

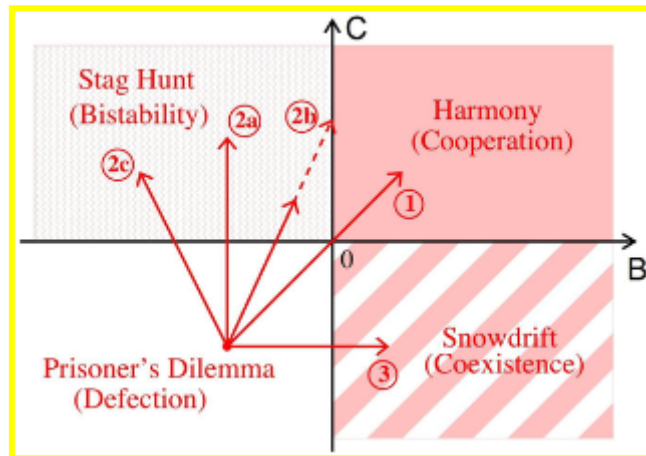
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων

→ Μήπως σε παράρτημα να μπουν Dr. Strangelove, 13 Days, κλπ. και να κάνουμε το παράρτημα online!

→ Άλλα παραδείγματα ταυτόχρονων κινήσεων από Κεφάλαιο 2 Zagare

◆ Κεφάλαιο 6 Zagare: 1ος Παγκόσμιος Πόλεμος



2.1. Εισαγωγή

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο παρουσιάσαμε στρατηγικά παραδείγματα που μπορούν να αναλυθούν με εργαλεία της Θεωρίας Παιγνίων. Όπως προαναφέραμε, υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες παιγνίων: (1) τα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων (simultaneous move games), που λέγονται και στατικά παίγνια (static games), και (2) τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων (sequential move games), που λέγονται και δυναμικά παίγνια (dynamic games). Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε την πρώτη κατηγορία, τα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων. Τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων θα εξεταστούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Τι προβλήματα μπορούμε να αναλύσουμε με τα παιγνιακά πρότυπα που εξετάζουμε στο παρόν κεφάλαιο; Όπως δηλώνει και η ονομασία τους, στα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων οι κινήσεις των παικτών γίνονται ταυτόχρονα. Σημειώνουμε ότι με τα ίδια παιγνιακά πρότυπα αναλύουμε και προβλήματα όπου οι κινήσεις των παικτών είναι κρυφές (hidden), γιατί αυτό είναι ισοδύναμο με το να είναι ταυτόχρονες.

Στα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων οι παίκτες μπορεί να είναι και πάνω από δύο, αλλά στο κεφάλαιο αυτό εξετάζουμε παίγνια με δύο παίκτες. Η ικανότητά μας να γενικεύουμε τα συμπεράσματά μας σε παίγνια πολλών παικτών δεν χάνεται (αν και τέτοια παίγνια θα ήταν δύσκολο να τα αναπαραστήσουμε σε δύο διαστάσεις).

Τα παίγνια που θα εξετάσουμε περιλαμβάνουν γνωστά παίγνια όπως το παίγνιο του συντονισμού (coordination game, του οποίου θα εξετάσουμε διάφορες παραλλαγές), το παίγνιο της μάχης των φύλων (battle of the sexes), το παίγνιο του δειλού (chicken game), το παίγνιο των ελαφοκυνηγών (stag hunt game, ιδιαίτερα σημαντικό για την ανάλυση της διεθνούς πολιτικής), το δίλημμα των φυλακισμένων (prisoner's dilemma), και άλλα. Κάποια από τα παίγνια αυτά έχουν αποκληθεί στοιχειώδη (atomic games), γιατί αν και είναι μικρά και απλά, αποτελούν δομικά υλικά (σαν τα άτομα για τα οποία μαθαίνουμε στη χημεία) με τα οποία μπορεί κανείς να αναλύσει μία ευρεία ποικιλία στρατηγικών¹.

Τα παίγνια που θα εξετάσουμε στο παρόν κεφάλαιο είναι τα μικρότερα δυνατά παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων, δηλαδή αποτελούνται από δύο παίκτες, καθένας από τους οποίους διαθέτει δύο εναλλακτικές κινήσεις. Όπως θα δούμε, τέτοια απλά παίγνια μπορούν να

¹ Stevens (2008).

παρασταθούν με πίνακες δύο γραμμών και δύο στηλών, οπότε χαρακτηρίζονται ως παίγνια δύο επί δύο (2×2 games). Κατά πρώτο, σε αυτά συμμετέχουν μόνο δύο παίκτες, που είναι και ο μικρότερος δυνατός αριθμός παικτών, δεδομένου ότι δεν νοείται παίγνιο με έναν παίκτη (θα ήταν απόφαση). Κατά δεύτερον, κάθε παίκτης διαθέτει το μικρότερο δυνατό αριθμό εναλλακτικών κινήσεων, δηλαδή δύο, δεδομένου ότι δεν νοείται παίγνιο με μία μόνο εναλλακτική κίνηση. Η εστίαση σε παίγνια 2×2 δεν μειώνει την αξία της ανάλυσης, γιατί όλες οι έννοιες και οι τεχνικές που θα μάθουμε εφαρμόζονται εξίσου καλά και σε παίγνια που οι παίκτες έχουν περισσότερες από δύο εναλλακτικές κινήσεις ο καθένας.

Στην περίπτωση των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων, η έννοια της κίνησης ταυτίζεται με την έννοια της στρατηγικής, κάτι που δεν συμβαίνει με τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων, στα οποία μία στρατηγική μπορεί να περιλαμβάνει αρκετές επιμέρους κινήσεις. Θα εξηγήσουμε καλύτερα τη διαφορά κινήσεων και στρατηγικών στο επόμενο κεφάλαιο του βιβλίου που θα εξετάσει τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε επίσης πως μπορούμε να εισάγουμε την τυχαιότητα σε ένα παίγνιο, με συμπερίληψη ενός ιδεατού παίκτη που ονομάζεται φύση (nature).

Η ανάλυση παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων γίνεται με πίνακες (matrices), που αποκαλούνται και στρατηγικές ή κανονικές φόρμες (strategic ή normal forms). Όπως θα δούμε, οι παιγνιακοί αυτοί πίνακες περιέχουν ανταμοιβές (payoffs, στις οποίες μερικές φορές θα αναφερόμαστε και σαν οφέλη), οπότε συχνά λέγονται και πίνακες ανταμοιβών (payoff matrices). Είναι ανακριβές να αποκαλούμε τους πίνακες των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων “πίνακες αποφάσεων”, γιατί οι αποφάσεις αφορούν ένα δρώντα (agent) ενώ τα στρατηγικά παίγνια δύο ή περισσότερους δρώντες, τους οποίους αποκαλούμε παίκτες (players).

Πως χρησιμοποιούμε παιγνιακά πρότυπα για να αναλύσουμε στρατηγικά προβλήματα; Συνήθως ξεκινάμε από τη σύντομη περιγραφή ενός στρατηγικού προβλήματος, το οποίο ονομάζουμε σενάριο (scenario). Το σενάριο αποτυπώνουμε σε κατάλληλο παιγνιακό πρότυπο (που αποκαλείται και μοντέλο) ταυτόχρονων κινήσεων. Τα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων αποτυπώνονται σε πίνακα ενώ τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων, που θα εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο, αποτυπώνονται σε δέντρα (trees). Κάθε κελί πίνακα παιγνίου ταυτόχρονων κινήσεων, αντιστοιχεί σε μία διακριτή έκβαση (outcome) του παιγνίου, και χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες αριθμητικές ανταμοιβές για κάθε παίκτη. Από τις εκβάσεις αυτές, όπως θα δούμε, κάποιες μπορεί να αποτελούν ισορροπία (equilibrium), και η εύρεσή τους είναι και ο στόχος της ανάλυσης ενός παιγνίου. Ένα παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων μπορεί να μην έχει καμία ισορροπία ή να έχει μία ή ακόμα να έχει και παραπάνω από μία ισορροπίες. Θα συναντήσουμε διαφορετικά είδη ισορροπίας, π.χ. ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (dominant strategy equilibrium), ισορροπία Nash.

Στην επόμενη ενότητα ξεκινάμε τη συζήτηση και ανάλυση των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων με τα παίγνια συντονισμού (coordination games).

2.2. Παίγνια συντονισμού

Στην κατηγορία αυτή παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων, εντάσουμε τα ακόλουθα παίγνια:

1. Το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού (pure coordination)
2. Το παίγνιο του (απλού) συντονισμού (coordination game), που αποκαλείται και παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση (coordination game with assurance)
3. Το παίγνιο της μάχης των φύλων (battle of the sexes), που αποκαλείται και παίγνιο συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση (coordination game without assurance)
4. Το παίγνιο του ηγέτη (game of leader), που έχει ομοιότητες με το παίγνιο της μάχης των φύλων.

Μέσα από την ανάλυση της πρώτης αυτής κατηγορίας των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων θα έχουμε την ευκαιρία να συζητήσουμε σημαντικές έννοιες της Θεωρίας Παιγνίων, όπως

ανάλυση βέλτιστης απόκρισης (best response analysis) και ισορροπία (equilibrium), και να αναδείξουμε μερικά από τα στρατηγικά διλήμματα της διεθνούς πολιτικής.

Σημειώνουμε ότι ο συντονισμός είναι διαφορετικός από τη συνεργασία. Με το συντονισμό, οι παίκτες αποφεύγουν εκβάσεις που δεν τους αρέσουν (common aversions), π.χ. οι οδηγοί οδηγούν στη σωστή λωρίδα στον δρόμο ώστε να αποφύγουν τη σύγκρουση των οχημάτων τους. Από την άλλη, η συνεργασία βασίζεται σε κοινές επιδιώξεις (common interests). Υπάρχουν και παίγνια αντισυντονισμού (anti-coordination games), όπου ο συντονισμός περισσότερων παικτών μπορεί ακόμα και να μειώσει την ανταμοιβή τους. Για παράδειγμα, ένας οδηγός μπορεί να επιλέξει μία μακρύτερη αλλά ομορφότερη διαδρομή (όπως την παλαιά Εθνική Οδό Κορίνθου-Πατρών), αλλά όσο περισσότεροι οδηγοί την επιλέξουν, τόσο περισσότερη κυκλοφοριακή συμφόρηση θα υπάρξει, οπότε οι ανταμοιβές τους θα μειωθούν. Όλα αυτά θα συζητηθούν αναλυτικότερα στις επόμενες ενότητες.

2.2.1. Παίγνιο απόλυτου συντονισμού

Σας έχει τύχει καθώς περπατάτε στο δρόμο να συναντηθείτε με κάποιον άλλο πεζό, που περπατάει αντίθετα, και χωρίς να το θέλετε να βρεθείτε αντιμέτωποι ο ένας με τον άλλο; Πρέπει ο ένας από τους δύο να κάνει λίγο στην άκρη για να μπορέσετε να περάσετε. Συνήθως προσπαθούμε να κάνουμε στην άκρη είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά για να προσπεράσουμε τον άλλο πεζό, αλλά συχνά βρισκόμαστε πάλι αντιμέτωποι με τον πεζό, που κάνει την ίδια κίνηση με μας. Αυτό είναι ένα παίγνιο συντονισμού και μάλιστα απόλυτου συντονισμού, επειδή δεν υπάρχει καμία προτίμηση προς τα δεξιά ή τα αριστερά.

Ας δούμε το κλασικό σενάριο για το παίγνιο αυτό. Δύο οδηγοί συναντιώνται σε έναν επαρχιακό δρόμο, στον οποίο δεν είναι διαγραμμισμένες λωρίδες κυκλοφορίας, κινούμενοι αντίθετα με τα οχήματά τους. Οι οδηγοί πρέπει να επιλέξουν αν θα κατευθύνουν το όχημά τους προς τα αριστερά ή τα δεξιά του δρόμου, ώστε να περάσουν το άλλο όχημα και να συνεχίσουν την πορεία τους.

Στο παίγνιο αυτό δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων (conflict of interest) ανάμεσα στους δύο παίκτες. Και οι δυο οδηγοί έχουν κοινό συμφέρον να αποφύγουν τη σύγκρουση των οχημάτων τους. Υποθέτουμε επίσης ότι, επειδή που δεν είναι διαγραμμισμένες στο δρόμο λωρίδες κυκλοφορίας, οι οδηγοί δεν έχουν κάποια προτίμηση για τη δεξιά ή την αριστερή λωρίδα. Αναπαριστούμε την αλληλεπίδραση των δύο οδηγών στο παίγνιο του Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Παίγνιο απόλυτου συντονισμού

		Οδηγός Β	
		Αριστερά	Δεξιά
Οδηγός Α	Δεξιά	1, 1 (αποφυγή σύγκρουσης)	0, 0 (σύγκρουση)
	Αριστερά	0, 0 (σύγκρουση)	1, 1 (αποφυγή σύγκρουσης)

Ας εξηγήσουμε μερικά πράγματα για την αναπαράσταση των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων σε πίνακα. Στο αριστερό μέρος του πίνακα, αναγράφεται το όνομα του παίκτη των γραμμών, που στο παρόν παίγνιο είναι “οδηγός Α”. Στο πάνω μέρος του πίνακα, αναγράφεται το όνομα του παίκτη των στηλών, που στο παρόν παίγνιο είναι “οδηγός Β”². Δεξιά του οδηγού Α

² Η αναφορά στους παίκτες ενός παιγνίου ταυτόχρονων κινήσεων ως παίκτη γραμμών (row player) και παίκτη στηλών (column player) είναι ενδεχομένως περιττή αλλά αποτελεί ορολογία που απαντάται στη βιβλιογραφία

αναγράφονται οι εναλλακτικές κινήσεις (στρατηγικές) που διαθέτει, που στο παρόν παίγνιο είναι “δεξιά” και “αριστερά”. Αντίστοιχα, κάτω από τον οδηγό Β αναγράφονται οι εναλλακτικές κινήσεις (ή στρατηγικές) που διαθέτει, που επίσης είναι “αριστερά” και “δεξιά”. Όπως είπαμε ότι ισχύει για παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων, η έννοια της κίνησης συμπίπτει με την έννοια της στρατηγικής, κάτι που δεν συμβαίνει με τα παίγνια διαδοχικών κινήσεων (όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο).

Ανταμοιβές

Ο πίνακας έχει τέσσερα κελιά, το καθένα εκ των οποίων αντιστοιχεί σε μία ξεχωριστή έκβαση (outcome) του παιγνίου, και μέσα στο οποίο αναγράφονται οι ανταμοιβές (payoffs) των δύο παικτών στη συγκεκριμένη έκβαση. Εμείς έχουμε προσθέσει και μία σύντομη επεξήγηση της έκβασης σε παρένθεση. Ο πρώτος αριθμός σε κάθε κελί αντιστοιχεί στην ανταμοιβή του παίκτη των γραμμών (οδηγού Α), ενώ ο δεύτερος αριθμός αντιστοιχεί στην ανταμοιβή του παίκτη των στηλών (οδηγού Β). Επί του παρόντος, παρακαλώ αγνοήστε ότι κάποιες από τις ανταμοιβές είναι υπογραμμισμένες, αυτό θα το εξηγήσουμε σε λίγο.

Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι, το πάνω αριστερά κελί, που αντιστοιχεί σε επιλογές “δεξιά” για τον οδηγό Α και “αριστερά” για τον οδηγό Β (οπότε αποφεύγουν τη σύγκρουση), αποτελεί έκβαση με ανταμοιβή 1 και για τους δύο παίκτες. Στο κελί αυτό θα αναφερόμαστε και ως (δεξιά, αριστερά) ή (1, 1). Τα άλλα τρία κελιά του πίνακα, δηλαδή οι άλλες τρεις εκβάσεις του παιγνίου, είναι το πάνω δεξιά, που αντιστοιχεί σε επιλογές (δεξιά, δεξιά), οπότε τα δύο οχήματα συγκρούονται, και ως εκ τούτου λαμβάνουν ανταμοιβές (0, 0)· το κάτω αριστερά, που αντιστοιχεί σε επιλογές (αριστερά, αριστερά), οπότε ομοίως τα δύο οχήματα συγκρούονται και λαμβάνουν ανταμοιβές (0, 0)· και το κάτω δεξιά (αριστερά, δεξιά), όπου τα δύο οχήματα αποφεύγουν τη σύγκρουση και λαμβάνουν ανταμοιβές (1, 1).

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι στη Θεωρία Παιγνίων οι αριθμητικές ανταμοιβές εκφράζουν μόνο τη σειρά κατάταξης των εκβάσεων, χωρίς να αποτυπώνουν το πόσο προτιμότερη είναι μια ανταμοιβή σε σχέση με μια άλλη. Για παράδειγμα, εάν ένας παίκτης είχε σε ένα κελί ανταμοιβή 3 και σε ένα άλλο κελί ανταμοιβή 1, αυτό δεν θα σήμαινε ότι η ανταμοιβή 3 είναι τρεις φορές προτιμότερη της ανταμοιβής 1—απλά θα σήμαινε ότι το 3 είναι προτιμότερο από το 1. Ούτε μπορούμε να συγκρίνουμε τις ανταμοιβές του ενός παίκτη με του άλλου. Για παράδειγμα, εάν σε ένα κελί ένας παίκτης είχε ανταμοιβή 3 ενώ ο άλλος παίκτης είχε ανταμοιβή 2, αυτό δεν θα σήμαινε ότι ο πρώτος παίκτης προτιμάει τη συγκεκριμένη έκβαση περισσότερο από τον δεύτερο. Όπως επίσης, εάν σε ένα κελί ένας παίκτης είχε ανταμοιβή 2 και ο άλλος 1, δεν θα σήμαινε ότι η ανταμοιβή του πρώτου παίκτη είναι διπλάσια από αυτή του δεύτερου. Αυτού του τύπου οι ανταμοιβές, που αντικατοπτρίζουν μόνο το σειρά προτίμησης και όχι την ένταση ή το μέγεθος της προτίμησης, ονομάζονται τακτικές ή ταξινομικές ανταμοιβές (ordinal payoffs) και ισχύουν για το σύνολο της Θεωρίας Παιγνίων.

