



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ-ΟΛΙΚΗ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ (MBA TQM INTERNATIONAL)**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ»

ΑΝΔΡΕΑΣ ΓΑΡΥΦΑΛΛΑΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΙΧΑΗΛ ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

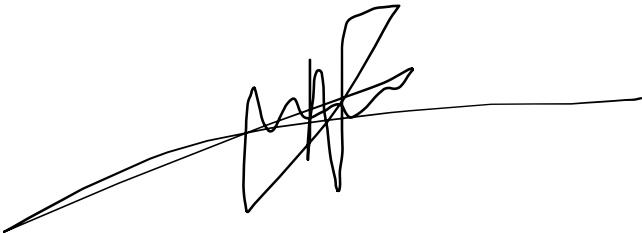
«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με Διεθνή Προσανατολισμό» με τίτλο:

« Η Θεωρία Παιγνίων στη Λήψη Επιχειρηματικών Αποφάσεων »

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου»

Ανδρέας Γαρυφαλλάκης



ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία, διερευνά την εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων στη διαμόρφωση επιχειρηματικής στρατηγικής, συνδυάζοντας τη θεωρητική ανάλυση με μια πρακτική μελέτη περίπτωσης. Αναλύοντας τις θεμελιώδεις έννοιες της θεωρίας παιγνίων και τη συνάφειά τους σε σενάρια πραγματικού κόσμου, στοχεύει να αποδείξει την αποτελεσματικότητά της στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων τόσο για τα άτομα όσο και για τις επιχειρήσεις.

Η μελέτη ξεκινά με την αποκάλυψη των θεμελιωδών αρχών της θεωρίας παιγνίων, συμπεριλαμβανομένων των μελών-παικτών, των στρατηγικών και των εννοιών ισορροπίας όπως η ισορροπία Nash. Εμβαθύνει σε διάφορους τύπους βασικών παιγνίων δείχνοντας έτσι πώς η Θεωρία παιγνίων υπάρχει και επηρεάζει τις αποφάσεις που καλούμαστε να πάρουμε στην καθημερινότητα .

Στο τελευταίο μέρος, η μελέτη εμβαθύνει στην πρακτική εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων στην επιχειρησιακή στρατηγική, με ιδιαίτερη έμφαση στην ίδρυση μιας νέας μονάδας οξικού οξέος. Μέσω μιας λεπτομερούς μελέτης περίπτωσης των στρατηγικών παραμέτρων που εμπλέκονται στην έναρξη λειτουργίας του νέου εργοστασίου ανάμεσα σε διάφορους περιορισμούς και δυσκολίες, η διατριβή δείχνει πώς η χρήση της Θεωρίας Παιγνίων μπορεί να καθοδηγήσει τη βέλτιστη λήψη αποφάσεων. Με αυτόν τον τρόπο, η παρούσα διπλωματική εργασία υπογραμμίζει τον ρόλο της Θεωρίας Παιγνίων στη μεγιστοποίηση της επιτυχίας της επιχείρησης και στη διασφάλιση της κερδοφορίας της αναγνωρίζοντας τα διάφορα εμπόδια και οδηγώντας την στη βέλτιστη δυνατή απόφαση.

ABSTRACT

This thesis explores the application of Game Theory in the formulation of business strategy, combining the theoretical analysis with a practical case study. By analyzing the fundamental concepts of game theory and their relevance to real-world scenarios, it aims to demonstrate its effectiveness in making strategic decisions for both individuals and businesses.

The study begins by uncovering the fundamentals of game theory, including players, strategies, and equilibrium concepts such as the Nash equilibrium. It delves into various types of basic games, showing how Game Theory exists and affects the decisions we are asked to make in everyday life.

In the final part, the study delves into the practical application of Game Theory to business strategy, with particular emphasis on the establishment of a new acetic acid plant. Through a detailed case study of the strategic parameters involved in starting up the new factory amid various constraints and difficulties, the thesis shows how the use of Game Theory can guide optimal decision making. In this way, this thesis highlights the role of Game Theory in maximizing the success of the business and ensuring its profitability by recognizing the various obstacles and leading it to the best possible decision.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ	7
1.1 Χαρακτηρισμός ενός παιγνίου	8
1.2 Στοιχεία Παιγνίου	9
1.3 Ιστορική Αναδρομή	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΙΔΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ	14
2.1. Συνεργατικά ή μη-συνεργατικά παίγνια (cooperative and non-cooperative games)	14
2.2 Συμμετρικά ή Ασύμμετρα Παίγνια (Symmetric or Asymmetric)	15
2.3 Παίγνια μηδενικού ή μη μηδενικού αθροίσματος (zero-sum and non-zero-sum)	15
2.4 Ταυτόχρονα ή Διαδοχικά Παίγνια	16
2.4 Επαναλαμβανόμενα Παίγνια (Repeated Games)	16
2.5 Τέλειας ή ελλιπούς πληροφορίας (Perfect information or Imperfect information)	17
2.6 Τέλεια ή Ατελείς πληροφόρησης (perfect or imperfect information)	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Στρατηγικές	18
3.1 Γενικά	18
3.2 Αμιγής και Μεικτή Στρατηγική (Pure and Mixed Strategies)	19
3.3 Κυρίαρχες και Κυριαρχούμενες Στρατηγικές (Dominant and Dominated Strategies)	20
3.4 Τρόποι Επίλυσης Παιγνίων	21
3.4.1 Minimax	21
3.4.2 Maximin	23
3.4.3 Ισοροπία κατά Nash	24
ΚΕΦΑΛΙΟ 4 : Βασικά Παίγνια	27
4.1 Το Δίλημμα του Φυλακισμένου (Prisoner's Dilemma)	27
4.2 Η Μάχη των Φύλων (Battle of the Sexes)	33
4.3 Το παίγνιο Γεράκι-Περιστέρι (Hawk-Dove Game)	35
4.4 Το Παίγνιο Δειλίας (Chicken Game)	38
4.5 Το κυνήγι του Ελαφιού (Stag Hunt)	41
ΚΕΦΑΛΙΟ 5 Η θεωρία Παιγνίων στην Καθημερινότητα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Μελέτη περίπτωσης	44
6.1 Γενικά	44
6.2 Μεθοδολογία	45
6.2.2 Επιλογή παικτών.....	45

6.2.3 Καθορισμός συνόλου στρατηγικών.....	46
6.2.4 Καθορισμός Αποδόσεων	46
6.2.5 Μέθοδος Επίλυσης.....	47
6.3 Μελέτη περίπτωσης εργοστασίου οξικού οξέος.....	50
6.4 Αποτελέσματα και Ανάλυση.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Συμπεράσματα	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

Η θεωρία των παιγνίων είναι ένας κλάδος των μαθηματικών και των κοινωνικών επιστημών που παρέχει έναν τυπικό πλαίσιο για την ανάλυση και την κατανόηση των στρατηγικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ λογικών ληπτών αποφάσεων, που συχνά αποκαλούνται "παίκτες." Η θεωρία αυτή εξετάζει καταστάσεις στις οποίες τα αποτελέσματα των επιλογών ενός ατόμου εξαρτώνται όχι μόνο από τις δικές του ενέργειες, αλλά και από τις ενέργειες των άλλων. Αυτή η αναλυτική προσέγγιση βοηθά στην αποκάλυψη της βαθύτερης δυναμικής των ανταγωνιστικών και συνεργατικών σεναρίων, είτε στην οικονομία, στην πολιτική, στη βιολογία ή σε άλλους τομείς. Στην ουσία, η θεωρία των παιγνίων στοχεύει στην παροχή ενδιαφερόντων συμπερασμάτων σχετικά με το πώς άτομα ή οντότητες λαμβάνουν αποφάσεις, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίκτυπο των επιλογών τους στους άλλους και τις πιθανές συνέπειες αυτών των αλληλοεξαρτημένων αποφάσεων.

Βασική υπόθεση της Θεωρίας Παιγνίων είναι αυτή της "ευφυούς" και "λογικής" συμπεριφοράς των παικτών. Ένας παίκτης χαρακτηρίζεται ως "ευφυής", εννοώντας πως έχει τέλεια γνώση του πώς να παίξει το παίγνιο, και ως "λογικός", εννοώντας πως παίζει με αντικειμενικό στόχο τη μεγιστοποίηση του προσωπικού του οφέλους. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το όφελος του κάθε παίκτη ενός παιγνίου δεν εξαρτάται μόνο απ' την επιλογή του, αλλά και από τις επιλογές των υπολοίπων παικτών (οι οποίοι δεν αντιμετωπίζονται, υποχρεωτικά, ως αντίπαλοί του).

Ένα από τα θεμελιώδη στοιχεία στη θεωρία των παιγνίων είναι η έννοια ενός "παιγνίου." Ένα παίγνιο αναπαρίσταται ως ένα σύνολο παικτών, καθένας από τους οποίους έχει ένα καθορισμένο σύνολο πιθανών στρατηγικών ή επιλογών. Οι προτιμήσεις των παικτών ή οι απολαβές τους, που μετρούν τα αποτελέσματά τους, είναι επίσης ένα κύριο στοιχείο. Αυτές οι προτιμήσεις μπορεί να αντικατοπτρίζουν παράγοντες όπως χρηματικά κέρδη, χρησιμότητα ή άλλα σχετικά μέτρα. Η θεωρία των παιγνίων διακρίνει διάφορα είδη παιγνίων, συμπεριλαμβανομένων των συνεργατικών και των μη συνεργατικών παιγνίων. Στα συνεργατικά παίγνια, οι παίκτες συνεργάζονται για να επιτύχουν κοινούς στόχους,

ενώ στα μη συνεργατικά παίγνια ενεργούν ανεξάρτητα, εκδηλώνοντας το εγωιστικό τους συμφέρον, που συχνά οδηγεί σε στρατηγική σύγκρουση.

1.1 Χαρακτηρισμός ενός παιγνίου

Υποθέτουμε αρχικά ότι υπάρχει μία κατάσταση, όπου ορισμένοι παίκτες παίρνουν αποφάσεις (ενέργειες), οι οποίες οδηγούν σε ορισμένα αποτελέσματα. Οι παίκτες αυτοί μπορεί να είναι δύο ή και περισσότεροι. Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζονται τα "**παίγνια δύο παικτών**" (two-player-games), και στη δεύτερη περίπτωση τα "**παίγνια n-παικτών**" (n-player-games). Φυσικά ένα παίγνιο διαφέρει από μία πραγματική κατάσταση απλού ανταγωνισμού ή σύγκρουσης στο ότι η πραγμάτωσή του γίνεται ακριβώς κάτω από ορισμένες συνθήκες και σύμφωνα με ορισμένους κανόνες. Όλα τα παίγνια περιέχουν το χαρακτηριστικό του ανταγωνισμού μεταξύ των παικτών τους και το αποτέλεσμά του οδηγεί σε "**κέρδη**" ή "**απώλειες**".

Για να ορίσουμε τυπικά ένα παίγνιο, 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 ενέργειες των παικτών σε πραγματικούς αριθμούς.

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

Οι δύο βασικότερες μορφές αναπαράστασης ενός παιγνίου είναι η στρατηγική (strategic) και η επεκταμένη (extensive) του μορφή. Στα παίγνια στρατηγικής μορφής, οι συμμετέχοντες κάνουν την επιλογή τους μία μόνο φορά και ο κάθε παίκτης επιλέγει την ενέργειά του "ταυτόχρονα" με τους υπόλοιπους. Στα παίγνια επεκταμένης μορφής, οι συμμετέχοντες παίζουν ακολουθιακά. Ένα παίγνιο επεκταμένης μορφής αναπαριστάται από ένα δέντρο παιγνίου (game tree).

Ως παράδειγμα, δίνεται το στρατηγικό παίγνιο "η μάχη των φύλων" (battle of the sexes). Σ' αυτό το παίγνιο, ένας άντρας και η γυναίκα του επιλέγουν το μέρος που θα διασκεδάσουν το βράδυ μιας συγκεκριμένης ημέρας. Ο άντρας προτιμά να παρακολουθήσουν έναν αγώνα ποδοσφαίρου στο γήπεδο, η γυναίκα προτιμά να παρακολουθήσουν μια παράσταση στο θέατρο, όμως κανείς από τους δύο δε θέλει να περάσει μόνος του το βράδυ.

- Το σύνολο παικτών αυτού του παιγνίου είναι $\{A, Γ\}$.
- Το σύνολο ενεργειών των παικτών είναι το $\{Π, Θ\}$, ίδιο και για τους δύο παίκτες.
- Οι συναρτήσεις ωφελειών των παικτών μπορούν να παρασταθούν όπως στον παρακάτω πίνακα:

A,Γ	Π	Θ
Π	2,1	0,0
Θ	0,0	1,2

1.2 Στοιχεία Παιγνίου

- Παίκτης: αυτόνομη μονάδα λήψης απόφασης. Άτομο, ομάδα, επιχείρηση, κράτος κλπ. Προσπαθεί να βελτιστοποιήσει τη δική του ευημερία έναντι των αντιπάλων του βασιζόμενος στους κανόνες, στους πόρους και στις πληροφορίες που έχει στη

διάθεσή του. Είναι ορθολογιστής. Υπάρχουν τουλάχιστον $n \geq 2$ παίκτες. Για $n = 2$ Παίγνιο Δύο Παικτών.

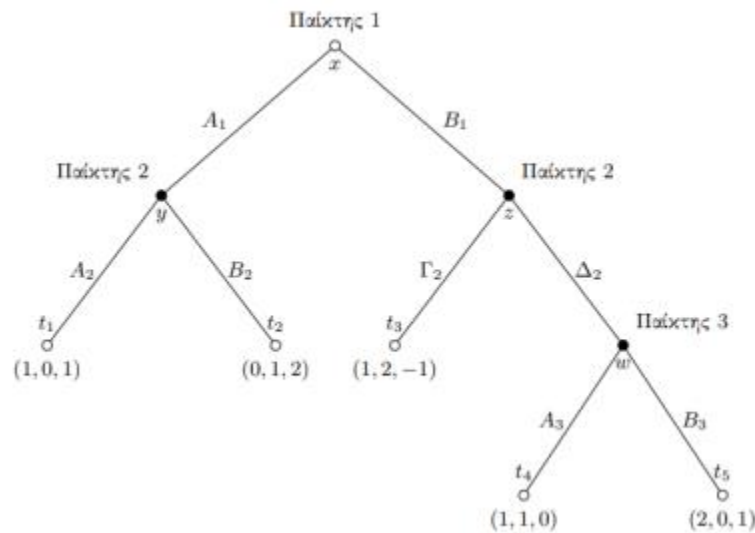
- Στρατηγική: το σύνολο των κανόνων που ορίζουν τις εφικτές επιλογές τις οποίες δύναται να ακολουθεί σε κάθε κίνησή του ο παίκτης μέχρι το τέλος του παιχνιδιού. Αναζητούμε τις στρατηγικές που βελτιστοποιεί το στόχο του κάθε παίκτη.
- Αμιγής Στρατηγική: Κάθε παίκτης επιλέγει μία μόνο από τις δυνατές στρατηγικές του με πιθανότητα ίση με τη μονάδα.
- Μικτή Στρατηγική: Περιλαμβάνει συνδυασμό στρατηγικών οι οποίες επιλέγονται με πιθανότητα μικρότερη της μονάδας.
- Πίνακας αποτελεσμάτων (πληρωμών, ανταμοιβών): Δείχνει τα αποτελέσματα του παιχνιδιού για κάθε συνδυασμό στρατηγικών.
- Λύση του παιχνιδιού: Η βέλτιστη στρατηγική όλων των παικτών.

Οι δύο διαφορετικοί τρόποι για να περιγραφεί ένα παίγνιο είναι η εκτεταμένη μορφή και το δέντρο του παιχνιδιού. Η εκτεταμένη μορφή περιγράφει πώς παίζεται ένα παιχνίδι, απεικονίζοντας τη σειρά των κινήσεων των παικτών και τις πληροφορίες που έχει κάθε παίκτης σε κάθε σημείο απόφασης.

Η εκτεταμένη μορφή ενός παιχνιδιού καθορίζει τους παίκτες, τον χρόνο κίνησης κάθε παίκτη, τις εναλλακτικές κάθε παίκτη κάθε φορά που πρέπει να επιλέξει, τις πληροφορίες που έχει κάθε παίκτης κατά τη λήψη αποφάσεων, και τις αποδόσεις για κάθε συνδυασμό επιλογών.

Το δέντρο του παιχνιδιού αποτελείται από κόμβους και ευθύγραμμα τμήματα. Κάθε τμήμα ενώνει δύο κόμβους, ενώ κάθε ζευγάρι κόμβων ενώνεται από ένα μοναδικό μονοπάτι. Το μονοπάτι αποτελεί μία σειρά διακεκριμένων κόμβων που συνδέονται με ένα μοναδικό τμήμα.

Αυτές οι έννοιες χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η δομή ενός παιχνιδιού, το οποίο παρουσιάζεται είτε σε εκτεταμένη μορφή είτε με ένα δέντρο παιχνιδιού.



Αναλύοντας το παραπάνω δένδρο παιχνιδιού μπορεί να διακριθεί ο πρώτος κόμβος απόφασης, οποίος ονομάζεται αρχικός κόμβος, και συμβολίζεται ως x . Οι δύο επόμενοι κόμβοι αποφάσεων y και z δείχνουν ότι επιλέγει ενέργεια ο παίκτης 2. Στον κόμβο y φτάνουμε στην περίπτωση που ο παίκτης 1 επιλέξει στον αρχικό κόμβο την ενέργεια A_1 , ενώ ο κόμβος z προσεγγίζεται εάν ο παίκτης 1 επιλέξει στον αρχικό κόμβο την ενέργεια B_1 . Οι δύο ακμές που ξεκινάνε από τον κόμβο y απεικονίζουν τις δύο διαθέσιμες ενέργειες του παίκτη 2 στο σημείο αυτό, δηλαδή τις ενέργειες A_2 και B_2 . Παρομοίως οι δύο ακμές που ξεκινάνε από τον κόμβο z απεικονίζουν τις δύο διαθέσιμες ενέργειες Γ_2 και Δ_2 . Για να φτάσουμε στον κόμβο απόφασης w , θα πρέπει ο παίκτης 1 να επιλέξει την

ενέργεια B1 στον κόμβο x και ο παίκτης 2 να επιλέξει την ενέργεια Δ2 στον κόμβο z. Εδώ επιλέγει ενέργεια ο παίκτης 3, οποίος με τη σειρά του μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε A3 και B3. Τέλος, οι κόμβοι (t1, t2, t3, t4, t5) λέγονται τερματικοί κόμβοι του παιγνίου. Το παίγνιο καταλήγει σε κάποιον από αυτούς τους κόμβους ως συνάρτηση των επιλογών των παικτών στους προηγούμενους κόμβους αποφάσεων. Σε κάθε τερματικό αντιστοιχούν αποδόσεις για τους παίκτες. Στον κόμβο t1 αντιστοιχεί το διάνυσμα των αποδόσεων (1,0,1), που αντιπροσωπεύουν την απόδοση του παίκτη 1 (το 1), του παίκτη 2 (το 0) και του παίκτη 3 (το 1). Σε ότι αφορά την περιγραφή της πληροφόρησης που έχουν οι παίκτες όταν επιλέγουν ενέργειες, αυτή γίνεται μέσω των συνόλων πληροφορίας των παικτών. Ένα πληροφοριακό σύνολο περιλαμβάνει όλους εκείνους τους κόμβους των αποφάσεων ενός παίκτη τους οποίους ο συγκεκριμένος παίκτης δεν μπορεί να ξεχωρίσει. Πιο αναλυτικά, το παίγνιο ξεκινά με την επιλογή του παίκτη 1 ανάμεσα σε A1 και B1. Η επιλογή που κάνει ο 1 παρατηρείται από τους άλλους παίκτες. Στη συνέχεια, επιλέγει ο παίκτης 2. Δεδομένης της υπόθεσης ότι η επιλογή του 1 παρατηρείται, ο παίκτης 2 γνωρίζει σε ποιο κόμβο βρίσκεται, με άλλα λόγια μπορεί να διακρίνει μεταξύ των κόμβων γ και z.

