταιρείας αλλά και κάποιος βαθμός σύγκρουσης συμφερόντων. Το συγκεκριμένο ερώτημα τέθηκε για πρώτη φορά και αναλύθηκε στην εργασία Crawford & Sobel (1982). Η συγκεκριμένη προσέγγιση αποτελεί ένα από τα μοντέλα μη αξιόπιστης επικοινωνίας, κάποια από τα οποία θα παρουσιαστούν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο.

### 2.1. Το μοντέλο των Crawford-Sobel

Το μοντέλο των Crawford & Sobel (1982), το οποίο εφεξής θα αναφέρεται ως μοντέλο CS, εστιάζει στη στρατηγική αλληλεπίδραση και τη μετάδοση των πληροφοριών μεταξύ ενός μη ενημερωμένου λήπτη αποφάσεων και ενός ενημερωμένου αντιπροσώπου (agent). Στο μοντέλο CS, ο πράκτορας ενημερώνεται σχετικά με τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει από μια σχετική κατάσταση, η οποία μπορεί να ερμηνευθεί ως ο τύπος του, και στη συνέχεια στέλνει ένα μη δαπανηρό για αυτόν και συγχρόνως ένα μη επαληθεύσιμο, από τον λήπτη αποφάσεων μήνυμα, ο οποίος στη συνέχεια λαμβάνει μια απόφαση η οποία επηρεάζει την ωφέλεια που μπορούν να αποκομίσουν και τα δύο μέρη. Αυτό είναι το βασικό cheap talk παιχνίδι αποστολέα-δέκτη.

Η επικοινωνία χαρακτηρίζεται ως «φθηνή» γιατί τα μηνύματα που ανταλλάσσονται δεν είναι ούτε δαπανηρά ούτε δεσμευτικά. Ο αποστολέας (πράκτορας-agent) έχει τη δυνατότητα είτε να παραπλανήσει τον δέκτη, είτε να του πει την αλήθεια, ενώ ο παραλήπτης του μηνύματος μπορεί να πιστέψει είτε να μην πιστέψει τον αποστολέα.

Το μοντέλο CS αποδεικνύει ότι όταν οι προτιμήσεις-επιθυμίες των δύο παικτών δεν είναι απόλυτα σύμφωνες, τότε είναι αδύνατη η πλήρης αποκάλυψη της αλήθειας. Οι

Crawford & Sobel (1982), παρέχουν μια πλήρη περιγραφή του συνόλου των σημείων ισορροπίας (equilibria points) ενώ παράλληλα εντοπίζουν και εκείνο το οποίο παρέχει την ισορροπία με την περισσότερη πληροφορία (informative equilibrium). Όλες οι ισορροπίες στο μοντέλο CS είναι ουσιαστικά ισοδύναμες με την ισορροπία κατάτμησης (partition equilibria) όπου υπάρχει ένας πεπερασμένος αριθμός ενεργειών που πραγματοποιούνται σε ισορροπία και κάθε δράση αντιστοιχεί σε ένα διάστημα καταστάσεων (interval of states). Παράλληλα, ο όγκος των πληροφοριών που μεταδίδονται σε κατάσταση ισορροπίας μειώνεται καθώς αυξάνεται η απόκλιση των προτιμήσεων πομπού και δέκτη των μηνυμάτων.

Στη συνέχεια θεωρούμε το ομοιόμορφο και τετραγωνικό μοντέλο CS, όπου υπάρχουν δύο παίκτες. Ο ένας από αυτούς είναι ο αποστολέας (sender-S), και γνωρίζει πλήρως την κατάσταση ενός κόσμου  $\theta$ , όπου  $\theta \sim U[0,1]$ , δηλαδή ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή με  $a=0$  και  $b=1$ . Στη Θεωρία πιθανοτήτων, η συνεχής, ομοιόμορφη κατανομή (ή ορθογώνια κατανομή) είναι μια οικογένεια συμμετρικών κατανομών πιθανοτήτων στην οποία, για κάθε μέλος αυτής της οικογένειας, όλα τα διαστήματα ίσου μήκους είναι ισοπίθανα. Η κατανομή καθορίζεται από δύο παραμέτρους,  $a$  και  $b$ , όπου η πρώτη είναι η ελάχιστη τιμή της και η δεύτερη η μέγιστη της. Έτσι λοιπόν, στη συγκεκριμένη κατάσταση, η τιμή του  $\theta$  έχει ελάχιστη τιμή το 0 και μέγιστη το 1.

Ο S μπορεί να στείλει πιθανώς θορυβώδη, δηλαδή ψευδή, μηνύματα χωρίς κόστος, με βάση τις προσωπικές του πληροφορίες, στον άλλο παίκτη ο οποίος καλείται δέκτης (receiver-R). Ο δέκτης, ωστόσο, δεν γνωρίζει την πραγματική τιμή του  $\theta$ , αλλά πρέπει να λάβει μια απόφαση  $y$  βασισμένος στις πληροφορίες που περιέχονται στο σήμα. Η αποπληρωμή (payoff) του παραλήπτη ισούται με

$$U^R(y, \theta) = -(y - \theta)^2$$

ενώ η αποπληρωμή του αποστολέα ισούται με

$$U^S(y, \theta, b) = -(y - (\theta + b))^2$$

όπου  $b > 0$  είναι μια παράμετρος που μετρά το βαθμό συνάφειας στις προτιμήσεις των δύο παικτών.

Το μοντέλο CS αποδεικνύει ότι οποιαδήποτε ισορροπία σε ένα τέτοιο παιχνίδι είναι ουσιαστικά ισοδύναμη με μια ισορροπία διαμέρισης (partition equilibrium), όπου ένας

πεπερασμένος αριθμός ενεργειών καταλήγει σε ισορροπία και κάθε ενέργεια αντιστοιχεί σε ένα στοιχείο της διαμέρισης. Αν είναι

$$b < \frac{1}{2N(N-1)}$$

όπου  $N \geq 2$  είναι ακέραιος, τότε υπάρχει ισορροπία στην οποία ο χώρος καταστάσεων (state space) χωρίζεται σε  $N$  στοιχεία, που περιγράφονται ως

$$0 = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{N-1} < x_N = 1,$$

$$0 = x_0 < x_1 < x_2 = 1,$$

όπου

$$x_k = \frac{k}{N} + 2bk(k-N)$$

Δεδομένου κάποιου στοιχείου, το οποίο ανήκει στο διάστημα  $[x_{k-1}, x_k)$ , ο  $S$  στέλνει ένα μήνυμα και με βάση αυτό, ο  $R$  παίρνει τη βέλτιστη απόφαση, η οποία ισούται με

$$y_k = \frac{x_{k-1} + x_k}{2}$$

που στην ουσία είναι το μέσο του παραπάνω διαστήματος.

Η παραπάνω τιμή ονομάζουμε ισορροπία CS  $N$ -partition. Στην περίπτωση που ισχύει

$$\frac{1}{2N(N+1)} \leq b < \frac{1}{2N(N-1)}$$

η βέλτιστη ισορροπία, δηλαδή αυτή που μεγιστοποιεί την αναμενόμενη τιμή της αποπληρωμής του  $R$  ( $EU^R$ ) διαμερίζει τον χώρο των καταστάσεων σε  $N$  στοιχεία. Γενικά, σε μια τέτοια ισορροπία η αναμενόμενη τιμή της αποπληρωμής του  $R$  αποδεικνύεται ότι ισούται με

$$EU^R = -\frac{1}{12N^2} - \frac{b^2(N^2-1)}{3}$$

ενώ αντίστοιχα του αποστολέα ισούται με

$$EU^S = EU^R - b^2$$



### Παράδειγμα 1

Αν θεωρήσουμε ότι  $b = \frac{1}{10}$ , τότε η CS ισορροπία περιλαμβάνει δύο στοιχεία. Έτσι, η 2-partition CS ισορροπία χαρακτηρίζεται από τις τιμές

$$y_1 = \frac{x_0 + x_1}{2} = \frac{3}{20}, y_2 = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{13}{20}$$

και

$$x_1 = \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{10} \cdot 1 \cdot (1 - 2) = \frac{3}{10}.$$

Με τα παραπάνω δεδομένα είναι

$$EU^R = -\frac{1}{12 \cdot 2^2} - \frac{\left(\frac{1}{10}\right)^2 (2^2 - 1)}{3} = -\frac{37}{1200}$$

ενώ

$$EU^S = EU^R - b^2 = -\frac{37}{1200} - \left(\frac{1}{10}\right)^2 = -\frac{49}{1200}$$

Το μοντέλο CS για τη μετάδοση πληροφοριών μέσω μιας διαδικασίας cheap talk της έχει εφαρμοστεί ευρέως σε προβλήματα διαπραγμάτευσης, οργανωτικού σχεδιασμού, στις πολιτικές επιστήμες, στη νομισματική πολιτική, αλλά και σε άλλους τομείς.