Επανερχόμενοι στον Πίνακα 2.1, παρατηρούμε ότι οι ανταμοιβές των δύο παικτών είναι ίδιες στις αντίστοιχες εκβάσεις, οπότε και λέμε ότι το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού έχει συμμετρικές ανταμοιβές. Επίσης, παρατηρούμε ότι οι ανταμοιβές κάθε κελιού δεν αθροίζουν σε μηδέν (ή σε κάποιο άλλο σταθερό νούμερο): στο πάνω αριστερά και κάτω δεξιά κελί αθροίζουν σε 2 (1+1) ενώ στο πάνω δεξιά και κάτω αριστερά κελί αθροίζουν σε μηδέν (0+0). Επομένως, το παίγνιο αυτό δεν είναι παίγνιο μηδενικού αθροίσματος (zero-sum game). Τα παίγνια μηδενικού αθροίσματος (ή σταθερού αθροίσματος, constant-sum games, που είναι το ίδιο πράγμα) χαρακτηρίζουν συγκρουσιακές καταστάσεις και θα εξεταστούν αργότερα στο παρόν κεφάλαιο.

Βέλτιστες αποκρίσεις

Τώρα θα εξετάσουμε την ανάλυση βέλτιστης απόκρισης (best response analysis), μία σημαντική μέθοδος που μας επιτρέπει να εντοπίσουμε εκβάσεις που αποτελούν ισορροπίες Nash. Η μέθοδος αυτή θα μας βοηθήσει επίσης να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια της

ισορροπίας, που ουσιαστικά αποτελεί αυτό που θα λέγαμε λύση (solution) σε ένα μαθηματικό πρόβλημα.

Το βασικό χαρακτηριστικό μιας έκβασης που αποτελεί ισορροπία Nash (Nash equilibrium) είναι ότι κανείς από τους δύο παίκτες δεν μπορεί να αλλάξει μονομερώς την επιλογή του χωρίς να χειροτερεύσει την ανταμοιβή του. Υπό την έννοια αυτή, η ισορροπία Nash χαρακτηρίζεται από σταθερότητα, χωρίς όμως να αποτελεί το ισχυρότερο είδος ισορροπίας. Όταν εξετάσουμε το δίλημμα των φυλακισμένων αργότερα στο κεφάλαιο αυτό, θα συναντήσουμε ένα άλλο είδος ισορροπίας, την ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (dominant strategy equilibrium), που αποτελεί το ισχυρότερο είδος ισορροπίας στα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων.

Έφτασε τώρα η ώρα να εξηγήσουμε γιατί κάποιες από τις ανταμοιβές του Πίνακα 2.1 είναι υπογραμμισμένες, δείχνοντας πως κάνουμε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης (best response analysis) η οποία έχει σκοπό να βρούμε αν κάποια έκβαση ή κάποιες από τις εκβάσεις του παιγνίου αποτελούν ισορροπία ή ισορροπίες Nash. Το σημείο αυτό απαιτεί προσοχή, γιατί ενώ η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης δεν είναι δύσκολη, είναι εύκολο να μπερδευτούμε.

Για να διενεργήσουμε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, ξεκινάμε πρώτα με έναν από τους δύο παίκτες, και μετά συνεχίζουμε με τον δεύτερο. Ας ξεκινήσουμε με τον οδηγό Α, τον παίκτη των γραμμών, οπότε και εστιάζουμε στα αριστερά νούμερα σε κάθε κελί, που αποτελούν δικές του ανταμοιβές. Προσπαθούμε να εντοπίσουμε τη βέλτιστη απόκρισή του οδηγού Α για κάθε πιθανή επιλογή του άλλου παίκτη (του οδηγού Β). Εάν λοιπόν ο οδηγός Β επιλέξει τη στρατηγική “αριστερά”, το παίγνιο εκ των πραγμάτων θα έχει περιοριστεί στην αριστερή στήλη του Πίνακα 2.1. Στη στήλη αυτή, αν ο οδηγός Α επιλέξει τη στρατηγική “δεξιά” (δηλαδή την πάνω γραμμή), το παίγνιο θα έχει ως τελική έκβαση το πάνω αριστερά κελί όπου ο οδηγός Α λαμβάνει ανταμοιβή 1. Αντίστοιχα, αν ο οδηγός Α επιλέξει “αριστερά”, το παίγνιο θα έχει ως τελική έκβαση το κάτω αριστερά κελί όπου ο οδηγός Α λαμβάνει ανταμοιβή 0. Από τις δύο αυτές ανταμοιβές, προτιμότερη είναι εκείνη με τη μεγαλύτερη ανταμοιβή, δηλαδή το 1, την οποία και υπογραμμίζουμε (στο πάνω αριστερά κελί). Εάν τώρα ο παίκτης Β επιλέξει τη στρατηγική “δεξιά”, το παίγνιο θα περιοριστεί στη δεξιά στήλη του Πίνακα 2.1. Στη στήλη αυτή, αν ο παίκτης Α επιλέξει τη στρατηγική “δεξιά”, θα λάβει ανταμοιβή μηδέν (πάνω δεξιά κελί), ενώ εάν επιλέξει “αριστερά”, θα λάβει ανταμοιβή 1 (κάτω δεξιά κελί). Το 1 είναι μεγαλύτερο του 0, οπότε το υπογραμμίζουμε (κάτω δεξιά κελί). Στο σημείο αυτό ολοκληρώσαμε το πρώτο μισό της ανάλυσης βέλτιστης απόκρισης εντοπίζοντας τις βέλτιστες αποκρίσεις του παίκτη των γραμμών, δηλαδή του παίκτη Α. Με την ανάλυση βέλτιστης απόκρισης εντοπίσαμε τις βέλτιστες επιλογές του παίκτη αυτού για κάθε εναλλακτική επιλογή του άλλου παίκτη, και υπογραμμίσαμε τις αντίστοιχες ανταμοιβές.

Συνεχίζουμε την ανάλυση βέλτιστης απόκρισης περνώντας τώρα στον οδηγό Β, τον παίκτη των στηλών του Πίνακα 2.1. Προσπαθούμε να εντοπίσουμε τη βέλτιστη απόκρισή του οδηγού Β για κάθε δυνατή επιλογή του άλλου παίκτη (του οδηγού Α). Εάν λοιπόν ο οδηγός Α επιλέξει τη στρατηγική “δεξιά”, το παίγνιο θα περιοριστεί στην πάνω γραμμή του Πίνακα 2.1. Στη γραμμή αυτή, αν ο οδηγός Β επιλέξει τη στρατηγική “αριστερά”, θα λάβει ανταμοιβή 1 (πάνω αριστερά κελί), ενώ αν επιλέξει “δεξιά”, θα λάβει ανταμοιβή 0 (πάνω δεξιά κελί). Από τις δύο ανταμοιβές, μεγαλύτερο είναι το 1, το οποίο και υπογραμμίζουμε (πάνω αριστερά κελί). Εάν τώρα ο οδηγός Α επιλέξει τη στρατηγική “αριστερά”, το παίγνιο θα περιοριστεί στην κάτω γραμμή του Πίνακα 2.1. Στη γραμμή αυτή, αν ο οδηγός Β επιλέξει τη στρατηγική “αριστερά”, θα λάβει ανταμοιβή 0 (κάτω αριστερά κελί), ενώ εάν επιλέξει “δεξιά”, θα λάβει ανταμοιβή 1 (κάτω δεξιά κελί). Το 1 είναι μεγαλύτερο του 0, οπότε το υπογραμμίζουμε (κάτω δεξιά κελί). Στο σημείο αυτό τελειώσαμε την ανάλυση της βέλτιστης απόκρισης και για τον παίκτη των στηλών, δηλαδή τον οδηγό Β.

Ισορροπίες Nash

Αφού εντοπίσαμε τις βέλτιστες επιλογές και των δύο παικτών, ολοκληρώθηκε η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, και είμαστε σε θέση να εντοπίσουμε τυχόν ισορροπίες Nash (από τον

John Nash, έναν από τους σημαντικότερους πρωτεργάτες της Θεωρίας Παιγνίων).

Παρατηρούμε λοιπόν ότι στον Πίνακα 2.1 υπάρχουν δύο κελιά που έχουν υπογραμμισμένες και τις δύο ανταμοιβές των παικτών: το κελί (δεξιά, αριστερά) με υπογραμμισμένες τις ανταμοιβές (1, 1), και το κελί (αριστερά, δεξιά) με υπογραμμισμένες τις ανταμοιβές (1, 1). Στα δύο αυτά κελιά, οι παίκτες συντονίζονται και αποφεύγουν τη σύγκρουση (δηλαδή κάτι που έχει κόστος και είναι αρνητική έκβαση για αυτούς). Αυτές οι δύο εκβάσεις είναι ισορροπίες Nash. Και μάλιστα καμία από τις δύο δεν είναι καλύτερη (ή χειρότερη) για κάποιον από τους δύο παίκτες, μία που οι ανταμοιβές των παικτών είναι ακριβώς ίδιες: (1,1). Τα άλλα δύο κελιά του πίνακα, στα οποία τα οχήματα συγκρούονται και οι ανταμοιβές είναι (0, 0), δεν αποτελούν ισορροπίες, είναι δε φανερό από τις χαμηλότερες ανταμοιβές τους ($0 < 1$) ότι δεν αποτελούν εκβάσεις επιθυμητές σε κανέναν από τους δύο παίκτες.

Αν και δεν χρειάζεται, μπορούμε να επιβεβαιώσουμε ότι οι εκβάσεις αυτές αποτελούν ισορροπίες Nash, γιατί εάν οποιοσδήποτε από τους δύο παίκτες επιχειρήσει να αποκλίνει μονομερώς από αυτές, οδηγείται σε χαμηλότερες ανταμοιβές. Για παράδειγμα, στην ισορροπία Nash (δεξιά, αριστερά), δηλαδή το πάνω αριστερά κελί, είτε ο οδηγός Α επιχειρήσει να αλλάξει μονομερώς την επιλογή του από “δεξιά” σε “αριστερά”, είτε ο οδηγός Β επιχειρήσει να αλλάξει την επιλογή του μονομερώς από “αριστερά” σε “δεξιά”, και στις δύο περιπτώσεις οι παίκτες αντί να λάβουν ανταμοιβή 1 θα λάβουν ανταμοιβή 0. Το ίδιο συμβαίνει και με το άλλο κελί ισορροπίας Nash (αριστερά, δεξιά), δηλαδή το κάτω δεξιά κελί.

Συνοψίζοντας τα ευρήματά μας για το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού, συμπεραίνουμε ότι είναι ένα παιγνιακό μοντέλο που αποτυπώνει μία στρατηγική αλληλεπίδραση στην οποία οι παίκτες έχουν συμφέρον να συντονιστούν στις εκβάσεις (δεξιά, αριστερά) ή (αριστερά, δεξιά) για να αποφύγουν τη σύγκρουση. Όπως είπαμε και στην αρχή αυτής της ενότητας, οι δύο παίκτες δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη προτίμηση για κάποια από τις δύο στρατηγικές, δηλαδή και οι δύο λωρίδες του δρόμου αποτελούν το ίδιο καλές επιλογές και για αυτούς. Έτσι, το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού στερείται μίας εύλογης λύσης, δηλαδή μίας ισορροπίας, στην οποία να μπορούσαν να συντονιστούν οι παίκτες.

Αγνοούμε βεβαίως το γεγονός ότι στις περισσότερες χώρες (με εξαίρεση την Μεγάλη Βρετανία, την Ιαπωνία, την Αυστραλία, κλπ.) οδηγούμε στα δεξιά του δρόμου, άρα η δεξιά λωρίδα ενδεχομένως να αποτελούσε μία πιο εύλογη επιλογή. Επί αυτού, περισσότερα θα πούμε αμέσως τώρα, που θα μιλήσουμε για εστιακά σημεία (focal point). Σε πολλές περιπτώσεις όμως, οι πολλαπλές ισορροπίες Nash δεν επιτρέπουν μία σαφή πρόβλεψη (και σύσταση) για το τι θα επιλέξουν οι δύο παίκτες.

Εστιακά σημεία

Ας εξετάσουμε τώρα το ενδεχόμενο μία συγκεκριμένη επιλογή να θεωρείτε πιο εύλογη και από τους δύο παίκτες, στρέφοντας την προσοχή μας σε ένα παίγνιο που αναπαριστά τη στρατηγική αλληλεπίδραση κάποιων φοιτητών που δεν κατάφεραν να παραστούν σε μία εξέταση στο πανεπιστήμιο που φοιτούν.

Τέσσερεις φοιτητές λοιπόν πήγαν εκδρομή με αυτοκίνητο ένα Σαββατοκύριακο, άργησαν να επιστρέψουν, και δεν μπόρεσαν να παρευρεθούν σε μία εξέταση που ήταν προγραμματισμένη για την Δευτέρα πρωί. Στον καθηγητή τους προέβαλαν την (αναληθή) δικαιολογία ότι έχασαν τις εξετάσεις γιατί τους έσκασε λάστιχο. Επειδή ο καθηγητής τους είχε αμφιβολίες κατά πόσον το συμβάν με το σκασμένο λάστιχο ήταν αληθινό, αποφάσισε να τους δώσει την ευκαιρία να εξεταστούν εκπρόθεσμα, εάν απαντούσαν στην ερώτηση “ποιο λάστιχο έσκασε”, υπό τις ακόλουθες όμως προϋποθέσεις: κάθε φοιτητής να γράψει σε ένα κομμάτι χαρτί, κρυφά από τους άλλους και χωρίς συνεννόηση μεταξύ τους, ποιο λάστιχο του αυτοκινήτου έσκασε. Το εμπρός αριστερά (του οδηγού), το εμπρός δεξιά (του συνοδηγού), το πίσω αριστερά, ή το πίσω δεξιά; Εάν και οι τέσσερεις φοιτητές έδιναν την ίδια απάντηση, ο καθηγητής θα δεχόταν ότι η ιστορία ήταν αληθινή και θα τους έδινε την ευκαιρία να εξεταστούν εκπρόθεσμα.

Επειδή δεν μπορούμε να παραστήσουμε εύκολα στις δύο διαστάσεις μίας σελίδας ένα παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων με τέσσερις παίκτες, στον Πίνακα 2.2 αναπαριστούμε την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε οποιουσδήποτε δύο (από τους τέσσερις) φοιτητές αυτού του παιγνίου (χωρίς την απώλεια της δυνατότητας γενίκευσης στην ομάδα των τεσσάρων φοιτητών).

Πίνακας 2.2. Το παίγνιο με το σκασμένο λάστιχο

		Φοιτητής Β			
		Εμπρός αριστερά (οδηγού)	Εμπρός δεξιά (συνοδηγού)	Πίσω αριστερά	Πίσω δεξιά
Φοιτητής Α	Εμπρός αριστερά (οδηγού)	<u>1</u> , <u>1</u>	0, 0	0, 0	0, 0
	Εμπρός δεξιά (συνοδηγού)	0, 0	<u>1</u> , <u>1</u>	0, 0	0, 0
	Πίσω αριστερά	0, 0	0, 0	<u>1</u> , <u>1</u>	0, 0
	Πίσω δεξιά	0, 0	0, 0	0, 0	<u>1</u> , <u>1</u>

Το παίγνιο μοιάζει με το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού, που εξετάσαμε προηγουμένως. Για τους φοιτητές θα ήταν καλύτερα να καταφέρουν να συντονιστούν διαλέγοντας όλοι το ίδιο λάστιχο κρυφά και χωρίς συνεννόηση με τους άλλους όμως, σύμφωνα με τους όρους που έθεσε ο καθηγητής. Οι εκβάσεις αυτές, στις οποίες όλοι οι φοιτητές θα έχουν διαλέξει το ίδιο λάστιχο, θα αποτελούν ισορροπίες Nash.

Στον Πίνακα 2.2, που όπως είπαμε παρουσιάζουμε μία απλοποιημένη εκδοχή του παιγνίου με δύο μόνο φοιτητές, διενεργώντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης (που παρουσιάστηκε προηγουμένως) βλέπουμε ότι οι ισορροπίες Nash είναι τέσσερις, και αντιστοιχούν στις εκβάσεις με ανταμοιβές (1, 1) που βρίσκονται στη διαγώνιο του πίνακα. Σε όλες τις άλλες εκβάσεις με ανταμοιβές (0, 0) οι φοιτητές δεν θα έχουν γράψει το ίδιο λάστιχο στα χαρτιά τους, γεγονός που θα αποτελεί απόδειξη ότι η ιστορία με το σκασμένο λάστιχο ήταν ψευδής. Σε μία τέτοια περίπτωση, ο καθηγητής δεν θα τους δώσει την ευκαιρία να διαγωνιστούν στην εξέταση εκπρόθεσμα.

Τι θα κάνατε στη θέση των φοιτητών, τη στιγμή που η ιστορία με το σκασμένο λάστιχο ήταν δικαιολογία για να μπορέσετε να συμμετάσχετε στην εξέταση; Υπάρχει τρόπος να συντονιστούν οι τέσσερις φοιτητές ώστε να δώσουν την ίδια απάντηση, ακόμα και εάν είναι κρυφά από τους άλλους και χωρίς συνεννόηση; Ε λοιπόν, ναι.