Ο παίκτης 2 με τη σειρά του επιλέγει κάποια κίνηση, ανάλογα του κόμβου στον οποίο βρίσκεται. Το τι θα επιλέξει επίσης παρατηρείται από τους άλλους παίκτες. Εάν οι παίκτες 1 και 2 επιλέξουν B1 και Δ2 στους κόμβους x και z, είναι η σειρά του παίκτη 3 να επιλέξει ενέργεια, ο οποίος επίσης γνωρίζει σε ποιο κόμβο βρίσκεται. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ο παίκτης 1 έχει ένα σύνολο πληροφορίας, όπως και ο παίκτης 3, άρα και έναν μόνο κόμβο απόφασης. Ο παίκτης 2 έχει δύο σύνολα πληροφορίας, το πρώτο περιέχει τον κόμβο γ και το άλλο τον κόμβο z. Εφόσον μπορεί να τους διακρίνει βρίσκονται σε διαφορετικά σύνολα πληροφορίας. Ορισμός: Ένα πληροφοριακό σύνολο ενός παίκτη είναι μια συλλογή κόμβων αποφάσεων που ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες:

- όλοι οι κόμβοι της συλλογής ανήκουν σε αυτόν τον παίκτη

- όταν η εξέλιξη του παιγνίου οδηγήσει σε κάποιον από τους κόμβους αυτής της συλλογής, ο παίκτης δε γνωρίζει ποιος είναι ο συγκεκριμένος κόμβος που έχει προσεγγιστεί.

1.3 Ιστορική Αναδρομή

Πρώιμα στάδια:

Η πρώιμη ανάπτυξη της θεωρίας παιγνίων μπορεί να εντοπιστεί στο έργο του μαθηματικού Antoine Augustin Cournot του 18ου αιώνα και στις συνεισφορές του μαθηματικού Émile Borel του 19ου αιώνα. Ο Cournot εισήγαγε την έννοια του ανταγωνισμού και της στρατηγικής λήψης αποφάσεων στην οικονομική του ανάλυση, ενώ η εργασία του Borel στα παιχνίδια στρατηγικής έθεσε τις βάσεις για την επίσημη θεωρία παιγνίων. Ωστόσο, μόλις τον 20ο αιώνα αυτές οι ιδέες αναπτύχθηκαν περαιτέρω.

Η Γέννηση της Σύγχρονης Θεωρίας Παιγνίων: Τα θεμέλια της σύγχρονης θεωρίας παιγνίων τέθηκαν από τον John von Neumann, Ούγγρο-Αμερικανό μαθηματικό, και τον Oskar Morgenstern, έναν Αυστριακό οικονομολόγο. Το 1944 δημοσίευσαν το σημαντικό βιβλίο «Θεωρία των παιχνιδιών και οικονομική συμπεριφορά». Αυτό το πρωτοποριακό έργο επισήμοποίησε το μαθηματικό πλαίσιο της θεωρίας παιγνίων, εισάγοντας έννοιες όπως οι στρατηγικές, οι αποδόσεις και η ισορροπία Nash, η οποία πήρε το όνομά της από τον John Nash, ο οποίος επέκτεινε και διέδωσε αυτές τις ιδέες στη δεκαετία του 1950.

Πρώιμες εφαρμογές και επεκτάσεις: Αρχικά, η θεωρία παιγνίων βρήκε την κύρια εφαρμογή της στα οικονομικά, ειδικά στη μοντελοποίηση του ανταγωνισμού της αγοράς και στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Ωστόσο, σύντομα εξαπλώθηκε και σε άλλους τομείς, όπως οι πολιτικές επιστήμες και οι διεθνείς σχέσεις, όπου χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της εκλογικής συμπεριφοράς και των συγκρούσεων. Στη βιολογία, η θεωρία

παιγνίων εφαρμόστηκε για την κατανόηση της εξελικτικής δυναμικής, όπως η ανάπτυξη αλτρουιστικών συμπεριφορών και στρατηγικών ζευγαρώματος.

Συνεχής Εξέλιξη: Η θεωρία παιγνίων συνέχισε να εξελίσσεται και οι ερευνητές έχουν εξερευνήσει πιο σύνθετα παιχνίδια, συνεργατικά παιχνίδια, επαναλαμβανόμενα παιχνίδια και εξελικτική θεωρία παιγνίων. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στην επιστήμη των υπολογιστών, την τεχνητή νοημοσύνη και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε διάφορους κλάδους. Το Νόμπελ Οικονομικών Επιστημών έχει απονεμηθεί σε αρκετούς οικονομολόγους για τη συμβολή τους στη θεωρία παιγνίων, τονίζοντας τη σημασία της στην οικονομική ανάλυση. Σήμερα, η θεωρία παιγνίων παραμένει ένα θεμελιώδες εργαλείο για την κατανόηση των στρατηγικών αλληλεπιδράσεων και τη λήψη αποφάσεων σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών κλάδων και σεναρίων πραγματικού κόσμου, καθιστώντας την ακρογωνιαίο λίθο της διεπιστημονικής έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΙΔΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

2.1. Συνεργατικά ή μη-συνεργατικά παίγνια (cooperative and non-cooperative games)

Στα συνεργατικά παίγνια οι συμμετέχοντες μπορούν να διαπραγματευτούν δεσμευτικές συμφωνίες μεταξύ τους που τους επιτρέπουν να σχεδιάσουν κοινές στρατηγικές. Αντί να αντιμετωπίζουν ο ένας τον άλλον ως αντίπαλο, πρέπει να συνεργαστούν για να ξεπεράσουν προκλήσεις ή να επιτύχουν στόχους.

Στα μη συνεργατικά παίγνια οι παίκτες ανταγωνίζονται μεταξύ τους ώστε να πετύχουν τον προσωπικό τους στόχο. Ο κάθε παίκτης παίρνει αποφάσεις με στόχο την μεγιστοποίηση της προσωπικής του χρησιμότητας. Σε αντίθεση με τα συνεργατικά παίγνια, στα μη συνεργατικά θεωρείται ότι η επικοινωνία είναι ανέφικτη.

2.2 Συμμετρικά ή Ασύμμετρα Παίγνια (Symmetric or Asymmetric)

Ένα παιχνίδι χαρακτηρίζεται ως συμμετρικό όταν τα κέρδη για την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης στρατηγικής εξαρτώνται μόνο από τις άλλες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται, και όχι από τον παίκτη που τις χρησιμοποιεί. Αυτό σημαίνει ότι εάν οι ταυτότητες των παικτών αλλάξουν και ταυτόχρονα τα κέρδη από τις στρατηγικές παραμείνουν ίδια, τότε το παιχνίδι είναι συμμετρικό. Συνήθως, τα περισσότερα παιχνίδια είναι συμμετρικά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα συμμετρικού παιχνιδιού είναι το "Δίλημμα του φυλακισμένου," το οποίο θα εξετάσουμε αργότερα.

Η ασύμμετρη θεωρία παιγνίων αναφέρεται στη μελέτη παιχνιδιών όπου οι παίκτες έχουν διαφορετικές πληροφορίες, πόρους ή στρατηγικές επιλογές, οδηγώντας σε ανισορροπία στην ικανότητα λήψης αποφάσεων. Στα ασύμμετρα παιχνίδια, οι παίκτες μπορεί να έχουν ξεχωριστές αποδόσεις ή στρατηγικές καθιστώντας την ανάλυση και τα αποτελέσματα πιο περίπλοκα σε σύγκριση με τα συμμετρικά παιχνίδια.

2.3 Παίγνια μηδενικού ή μη μηδενικού αθροίσματος (zero-sum and non-zero-sum)

Όταν υπάρχει άμεση σύγκρουση μεταξύ πολλών μερών που επιδιώκουν τον ίδιο στόχο, συχνά ονομάζεται παιχνίδι μηδενικού αθροίσματος. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε νικητή υπάρχει ένας χαμένος. Διαφορετικά, σημαίνει ότι το συλλογικό καθαρό όφελος που λαμβάνεται είναι ίσο με το συλλογικό καθαρό όφελος που χάνεται. Πολλά αθλητικά γεγονότα αποτελούν παιχνίδια μηδενικού αθροίσματος, καθώς μια ομάδα κερδίζει και μια άλλη χάνει. Απλά παραδείγματα παιγνίων μηδενικού αθροίσματος είναι τα περισσότερα κλασικά επιτραπέζια παιχνίδια, όπως το σκάκι, αλλά και το πόκερ.

Ένα παιχνίδι μη μηδενικού αθροίσματος είναι αυτό στο οποίο όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να κερδίσουν ή να χάσουν ταυτόχρονα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι επιχειρηματικές συνεργασίες που είναι αμοιβαία επωφελείς και προάγουν αξία και

για τα δύο μέρη. Αντί να ανταγωνίζονται και να προσπαθούν να κερδίσουν η μία πλευρά την άλλη, και οι δύο πλευρές επωφελούνται.

2.4 Ταυτόχρονα ή Διαδοχικά Παίγνια

Ταυτόχρονα παίγνια ονομάζονται τα παίγνια στα οποία όλοι οι παίκτες ενεργούν και παίρνουν αποφάσεις ταυτόχρονα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε συμμετέχων πρέπει να λαμβάνει συνεχώς αποφάσεις την ίδια στιγμή που ο αντίπαλός του λαμβάνει και αυτός αποφάσεις. Για παράδειγμα, καθώς οι εταιρείες δημιουργούν τα σχέδιά μάρκετινγκ, ανάπτυξης προϊόντων ή λειτουργικά σχέδια, οι ανταγωνιστικές εταιρείες κάνουν τον ίδιο προγραμματισμό την ίδια στιγμή.

Διαδοχικά ονομάζονται τα παίγνια στα οποία η ένας παίκτης αποφασίζει σε δεύτερο χρόνο σε σχέση με τον άλλον παίκτη γνωρίζοντας έτσι τις ενέργειες του. Σε ορισμένες περιπτώσεις, υπάρχει σκόπιμη καθυστέρηση των βημάτων λήψης αποφάσεων, επιτρέποντας σε μια πλευρά να δει τις κινήσεις της άλλης πλευράς πριν λάβει τις δικές της.

2.4 Επαναλαμβανόμενα Παίγνια (Repeated Games)

Το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων παιχνιδιών έχει σχεδιαστεί για να εξετάσει τη συμπεριφορά των παικτών σε καταστάσεις μακροπρόθεσμων αλληλεπιδράσεων. Υποθέτει ότι ένας παίκτης, γνωρίζοντας ότι το παιχνίδι στο οποίο συμμετέχει θα επαναληφθεί με τον ίδιο τρόπο πολλές φορές, θα λάβει υπόψη του την επίδραση της τρέχουσας συμπεριφοράς του στη μελλοντική συμπεριφορά των άλλων παικτών. Αναλύει πώς η συμπεριφορά των παικτών μπορεί να αλλάξει και προσπαθεί να εξηγήσει φαινόμενα συνεργασίας, εκδίκησης και απειλών μεταξύ τους. Ο αριθμός των επαναλήψεων του παιχνιδιού μπορεί να είναι πεπερασμένος ή άπειρος. Στην περίπτωση

πεπερασμένων επαναλήψεων, υπάρχει μια τελευταία επανάληψη, γνωστή σε όλους, και μετά από αυτήν δεν υπάρχει μέλλον. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο με το παιχνίδι που παίζεται μία φορά. Στην περίπτωση άπειρων επαναλήψεων, η τελευταία επανάληψη δεν είναι γνωστή. Σε κάθε επανάληψη, ανεξαρτήτως ποια είναι, οι υπόλοιπες επαναλήψεις είναι άπειρες, δημιουργώντας ένα στοχαστικό πλαίσιο. Υπάρχει μεγαλύτερη αβεβαιότητα, και η συμπεριφορά των παικτών είναι πιθανό να επηρεαστεί περισσότερο από απειλές και να μεταβληθεί. Για παράδειγμα, σε επιχειρηματικό περιβάλλον όπου ο αριθμός των ετών που θα παραμείνει μια επιχείρηση στην αγορά δεν είναι προκαθορισμένος, η αβεβαιότητα είναι υψηλή. Μια εταιρεία που προτείνει συνεργασία, συνδυασμένη με απειλή για το μέλλον, μπορεί να επηρεάσει σοβαρά τις επιλογές των υπολοίπων εταιρειών, καθώς δεν μπορούν να προβλέψουν εκ των προτέρων την εξέλιξη του περιβάλλοντος. Σε παιχνίδια με άπειρο αριθμό επαναλήψεων, το αποτέλεσμα δεν μπορεί να προβλεφθεί εκ των προτέρων μέχρι να ολοκληρωθούν όλες οι κινήσεις, ενώ οι στρατηγικές των παικτών μπορεί να οδηγήσουν σε νίκη αλλά όχι απαραίτητα στο βέλτιστο αποτέλεσμα του παιχνιδιού.

2.5 Τέλειας ή ελλιπούς πληροφορίας (Perfect information or Imperfect information)

Ένα παιχνίδι χαρακτηρίζεται ως παιχνίδι τέλειας πληροφόρησης όταν όλοι οι παίκτες έχουν γνώση των κινήσεων που έχουν ήδη γίνει από όλους τους άλλους παίκτες, καθώς και των αποδόσεων τους. Συνεπώς, αυτά τα παιχνίδια αποτελούν ένα ειδικό παράδειγμα διαδοχικών παιχνιδιών. Αντίθετα, τα παιχνίδια ελλιπούς πληροφόρησης απαιτούν από κάθε παίκτη να γνωρίζει τις στρατηγικές και τα κέρδη των άλλων παικτών, αλλά όχι τις κινήσεις που έχουν ληφθεί. Στη θεωρία των παιχνιδιών, τα περισσότερα παιχνίδια είναι παιχνίδια ελλιπούς πληροφόρησης.

2.6 Τέλεια ή Ατελείς πληροφόρησης (perfect or imperfect information)

Ένα μεγάλο υποσύνολο των διαδοχικών παιγνίων αποτελείται από παίγνια τέλειας πληροφόρησης. Στα παίγνια αυτά, κάθε παίκτης γνωρίζει όλη την ιστορία του παιχνιδιού μέχρι το σημείο στο οποίο βρίσκεται, γνωρίζει δηλαδή τις προηγούμενες κινήσεις όλων των άλλων παικτών. Συνεπώς αφορά μόνο διαδοχικά παίγνια. Ένα παράδειγμα αποτελεί το σκάκι. Ωστόσο τα περισσότερα παίγνια που μελετούνται έχουν ατελή πληροφόρηση. Στην περίπτωση αυτή, ο παίκτης που καλείται να αποφασίσει δε γνωρίζει τι έχει συμβεί στα προηγούμενα σημεία του παιχνιδιού και έτσι καλείται να πάρει μια μοναδική απόφαση, ανεξάρτητα από το τι έχει συμβεί προηγουμένως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Στρατηγικές

3.1 Γενικά

Στον περίπλοκο χώρο της λήψης αποφάσεων και της διαδραστικής ανάλυσης αποφάσεων, η θεωρία παιγνίων αναδύεται ως ένα ισχυρό πλαίσιο που φωτίζει τη δυναμική των στρατηγικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ ορθολογικών παραγόντων. Στον πυρήνα της, η θεωρία παιγνίων είναι ένας κλάδος που διερευνά τις στρατηγικές επιλογές που γίνονται από άτομα ή οντότητες όταν τα αποτελέσματά τους εξαρτώνται όχι μόνο από τις δικές τους ενέργειες αλλά και από τις ενέργειες άλλων. Αυτή η θεμελιώδης έννοια της αλληλεξάρτησης θέτει τις βάσεις για την κατανόηση της πολυπλοκότητας και των αποχρώσεων της στρατηγικής συμπεριφοράς σε διάφορα πλαίσια.

Αυτό το κεφάλαιο εμβαθύνει στη θεμελιώδη έννοια της στρατηγικής στο πλαίσιο της θεωρίας παιγνίων. Η στρατηγική, με τη θεωρητική έννοια του παιγνίου, περιλαμβάνει τις σκόπιμες επιλογές που γίνονται από τους παίκτες για την επίτευξη των στόχων τους σε

ένα περιβάλλον όπου τα αποτελέσματα εξαρτώνται από τις αποφάσεις των άλλων. Η κατανόηση του ορθολογισμού πίσω από αυτές τις επιλογές και η πρόβλεψη των πιθανών αποτελεσμάτων τέτοιων αλληλεπιδράσεων αποτελούν το θεμέλιο της θεωρητικής ανάλυσης παιγνίων.

Στη θεωρία παιγνίων, διαφορετικοί παίκτες υιοθετούν διαφορετικούς τύπους στρατηγικών με βάση το αποτέλεσμα, το οποίο προκύπτει με την υιοθέτηση της στρατηγικής. Για παράδειγμα, ο παίκτης μπορεί να υιοθετήσει μία στρατηγική κάθε φορά καθώς του παρέχει το μέγιστο αποτέλεσμα. Εκτός από αυτό, ένας παίκτης μπορεί επίσης να υιοθετήσει μια στρατηγική που του παρέχει την ελάχιστη απώλεια. Ως εκ τούτου, με βάση το αποτέλεσμα, οι στρατηγικές της θεωρίας παιγνίων ταξινομούνται ως καθαρές και μικτές στρατηγικές, κυρίαρχες και κυριαρχούμενες στρατηγικές, στρατηγική ελάχιστης μέγιστης έντασης και στρατηγική μέγιστου.

3.2 Αμιγής και Μεικτή Στρατηγική (Pure and Mixed Strategies)

Μια καθαρή στρατηγική παρέχει έναν πλήρη ορισμό του πώς ένας παίκτης θα παίξει ένα παιχνίδι. Η καθαρή στρατηγική μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μοναδικό συγκεκριμένο σχέδιο που υπόκειται στις παρατηρήσεις που κάνουν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Συγκεκριμένα, καθορίζει την κίνηση που θα κάνει ένας παίκτης για οποιαδήποτε κατάσταση μπορεί να αντιμετωπίσει. Το σύνολο στρατηγικής ενός παίκτη είναι το σύνολο των καθαρών στρατηγικών που είναι διαθέσιμες σε αυτόν τον παίκτη.

Στη θεωρία παιγνίων, μια μικτή στρατηγική είναι μια στρατηγική όπου ένας παίκτης τυχαιοποιεί δύο ή περισσότερες καθαρές στρατηγικές με συγκεκριμένες πιθανότητες. Σε αντίθεση με μια καθαρή στρατηγική, η οποία περιλαμβάνει την επιλογή μιας μεμονωμένης δράσης με βεβαιότητα, μια μικτή στρατηγική περιλαμβάνει μια πιθανολογική επιλογή έναντι ενός συνόλου καθαρών στρατηγικών. Οι παίκτες μπορούν να χρησιμοποιούν μικτές στρατηγικές όταν αντιμετωπίζουν αβεβαιότητα ή όταν προσπαθούν να δημιουργήσουν απρόβλεπτο για να αποκτήσουν πλεονέκτημα.

3.3 Κυρίαρχες και Κυριαρχούμενες Στρατηγικές (Dominant and Dominated Strategies)

Μια κυρίαρχη στρατηγική για έναν παίκτη είναι αυτή που του εξασφαλίζει το υψηλότερο κέρδος, ανεξάρτητα από τη στρατηγική των άλλων παικτών. Όταν ένας παίκτης έχει μια κυρίαρχη στρατηγική, αυτό σημαίνει ότι αυτή είναι η βέλτιστη του επιλογή, ανεξάρτητα από τις επιλογές των άλλων.

Από την άλλη πλευρά, μια κυριαρχούμενη στρατηγική για έναν παίκτη είναι αυτή που του εξασφαλίζει το χαμηλότερο κέρδος, ανεξάρτητα από τις στρατηγικές των άλλων παικτών. Όταν μια στρατηγική είναι κυριαρχούμενη, ο παίκτης θα προτιμούσε να μην τη χρησιμοποιεί, ανεξάρτητα από τις επιλογές των άλλων.

Ένα παράδειγμα μπορεί να καταστήσει πιο σαφείς αυτές τις έννοιες:

Παράδειγμα: Κυρίαρχη Στρατηγική στο Παιχνίδι των Τιμών

Έστω ότι δύο εταιρείες, A και B, ανταγωνίζονται στη ρύθμιση των τιμών των προϊόντων τους. Έχουμε τον πίνακα αποδόσεων όπου τα νούμερα αντιπροσωπεύουν τα κέρδη των εταιρειών.