Το βασικό μοντέλο CS έχει επεκταθεί σε πολλές κατευθύνσεις. Συγκεκριμένα, οι Gilligan & Krehbiel (1987, 1989), Austen-Smith (1993), και Krishna & Morgan (2001a, 2001b) έχουν παρουσιάσει αντίστοιχα μοντέλα με πολλαπλούς αποστολείς μηνυμάτων, ενώ οι Battaglini (2002), Chakraborty & Harbaugh (2004), και Levy & Razin (2004) εστίασαν στο πολυδιάστατο των πληροφοριών. Από την άλλη, οι Farrell & Gibbons (1989) παρουσίασαν μια εφαρμογή του μοντέλου με πολλαπλούς δέκτες. Ακόμα, οι Sobel (1985) και Morris (2001) παρουσίασαν μια μελέτη σχετικά με τα επαναλαμβανόμενα cheap talk παιχνίδια, ενώ οι Krishna & Morgan (2004) επικεντρώθηκαν σε παιχνίδια με πολλούς γύρους, δηλαδή με πολλαπλά μηνύματα.

Στο CS μοντέλο, αλλά και σε όσα βασίζονται σε αυτό, το κύριο πρόβλημα είναι η πολλαπλότητα των σημείων ισορροπίας. Συγκεκριμένα, στο CS, υπάρχει γενικά μια σειρά ισορροπίας που μπορεί να ταξινομηθεί με βάση την πληροφόρησή που παρέχουν.

Στο ένα άκρο του φάσματος βρίσκεται η πιο «ενημερωτική» (informative) ισορροπία, ενώ στο άλλο άκρο βρίσκεται η εντελώς «μη ενημερωτική» (uninformative ή “babbling”) ισορροπία. Δυστυχώς, δεν υπάρχει καθιερωμένο κριτήριο επιλογής μεταξύ αυτών. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι ότι τα μηνύματα δεν έχουν κανένα κόστος για τον αποστολέα (Kartik, 2005).

## 2.2. Το μοντέλο των Aumann-Hart

Στις περισσότερες εφαρμογές και επεκτάσεις της θεωρίας cheap talk, στο μοντέλο CS επιτρέπεται το πολύ ένα μήνυμα από κάθε παίκτη. Εύλογα τίθενται ερωτήματα σχετικά με το συγκεκριμένο περιορισμό, καθώς και αν είναι δυνατόν πολλαπλοί γύροι μηνυμάτων να επιτύχουν διαφορετικά αποτελέσματα. Τα συγκεκριμένα ερωτήματα οδήγησαν τους Aumann & Hart (2003) στο δικό τους μοντέλο, το οποίο εφεξής θα αναφέρεται ως μοντέλο AH.

Οι Aumann & Hart (2003), εστίασαν την προσοχή τους στο πως μια διαδικασία cheap talk επεκτείνει το σύνολο των σημείων ισορροπίας, αλλά σε αντίθεση με άλλες σχετικές εργασίες, το πράττουν χωρίς να επιβάλλουν περιορισμούς σχετικά με τον αριθμό των συζητήσεων που επιτρέπονται. Το συγκεκριμένο είδος επικοινωνίας, το οποίο ενδέχεται να αποτελείται από άπειρες επαναλήψεις «μακρά φτηνή συζήτηση» (“long cheap talk”).

Οι Aumann & Hart (2003), χαρακτηρίζουν όλα τα αποτελέσματα ισορροπίας σε ένα bi-matrix παιχνίδι με δύο άτομα (με πεπερασμένες καταστάσεις και ενέργειες). Στα παραδείγματα που παρουσιάζουν οι Ganguly & Ray (2006), η φύση επιλέγει ένα από τα πολλά παιχνίδια δύο ατόμων σε στρατηγική μορφή (διμερή), χρησιμοποιώντας μια κοινώς γνωστή κατανομή πιθανότητας. Η επιλεγμένη είναι η αληθινή bi-matrix. Ο παίκτης της γραμμής, έστω Γ, γνωρίζει το αληθινό bi-matrix, αλλά ο παίκτης της στήλης, έστω Σ, δεν το γνωρίζει. Η συγκεκριμένη φάση καλείται «φάση ενημέρωσης» (information phase). Στη συνέχεια, οι παίκτες μιλούν ο ένας με τον άλλο για όσο χρονικό διάστημα το επιθυμούν, δηλαδή βρίσκονται στη «φάση της συζήτησης» (talk phase).

Μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω φάσης, ο κάθε παίκτης πραγματοποιεί μία μόνο ενέργεια (δηλαδή επιλέγει μια σειρά ή στήλη) στο αληθινό bi-matrix, δηλαδή βρίσκονται στη «φάση της δράσης» (action phase). Στη συνέχεια ο κάθε παίκτης

λαμβάνει την αποπληρωμή που ορίζει ο αληθινός bi-matrix για τις ενέργειές τους. Όλη η παραπάνω διαδικασία καλείται “long cheap talk game” (Ganguly & Ray, 2006).

Σε όλη την παραπάνω διαδικασία, εύλογα τίθεται το ερώτημα τι μπορεί να πει ο παίκτης Σ, αφού δεν έχει κάποια πληροφορία για να αποκαλύψει, αφού είναι ο λιγότερο ενημερωμένος παίκτης και είναι ο μόνος που έχει κάτι ουσιαστικό να μάθει, δηλαδή πληροφορίες για εξωγενείς παραμέτρους. Ο παίκτης Σ μπορεί να βοηθηθεί συμμετέχοντας σε αυτό που ονομάζεται «από κοινού λαχειοφόρο» (“joint lottery”) η οποία θα περιέχει μηνύματα τα οποία αποστέλλονται από κοινού και από τους δύο παίκτες. Έτσι, παρά το γεγονός ότι ο παίκτης Σ δεν μπορεί να αποκαλύψει οποιαδήποτε πληροφορία, αφού δεν γνωρίζει την πραγματικότητα, συμμετέχει στη φάση της συζήτησης προκειμένου να βοηθήσει στην πραγματοποίηση τυχαιοποιήσεων και συμφωνιών στις οποίες βασίζεται η long cheap talk διαδικασία.

Η φάση της συζήτησης μπορεί να θεωρηθεί ως μια σειρά αποκαλύψεων από τον παίκτη Γ, ο οποίος γνωρίζει την αλήθεια. Εν μέσω μεταξύ αυτών των αποκαλύψεων, οι παίκτες πραγματοποιούν από κοινού «λοταρίες» προκειμένου να καταλήξουν σε συμφωνία σχετικά με το αν θα προχωρήσουν σε περαιτέρω αποκαλύψεις στο επόμενο βήμα, και αν ναι ποιες θα είναι αυτές. Φυσικά, όλα αυτά πρέπει να είναι βέλτιστα ώστε να προκύψει η ισορροπία. Στην πραγματικότητα, σε οποιοδήποτε δεδομένη ισορροπία, οι αποκαλύψεις και οι συμφωνίες πρέπει να γίνονται με μια συγκεκριμένη σειρά, ενώ κάθε αλλαγή στη σειρά διαταράσσει την ισορροπία. Για την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας παρατίθενται τα παραδείγματα των Ganguly & Ray (2006).

### *Παράδειγμα 2*

Στο πρώτο από τα παραδείγματα, οι παίκτες Γ και Σ συμμετέχουν σε μια πεπερασμένο παιχνίδι πεπερασμένων καταστάσεων το οποίο αποτελεί μια εκδοχή του μοντέλου CS. Οι δύο παίκτες παίζουν ένα από τα δύο παιχνίδια bi-matrix, T ή B, με πιθανότητα  $\frac{1}{2}$  το καθένα. Ο παίκτης Γ ξέρει το αληθινό παιχνίδι που παίζουν, αλλά ο παίκτης Σ όχι.

	LL	L	C	R	RR	
Τα	0, 10	1, 8	0, 5	1, 0	0, -8	$\frac{1}{2}$

	LL	L	C	R	RR	
Β	0, -8	1, 0	0, 5	1, 8	0, 10	$\frac{1}{2}$

Ο παίκτης Σ πρέπει να επιλέξει μεταξύ των LL, L, C, R, RR, ενώ ο παίκτης Γ δεν έχει να διαλέξει αφού γνωρίζει την αλήθεια. Πριν ο παίκτης Σ αποφασίσει τι θα κάνει, εμπλέκεται σε μια διαδικασία συζήτησης με τον παίκτη Γ, ο οποίος μπορεί να του αποκαλύψει κάποια πληροφορία, εφόσον το επιθυμεί. Επίσης ο παίκτης Γ μπορεί να παραπλανήσει τον παίκτη Σ, χωρίς αυτός να έχει τη δυνατότητα επαλήθευσης της όποιας πληροφορίας.