Υπάρχουν μήπως κάποια χαρακτηριστικά που κάνουν ένα από τα τέσσερα λάστιχα πιο ιδιαίτερο, πιο προφανές, έτσι ώστε να πήγαινε εκεί το μυαλό ενός φοιτητή πριν από τα άλλα τρία; Νομίζουμε πως ναι, και μιλάμε για το λάστιχο στη θέση του οδηγού, δηλαδή το εμπρός αριστερά λάστιχο. Σε αντίθεση με τις άλλες τρεις θέσεις (του συνοδηγού και των πίσω επιβατών), στη θέση του οδηγού δεν κάθεται ένας απλός επιβάτης αλλά ο οδηγός του αυτοκινήτου (χωρίς τον οποίο δεν μπορεί να κινηθεί το όχημα). Επομένως, θεωρούμε ότι είναι εύλογο να πάει το μυαλό ενός φοιτητή πρώτα στο λάστιχο κοντά στη θέση του οδηγού. Και,

ελπίζοντας ότι και οι άλλοι φοιτητές θα σκεφτούν το ίδιο, να γράψει αυτό το λάστιχο στο χαρτί του.

Η επιλογή λοιπόν του λάστιχου του οδηγού στο παίγνιο αυτό, έχει χαρακτηριστικά που την καθιστούν πιο εύλογη (από τα άλλα τρία λάστιχα) σε όλους τους παίκτες, και μάλιστα αυτό που την καθιστά εύλογη αποτελεί κοινή γνώση των παικτών (είναι το λάστιχο του οδηγού). Η επιλογή λοιπόν του λάστιχου αυτού αποτελεί σημείο εστιακού σημείου (focal point) ή σημείο Schelling (προς τιμήν του νομπελίστα Thomas Schelling που τις εισήγαγε και ανέλυσε για πρώτη φορά³), και είναι η πιο εύλογη και προφανής επιλογή πάνω στην οποία θα μπορούσαν να συντονιστούν οι φοιτητές χωρίς συνεννόηση.

Η ύπαρξη εστιακού σημείου βοηθάει τους παίκτες να συντονιστούν σε μία ισορροπία, παρόλο που οι εκβάσεις που αποτελούν ισορροπίες αποτελούν τη μειονότητα του συνόλου των δυνατών εκβάσεων. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.2, οι εκβάσεις που είναι ισορροπίες είναι 4 σε σύνολο 16, άρα η πιθανότητα να συντονιστούν οι δύο φοιτητές αν επιλέξουν στην τύχη ισούται με

$$4/16 = 0.25 = 25\%$$

Ας επιστρέψουμε τώρα στο αρχικό παίγνιο του απόλυτου συντονισμού του Πίνακα 2.1, κάνοντας όμως χρήση της έννοιας του εστιακού σημείου. Το παράδειγμα που απεικονίζεται είναι κλασικό⁴: δύο αυτοκίνητα πλησιάζουν το ένα το άλλο σε έναν αγροτικό δρόμο χωρίς λωρίδες κυκλοφορίας, όπου ο κάθε οδηγός πρέπει να αποφασίσει προς τα που θα στρίψει, αριστερά ή δεξιά. Οι δύο οδηγοί έχουν ως μόνη κοινή επιδίωξη να αποφύγουν τις αναποτελεσματικές (inefficient) εκβάσεις (0,0) που τους οδηγούν σε σύγκρουση δηλαδή έκβαση που είναι κοινά απεχθής (common aversion), αλλά δεν έχουν προφανή τρόπο να συντονιστούν, γιατί και οι δύο ισορροπίες Nash έχουν τις ίδιες ανταμοιβές (1, 1) οπότε δεν προτιμάται καμία από τις δύο.

Η έννοια του εστιακού σημείου είναι χρήσιμη σε τέτοιες περιπτώσεις, αναδεικνύοντας ως πιο εύλογη την επιλογή εκείνη που είναι πιο προφανής βάσει των κοινωνικών συμβάσεων και της κοινής γνώσης. Εάν για παράδειγμα ο αγροτικός δρόμος ήταν στην Ευρώπη ή στις ΗΠΑ, το γεγονός ότι σε αυτές τις περιοχές οδηγούμε στα δεξιά του δρόμου, θα υπαγόρευε στους οδηγούς να στρίψουν προς τα δεξιά, κάνοντας χώρο για το άλλο αυτοκίνητο προς τα αριστερά τους. Αυτό θα ήταν αντίθετο εάν ο αγροτικός δρόμος ήταν στη Βρετανία, την Ιαπωνία ή την Αυστραλία, που τα οχήματα κινούνται στα αριστερά του δρόμου. Από την άλλη, εάν ο επαρχιακός δρόμος βρίσκεται σε ένα ερημικό τοπίο κάπου στην Αφρική και δεν ήταν καθόλου προφανές στους οδηγούς αν θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουν το δεξί ή το αριστερό μέρος του δρόμου, η έλλειψη εστιακού σημείου θα καθιστούσε αδύνατη την προτίμηση μίας από τις δύο ισορροπίες με ανταμοιβές (1, 1), και οι οδηγοί ενδεχομένως θα επέλεγαν με τυχαίο τρόπο.

Η έννοια των εστιακών σημείων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε παίγνια που έχουν περισσότερες της μίας ισορροπίες Nash. Τα εστιακά σημεία μας βοηθάνε να αναγνωρίσουμε ότι οι οδηγοί μπορεί να αναζητήσουν το συντονισμό με βάση την (πιθανή) ύπαρξη εστιακών σημείων (coordination with focal point), κάτι που όπως θα δούμε σε επόμενη ενότητα ονομάζεται και συντονισμός με διαβεβαίωση (coordination with assurance). Τέτοια εστιακά σημεία βρίσκονται στους κανόνες οδήγησης (driving conventions), στα δεξιά ή τα αριστερά του δρόμου.

Εφαρμογές στη διεθνή πολιτική

Στη διεθνή πολιτική, η υιοθέτηση κοινών προτύπων (standards), όπως το πλάτος των σιδηροτροχιών των σιδηροδρομικών γραμμών (τυπική τιμή του οποίου είναι τα 1.44 μέτρα) που επιτρέπει την μετακίνηση ενός τρένου από το ένα κράτος στο άλλο, αποτελεί παίγνιο απόλυτου συντονισμού. Βέβαια, αν πίσω από τα πρότυπα κρύβονται κρατικά ή επιχειρηματικά συμφέροντα που προτιμούν ένα συγκεκριμένο τύπο από ένα άλλο, τότε το παίγνιο του

³ Schelling (1980)

⁴ Easley & Kleinberg (2010)

απόλυτου συντονισμού μετατρέπεται σε παίγνιο μάχης των φύλων, που θα συζητήσουμε σε επόμενη ενότητα αυτού του κεφαλαίου.

Τα καθεστώτα ρύθμισης (regulatory regimes) στις μεταφορές αποτελούν παίγνια απόλυτου συντονισμού, με ένα άλλο παράδειγμα τον Οργανισμό της Διεθνούς Πολιτικής Αεροπορίας (International Civil Aviation Organization), που ρυθμίζει ζητήματα των αεροπορικών μεταφορών⁵. Για να λυθεί το θέμα της επικοινωνίας λόγω έλλειψης κοινής γλώσσας, η χρήση της Αγγλικής καθίσταται εστιακό σημείο, οπότε κάθε πύργος ελέγχου πρέπει να έχει ανά πάσα στιγμή σε υπηρεσία προσωπικό που να μιλάει Αγγλικά, ώστε να μην δημιουργείται μπέρδεμα (θυμίζοντας τη βιβλική ιστορία της Βαβέλ) με τις γλώσσες των πιλότων.

Σε επίπεδο στρατηγικής, αν δύο σύμμαχοι όπως η Γερμανία και η Αυστρία στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, ετοίμαζαν διμέτωπο πόλεμο με το ένα μέτωπο στη Δύση (Γαλλία) και το άλλο στην Ανατολή (Ρωσία), θα έπρεπε να συντονίζονταν όσον αφορά σε ποιον αντίπαλο θα επιτεθούν πρώτα. Αν υποθέσουμε ότι ήταν αδιάφοροι για την επιλογή του μετώπου, θα έπρεπε να αποφύγουν ο ένας να εμπλακεί με την Γαλλία και ο άλλος με την Ρωσία για να μην διασπάσουν τις δυνάμεις τους. Σε αυτή την περίπτωση, θα έπρεπε να εντοπίσουν ένα εστιακό σημείο ώστε να διευκολυνθεί ο συντονισμός.

Ένα τέτοιο εστιακό σημείο έδωσε το γερμανικό σχέδιο του στρατηγού Schlieffen. Το σχέδιο αυτό διαπίστωνε ότι η τεχνολογία των σιδηροδρομικών μεταφορών ευνοούσε επίθεση πρώτα προς τα δυτικά, στη σχετικά πιο αδύναμη Γαλλία, και μετά από μια γρήγορη νίκη στο δυτικό μέτωπο, την ταχεία μεταφορά των δυνάμεων στο ανατολικό μέτωπο. Το σχέδιο Schlieffen προέβλεπε ότι η Ρωσία θα αργούσε να κινητοποιηθεί λόγω αχανούς γεωγραφικού μεγέθους και έλλειψης διοικητικής επάρκειας. Έτσι οι σύμμαχοι δεν θα αναγκάζονταν να διασπάσουν τις δυνάμεις τους και θα μπορούσαν να λειτουργήσουν συντονισμένα, επιτιθέμενοι πρώτα στη Γαλλία και μετά στη Ρωσία.

Σε αυτό το παράδειγμα, το χρονικό παράθυρο ευκαιρίας δημιούργησε ένα εστιακό σημείο, που θα επέτρεπε το συντονισμό και συγχρονισμό των δυο συμμάχων (war by timetable). Στην πράξη όμως, όπως θα δούμε πιο κάτω, ο συντονισμός δεν ήταν εύκολος γιατί υπήρχαν διαφορετικά συμφέροντα. Η Αυστρία ήθελε το ακριβώς αντίθετο από την Γερμανία: πρώτα το ανατολικό μέτωπο και μετά το δυτικό. Αυτό παραπέμπει σε παίγνιο που θυμίζει τη μάχη των φύλων, το οποίο και εξετάζουμε στην επόμενη ενότητα.

2.2.2. Παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση

Έχοντας παρουσιάσει και αναλύσει το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού, ας εξετάσουμε τώρα ένα άλλο παίγνιο συντονισμού, στο οποίο όπως θα δούμε δεν έχουν όλες οι ισορροπίες Nash τις ίδιες ανταμοιβές. Το παίγνιο αυτό συνήθως αποκαλείται παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση (coordination game with assurance) ή και (σκέτο) παίγνιο συντονισμού.

Ξεκινάμε από ένα παρόμοιο σενάριο, με δύο οχήματα που συναντιούνται σε ένα σχετικά στενό δρόμο χαμηλής κυκλοφορίας με δύο στενές λωρίδες (μία ανά κατεύθυνση). Αυτή τη φορά όμως βρισκόμαστε σε μία χώρα όπως η Ελλάδα, όπου είναι κοινή η γνώση του ρυθμιστικού πλαισίου που αφορά την οδήγηση, ότι δηλαδή οδηγούμε στη δεξιά πλευρά του δρόμου. Τα οχήματα, λόγω στενότητας του δρόμου και χαμηλής κυκλοφορίας, κινούνται κοντά στο μέσον του δρόμου. Το ερώτημα λοιπόν είναι, προς τα που θα στρίψουν τα οχήματά τους οι δύο οδηγοί, ώστε να αποφύγουν τη σύγκρουση και να συνεχίσουν την πορεία τους;

Το παίγνιο του συντονισμού με διαβεβαίωση απεικονίζεται στον Πίνακα 2.3, όπου και βλέπουμε ότι οι ανταμοιβές είναι συμμετρικές.

⁵ <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>

Πίνακας 2.3. Παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση

		Οδηγός Β	
		Δεξιά λωρίδα	Αριστερή λωρίδα
Οδηγός Α	Δεξιά λωρίδα	2, 2 (αποφυγή σύγκρουσης)	0, 0 (σύγκρουση)
	Αριστερή λωρίδα	0, 0 (σύγκρουση)	1, 1 (αποφυγή σύγκρουσης)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3, εάν και οι δύο οδηγοί στρίψουν το τιμόνι του οχήματός τους προς τη δεξιά τους, καταλαμβάνοντας τη λωρίδα του δρόμου στην οποία βάσει του νόμου οφείλουν να κινούνται, θα αποφύγουν τη σύγκρουση και το παίγνιο θα καταλήξει στο πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (2, 2). Ακόμα όμως και εάν οι δύο οδηγοί στρίψουν το τιμόνι του οχήματός τους προς τα αριστερά τους, καταλαμβάνοντας τη λωρίδα του δρόμου στην οποία βάσει του νόμου κινούνται τα αντιθέτως κινούμενα οχήματα, και πάλι θα έχουν αποφύγει τη σύγκρουση (παραβαίνοντας βέβαια το νόμο), καταλήγοντας στο κάτω δεξιά κελί με ανταμοιβές (1, 1).

Οι δύο χειρότερες εκβάσεις του παιγνίου είναι να στρίψει ο ένας οδηγός στα δεξιά του και ο άλλος στα αριστερά του, οπότε τα οχήματα τα βρεθούν στην ίδια λωρίδα (είτε στη δεξιά είτε στην αριστερή) και θα συγκρουστούν. Συγκεκριμένα, εάν ο οδηγός Α στρίψει προς τα δεξιά του και ο οδηγός Β στρίψει προς τα αριστερά του, το παίγνιο θα καταλήξει στο πάνω δεξιά κελί με ανταμοιβές (0, 0), όπου τα οχήματα συγκρούονται. Αντίστοιχα, εάν ο οδηγός Α στρίψει προς τα αριστερά του και ο οδηγός Β προς τα δεξιά του, το παίγνιο θα καταλήξει στο κάτω αριστερά κελί με ανταμοιβές (0, 0), όπου επίσης τα οχήματα συγκρούονται. Υποθέτουμε ότι στόχος των οδηγών είναι να αποφύγουν τη σύγκρουση και όχι να οδηγήσουν στη νόμιμη πλευρά του δρόμου, γι' αυτό και οι ανταμοιβές των δύο παικτών και στις δύο αυτές εκβάσεις είναι ίδιες ασχέτως εάν το αντίστοιχο όχημα κινείται στη δεξιά ή αριστερή λωρίδα.

Στο σημείο αυτό γίνεται φανερό γιατί το παίγνιο αυτό ονομάζεται παίγνιο συντονισμού και μάλιστα με διαβεβαίωση. Αρχικά παρατηρούμε ότι το παίγνιο αυτό δεν εμπεριέχει συγκρουσιακά στοιχεία αφού και οι δύο οδηγοί θέλουν να αποφύγουν τη σύγκρουση, ο δε συντονισμός τους σε εκβάσεις που αποφεύγουν τη σύγκρουση είναι επωφελής και για τους δύο (win-win). Η διαβεβαίωση παρέχεται από το θεσμικό πλαίσιο που ορίζει ότι τα οχήματα πρέπει να κινούνται στη δεξιά πλευρά του δρόμου. Οι δύο οδηγοί πρέπει λοιπόν να συντονίσουν την οδήγησή τους έτσι ώστε να στρίψουν κατά προτίμηση στη νόμιμη λωρίδα του δρόμου ώστε να αποφύγουν τη σύγκρουση αλλά και να είναι νόμιμοι.

Ανταμοιβές

Μια που τώρα έχουμε μεγαλύτερη διακύμανση στις τιμές των ανταμοιβών (0, 1 και 2, σε σύγκριση με το παίγνιο απόλυτου συντονισμού που ήταν μόνο 0 και 1), ας δούμε πως ορίζονται αυτές. Όπως είπαμε προηγουμένως, στη Θεωρία Παιγνίων δεν έχουν σημασία οι απόλυτες τιμές των ανταμοιβών (δηλαδή αν είναι 1, 5 ή 20) αλλά μόνο η ιεράρχησή τους (δηλαδή ότι το 20 είναι μεγαλύτερο του 5, και αυτό μεγαλύτερο του 1). Στην περίπτωση του συγκεκριμένου παιγνίου λοιπόν οι απόλυτες τιμές (0, 1 ή 2) δεν έχουν σημασία, αρκεί να αποτυπώνεται σωστά η σειρά προτίμησης των παικτών.

Εφόσον και οι δύο παίκτες έχουν συνείδηση του γεγονότος ότι οδηγούν στην Ελλάδα, όπου βάσει του ρυθμιστικού πλαισίου τα οχήματα κινούνται στη δεξιά πλευρά του δρόμου, είναι εύλογο ότι προτιμούν την έκβαση (δεξιά λωρίδα, δεξιά λωρίδα), οπότε το πιθανότερο είναι να

κατευθύνουν τα οχήματά τους προς τα εκεί και το παίγνιο να καταλήξει στο πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (2, 2). Η επιλογή του κελιού (2, 2) θα γίνει εφόσον ο πλήρης πίνακας ανταμοιβών είναι κοινή γνώση (common knowledge) των δύο παικτών, γεγονός που αποτελεί συνήθη προϋπόθεση για τα παίγνια πλήρους πληροφόρησης (complete information games). Επίσης, η επιλογή του κελιού (2, 2) θα γίνει εφόσον και οι δύο παίκτες συμπεριφέρονται ορθολογικά, δηλαδή επιλέγουν εκβάσεις που μεγιστοποιούν τις ανταμοιβές τους. Όπως θα δούμε, αυτό το κελί αποτελεί σημείο ισορροπίας Nash.