		A	
		Διατήρηση Τιμής	Αύξηση Τιμής
B	Διατήρηση Τιμής	5, 5	0, 8
	Αύξηση Τιμής	8, 0	2, 2

Στην περίπτωση της A, ανεξάρτητα από την επιλογή της B, η εταιρεία A έχει πάντα καλύτερη απόδοση κρατώντας την τιμή σταθερή. Άρα, η κράτηση τιμής είναι η κυρίαρχη

στρατηγική για την A. Αντίστοιχα, η διατήρηση τιμής είναι και η κυρίαρχη στρατηγική για τη B. Σε αυτό το παράδειγμα, καμία εταιρεία δεν έχει κυριαρχούμενη στρατηγική, καθώς δεν υπάρχει στρατηγική που να προσφέρει πάντα χαμηλότερο κέρδος.

3.4 Τρόποι Επίλυσης Παιγνίων

3.4.1 Minimax

Η στρατηγική minimax, μια θεμελιώδης ιδέα στη θεωρία παιγνίων, χρησιμοποιείται σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος πολλών παικτών καλύπτοντας τόσο τις περιπτώσεις όπου οι παίκτες κάνουν εναλλακτικές κινήσεις όσο και εκείνες όπου κάνουν ταυτόχρονες κινήσεις για τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας. Περιλαμβάνει μια συστηματική εξερεύνηση του δέντρου αποφάσεων, όπου οι παίκτες εναλλάσσονται μεταξύ της μεγιστοποίησης των πιθανών κερδών τους και της ελαχιστοποίησης των πιθανών απωλειών. Σε κάθε κόμβο απόφασης, εκχωρείται μια βαθμολογία με βάση το αποτέλεσμα του παιγνίου και αυτές οι βαθμολογίες διαδίδονται προς τα πάνω μέσω του δέντρου. Ο παίκτης επιδιώκει να κάνει κινήσεις που μεγιστοποιούν την απόδοση του, προβλέποντας τις βέλτιστες αποκρίσεις του άλλου παίκτη, ο οποίος, με τη σειρά του, προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τα πιθανά κέρδη του πρώτου. Αυτή η στρατηγική στοχεύει στον καθορισμό των βέλτιστων επιλογών για κάθε παίκτη ενόψει των πιο αντίξων συνθηκών.

Ο επίσημος ορισμός του είναι :

$$v_i = \max_{a_i} \min_{a_{-i}} v_i(a_i, a_{-i})$$

Όπου:

- i είναι ο δείκτης του παίκτη
- $-i$ υποδηλώνει όλους τους άλλους παίκτες εκτός από τον παίκτη i
- a_i είναι η ενέργεια που κάνει ο παίκτης i

- a_i υποδηλώνει τις ενέργειες που γίνονται από όλους τους άλλους παίκτες
- v_i υποδηλώνει την αξία του παίκτη i

Ας εξετάσουμε ένα επιχειρηματικό σενάριο που περιλαμβάνει δύο ανταγωνιστικές εταιρείες, την A και τη B, που αποφασίζουν για τις διαφημιστικές τους στρατηγικές για την κυκλοφορία ενός νέου προϊόντος. Κάθε επιχείρηση έχει δύο επιλογές: να επενδύσει σε μεγάλο βαθμό στο μάρκετινγκ (High Investment) ή να υιοθετήσει μια πιο συντηρητική προσέγγιση (Low Investment). Η απόδοση αντιπροσωπεύεται από το αναμενόμενο ποσοστό μεριδίου αγοράς, με στόχο τη μεγιστοποίηση του μεριδίου αγοράς.

		A	
		High Investment	Low Investment
B	High Investment	5, 5	2, 8
	Low Investment	8, 2	4, 4

Παίκτης A (Maximizer) - Επιλέγει διαφημιστική επένδυση: αποφασίζει αν θα κάνει Υψηλή ή Χαμηλή Επένδυση στη διαφήμιση.

Παίκτης B (Minimizer) - Απαντά με διαφημιστική επένδυση: Ο παίκτης B, παρατηρώντας την απόφαση του A, επιλέγει αν θα κάνει Υψηλή ή Χαμηλή Επένδυση.

Οι αριθμοί στον πίνακα αντιπροσωπεύουν τα αναμενόμενα ποσοστά μεριδίου αγοράς για κάθε συνδυασμό στρατηγικών.

Σε αυτό το σενάριο, και οι δύο εταιρείες θέλουν να μεγιστοποιήσουν το μερίδιο αγοράς τους. Ο παίκτης A θέλει να επιλέξει τη στρατηγική που έχει ως αποτέλεσμα το υψηλότερο μερίδιο αγοράς, ενώ ο παίκτης B στοχεύει να ελαχιστοποιήσει το μερίδιο αγοράς που αποκτά ο Παίκτης A. Η στρατηγική minimax βοηθά κάθε εταιρεία να λάβει αποφάσεις λαμβάνοντας υπόψη τα χειρότερα περιπτώση από την πλευρά του αντιπάλου, οδηγώντας τελικά σε στρατηγική ισορροπία στις διαφημιστικές τους επενδύσεις.

3.4.2 Maximin

Η Maximin είναι μια στρατηγική λήψης αποφάσεων στη θεωρία παιγνίων που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του κινδύνου και της αβεβαιότητας. Σε αντίθεση με την minimax, η οποία είναι συγκεκριμένη για παιχνίδια μηδενικού αθροίσματος, η maximin είναι μια γενικότερη προσέγγιση που εφαρμόζεται σε διάφορα σενάρια λήψης αποφάσεων. Η στρατηγική maximin περιλαμβάνει την επιλογή της λύσης που μεγιστοποιεί το ελάχιστο δυνατό αποτέλεσμα, δίνοντας έμφαση στην αποστροφή του κινδύνου και στην εστίαση στην προστασία από τις πιο δυσμενείς καταστάσεις. Στο πλαίσιο της θεωρίας παιγνίων, ένας παίκτης που χρησιμοποιεί τη στρατηγική maximin στοχεύει να εξασφαλίσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, δεδομένου του χειρότερου σεναρίου, δίνοντας προτεραιότητα στη σταθερότητα και τον μετριασμό του κινδύνου έναντι των πιθανών κερδών. Αυτή η προσέγγιση παρέχει μια συντηρητική προοπτική, διασφαλίζοντας ότι οι αποφάσεις λαμβάνονται με ιδιαίτερη προσοχή για την ελαχιστοποίηση των πιθανών απωλειών, καθιστώντας την ιδιαίτερα σημαντική σε καταστάσεις όπου η αβεβαιότητα και η αποφυγή κινδύνου είναι πρωταρχικής σημασίας.

Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό με ένα παράδειγμα δύο εταιρειών που προσπαθούν να λανσάρουν ένα νέο προϊόν στην αγορά. Θα χρησιμοποιήσουμε τον πίνακα πληρωμών που δίνεται παρακάτω για να κατανοήσουμε ξεκάθαρα την κατάσταση.

		A	
		No new Product	New Product
B	No new Product	7 , 7	6 , 9
	New Product	9 , 6	4 , 4

Τόσο η εταιρεία A όσο και η εταιρεία B θα έχουν στόχο να αποκομίσουν μέγιστο κέρδος, αλλά για να αγωνιστούν στην αγορά θα θέλουν επίσης να αναλάβουν το λιγότερο ρίσκο και να είναι σε μια ασφαλέστερη και πιο σταθερή πλευρά. Και οι δύο εταιρείες ενδέχεται

να έχουν κέρδος 7 ή 6 εάν δεν λανσάρουν νέα προϊόντα. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να έχουν κέρδος 9 ή 4 εάν αποφασίσουν να λανσάρουν ένα νέο προϊόν.

Τώρα, αντί να εστιάζει στα μέγιστα κέρδη, η Εταιρεία A θα επικεντρωθεί στα ελάχιστα κέρδη της και στις δύο περιπτώσεις. Τα ελάχιστα κέρδη του A είναι 6 για κανένα νέο προϊόν που δεν κυκλοφόρησε και 4 για ένα νέο προϊόν που κυκλοφόρησε. Σύμφωνα με τη στρατηγική Maximin, θα μεγιστοποιήσουν το ελάχιστο κέρδος τους για να ακολουθήσουν μια λιγότερο επικίνδυνη προσέγγιση.

Η εταιρεία B που έχει παρόμοια κέρδη σε κάθε περίπτωση θα ακολουθήσει επίσης την λιγότερο επικίνδυνη προσέγγιση και δεν θα κυκλοφορήσει νέα προϊόντα. Για τον πίνακα που δίνεται αυτή είναι η καταλληλότερη απόφαση και για τις δύο εταιρείες. Παρόλο που θα μπορούσαν να είχαν αποκτήσει υψηλότερα κέρδη από την κυκλοφορία ενός νέου προϊόντος, ο παράγοντας κινδύνου θα ήταν υψηλότερος δεδομένου του χαμηλότερου ελάχιστου κέρδους.

3.4.3 Ισορροπία κατά Nash

Ο John Nash ανήκει στους βασικούς θεμελιωτές της θεωρίας παιγνίων και εισήγαγε την έννοια της ισορροπίας, η οποία έχει ευρεία εφαρμογή σε πολλούς κλάδους της σύγχρονης επιστήμης. Γεννήθηκε το 1928 στη Δυτική Βιρτζίνια και, παρότι ενδιαφερόταν αρχικά για τα μαθηματικά, επέλεξε να γίνει ηλεκτρολόγος μηχανικός όπως ο πατέρας του. Ωστόσο, επέστρεψε στα μαθηματικά κατά τη διάρκεια σπουδών του στο Πανεπιστήμιο του Pittsburgh.

Ήδη από νεαρή ηλικία, ενώ βρισκόταν στο Πανεπιστήμιο Princeton το 1948, ξεχώριζε στη θεωρία παιγνίων και είχε ασχοληθεί με προβλήματα συμφωνιών, όπου παίκτες μοιράζονται κοινά συμφέροντα. Ο καθηγητής R. L. Duffin τον περιέγραψε ως "ιδιοφυΐα". Η σημαντικότερη του εργασία ήταν αυτή που ασχολήθηκε με την ισορροπία στη θεωρία παιγνίων και οδήγησε στη δημιουργία του όρου "Ισορροπία του Nash". Δημοσίευσε την ιδέα αυτή σε ηλικία 21 ετών, και το άρθρο του δημοσιεύτηκε το 1950 με τίτλο "Σημεία

Ισορροπίας σε Παιχνίδια n-Παικτών". Η προσέγγιση του Nash για τη θεωρία παιγνίων, αν και δεν είχε αρχικά ευρεία αποδοχή, τον οδήγησε στη βράβευση με το Νόμπελ Οικονομίας το 1994. Η ανάπτυξη της θεωρίας παιγνίων σε διάφορους τομείς οφείλεται στην ανακάλυψή του.

Η ισορροπία κατά Nash λοιπόν, είναι μια θεμελιώδης έννοια στη θεωρία παιγνίων που εισήγαγε ο μαθηματικός και βραβευμένος με Νόμπελ Τζον Νας, αντιπροσωπεύει μια κατάσταση στρατηγικής ισορροπίας στην οποία κάθε παίκτης, έχοντας επίγνωση των επιλεγμένων στρατηγικών των άλλων, δεν βρίσκει κίνητρο να αποκλίνει μονομερώς από τη δική του στρατηγική. Είναι μια κεντρική ιδέα για την κατανόηση και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων στις στρατηγικές αλληλεπιδράσεις, που κυμαίνονται από τις οικονομικές αγορές και τον επιχειρηματικό ανταγωνισμό έως τα κοινωνικά και πολιτικά σενάρια. Σε μια ισορροπία Nash, η στρατηγική κάθε παίκτη θεωρείται βέλτιστη, δεδομένων των στρατηγικών που έχουν επιλεγεί από άλλους, αντανακλώντας μια κατάσταση αμοιβαίας συνέπειας στη λήψη αποφάσεων. Αυτή η έννοια ισορροπίας έχει ευρείες εφαρμογές, παρέχοντας γνώσεις σχετικά με τη δυναμική της ανταγωνιστικής και συνεργατικής συμπεριφοράς μεταξύ των ορθολογιστών λήψης αποφάσεων, διαμορφώνοντας τελικά τη στρατηγική σκέψη και ανάλυση.

Η ισορροπία κατά Nash χρησιμοποιείται για να αναλυθούν οι επιπτώσεις των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ατόμων που χρησιμοποιούν διάφορες στρατηγικές κατά τη λήψη αποφάσεων. Αποτελεί έναν τρόπο να προβλεφθεί το αποτέλεσμα όταν άτομα με διαφορετικούς στόχους και πεποιθήσεις λαμβάνουν αποφάσεις ταυτόχρονα, ενώ οι αποφάσεις ενός ατόμου εξαρτώνται από τις αποφάσεις των άλλων. Σύμφωνα με την ιδέα του Nash, δεν είναι δυνατόν να προβλέψουμε τα αποτελέσματα των ενεργειών των ατόμων που αλληλοεπιδρούν αν τις αναλύσουμε απομονωμένα, αλλά μόνο αν τις εξετάσουμε συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τις ενέργειες των υπολοίπων που τις επηρεάζουν.

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι διερευνάτε μια κατάσταση στην οποία εμπλέκονται δύο εταιρείες, η A και η B, που αποφασίζουν αν θα επενδύσουν στην Έρευνα και Ανάπτυξη (E&A) για να αναπτύξουν μια νέα τεχνολογία.

Παίκτες: Εταιρεία A και Εταιρεία B

Στρατηγικές: Επένδυση σε E&A ή Όχι επένδυση σε E&A

Αποδόσεις: Οι αποδόσεις αντιπροσωπεύουν τα αναμενόμενα κέρδη.

		B	
		Επένδυση σε R&D	Όχι Επένδυση σε R&D
A	Επένδυση σε R&D	5 , 5	0 , 2
	Όχι Επένδυση σε R&D	2 , 0	1 , 1

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται πώς εάν και οι δύο εταιρείες επενδύουν σε E&A (κελί πάνω-αριστερά), επωφελούνται και οι δύο σε μεγάλο βαθμό (5 μονάδες κέρδους η καθεμία). Εάν η μία επιχείρηση επενδύει και η άλλη όχι (π.χ., η A επενδύει, η B όχι - πάνω δεξιά κελί), η επενδυτική εταιρεία λαμβάνει ένα μέτριο όφελος, ενώ η μη επενδυτική επιχείρηση κερδίζει ένα μικρό όφελος. Εάν καμία εταιρεία δεν επενδύει (κάτω δεξιά κελί), και οι δύο έχουν ένα μέτριο όφελος.

Η ισορροπία Nash σε αυτό το σενάριο συμβαίνει όταν καμία επιχείρηση δεν έχει κίνητρο να αλλάξει μονομερώς τη στρατηγική της, δεδομένης της στρατηγικής που έχει επιλέξει η άλλη. Σε αυτήν την περίπτωση, είναι (A δεν επενδύει σε R&D, B επενδύει σε R&D).

Και οι δύο εταιρείες θα είχαν χαμηλότερες αποδόσεις εάν άλλαζαν μονομερώς τη στρατηγική τους. Η εταιρεία A θα έπαιρνε 1 αντί για 2 αν επένδυε και η εταιρεία B θα έπαιρνε 1 αντί για 5 αν δεν επένδυε.

Η έννοια της ισορροπίας Nash βοηθά στην κατανόηση των σταθερών αποτελεσμάτων σε τέτοιες στρατηγικές αλληλεπιδράσεις.

Ένα από τα παράδοξα της ισορροπίας Nash που μπορεί να θεωρηθεί και σαν αδυναμία της είναι ότι σε κάποια παίγνια οι παίκτες έχουν μεγαλύτερο όφελος αν δεν διαλέξουν την ισορροπία Nash και διαλέξουν άλλη στρατηγική. Ενώ η ισορροπία Nash δίνει την ελκυστικότερη λύση για όλους τους παίκτες, οδηγώντας στο σημείο ισορροπίας, εντούτοις υπάρχουν κάποια διάσημα παίγνια που είναι εξαίρεση στον κανόνα.

ΚΕΦΑΛΙΟ 4 : Βασικά Παίγνια

4.1 Το Δίλημμα του Φυλακισμένου (Prisoner's Dilemma)

Το «Δίλημμα του Φυλακισμένου» («Prisoner's Dilemma») είναι ίσως το πιο γνωστό κι ευρέως χρησιμοποιούμενο παίγνιο στρατηγικής στην ιστορία της θεωρίας παιγνίων. Το συγκεκριμένο παίγνιο επινοήθηκε και αναπτύχθηκε από τους Αμερικανούς μαθηματικούς Melvin Dresher και Merrill Flood το 1950, ενώ χρησιμοποιήθηκε ως παράδειγμα στον ερευνητικό οργανισμό RAND (Research And Development Corporation). Στην πορεία, ο Καναδός μαθηματικός Albert W. Tucker ανέπτυξε μία ιστορία, βάσει της οποίας βασίστηκε όλη του η μελέτη, με αποτέλεσμα να δώσει στο παίγνιο το όνομα Δίλημμα του Φυλακισμένου, με το οποίο είναι γνωστό έως σήμερα. Το συγκεκριμένο παίγνιο μελετά την ισορροπία μεταξύ συνεργασίας και ανταγωνισμού και αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τη στρατηγική λήψης αποφάσεων. Το ενδιαφέρον που παρουσιάζει ένα παίγνιο τέτοιας μορφής είναι ότι, αν και στην περίπτωση της αμοιβαίας συνεργασίας οι παίκτες έχουν μεγαλύτερα οφέλη, η βέλτιστη επιλογή ατομικά είναι η μη συνεργασία.

Το Δίλημμα του φυλακισμένου έκανε γνωστή τη θεωρία Παιγνίων σε όλες τις κοινωνικές επιστήμες, απασχόλησε πλήθος μελετητών και γράφτηκαν πολλά σχετικά βιβλία. Το

συγκεκριμένο παίγνιο δείχνει πώς δύο εντελώς ορθολογικά άτομα μπορεί να μη συνεργάζονται, ακόμη κι αν φαίνεται ότι είναι προς συμφέρον τους να το κάνουν. Περιλαμβάνει δύο παίκτες, δύο κρατούμενους, εκ των οποίων ο καθένας έχει δύο στρατηγικές, τη Συνεργασία (Σ) και την Προδοσία (Π). Το σκεπτικό είναι κατά πόσον οι δύο κρατούμενοι, οι οποίοι ανακρίνονται ξεχωριστά, θα ομολογήσουν (Π) και κατά πόσο θα αρνηθούν τη συμμετοχή τους στην κατηγορία (Σ). Επίσης, υπάρχει η περίπτωση ο ένας από τους δύο κρατούμενους να ομολογήσει κι ο άλλος όχι.

Αναλυτικότερα, υποθέτουμε ότι δύο συνεργοί σε ένα έγκλημα συλλαμβάνονται από την αστυνομία, ως ύποπτοι και κρατούνται σε ξεχωριστά κελιά. Ωστόσο, η αστυνομία κατέχει αρκετά αποδεικτικά στοιχεία για να καταδικαστούν κι οι δύο για ένα μικρό αδίκημα, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά αποδεικτικά στοιχεία για να καταδικάσουν κάποιον από τους δύο για το μεγαλύτερο έγκλημα, εκτός εάν ένας από αυτούς ομολογήσει εναντίον του άλλου. Χωρίς τη δυνατότητα επικοινωνίας, τους δίνεται η ευκαιρία είτε να συνεργαστούν μεταξύ τους, είτε να προδώσουν ο ένας τον άλλον. Συγκεκριμένα, έχουν τις ακόλουθες επιλογές:

- Εάν κανένας κρατούμενος δεν παραδεχθεί το έγκλημα, τότε θα χρεωθούν και οι δύο το μικρό αδίκημα, εκτίοντας ποινή φυλάκισης ενός έτους.
- Εάν ένας από τους δύο ομολογήσει, ενώ ο άλλος κρατούμενος δεν το κάνει, τότε θα αφεθεί ελεύθερος και η κατάθεσή του θα χρησιμοποιηθεί εναντίον του άλλου κρατουμένου για το έγκλημα, ο οποίος θα εκτίσει ποινή φυλάκισης δέκα ετών.
- Εάν ο ένας καταθέσει εναντίον του άλλου, τότε στέλνονται κι οι δύο στη φυλακή, αλλά ο καθένας θα εκτίσει πενταετή ποινή φυλάκισης.