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει κάποια ανταλλαγή πληροφοριών, πριν το παιχνίδι, οι αρχικές πιθανότητες για τα παιχνίδια Τ και Β είναι ίσες με  $\frac{1}{2}$ , οπότε και στις δύο περιπτώσεις η βέλτιστη επιλογή είναι η C, η οποία και στις δύο περιπτώσεις, του αποφέρει κέρδος ίσο με 5. Από την άλλη το κέρδος του παίκτη Γ είναι ίσο με 0 και στις δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση που ο παίκτης Γ αποκαλύψει στον παίκτη Σ σε ποιο bi-matrix είναι το πραγματικό παιχνίδι, Τ ή Β, τότε ο παίκτης Σ θα επιλέξει LL και RR αντίστοιχα, ανάλογα με το τι θα του πει ο παίκτης Γ. Τότε το κέρδος του, και στις δύο περιπτώσεις είναι ίσο με 10, ενώ το κέρδος του Γ είναι ίσο με 0. Προκειμένου ο παίκτης Γ να έχει κέρδος ίσο με 1 πρέπει και στα δύο παιχνίδια να καθοδηγήσει τον παίκτη Σ να επιλέξει το L ή το R. Αυτό μπορεί να γίνει με κάποια μερική αποκάλυψη πληροφορίας. Για παράδειγμα, μπορεί να επιλέξει ένα κανάλι επικοινωνίας με θόρυβο (noisy channel) το οποίο θα αποκαλύπτει την αλήθεια με πιθανότητα ίση με  $\frac{3}{4}$ . Τότε σύμφωνα με τον κανόνα του Bayes, η δεσμευμένη πιθανότητα του παίκτη Σ για το παιχνίδι Τ είναι ίση με  $\frac{3}{4}$  ή  $\frac{1}{4}$  ανάλογα με το αν το παιχνίδι Τ ή το παιχνίδι Β είναι το πραγματικό. Τότε, ο παίκτης Σ θα επιλέξει είτε το L, αν το παιχνίδι Τ είναι το αληθινό, είτε το R, αν είναι αληθινό το παιχνίδι Β. Με τη συγκεκριμένη στρατηγική, ο παίκτης Γ είναι εγγυημένο ότι θα έχει κέρδος ίσο με 1,

Το συγκεκριμένο παράδειγμα αποτελεί μια εφαρμογή του μοντέλου CS. Μερικές φορές, μπορεί κάποιος παίκτης να μην επιθυμεί να αποκαλύψει κάτι γιατί υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων. Συγχρόνως, η μη αποκάλυψη κάποιας πληροφορίας μπορεί επίσης να μην είναι προς το καλύτερο συμφέρον του παίκτη που γνωρίζει την αλήθεια. Η διαδικασία cheap talk, μπορεί να βοηθήσει μέσω μερικής αποκάλυψης πληροφοριών. Το ζευγάρι ισορροπίας cheap talk (1, 8) Pareto έχει καλύτερη απόδοση, για τον παίκτη Γ, σε σχέση με το ζευγάρι ισορροπίας (0,5) στο οποίο δεν δίνεται κάποια πληροφορία silent game.

### Παράδειγμα 3

Ας θεωρήσουμε τα παρακάτω bi-matrix παιχνίδια.

		L	R	A	
T	U	6, 2	0, 0	3, 0	1/2
	D	0, 0	2, 6	3, 0	
		L	R	A	
B	U	0, 0	0, 0	4, 4	1/2
	D	0, 0	0, 0	4, 4	

Στην περίπτωση που ο πραγματικός bi-matrix είναι T, οι δύο παίκτες μπορούν να εκτελέσουν μια από κοινού λοταρία με πιθανότητα ίση με  $\frac{1}{2}$  και στις δύο περιπτώσεις για να αποφασίσουν αν θα παίξουν UL ή DR, ενώ αν το πραγματικό παιχνίδι είναι το B, ο παίκτης Σ πρέπει να επιλέξει το A. Για να γίνει αυτό, ο παίκτης Σ πρέπει να ξέρει ποιο είναι το πραγματικό παιχνίδι. Ωστόσο, οι ισχυρισμοί του παίκτη Γ θα είναι αξιόπιστοι, μόνο αν πει στο παίκτη Σ το πραγματικό παιχνίδι πριν από την τυχαία επιλογή. Αντιθέτως, αν η τυχαία επιλογή γίνεται πριν το παιχνίδι και έχει ως αποτέλεσμα το DR στο παιχνίδι T, και το πραγματικό παιχνίδι είναι πράγματι το T, τότε ο παίκτης Γ έχει το κίνητρο να πει ψέματα και να ισχυριστεί ότι το πραγματικό είναι το B. Αυτό έχει αποτέλεσμα ο παίκτης Σ να επιλέξει το A, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα το κέρδος του παίκτη Γ να είναι ίσο με 3, αντί κέρδους ίσο με 2 που θα αποκόμιζε ο παίκτης Γ αν ήταν ειλικρινής.

Σε αυτό το σημείο υποδεικνύεται ότι η σειρά με την οποία γίνεται η αποκάλυψη της πληροφορίας και η από κοινού τυχαία επιλογή επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα. Σε

σχέση με το πρώτο παράδειγμα εδώ απαιτούνται περισσότεροι από ένας γύροι επικοινωνίας. Συγκεκριμένα, ο πρώτος γύρος συζήτησης αφορά την αποκάλυψη του παίκτη Γ, αναφορικά με το ποιο είναι το πραγματικό παιχνίδι, ενώ ο δεύτερος γύρος συζητήσεων είναι ουσιαστικά η διαδικασία της τυχαίας επιλογής.

Είναι ζωτικής σημασίας να ελέγχεται από κοινού η διαδικασία της τυχαίας επιλογής, αλλά επίσης το αποτέλεσμα να είναι και στους δύο γνωστό, ώστε οι παίκτες να είναι σίγουροι ότι και στις δύο περιπτώσεις είναι ίσες με  $\frac{1}{2}$ . Οι των Ganguly & Ray (2006) στην περίπτωση που δεν υπάρχει η δυνατότητα της τυχαίας επιλογής μέσω μιας κατάλληλης γεννήτριας προτείνουν, ως εναλλακτική, την ταυτόχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων από τους δύο παίκτες. Στο δεύτερο γύρο της φάσης ομιλίας, οι παίκτες Γ και Σ μπορούν να στείλουν τα μηνύματα a και b με πιθανότητα  $\frac{1}{2}$  το καθένα.

Στη συνέχεια, στη φάση δράσης, επιλέγουν UL εάν τα μηνύματα είναι ίδια (aa ή bb) και DR εάν τα μηνύματα ήταν διαφορετικά (ab ή ba). Η πιθανότητα καθενός από τα γεγονότα είναι ίση με  $\frac{1}{2}$  και κανένας παίκτης δεν μπορεί από μόνος του να αλλάξει αυτό και μόλις το αποτέλεσμα της τυχαίας επιλογής παρατηρείται από κοινού, κάθε μονομερή απόκλιση από το καθορισμένο παιχνίδι θα οδηγήσει σε απώλεια. Έτσι, αυτές οι στρατηγικές βρίσκονται σε ισορροπία.

#### Παράδειγμα 4

Το επόμενο παράδειγμα έχει παρόμοια δομή με προηγούμενο, με τη μόνη διαφορά ότι κάποιες από τις αποδόσεις έχουν ελαφρώς τροποποιηθεί.

	LL	L	C	R	RR	
Τα	1, 10	3, 8	0, 5	3, 0	0, -8	½
	LL	L	C	R	RR	
B	1, -8	3, 0	0, 5	3, 8	1, 10	½

Χωρίς cheap talk, η μοναδική απόδοση ισορροπίας παραμένει το ζευγάρι (0, 5). Αν ακολουθηθεί μια διαδικασία cheap talk μερικής απόδοσης το ζευγάρι ισορροπίας είναι το (3, 8), το οποίο είναι Pareto ανώτερο από (0, 5). Αλλά, τώρα, με cheap talk, η πλήρης

αποκάλυψη οδηγεί επίσης σε ισορροπία. Ο παίκτης Γ λέει στον παίκτη Σ ποιο είναι το αληθινό παιχνίδι, και ο παίκτης Σ επιλέγει να παίξει LL ή RR, ανάλογα με την περίπτωση τα οποία αποφέρουν μια απόδοση (1, 10) που είναι επίσης Pareto ανώτερο από την ισορροπία (0, 5). Σε αυτή τη περίπτωση, ο παίκτης Γ προτιμά την πρώτη επιλογή, ενώ ο παίκτης Σ τη δεύτερη. Αυτό που μπορούν να κάνουν είναι να έρθουν σε συμβιβασμό και να αποφασίσουν ποια θα είναι η ισορροπία ρίχνοντας ένα δίκαιο νόμισμα. Αυτό θα οδηγήσει σε ένα ζευγάρι αποπληρωμής (3, 8). Σημειώστε ότι ο συμβιβασμός είτε η τυχαία επιλογή πρέπει να προηγείται της σηματοδότησης. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αποτελεί ένα παράδειγμα με δύο γύρους επικοινωνίας αλλά η σειρά σηματοδότησης και συμβιβασμού είναι διαφορετική από αυτήν στο προηγούμενη περίπτωση.

*Παράδειγμα 5*

Το επόμενο παράδειγμα έχει τρεις γύρους cheap talk.