Και το κελί (αριστερή λωρίδα, αριστερή λωρίδα) όμως θα δούμε ότι αποτελεί ισορροπία Nash, με μικρότερες βέβαια ανταμοιβές (1, 1), που αντανakλούν το γεγονός ότι η οδήγηση στην αριστερή λωρίδα δεν είναι νόμιμη (στη συγκεκριμένη χώρα όπου υποθέτουμε ότι λαμβάνει χώρα το παίγνιο). Πάντως, και στην έκβαση αυτή οι οδηγοί αποφεύγουν τη σύγκρουση. Βλέπουμε λοιπόν ότι στο παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση, σε αντίθεση με το παίγνιο απόλυτου συντονισμού που εξετάσαμε προηγουμένως, η μία από τις δύο ισορροπίες Nash είναι προτιμότερη από την άλλη και για τους δύο παίκτες. Υπό την έννοια αυτή, θα μπορούσε να πει κανείς ότι η έκβαση (2, 2) αποτελεί εστιακό σημείο, πλην όμως δεν χρειάζεται να επικαλεστούμε τέτοιες επικουρικές έννοιες ισορροπίας (όπως τα εστιακά σημεία) στο παίγνιο αυτό, γιατί η μία από τις δύο ισορροπίες Nash έχει μεγαλύτερες ανταμοιβές από την άλλη και για τους δύο παίκτες.

Εάν όμως, για οποιονδήποτε λόγο, έμπαινε στο μυαλό του ενός οδηγού ότι ο άλλος μπορεί να κινηθεί προς την αριστερή λωρίδα, τότε μπορεί και αυτός να προτιμούσε να κινηθεί προς τα αριστερά προκειμένου να αποφύγει τη σύγκρουση, ακόμα και εάν αυτό ήταν παράνομο⁶. Εάν και οι δύο παίκτες σκεφτούν ότι ο άλλος μπορεί να κινηθεί όχι προς τη δεξιά λωρίδα (όπως ορίζει το ρυθμιστικό πλαίσιο), τότε η σκέψη αυτή θα ενίσχυε τον εαυτό της (self-reinforcing), και ίσως τελικά επέλεξαν και οι δύο την αριστερή λωρίδα, οπότε το κελί (1, 1) θα αποτελούσε την τελική έκβαση του παιγνίου.

Βέλτιστες αποκρίσεις και ισορροπίες Nash

Διενεργώντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, στην οποία όπως εξηγήσαμε σε προηγούμενη ενότητα ξεκινάμε πρώτα με έναν από τους δύο παίκτες και μετά πάμε στον δεύτερο, εντοπίζουμε τις βέλτιστες αποκρίσεις και των δύο παικτών τις οποίες και υπογραμμίζουμε στον Πίνακα 2.3. Κελιά που έχουν και τα δύο νούμερα υπογραμμισμένα, δηλαδή είναι βέλτιστες αποκρίσεις και των δύο παικτών, είναι ισορροπίες Nash. Στο παίγνιο του συντονισμού με διαβεβαίωση λοιπόν, όπως δείχνει ο Πίνακας 2.3, έχουμε δύο τέτοια κελιά, που είναι και ισορροπίες Nash: το πάνω αριστερά (2, 2), και το κάτω δεξιά (1, 1). Τα δύο αυτά κελιά αντιστοιχούν στις εκβάσεις όπου αποφεύγεται η σύγκρουση των οχημάτων.

Παρατηρούμε ότι στο παίγνιο συντονισμού έχουμε λοιπόν δύο ισορροπίες Nash, και μάλιστα η μία (2, 2) είναι καλύτερη της άλλης (1, 1). Για την καλύτερη ισορροπία (2, 2) λέμε λοιπόν ότι είναι βέλτιστη κατά Pareto (Pareto optimal). Αυτός είναι ο λόγος που αυτό το παίγνιο συντονισμού, που έχει δύο ισορροπίες αλλά η μία είναι καλύτερη και για τους δύο παίκτες, λέγεται και παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση (coordination game with assurance)—η διαβεβαίωση παρέχεται από το γεγονός ότι οι παίκτες θα προτιμήσουν από τις δύο ισορροπίες εκείνη που είναι βέλτιστη κατά Pareto. Ως προς αυτό, διαφέρει από το παίγνιο απόλυτου συντονισμού (που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα), στο οποίο οι δύο ισορροπίες είχαν τις ίδιες ανταμοιβές, άρα δεν παρείχε η δομή του παιγνίου κάποια διαβεβαίωση ως προς το ποια ισορροπία είναι καλύτερη. Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιάσουμε το παίγνιο της μάχης των φύλων, που είναι συγγενές με το παίγνιο συντονισμού χωρίς όμως να παρέχεται διαβεβαίωση.

Το παίγνιο του συντονισμού συχνά αναφέρεται και σαν παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση (assurance) ακριβώς γιατί η μία από τις δύο ισορροπίες είναι καλύτερη από την άλλη και για

⁶ Stevens (2008). Το να σκεφτεί ο ένας από τους δύο οδηγούς ότι ο άλλος μπορεί να στρίψει προς την αριστερή λωρίδα (παρά το γεγονός ότι αυτό είναι παράνομο στην Ελλάδα), θα μπορούσε να συμβεί, για παράδειγμα, εάν οι κινήσεις του άλλου οδηγού έκαναν τον πρώτο να πιστέψει ότι ίσως να έχει καταναλώσει αλκοόλ.

τους δύο παίκτες, άρα παρέχεται διαβεβαίωση από τη δομή του παιγνίου ως προς το ποια ισορροπία είναι προτιμότερη. Η υπέρτερη αυτή ισορροπία που είναι βέλτιστη κατά Pareto μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί και εστιακό σημείο, στο οποίο μπορούν να συντονιστούν οι παίκτες.

Εφαρμογές στη διεθνή πολιτική

Στρέφοντας την προσοχή μας στη διεθνή πολιτική και μάλιστα σε παίγνια πολλών παικτών, παράδειγμα αποτυχημένου συντονισμού θα προέκυπτε στην περίπτωση που μία σχετικά μικρή στρατιωτική δύναμη κατακτητών κατάφερνε να κρατήσει υπό έλεγχο έναν πολύ μεγάλο πληθυσμό για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς αυτός να εξεγερθεί⁷. Εάν πολλά άτομα του υπό κατοχή πληθυσμού κατάφερναν να συντονιστούν και να εξεγερθούν ταυτόχρονα, η εξέγερση θα στεφόταν με επιτυχία. Η εμπειρία όμως δείχνει ότι αυτό είναι δύσκολο, και συχνά οι τύραννοι, γνωρίζοντας τη δύναμη των μαζών, παίρνουν πρακτικά μέτρα και αυστηρές ποινές για να δυσχεράνουν την επικοινωνία και να κάνουν έναν τέτοιο συντονισμό ακόμα πιο δύσκολο ή χαρακτηριζόμενο από μεγάλο ρίσκο (οπότε μιλάμε για έκβαση που χαρακτηρίζεται από μεγάλο ρίσκο, risk dominance).

Ακόμη και όταν οι ανταμοιβές είναι μεγαλύτερες όταν οι παίκτες καταφέρουν να συντονιστούν σε μία (καλύτερη) ισορροπία, οι άνθρωποι συχνά προτιμούν μία επιλογή που χαρακτηρίζεται από μικρότερο ρίσκο αλλά εγγυημένη ανταμοιβή (οπότε μιλάμε για έκβαση που χαρακτηρίζεται από ψηλότερες ανταμοιβές, payoff dominance). Έτσι, το παίγνιο καταλήγει σε ισορροπία που δεν είναι βέλτιστη (suboptimal). Παρόλα αυτά, καθώς αυξάνεται το πλήθος των δρώντων που καταφέρνουν να συντονιστούν, μερικές φορές ξεπερνιέται ένα κρίσιμο σημείο καμπίης (tipping point), και η αποτυχία του συντονισμού (coordination failure) υπερνικάται με καταγιστικό τρόπο, όπως στην περίπτωση των διαδηλώσεων υπέρ της δημοκρατίας στην πλατεία Tiananmen στο Πεκίνο το 1989 ή της Αραβικής Άνοιξης⁸ ή της εξέγερσης του 1953 στην Ανατολική Γερμανίας⁹.

Σε ένα άλλο ιστορικό παράδειγμα, στο 20ό συνέδριο του Κομμουνιστικού Κόμματος της Σοβιετικής Ένωσης (ΚΚΣΕ), ο Nikita Khrushchev, τότε Γενικός Γραμματέας του ΚΚΣΕ και ηγέτης της χώρας, στο λόγο του αποκήρυξε τις διώξεις και εκκαθαρίσεις του Στάλιν¹⁰. Κατά τη διάρκεια του δραματικού του λόγου, έχει γραφτεί (ως ιστορικό ανέκδοτο) ότι κάποιος ανώνυμος από το ακροατήριο των συνέδρων ρώτησε φωναχτά τον Khrushchev τι έκανε εκείνη την εποχή. Τότε ο Khrushchev απευθυνόμενος στο πολυπληθές ακροατήριό του ζήτησε από τον σύνεδρο που μίλησε να σηκωθεί και να πει το όνομά του. Κανείς δεν μίλησε από τους συνέδρους, οπότε ο Khrushchev απάντησε ότι (στην εποχή του Στάλιν) και αυτός έκανε το ίδιο (δηλαδή δεν μιλούσε). Το γεγονός ότι ουδείς από το ακροατήριο του Khrushchev δεν μίλησε, αποτελεί επίσης μία περίπτωση αποτυχίας συντονισμού και αποφυγής μίας ισορροπίας την οποία το ακροατήριο πιθανότατα θεωρούσε ότι χαρακτηρίζεται από σημαντικό ρίσκο (πολιτική δίωξη των αντιφρονούντων). Αντίθετα με την περίπτωση του πετυχημένου συντονισμού του κόσμου, ώστε να εκδηλωθεί εξέγερση στην Ανατολική Γερμανία (έστω και εάν η ίδια η εξέγερση δεν πέτυχε να ανατρέψει το καθεστώς), η προσπάθεια συντονισμού του ακροατηρίου του Khrushchev (ώστε να εκδηλωθεί συνολικότερη αντιλογία στο λόγο του) απέτυχε.

Ένα άλλο σενάριο που θα μπορούσε να αναλυθεί ως παίγνιο συντονισμού με διαβεβαίωση¹¹, αφορά δύο εταιρείες τηλεπικοινωνιών, που αναπτύσσουν λογισμικό (software) για τον ίδιο πελάτη, και πρέπει να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο πρωτόκολλα επικοινωνίας, που τεχνικά είναι εξίσου καλά αλλά ένα εξ αυτών το προτιμάει ο πελάτης τους. Θα ήταν σημαντικό να επιλέξουν

⁷ Dixit & Nalebuff (1991).

⁸ <https://www.history.com/topics/middle-east/arab-spring>.

⁹ Gladwell (2002). Η εξέγερση της Ανατολικής Γερμανίας περιγράφεται εδώ: <https://history.state.gov/milestones/1953-1960/east-german-uprising>.

¹⁰ Μπορείτε να διαβάσετε τον περίφημο αυτό λόγο του Khrushchev ("secret speech") στα αρχεία του Wilson Center: <https://digitalarchive.wilsoncenter.org/document/115995.pdf?v=3c22b71b65bcbbe9fdfadead9419c995>.

¹¹ Stevens (2008).

και οι δύο εταιρείες το ίδιο πρωτόκολλο, κατά προτίμηση αυτό που θέλει ο πελάτης τους, αλλά και το άλλο ως δεύτερη επιλογή, ώστε τα λογισμικά συστήματα που θα αναπτύξουν να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Ας περάσουμε τώρα στο παίγνιο της μάχης των φύλων, ένα ακόμα παίγνιο συντονισμού συγγενές μεν με το παίγνιο του συντονισμού αλλά χαρακτηριζόμενο από μία σημαντική διαφορά.

2.2.3. Παίγνιο μάχης των φύλων

Περνάμε τώρα σε ένα ακόμα κλασικό παίγνιο συντονισμού που είναι γνωστό ως μάχη των φύλων (battle of the sexes). Όπως θα δούμε, και στο παίγνιο αυτό υπάρχουν δύο ισορροπίες Nash, αυτή τη φορά όμως καμία από τις δύο δεν είναι καλύτερη από την άλλη και για τους δύο παίκτες. Μάλιστα, η μία είναι καλύτερη για τον ένα παίκτη και η άλλη για τον άλλο. Γι' αυτό το λόγο το παίγνιο της μάχης των φύλων ονομάζεται και παίγνιο συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση (coordination without assurance).

Σύμφωνα με το κλασικό σενάριο της μάχης των φύλων, ένας άνδρας και μία γυναίκα πρέπει να αποφασίσουν που θα πάνε για διασκέδαση: σε αγώνα ποδοσφαίρου ή σε μπαλέτο; Το ζευγάρι προτιμάει να είναι μαζί, οπότε το να πάει ο άνδρας στη μια εκδήλωση (π.χ. ποδόσφαιρο) και η γυναίκα στην άλλη (π.χ. μπαλέτο) αποτελεί τη χειρότερη επιλογή τους. Όμως, ο μεν άνδρας προτιμάει να είναι μαζί με τη γυναίκα στο ποδόσφαιρο, ενώ η γυναίκα προτιμάει να είναι μαζί στο μπαλέτο. Με άλλα λόγια, το ζευγάρι θέλει να είναι μαζί στην ίδια εκδήλωση, αλλά και ο άνδρας και η γυναίκα προτιμούν να είναι μεν μαζί αλλά στην εκδήλωση που προτιμούν. Ο πίνακας ανταμοιβών ενός τέτοιου παιγνίου απεικονίζεται στον Πίνακα 2.4 και αντανακλά αυτές ακριβώς τις προτιμήσεις.

Πίνακας 2.4. Το παίγνιο της μάχης των φύλων (battle of the sexes)
(παίγνιο συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση)

		Γυναίκα	
		Ποδόσφαιρο	Μπαλέτο
Άνδρας	Ποδόσφαιρο	$2, 1$ (υπερισχύει η προτίμηση του άνδρα)	$0, 0$ (αποτυχία συντονισμού)
	Μπαλέτο	$0, 0$ (αποτυχία συντονισμού)	$1, 2$ (υπερισχύει η προτίμηση της γυναίκας)

Το παίγνιο της μάχης των φύλων είναι το πρώτο παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων που εξετάζουμε, στο οποίο μπορούμε να πούμε ότι συνυπάρχουν στοιχεία και συνεργασίας και σύγκρουσης. Και πάλι είναι δύο οι εκβάσεις που έχουν μεγαλύτερες ανταμοιβές για τους παίκτες, η έκβαση (ποδόσφαιρο, ποδόσφαιρο) με ανταμοιβές (2, 1), και η έκβαση (μπαλέτο, μπαλέτο) με ανταμοιβές (1, 2). Όπως μπορούμε να επιβεβαιώσουμε με τη μέθοδο της βέλτιστης απόκρισης, τα δύο αυτά κελιά είναι ισορροπίες Nash. Αυτή τη φορά όμως, καμία από τις δύο ισορροπίες δεν είναι καλύτερη της άλλης, και σε καμία δεν είναι και οι δύο παίκτες απόλυτα ευχαριστημένοι¹². Η ισορροπία του πάνω δεξιού κελιού, (2, 1), είναι καλύτερη για τις άνδρα (τον παίκτη των γραμμών), ενώ του κάτω αριστερά κελιού, (1,2) είναι καλύτερη για τη

¹² Petersen (2017).

γυναίκα (τον παίκτη των στηλών). Για το λόγο αυτό, το παίγνιο της μάχης των φύλων λέγεται και παίγνιο συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση (coordination game without assurance).

Ισορροπίες Nash

Εάν κάνουμε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης προκύπτουν οι υπογραμμίσεις των ανταμοιβών που φαίνονται στον Πίνακα 2.4. Πράγματι, εάν η γυναίκα επιλέξει ποδόσφαιρο (αριστερή στήλη), η βέλτιστη απόκριση του άνδρα είναι επίσης ποδόσφαιρο (γιατί $2 > 0$). Εάν η γυναίκα επιλέξει μπαλέτο (δεξιά στήλη), η βέλτιστη απόκριση του άνδρα είναι επίσης μπαλέτο (γιατί $0 < 1$). Ομοίως, εάν ο άνδρας επιλέξει ποδόσφαιρο (πάνω γραμμή), η βέλτιστη απόκριση της γυναίκας είναι επίσης ποδόσφαιρο (γιατί $1 > 0$). Τέλος, εάν ο άνδρας επιλέξει μπαλέτο, η βέλτιστη απόκριση της γυναίκας είναι επίσης μπαλέτο (γιατί $0 < 2$).

Παρατηρούμε ότι έχουμε δύο κελιά στα οποία είναι και οι δύο ανταμοιβές υπογραμμισμένες: το πάνω αριστερά (ποδόσφαιρο, ποδόσφαιρο) και το κάτω δεξιά (μπαλέτο, μπαλέτο).