Αυτή η κατάσταση έχει τη μορφή ενός στρατηγικού παιγνίου, με παίκτες τους δύο υπόπτους (Παίκτης 1 και Παίκτης 2) και με πιθανές στρατηγικές κινήσεις την προδοσία ή τη συνεργασία. Στο επόμενο σχήμα αποτυπώνεται ο πίνακας ανταμοιβών δύο παικτών που συμμετέχουν σε αυτό το παίγνιο.

Η λύση (1, 1) αντιστοιχεί σε αμοιβαία συνεργασία (Σ, Σ) των δυο παικτών, δηλαδή κανένας δεν παραδέχεται τη διάπραξη τους εγκλήματος, ενώ η λύση (5, 5) αντιστοιχεί σε αμοιβαία προδοσία (Π, Π), δηλαδή και οι δύο καταδίδουν ο ένας τον άλλο. Το δίλημμα έγκειται στο ότι ενώ η αμοιβαία συνεργασία αποδίδει μεγαλύτερο όφελος από την αμοιβαία προδοσία, δεν αποτελεί ορθολογικό «βέλτιστο» αποτέλεσμα.

Ο «Ορθολογισμός» θα μπορούσε να ερμηνευθεί με το να κοιτάει ο καθένας το συμφέρον του, δηλαδή είτε το μέγιστο όφελος είτε τη μικρότερη ζημία του θεωρώντας ότι κι ο άλλος κρατούμενος θα κάνει το ίδιο. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, ο κάθε παίκτης, ας πούμε Παίκτης 1 και Παίκτης 2, έχει τις πιο κάτω επιλογές υπό μορφή σκεπτικού.

		2	
		Π	Σ
1	Π	5, 5	0, 10
	Σ	10, 0	1, 1

Η σκέψη του Παίκτη 1 θα είναι η εξής:

«Εάν ο Παίκτης 2 με καταδώσει τότε τι θα συμβεί; Στην περίπτωση που δεν τον καταδώσω, τότε εμπίπτω στον 1ο κανόνα από αυτούς που μας έθεσαν και θα φυλακιστώ για 10 χρόνια, ενώ αν τον καταδώσω εμπίπτουμε και οι δύο στον 30 κανόνα και θα φυλακιστώ για 5. Με συμφέρει λοιπόν να τον καταδώσω.».

Και συνεχίζει:

«Εάν ο Παίκτης 2 δε με καταδώσει τότε τι θα συμβεί; Στην περίπτωση που τον καταδώσω τότε εμπίπτω στον 1ο κανόνα και θα απελευθερωθώ, ενώ αν δεν τον καταδώσω εμπίπτουμε και οι δύο στον δεύτερο κανόνα και θα φυλακιστούμε και οι δυο για 1 χρόνο. Πάλι με συμφέρει να τον καταδώσω.»

Με αυτές τι λογικές σκέψεις του ο Παίκτης 1 ως homo economicus που ενδιαφέρεται πάντα για το μεγαλύτερο για αυτόν όφελος (σε αντίθεση με τον reciprocans που κίνητρο του αποτελεί το κοινό όφελος με το περιβάλλον του)' αποφασίζει να καταδώσει τον Παίκτη 2 διότι τον συμφέρει και στις δύο περιπτώσεις.

Ωστόσο και για τον Παίκτη 2 ισχύουν οι ίδιοι κανόνες με συνέπεια να καταδώσει και αυτός τον Παίκτη 1. Προβλέπουμε λοιπόν ότι, από αυτή τη διαδικασία και οι δύο ορθολογικοί άνθρωποι που προτάσσουν το άμεσο ατομικό τους συμφέρον θα τιμωρηθούν με 5 χρόνια ο καθένας. Αν συνυπολόγιζαν και το όφελος του συγκατηγορούμένου τους ως δικό τους όφελος τότε θα έβγαζαν το συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο όφελος πρέπει να λογίζεται ως συνολικό και αυτό είναι τα 2 χρόνια φυλάκισης (από ένα ο καθένας), σε σχέση με τα 10 χρόνια (10 ο ένας και 0 ο άλλος) αλλά και τα 10 χρόνια (από 5 ο καθένας). Συνεπώς, εάν και οι δύο ήταν homo reciprocans, τότε η στρατηγική συνεργασίας τους θα ήταν να μην καταδώσει ο ένας τον άλλο και να λάβουν ποινή από 1 χρόνο ο καθένας. Αυτή η θεώρηση καταδεικνύει ότι η συνεργασία με τις αμοιβαία επωφελείς στρατηγικές είναι πολλές φορές πιο δόκιμη από την επιδίωξη για άμεσο ατομικό όφελος (1 χρόνος ποινή αντί 5 χρόνια).

Πρέπει να πούμε ότι σε αυτό το παράδειγμα, όπως και σε κάθε κατάσταση (παιγνίο) της θεωρίας παιγνίων, υποθέτουμε ότι οι εμπλεκόμενοι (οι παίκτες) είναι απόλυτα λογικοί και έχουν ως αποκλειστικό γνώμονα τη μεγιστοποίηση του κέρδους ή την ελαχιστοποίηση του κόστους (όπως σε αυτή την περίπτωση). Θα περίμενε ίσως κάποιος ότι δύο λογικοί άνθρωποι θα επέλεγαν το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα που θα συνέφερε και τους δύο περισσότερο από αυτό που τελικά κατάφεραν, δηλαδή, να κρατήσουν και οι δύο τη σιωπή τους και να πάνε στη φυλακή με μια ποινή μόνο ενός έτους. Πώς κατέληξαν λοιπόν εδώ τα πράγματα; Η απάντηση βρίσκεται στην εμπιστοσύνη που δείχνει ο ένας στην απόφαση του άλλου η οποία καθορίζει τις τελικές τους αποφάσεις. Το παραπάνω παράδειγμα καταδεικνύει ότι το «κοινό συμφέρον» δεν είναι πάντα η επιλογή απόλυτα λογικά σκεπτόμενων ατόμων και πολλές φορές απόλυτα λογικές επιλογές μπορούν να οδηγήσουν σε ζημία όλους τους εμπλεκόμενους.

Οι θεωρητικοί του παιγνίου έχουν προσπαθήσει να αντιμετωπίσουν την Προφανή «αναποτελεσματικότητα» του αποτελέσματος του παιγνίου αυτού. Για παράδειγμα, το παίγνιο αλλάζει ριζικά εάν παιχτεί περισσότερες από μία φορές. Σε τέτοια επαναλαμβανόμενα παίγνια μπορούν να δημιουργηθούν μορφές συνεργασίας ως ορθολογική συμπεριφορά, όταν ο φόβος της τιμωρίας των παικτών στο μέλλον αντισταθμίζει το κέρδος τους από τη λύση της προδοσίας τους σήμερα. Ανάμεσα στους επιστήμονες που μελέτησαν το Δίλημμα του Φυλακισμένου ήταν οι John Nash και Robert Axelrod. Στα τέλη της δεκαετίας του '70 ο Axelrod προσπάθησε να αναλύσει το πρόβλημα όταν αυτό πραγματοποιείται σε επανάληψη («Επαναλαμβανόμενο Δίλημμα του Φυλακισμένου»), καθώς έτσι γίνεται πιο περίπλοκο, χωρίς να είναι πλέον σαφές ποια είναι η καλύτερη στρατηγική. Ως εκ τούτου, οργάνωσε ένα πρωτάθλημα όπου κάλεσε θεωρητικούς των παιγνίων να διαγωνιστούν για έναν καθορισμένο αριθμό γύρων- οι επιθετικές στρατηγικές φαίνεται να είχαν μικρότερη απόδοση έναντι των πιο αλτρουιστικών. Νικητής αναδείχτηκε ο Anatol Rapoport, Αμερικανός μαθηματικός και Ψυχολόγος, ο οποίος δημιούργησε τον πιο απλό αλγόριθμο (εντάσσεται στους ενετικούς αλγορίθμους), γνωστό ως «Μία μου και μία σου» («Tit for Tab»). Στη συγκεκριμένη στρατηγική, κάθε παίκτης ξεκινάει με συνεργασία, ως κίνηση καλής θέλησης και στη συνέχεια μιμείται τη στρατηγική που ακολούθησε ο αντίπαλος του στον προηγούμενο γύρο.

Το 2013 δημοσιεύτηκε στο Journal of Economic Behavior & Organization ένα άρθρο των Andreas Lange και Menusch Khadjavi από το Πανεπιστήμιο του Αμβούργου, στο οποίο περιγράφουν τη διεξαγωγή του συγκεκριμένου παιγνίου με σκοπό την ανάλυση των διάφορων συμπεριφορών μεταξύ δυο ομάδων. Η μια ομάδα αποτελούταν από κρατούμενες στις γυναικείες φυλακές της Κάτω Σαξονίας στη Γερμανία, ενώ η άλλη ομάδα αποτελούταν από φοιτήτριες. Στην πρώτη ομάδα προσφέρονταν καφές και τσιγάρα, ενώ στη δεύτερη ομάδα προσφέρονταν χρήματα. Οι ερευνητές διαπίστωσαν, πως μόνο το 37% των φοιτητριών συνεργάστηκαν, ενώ οι κρατούμενες συνεργάστηκαν σε ποσοστό 55%. Με βάση τα ζευγάρια, μόνο το 13% των φοιτητών κατάφερε να πάρει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα και τη συνεργασία, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των κρατουμένων

ήταν 30%. Η μελέτη διέψευσε όσους υπέθεταν πως οι κρατούμενες ζώντας σε ένα δυσμενές περιβάλλον θα ομολογούσαν σε μεγαλύτερο ποσοστό από τις φοιτήτριες, αποδεικνύοντας ότι δεν είναι αναξιόπιστες και καιροσκόποι όπως όριζε το αντίστοιχο στερεότυπο.

Το Δίλημμα του Φυλακισμένου αγγίζει πολλές φάσεις της κοινωνικής και οικονομικής ζωής και περιγράφει πολλές αλληλεπιδράσεις. Μεταφέροντας το παράδειγμα στην καθημερινή ζωή, μπορούμε να εξάγουμε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για πράγματα που φαίνονται λογικό να γίνουν αλλά τελικά επιλέγεται κάτι διαφορετικό που οδηγεί σε χειρότερα αποτελέσματα. Βρίσκει εφαρμογή εξίσου στην πολιτική, την κοινωνιολογία, την πληροφορική, την εθνολογία και την εξελικτική βιολογία.

Ας υποθέσουμε, π.χ., λογική επιδίωξη των κυβερνήσεων δυο γειτονικών (Χώρα Α και χώρα Β) είναι η ευημερία των πολιτών με δαπάνες εστιασμένες σύστημα υγείας, την εκπαίδευση, την ανάπτυξη, κλπ. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα και οι δυο χώρες να επωφελούνται, το οποίο με βάση την ανάλυση του Σχήματος 7.1. αντιστοιχεί σε αμοιβαία συνεργασία (Σ, Σ). Στην περίπτωση που η Χώρα Α εξοπλίζεται στρατιωτικά, ενώ η Χώρα Β επενδύει στην ευημερία των πολιτών της, εάν η Χώρα Α επιτεθεί στη Χώρα Β, η δεύτερη θα χάσει τα πάντα αφού θα είναι εντελώς απροετοίμαστη. Αυτή η περίπτωση, με βάση την ανάλυση του Σχήματος 7.1., αντιστοιχεί σε (Π, Σ) ή (Σ, Π) αν το ρόλο της χώρας Α έχει η Χώρα Β. Αν επενδύσουν και οι δυο στην ειρήνη κερδίζουν και οι δυο. Αν όμως είναι γνωστό πως η Χώρα Α ακολουθεί επιθετική πολιτική, τότε και η Χώρα Β θα πρέπει να εξοπλίζεται και αυτή και προφανώς η χειρότερη περίπτωση είναι να ακολουθούν και οι δυο επιθετική πολιτική. Αυτή η περίπτωση με βάση την ανάλυση του Σχήματος 7.1. αντιστοιχεί σε αμοιβαία προδοσία (Π Π).

Φυσικά, παρόλο που ο ορισμός των στρατηγικών και η ποσοτικοποίηση του οφέλους γίνονται ως ένα βαθμό αυθαίρετα από τον μελετητή, το Δίλημμα του Φυλακισμένου είναι ένα ευρέως αποδεκτό μοντέλο για πληθώρα συμπεριφορών. Στη φύση έχει χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη μελέτη της συμπεριφοράς Ψαριών, πουλιών, νυχτερίδων, ακόμα και ιών. Όσον αφορά στη μελέτη κοινωνικών φαινομένων, χρησιμοποιείται στην οικονομία (π.χ. στον ανταγωνισμό τιμών μεταξύ δύο

μονοπωλίων), στην κοινωνιολογία, στην πολιτική οικονομία, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ακόμα και στον αθλητισμό (π.χ. doping).

Έχει παρατηρηθεί ότι, συχνά η μορφή του παιγνίου Δίλημμα του Φυλακισμένου είναι πιο γενικευμένη (μη συμμετρικό παίγνιο, περισσότεροι παίκτες, επαναλαμβανόμενο, κ.λπ.), ενώ σε πολλές από τις παραπάνω περιπτώσεις παρατηρείται και συνεργατική συμπεριφορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής του συγκεκριμένου παιγνίου αποτελεί η πανδημία κορονοϊού Covid-19 που εκδηλώθηκε στις αρχές του 2020 και εξαπλώθηκε ταχύτατα σε όλη την υφήλιο. Τα κράτη αναγκάστηκαν να λειτουργήσουν με τη λογική του συγκεκριμένου παιγνίου και συγκεκριμένα, παγκοσμίως, οι κρατικοί μηχανισμοί λειτούργησαν αναζητώντας τη βέλτιστη δυνατή έκβαση, χωρίς να γνωρίζουν τη στρατηγική που θα ακολουθούσαν τα υπόλοιπα κράτη, Στην πλειοψηφία των χωρών επιβλήθηκε απαγόρευση της κυκλοφορίας και κατ' οικον. περιορισμός, ενώ υπήρξαν και κράτη που κινήθηκαν σε ρυθμούς κανονικότητας (π.χ. Σουηδία). Φαίνεται να μοιάζει με την κατάσταση του παιγνίου που παραπάνω αναλύσαμε η οποία απαιτεί εμπιστοσύνη μεταξύ των παικτών - κρατών, ώστε να υπάρξει συνεργασία για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Με βάση τη θεωρία παιγνίων, η ισορροπία και η καλύτερη έκβαση με τις -ει δυνατόν- λιγότερες απώλειες επέρχεται όταν τα κράτη συνεργάζονται μέσω του περιορισμού, κερδίζοντας χρόνο για να αναπτύξουν την καλύτερη στρατηγική στην αντιμετώπιση κινδύνου.

4.2 Η Μάχη των Φύλων (Battle of the Sexes)

Η «Μάχη των Φύλων» («Battle of the Sexes») είναι ένα συνεργατικό Παιγνιο που παραπέμπει στις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών Και εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1950. Είναι ευρέως γνωστό και ως «Μπαχ ή Στραβίνσκι» («Bach or Stravinsky») και περιλαμβάνει δύο παίκτες, τον Παίκτη 1 και τον Παίκτη 2. Το πολύ γνωστό παράδειγμα αυτού του παιγνίου αφορά σε ένα ζευγάρι, έναν άντρα και μία γυναίκα, οι οποίοι προσπαθούν να αποφασίσουν πώς θα περάσουν τη μέρα τους. Ο άντρας προτιμά να δουν ταινία, ενώ η γυναίκα προτιμά να πάνε σε παράσταση όπερας. Και οι δύο προτιμούν να

κάνουν κάτι μαζί, παρά να χωριστούν και να κάνει ο καθένας μόνος του αυτό που επιθυμεί. Ωστόσο, δεν μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και πρέπει να αποφασίσουν σε ποιο μέρος να πάνε.

Όπως το Δίλημμα του Φυλακισμένου, το συγκεκριμένο παίγνιο μοντελοποιεί μία μεγάλη ποικιλία καταστάσεων, ωστόσο εμφανίζει και μια σημαντική διαφορά. Στο Παίγνιο του Διλήμματος του Φυλακισμένου, οι παίκτες αντιμετώπιζαν το δίλημμα εάν τελικά πρέπει να εμπιστευτούν τον «συνεργάτη» τους για να επιτύχουν όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα (δηλαδή λιγότερα χρόνια φυλάκισης) ή εάν τελικά πρέπει να αποφασίσουν να μη συνεργαστούν καθόλου. Στο συγκεκριμένο παίγνιο οι παίκτες γνωρίζουν και συμφωνούν ότι πρέπει να συνεργαστούν μεταξύ τους για να έχουν όφελος, ωστόσο διαφωνούν στο ποιος συνδυασμός ενεργειών είναι ο καλύτερος.

Στο συγκεκριμένο παίγνιο, όπως αναφέραμε και παραπάνω, επικρατεί μία κατάσταση κατά την οποία το ζευγάρι δε θέλει να περάσει τη μέρα του χώρια. Οπότε πρέπει να συνεργαστεί, παρόλο που δεν έχει κοινές προτιμήσεις. Σε αυτή την περίπτωση, είναι καλό ο παίκτης να γνωρίζει τη στρατηγική που πρόκειται να εφαρμόσει ο αντίπαλός του, με σκοπό το κοινό συμφέρον και το μέγιστο όφελος. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο παίγνιο οι παίκτες μπορεί να μην ακολουθούν μία κυρίαρχη στρατηγική. Ο άντρας πιθανόν να πιστεύει, ότι η γυναίκα θα επιλέξει την όπερα, με αποτέλεσμα να την επιλέξει. Αντίστοιχα, η γυναίκα μπορεί να πιστεύει ότι ο άντρας θα επιλέξει την ταινία, και επομένως να επιλέξει κι εκείνη την ταινία. Στα παίγνια αυτού του είδους διακρίνεται μία στρατηγική αβεβαιότητας (strategic uncertainty) λόγω έλλειψης συντονισμού και για αυτό το λόγο ανήκουν στην κατηγορία των παιγνίων συντονισμού (coordination games).

Επιπροσθέτως, σε αυτό το παίγνιο υπάρχει το πλεονέκτημα της πρώτης κίνησης, που σημαίνει ότι έχει σημαντικό ρόλο το ποιος παίζει πρώτος, ανακοινώνοντας την απόφασή του στον άλλον. Για παράδειγμα, εάν η γυναίκα έχει αγοράσει νωρίτερα τα εισιτήρια για την όπερα, είναι πιθανό ο άντρας να επιλέξει να πάνε στην όπερα εξ αρχής, παρόλο που προτιμά την ταινία. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται δέσμευση ως προς την τελική απόφαση του ζευγαριού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο πρώτος παίκτης έχει και το

μεγαλύτερο πλεονέκτημα, καθώς ο δεύτερος θα διαλέξει αυτό που επέλεξε ο πρώτος, προκειμένου να μη χωριστούν. Επομένως, στην περίπτωση που ο άντρας επιλέξει πρώτος να δουν ταινία και η γυναίκα τον ακολουθήσει, αυτό λειτουργεί εις βάρος της αρχικής της επιλογής.

Η Μάχη των Φύλων έχει δύο ισορροπίες, μία στην οποία και οι δύο παίκτες αποφασίζουν να δουν όπερα (O) και μία στην οποία και οι δύο παίκτες αποφασίζουν να δουν ταινία (T). Συνεπώς, οι δύο ισορροπίες Nash αντιστοιχούν σε (O O) και (T, T). Εάν κάποιος επιλέξει την όπερα (O), τότε το βέλτιστο αποτέλεσμα είναι να επιλέξουν και οι δύο την όπερα (O, O). Εάν κάποιος επιλέξει την ταινία (T), τότε το βέλτιστο αποτέλεσμα είναι να επιλέξουν να δουν και οι δύο ταινία (T, T). Αν κι οι δύο επιλέξουν την όπερα, η γυναίκα έχει όφελος 2 μονάδες και ο άντρας 1 μονάδα, ενώ αν επιλέξουν ταινία, ο άντρας έχει όφελος 2 μονάδες και η γυναίκα 1 μονάδα. Σε αυτές τις δύο στρατηγικές, κανένας δεν έχει κέρδος εάν αποκλίνει και επιλέξει κάτι άλλο.

Το ανωτέρω παίγνιο, ως παίγνιο συντονισμού, βρίσκει εφαρμογή και σε άλλους τομείς εκτός των διαπροσωπικών σχέσεων, όπως στον επιχειρηματικό τομέα με τα βιομηχανικά πρότυπα.