	LL	L	C	R	RR	A	
T	1, 10	3, 8	0, 5	3, 0	1, -8	2, 0	1/3
	LL	L	C	R	RR	A	
B	1, -8	3, 0	0, 5	3, 8	1, 10	2, 0	1/3
	LL	L	C	R	RR	A	
BB	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	2, 8	1/3

Στο πρώτο γύρο, ο παίκτης Γ κάνει μια μερική αποκάλυψη για το αν το πραγματικό παιχνίδι είναι το BB ή όχι. Εάν είναι BB, τότε δεν γίνεται άλλη συζήτηση, ο παίκτης Σ παίζει A και η τελική απόδοση είναι το ζευγάρι (2, 8). Εάν το πραγματικό παιχνίδι δεν είναι το BB, τότε το παιχνίδι είναι παρόμοιο με το παιχνίδι στο προηγούμενο Παράδειγμα. Κάποιος μπορεί να διαπιστώσει αν ακολουθήσει μια διαδικασία τυχαίας επιλογής είτε μετά από μια πλήρη είτε μερική αποκάλυψη από τον παίκτη Γ, παρέχει ισορροπία με την αντίστοιχη αποπληρωμή να είναι (3, 8). Έτσι, το παιχνίδι μπορεί ενδεχομένως να περιλαμβάνει έναν πρώτο γύρο σηματοδότησης, έναν δεύτερο γύρο

συμβιβασμού, που είναι η τυχαία επιλογή και τέλος ένα τρίτος γύρο περαιτέρω σηματοδότησης.

Η από κοινού τυχαία επιλογή δεν μπορεί να γίνει πριν από την πρώτη αποκάλυψη, διότι τότε θα υπήρχε πλήρη αποκάλυψη στον τρίτο γύρο, δίνοντας έτσι στον παίκτη Γ αποπληρωμή ίση με 1, οπότε θα είχε κίνητρο πει ψέματα στην πρώτη αποκάλυψη και να ισχυριστεί ότι το αληθινό παιχνίδι είναι BB ακόμα κι αν δεν είναι. Τότε ο παίκτης Σ θα επέλεγε το παιχνίδι A και ο παίκτης Γ είχε σίγουρα μια αποπληρωμή ίση με 2 στο T και στο B.

Όπως αναφέρθηκε και στο παράδειγμα 4, η από κοινού τυχαία επιλογή δεν μπορεί να συμβεί μετά τη δεύτερη αποκάλυψη. Έτσι, η ισορροπία λειτουργεί μόνο αν ακολουθεί η σωστή ακολουθία σηματοδότησης και συμβιβασμού.

#### Παράδειγμα 6

Το επόμενο παράδειγμα παρουσιάστηκε από τον Forges (1990).

	LL	L	C	R	RR	
Τα	6, 10	10, 9	0, 7	4, 4	3, 0	$\frac{1}{2}$
	LL	L	C	R	RR	
B	3, 0	4, 4	0, 7	10, 9	6, 10	$\frac{1}{2}$

Χωρίς cheap talk, ο παίκτης Γ έχει το κίνητρο να επιλέξει C το οποίο οδηγεί σε κέρδος 0 για τον παίκτη Γ. Το ερώτημα είναι ότι αν επιτρέπεται στον παίκτη Γ να στείλει μόνο ένα μήνυμα, δηλαδή προβλέπεται μόνο ένας γύρος συζητήσεων, μπορεί να αποκαλύψει πλήρως την αλήθεια. Στη συνέχεια, ο παίκτης Σ θα επιλέξει είτε LL είτε RR, ανάλογα με το τι είναι αυτή η αλήθεια, το οποίο οδηγεί, για τον παίκτη Γ, σε αποπληρωμή ίση με 6. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν το αποτέλεσμα μπορεί να είναι καλύτερο χρησιμοποιώντας περισσότερους γύρους cheap talk. Οι Ganguly & Ray (2006) επισημαίνουν ότι η απάντηση είναι αρνητική εάν ο επιτρεπόμενος αριθμός γύρων συζήτησης είναι πεπερασμένος. Είναι αξιοσημείωτο ότι ο παίκτης Γ μπορεί πράγματι να βελτιώσει την απόδοσή του, σε σχέση με το 6, μόνο εάν επιτρέπεται



απεριόριστος αριθμός συνομιλιών. Στην πραγματικότητα, υπάρχει μια απόδοση ισορροπίας την οποία οι Ganguly & Ray (2006) την βρήκαν να είναι η  $(7,9 \frac{2}{7})$ .

Όλα τα παραπάνω παραδείγματα έδειξαν τα πιθανά οφέλη από πολλαπλούς, ενδεχομένως άπειρους, γύρους cheap talk. Η βασική εικόνα σε όλα αυτά τα παραδείγματα είναι ότι η χρήση πολλαπλών σταδίων αποκάλυψης σε συνδυασμό με γύρους που περιλαμβάνουν από κοινού τυχαίες επιλογές. Η ακριβής ακολουθία στην οποία ο κατάλληλος συνδυασμός σηματοδότησης και συμβιβασμού μπορεί να επιτευχθεί, είναι καλά καθορισμένη και καταλήγει σε μια συγκεκριμένη ισορροπία. Αυτό το είδος μηχανισμού μπορεί να επεκτείνει σε μεγάλο βαθμό το σύνολο των επιτεύξιμων αποδόσεων ισορροπίας.

### 2.3 Το μοντέλο Krishna-Morgan

Παρόλο που το μοντέλο AH γενικεύει το μοντέλο CS και επιτρέπει έναν άπειρο αριθμό γύρων επικοινωνίας, αφορά παιχνίδια δύο παικτών με πεπερασμένες καταστάσεις και δράσεις. Επίσης, ο χαρακτηρισμός ισορροπίας έχει γεωμετρικό χαρακτήρα και είναι μαθηματικά αρκετά αφηρημένος. Ως αποτέλεσμα, η εφαρμογή του σε συγκεκριμένες στρατηγικές καταστάσεις και οικονομικά προβλήματα δεν είναι άμεσα εμφανής. Επίσης, δεν είναι σαφώς κατανοητό πώς, τότε και υπό ποιες συνθήκες οι βελτιώσεις Pareto μπορούν να προκύψουν από μια μακρά διαδικασία cheap talk του μοντέλου AH.

Στο μοντέλο τους, οι Krishna & Morgan (2004), το οποίο από θα αναφέρεται πλέον ως μοντέλο KM, αντιμετωπίζουν ένα ανάλογο πρόβλημα συνεχών καταστάσεων και δράσεων, αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματικά, όσον αφορά τη γενίκευση της διαδικασίας επικοινωνίας. Στο μοντέλο KM θεωρείτε το μοντέλο CS και εισάγετε μόνο ένας επιπλέον γύρος επικοινωνίας μεταξύ των δύο παικτών. Οι Krishna & Morgan (2004), χρησιμοποιούν μια παρόμοια αντίληψη και συγκρίσιμη τεχνική με το μοντέλο AH για να δείξουν πώς οι αποδόσεις ισορροπίας, τόσο του πομπού όσο και του δέκτη, μπορούν, σχεδόν πάντα, να βελτιώνονται, σε σχέση με τις αποδόσεις στο μοντέλο CS. Επιπλέον, ότι προσδιορίζουν την πηγή αυτών των αποδόσεων Pareto να εξαρτάται από το βαθμό αποτροπής κινδύνου του πομπού, σε σχέση με το μοντέλο AH, το οποίο εξαρτάται από τη χρήση από κοινού τυχαίας επιλογής, για να εξασφαλιστεί η

τυχαιότητα, και επιπλέον η αβεβαιότητα δεν συμβιβάζεται με την αποτροπή των κινδύνων.

### Παράδειγμα 7

Όπως και στο παράδειγμα 1 θεωρούμε ότι είναι ότι  $b = \frac{1}{10}$ , τότε η CS ισορροπία περιλαμβάνει δύο στοιχεία. Έτσι, η 2-partition CS ισορροπία χαρακτηρίζεται από τις τιμές

$$y_1 = \frac{3}{20}, y_2 = \frac{13}{20} \text{ και } x_1 = \frac{3}{10}.$$

Γνωρίζουμε από το μοντέλο CS ότι πιο ενημερωτική ισορροπία είναι αυτή με έναν μόνο γύρο επικοινωνίας με την αποστολή ενός μηνύματος από τον πομπό στον δέκτη. Στο μοντέλο KM εισάγεται ένας πρόσθετος γύρος επικοινωνίας, ο οποίος αποκαλείται «πρόσωπο με πρόσωπο» (face to face) επικοινωνία μεταξύ των δύο παικτών. Αυτή η «πρόσωπο με πρόσωπο» επικοινωνία συνίσταται σε μια ταυτόχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων από τον κάθε παίκτη, και δεν είναι τίποτα άλλο από ένα στάδιο στο οποίο συνδυάζονται η μερική αποκάλυψη και η από κοινού τυχαία επιλογή, παρόμοια με αυτές που παρουσιάστηκαν στο μοντέλο AH. Οι ακόλουθες στρατηγικές παρέχουν ισορροπία σε αυτό το τροποποιημένο παιχνίδι.

Στον πρώτο γύρο, που περιλαμβάνει μια πρόσωπο με πρόσωπο συνάντηση, ο πομπός στέλνει ένα μήνυμα που αποκαλύπτει εάν η τιμή του  $\theta$  είναι μεγαλύτερη η μικρότερη από το  $x = \frac{2}{10}$ . Επιπλέον, ο πομπός και ο δέκτης στέλνουν ταυτόχρονα μηνύματα μεταξύ τους για να πραγματοποιήσουν μια από κοινού τυχαία επιλογή, η οποία είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχουν δύο καταστάσεις, επιτυχία και αποτυχία, οι οποίες έχουν αντίστοιχες πιθανότητες πραγματοποίησης  $p$  και  $1-p$ , το οποίο θα προσδιοριστεί ως μέρος της ισορροπίας.