Πράγματι λοιπόν, έχουμε δύο ισορροπίες Nash, όπως και στο παίγνιο του συντονισμού. Οι δύο αυτές ισορροπίες αντανακλούν τις διαφορετικές προτιμήσεις των δύο παικτών: και οι δύο θέλουν να πάνε μαζί στην ίδια εκδήλωση (δηλαδή να συντονιστούν), ποδόσφαιρο ή μπαλέτο, αλλά ο άνδρας προτιμάει το ποδόσφαιρο ενώ η γυναίκα το μπαλέτο. Θέλουν όμως και οι δύο να αποφύγουν τις εκβάσεις στις οποίες ο άνδρας πηγαίνει στη μία εκδήλωση ενώ η γυναίκα στην άλλη (οπότε δεν καταφέρουν να συντονιστούν), δηλαδή τα δύο κελιά με ανταμοιβές $(0,0)$.

Στρατηγικές επίλυσης

Σε αντίθεση με το παίγνιο του συντονισμού, η ύπαρξη δύο ισορροπιών Nash καμία εκ των οποίων δεν είναι καλύτερη και για τους δύο παίκτες (δηλαδή βέλτιστη κατά Pareto), υπογραμμίζει τη σύγκρουση συμφερόντων που χαρακτηρίζει το παίγνιο της μάχης των φύλων. Καθένας από τους δύο παίκτες θα ήθελε να επιβάλλει τις δικές του προτιμήσεις. Η δυσκολία εύρεσης μίας προτιμότερης ισορροπίας σημαίνει ότι κάποιος από τους δύο παίκτες, είτε ο άνδρας είτε η γυναίκα, πρέπει να υποχωρήσει. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση αυτού του παιγνίου, ένας εκ των οποίων είναι να γίνει χρήση εστιακών σημείων, προσέγγιση που εξετάζουμε αμέσως τώρα.

Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι ο άνδρας θέλει να εξαναγκάσει τη γυναίκα να συντονιστούν στην ισορροπία που προτιμάει αυτός, δηλαδή να πάνε και οι δύο στο ποδόσφαιρο. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, ο άνδρας θα μπορούσε να πει ότι έχει δύο δωρεάν προσκλήσεις για να πάνε στον αγώνα ποδοσφαίρου. Εναλλακτικά, εάν η δουλειά του τύχαινε να ήταν πλησιέστερα στο γήπεδο ποδοσφαίρου, θα μπορούσε να στείλει ένα μήνυμα στη γυναίκα, που να λέει ότι επειδή θα αργήσει να φύγει από τη δουλειά του λόγω υποχρεώσεων, δεν θα προλάβει να πάει στο μπαλέτο, οπότε παρακαλεί να συναντηθούν στο ποδόσφαιρο. Αν μάλιστα δώσει και κάποια αιτία για την καθυστέρησή του, π.χ. ορίστηκε μία σημαντική συνάντηση λίγο πριν από τον αγώνα στην οποία πρέπει να συμμετάσχει, η καθυστέρησή του θα φαίνεται πιο δικαιολογημένη. Αυτές οι στρατηγικές ενέργειες του άνδρα θα καθιστούσαν την ισορροπία (ποδόσφαιρο, ποδόσφαιρο) εστατικό σημείο.

Βέβαια, το ίδιο θα μπορούσε να κάνει και η γυναίκα, για παράδειγμα να πει στον άντρα ότι έχει αγοράσει από πριν δύο εισιτήρια για το μπαλέτο. Αν όμως ο άνδρας απαντούσε ότι έχει και αυτός προσκλήσεις, το πρόβλημα θα παρέμενε και καμία από τις δύο ισορροπίες δεν θα προέβαλε σαν εστιακό σημείο. Μία άλλη στρατηγική θα ήταν, ένας από τους δύο παίκτες να γνωστοποιήσει (με άμεσο τρόπο) ή να σηματοδοτήσει (με έμμεσο τρόπο) στον άλλο την προτίμησή του, και μετά να διακόψει την επικοινωνία, π.χ. με το να στείλει γραπτό μήνυμα και μετά να μην απαντάει στις κλήσεις (ενδεχομένως με την πρόφαση ότι είχε επαγγελματική υποχρέωση). Αν και η επιτυχία αυτής της στρατηγικής δεν είναι εγγυημένη, ο παίκτης που θα γνωστοποιήσει πρώτος την προτίμησή του και μετά θα σταματήσει την επικοινωνία με τον άλλο, ουσιαστικά θα έχει δώσει στον άλλο παίκτη ισχυρά κίνητρα (στα όρια του εξαναγκασμού) να επιλέξει την ισορροπία που προτιμάει ο πρώτος.

Τέτοια στρατηγικά τεχνάσματα θα μετέτρεπαν το παίγνιο από παίγνιο ταυτόχρονων (simultaneous) σε παίγνιο διαδοχικών (sequential) κινήσεων με πλεονέκτημα πρώτης κίνησης (first-mover advantage). Το μήνυμά προς τον άλλο παίκτη αποτελεί δέσμευση (commitment) με περιορισμό των εναλλακτικών στρατηγικών (restricting alternatives). Και μάλιστα, ο παίκτης που αγόρασε τα εισιτήρια κάνει ξεκάθαρο ότι, αν δεν συντονιστούν με το να πάνε στην εκδήλωση αυτή, χάνεται η αξία δύο ακριβών εισιτηρίων. Στο επόμενο κεφάλαιο, όπου θα εξετάσουμε παίγνια διαδοχικών κινήσεων, εκτός από την έννοια της δέσμευσης, θα συναντήσουμε και τις συναφείς έννοιες των υποσχέσεων (promises) και των απειλών (threats), που αποτελούν χρήσιμα στρατηγικά εργαλεία ιδίως στη διεθνή πολιτική.

Μια εναλλακτική προσέγγιση για την επίλυση του παιγνίου, θα ήταν μία συμφωνία ανάμεσα στους δύο παίκτες, όσον αφορά μελλοντικές επαναλήψεις του παιγνίου. Το κρίσιμο θέμα είναι αν το παίγνιο παίζεται μια φορά ή επαναλαμβάνεται συνεχώς. Στη δεύτερη περίπτωση, η επιλογή μιας εκ των δύο ισορροπιών θα είναι ευκολότερη, ενδεχομένως επιλέγοντας το ποδόσφαιρο και το μπαλέτο εναλλάξ. Αν όμως το παίγνιο παίζεται μια φορά τότε πλεονέκτημα θα έχει εκείνος ο παίκτης που θα δεσμευτεί πρώτος, ως εκ τούτου υπάρχει κίνητρο for προληπτική δράση (preemption). Στην περίπτωση επαναλαμβανόμενου παιγνίου, θα μπορούσε ο άνδρας να προτείνει να πάνε την τρέχουσα ημέρα στο ποδόσφαιρο υπό την προϋπόθεση ότι την επόμενη φορά θα πάνε στο μπαλέτο. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να γίνει μία γενικότερη συμφωνία, που να ορίζει, για παράδειγμα, ότι τις μονές μέρες το ζευγάρι θα πηγαίνει στο μπαλέτο και τις ζυγές μέρες στο ποδόσφαιρο. Φυσικά, αυτές οι προσεγγίσεις προϋποθέτουν ότι θα έπρεπε να υπάρχει εμπιστοσύνη ανάμεσα στους δύο παίκτες όσον αφορά την τήρηση της συμφωνίας ή, ακόμα καλύτερα, να αναγνωριστεί ότι υπάρχουν ισχυρά κίνητρα και για τους δύο παίκτες να μην την αθετήσουν.

Τέλος η διαφωνία θα μπορούσε να επιλυθεί με την χρήση μεικτών στρατηγικών (mixed strategies) με τυχειότητα, δηλαδή το μέρος στο οποίο θα πάει το ζευγάρι να αποφασίζεται τυχαία, για παράδειγμα με ρίψη νομίσματος. Περισσότερα για μεικτές στρατηγικές θα πούμε σε επόμενο κεφάλαιο του βιβλίου.

Εφαρμογές στη διεθνή πολιτική

Όπως το παίγνιο του συντονισμού, έτσι και το παίγνιο της μάχης των φύλων βρίσκει εφαρμογή στη διεθνή πολιτική, ειδικά στις διαπραγματεύσεις μεταξύ εταίρων. Τα παζάρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση θυμίζουν μάχη των φύλων: οι χώρες-μέλη θέλουν να αποφύγουν την παράλυση που επιφέρει η έλλειψη συντονισμού αλλά ταυτόχρονα επιδιώκουν να επιβάλουν τις προτιμήσεις τους (preferred equilibria). Όπως θα δούμε πιο κάτω στο παίγνιο του ηγέτη (leader), τα ισχυρότερα μέλη σε τέτοιου είδους συμμαχίες συνήθως επιβάλουν τις δικές τους προτιμήσεις (coordination for the powerful) στους υπόλοιπους εταίρους. Η εμμονή της Γερμανίας, για παράδειγμα, να επιβάλει τα δικά της πρότυπα στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε ένα μεγάλο φάσμα ζητημάτων (π.χ. τρόφιμα, φάρμακα, ενέργεια, περιβάλλον, ασφάλεια, προστασία δεδομένων) με αποτέλεσμα να ευνοούνται οι δικές τις επιχειρήσεις, ήταν ένας από τους λόγους που οδήγησε μία μεγάλη Ευρωπαϊκή χώρα όπως την Βρετανία σε διαζύγιο (Brexit).

Σε μια λιγότερο συγκρουσιακή στιγμή του Ψυχρού Πολέμου (Cold War), το 1975 οι ΗΠΑ και η Σοβιετική Ένωση (Ένωση Σοβιετικών Σοσιαλιστικών Δημοκρατιών ή ΕΣΣΔ) διαπραγματεύονταν τη σύνδεση (docking) των διαστημικών οχημάτων τους Απόλλων (Apollo, ΗΠΑ) και Σογιούζ (Soyuz, ΕΣΣΔ)¹³. Ανέκυψε όμως το εξής τεχνικό (αλλά και διπλωματικό) πρόβλημα: ποιος θα επιβιβαστεί σε ποιόν; Η κλασική διαδικασία σύνδεσης τύπου αρσενικό-θηλυκό (male-to-female) θεωρήθηκε ότι σηματοδοτούσε αδυναμία για το (θηλυκό) όχημα στο οποίο θα επιβιβάζοταν το πλήρωμα του άλλου (αρσενικού). Τελικά ΗΠΑ και ΕΣΣΔ συνεννοήθηκαν και, με τη βοήθεια των τεχνικών, βρήκαν μία ενδιάμεση λύση (male-on-male docking) η οποία λειτούργησε ως εστιακό σημείο και στην οποία συντονίστηκαν, οπότε η σύνδεση του Απόλλωνα με τον Σογιούζ πραγματοποιήθηκε και υπήρξε ο πρώτος Διεθνής

¹³ Parkes (2014).

Διαστημικός Σταθμός (International Space Station). Έτσι δεν φάνηκε να υποχωρεί καμία από τις δύο χώρες. Η δε ιστορική χειραψία του Αμερικάνου αστροναύτη Tom Stafford με τον Σοβιετικό κοσμοναύτη Alexei Leonov ακολουθήθηκε από επικοινωνίες του Σοβιετικού ηγέτη Leonid I. Brezhnev και του Αμερικάνου Προέδρου Gerald R. Ford και καταγράφηκε ως μία σημαντική στιγμή ύφεσης (détente) του Ψυχρού Πολέμου¹⁴.

Η εφαρμογή διαφορετικών τεχνικών προτύπων (standards) ή μονάδων μέτρησης αποτελούν προσπάθειες συντονισμού των διαφορετικών χωρών του κόσμου, αλλά με διαφορετικές προτιμήσεις ως προς την καλύτερη ισορροπία. Στις δεκαετίες 1980 και 1990 που ήταν ευρεία η χρήση βιντεοκασετών, είχαν επικρατήσει διαφορετικά πρότυπα σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ, με αποτέλεσμα μία βιντεοκασέτα που ήταν γραμμένη για τη μία αγορά να μην μπορεί να προβληθεί στην άλλη. Πιο σύγχρονα παραδείγματα είναι η οδήγηση στα δεξιά ή τα αριστερά του δρόμου καθώς και η μέτρηση αποστάσεων με χιλιόμετρα (στην Ευρώπη) ή με μίλια (στη Βόρειο Αμερική). Για δύο εταιρείες τηλεπικοινωνιών, το παίγνιο αυτό θα ήταν καλό πρότυπο για την περίπτωση που η μία εταιρεία θα προτιμούσε ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο, ενώ η άλλη ένα διαφορετικό. Και οι δύο θα ήθελαν να εφαρμοστεί το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας (το οποίο θα καθίστατο εστιακό σημείο), αλλά η κάθε μία θα προτιμούσε το πρωτόκολλο αυτό να ήταν το δικό της¹⁵.

Τέλος, η επικράτηση μίας κοινής παγκόσμιας γλώσσας αποτελεί επίσης μάχη των φύλων. Αγγλόφωνες χώρες, όπως οι ΗΠΑ και η Βρετανία, έχουν λίγο πολύ επιβάλλει ως παγκόσμια γλώσσα τα Αγγλικά. Από την άλλη, χώρες όπως η Γαλλία θα προτιμούσαν η γλώσσα αυτή να είναι τα Γαλλικά. Ιστορικά, έχουν βρεθεί επιμέρους εστιακά σημεία, για παράδειγμα με την καθιέρωση της μεν Αγγλικής ως της γλώσσας του εμπορίου, των υπηρεσιών, της επιστήμης και της έρευνας, της δε Γαλλικής ως της γλώσσας της διπλωματίας.

2.2.4. Παίγνιο ηγέτη

Το παίγνιο που εξετάζουμε τώρα, το παίγνιο του ηγέτη (game of leader¹⁶), είναι συγγενές με το παίγνιο της μάχης των φύλων, αποτελώντας παιγνιακό πρότυπο κατάλληλο για την ανάλυση συμμαχιών (alliance games). Όπως και στη μάχη των φύλων, οι σύμμαχοι προτιμούν να συντονιστούν, δηλαδή να μείνουν ενωμένοι, παρά να αποτύχει ο συντονισμός τους, δηλαδή να σπάσουν τη συμμαχία τους. Όπως θα δούμε όμως, η δομή του παιγνίου του ηγέτη προβάλλει την επιταγή (imperative) να οδηγήσει ένας παίκτης το παίγνιο στην ισορροπία που τον συμφέρει, με εναλλακτικό ενδεχόμενο να οδηγηθεί το παίγνιο σε έκβαση καταστροφική και για τους δύο παίκτες. Ο παίκτης που θα καταφέρει να επιβάλει την ισορροπία που προτιμάει, θεωρείται ηγέτης.

Το παίγνιο του ηγέτη απεικονίζεται στον Πίνακα 2.5, όπου δύο σύμμαχοι, το κράτος Α και το κράτος Β, έχουν να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές στρατηγικές: να επιδείξουν διαλλακτικότητα και διάθεση για συνεργασία (cooperation) ή να επιδείξουν αδιαλλαξία (defection). Ένα τέτοιο παράδειγμα θα μπορούσε να αφορά δύο συμμάχους, που θα έπρεπε να αντιμετωπίσουν έναν κοινό αντίπαλο σε δύο μέτωπα: το δυτικό και το ανατολικό. Ενδεχομένως, ο πιο ισχυρός σύμμαχος να επιβάλει την προτίμησή του.

¹⁴ <https://www.nasa.gov/feature/45-years-ago-historic-handshake-in-space>.

¹⁵ Stevens (2008).

¹⁶ Rapoport (1967).

Πίνακας 2.5. Το παίγνιο του ηγέτη (game of leader)

		Κράτος Β	
		Διαλλακτικότητα (Cooperation)	Αδιαλλαξία (Defection)
Κράτος Α	Διαλλακτικότητα (Cooperation)	2, 2 (αποτυχία παρά τον συμβιβασμό)	<u>3</u> , <u>4</u> (επικρατεί η προτίμηση του κράτους Β)
	Αδιαλλαξία (Defection)	<u>4</u> , <u>3</u> (επικρατεί η προτίμηση του κράτους Α)	1, 1 (πλήρης αποτυχία συντονισμού, χειρότερη έκβαση και για τους δύο παίκτες)

Όπως θα δούμε, οι τέσσερις εκβάσεις περιλαμβάνουν δύο ισορροπίες Nash, η μία εκ των οποίων είναι προτιμότερη για τον ένα παίκτη, και η άλλη για τον άλλο. Σε αντίθεση όμως με το παίγνιο της μάχης των φύλων, οι εκτός ισορροπίας εκβάσεις δεν είναι ίδιες, με τη μία να είναι χειρότερη και για τους δύο παίκτες.

Ας εξηγήσουμε αρχικά τις ανταμοιβές των παικτών. Στο κάτω δεξιά κελί, οι ανταμοιβές (1, 1) σηματοδοτούν ότι οι δύο σύμμαχοι δεν καταφέρνουν να συνεργαστούν, για παράδειγμα ο ένας επιλέγει να πάει στο δυτικό μέτωπο και ο άλλος στο ανατολικό. Αυτή η έκβαση αντιπροσωπεύει πλήρη αποτυχία συντονισμού των δύο συμμάχων (complete failure of coordination) και ταυτόχρονα αποτελεί τη χειρότερη έκβαση και για τους δύο παίκτες. Η έκβαση του πάνω αριστερά κελιού, με ανταμοιβές (2, 2), σημαίνει ότι συντονίζονται μερικά, επιλέγοντας κάποια ενδιάμεση στρατηγική σύμφωνα με την οποία κάνουν λίγο από όλα, για παράδειγμα στέλνουν κάποιες από τις δυνάμεις τους στο δυτικό και κάποιες στο ανατολικό μέτωπο. Το αποτέλεσμα είναι να μην συγκεντρώσουν τις δυνάμεις τους σε ένα μέτωπο και τελικά, παρά τον συντονισμό, να αποτύχουν.