		2	
		T	O
1	T	2, 1	0, 0
	O	0, 0	1, 2

4.3 Το παίγνιο Γεράκι-Περιστέρι (Hawk-Dove Game)

Το Παίγνιο «Γεράκι - Περιστέρι» («Hawk - Dove Game») αποτελεί ένα σύγκρουσης μεταξύ δύο παικτών, οι οποίοι «μάχονται» για να ίδιο πόρο. Η πρώτη παρουσίαση μιας εκδοχής του συγκεκριμένου παιχνιδιού στο πεδίο της βιολογίας, πραγματοποιήθηκε το 1973 από τους John Maynard Smith και George Price σε ένα άρθρο τους στο περιοδικό

Nature με τίτλο «The logic of animal conflict». Η υπόθεση του συγκεκριμένου παιγνίου αναφέρεται σε δύο παίκτες, κάθε ένας από τους οποίους μπορεί να συμπεριφερθεί είτε σαν γεράκι, είτε σαν περιστέρι. Τα γεράκια είναι επιθετικά και είναι πρόθυμα να παλέψουν για την τροφή τους, ενώ τα περιστέρια είναι γαλήνια από τη φύση τους και προτιμούν να μην παλεύουν. Το παίγνιο αυτό χαρακτηρίζει τόσο τη ζωική όσο και την ανθρώπινη συμπεριφορά.

Συνεπώς, το συγκεκριμένο παίγνιο εξετάζει μια κατάσταση κατά την οποία οι παίκτες ανταγωνίζονται για έναν κοινό πόρο (π.χ. φαγητό), ενώ πρέπει να επιλέξουν μεταξύ συμβιβασμού και σύγκρουσης. Εάν και οι δύο παίκτες επιλέξουν τη στρατηγική του Γερακιού (Γ) τότε παλεύουν (συγκρούονται) και χάνουν και οι δύο τον κοινό πόρο. Εάν ένας παίκτης επιλέξει να δράσει ως Γεράκι, τότε εκείνος νικά τον παίκτη με τη στρατηγική του Περιστεριού (Π). Εάν και οι δύο παίκτες λειτουργούν ως Περιστερία, υπάρχει ισοπαλία και κάθε παίκτης έχει χαμηλότερη απόδοση από το όφελος ενός γερακιού που νικάει ένα περιστέρι.

Όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα, η λύση (2,2) αντιστοιχεί σε αμοιβαίο συμβιβασμό (Π, Π) των δυο παικτών, ενώ η λύση (0,0) αντιστοιχεί σε σύγκρουση (Γ, Γ). Στην περίπτωση που και οι δύο παίκτες επιλέγουν να υιοθετήσουν την επιθετική συμπεριφορά του γερακιού, τότε κανένας δεν καταφέρνει να αποσπάσει τον κοινό πόρο και είναι και οι δύο ηττημένοι. Συνεπώς ως αποτέλεσμα προκύπτει η λύση (0, 0). Εάν επιλέξουν την ειρηνική συμπεριφορά του περιστεριού θα μοιραστούν τον κοινό πόρο (π.χ. τροφή), με κέρδος χαμηλότερο από αυτό που θα είχαν αν κάποιος ακολουθούσε την επιθετική συμπεριφορά. Οπότε προκύπτει η λύση (2, 2). Κάθε παίκτης προτιμά να δράσει ως γεράκι αν γνωρίζει ότι ο αντίπαλος λειτουργεί ως περιστέρι. Οι δύο ισορροπίες Nash κύπτουν όταν ο ένας παίκτης συμπεριφέρεται ως γεράκι και ο άλλος ως περιστέρι (Γ, Π) και (Π, Γ). Αυτό σημαίνει ότι και οι δύο επωφελούνται όταν φεύγουν τη σύγκρουση. Συμπερασματικά, η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται όταν κάθε παίκτης ενεργεί αντίθετα του αντιπάλου του.

		2	
		Γ	Π
1	Γ	0, 0	3, 1
	Π	1, 3	2, 2

Σε σύγκριση με προηγούμενα παίγνια που αναλύθηκαν, το παίγνιο Γεράκι περιστερί έχει την ίδια δομή με το Δίλημμα του Φυλακισμένου στο ότι αν και οι δύο παίκτες συνεργαστούν (π.χ. και οι δύο ακολουθήσουν τη στρατηγική Περιστερί) και οι δύο κερδίζουν κάτι, αν και υπάρχει ένα ισχυρό κίνητρο για να δράσουν επιθετικά, δηλαδή να ακολουθήσει κάποιος τη στρατηγική Γεράκι. Ωστόσο, σε αυτό το παίγνιο, κάποιος κάνει την υπόθεση ότι ένας παίκτης είναι πρόθυμος να συνεργαστεί, έστω και αν ο άλλος δεν το κάνει, και ότι η αμοιβαία εγκατάλειψη, δηλαδή το αποτέλεσμα (Γ, Γ), είναι επιζήμια και για τους δύο παίκτες.

Παραλλαγές και γενικεύσεις του παιγνίου αυτού βοηθάνε στην κατανόηση της εξέλιξης των πληθυσμών. Ειδικότερα, το συγκεκριμένο παίγνιο βρίσκει εφαρμογή τόσο στην καθημερινότητα, όσο και στη βιολογία, ως μέρος της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων. Θεωρείται στη γενικευμένη του μορφή ως ένα από Τα πιο αντιπροσωπευτικά παίγνια της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων. Παραδοσιακά η ιστορία της εξέλιξης περιγράφεται ως την κυριαρχία του ισχυρότερου μέσα από τον άγριο ανταγωνισμό επιβίωσης. Στη φύση πέρα από τον άκρατο ανταγωνισμό, υπάρχει αλληλοβοήθεια, υποχώρηση ακόμα και αλτρουισμός. Το Περιστερί του παραπάνω παραδείγματος δεν έχει λιγότερο αποδοτική στρατηγική από το γεράκι. Ο αλτρουισμός τόσο από μαθηματικής πλευράς όσο και εκ Του αποτελέσματος δουλεύει. Μάλιστα προσφέρει τη μέγιστη απόδοση όταν υιοθετείται από όλους. Το μόνο πρόβλημα είναι η σταθερότητα, καθώς και ένα μόνο γεράκι μπορεί να την αναταράξει, μία και μόνο επιθετική συμπεριφορά μπορεί να εξαναγκάσει τον πληθυσμό σε επιθετικότητα. Αυτή η επιθετική προσβολή σε ένα αλτρουιστικό σύστημα, φέρνει την εξελικτική θεωρία παιγνίων στη μελέτη για τον καρκίνο. Άλλωστε αυτό είναι

τελικά το αντικείμενο μελέτης της Ογκολογίας, λίγα εγωκεντρικά γεράκια ανάμεσα σε φιλειρηνικά περιστέρια.

Είναι ένα παίγνιο που συμμετέχουν πολλοί παίκτες με διαφορετικές στρατηγικές, ενίοτε αντικρουόμενες. Γιατί ακόμα και τα καρκινικά κύτταρα μπορούν να είναι «αλτρουιστικά» μεταξύ τους, καθώς υπάρχουν ενδείξεις επικοινωνίας και αλληλοδιάθεσης ουσιών.

Ήταν μοιραίο, μία από τις πρώτες εφαρμογές της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων στην καρκινική ανάπτυξη να αφορά στον καρκίνο του παγκρέατος, την αιτία θανάτου του Von Neumann (κατά πολλούς θεωρούμενο «πατέρα» της Θεωρίας Παιγνίων). Επρόκειτο για μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ελβετία από τους Marco Archetti, Daniela A. Ferraro και Gerhard Christofori το 2015, στην οποία αναδείχτηκε ότι μερικά καρκινικά κύτταρα δεν παράγουν δικούς τους αυξητικούς παράγοντες, αλλά χρησιμοποιούν αυτούς που παράγονται από τα γειτονικά κύτταρα. Ως εκ τούτου πλεονεκτούν στον αγώνα της κυτταρικής αναπαραγωγής, καθώς δεν έχουν καταβάλει το (ενεργειακό) τίμημα της δημιουργίας των παραγόντων αυτών.

Από τα παραπάνω καταδεικνύεται αφενός το πόσο στοχαστική μπορεί να είναι η μελέτη της συμπεριφοράς στη φύση (δεδομένου ότι δεν υπάρχει εύλογος προγραμματισμός παρά μόνο η φυσική επιλογή) αφετέρου η αποδοτικότητα (εύθραυστη όμως σε μεγάλο βαθμό) των συστημάτων αλληλεγγύης.

4.4 Το Παίγνιο Δειλίας (Chicken Game)

Το «Παίγνιο Δειλίας» ή «Παίγνιο του Κοτόπουλου» («Chicken Game») είναι ένα πολύ γνωστό παίγνιο στη στρατηγική λήψης αποφάσεων, το οποίο χρησιμοποιείται ως υπόδειγμα καταστάσεων ισχυρού ανταγωνισμού μεταξύ δύο παικτών. Κάθε παίκτης προσπαθεί ουσιαστικά να αποφύγει την υποταγή στον αντίπαλο. Ενδεχόμενη όμως άρνηση αμφοτέρων να υποχωρήσουν, οδηγεί στο χειρότερο δυνατό αποτέλεσμα και για τους δύο, το οποίο είναι σημαντικά χειρότερο συγκριτικά με τα υπόλοιπα ζεύγη στρατηγικών.

Το ενδιαφέρον σε αυτό το παίγνιο είναι ότι, ενώ οι δύο παίκτες έχουν κίνητρο να αποκλίνουν από την αμοιβαία αποδεκτή λύση, όπως ακριβώς συμβαίνει και στο Δίλημμα του Φυλακισμένου, παρόλο που το κόστος της απόκλισης από τα σημεία ισορροπίας κατά Nash φαίνεται απαγορευτικό για να αναλάβουν τον κίνδυνο οι δύο πλευρές, εκείνοι δεν υποχωρούν μέχρι τέλους. Πράγματι, αν κανένας από τους δύο ισχυρούς ανταγωνιστές δεν υποχωρήσει, αυτό θα οδηγήσει σε αποτέλεσμα καταστροφικό και για τους δύο παίκτες. Το παίγνιο αυτό θυμίζει παιχνίδι θάρρους ή δειλίας. Στην Αμερική έγινε γνωστό από τη δεκαετία του 1950, ενώ έμεινε στην ιστορία με την ταινία «Επαναστάτης χωρίς αιτία» («Rebel Without a Cause, 1955»). Σε αυτό το παίγνιο, δύο οδηγοί κατευθύνονται με υψηλή ταχύτητα από αντίθετες κατευθύνσεις ο ένας πάνω στον άλλο ή προς έναν γκρεμό. Αυτός που αλλάζει πρώτος την πορεία του αυτοκινήτου του για να μην υπάρξει σύγκρουση ή να μην πέσει από τον γκρεμό, ακολουθεί τη στρατηγική της Δειλίας Συνεπώς, αυτός που στρίβει πρώτος είναι αυτός που χάνει, και ο παίκτης που παραμένει περισσότερη ώρα στην πορεία κερδίζει. Αν κανένας παίκτης δεν υποχωρήσει, τότε και τα δύο αυτοκίνητα συγκρούονται ή πέφτουν από τον γκρεμό.

Το Παίγνιο Δειλίας αποτελεί ένα ακόμα παίγνιο συντονισμού χωρίς στρατηγική βεβαιότητα. Υπάρχουν δύο ισορροπίες Nash» αλλά κάθε παίκτης προτιμά ένα διαφορετικό αποτέλεσμα ισορροπίας, Ένα από τα αποτελέσματα μη ισορροπίας, όμως, αποδεικνύεται καταστροφικό και για τους δύο παίκτες. Ωστόσο, είναι δύσκολο να προβλεφθεί πώς οι παίκτες θα συντονίσουν τις επιλογές στρατηγικής τους, καθώς στα παίγνια σύγκρουσης υπάρχει πιθανότητα οι παίκτες να προσπαθήσουν να δημιουργήσουν αμφιβολίες στο μυαλό του αντιπάλου τους, επιλέγοντας μικτές στρατηγικές.

Μαθηματικά, το Παίγνιο Δειλίας και το Παίγνιο Γεράκι— Περιστερί είναι παρόμοια, Τα διαφορετικά ονόματα προέρχονται από την παράλληλη ανάπτυξη των ίδιων βασικών αρχών σε διαφορετικούς ερευνητικούς τομείς. Το Παίγνιο Δειλίας είναι πιο διαδεδομένο στις πολιτικές και οικονομικές επιστήμες ενώ το Παίγνιο Γεράκι — Περιστερί χρησιμοποιείται συχνότερα στη βιολογία και στην εξελικτική θεωρία παιγνίων. Βάσει των στρατηγικών του Παιγνίου Γεράκι- Περιστερί, με εφαρμογή του στο Παίγνιο Δειλίας, στο

τελευταίο κάθε παίκτης έχει δύο στρατηγικές επιλογές. Αποφασίζει είτε να συνεχίσει να οδηγεί προς τον άλλο (στρατηγική Γεράκι), είτε να αποκλίνει από την πορεία του (στρατηγική Περιστέρι). Λίγο πριν φτάσουν ο ένας στον άλλο επιλέγουν μεταξύ της Διατήρησης της Πορείας (ΔΠ) και της Στροφής του Αυτοκινήτου (ΣΑ). Αν κι οι δύο στρίψουν, σώζονται και είναι εξίσου ικανοποιημένοι. Εάν στρίψει μόνο ένας, τότε αποδεικνύεται ότι ακολουθεί τη στρατηγική της δειλίας, ενώ ο άλλος κερδίζει ως ο τολμηρότερος και δυνατότερος. Εάν κι οι δύο διατηρήσουν την πορεία τους, συντρίβονται με καταστροφικά αποτελέσματα. Το πώς θα κινηθούν εξαρτάται εξολοκλήρου από το τι πιστεύει ο ένας πως θα πράξει ο άλλος. Αν ο Παίκτης 1 πιστεύει πως ο Παίκτης 2 είναι πιο γενναίος από αυτόν, τότε θα προτιμήσει να αλλάξει πορεία. Αντίθετα, αν πιστεύει πως ο ίδιος είναι πιο γενναίος, τότε θα διατηρήσει την πορεία του. Το καλύτερο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί όταν κάθε παίκτης πράττει το αντίθετο του αντιπάλου του.

Όπως και στο παίγνιο Γεράκι - Περιστέρι, η λύση (2, 2) αντιστοιχεί σε αμοιβαία υποχώρηση (ΣΑ) των δυο παικτών, ενώ η λύση (0, 0) αντιστοιχεί σε αμοιβαία καταστροφή (ΔΠ) όταν κανείς δεν αλλάζει- πορεία. Συνεπώς, οι δύο ισορροπίες Nash αντιστοιχούν σε (ΔΠ, ΣΑ) και (ΣΑΡ ΛΠ), με λύσεις (3, 1) και (1, 3) αντίστοιχα. Αν ο Παίκτης 1 πεισθεί πως ο Παίκτης 2 θα συνεχίσει να οδηγεί, η καλύτερη λύση είναι να αλλάξει πορεία και το αντίστροφο. Η αμέσως επόμε^{νη} καλύτερη επιλογή είναι να δειλιάσουν κι οι δύο και να αλλάξουν την πορεία του αυτοκινήτου (ΣΑ, ΣΑ). Με αυτόν τον τρόπο, οι παίκτες έχουν κοινό συμφέρον να αποφύγουν την αμοιβαία καταστροφή. Τέλος, η χειρότερη δυνατή έκβαση είναι να επιλέξουν και οι δυο να συνεχίσουν την πορεία τους και να συγκρουστούν (ΔΠ, ΔΠ).

Το Παίγνιο Δειλίας είναι πιο διαδεδομένο στην πολιτική επιστήμη, τις διεθνείς σχέσεις και τα οικονομικά και δη σε θέματα επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις εργασιακής διαφωνίας, οι επιχειρήσεις απειλούνται με απεργίες και η διοίκηση είτε επιμένει στις θέσεις της, είτε ενδίδει στις απαιτήσεις των εργαζομένων. Το ίδιο ισχύει και για τους εργαζομένους, οι οποίοι είτε επιμένουν στις απαιτήσεις τους, είτε

υποχωρούν. Όταν καμία πλευρά δεν χωρεί, τότε πραγματοποιείται η απεργία. Η έκβαση αυτή είναι η χειρότερη και για τις δυο πλευρές.

		2	
		ΔΠ	ΣΑ
1	ΔΠ	0, 0	3, 1
	ΣΑ	1, 3	2, 2

4.5 Το κυνήγι του Ελαφιού (Stag Hunt)

Το «Κυνήγι του Ελαφιού» («Stag Hunt») αποτελεί ένα κλασσικό παίγνιο συντονισμού. Αλλά ονόματα που χρησιμοποιούνται για αυτό ή τις παραλλαγές του είναι : «Παίγνιο Συντονισμού» («Coordinate Game»), «Παίγνιο Αμοιβαίας Διαβεβαίωσης» («Assurance Game») και «Δίλημμα Εμπιστοσύνης» («Trust Dilemma»). Στο έργο του «A Discourse on Inequality», ο Γάλλος φιλόσοφος Jean-Jacques Rousseau περιέγραψε μία κατάσταση, κατά την οποία δύο άτομα αποφασίζουν αρχικά να πάνε για κυνήγι ελαφιού, αλλά όταν χωρίζοντας έχουν αμφότεροι την επιλογή να πιάσουν ένα λαγό για τον εαυτό τους. Στην πορεία, ο καθένας επιλέγει ξεχωριστά να κυνηγήσει είτε ένα ελάφι, είτε ένα λαγό. Κάθε παίκτης διαλέγει μία ενέργεια χωρίς να γνωρίζει την επιλογή του άλλου. Στην περίπτωση που ο ένας παίκτης κυνηγά ένα ελάφι, πρέπει να έχει τη βοήθεια του ετέρου παίκτη για να το επιτύχει, ενώ για να πιάσει ένα λαγό δε χρειάζεται καμία συνεργασία. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των κυνηγών διαμορφώνει το ακόλουθο παίγνιο.

Οι κυνηγοί συμβολίζουν τους δύο παίκτες, οι οποίοι έχουν δύο επιλογές. Μπορούν είτε να επικεντρωθούν στον αρχικό τους στόχο, είτε να μεταβάλλουν τη στρατηγική τους και να λειτουργήσουν σε ατομικό επίπεδο. Το σύνολο των ενεργειών κάθε παίκτη είναι το Κυνήγι Ελαφιού (ΚΕ) και το Κυνήγι Λαγού (ΚΛ). Δεδομένου ότι η αξία του ελαφιού είναι σαφώς μεγαλύτερη από εκείνη του λαγού και οι παίκτες είναι μόνο δύο, το μερίδιο τους

στο ελάφι προτιμάται από έναν ολόκληρο λαγό. Επομένως, το κυνήγι του ελαφιού συμφέρει και τους δύο παίκτες και είναι προτιμότερο από την κατάσταση κατά την οποία κι οι δύο πιάνουν το δικό τους λαγό.

Η αποτύπωση του παιγνίου φαίνεται παραπάνω μαζί με τα κέρδη των κυνηγών σε κάθε περίπτωση. Στο σημείο αυτό να τονισθεί ότι δεν υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές. Υπάρχουν 2 σημεία ισχυρής ισορροπίας Nash και συμβολίζονται με (ΚΕ, ΚΕ] και (ΚΛ, ΚΛ). Είναι αυτονόητο ότι οι δύο κυνηγοί προτιμούν το σημείο ΚΕ). Αυτό σημαίνει ότι οι ισορροπίες βρίσκονται είτε στην απόφαση να συνεργαστούν για το κοινό τους συμφέρον, κυνηγώντας ένα ελάφι (ΚΕ), είτε στην αμοιβαία εγκατάλειψη του αρχικού τους σχεδίου, πιάνοντας και οι δύο από ένα λαγό (ΚΛ). Η λύση (6, 6) αντιστοιχεί σε συνεργασία των ^{δύο} παικτών στο κυνήγι του ελαφιού και συμβάλλει σε ένα καλύτερο σημείο Ισορροπίας Nash [συνεργατική ισορροπία Nash (ΚΕ, ΚΕ)]. Αν ο κάθε κυνηγός ενεργήσει ατομικά, τότε το παίγνιο φτάνει στο σημείο ισορροπίας Nash) συνεργασίας (ΚΛ, ΚΛ) με εγγυημένα κέρδη (3, 3). Εάν ένας παίκτης πιάσει λαγό, έχει μία σίγουρη απόδοση ανεξάρτητα από την επιλογή του άλλου παίκτη. Συνακόλουθα, εάν μόνο ο ένας παίκτης κυνηγά λαγό, τότε ο άλλος δεν κερδίζει τίποτα και αντιστοιχεί στις λύσεις (3, 0) ή (0, 3).