Στον δεύτερο γύρο, ο αποστολέας μπορεί να στείλει ένα επιπλέον μήνυμα αποκάλυψης μερικών περαιτέρω πληροφοριών, ανάλογα με το αποτέλεσμα της από κοινού τυχαίας επιλογής. Στην περίπτωση που ο πομπός αποκαλύψει στον πρώτο γύρο ότι είναι  $\theta \leq \frac{2}{10}$ , τότε όλα τα άλλα μηνύματα αγνοούνται και ο δέκτης επιλέγει την χαμηλότερη δράση  $y_L = \frac{1}{10}$ , το οποίο είναι το βέλτιστο δεδομένης αυτής της πληροφορίας. Από την άλλη πλευρά, εάν ο πομπός αποκαλύψει ότι είναι  $\theta > \frac{2}{10}$ , τότε αν υπάρχει

περαιτέρω αποκάλυψη πληροφοριών στον επόμενο γύρο εξαρτάται από το ποιο από τα δύο γεγονότα, επιτυχία ή αποτυχία, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, συμβαίνει μετά την από κοινού τυχαία επιλογή. Σε περίπτωση αποτυχίας, η οποία συμβαίνει με πιθανότητα  $1-p$ , δεν υπάρχει επιπλέον αποκάλυψη πληροφορίας και ο δέκτης επιλέγει τη δράση «συγκέντρωσης» (pooling)  $y_P = \frac{6}{10}$ , η οποία είναι η βέλτιστη με δεδομένο ότι είναι  $\theta > \frac{2}{10}$ . Στην περίπτωση επιτυχίας, η οποία συμβαίνει με πιθανότητα  $p$ , ο πομπός αποκαλύπτει στο δεύτερο γύρο επικοινωνίας εάν το  $\theta$  ανήκει στο διάστημα  $\left[\frac{2}{10}, \frac{4}{10}\right]$  είτε στο διάστημα  $\left[\frac{4}{10}, 1\right]$ . Στο πρώτο διάστημα, επιλέγεται η μέση δράση  $y_M = \frac{3}{10}$ , ενώ στο δεύτερο διάστημα είναι επιλέγεται η υψηλότερη δράση  $y_H = \frac{7}{10}$ .

Χωρίς την αβεβαιότητα που προκαλείται από την από κοινού τυχαία επιλογή, μια τέτοια διαμέριση του χώρου των καταστάσεων δεν μπορεί να διατηρηθεί ως ισορροπία. Όταν είναι  $\theta = \frac{2}{10}$ , ο πομπός προτιμά αυστηρά το  $y_M$  σε σχέση με το  $y_L$  και το  $y_L$  σε σχέση με το  $y_P$  (δηλαδή είναι  $y_M > y_L > y_P$ ). Έτσι, πρέπει να υπάρχει μια πιθανότητα  $p$  τέτοια ώστε όταν είναι  $\theta = \frac{2}{10}$  ο πομπός είναι αδιάφορος μεταξύ του  $y_L$  και μιας από κοινού τυχαίας επιλογής, με αντίστοιχες πιθανότητες  $p$  και  $1-p$ , μεταξύ των  $y_M$  και  $y_P$ .

Για όλα τα  $\theta$  με  $\theta < \frac{2}{10}$ , ο πομπός θα προτιμήσει τη δράση  $y_L$  από το αποτέλεσμα της τυχαίας επιλογής και για όλα τα  $\theta$  με  $\theta > \frac{2}{10}$  ο πομπός θα προτιμήσει το αποτέλεσμα της τυχαίας επιλογής από το  $y_L$ . Επομένως, αυτές οι στρατηγικές είναι πράγματι συμβατές, όσον αφορά το κίνητρο. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα, είναι  $p > \frac{5}{9}$ .

Αυτή η ισορροπία μεταδίδει περισσότερες πληροφορίες από τον αποστολέα στον παραλήπτη σε σχέση με τη βέλτιστη ισορροπία στο μοντέλο CS, του παραδείγματος 1. Στην πραγματικότητα, σε όρους εκ των προτέρων αναμενόμενων αποδόσεων, αυτή η ισορροπία είναι το Pareto ανώτερη από την βέλτιστη ισορροπία στο μοντέλο CS. Τότε οι αναμενόμενες αποδόσεις είναι ίσες με

$$EU^R = -\frac{36}{1200} \text{ και } EU^S = -\frac{48}{1200}$$

για το πομπό (R) και το δέκτη αντίστοιχα (S)

Το γεγονός ότι η πρόσθετη αβεβαιότητα προκαλεί την ευημερία των παικτών που αποφεύγουν τον κίνδυνο είναι αξιοπρόσεκτο. Οι Krishna & Morgan (2004), υποστηρίζουν ότι είναι η αποτροπή του κινδύνου που προκαλεί τη βελτίωση της ισορροπίας Pareto. Μια διαισθητική προσέγγιση, που παραθέτουν οι Ganguly & Ray (2006), έχει την εξής συλλογιστική. Αν είναι  $\theta = \frac{2}{10}$  προκειμένου ένας αποστολέας που αποφεύγει τον κίνδυνο να είναι αδιάφορος μεταξύ της επιλογής ανάμεσα στη δράση  $y_L$  και το αποτέλεσμα της τυχαίας επιλογής, με πιθανότητες  $p$  και  $1-p$ , μεταξύ των δράσεων  $y_M$  και  $y_P$ , είναι απαραίτητο να δοθεί περισσότερη βαρύτητα στη βέλτιστη δράση  $y_M$ . Με άλλα λόγια, η πιθανότητα μιας επιτυχημένης συνομιλίας,  $p$ , αυξάνεται όταν ο βαθμός αποτροπής του κινδύνου επίσης αυξάνεται. Για να βελτιωθεί η ευημερία, αυτό το κέρδος πιθανότητας πρέπει να είναι αρκετό ώστε να αντισταθμίζει την απώλεια ευημερίας που προκύπτει στην περίπτωση της αποτυχίας και, διατηρώντας όλα τα άλλα σταθερά, την αυξημένη αποτροπή του κινδύνου. Όταν ο αποστολέας αποφεύγει τον κίνδυνο, η αποπληρωμή είναι καλύτερη στα δύο τελευταία αποτελέσματα, το οποίο οδηγεί στην αύξηση της Pareto ανώτερης ισορροπίας.

#### 2.4 Το μοντέλο της ενδιάμεσης επικοινωνίας

Σε όλα τα προηγούμενα μοντέλα cheap talk το κοινό χαρακτηριστικό ήταν ότι υπήρχε μια άμεση μορφή επικοινωνίας, όπου το μήνυμα στέλνεται άμεσα από τον αποστολέα προς τον παραλήπτη, χωρίς να εμπλέκεται κάποιο τρίτο μέρος. Εύλογα τίθεται το ερώτημα αν μπορεί ένας διαμεσολαβητής (mediator) να διευκολύνει την επικοινωνία και να βελτίωση τη μετάδοση των πληροφοριών.

Οι Ganguly & Ray (2005), εισάγουν στο μοντέλο τους, το οποίο πλέον θα αναφέρεται ως μοντέλο GR, ένα διαμεσολαβητή στο CS παιχνίδι με δύο παίκτες. Ο διαμεσολαβητής θεωρείται αμερόληπτος και όχι στρατηγικός παράγοντας. Το μόνο που κάνει ο διαμεσολαβητής είναι να λαμβάνει μηνύματα εισόδου από τον αποστολέα και στη συνέχεια να στέλνει μηνύματα εξόδου στο δέκτη. Έτσι, αντί να επικοινωνεί απευθείας με τον παραλήπτη, ο αποστολέας στέλνει τώρα όποια πληροφορία επιθυμεί, σχετικά με τη φύση της κατάστασης τους, ιδιωτικά στο διαμεσολαβητή και στη συνέχεια ο διαμεσολαβητής προχωρεί σε ορισμένες συστάσεις σχετικά με τις ενέργειες που πρέπει να κάνει ο παραλήπτης.

Ο διαμεσολαβητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τυχαίες διαδικασίες κατά τον προσδιορισμό των μηνυμάτων εξόδου ως συναρτήσεις των μηνυμάτων εισόδου. Όλα τα μηνύματα είναι ιδιωτικά, δηλαδή κάθε μήνυμα είναι γνωστό μόνο στον αποστολέα του και στο δέκτη. Φυσικά, ο αποστολέας μπορεί να επιλέξει να πει ψέματα ή να παρακρατήσει πληροφορίες και ο δέκτης είναι πάλι ελεύθερος να ακολουθήσει ή να μην ακολουθήσει τις συστάσεις του διαμεσολαβητή. Η συζήτηση παραμένει της μορφής cheap talk, αλλά είναι πλέον έμμεση σε αντίθεση με το μοντέλο CS.

Αποδεικνύεται ότι εάν δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των μηνυμάτων που μπορεί να λάβει και να στείλει ο διαμεσολαβητής, τότε υπάρχουν διαμεσολαβητικές ισορροπίες (mediated equilibria) που βελτιώνουν την πιο ενημερωτική ισορροπία στο μοντέλο CS (Krishna & Morgan, 2004).