Με την ανάλυση που κάνουν οι δύο σύμμαχοι αντιλαμβάνονται ότι οι δύο αυτές εκβάσεις δεν είναι οι καλύτερες, μία που στην έκβαση (1, 1) θα αποτύχουν χωρίς συνεργασία ενώ στην (2, 2) θα αποτύχουν παρά τη (μερική) συνεργασία. Συνειδητοποιούν λοιπόν ότι είναι καλύτερα να υποχωρήσει κάποιος ώστε να πάνε και οι δύο μαζί σε ένα μέτωπο, είτε στο δυτικό είτε στο ανατολικό. Οι αντίστοιχες δύο εκβάσεις αντιπροσωπεύονται από τα κελιά (4, 3) και (3, 4). Η έκβαση που προτιμάει το κράτος Α είναι η κάτω αριστερά, (4, 3), ενώ η έκβαση που προτιμάει το κράτος Β είναι η πάνω δεξιά (3, 4). Σε κάθε περίπτωση όμως, ακόμα και η υποχώρηση του ενός κράτους (ώστε να πάνε από κοινού στο μέτωπο που αποτελεί την πρώτη επιλογή του άλλου) αποφέρει ανταμοιβή 3, που είναι μεγαλύτερο από το 2 (και φυσικά το 1) των επιλογών στις οποίες δεν συντονίζονται στο ίδιο μέτωπο.

Βέλτιστες αποκρίσεις και ισορροπίες Nash

Κάνοντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, προκύπτουν ως βέλτιστες οι αποκρίσεις των οποίων οι ανταμοιβές είναι υπογραμμισμένες στον Πίνακα 2.5. Συμπεραίνουμε ότι οι εκβάσεις με ανταμοιβές (4, 3) και (3, 4) είναι ισορροπίες Nash. Έχουμε λοιπόν δύο ισορροπίες Nash, η κάθε μία εκ των οποίων είναι προτιμότερη για έναν παίκτη.

Οι δύο παίκτες καταλαβαίνουν ότι τους συμφέρει να συντονιστούν, αλλά διαφωνούν ως προς τη στρατηγική που πρέπει να ακολουθήσουν, μία που ο καθένας προτιμάει να συντονιστούν στην ισορροπία που τον συμφέρει. Ως προς αυτό λοιπόν, το παίγνιο του ηγέτη μοιάζει με το παίγνιο της μάχης των φύλων, το οποίο επίσης έχει δύο ισορροπίες Nash. Ως προς τα άλλα δύο

κελιά εκτός ισορροπίας όμως, τα δύο παίγνια διαφέρουν. Το ερώτημα στο παίγνιο του ηγέτη είναι, π.χ. σε ποιο μέτωπο θα συντονιστούν τα δύο κράτη, στο ανατολικό ή στο δυτικό. Η χειρότερη επιλογή τους θα ήταν να μην υπάρξει κανένας συντονισμός, δηλαδή το παίγνιο να καταλήξει στην έκβαση (1, 1), και ως προς αυτό η αλληλεπίδραση των δύο κρατών θυμίζει το παίγνιο του δειλού (chicken game), που θα εξετάσουμε παρακάτω στο παρόν κεφάλαιο, χωρίς όμως δυνατότητα συμβιβασμού (που όπως θα δούμε υπάρχει στο παίγνιο του δειλού).

Στρατηγικές maximin

Η έννοια της μέγιστης ελάχιστης ανταμοιβής (maximin) έχει ιδιαίτερη σημασία για την ανάλυση στρατηγικών προβλημάτων της διεθνούς πολιτικής. Ας δούμε την εφαρμογή της στην περίπτωση αυτή, εντοπίζοντας τις στρατηγικές maximin των δύο κρατών στο παίγνιο του ηγέτη.

Αναφερόμενοι στον Πίνακα 2.5, εάν το κράτος Α επιλέξει διαλλακτικότητα (πάνω γραμμή), θα έχει να περιμένει ανταμοιβή είτε 2 εάν και το κράτος Β επιδείξει διαλλακτικότητα (πάνω αριστερά κελί), είτε 3 εάν το κράτος Β επιδείξει αδιαλλαξία (πάνω δεξιά κελί). Επειδή το 2 είναι μικρότερο του 3, συμπεραίνουμε ότι η ελάχιστη ανταμοιβή που μπορεί να περιμένει το κράτος Α εάν επιλέξει διαλλακτικότητα είναι το 2. Εάν τώρα το κράτος Α επιλέξει αδιαλλαξία (κάτω γραμμή), θα έχει να περιμένει ανταμοιβή είτε 4 εάν και το κράτος Β επιδείξει διαλλακτικότητα (κάτω αριστερά κελί), είτε 1 εάν το κράτος Β επιδείξει αδιαλλαξία (κάτω δεξιά κελί). Επειδή το 4 είναι μεγαλύτερο του 1, η ελάχιστη ανταμοιβή που μπορεί να περιμένει το κράτος Α εάν επιλέξει αδιαλλαξία είναι το 1. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ελάχιστη ανταμοιβή 2 της πάνω γραμμής (διαλλακτικότητα) είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη ανταμοιβή 1 της κάτω γραμμής (αδιαλλαξία), οπότε συμπεραίνουμε ότι η μέγιστη ελάχιστη ανταμοιβή του κράτους Α είναι το 2 και αντιστοιχεί στη στρατηγική της διαλλακτικότητας. Αυτή η στρατηγική μεγιστοποιεί την ελάχιστη πιθανή αμοιβή του κράτους Α.

Αντίστοιχα, εάν το κράτος Β επιλέξει διαλλακτικότητα (αριστερή στήλη), θα έχει να περιμένει ανταμοιβή είτε 2 εάν και το κράτος Α επιδείξει διαλλακτικότητα (πάνω αριστερά κελί), είτε 3 εάν το κράτος Α επιδείξει αδιαλλαξία (κάτω αριστερά κελί). Επειδή το 2 είναι μικρότερο του 3, συμπεραίνουμε ότι η ελάχιστη ανταμοιβή που μπορεί να περιμένει το κράτος Β εάν επιλέξει διαλλακτικότητα είναι το 2. Εάν τώρα το κράτος Β επιλέξει αδιαλλαξία (δεξιά στήλη), θα έχει να περιμένει ανταμοιβή είτε 4 εάν και το κράτος Α επιδείξει διαλλακτικότητα (πάνω δεξιά κελί), είτε 1 εάν το κράτος Α επιδείξει αδιαλλαξία (κάτω δεξιά κελί). Επειδή το 4 είναι μεγαλύτερο του 1, η ελάχιστη ανταμοιβή που μπορεί να περιμένει το κράτος Β εάν επιλέξει αδιαλλαξία είναι το 1. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ελάχιστη ανταμοιβή 2 της αριστερής στήλης (διαλλακτικότητα) είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη ανταμοιβή 1 της δεξιά στήλης (αδιαλλαξία), οπότε συμπεραίνουμε ότι η μέγιστη ελάχιστη ανταμοιβή του κράτους Β είναι το 2, που επίσης αντιστοιχεί στη στρατηγική της διαλλακτικότητας. Αυτή είναι και η στρατηγική που μεγιστοποιεί την ελάχιστη πιθανή αμοιβή του κράτους Β.

Επομένως, και για τα δύο κράτη η επιλογή της διαλλακτικότητας αποτελεί στρατηγική που μεγιστοποιεί την ελάχιστη ανταμοιβή, δηλαδή στρατηγική maximin, και θα μπορούσαμε να πούμε ότι η έκβαση (2, 2) είναι ισορροπία maximin. Τη στρατηγική maximin θα προτιμούσαν τα κράτη που θα ήθελαν να αποφύγουν το ρίσκο, η δε έκβαση αυτή χαρακτηρίζεται και ως φυσική έκβαση (natural outcome) από τον Rapoport¹⁷.

Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι, στο παίγνιο του ηγέτη, οι ισορροπίες Nash προκύπτουν εάν ένας από τους δύο παίκτες αποκλίνει μονομερώς από τη στρατηγική maximin. Και μάλιστα, εκείνος που θα αποκλίνει πρώτος, οδηγεί το παίγνιο στην ισορροπία που του εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη ανταμοιβή. Ουσιαστικά στο παίγνιο του ηγέτη ασκείται ψυχολογική πίεση του ενός παίκτη προς τον άλλο, να αλλάξει μονομερώς από τη στρατηγική maximin¹⁸. Ο παίκτης που ενεργοποιεί την αλλαγή (shifting player) οδηγεί το παίγνιο σε

¹⁷ Rapoport (1967).

¹⁸ Rapoport (1967).

έκβαση που ανταμείβει και τους δύο παίκτες περισσότερο, αλλά ο ίδιος λαμβάνει μεγαλύτερη ανταμοιβή. Έτσι, ο παίκτης που κινητοποιεί την αλλαγή μπορεί να θεωρηθεί ως ηγέτης (leader), που επιβάλλει τη στρατηγική που προτιμάει στον άλλο παίκτη. Υπό την έννοια αυτή, το παίγνιο του ηγέτη μπορεί να θεωρηθεί και παίγνιο προληπτικών ενεργειών (preemption game).

Η έννοια της στρατηγικής maximin συμπληρώνει την έννοιες των εστιακών σημείων και της ισορροπίας Nash που εξετάσαμε προηγουμένως. Τη στρατηγική maximin (εφόσον υπάρχει), θα προτιμούσε ένας παίκτης που απεχθάνεται το ρίσκο (risk averse) ενδεχομένως γιατί είναι ιδιαίτερα αδύνατος. Η επιλογή της στρατηγικής maximin (και όχι της στρατηγικής που θα τον οδηγούσε σε ισορροπία Nash), θα είχε νόημα εάν ο παίκτης ήθελε να αποφύγει το ρίσκο να καταλήξει (λόγω επιλογής του άλλου παίκτη) σε κάποια ανεπιθύμητη έκβαση. Η έκβαση που προκύπτει αν και οι δύο παίκτες επιλέξουν τη στρατηγική τους maximin, αναφέρεται και σαν φυσική έκβαση (natural outcome)¹⁹.

Maximin, minimax, και παίγνια μηδενικού αθροίσματος

Όπως είδαμε, ο όρος maximin αναφέρεται στη στρατηγική που μεγιστοποιεί την ανταμοιβή (payoff) ενός παίκτη ανεξάρτητα από το τι θα επιλέξει ο άλλος παίκτης. Συναντάται όμως και ο όρος maximin, που αναφέρεται στη μεγιστοποίηση του ελάχιστου δυνατού κέρδους (gain) και είναι συμπληρωματικός του όρου minimax, που χρησιμοποιείται μερικές φορές και αναφέρεται στην ελαχιστοποίηση της μέγιστης δυνατής ζημίας (loss). Αν και στη Θεωρία Παιγνίων δεν έχουμε ούτε κέρδη ούτε ζημίες—έχουμε μόνο ανταμοιβές—η έννοια της μέγιστης ελάχιστης ανταμοιβής (maximin) είναι ταυτόσημη με την έννοια της ελάχιστης μέγιστης ανταμοιβής (minimax) αλλά μόνο σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος (τα οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου).

Το maximin είναι η στρατηγική με την οποία ένας παίκτης μεγιστοποιεί το ελάχιστο δυνατό κέρδος που μπορεί να εξασφαλίσει, εξασφαλίζοντας την καλύτερη από τις χειρότερες πιθανές εκβάσεις (“ποιο είναι το καλύτερο που μπορώ να εξασφαλίσω, αν ο αντίπαλος προσπαθεί να μου κάνει τη μεγαλύτερη ζημιά;”). Αντίθετα, το minimax είναι η στρατηγική με την οποία ένας παίκτης ελαχιστοποιεί το μέγιστο δυνατό κέρδος του αντιπάλου, προσπαθώντας να περιορίσει τη μέγιστη ζημιά που θα μπορούσε να υποστεί (“πώς μπορώ να περιορίσω το μέγιστο που θα μπορούσε να κερδίσει ο αντίπαλός μου εις βάρος μου;”). Στη Θεωρία Παιγνίων, κάθε παίκτης επιλέγει στρατηγική βασιζόμενος μόνο στις δικές του απολαβές. Όμως στα παίγνια μηδενικού αθροίσματος, οι απολαβές του ενός παίκτη είναι ίσες και αντίθετες με του άλλου. Έτσι, παρόλο που ενδιαφερόμαστε μόνο για τις δικές μας απολαβές, στα παίγνια μηδενικού αθροίσματος έχει νόημα να σκεφτόμαστε και για τις απολαβές του αντιπάλου, γιατί το κέρδος του είναι ζημία μας.

Γι’ αυτό το λόγο σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος η έννοια του minimax (ελαχιστοποίηση της μέγιστης απολαβής του αντιπάλου) είναι ισοδύναμη με το maximin (μεγιστοποίηση της ελάχιστης δικής μας απολαβής) και οδηγεί στην ίδια στρατηγική. Αυτό δεν ισχύει για παίγνια μη μηδενικού αθροίσματος, όπως όλα όσα εξετάσαμε μέχρι τώρα στο κεφάλαιο αυτό.

Στρατηγικές επίλυσης

Όπως και το παίγνιο της μάχης των φύλων, το παίγνιο του ηγέτη μπορεί να οδηγηθεί σε ισορροπία με τρεις τρόπους: (1) να εκμεταλλευτεί κάποιος από τους δύο παίκτες το πλεονέκτημα πρώτης κίνησης (first mover advantage), (2) να αναδειχθεί κάποια από τις δύο ισορροπίες Nash ως εστιακό σημείο (focal point), και (3) ο ισχυρότερος παίκτης να επιβάλει τη θέληση του στον ανίσχυρο, ο οποίος θα υποκύψει στη θέληση του ισχυρότερου και θα τον ακολουθήσει.

Εάν ο ένας παίκτης κάνει τον ηγέτη (leader) και κινηθεί πρώτος, ο άλλος θα ακολουθήσει (follower). Αν και οι δυο επιμένουν να είναι ηγέτες, θα επακολουθήσει η καταστροφή της

¹⁹ Rapoport (1967).

έκβασης (1, 1) και ο συντονισμός θα έχει αποτύχει πλήρως. Η ύπαρξη εστιακού σημείου μπορεί να αναδειχθεί από ενδογενείς ή εξωγενείς παράγοντες, π.χ. για το παράδειγμα των δύο κρατών, τέτοιο ρόλο θα μπορούσαν να παίξουν οι ευνοϊκότερες καιρικές συνθήκες στο δυτικό ή στο ανατολικό μέτωπο ή η καλύτερη γνώση ενός από τα δύο μέτωπα από την ηγεσία και το στρατό του ενός ή και των δύο συμμάχων. Πέραν αυτού, δεν υπάρχει τίποτα στις ανταμοιβές του Πίνακα 2.5, που να αναδεικνύει κάποιον από τους δύο παίκτες σαν ισχυρότερο του άλλου.

Εφαρμογές στη διεθνή πολιτική

Στρέφοντας την προσοχή μας σε πραγματικά παραδείγματα από την διεθνή πολιτική, η Αυστρία και η Γερμανία προσπάθησαν να συντονιστούν με παρόμοιο τρόπο στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η Αυστρία είχε εμμονή με την τιμωρία της Σερβίας και ήθελε να επιτεθεί πρώτα εκεί, οπότε ζήτησε από την Γερμανία να βάλει τα στρατεύματα της στα σύνορα με την Ρωσία, ώστε να αποτρέψει τυχόν βοήθεια της Ρωσίας στην Σερβία (Serbia first strategy). Η Γερμανία όμως είχε άλλες προτεραιότητες: προτιμούσε η Αυστρία να μην ασχοληθεί με την Σερβία και να βάλει τα στρατεύματά της στα σύνορα με την Ρωσία, ώστε η ίδια (η Γερμανία) να νικήσει την Γαλλία και μετά να στραφεί στο μέτωπο με την Ρωσία (France first strategy).

Αν ο κάθε σύμμαχος έκανε του κεφαλιού του, τότε ο συντονισμός θα είχε καταλήξει σε ήττα και καταστροφή (disaster), που στον Πίνακα 2.5 αντιστοιχεί στην έκβαση (1, 1). Αν οι δύο σύμμαχοι συμβιβάζονταν κάνοντας λίγο το ένα και λίγο το άλλο, δεν θα πετύχαιναν τίποτα (no gain) γιατί θα ήταν αδύνατοι σε όλα τα μέτωπα, οπότε ούτε ο συμβιβασμός της έκβασης (2, 2) συνέφερε κανέναν από τους δύο συμμάχους. Άρα έπρεπε Αυστρία και Γερμανία να συντονιστούν είτε στη Σερβία είτε στη Γαλλία, που θα ήταν οι ανταμοιβές (4, 3) και (3, 4) στον Πίνακα 2.4, ακριβώς όπως στη μάχη των φύλων (Πίνακας 2.4) οι δύο παίκτες θα πήγαιναν είτε στο ποδόσφαιρο είτε στο μπαλέτο.

Ένα άλλο παράδειγμα παιγνίου του ηγέτη είναι και το ιστορικό παράδειγμα του συντονισμού των ενεργειών των συμμάχων ΗΠΑ και Βρετανίας στη μάχη του Ειρηνικού στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, που αναφέραμε και συζητήσαμε στο πρώτο κεφάλαιο (ενότητα 1.2.13, “Παίζοντας σε δύο μέτωπα”). Σε αντίθεση με το παίγνιο του δειλού όμως, που όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα κερδίζει ο ένας παίκτης μέσω απειλών (threats) και διαχείρισης του ρίσκου (manipulation of risk), ο νικητής στο παίγνιο του ηγέτη χρησιμοποιεί δέλεαρ (inducements).