Και οι δύο παίκτες θα ήθελαν να συντονιστούν για το καλύτερο αποτέλεσμα. Εντούτοις, αν ένας παίκτης έχει κάποια αμφιβολία για τη στρατηγική του άλλου, είναι πιθανό να αλλάξει την αρχική επιλογή του. Και συνεπώς η στρατηγική αβεβαιότητα να παρεμποδίσει, ενδεχομένως, την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης. Το ανωτέρω παίγνιο απαιτεί να υπάρχει τόσο συντονισμός, όσο και εμπιστοσύνη μεταξύ των παικτών.

Επομένως, είναι φανερό ότι η βέλτιστη απόδοση επέρχεται μόνο μέσω της συνεργασίας και των δύο μερών. Κατά συνέπεια, εάν το παίγνιο βρεθεί στο μη συνεργατικό σημείο ισορροπίας (ΚΛ, ΚΛ) είναι πολύ δύσκολο στη συνέχεια να μεταβεί στο σημείο της συνεργατικής ισορροπίας (ΚΕ, ΚΕ). Επίσης, εάν κάποιος από τους δύο κυνηγούς αλλάξει τη στρατηγική του από ΚΛ σε ΚΕ, το κέρδος του πέφτει στο 0.

Η διαφορά από το Δίλημμα του Φυλακισμένου είναι ότι στο Κυνήγι τοι.) Ελαφιού, εάν οι δύο κυνηγοί συνεργασθούν και βρεθούν στο βέλτιστο σημείο της ισορροπίας Nash (ΚΕ,

ΚΕ), κανείς τους δε θα αποπειραθεί να αλλάξει στρατηγική, σε αντίθεση με τους κρατούμενους που θα μπουν στον πειρασμό να προδώσουν. Ειδικότερα, στο Κυνήγι του Ελαφιού, εάν ο ένας παίκτης ξέρει ότι ο άλλος πρόκειται να συνεργαστεί, θα πρέπει κι ο πρώτος παίκτης να συνεργαστεί. Αντίθετα, στο Δίλημμα του Φυλακισμένου, εάν ο ένας παίκτης γνωρίζει ότι ο δεύτερος παίκτης πρόκειται να συνεργαστεί, θα πρέπει να συνεργαστεί (προδώσει).

Το Παίγνιο Κυνήγι του Ελαφιού είναι αρκετά χρήσιμο στην καθημερινότητα' κυρίως σε θέματα συνεργασιών μεταξύ κοινωνιών και κρατών. χρησιμοποιείται σε διεθνείς συμφωνίες που αφορούν σε φλέγοντα ζητήματα της εποχής όπως είναι η κλιματική αλλαγή και το μέλλον των επερχόμενων γενεών.

		2	
		ΚΕ	ΚΛ
1	ΚΕ	6, 6	0, 3
	ΚΛ	3, 0	3, 3

ΚΕΦΑΛΙΟ 5 Η θεωρία Παιγνίων στην Καθημερινότητα

Όπως έχουμε παρατηρήσει μέχρι τώρα και όπως θα δούμε και στο εξής, η θεωρία των παιγνίων έχει ευρεία εφαρμογή. Θα λέγαμε ότι σχεδόν όλοι οι τομείς σχετίζονται με αυτήν, καθώς έχει εφαρμογές στην οικονομία, τις επιχειρήσεις, την πληροφορική, τις τηλεπικοινωνίες, την πολιτική, την κοινωνιολογία, τη βιολογία και, φυσικά, στην καθημερινή ζωή. Η σύγχρονη μαθηματική θεωρία μπορεί να αναλύσει κάθε είδος παιχνιδιού, από τα επιτραπέζια παιχνίδια μέχρι τον ανταγωνισμό στην εργασία ή ακόμη και έναν πυρηνικό πόλεμο, και να προβλέψει τον τελικό νικητή.

Οι οικονομολόγοι χρησιμοποιούν εδώ και πολύ καιρό τη θεωρία των παιγνίων (με υποστήριξη από τα Νόμπελ Οικονομίας) για την ανάλυση διάφορων κλάδων, όπως η βιομηχανική οργάνωση, ο σχεδιασμός μηχανισμών (συμπεριλαμβανομένων των

δημοπρασιών), οι συμφωνίες, τα ολιγοπώλια, τα μονοπώλια, και πολλά άλλα. Οι έρευνες επικεντρώνονται στην ισορροπία στα παιχνίδια, κάτι που θα αναλύσουμε παρακάτω. Επιπλέον, επηρεάζει τη διεθνή διπλωματία και τις στρατηγικές πολέμου, ακόμη και όταν δεν είναι άμεσα εμφανές.

Επίσης, χρησιμοποιείται στην Πολιτική Οικονομία, ιδίως στη θεωρία της συλλογικής δράσης, όπου εξηγεί πιθανές συνεργασίες μεταξύ παικτών. Αυτό σχετίζεται άμεσα με τον ρόλο του κράτους και των θεσμών σε θέματα συνεργασίας. Για παράδειγμα, αναλύει την παροχή δημόσιων αγαθών και τη φορολογία. Στη βιολογία, η θεωρία των παιγνίων χρησιμοποιείται για να κατανοήσουμε φαινόμενα όπως η εξέλιξη και η σταθερότητα της αναλογίας 1 προς 1 στα φύλα. Τέλος, χρησιμοποιείται και για να εξηγήσει την επικοινωνία και την επιθετική συμπεριφορά στα ζώα.

Είναι προφανές ότι η θεωρία των παιγνίων έχει ατελείωτες εφαρμογές σε διάφορους τομείς, ακόμη και στην καθημερινή μας ζωή, καλύπτοντας από τα πιο πολύπλοκα μέχρι τα πιο απλά ζητήματα, όπως η αγορά ενός αυτοκινήτου, η επιλογή της τοποθεσίας για το βράδυ ή ακόμη και η επιλογή του ντυσίματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Μελέτη περίπτωσης

6.1 Γενικά

Αυτή η μελέτη εισάγει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την αντιμετώπιση των προκλήσεων βιώσιμης ανάπτυξης εντός του βιομηχανικού τομέα, αξιοποιώντας τις αρχές της μη συνεργατικής στατικής θεωρίας παιγνίων. Αν και η Θεωρία Παιγνίων έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στη λογική λήψη αποφάσεων σε διάφορους τομείς, δεν έχει μελετηθεί ευρέως σε έργα που εμπεριέχουν άμεσα τη συνολική έννοια της βιωσιμότητας ή πιθανή εφαρμογή της στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Στην παρούσα εργασία,

προτείνεται ένα υποθετικό πρόβλημα βιομηχανικής λήψης αποφάσεων, όπου μια χημική εταιρεία θέλει να εγκαταστήσει μια μονάδα οξικού οξέος σε μικρή πόλη στο κεντρικό Μεξικό. Η μη συνεργατική Θεωρία Παιγνίων χρησιμοποιείται την αναζήτηση μιας γενικής μεθοδολογίας για τη λήψη αποφάσεων που στοχεύουν στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Υπάρχουν τρεις παίκτες: η εταιρεία, η οποία επιδιώκει το οικονομικό της όφελος, η κυβέρνηση, η οποία επιδιώκει να κρατήσει την πλειοψηφία του κόσμου ικανοποιημένη και μια Μη Κυβερνητική Οργάνωση (ΜΚΟ), που επιδιώκει το καλύτερο για το περιβάλλον. Ακολουθώντας μια μεθοδολογία καθαρών στρατηγικών, καθορίστηκε μια ισορροπία Nash, η οποία δεν αποτελεί τη συλλογικά βέλτιστη λύση, αλλά την πιο ορθολογική.

6.2 Μεθοδολογία

Προσέγγιση βιώσιμης θεωρίας παιγνίων

Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης προτείνεται μια γενική μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων βιώσιμης λήψης αποφάσεων στον βιομηχανικό τομέα με τη χρήση της μη συνεργατικής θεωρίας στατικών παιγνίων. Η μεθοδολογία αποτελείται από τέσσερα βήματα. Η επιλογή των παικτών, η καθιέρωση στρατηγικών και ο καθορισμός των κερδών, διαμορφώνουν το παιχνίδι ενώ η ανάλυση του παιγνίου περιλαμβάνει τη μέθοδο επίλυσης.

6.2.2 Επιλογή παικτών

Δεδομένου ότι η βιωσιμότητα περιλαμβάνει τρεις κύριες διαστάσεις, περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική, τουλάχιστον ένας παίκτης για κάθε διάσταση πρέπει να επιλεγεί. Μια τέτοια προσέγγιση δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να επιλεγεί και παίκτης από διαφορετική διάσταση από τις κύριες (τεχνολογικές, θεσμικές, πολιτιστικές κ.λπ.). Είναι επίσης δυνατή η ύπαρξη περισσότερων του ενός παικτών από μια συγκεκριμένη διάσταση, εφόσον οι στόχοι τους διαφέρουν εν μέρει ή πλήρως. Οι παίκτες πρέπει να είναι λογικές και καθαρά ορθολογικές οντότητες που επιδιώκουν να βελτιστοποιήσουν

τους στόχους των ιδιαίτερων διαστάσεων τους. Κάθε ένα από αυτά πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της διάστασης της βιωσιμότητας, καθώς και να έχει σημαντική και μετρήσιμη επιρροή όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων στο πρόβλημα.

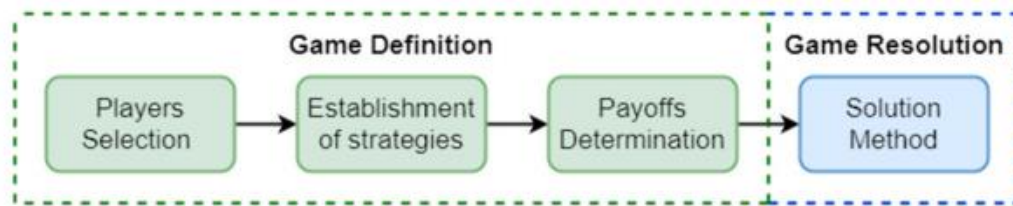
6.2.3 Καθορισμός συνόλου στρατηγικών

Μια στρατηγική μπορεί να κατανοηθεί ως οποιαδήποτε από τις επιλογές που ένας παίκτης επιλέγει σε ένα περιβάλλον όπου το αποτέλεσμα εξαρτάται όχι μόνο από τις δικές του ενέργειες αλλά και από τις ενέργειες των άλλων (Polak, 2020). Η στρατηγική ενός παίκτη θα καθορίσει τις ενέργειες που θα αναλάβει στο παιχνίδι. Για να καθοριστούν οι στρατηγικές κάθε παίκτη, πρέπει να προσδιοριστεί η εμβέλεια των ενεργειών τους και η επίδρασή τους στο πρόβλημα λήψης αποφάσεων. Με βάση αυτό, πρέπει να καθοριστούν λογικές και ορθολογικές ενέργειες. Οι παίκτες πρέπει να έχουν ένα σύνολο X_i με τουλάχιστον δύο δυνατές στρατηγικές x_i που τους επιτρέπουν να πλησιάσουν την επίτευξη των στόχων τους. Κάθε στρατηγική στο σύνολο πρέπει να περιγράφει πλήρως τον καθορισμένο τρόπο παιχνιδιού, ανεξάρτητα από το τι κάνουν οι άλλοι παίκτες ή τη διάρκεια του παιχνιδιού. Ο αριθμός των στρατηγικών μπορεί να ποικίλει μεταξύ των παικτών.

6.2.4 Καθορισμός Αποδόσεων

Κάθε παίκτης έχει ανεξάρτητες ανταμοιβές που μπορεί να ποικίλουν σε μονάδες ή μέγεθος από έναν παίκτη σε έναν άλλο. Παραδείγματα τέτοιων ανταμοιβών είναι, στην περιβαλλοντική διάσταση, ατμοσφαιρικές εκπομπές, εκμετάλλευση των πόρων ή οποιοδήποτε περιβαλλοντικό δείκτη. Για την κοινωνική διάσταση, οι ανταμοιβές μπορούν να είναι το ποσοστό συμμόρφωσης, οι δημιουργούμενες θέσεις εργασίας, η ισονομία ή δείκτης δικαιοσύνης. Τέλος, η οικονομική διάσταση μπορεί να εκφράζεται με ετήσια κέρδη, καθαρά κέρδη, απόδοση στην επένδυση, κλπ. Οι τιμές των ανταμοιβών εξαρτώνται από τις στρατηγικές των παικτών, έτσι, για κάθε πιθανό συνδυασμό μεταξύ

όλων των συγκεκριμένων στρατηγικών, κάθε παίκτης πρέπει να έχει μια ανταμοιβή. Μαθηματικές συναρτήσεις που εξαρτώνται από τις στρατηγικές μπορούν να καθοριστούν για τις ανταμοιβές, ιδίως εάν υπάρχουν συνεχείς στρατηγικές. Ωστόσο, αυτό σημαίνει ότι όλες οι στρατηγικές πρέπει να μετατραπούν σε αριθμητική μεταβλητή, ή να συσχετιστούν με μια, για να μπορούν να σχετίζονται με μια αριθμητική τιμή μιας ανταμοιβής. Από την άλλη πλευρά, κάθε ανταμοιβή μπορεί να καθοριστεί ατομικά, αν και αυτό θα μπορούσε να είναι περιοριστικό καθώς η ανάπτυξη του παιχνιδιού είναι εκθετική ανάλογα με τον αριθμό των παικτών και των στρατηγικών.



6.2.5 Μέθοδος Επίλυσης

Γενικά, οποιαδήποτε μέθοδος που φτάνει στην ισορροπία Nash μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση του παιχνιδιού μόλις αυτό οριστεί. Μια συνήθης διαδικασία είναι η χρήση ενός N-διάστατου πίνακα, όπου κάθε παίκτης είναι μια διάσταση με τόσα στοιχεία όσα και οι στρατηγικές που έχει.

Έτσι, τα κελιά του πίνακα αντιπροσωπεύουν όλα τα αποτελέσματα, όπου οι τιμές των ανταμοιβών τοποθετούνται στο αντίστοιχο κελί με σειρά και χωρίζονται με κόμματα. Ένα γενικό παιχνίδι τριών παικτών (Παίκτης 1, Παίκτης 2 και Παίκτης 3) παρουσιάζεται ως παράδειγμα στον πίνακα. Κάθε παίκτης i έχει ένα σύνολο δύο στρατηγικών $X_i = \{x_{iA}, x_{iB}\}$, και κάθε κελί είναι ένα πιθανό αποτέλεσμα $x = \{x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}\}$ με ένα σύνολο συσχετιζόμενων ανταμοιβών $\phi = \{\phi_1, \phi_2, \phi_3\}$.

Η ισορροπία Nash ενός παιχνιδιού μπορεί να προσδιοριστεί με την αναζήτηση της καλύτερης στρατηγικής κάθε παίκτη στις καλύτερες στρατηγικές των υπολοίπων. Αυτό μπορεί να γίνει με τη μέθοδο της κυρίαρχης στρατηγικής, η οποία σηματοδοτεί τη στρατηγική που δίνει την καλύτερη απόδοση για έναν παίκτη με σταθερές τις στρατηγικές των άλλων παικτών. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται για όλα τα πιθανά σενάρια x και y ξεχωριστά για κάθε παίκτη. Ως αποτέλεσμα, τα πλήρως σημειωμένα κελιά θα είναι μια ισορροπία Nash.

Ως επεξηγηματικό παράδειγμα, το παιχνίδι που παρουσιάζεται στον πίνακα 1 λύνεται από τον προαναφερθέντα αλγόριθμο. Ο πίνακας 2 δείχνει το παιχνίδι με αριθμητικές ανταμοιβές. Η πρώτη επανάληψη είναι για τον Παίκτη 1, έτσι οι στρατηγικές του Παίκτη 2 και Παίκτη 3 πρέπει να είναι σταθερές. Υπάρχουν 4 συνδυασμοί στρατηγικών του Παίκτη 2 και Παίκτη 3: $(x2A, x3A)$, $(x2A, x3B)$, $(x2B, x3A)$ και $(x2B, x3B)$. Εάν ο Παίκτης 2 επιλέξει $x2A$ (στήλες 1 και 3 του πίνακα) και ο Παίκτης 3 επιλέξει $x3A$ (στήλες 1 και 2), τότε ο Παίκτης 1 μπορεί να προστεθεί μόνο στις ανταμοιβές της στήλης 1 (η ένωση των στρατηγικών του Παίκτη 2 και Παίκτη 3 στον πίνακα). Σε αυτήν την περίπτωση, $x1A$ και $x1B$ δίνουν στον Παίκτη 1 ανταμοιβές 7 και 9 αντίστοιχα (το πρώτο στοιχείο κάθε κελιού). Για να μεγιστοποιήσει το κέρδος του, ο Παίκτης 1 πρέπει να επιλέξει το $x1B$. Επομένως, αυτή η τιμή πρέπει να σημειωθεί. Κάνοντας το ίδιο για όλους τους συνδυασμούς, τα πρώτα στοιχεία των κελιών $(2,1)$, $(1,2)$, $(2,3)$ και $(2,4)$ σημειώνονται στον πίνακα 2 με έντονα, πλάγια και υπογραμμισμένα.

		Player 3			
		x_{3A}		x_{3B}	
		Player 2		Player 2	
		x_{2A}	x_{2B}	x_{2A}	x_{2B}
Player 1	x_{1A}	$\varphi_1(x_{1A}, x_{2A}, x_{3A}),$ $\varphi_2(x_{1A}, x_{2A}, x_{3A}),$ $\varphi_3(x_{1A}, x_{2A}, x_{3A})$	$\varphi_1(x_{1A}, x_{2B}, x_{3A}),$ $\varphi_2(x_{1A}, x_{2B}, x_{3A}),$ $\varphi_3(x_{1A}, x_{2B}, x_{3A})$	$\varphi_1(x_{1B}, x_{2A}, x_{3A}),$ $\varphi_2(x_{1B}, x_{2A}, x_{3A}),$ $\varphi_3(x_{1B}, x_{2A}, x_{3A})$	$\varphi_1(x_{1B}, x_{2B}, x_{3A}),$ $\varphi_2(x_{1B}, x_{2B}, x_{3A}),$ $\varphi_3(x_{1B}, x_{2B}, x_{3A})$
	x_{1B}	$\varphi_1(x_{1A}, x_{2A}, x_{3B}),$ $\varphi_2(x_{1A}, x_{2A}, x_{3B}),$ $\varphi_3(x_{1A}, x_{2A}, x_{3B})$	$\varphi_1(x_{1A}, x_{2B}, x_{3B}),$ $\varphi_2(x_{1A}, x_{2B}, x_{3B}),$ $\varphi_3(x_{1A}, x_{2B}, x_{3B})$	$\varphi_1(x_{1B}, x_{2A}, x_{3B}),$ $\varphi_2(x_{1B}, x_{2A}, x_{3B}),$ $\varphi_3(x_{1B}, x_{2A}, x_{3B})$	$\varphi_1(x_{1B}, x_{2B}, x_{3B}),$ $\varphi_2(x_{1B}, x_{2B}, x_{3B}),$ $\varphi_3(x_{1B}, x_{2B}, x_{3B})$

Για τις επαναλήψεις του Παίκτη 2 και Παίκτη 3, πρέπει να επικεντρωθεί κανείς στο δεύτερο και το τρίτο στοιχείο των κελιών αντίστοιχα όταν επιλέγεται η καλύτερη ανταμοιβή. Όπως και με τον Παίκτη 1, αυτή η επιλογή πρέπει να γίνει για όλους τους συνδυασμούς των σταθερών στρατηγικών των άλλων. Η λύση του παιχνιδιού παρουσιάζεται στον πίνακα 3. Η Ισορροπία του Nash βρίσκεται εάν ένα κελί έχει όλα τα στοιχεία του σημειωμένα. Σε αυτό το παράδειγμα, η μοναδική Ισορροπία του Nash βρίσκεται στο κελί (2,4), δηλαδή, η ισορροπία παρουσιάζεται όταν ο Παίκτης 1, Παίκτης 2 και Παίκτης 3 επιλέγουν να παίξουν x_{1B} , x_{2B} και x_{3B} αντίστοιχα.