### Κεφάλαιο 3. Εφαρμογές Cheap Talk

Μετά την παρουσίαση των βασικών εννοιών και μοντέλων της μη αξιόπιστης επικοινωνίας (Cheap Talk), σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα και πρακτικές εφαρμογές στο πεδίο των χρηματοοικονομικών.

#### Crowford-Sobel Model

Θεωρούμε έναν χρηματοοικονομικό σύμβουλο και έναν επενδύτη. Ο πρώτος αμείβεται με μία προμήθεια όταν πραγματοποιεί συναλλαγές για τους πελάτες του, ενώ ο δεύτερος όντας ορθολογικός επιδιώκει τη μέγιστη δυνατή απόδοση με τον μικρότερο κίνδυνο. Ο χρηματοοικονομικός σύμβουλος-ειδικός έχει δημιουργήσει ένα χαρτοφυλάκιο εξαιρετικά χαμηλού ρίσκου που αναμένει να του αποδώσει 4%. Το risk free επιτόκιο της αγοράς που αποτελεί μία εναλλακτική επένδυση είναι 3%. Ο ειδικός επιθυμεί να πείσει τον πελάτη να επενδύσει στο χαρτοφυλάκιο του ώστε να λάβει την προμήθεια, αλλά θα προτιμούσε αυτό να συμβεί χωρίς να τον παραπλανήσει ώστε να είναι πιθανές και μελλοντικές συναλλαγές. Από την άλλη ο επενδυτής έχει πεποιθήσεις έναντι της απόδοσης του χαρτοφυλακίου που κυμαίνονται στο [2%, 6%] δηλαδή η μικρότερη δυνατή απόδοση είναι  $\alpha=2\%$  και η μέγιστη  $\beta=6\%$ . Υπάρχει συνάφεια στις προτιμήσεις των δύο πλευρών ίση με  $b=1/10$ . Έχουμε  $x_0=2\%$  και  $x_2=6\%$  ενώ για το  $x_1$  ισχύει  $x_k = \frac{k}{N} + 2bk(k - N)$ , όπου  $k=1$  και  $N=2$ . Έτσι προκύπτει ότι  $x_1=3,2\%$  και πλέον έχουμε δύο διαστήματα το [2%, 3,2%] και το (3,2%, 6%]



Σε αυτό το σημείο ο χρηματοοικονομικός σύμβουλος στέλνει ένα μη δαπανηρό και επαληθεύσιμο μήνυμα  $m$ , που αφορά την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου και με βάση αυτό ο επενδυτής αναπροσαρμόζει τις πεποιθήσεις του. Αν ο ειδικός στείλει μήνυμα  $m_1$  ο επενδυτής θα αναθεωρήσει τις πεποιθήσεις του πιστεύοντας πως το πιθανότερο διάστημα θα είναι το [2%,3,2%] και θα αναμένει απόδοση ίση με το μέσο του διαστήματος δηλαδή  $y_1 = \frac{x_0+x_1}{2} = 2,6\%$ . Αντίθετα αν ο ειδικός στείλει

μήνυμα  $m_2$  τότε θα αναμένει απόδοση ίση με  $y_2 = \frac{x_1+x_2}{2} = 4,3\%$ . Η παραπάνω τιμή ονομάζεται ισορροπία CS N-partition. Στην περίπτωση που ισχύει

$$\frac{1}{2N(N+1)} \leq b < \frac{1}{2N(N-1)}$$

η βέλτιστη ισορροπία, δηλαδή αυτή που μεγιστοποιεί την αναμενόμενη τιμή της αποπληρωμής του  $R$  ( $EU^R$ ) διαμερίζει τον χώρο των καταστάσεων σε  $N$  στοιχεία.

Ο ειδικός θα επιλέξει να στείλει μήνυμα  $m_2$  και ο επενδυτής αναθεωρώντας τις πεποιθήσεις του πιστεύει ως αναμενόμενη απόδοση το μέσο της δεύτερης περιοχής, δηλαδή θα αναμένει απόδοση 4,6%. Η αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης στο χαρτοφυλάκιο είναι υψηλότερη από την απόδοση που θα λάμβανε από το χωρίς κίνδυνο επιτόκιο της αγοράς και με δεδομένο τον εξαιρετικά χαμηλό κίνδυνο καθιστά πιο ελκυστική την επένδυση στο χαρτοφυλάκιο.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η επικοινωνία είχε θετικά αποτελέσματα και για τις δύο πλευρές. Συγκεκριμένα, πριν την επικοινωνία οι προσδοκίες του επενδυτή για την απόδοση του χαρτοφυλακίου ήταν 4% (το μέσο του διαστήματος 2,6) ενώ το επιτόκιο της αγοράς 3%. Κατά συνέπεια, λόγω του χαμηλότερου κινδύνου, πιθανότατα το χωρίς κίνδυνο επιτόκιο να αποτελούσε μία περισσότερο επιθυμητή επένδυση. Μετά την αποστολή του μηνύματος  $m_2$  στον δέκτη και την αναπροσαρμογή των πεποιθήσεων του η επένδυση στο χαρτοφυλάκιο γίνεται περισσότερο προσοδοφόρα. Έτσι, ο πομπός-σύμβουλος θα λάβει την προμήθεια μετά την πραγματοποίηση της συναλλαγής αλλά και ο δέκτης-επενδυτής αναμένεται να λάβει υψηλότερη απόδοση από 3% (4,6%). Στο παραπάνω παράδειγμα είναι σημαντικό να τονιστεί το κίνητρο του συμβούλου να πει την αλήθεια ώστε να εξασφαλίσει και μελλοντικές συναλλαγές αλλιώς η επικοινωνία θα ήταν αναξιόπιστη.

### **Το μοντέλο των Aumann-Hart**

*1) με έναν γύρο επικοινωνίας*

A) Θεωρούμε τον γενικό διευθυντή της εταιρίας AAA και έναν επενδυτή. Ο γενικός διευθυντής έχει πλήρη εικόνα της κατάστασης της εταιρίας και πρόσβαση σε μη

δημοσιευμένες πληροφορίες. Από την άλλη ο υποψήφιος επενδυτής δεν έχει ακριβή εικόνα της κατάστασης και επιθυμεί να αγοράσει είτε το 100% των μετοχών, είτε το 75% είτε 50% είτε το 25% ή να μην προβεί σε καμία αγορά μετοχών της εταιρίας. Για την απλούστευση του παραδείγματος θεωρούμε πως οι πιθανές καταστάσεις της εταιρίας είναι ‘καλή’ ή ‘κακή’. Παρακάτω παρουσιάζονται οι απολαβές αρχικά του γενικού διευθυντή και στη συνέχεια του επενδυτή ανάλογα με το ποσοστό μετοχών που αγοράζει.

	100%	75%	50%	25%	0%	
Καλή	0, 80	8, 64	0, 40	8, 0	0, -64	½
Κακή	0, -64	8, 0	0, 40	8, 64	0, 80	½

Υπολογίζοντας τις αναμενόμενες αποδόσεις του επενδυτή προκύπτει ότι η αναμενόμενη απόδοση του μεγιστοποιείται όταν επιλέγει να αγοράσει το 50% της εταιρίας, όπου λαμβάνει σε κάθε περίπτωση 40 μονάδες χρησιμότητας. Η επιλογή αυτή όμως δεν ευνοεί το στέλεχος της εταιρίας μιας και δεν λαμβάνει καμία χρησιμότητα. Για αυτόν τον λόγο θα προσπαθήσει να στείλει μηνύματα στον επενδυτή ώστε να αναθεωρήσει και να επιλέξει την αγορά 75% ή 25% των μετοχών και να λάβει 8 μονάδες χρησιμότητας. Αυτό θα συμβεί εάν τα μηνύματα έχουν ως αποτέλεσμα ο δέκτης να πιστέψει πως βρισκόμαστε στην ‘καλή’ ή ‘κακή’ κατάσταση με πιθανότητες 70-30. Ας υποθέσουμε ο πομπός στέλνει μήνυμα <βρισκόμαστε στην καλή κατάσταση με πιθανότητα 70%>, τότε οι αναμενόμενες χρησιμότητες μεταβάλλονται μετατρέποντας την επιλογή αγοράς του 75% της εταιρίας ως βέλτιστη επιλογή.

Η ανταλλαγή μόνο ενός μηνύματος είχε ως αποτέλεσμα ο διευθυντής που γνωρίζει την αλήθεια να λάβει 8 μονάδες αντί για 0 που θα λάμβανε εάν δεν υπήρχε επικοινωνία ενώ ο επενδυτής θα έχει αναμενόμενη απόδοση  $64 \cdot 0,7 = 44,8$  μεγαλύτερη από 40 που είχε αρχικά. Συμπερασματικά και οι δύο πλευρές επωφελήθηκαν από την επικοινωνία.