2.3. Παίγνια συνεργασίας, ανταγωνισμού, και σύγκρουσης

Όπως είπαμε στην ενότητα των παιγνίων συντονισμού, ο συντονισμός (coordination) είναι διαφορετικός από τη συνεργασία (cooperation). Και όταν λέμε συνεργασία, αναφερόμαστε σε ένα ευρύ φάσμα αλληλεπιδράσεων, που περιλαμβάνει όχι μόνο τη συνεργασία αλλά και τον ανταγωνισμό ή ακόμα και τη σύγκρουση. Στην ενότητα αυτή θα εξετάζουμε τα ακόλουθα παίγνια που αποτελούν κατάλληλα πρότυπα για τη στρατηγική ανάλυση της συνεργασίας, του ανταγωνισμού, και της σύγκρουσης:

1. Το δίλημμα των φυλακισμένων (prisoner's dilemma), ενδεχομένως το πιο γνωστό παίγνιο της Θεωρίας Παιγνίων
2. Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών (stag hunt game)
3. Το παίγνιο του δειλού (chicken game)
4. Το παίγνιο του αδιεξόδου (deadlock game).

2.3.1. Δίλημμα φυλακισμένων

Το κλασικό σενάριο του διλήμματος των φυλακισμένων (prisoner's dilemma) αναφέρεται σε δύο κρατούμενους, ύποπτους για την τέλεση σοβαρού αδικήματος. Ανακρίνονται σε ξεχωριστά δωμάτια, χωρίς δυνατότητα επικοινωνίας. Αν και οι δύο αρνηθούν να καταδώσουν ο ένας τον άλλο (παρά το γεγονός ότι δεν μπορούν να επικοινωνήσουν), τιμωρούνται με μια

μικρή ποινή, καθώς δεν υπάρχουν αρκετά αποδεικτικά στοιχεία εναντίον τους—για παράδειγμα, τρεις μήνες φυλάκιση για παράνομη οπλοκατοχή. Αν ο ένας συνεργαστεί με τις αρχές καταδίδοντας τον άλλον, ενώ ο δεύτερος παραμένει σιωπηλός, ο πρώτος αφήνεται ελεύθερος, ενώ ο δεύτερος καταδικάζεται σε βαριά ποινή, όπως ισόβια. Αν τελικά και οι δύο καταδώσουν ο ένας τον άλλον, καταδικάζονται και οι δύο σε ποινή μέτριας αυστηρότητας, όπως 15 χρόνια φυλάκιση. Αξιοσημείωτο είναι ότι αυτή η τελευταία ποινή είναι μεν μικρότερη από τα ισόβια, αλλά σημαντικά αυστηρότερη από την ελαφριά ποινή των τριών μηνών.

Το παίγνιο αυτό, που ενδεχομένως είναι το πιο γνωστό στη Θεωρίας Παιγνίων, διατυπώθηκε στη δεκαετία του 1950 από τους Melvin Dresher και Merrill Flood, που εργάζονταν στην Rand Corporation²⁰, σε μια εποχή που μπορούσε κανείς να συναντήσει εκεί πρωτεργάτες της Θεωρίας Παιγνίων όπως τον John von Neumann και τον John Nash²¹. Το σενάριο με τους δύο κακοποιούς που ανακρίνονται από την αστυνομία και αναρωτιούνται αν θα πρέπει να κρατήσουν το στόμα τους κλειστό, το οποίο οδήγησε στην ονομασία δίλημμα των φυλακισμένων, διατυπώθηκε από τον Albert Tucker του πανεπιστημίου Princeton (ο οποίος επέβλεψε το διδακτορικό του John Nash). Το κλασικό αυτό σενάριο του διλήμματος των φυλακισμένων απεικονίζεται στον Πίνακα 2.6.

Πίνακας 2.6. Το δίλημμα των φυλακισμένων

		Κρατούμενος Β	
		δεν καταδίδει τον άλλο (cooperation)	καταδίδει τον άλλο (defection)
Κρατούμενος Α	δεν καταδίδει τον άλλο (cooperation)	3, 3 (τρίμηνη φυλάκιση και για τους δύο)	1, <u>4</u> (κρατούμενος Β ελεύθερος, κρατούμενος Α ισόβια)
	καταδίδει τον άλλο (defection)	<u>4</u> , 1 (κρατούμενος Α ελεύθερος, κρατούμενος Β ισόβια)	<u>2</u> , <u>2</u> (15ετής φυλάκιση και για τους δύο)

Κυρίαρχες στρατηγικές

Με αφορμή το δίλημμα των φυλακισμένων, ας περάσουμε τώρα σε μια καινούργια έννοια, εξετάζοντας εάν κάποιος παίκτης διαθέτει κυρίαρχη (ή επικρατούσα) στρατηγική (dominant strategy). Ένας παίκτης διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική όταν μία από τις εναλλακτικές στρατηγικές του είναι καλύτερη (δηλαδή του αποφέρει μεγαλύτερες ανταμοιβές) από όλες τις άλλες, ανεξάρτητα από τη στρατηγική που θα επιλέξει ο άλλος παίκτης. Με άλλα λόγια, μία στρατηγική είναι κυρίαρχη όταν οι ανταμοιβές ενός παίκτη εάν επιλέξει τη στρατηγική αυτή είναι μεγαλύτερες, μία προς μία, από τις αντίστοιχες ανταμοιβές των άλλων στρατηγικών του. Η ύπαρξη κυρίαρχης στρατηγικής σημαίνει ότι ο παίκτης που τη διαθέτει θα την επιλέξει με απόλυτη βεβαιότητα. Το δίλημμα φυλακισμένων είναι το πρώτο παίγνιο που εξετάζουμε στο παρόν κεφάλαιο, στο οποίο υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές—σε κανένα από τα προηγούμενα παίγνια που εξετάσαμε δεν υπήρχαν κυρίαρχες στρατηγικές.

²⁰ <https://www.rand.org>.

²¹ Stevens (2008).

Ας εφαρμόσουμε τώρα τον παραπάνω συλλογισμό μας στο παίγνιο του Πίνακα 2.6. Για να δούμε αν ο κρατούμενος Α διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική, πρέπει να συγκρίνουμε τις επιλογές του στην πάνω γραμμή (δεν καταδίδει) με εκείνες στην κάτω γραμμή (καταδίδει). Συγκρίνουμε τα αριστερά νούμερα σε κάθε κελί, γιατί αυτά αντιπροσωπεύουν τις ανταμοιβές του κρατούμενου Α. Εάν λοιπόν ο κρατούμενος Α δεν καταδώσει τον παίκτη Β, τότε θα λάβει ανταμοιβή είτε 3 εάν ούτε ο κρατούμενος Β τον καταδώσει (οπότε το παίγνιο θα έχει ως έκβαση το πάνω αριστερά κελί), είτε 1 εάν ο κρατούμενος Β τον καταδώσει (πάνω δεξιά κελί). Αντίστοιχα, εάν ο κρατούμενος Α καταδώσει τον παίκτη Β (κάτω γραμμή), τότε θα λάβει ανταμοιβή είτε 4 εάν ούτε ο κρατούμενος Β τον καταδώσει (κάτω αριστερά κελί), είτε 2 εάν ο κρατούμενος Β τον καταδώσει (κάτω δεξιά κελί).

Συγκρίνουμε τώρα δύο στρατηγικές του κρατούμενου Α: οι ανταμοιβές 3 και 1 της επιλογής να μην καταδώσει τον κρατούμενο Β (πάνω γραμμή) είναι, μία προς μία, μικρότερες από εκείνες της επιλογής να τον καταδώσει (κάτω γραμμή), αφού το 3 είναι μικρότερο του 4 και το 1 είναι μικρότερο του 2. Συνεπώς, η επιλογή να καταδώσει τον άλλο αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική για τον κρατούμενο Α.

Κατ' αναλογία του τι κάναμε προηγουμένως, για να δούμε αν ο κρατούμενος Β διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική πρέπει να συγκρίνουμε τις επιλογές του στην αριστερή στήλη (δεν καταδίδει τον κρατούμενο Α) με εκείνες στη δεξιά στήλη (τον καταδίδει). Τώρα πρέπει να συγκρίνουμε τα δεξιά νούμερα σε κάθε κελί, γιατί αυτά αντιπροσωπεύουν τις ανταμοιβές του κρατούμενου Β. Εάν λοιπόν ο κρατούμενος Β επιλέξει να μην καταδώσει τον κρατούμενο Α, τότε θα λάβει ανταμοιβή είτε 3 εάν ούτε ο κρατούμενος Α τον καταδώσει (οπότε το παίγνιο θα έχει ως έκβαση το πάνω αριστερά κελί), είτε 1 εάν ο κρατούμενος Α τον καταδώσει (κάτω αριστερά κελί). Αντίστοιχα, εάν ο κρατούμενος Β επιλέξει να καταδώσει τον κρατούμενο Α, τότε θα λάβει ανταμοιβή είτε 4 εάν ο κρατούμενος Α δεν τον καταδώσει (πάνω δεξιά κελί), είτε 2 εάν ο κρατούμενος Α τον καταδώσει (κάτω δεξιά κελί).

Συγκρίνουμε τις δύο στρατηγικές του κρατούμενου Β: οι ανταμοιβές 3 και 1 της επιλογής να μην καταδώσει τον κρατούμενο Α (αριστερή στήλη) είναι, μία προς μία, μικρότερες από εκείνες της επιλογής να καταδώσει τον άλλο (δεξιά στήλη), αφού το 3 είναι μικρότερο του 4 και το 1 είναι μικρότερο του 2. Συνεπώς, η επιλογή να καταδώσει τον άλλο αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική και για τον κρατούμενο Β.

Βλέπουμε λοιπόν ότι και οι δύο παίκτες διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική το να καταδώσουν ο ένας τον άλλο. Το σημείο στο οποίο συναντώνται οι κυρίαρχες στρατηγικές των δύο παικτών, δηλαδή το κάτω δεξιά κελί με ανταμοιβές (2, 2), αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (dominant strategy equilibrium). Αυτό είναι και το ισχυρότερο είδος ισορροπίας στα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων.

Βέλτιστες αποκρίσεις και ισορροπία Nash

Διενεργώντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης για να εντοπίσουμε τις ισορροπίες Nash του διλήμματος των φυλακισμένων, βλέπουμε ότι έχουμε μία ισορροπία Nash: το κάτω δεξιά κελί, με ανταμοιβές (2, 2). Στην ισορροπία Nash, και οι δύο κρατούμενοι θα καταδώσουν ο ένας τον άλλο, οπότε θα τιμωρηθούν με 12ετή φυλάκιση.

Επί τη ευκαιρία, παρατηρούμε ότι υπογραμμίστηκαν και οι δύο ανταμοιβές του κρατούμενου Α στην κάτω γραμμή, γεγονός που σημαίνει ότι η κάτω γραμμή αποτελείται όλη από βέλτιστες αποκρίσεις του κρατούμενου Α (γι' αυτό είναι και κυρίαρχη). Ομοίως παρατηρούμε ότι υπογραμμίστηκαν και οι δύο ανταμοιβές του κρατούμενου Β στη δεξιά στήλη, γεγονός που σημαίνει ότι η δεξιά στήλη αποτελείται όλη από βέλτιστες αποκρίσεις του κρατούμενου Β (γι' αυτό είναι και κυρίαρχη). Η ύπαρξη κυρίαρχης στρατηγικής για έναν παίκτη λοιπόν θα σηματοδοτείται από το γεγονός ότι και οι δύο ανταμοιβές του στην κυρίαρχη στρατηγική θα αποτελούν βέλτιστες αποκρίσεις. Σημειώνουμε πάντως ότι όταν μια έκβαση αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών θα είναι και ισορροπία Nash, το αντίθετο όμως δεν θα ισχύει πάντα.

Συμπεραίνουμε ότι το δίλημμα των φυλακισμένων έχει δύο σημαντικές διαφορές από τα προηγούμενα στοιχειώδη παίγνια: (1) χαρακτηρίζεται από κυρίαρχες στρατηγικές και μάλιστα και για τους δύο παίκτες, και (2) υπάρχει μία (μόνο) ισορροπία (κυρίαρχων στρατηγικών και Nash). Ας δούμε ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό του διλήμματος των φυλακισμένων που έχει ιδιαίτερο στρατηγικό ενδιαφέρον.

Συνεργατική λύση **### HERE ###**

Παρατηρείστε το πάνω αριστερά κελί του **Πίνακα 2.6**. Το κελί αυτό αντιπροσωπεύει την έκβαση στην οποία και οι δύο κρατούμενοι επιλέγουν να μην ομολογήσουν, και η ανταμοιβή τους είναι 3. Στο κελί αυτό, παρά το γεγονός ότι οι κρατούμενοι δεν μπορούν να επικοινωνήσουν, καταφέρνουν ουσιαστικά να συνεργαστούν και να μην καταδώσουν οι ένας τον άλλο, κρατώντας το στόμα τους κλειστό. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι το πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (3, 3) αποτελεί τη συνεργατική λύση (cooperative solution) του διλήμματος των φυλακισμένων. Για να αποτελέσει αυτό το κελί την τελική έκβαση του παιγνίου, οι παίκτες θα πρέπει να αγνοήσουν το ατομικό τους συμφέρον, επιλογή που θα τους οδηγούσε στην ισορροπία των κυρίαρχων στρατηγικών, δηλαδή το κάτω δεξιά κελί (2, 2).

Η συνεργατική λύση χαρακτηρίζεται από μία ενδιαφέρουσα ιδιότητα. Αν και στα παίγνια δεν συγκρίνουμε ποτέ μεταξύ τους τις ανταμοιβές διαφορετικών παικτών, ας κάνουμε εδώ μία εξαίρεση και ας προσθέσουμε τις ανταμοιβές κάθε κελιού (υποθέτοντας ότι αυτές είναι συγκρίσιμες). Το άθροισμα θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι αντιπροσωπεύει τη συνεργατική ανταμοιβή και των δύο παικτών (δηλαδή του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου), και απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.7**.

Πίνακας 2.7. Συνεργατική λύση στο κλασικό σενάριο του διλήμματος των φυλακισμένων

		Κρατούμενος Β	
		δεν ομολογεί (cooperation)	καταδίδει τον άλλο (defection)
Κρατούμενος Α	δεν ομολογεί (cooperation)	$3+3=6$ συνεργατική λύση (cooperative solution)	$1+4=5$ Κρατούμενος Β λαθρεπιβάτης (free riding)
	καταδίδει τον άλλο (defection)	$4+1=5$ Κρατούμενος Α λαθρεπιβάτης (free riding)	$2+2=4$ (ισορροπία)

Παρατηρούμε ότι η συνεργατική ανταμοιβή (δηλαδή το άθροισμα των ανταμοιβών) είναι μέγιστη και ίση με 6 στο πάνω αριστερά κελί, έκβαση στην οποία κανείς από τους παίκτες δεν ομολογεί (χωρίς να επικοινωνήσουν για να συμφωνήσουν τυπικά μια τέτοια στάση), τη δε έκβαση αυτή τη χαρακτηρίζουμε ως συνεργατική λύση (cooperative solution). Το κάτω δεξιά κελί της ισορροπίας κυρίαρχων στρατηγικών και Nash έχει τώρα την ελάχιστη συνεργατική ανταμοιβή (4), ενώ τα άλλα δύο κελιά (κάτω αριστερά και πάνω δεξιά), που αντιπροσωπεύουν εκβάσεις στις οποίες ο ένας κρατούμενος καταδίδει τον άλλο ενώ ο άλλος κρατάει το στόμα του κλειστό, χαρακτηρίζονται από ενδιάμεση συνεργατική ανταμοιβή ίση με 5. Συμπεραίνουμε ότι, εάν λάβουμε υπόψη τη συνεργατική ανταμοιβή, βέλτιστη λύση είναι το πάνω αριστερά κελί όπου τηρείται (χωρίς να έχει προηγηθεί συνεννόηση) η δέσμευση να κρατήσουν και οι δύο κρατούμενοι το στόμα τους κλειστό. Στο δίλημμα φυλακισμένων λέμε η επιλογή της συνεργατικής λύσης είναι κοινωνικά βέλτιστη.

Γιατί λοιπόν να μη σκεφτούν οι δύο κρατούμενοι ότι τους συμφέρει να κρατήσουν το στόμα τους κλειστό (ακόμα και εάν δεν μπορούν να επικοινωνήσουν, ώστε να συμφωνήσουν ρητά

αυτή τη στρατηγική); Ας δούμε τι τους εμποδίζει. Έστω ότι το σκέφτονται αυτό, και αποφασίζουν και οι δύο ότι τους συμφέρει να κρατήσουν το στόμα τους κλειστό (χωρίς να ξέρει ο ένας τι σκέφτεται ο άλλος αλλά υποθέτοντας ότι, ως ορθολογικός δρώντας, κάνει τις ίδιες σκέψεις). Αν τηρούσαν και οι δύο κρατούμενοι αυτοί την απόφαση, τότε το παίγνιο θα κατέληγε στη συνεργατική λύση (3, 3). Εάν όμως ο ένας από τους δύο παίκτες κατέδιδε μονομερώς τον άλλο, τι θα συνέβαινε; Ε λοιπόν, εάν ο ένας από τους δύο κρατούμενους κρατούσε το στόμα του κλειστό και ο άλλος άλλαζε γνώμη και τον κατέδιδε, τότε η έκβαση θα μετακινείτο στο κελί όπου ο μεν κρατούμενος που θα κρατούσε το στόμα του κλειστό θα έπαιρνε ανταμοιβή 1 (που είναι η μικρότερη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει στο συγκεκριμένο παίγνιο), ο δε κρατούμενος που θα τον κατέδιδε θα έπαιρνε ανταμοιβή 4 (που είναι η μεγαλύτερη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει στο συγκεκριμένο παίγνιο). Με άλλα λόγια, ο παίκτης που θα κατέδιδε μονομερώς τον άλλο θα έπαιρνε τη μεγαλύτερη ανταμοιβή που μπορεί να πάρει σε αυτό το παίγνιο. Λέμε μάλιστα ότι ο παίκτης που καταδίδει μονομερώς τον άλλο δρα σαν λαθρεπιβάτης (free rider), εκμεταλλευόμενος τα οφέλη που του παρέχει το γεγονός ότι ο άλλος κρατάει το στόμα του κλειστό (τηρώντας τη στάση που συμπέρανε ότι βολεύει και τους δύο). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο παίκτης που αφελώς τηρεί αυτή την άτυπη συμφωνία, επιδεικνύει μια αλτρουιστική συμπεριφορά με το να μην επιλέξει να καταδώσει τον άλλο παίκτη, η οποία όμως δεν ανταμείβεται από τη δομή του παιγνίου.