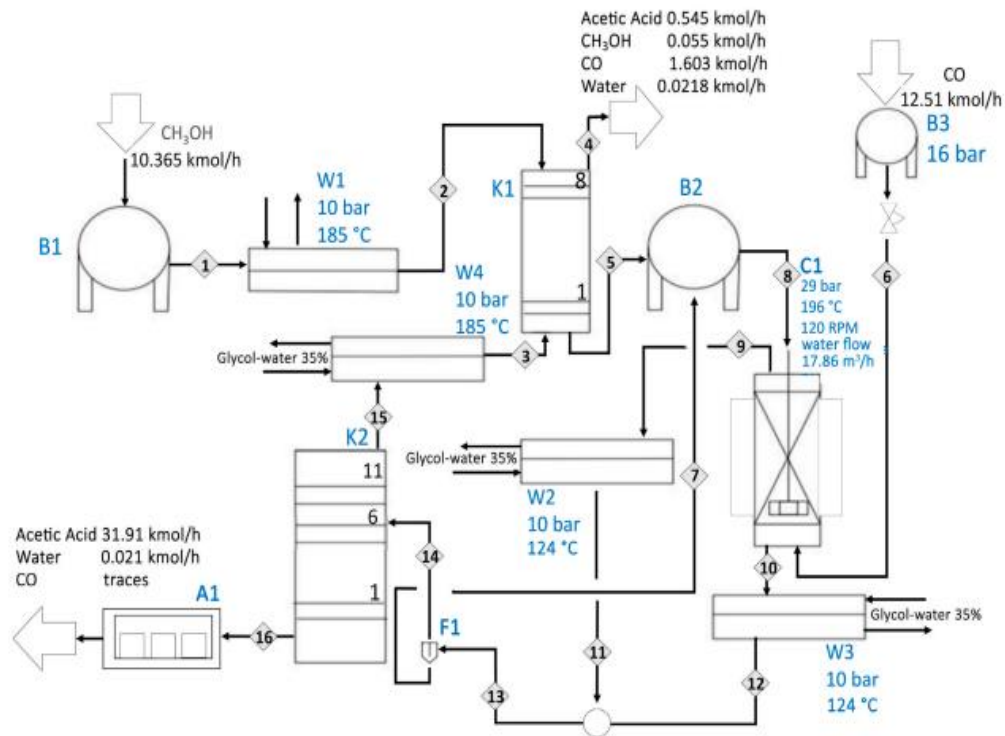
		Player 3			
		x_{3A}		x_{3B}	
		Player 2		Player 2	
		x_{2A}	x_{2B}	x_{2A}	x_{2B}
Player 1	x_{1A}	(7, 7, 7)	(<u>6</u> , 9, 3)	(3, 3, 9)	(0, 5, 5)
	x_{1B}	(<u>9</u> , 3, 3)	(5, 5, 0)	(<u>5</u> , 0, 5)	(<u>1</u> , 1, 1)

		Player 3			
		x_{3A}		x_{3B}	
		Player 2		Player 2	
		x_{2A}	x_{2B}	x_{2A}	x_{2B}
Player 1	x_{1A}	(7, 7, 7)	(<u>6</u> , <u>9</u> , 3)	(3, 3, <u>9</u>)	(0, <u>5</u> , <u>5</u>)
	x_{1B}	(<u>9</u> , 3, 3)	(5, <u>5</u> , 0)	(<u>5</u> , 0, <u>5</u>)	(<u>1</u> , <u>1</u> , <u>1</u>)

6.3 Μελέτη περίπτωσης εργοστασίου οξικού οξέος

Μια υποθετική χημική εταιρεία επιθυμεί να εγκαταστήσει μια νέα μονάδα παραγωγής παγοκρυσταλλικού οξικού οξέος (AcOH) με τη μέθοδο της καρβονυλοποίησης του μεθανόλης (MeOH) σε μια μικρή πόλη στο κεντρικό Μεξικό, όπου η φαινομενική κατανάλωση είναι πάνω από 250.000 τόνους ετησίως (SE, 2020). Η εταιρεία πρέπει να αποφασίσει εάν θα εγκαταστήσει μονάδα πλήρους δυναμικότητας (2000 τόνους/έτος) ή μια μικρή μονάδα στο 75% της δυναμικότητας. Επιπλέον, η εταιρεία πρέπει να αποφασίσει εάν είναι βολικό να επενδύσει σε εξοπλισμό που μειώνει εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO), λαμβάνοντας υπόψη ότι οι αναμενόμενες εκπομπές είναι πολύ κοντά στο όριο του μεξικανικού κανονισμού. Η διαδικασία λήψης αποφάσεων περιλαμβάνει πολλαπλούς εμπλεκόμενους, καθέναν με τα δικά του συμφέροντα και στρατηγικές.

Παρακάτω φαίνεται η διαδικασία επεξεργασίας του οξικού οξέος με κύριες πρώτες ύλες τη Μεθανόλη (MeOH) και το μονοξείδιο του άνθρακα.



Επιλέχθηκε μια τιμή 34 δολαρίων ανά δοχείο 20 λίτρων, που σημαίνει 1620 δολάρια ανά τόνο λαμβάνοντας υπόψη ότι η πυκνότητα του οξικού οξέος είναι 1,05 kg, που είναι μια μέση τιμή για την αγορά του Μεξικού. Έτσι, τα αναμενόμενα ετήσια έσοδα καθορίζονται από την εξίσωση

$$\text{Revenue} = 2000 \text{ tons / year} * 1620 \text{ \$ / ton} = \$ 3.24 \text{ million}$$

Για να γίνει πιο ακριβής οικονομική αξιολόγηση, όλα τα έξοδα που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία και την εγκατάσταση του εργοστασίου πρέπει να υπολογιστούν και να αφαιρεθούν από τα έσοδα για να βρεθεί το καθαρό κέρδος.

Τα ετήσια κόστη παραγωγής παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα . Οι δαπάνες υλικών αφορούν τα απαιτούμενα αντιδρώντα και το μείγμα προωθητή/καταλύτη. Οι δαπάνες για ηλεκτρισμό και νερό περιλαμβάνονται στα έξοδα υπηρεσιών. Για τα κόστη εργασίας,

λαμβάνεται υπόψη ο ακαθάριστος μισθός του προσωπικού που συμμετέχει άμεσα (τεχνικοί, μηχανικοί και διευθυντής παραγωγής) και έμμεσα (εργαστήριο, αποθήκη και συντήρηση). Επίσης, περιλαμβάνονται το κόστος συντήρησης καθώς και τα γενικά έξοδα. Το υπόλοιπο των λειτουργικών εξόδων παρουσιάζεται στον Πίνακα 6, περιλαμβάνοντας: τα διοικητικά έξοδα, τα έξοδα πώλησης και το κόστος χρηματοδότησης, που είναι η πληρωμή ενός τραπεζικού δανείου 1,12 εκατομμυρίων για 5 χρόνια.

Επιπλέον στο κόστος παραγωγής, διαχείρισης, πώλησης και χρηματοδότησης, λαμβάνονται υπόψη λοιπές δαπάνες: φορολογικός συντελεστής 35% του μικτού κέρδους σύμφωνα με τη ρυθμιστική αρχή του Μεξικού (SHCP, 2018), μια κατανομή κερδών 10% του μικτού κέρδους (SHCP, 2018) και η απόσβεση των περιουσιακών στοιχείων, υπολογιζόμενη ως 5% του κόστους κατασκευής μηχανημάτων και εξοπλισμού.

Ο Πίνακας 8 περιγράφει το κόστος όλου του εξοπλισμού και των μηχανημάτων που είναι απαραίτητα για τη διαδικασία, λαμβάνοντας υπόψη την τιμή αγοράς, τον φόρο πώλησης, τα τελωνειακά τέλη, το κόστος μεταφοράς και το κόστος συναρμολόγησης. Ο Πίνακας 9 συνοψίζει το Κόστος Αρχικής Επένδυσης (ΚΑΕ), όπου, εκτός από τον εξοπλισμό και τα μηχανήματα, συμπεριλαμβάνονται τα νομικά/συμβολαιογραφικά και τα κατασκευαστικά κόστη, καθώς και τα λειτουργικά κόστη που είναι απαραίτητα για έξι μήνες.

Income Statement in millions of dollars.

Revenue		<u>3.240</u>
Production Costs	0.429	
Gross Profit		<u>2.811</u>
Administrative Costs	0.209	
Selling Costs	0.048	
Finance Costs	0.273	
Tax	0.984	
Profit Sharing	0.281	
Amortization and Depreciation	0.025	
Net Profit		<u>0.991</u>

Machinery and equipment costs.

Item	Unit Cost	Total Units	Total
Bubble reactor ^a	20000	1	20000
Distillation column ^b	18500	1	18500
Absorption column ^c	13000	1	13000
Cryogenic storage tank ^d	7100	2	14200
MeOH storage Tank ^e	4800	2	9600
Water Storage Tank ^f	3000	2	6000
Gas-liquid separator ^g	150	1	150
Concentric tube heat exchanger ^h	3600	4	14400
Deionizer ⁱ	4200	1	4200
Pumps ^j	600	10	6000
Positive displacement compressor ^k	76300	1	76300
Membrane valve ^l	1000	1	1000
Labeler ^m	4000	1	4000
Packaging machine ⁿ	4125	1	4125
Forklifts ^o	90500	2	181000
Cargo vehicle ^o	30000	2	60000
Laboratory supplies ^p			3200
			<u>435675</u>

Other annual operating costs.

Administrative Costs	Total
Payroll ^a	93000
Rental ^b	27300
Services	3600
External labor	22000
Patent fee ^c	63300
	<u>209200</u>
Selling Costs	
Marketing ^d	2070
Shipping costs	24500
Vehicle maintenance	21000
	<u>47570</u>
Finance Costs	<u>272500</u>

Initial investment cost in dollars.

Concept	Cost
Machinery and equipment	435675
Legal/notary fees ^a	5000
Construction ^b	15000
Operating cost (6 months)	479004
	<u>934679</u>

6.4 Αποτελέσματα και Ανάλυση

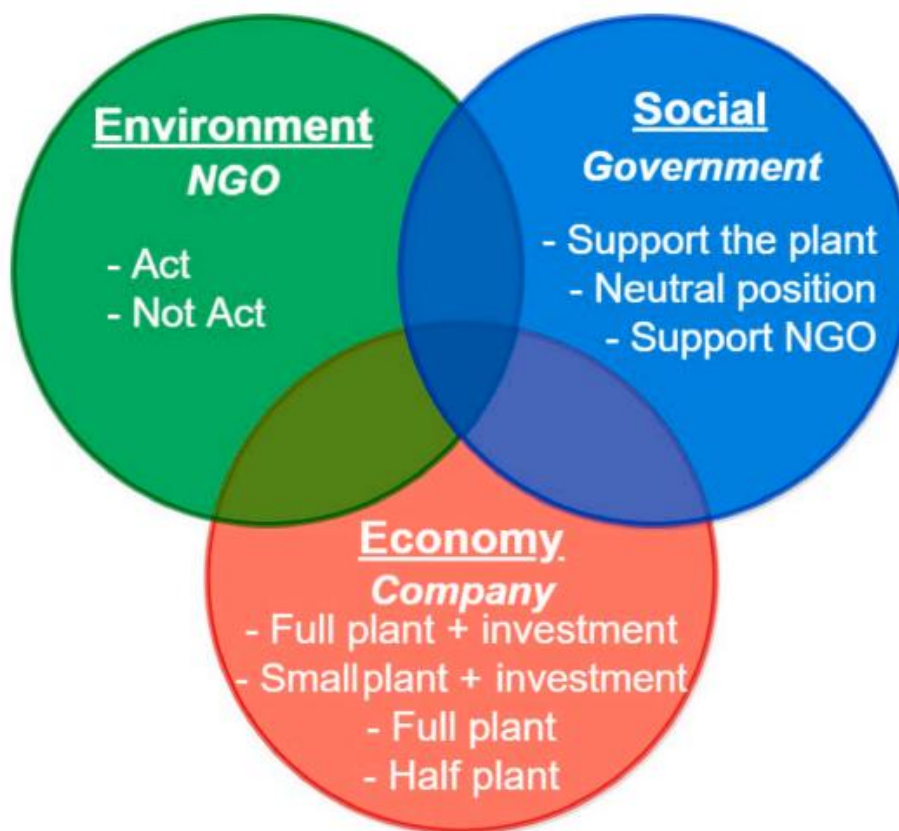
Ακολουθώντας την προσέγγιση που περιγράφεται στην ενότητα μεθόδων, επιλέχθηκαν τρεις παίκτες, ένας εκπρόσωπος για κάθε διάσταση βιωσιμότητας. Οι επιλεγμένες οντότητες με τα αντίστοιχα σύνολα στρατηγικών τους παρουσιάζονται στο Σχήμα 4 και περιγράφονται παρακάτω.

Παίκτης 1 - Οικονομική Διάσταση: Η εταιρεία. Επιδιώκει αποκλειστικά οικονομικό όφελος, καθώς πρέπει να αποφασίσει το μέγεθος του εργοστασίου και εάν θα επενδύσει ή όχι στην επεξεργασία των ατμοσφαιρικών ρύπων. Αυτή η επεξεργασία απαιτεί την προσθήκη μιας κολόνας απορρόφησης και ενός αερίου καυστήρα στη διαδικασία. Η συνδυασμένη επίδραση αυτών των παραγόντων οδηγεί σε ένα σύνολο τεσσάρων πιθανών στρατηγικών: ένα εργοστάσιο 2000 τόνων/έτος ή ένα μικρότερο εργοστάσιο 1500 τόνων/έτος, και τα δύο με τη δυνατότητα επένδυσης στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Η επένδυση δεν είναι απαραίτητη, αλλά λόγω του ότι οι αναμενόμενες εκπομπές είναι κοντά στο επιτρεπτό όριο (SSA, 1994), μπορεί να αποτελέσουν ανησυχία για τον πληθυσμό που είναι ευαισθητοποιημένος στα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Παίκτης 2 - Κοινωνική Διάσταση: Η κυβέρνηση. Γενικά, οι κυβερνήσεις ενδιαφέρονται πάντα για την ευημερία των πολιτών τους, είναι συνηθισμένο ότι οι αποφάσεις τους δεν είναι πάντα καλά αποδεκτές από μέρος του πληθυσμού. Η τοποθεσία εγκατάστασης του εργοστασίου βρίσκεται σε μια πόλη της οποίας η κυβέρνηση επιδιώκει τη διατήρηση υψηλών επιπέδων κοινωνικής ικανοποίησης. Η αντίδραση του πληθυσμού είναι συναισθηματική και διαφορετική ανάλογα με το εάν η κυβέρνηση κλίνει προς όφελος της οικονομίας ή της περιβαλλοντικής προτίμησης. Έτσι, η κυβέρνηση έχει ένα σύνολο τριών δυνατών στρατηγικών: i) υποστηρίξτε το εργοστάσιο στην πόλη, αυτή η υποστήριξη αποτελείται συνήθως από το δωρεάν παραχώρηση του χώρου για την ίδρυση του εργοστασίου· ii) διατηρήστε μια ουδέτερη θέση μη παρέχοντας υποστήριξη

σε καμία από τις δύο πλευρές· iii) υποστηρίξτε το περιβαλλοντικό μη κυβερνητικό οργανισμό (ΜΚΟ) και προτρέψτε την εταιρεία να συμμορφωθεί με τους κανονισμούς.

Παίκτης 3 - Περιβαλλοντική Διάσταση: ΜΚΟ. Λάβετε υπόψη μια Μη Κυβερνητική Οργάνωση (ΜΚΟ) στην πόλη που προσπαθεί για τη μείωση της ρύπανσης. Αυτός ο οργανισμός είναι σε θέση να ασκήσει σημαντική κοινωνική πίεση κατά της εγκατάστασης του εργοστασίου μέσω μιας καμπάνιας στα μέσα ενημέρωσης. Έτσι, η ΜΚΟ έχει ένα σύνολο μόνο δύο πιθανών στρατηγικών: να λάβει δράση ή όχι.



3 παίκτες παιχνίδι, με τα αντίστοιχα σύνολα των διακριτικών στρατηγικών τους, οδηγεί σε 24 δυνατά αποτελέσματα, το καθένα με ένα συγκεκριμένο σύνολο αποδόσεων. Ανάλογα με τον παίκτη, οι αποδόσεις καθορίζονται με διάφορους τρόπους και έχουν διάφορη φύση.

Για την οικονομική διάσταση, χρησιμοποιήθηκε το Ποσοστό Επιστροφής στην Επένδυση (ROI) ως απόδοση. Το ROI είναι μια τυποποιημένη μέτρηση της κερδοφορίας μιας επένδυσης, πολύ διαδεδομένη λόγω της σχετικής απλότητάς της και της ευκολίας κατανόησής της. Συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό και αντιπροσωπεύει το ποσό της επιστροφής σε μια συγκεκριμένη επένδυση σε σχέση με το κόστος αυτής της επένδυσης. Για τον υπολογισμό του ROI, το Καθαρό Κέρδος (NP) διαιρείται με το Κόστος Αρχικής Επένδυσης (IIC), όπως φαίνεται στην Εξίσωση (9) (Towler και Sinnott, 2012). Ένα θετικό κέρδος σημαίνει μια κερδοφόρα επένδυση, επομένως όσο υψηλότερο, τόσο καλύτερο. Η απόδοση της οικονομικής διάστασης εξαρτάται από τις ενέργειες όλων των παικτών. Δεδομένου ότι το ROI είναι μια συνάρτηση του NP και του IIC, αυτοί οι παράγοντες ποικίλλουν με βάση τις εξής σκέψεις:

- Εάν το εργοστάσιο έχει πλήρη χωρητικότητα και δεν πραγματοποιείται η περιβαλλοντική επένδυση, το NP και το IIC έχουν τιμές βάσης που παρουσιάστηκαν προηγουμένως.
- Εάν η εταιρεία πραγματοποιήσει μια περιβαλλοντική επένδυση, πρέπει να προστεθούν στο IIC τα κόστη ειδικού εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης και της συντήρησης. Για τη μελέτη περίπτωσης μας, αυτό το κόστος θεωρήθηκε ως 2% του βασικού IIC. Ωστόσο, για να γενικευτεί αυτή η απόφαση, λαμβάνεται επιπλέον 5% στο IIC και στο ετήσιο κόστος συντήρησης. Επιπλέον, εάν η ΜΚΟ επιλέξει να μην ενεργήσει, η εταιρεία θα μπορεί να επεξεργαστεί μόνο το μισό των συνολικών εκπομπών, επενδύοντας σε μικρότερο εξοπλισμό και μειώνοντας τα σχετικά κόστη. Συνεπώς, η αύξηση του IIC είναι μόνο 3%.
- Εάν η εταιρεία πραγματοποιήσει περιβαλλοντική επένδυση, θα έχει επιπλέον 5% στις πωλήσεις εάν η ΜΚΟ επιλέξει να μην ενεργήσει. Αυτό συμβαίνει επειδή η εταιρεία θα θεωρήσει ότι ενδιαφέρεται για το περιβάλλον και μια εταιρεία με καλή ηθική φήμη μπορεί να αυξήσει τις πωλήσεις της (Lopes και Moneva, 2013; Mendoza και Clemen, 2013).

- Αντίστοιχα, εάν η ΜΚΟ αποφασίσει να ενεργήσει, οι πωλήσεις της εταιρείας μειώνονται κατά 5% ή 10%, αν η εταιρεία επενδύσει ή όχι στην επεξεργασία, αντίστοιχα. Αυτό βασίζεται σε αναφορές που αναφέρουν ότι έως και 17% του πληθυσμού μπορεί να αποφασίσει να απορρίψει ή να αποκηρύξει ένα προϊόν μιας εταιρείας για ηθικούς ή περιβαλλοντικούς λόγους (Lopes και Moneva, 2013).
- Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, εάν η κυβέρνηση αποφασίσει να υποστηρίξει την κατασκευή του εργοστασίου, το κόστος του χώρου είναι 0 δολάρια.
- Εάν η κυβέρνηση αποφασίσει να φροντίσει για το περιβάλλον, η εταιρεία πρέπει να προσθέσει στον ετήσιο κόστος παραγωγής 11000 δολάρια για υπηρεσίες συμβούλων, προκειμένου να πληροί τους κανονισμούς.
- Εάν η στρατηγική της εταιρείας είναι η κατασκευή μικρού εργοστασίου, πριν από άλλες εξετάσεις, ο Δείκτης IIC πρέπει να προσαρμοστεί μέσω του παράγοντα κόστους-ικανότητας Chilton που παρουσιάζεται στην Εξίσωση $IIC_2 = IIC_1 (Q_2 / Q_1)^{0,6}$ όπου IIC_2 είναι το εκτιμώμενο κόστος της επένδυσης για τη χωρητικότητα Q_2 και IIC_1 το γνωστό κόστος της επένδυσης για τη χωρητικότητα Q_1 .