B) Τροποποιούμε τις αποδόσεις στο παραπάνω παράδειγμα του γενικού διευθυντή της εταιρίας AAA και του υποψήφιου επενδυτή όπως παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

	100%	75%	50%	25%	0%	
Καλή	8,80	24,64	0,40	24,0	0,-64	½

	100%	75%	50%	25%	0%	
Κακή	0,-64	24,0	0,40	24,64	8,80	½

Όπως και προηγουμένως, ο επενδυτής καλείται να αποφασίσει αν και σε τι ποσοστό θα αγοράσει την εταιρία χωρίς να γνωρίζει με ακρίβεια τα οικονομικά της δεδομένα και προοπτικές, οπότε θα προσπαθήσει να αξιολογήσει τις πληροφορίες-μηνύματα του γενικού διευθυντή. Σε περίπτωση που δεν υπάρξει επικοινωνία πριν την απόφαση ο επενδυτής θα αγοράσει το 50% της εταιρίας καθώς του εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή αναμενόμενη απόδοση (για την ακρίβεια με βεβαιότητα θα λάβει 40 μονάδες χρησιμότητας). Σε αυτή την περίπτωση όμως ο γενικός διευθυντής λαμβάνει χρησιμότητα ίση με 0, οπότε έχει κίνητρο να στείλει μήνυμα τέτοιο ώστε να οδηγήσει τον επενδυτή σε αλλαγή στρατηγικής. Συγκεκριμένα, στοχεύει να τον οδηγήσει στην εξαγορά του 25% ή 75% ώστε να λάβει τη μέγιστη δυνατή χρησιμότητα των 24 μονάδων. Για να επιτευχθεί το παραπάνω θα πρέπει το μήνυμα να είναι "βρισκόμαστε με  $p=0.75$  στην "καλή" κατάσταση" ώστε η αναμενόμενη απόδοση για τον επενδυτή να μεγιστοποιείται όταν επιλέγει να εξαγοράσει το 75% της εταιρίας ( $64*0,75+0,25*0=48$ ). Παρόμοια συμπεράσματα εξάγονται και στην περίπτωση που το μήνυμα είναι "βρισκόμαστε στην κακή κατάσταση με  $p=0.75$ ", με την διαφορά πως ο επενδυτής θα εξαγοράσει το 25% της εταιρίας. Σε αυτή την περίπτωση ο επενδυτής έχει κάθε λόγο να πιστέψει τον γενικό διευθυντή καθώς και οι δύο πλευρές οδηγούνται σε μία ευνοϊκότερη κατάσταση, η επικοινωνία είναι αξιόπιστη και ο γενικός διευθυντής δεν έχει κανένα κίνητρο να πει ψέματα. Βέβαια, πρέπει να επισημανθεί πως δεν έχει κίνητρο να αποκαλύψει την αλήθεια με πιθανότητα  $p=1$  γιατί σε αυτή την περίπτωση θα λάβει με βεβαιότητα χρησιμότητα ίση με 8, μικρότερη δηλαδή από αυτή που λαμβάνει από την μερική αποκάλυψη της αλήθειας. Συμπερασματικά σε αυτήν την

περίπτωση η επικοινωνία ήταν αξιόπιστη και οδήγησε και τις δύο πλευρές σε αποτέλεσμα ευνοϊκότερο από αυτό πριν της επικοινωνίας των δύο συμβαλλόμενων.

## 2) Περισσότεροι γύροι επικοινωνίας

Και σε αυτό το παράδειγμα θεωρούμε τον γενικό διευθυντή που γνωρίζει όλη την αλήθεια σχετικά με την κατάσταση της εταιρίας και τον υποψήφιο επενδυτή που επιθυμεί να εξασφαλίσει τη μέγιστη δυνατή ωφέλεια αγοράζοντας ποσοστό της εταιρίας χωρίς να γνωρίζει με βεβαιότητα την αλήθεια. Σε αυτή την περίπτωση όμως οι πιθανές καταστάσεις της εταιρίας είναι τρεις. Συγκεκριμένα η κατάσταση μπορεί να είναι καλή, μέτρια ή κακή όπως περιγράφονται από τους παρακάτω πίνακες.

	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
ΚΑΛΗ	8, 80	24, 64	0, 40	24, 0	8, -64	16, 0	1/3

	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
ΜΕΤΡΙΑ	8, -64	24, 0	0, 40	24, 64	8, 80	16, 0	1/3

	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
ΚΑΚΗ	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	16, 64	1/3

Πριν από οποιαδήποτε ανταλλαγή μηνύματος παρατηρούμε πως για τον επενδυτή είναι βέλτιστη η εξαγορά του 60% της εταιρίας καθώς του μεγιστοποιεί την αναμενόμενη ωφέλειά του ( $0,33*40+0,33*40+0,33*0=26,6$ ). Σε περίπτωση που η πραγματική εικόνα της εταιρίας είναι κακή τότε ο γενικός διευθυντής έχει κίνητρο να αποκαλύψει την αλήθεια ώστε ο επενδυτής να μην προβεί σε αγορά της εταιρίας και να λάβουν ωφέλεια ίση με 16 και 64 αντίστοιχα. Το ερώτημα είναι αν αυτός ο ισχυρισμός είναι αξιόπιστος ή με άλλα λόγια αν ο επενδυτής έχει λόγο να πιστεύει πως ο γενικός διευθυντής θα δήλωνε πως η κατάσταση της εταιρίας είναι κακή ακόμα και αν αυτή δεν είναι. Αν η επικοινωνία τελείωνε εδώ τότε πράγματι υπάρχει κίνητρο για παραπλάνηση μιας και ο γενικός διευθυντής θα λάβει χρησιμότητα 16 αντί για 0 που θα λάμβανε πριν την

αποστολή του μηνύματος. Σε περίπτωση όμως που ακολουθήσουν και άλλα μηνύματα τότε η ύπαρξη κινήτρου πρέπει να εξεταστεί ανάλογα με το ποια είναι τα μηνύματα στην εκάστοτε περίπτωση. Σε περίπτωση που η κατάσταση της εταιρίας είναι κακή ο γενικός διευθυντής θα αποκαλύψει την αλήθεια με κάθε κόστος ώστε να πείσει τον επενδυτή να μην εξαγοράσει μερίδιο και να εξασφαλίσουν και οι δύο τη μέγιστη δυνατή ωφέλεια. Ας θεωρήσουμε τώρα πως η κατάσταση της εταιρίας είναι "καλή", τότε ο γενικός διευθυντής λαμβάνει μέγιστη χρησιμότητα (24) όταν ο επενδυτής επιλέγει την εξαγορά του 40% ή 80% της εταιρίας. Το παραπάνω έχει ως συνέπεια να στείλει μήνυμα που θα οδηγήσει τον επενδυτή σε αυτή την απόφαση όπως για παράδειγμα "βρισκόμαστε στην καλή κατάσταση με πιθανότητα 0,6". Μετά από αυτό το μήνυμα ο επενδυτής γνωρίζει με βεβαιότητα πως η κατάσταση της εταιρίας δεν είναι κακή, όπως επίσης γνωρίζει και τους στόχους του γενικού διευθυντή, ο οποίος είναι εντελώς αδιάφορος από το αν ο επενδυτής τον πιστέψει ή όχι αρκεί να πραγματοποιήσει μία ενδιάμεση επιλογή (40% ή 80%). Στο ίδιο συμπέρασμα θα καταλήγαμε και αν το μήνυμα ήταν "βρισκόμαστε στην καλή κατάσταση με πιθανότητα 0,4". Συνοψίζοντας το τελευταίο μήνυμα μας εξασφαλίζει πως δεν βρισκόμαστε στην κακή κατάσταση αλλά από εκεί και πέρα δεν είναι αξιόπιστο καθώς όποια και αν είναι η πραγματική κατάσταση του κόσμου ο γενικός διευθυντής θα έστειλε ακριβώς το ίδιο μήνυμα. Έτσι, ο επενδυτής θα εξαγοράσει μερίδιο ίσο με το 60% της εταιρίας.

3) Διαφορετικά συμπεράσματα ανάλογα με τον αριθμό των γύρων επικοινωνίας (Forges 1990).

Για χάρη ευκολίας συνεχίζουμε με το παράδειγμα του γενικού διευθυντή και του επενδυτή, οι ωφέλειες των οποίων παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

	100%	80%	60%	40%	20%	
ΚΑΛΗ	48, 80	80, 72	0, 56	32, 32	24, 0	½

	100%	80%	60%	40%	20%	
ΚΑΚΗ	32, 0	32, 32	0, 56	80, 72	48, 80	½

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει επικοινωνία ο επενδυτής είναι βέλτιστο να επιλέξει την εξαγορά του 60% της εταιρίας, αφού του μεγιστοποιείται η χρησιμότητά του. Αυτή η επιλογή είναι η χειρότερη δυνατή για τον διευθυντή μιας και λαμβάνει την μικρότερη αναμενόμενη χρησιμότητα (με βεβαιότητα ίση με 0).

Εάν υπάρχει ακριβώς ένας γύρος επικοινωνίας και η πραγματική κατάσταση της εταιρίας ήταν καλή τότε ο διευθυντής είτε δηλώσει βρισκόμαστε με βεβαιότητα στην καλή κατάσταση είτε δηλώσει βρισκόμαστε με πιθανότητα 0,8 στην καλή κατάσταση οδηγεί τον επενδυτή στα ίδια συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, εάν ο διευθυντής ξεγελάσει τον επενδυτή θα υπάρχουν αρνητικές συνέπειες και για τις δύο πλευρές, άρα το μήνυμα είναι αξιόπιστο.