Η κοινωνική διάσταση σχετίζεται άμεσα με το αίσθημα ευημερίας. Για το λόγο αυτό, το ποσοστό του πληθυσμού με κοινωνική ικανοποίηση της κυβέρνησης αποτελεί την παράμετρο απόδοσης. Για να υπολογιστεί η κοινωνική συμμόρφωση, ο συνολικός πληθυσμός χωρίστηκε σε 7 ομάδες κατανομής σύμφωνα με την πολιτική τους στάση, από πλήρως περιβαλλοντική έως πλήρως οικονομική θέση (Σχήμα 5). Οι άνθρωποι που ανήκουν σε κοινωνικές ομάδες είναι σε θέση να πραγματοποιούν τις επιλογές τους παρακάμπτοντας οικονομικές σκέψεις προτιμώντας την κοινωνική αποδοχή, το κύρος, το αίσθημα ευθύνης και το κοινό καλό (Fransson και Garling, 1999· Hagen και Hammerstein, 2006). Έτσι, όσον αφορά τις πεποιθήσεις τους, μια συγκεκριμένη ομάδα μπορεί να μη συμφωνεί με τη στρατηγική των παικτών και να αφαιρεί τη μερικότητά τους στον παγκόσμιο επίπεδο συμμόρφωσης, όπως περιγράφεται παρακάτω:

A. Πλήρως περιβαλλοντολόγος. Αυτή η ομάδα αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό που αντιδρά υπέρ του περιβάλλοντος ανεξαρτήτως του τι κάνουν η κυβέρνηση ή οι εταιρείες. Αναζητούν διαρκώς πληροφορίες σχετικά με πιθανές καταστάσεις που μπορεί να επηρεάσουν το περιβάλλον. Η ομάδα A δεν θα ικανοποιηθεί εάν: i) η εταιρεία δεν επιλέξει μια περιβαλλοντική επένδυση, ii) η κυβέρνηση υποστηρίξει την εταιρεία, ή iii) η κυβέρνηση υιοθετήσει μια ουδέτερη θέση.

B. Ενημερωμένος περιβαλλοντολόγος. Αυτό το τμήμα του πληθυσμού υποστηρίζει συνήθως περιβαλλοντικές αιτίες. Ωστόσο, η δράση του καθορίζεται από την αντίληψη για καταστάσεις που αφορούν το περιβάλλον μέσω της δικής τους έρευνας πληροφοριών. Η ομάδα B δεν θα ικανοποιηθεί εάν: i) η κυβέρνηση υποστηρίξει την εταιρεία, ή ii) η κυβέρνηση υιοθετήσει μια ουδέτερη θέση.

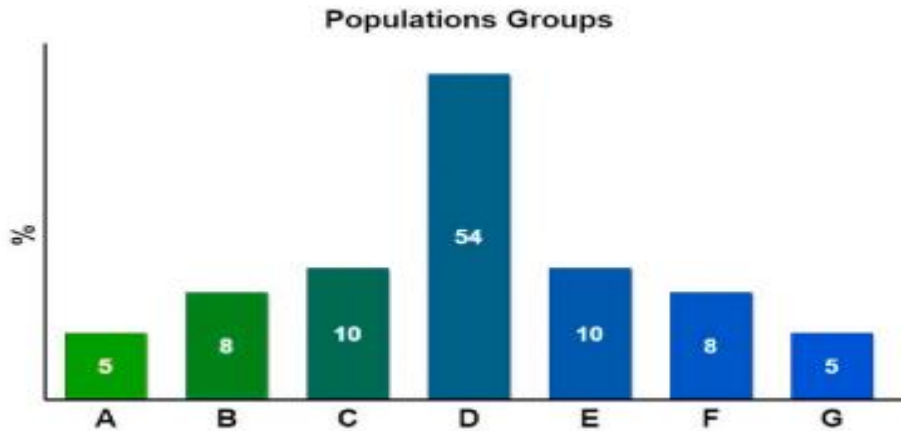
C. Μη ενημερωμένος περιβαλλοντολόγος. Αυτός είναι ο πληθυσμός που περιοδικά υποστηρίζει περιβαλλοντικές αιτίες όταν ενημερώνεται για την κατάσταση. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει συχνά επειδή δεν αναζητούν πληροφορίες γι' αυτό. Η ομάδα C δεν θα ικανοποιηθεί μόνο αν η ΜΚΟ ενεργήσει και: i) η κυβέρνηση υποστηρίξει την εταιρεία, ή ii) η κυβέρνηση υιοθετήσει μια ουδέτερη θέση.

D. Ουδέτερος. Αυτή είναι η μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού. Δεν λαμβάνουν θέση ούτε σε περιβαλλοντικές ούτε σε οικονομικές καταστάσεις και δεν ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν θέση επ' αυτού. Η ομάδα D δεν θα ικανοποιηθεί ποτέ.

E. Μη ενημερωμένος οικονομολόγος. Είναι το τμήμα του πληθυσμού που λαμβάνει δράση μόνο όταν ενημερώνεται για μια κατάσταση όπου η τοπική οικονομία θα μπορούσε να κινδυνεύσει σημαντικά. Ωστόσο, δεν αναζητούν πληροφορίες γι' αυτό το θέμα. Η ομάδα E δεν θα ικανοποιηθεί εάν η ΜΚΟ ενεργήσει και η κυβέρνηση φροντίσει για το περιβάλλον.

F. Ενημερωμένος οικονομολόγος. Αντίθετα με την προηγούμενη ομάδα, αυτό το τμήμα του πληθυσμού αναζητά πληροφορίες για καταστάσεις που μπορεί να επηρεάσουν την οικονομία της κοινότητας και συνήθως δρα εύλογα. Η ομάδα F δεν θα ικανοποιηθεί εάν η κυβέρνηση υποστηρίξει τη ΜΚΟ.

G. Πλήρως οικονομολόγος. Είναι το τμήμα που ανεξάρτητα από την κατάσταση θα υποστηρίζει την οικονομική ανάπτυξη. Η ομάδα G δεν θα ικανοποιηθεί εάν: i) η εταιρεία δεν κατασκευάσει ένα εργοστάσιο πλήρους χωρητικότητας, ii) η κυβέρνηση υποστηρίζει τη ΜΚΟ, ή iii) η κυβέρνηση υιοθετήσει μια ουδέτερη θέση.



Τέλος, στην περιβαλλοντική διάσταση, οι αναμενόμενες εκπομπές CO από το εργοστάσιο επιλέχθηκαν ως ανταπόδοση. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι το πιο σημαντικό ρυπογόνο παράγωγο από τη διαδικασία. Για να διατηρηθεί ο αντικειμενικός χαρακτήρας της ΜΚΟ, η οποία θα επιδιώκει τη μείωση των εκπομπών, η ανταπόδοση έχει αρνητική τιμή που αντιπροσωπεύει απώλεια για τη διάσταση. Ο συνολικός όγκος του CO σε τόνους ανά έτος υπολογίστηκε, εξαρτώμενος από τις οικονομικές και κοινωνικές ενέργειες, βάσει των παρακάτω σκέψεων:

- Εάν χτιστεί το εργοστάσιο πλήρους χωρητικότητας, οι συνολικές εκπομπές είναι 333 τόννοι/έτος, που είναι η βασική ανταπόδοση για τις εκπομπές. Αυτή η τιμή υπολογίζεται από τη μαζική ισορροπία του κολώνας απορρόφησης K1 (βλ. Σχήμα 3). Σε αυτήν τη μονάδα, η εξερχόμενη ροή αποτελεί μια αποβλήτων του εργοστασίου που αποτελείται κυρίως από το ρυπογόνο CO.

- Εάν η εταιρεία αποφασίσει να ενισχύσει την περιβαλλοντική μετρική, το 50% της ετήσιας ροής εκπομπών υποβάλλεται σε ειδικό εξοπλισμό (κολώνα απορρόφησης και καυστήρα αερίου) με απόδοση 90%.
- Επιπλέον του προηγούμενου σημείου, εάν η ΜΚΟ αποφασίσει να ενεργήσει, η επεξεργασία της ροής αυξάνεται σε 100% με την ίδια απόδοση.
- Εάν η εταιρεία αποφασίσει να χτίσει ένα μικρό εργοστάσιο, η ανταπόδοση είναι το μισό της αντίστοιχης ανταπόδοσης του εργοστασίου πλήρους χωρητικότητας.

Οι αποδόσεις για όλα τα αποτελέσματα καθορίστηκαν με βάση όλες τις περιγραφόμενες σκέψεις. Το αποτέλεσμα του μη συνεργατικού παιχνιδιού της μελέτης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα, όπου η σειρά αποδόσεων αποτελείται, οικονομικά σε ποσοστά, κοινωνικά σε ποσοστά, και περιβαλλοντικά σε τόνους ανά έτος.

Παρατηρείται ότι η αμοιβή της εταιρείας αυξάνεται εάν την υποστηρίξει η κυβέρνηση και μειώνεται αν η κυβέρνηση υποστηρίξει το περιβάλλον. Επιπλέον, αυτή η αμοιβή αυξάνεται εάν η εταιρεία επιλέξει να επενδύσει στην επεξεργασία ρύπων, ενώ μειώνεται εάν η ΜΚΟ ενεργήσει. Η μικρή εγκατάσταση αποτελεί στρατηγική επειδή υπάρχουν σενάρια όπου είναι πιο κερδοφόρα από ορισμένα σενάρια με πλήρη εγκατάσταση. Επίσης, παρατηρείται ότι η περιβαλλοντική αμοιβή δεν αλλάζει με καμία ενέργεια, ενώ η εταιρεία παίζει ώστε να μην επενδύσει στην επεξεργασία.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι κοινωνικές αμοιβές είναι ίσες σε πολλά κελιά, καθώς η πληθυσμιακή κατανομή θεωρείται ισότιμη, πράγμα που είναι απλοποίηση που μπορεί να απέχει από την πραγματικότητα.

Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην Ενότητα 2.1 χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση του παιχνιδιού, εξάγοντας μόνο μια ισορροπία Nash. Η ισορροπία εμφανίζεται όταν η εταιρεία παίζει με πλήρη εγκατάσταση χωρίς περιβαλλοντική επένδυση, η κυβέρνηση υποστηρίζει την εγκατάσταση, και η ΜΚΟ ενεργεί, με αμοιβές ROI 106,09%, 77% κοινωνική ικανοποίηση και -333 τόνοι CO/έτος αντίστοιχα.

Παρατηρείται ότι παρά την ύπαρξη άλλων αποτελεσμάτων που προσφέρουν καλύτερο συνολικό κέρδος, η λογική στρατηγική απέχει από την εντύπωση. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα με πλήρη εγκατάσταση, επένδυση, υποστήριξη της εγκατάστασης και ενέργειας παρέχει καλύτερη αμοιβή για όλους τους παίκτες, μεγαλύτερη κυρίως για την εταιρεία. Ωστόσο, λόγω της μη συνεργατικής φύσης του παιχνιδιού, εάν ένας παίκτης έχει καλύτερη αμοιβή σε άλλα αποτελέσματα, θα προσπαθήσει να την επιτύχει, ανεξάρτητα από το εάν αποκλίνει από το γενικό βέλτιστο και μια υψηλότερη αμοιβή. Αυτό παρατηρείται επίσης στο αποτέλεσμα με πλήρη εγκατάσταση, υποστήριξη της εγκατάστασης και μη ενέργειας, όπου η απόφαση της ΜΚΟ επηρεάζει τις αμοιβές των άλλων χωρίς να αλλάζει την δική της αμοιβή.

		NGO					
		Act			Not act		
		Government			Government		
Company	Support the plant	Neutral	Support NGO	Support the plant	Neutral	Support NGO	
		Full-plant	<u>106.09</u> <u>77</u> <u>-333</u>	<u>96.86</u> 72 <u>-333</u>	<u>95.68</u> 72 <u>-333</u>	115.77 <u>87</u> <u>-333</u>	106.39 82 <u>-333</u>
Small-plant	94.56 <u>72</u> <u>-250</u>	86.33 <u>72</u> <u>-250</u>	85.28 <u>72</u> <u>-250</u>	103.18 <u>82</u> <u>-250</u>	94.82 <u>82</u> <u>-250</u>	93.78 <u>82</u> <u>-250</u>	
Full-plant + investment	104.92 <u>77</u> <u>-33</u>	96.10 72 <u>-33</u>	94.98 <u>77</u> <u>-33</u>	<u>116.63</u> <u>87</u> -183	<u>107.48</u> <u>82</u> -183	<u>106.34</u> <u>87</u> -183	
Small-plant + investment	93.52 72 <u>-25</u>	85.65 72 <u>-25</u>	84.66 <u>77</u> <u>-25</u>	103.95 82 -137	95.80 82 -137	94.78 <u>87</u> -137	

Παρατηρείται ότι οι αποδόσεις της εταιρείας αυξάνονται όταν λαμβάνει υποστήριξη από την κυβέρνηση, ενώ μειώνονται όταν η κυβέρνηση επικεντρώνεται στην υποστήριξη του

περιβάλλοντος. Επιπλέον, η απόδοση αυξάνεται εάν η εταιρεία επιλέξει να επενδύσει στην επεξεργασία ρύπων, ενώ μειώνεται εάν η ΜΚΟ επιλέξει να αναλάβει δράση. Η ύπαρξη ενός μικρού εργοστασίου θεωρείται στρατηγική, καθώς υπάρχουν περιπτώσεις όπου αυτή είναι πιο κερδοφόρα από ορισμένες περιπτώσεις πλήρους εγκατάστασης. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι η περιβαλλοντική απόδοση δεν επηρεάζεται από καμία ενέργεια, ειδικά όταν η εταιρεία επιλέγει να μην επενδύσει σε περιβαλλοντικά μέτρα.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι οι κοινωνικές απολαβές παραμένουν ίσες σε πολλά κελιά, λόγω της υπόθεσης ισορροπημένης κατανομής του πληθυσμού, παρότι αυτό είναι μια απλοποίηση που μπορεί να απέχει από την πραγματικότητα.

Η λύση που προκύπτει από τη μεθοδολογία παρουσιάζει ένα μόνο Nash ισορροπία. Σε αυτήν, η εταιρεία επιλέγει πλήρη εγκατάσταση χωρίς περιβαλλοντική επένδυση, η κυβέρνηση υποστηρίζει το εργοστάσιο, και η ΜΚΟ δρα, με αποδόσεις ROI 106,09%, 77% κοινωνικής ικανοποίησης και -333 τόνους CO/έτος αντίστοιχα.

Παρατηρούμε ότι, παρά την ύπαρξη άλλων σεναρίων που οδηγούν σε καλύτερο συνολικό κέρδος, η ορθολογική στρατηγική διαφέρει από την εντύπωση. Για παράδειγμα, το σενάριο πλήρους εγκατάστασης με επένδυση, υποστήριξη του εργοστασίου και δράση της ΜΚΟ προσφέρει βελτιωμένες αποδόσεις για όλους, ειδικά για την εταιρεία. Ωστόσο, λόγω της μη συνεργατικής φύσης του παιχνιδιού, ένας παίκτης θα προσπαθήσει να επιτύχει καλύτερη απόδοση σε άλλα σενάρια, ακόμα κι αν αυτό αποκλίνει από την γενική βέλτιστη λύση και μια υψηλότερη απόδοση. Αυτό φαίνεται και στο σενάριο πλήρους εγκατάστασης, υποστήριξης του εργοστασίου και αδράνειας, όπου η απόφαση της ΜΚΟ επηρεάζει τις αποδόσεις των άλλων χωρίς να επηρεάζεται η δική της απόδοση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η παρούσα διπλωματική έχει προσφέρει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της θεωρίας παιγνίων και των πολύπλευρων εφαρμογών της στην επιχειρηματική στρατηγική. Αποκαλύπτοντας τις θεμελιώδεις αρχές της θεωρίας παιγνίων και εμβαθύνοντας στις στρατηγικές της επιπτώσεις, αυτή η μελέτη έχει φωτίσει τη σημασία της στρατηγικής λήψης αποφάσεων σε ανταγωνιστικά περιβάλλοντα. Μέσω θεωρητικής ανάλυσης και πρακτικών περιπτώσιολογικών μελετών, έχει καταδείξει πώς η θεωρία παιγνίων μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για στρατηγικές αλληλεπιδράσεις, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να πλοηγούνται σε πολύπλοκες καταστάσεις με μεγαλύτερη σαφήνεια και ακρίβεια.

Επιπλέον, είτε αναλύονται οι αποφάσεις εισόδου στην αγορά, ή στρατηγικές τιμολόγησης ή η δυναμική του ανταγωνισμού, η εφαρμογή των αρχών της θεωρίας παιγνίων έχει αποδειχθεί σταθερά καθοριστική για την ενημέρωση στρατηγικών επιλογών και τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας για τις επιχειρήσεις.

Κοιτάζοντας το μέλλον, οι γνώσεις που προέκυψαν από αυτή τη διατριβή τονίζουν τη διαρκή σημασία της θεωρίας παιγνίων ως στρατηγικού εργαλείου για τις επιχειρήσεις. Καθώς οι αγορές συνεχίζουν να εξελίσσονται και να γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικές, η ικανότητα πρόβλεψης ανταγωνιστικών ενεργειών, στρατηγικής τοποθέτησης και βελτιστοποίησης των διαδικασιών λήψης αποφάσεων θα παραμείνει πρωταρχικής σημασίας. Αγκαλιάζοντας τη θεωρία παιγνίων και ενσωματώνοντας τις αρχές της στις διαδικασίες στρατηγικού σχεδιασμού, οι επιχειρήσεις μπορούν να ενισχύσουν τη στρατηγική τους ευελιξία, να μετριάσουν τους κινδύνους και να αξιοποιήσουν ευκαιρίες για να ευδοκιμήσουν σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο τοπίο. Έτσι, αυτή η διατριβή υποστηρίζει τη συνεχή εξερεύνηση και εφαρμογή της θεωρίας παιγνίων στη διαμόρφωση αποτελεσματικών επιχειρηματικών στρατηγικών, την προώθηση της καινοτομίας και την προώθηση της μακροπρόθεσμης επιτυχίας.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Μιχαήλ Σφακιανάκης.,(2005) «Προσομοίωση και Εφαρμογές»

Γεώργιος Σταματόπουλος.,(2015) «Θεωρία Παιγνίων»

Ξένη Βιβλιογραφία

Theodore L. Turocy.,(2001), Game Theory CDAM Research Report LSE-CDAM

Espie N., (2015), «Cheap Talk in the chicken game: An experimental investigation». A thesis presented for the degree of master in business studies in economics, Massey University, Albany

Gonzalez-Ramirez M., Rodriguez-Gonzalez P., (2021), «Game theory in sustainable decision-making: A new acetic acid plant as a case study», Journal of Cleaner Production

Turocy L., Stengel B.,(2001),«Game Theory». Draft of an introductory survey of game theory, prepared for the Encyclopedia of Information Systems, Academic Press, to appear in 2002

Kelly A., (2003), «Decision making using game theory. An introduction for managers». Cambridge University Press.

Ιστοσελίδες

<https://www.economicdiscussion.net/game-theory/5-types-of-games-in-game-theory-with-diagram/3827>

<https://www.investopedia.com/terms/g/gametheory.asp>

<https://www.economicdiscussion.net/game-theory/4-strategies-of-the-game-theory-explained/3825#post/0>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_\(game_theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_(game_theory))

<https://en.wikipedia.org/wiki/Minimax>

<https://medium.com/intellectually-yours/maximin-theorem-in-game-theory-9a78d9ac3082>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Minimax#Maximin>

<https://medium.com/intellectually-yours/maximin-theorem-in-game-theory-9a78d9ac3082>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_\(game_theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_(game_theory))