Σύμφωνα με τους Ganguly & Ray (2006) το αποτέλεσμα δεν μπορεί να είναι διαφορετικό από το (48,80) εάν ο αριθμός των γύρων επικοινωνίας είναι πεπερασμένος.

### **Μοντέλο ενδιάμεσης επικοινωνίας**

Στα παραπάνω παραδείγματα μελετήθηκαν περιπτώσεις που υπήρχε άμεση ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των παιχτών. Τι γίνεται όμως στην περίπτωση που υπάρχει κάποιος διαμεσολαβητής Ας τροποποιήσουμε λίγο το παράδειγμα με τον γενικό διευθυντή της εταιρίας ΑΑΑ και τον υποψήφιο επενδυτή εισάγοντας στο παιχνίδι και έναν χρηματοοικονομικό σύμβουλο-μεσίτη ο οποίος είναι αμερόληπτος. Ο αποστολέας των μηνυμάτων ( γενικός διευθυντής ) στέλνει μηνύματα στον διαμεσολαβητή ο οποίος τα επεξεργάζεται και στη συνέχεια τα στέλνει στον δέκτη (υποψήφιο επενδυτή). Αποδεικνύεται ότι εάν δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των μηνυμάτων που μπορεί να λάβει και να στείλει ο διαμεσολαβητής, τότε υπάρχουν διαμεσολαβητικές ισορροπίες (mediated equilibria) που βελτιώνουν την πιο ενημερωτική ισορροπία στο μοντέλο CS (Krishna & Morgia, 2004).

## Συμπεράσματα

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάστηκαν οι ορισμοί και οι βασικές έννοιες που αφορούν τη μη αξιόπιστη επικοινωνία, ή αλλιώς cheap talk, με την έννοια ότι πρόκειται για μηνύματα χωρίς κόστος για τον πομπό, αλλά παράλληλα δεν είναι δυνατόν να επαληθευθούν από το δέκτη, αν ο πομπός δεν προχωρήσει στην αποκάλυψη κάποιας πληροφορίας. Μέσα από μια σειρά παραδειγμάτων αναπτύχθηκαν διάφορα σενάρια τα οποία αφορούσαν κυρίως διαδικασίες διαπραγματεύσεως, όπου το κάθε μέλος επιδίωκε το μέγιστο δυνατό όφελος.

Στην συνέχεια παρουσιάστηκε το θεωρητικό πλαίσιο, αλλά και παραδείγματα, για τα περισσότερα συνηθισμένα μοντέλα τα οποία συναντώνται στη σχετική βιβλιογραφία. Τέλος, παρουσιάστηκαν εφαρμογές του cheap talk που βρίσκουν εφαρμογή στον κλάδο των χρηματοοικονομικών, ενώ αξίζει να τονιστεί πως εφαρμογή βρίσκουν στον κλάδο των διαπραγματεύσεων, βιολογίας, επικοινωνίας κ.α.

Από την μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας φάνηκε ότι οι απόψεις, σχετικά με την αποτελεσματικότητα μιας διαδικασίας η οποία βασίζεται στο Cheap talk δίστανται, με κάποιους να θεωρούν εφόσον η επικοινωνία είναι μη αξιόπιστη και δεν επηρεάζει άμεσα τα αποτελέσματα, για ποιο λόγο ένας παίκτης να πει την αλήθεια, ενώ άλλοι θεωρούν ότι μια κάποιου είδους «συνεννόηση» είναι δυνατόν να οδηγήσει τους παίκτες σε μια ισορροπία Nash, η οποία και είναι επαρκής μέσα στο σύνολο των ισορροπιών.

Οι Farrell & Rabin (1996) θεωρούν και τις ακραίες δύο προσεγγίσεις λανθασμένες. Από τη μια η επικοινωνία δεν επηρεάζει τις απολαβές αλλά κάποιος παίκτης είναι δυνατό να επηρεαστεί από αυτή την επικοινωνία, τότε η συζήτηση σίγουρα επηρεάζει το αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, ένας ακροατής ο οποίος δεν είναι καλά πληροφορημένος θα επιλέξει μια δράση η οποία είναι πιθανό να μην είναι η βέλτιστη. Στην περίπτωση εκείνη που τα συμφέροντά των δυο παικτών δεν είναι αρκετά εναρμονισμένα, το τελικό αποτέλεσμα θα είναι χειρότερο και για τον ομιλητή, με αποτέλεσμα να υπάρχει απώλεια της ωφέλειας από το δυνητικά βέλτιστο αποτέλεσμα. Έτσι λοιπόν, ακόμα και η μη αξιόπιστη επικοινωνία μπορεί να περιέχει πληροφορίες σε ένα παίγνιο ακόμα και αν οι παίκτες ψεύδονται όπως τους βολεύει.

Οι Farrell & Rabin (1996) αναφέρουν ότι μέσα από ένα παίγνιο στο οποίο η επικοινωνία είναι μη αξιόπιστη, ενδέχεται να μην οδηγήσει σε μια ισορροπία Nash, αλλά και ότι δεν είναι σίγουρο ότι οι πληροφορίες θα μοιραστούν σε όλους τους παίκτες. Συγκεκριμένα, επισημαίνουν ότι μη αξιόπιστη επικοινωνία (Cheap talk) δεν διασφαλίζει αποτελεσματικότητα σε ένα παίγνιο, αν και η συζήτηση ενδέχεται να συντελέσει στην αποφυγή παρεξηγήσεων και σφαλμάτων κατά τον συντονισμό.

Ακόμα και η μακρά μη αξιόπιστη επικοινωνία (long Cheap talk) δεν είναι απαραίτητο να οδηγήσει με σιγουριά στο βέλτιστο αποτέλεσμα, ειδικά στην περίπτωση εκείνη που οι παίκτες έχουν σημαντική διαφορά απόψεων καθ' όλη την διάρκεια του παιχνιδιού. Αυτό συμβαίνει γιατί ενδέχεται ένα μεγάλο τμήμα της δυνητικής ωφέλειας που θα μπορούσαν να έχουν αν συντόνιζαν τις στρατηγικές, να απολεσθεί λόγω προβλημάτων που προκύπτουν από τη διαπραγμάτευση ή άλλες διαφωνίες. Επιπλέον, επισημαίνουν ότι η μη αξιόπιστη επικοινωνία, που αφορά προσωπικές πληροφορίες, ενδέχεται να οδηγήσει σε ανεπαρκή ισορροπία επιλογής σε πολλές περιπτώσεις.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Baliga, S. & Morris, S. (2002). Co-ordination, Spillovers, and Cheap Talk. *Journal of Economic Theory*, 105, pp. 450-468.
- Chakraborty, A. & Harbaugh, R. (2010). Persuasion by Cheap Talk. *American Economic Review*, 100 (5): pp. 2361-82.
- Chen, Y., Kartik, N. & Sobel, J. (2007). On the robustness of informative cheap talk. *Technical report*.
- Chen, Y. (2005). Perturbed communication games with honest senders and naive receivers. *Technical report, Arizona State University*.
- Crawford, V. & Sobel, J. (1982). Strategic Information Transmission. *Econometrica*, 50, pp. 1431-51.
- Demichelis, S. & Weibull, J.W. (2008). Language, Meaning, and Games: A Model of Communication, Coordination, and Evolution. *American Economic Review* 98, pp. 1292-1311.
- Ellingsen, T. & Östling, R. (2010). When Does Communication Improve Coordination? *American Economic Review* 100, pp. 1695-1724.
- Farrell, J. & Matthew, R. (1996). Cheap Talk. *Journal of Economic Perspectives*, 10, 3, pp. 103-118.
- Farrell, J. (1986). *Meaning and Credibility in Cheap Talk Games*. University of California, Berkeley, Department of Economics working paper 8609.
- Farrell, J. (1988). Communication, coordination and Nash Equilibrium. *Econometric Letters*, Vol.27, pp. 209-214.
- Farrell, J. (1993). Meaning and credibility in cheap-talk games. *Games and Economic Behavior*, 5(4), pp. 514–531.
- Farrell, J. & Gibbons, R. (1989). Cheap Talk can Matter. In Forges, F. *Negotiation without a Deadline: A Job Market Example*. CORE Discussion Paper No.8639
- Ganguly, C. & Ray, I. (2006). *Cheap talk: Basic models and new developments*. 4147377.

- Kartik, N. (2005). Information transmission with almost-cheap talk. *Technical report, UCSD*.
- Mathews, S.A., Okuno-Fujiwara, M. & Postlewaite, A. (1991). Refining cheap-talk equilibria. *Journal of Economic Theory*, 55(2), pp.247–273.
- Myerson, R. (1978). Refinements of the Nash equilibrium concept. *International Journal of Game Theory*, Vol.7, pp.73-80.
- Rabin, M. (1993). Communication between rational agents. *Journal of Economic Theory*, 51, pp 144–170.
- Siegenthalera, S. (2016) Meet the Lemons: An Experiment on How Cheap-Talk Overcomes Adverse Selection in Decentralized Markets. *Games and Economic Behavior*, 102.
- Simon, A.P. & Renault, R. (2006). Advertising Content. *American Economic Review*, 96(1): 93–113.
- Webster, T. (2003). *Managerial Economics: Theory and Practice*. USA: Academic Press-Elsevier.