Είναι ορθολογικό εκ μέρους των δύο κρατουμένων να επιλέξουν να μην ομολογήσουν ώστε το παίγνιο να καταλήξει στη συνεργατική λύση; Ε λοιπόν, όχι! Επειδή οι κρατούμενοι είναι ορθολογικοί δρώντες και επιλέγουν με βάση το συμφέρον τους, εάν ήταν δεδομένο ότι ο ένας κρατούμενος θα επέλεγε να μην ομολογήσει, τότε ο άλλος θα είχε κάθε συμφέρον τον καταδώσει, αποκλίνοντας μονομερώς (unilaterally) από αυτόν τον άτυπο συντονισμό των ενεργειών τους (να μην ομολογήσουν), γιατί τότε θα έπαιρνε μεγαλύτερη ανταμοιβή (4). Τελικά, και οι δύο κρατούμενοι θα κατέδιδαν ο ένας τον άλλο, ελπίζοντας βέβαια ότι αυτό το κάνουν μονομερώς και ότι έτσι καταφέρνουν να εξαπατήσουν τον άλλο, εισπράττοντας τη μέγιστη ανταμοιβή του παιγνίου. Δυστυχώς όμως αυτό το κάνουν και οι δύο κρατούμενοι, οπότε το παίγνιο καταλήγει στην έκβαση ισορροπίας (2, 2), και οι κρατούμενοι τιμωρούνται με **15ετή φυλάκιση** (ενώ θα μπορούσαν να γλυτώσουν και με τριμήνη φυλάκιση). Δυστυχώς το δέλεαρ της μονομερούς κατάδωσης (που θα σήμαινε ότι αφήνεται αυτός που κατέδωσε τον άλλο) τους σπρώχνει σε μία αυτοκαταστροφική συμπεριφορά.

Ανακεφαλαιώνοντας και γενικεύοντας, το κλειδί και για τους δύο παίκτες στο δίλημμα των φυλακισμένων είναι να καταδώσουν τον άλλο παίκτη μονομερώς για να εισπράξουν τη βέλτιστη ανταμοιβή που μπορούν να πάρουν από το παίγνιο. Η μονομερής όμως κατάδοση δεν είναι εφικτή διότι και οι δύο παίκτες είναι ορθολογικοί δρώντες, επομένως έχουν και οι δύο το ελκυστικό δέλεαρ της μονομερούς εξαπάτησης, που είναι ισχυρό αντικίνητρο τήρησης οποιασδήποτε συμφωνίας. Αυτό υπογραμμίζεται από το γεγονός ότι και οι δύο διαθέτουν κυρίαρχες στρατηγικές (να καταδώσουν ο ένας τον άλλο), οι οποίες τους δίνουν ένα εξαιρετικά ισχυρό κίνητρο να τις επιλέξουν. Έτσι, ακόμα και εάν προβούν σε ρητή συμφωνία για την επιλογή της συνεργατικής λύσης, είναι βέβαιο ότι και οι δύο θα την παραβιάσουν, οπότε θα καταλήξουν στην ισορροπία των κυρίαρχων στρατηγικών, η οποία, όπως είδαμε στον **Πίνακα 2.7**, χαρακτηρίζεται από τη μικρότερη συνεργατική ανταμοιβή (4) και (ως εκ τούτου) είναι κοινωνικά χειρίστη.

Το παράδοξο στο παίγνιο των φυλακισμένων είναι ότι, από τη στιγμή που ξέρει ο πρώτος παίκτης ότι ο δεύτερος παίκτης θα επιλέξει τη συνεργασία (δηλαδή να μην ομολογήσει), τότε τον δεύτερο παίκτη τον συμφέρει να επιλέξει την προδοσία (δηλαδή να καταδώσει τον άλλο μονομερώς). Λόγω των χαρακτηριστικών της, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την ισορροπία της προδοσίας (2, 2) και αναποτελεσματική (inefficient) ή μη βέλτιστη κατά Pareto (non Pareto optimal). Όταν λέμε ότι μία έκβαση είναι αποτελεσματική ή μη βέλτιστη κατά Pareto, εννοούμε ότι ο μόνος τρόπος να βρούμε καλύτερη λύση είναι να αλλάξουμε την ανταμοιβή τουλάχιστον του ενός από τους δύο παίκτες. Έτσι λοιπόν, εάν οι δύο παίκτες επιλέξουν την

κυρίαρχη στρατηγική τους, κανένας δεν θα είναι ευχαριστημένος από την έκβαση του παιγνίου. Και δυστυχώς υπάρχει λύση που αφήνει όλους τους παίκτες πιο ικανοποιημένους από την ισορροπία (αφού μία ανταμοιβή 3 είναι καλύτερη από μία ανταμοιβή 2), αλλά λόγω της ορθολογικής συμπεριφοράς τους, οι παίκτες στο δίλημμα των φυλακισμένων δεν μπορούν να καταλήξουν σε αυτή.

Το δίλημμα των φυλακισμένων, σε αντίθεση με το παίγνιο των ελαφοκυνηγών που εξετάζουμε σε επόμενη ενότητα, δεν έχει έκβαση που να είναι βέλτιστη και για τους δύο παίκτες. Το δίλημμα των φυλακισμένων διαθέτει συνεργατική λύση (που είναι η βέλτιστη για το κοινωνικό σύνολο) αλλά όχι έκβαση στην οποία και οι δύο παίκτες να παίρνουν τις μέγιστες ανταμοιβές τους. Μόνο εάν το δίλημμα των φυλακισμένων είναι επαναλαμβανόμενο, προβάλλει ως ισορροπία η συνεργατική λύση, όπως θα δούμε.



understood that the international system lacks an overarching authority that can enforce commitments or agreements, it should come as no surprise that noncooperative game theory holds a particular attraction for theorists of interstate conflict.

1.3 Strategic Form Games and Nash Equilibria

Game theorists have developed a number of distinct ways to represent a game's structure. Initially, the *strategic form* (sometimes called the *normal* or the *matrix* form) was the device of choice. In the strategic form, players select *strategies* simultaneously, before the actual play of the game. A *strategy* is defined as a complete contingency plan that specifies a player's choice at every situation that might arise in a game. Figure 1.1 depicts a typical arms race game between two states, State A and State B, in strategic form.⁶ Although the generic name for this game is Prisoners' Dilemma, it is referred to here as the *Arms Race Game*.⁷

In this representation, each state has two strategies: to *cooperate* (C) by not arming, and to *defect* from cooperation (D) by arming. If neither arms, the outcome is a compromise: a military balance is maintained, but at little cost. If both arm, then both lose, as an arms race takes place; the balance is maintained, but this time at considerable cost. Finally, if one state

		State B	
		Not Arm (C)	Arm (D)
State A	Not Arm (C)	<i>Tacit Arms Control</i> (3,3)	<i>B Gains Advantage</i> (1,4)
	Arm (D)	<i>A Gains Advantage</i> (4,1)	<i>Arms Race</i> (2,2)*

Key: (x,y) = payoff to State A, payoff to State B
 * = Nash equilibrium

Figure 1.1 Arms Race Game (Prisoners' Dilemma)

⁶ For obvious reasons, such a game is called a two-person game. Games with three or more players are referred to as *n-person games*. The *Tripartite Crisis Game*, which is introduced in Chapter 2, is an example of an *n-person* game.

⁷ "Prisoners' Dilemma" takes its name from a story that Albert W. Tucker, the chair of Princeton's psychology department, told his students to illustrate its structural dynamics. For the story and background, see Poundstone (1992: 116–21). The story itself is well known and can be found in most game-theory textbooks, including Zagare (1984).



		G	
		$\neg$ build	build
UK	$\neg$ build	3, 3	1, 4
	build	4, 1	2, 2

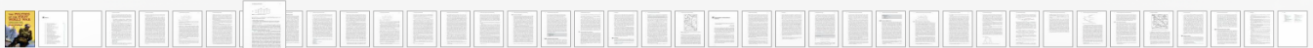
Figure 3.2 The Anglo-German naval race.

each side's choice over embarking on a large shipbuilding program or not produces four possible outcomes,

- neither builds (no arms race)
- Germany builds, United Kingdom doesn't (German naval advantage)
- United Kingdom builds, Germany doesn't (British naval advantage)
- both build (arms race),

ranging from no arms race, to one side building dreadnoughts at the other's expense, to an arms race when both sides choose to build dreadnoughts. Each player is free to build dreadnoughts, but whether it enjoys the advantages of doing so unilaterally depends on the other side's decision to build dreadnoughts. This interdependence of choice defines the problem facing rivals like Great Britain and Germany in 1906.

Figure 3.2 presents the game formally. If one side builds dreadnoughts (or does not), its ability to achieve its goals depends on the other side's choice to build dreadnoughts (or not). Recall that a player's payoffs represent a ranking over the possible outcomes from best to worst – from what a state most wants, through what it will accept if it must, on down to what it will do whatever it can to avoid. If both the United Kingdom and Germany wish to increase relative naval power at minimal cost, then the best outcome for one state is to build dreadnoughts while the other does not (4), while the worst outcome for a player is to choose not to build dreadnoughts while the other does (1), allowing an enemy to either preserve or unhinge the balance of power, ensuring that whatever rights and privileges it secures or gains come at the other's expense. If neither builds dreadnoughts, then the naval balance remains unchanged. This is less attractive than gaining a unilateral advantage over the other, but it saves resources and effort, so each side ranks it as the second best outcome (3). Finally, if both sides build dreadnoughts, neither gains the unilateral advantage of increased power at the other's expense, and both expend resources that are effectively wasted; nonetheless, blunting the other's advantage is better than allowing a unilateral enemy buildup, so each side ranks this as the



Δίλημμα φυλακισμένων και κλιματική αλλαγή

Περνάμε τώρα σε μία κλασική εφαρμογή του διλήμματος των φυλακισμένων που αφορά τη ρύπανση του περιβάλλοντος, και συγκεκριμένα τις προσπάθειες συνεργασίας των κρατών προκειμένου να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ώστε να αμβλυνθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή. Μία ανάλυση του συνολικού αριθμού των παιγνίων 2×2 αναφέρει ότι υπάρχουν $(4!) \times (4!) = (1 \times 2 \times 3 \times 4) \times (1 \times 2 \times 3 \times 4) = 24 \times 24 = 576$ διαφορετικοί τρόποι να συνδυαστούν τέσσερα ζευγάρια ανταμοιβών σε έναν πίνακα²². Από αυτά τα 576 παίγνια, μόνο τα 144 είναι διαφορετικά (distinct), και από αυτά μόνο τα 25 είναι σχετικά με το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ένα από τα παίγνια αυτά είναι και το δίλημμα των φυλακισμένων.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο κράτη, το κράτος Α και το κράτος Β, τα οποία αλληλεπιδρούν στα πλαίσια της προσπάθειας που κάνει η παγκόσμια κοινότητα να μειώσει τις εκπομπές (κυρίως) του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) για να αντιμετωπίσει την ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή. Κάθε κράτος έχει δύο εναλλακτικές στρατηγικές: να μειώσει τη ρύπανση (abate) ή να (συνεχίσει να) ρυπαίνει (pollute). Ένας τέτοιος πίνακας ανταμοιβών στη μορφή διλήμματος φυλακισμένων απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.8**²³.

²² DeCanio & Fremstad (2013).

²³ DeCanio & Fremstad (2013).

Πίνακας 2.8. Η προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής ως δίλημμα φυλακισμένων²⁴

		Κράτος Β	
		μειώνει ρύπανση (abate)	ρυπαίνει (pollute)
Κράτος Α	μειώνει ρύπανση (abate)	3, 3	1, <u>4</u>
	ρυπαίνει (pollute)	<u>4</u> , 1	<u>2</u> , <u>2</u>

Για την παγκόσμια κοινότητα θα ήταν καλύτερο τα κράτη να μειώσουν τις εκπομπές τους ώστε να μετριαστεί η κλιματική αλλαγή, έκβαση που αντιπροσωπεύεται από το πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (3, 3). Το πρόβλημα είναι ότι το διοξείδιο του άνθρακα προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (fossil fuels, δηλαδή άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) για την παραγωγή ενέργειας, που είναι απαραίτητη για την οικονομική ανάπτυξη. Με άλλα λόγια, η επιταγή της μείωσης των αέριων ρύπων που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή συνεπάγεται μείωση της οικονομικής ανάπτυξης (μέχρι να αντικατασταθούν τα ορυκτά καύσιμα από άλλες πηγές και μορφές ενέργειας φιλικότερες προς το περιβάλλον). Αυτός είναι ο λόγος που στον **Πίνακα 2.8** βλέπουμε ότι κάθε κράτος παίρνει τη μέγιστη ανταμοιβή του όταν το ίδιο ρυπαίνει ενώ το άλλο μειώνει τη ρύπανση με αέρια που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή (κάτω αριστερά και πάνω δεξιά κελί, με ανταμοιβή 4 για το κράτος που ρυπαίνει και 1 για το κράτος που μειώνει τη ρύπανση). Τελικά εκείνο που συμβαίνει είναι να ρυπαίνουν και τα δύο κράτη, δηλαδή η κατάληξη του παιγνίου αυτού στον πραγματικό κόσμο είναι το κάτω δεξιά κελί με ανταμοιβές 2 και για τα δύο κράτη.

Οι ανταμοιβές του **Πίνακα 2.8** είναι ίδιες με εκείνες του **Πίνακα 2.7**, δηλαδή πρόκειται για το ίδιο ακριβώς παίγνιο που απλά έχει κράτη αντί για φυλακισμένους και στρατηγικές ρυπαίνω ή μειώνω τη ρύπανση αντί για καταδίδω τον άλλο ή δεν ομολογώ. Επομένως και η ανάλυση του παιγνίου αυτού θα είναι ίδια. Συγκρίνοντας τις ανταμοιβές του κράτους Α στις δύο γραμμές του πίνακα, βλέπουμε ότι $4 > 3$ και $2 > 1$ οπότε για το κράτος Α αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική η κάτω γραμμή, δηλαδή να ρυπαίνει. Ομοίως, συγκρίνοντας τις ανταμοιβές του κράτους Β στις δύο στήλες, συμπεραίνουμε ότι το να ρυπαίνει (δεξιά στήλη) αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική και για το κράτος Β (εφόσον και πάλι $4 > 3$ και $2 > 1$). Εφόσον και οι δύο παίκτες διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική το να ρυπαίνουν, το κάτω δεξιά κελί στο οποίο οι κυρίαρχες στρατηγικές τους με ανταμοιβές (2, 2) συναντιούνται, αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών. Ας αναφέρουμε στο σημείο αυτό και ότι παίγνια με κυρίαρχες στρατηγικές έχουν αποκληθεί τετριμμένα (trivial) και η ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών ισχυρώς σταθερή (strongly stable)²⁵.

Προφανώς τα ίδια αποτελέσματα θα πάρουμε αν κάνουμε και ανάλυση βέλτιστης απόκρισης. Ξεκινάμε με το κράτος Α: αν το κράτος Β επιλέξει να μειώσει τη ρύπανση, η βέλτιστη απόκριση της κράτους Α θα είναι να ρυπαίνει, γιατί η ανταμοιβή 4 του κάτω αριστερά κελιού είναι μεγαλύτερη της ανταμοιβής 3 του πάνω αριστερά, οπότε υπογραμμίζουμε το 4. Αν το κράτος Β επιλέξει να ρυπαίνει, η βέλτιστη απόκριση του κράτους Α θα είναι και πάλι να ρυπαίνει γιατί η ανταμοιβή 2 του κάτω δεξιά κελιού είναι μεγαλύτερη από την ανταμοιβή 1 του πάνω δεξιά, οπότε υπογραμμίζουμε το 2. Άρα το κράτος Α έχει κυρίαρχη στρατηγική το να ρυπαίνει. Ερχόμαστε τώρα στο κράτος Β: αν το κράτος Α επιλέξει να μειώσει τη ρύπανση, η βέλτιστη απόκριση του κράτους Α θα είναι να ρυπαίνει γιατί η ανταμοιβή 4 του πάνω δεξιά

²⁴ DeCanio & Fremstad (2013).

²⁵ Rapoport (1967).

κελίου είναι μεγαλύτερη της ανταμοιβής 3 του πάνω αριστερά, οπότε υπογραμμίζουμε το 4. Αν το κράτος B επιλέξει να ρυπαίνει, η βέλτιστη απόκριση του κράτους A θα είναι και πάλι να ρυπαίνει γιατί η ανταμοιβή 2 του κάτω δεξιά κελίου είναι μεγαλύτερη από την ανταμοιβή 1 του πάνω δεξιά, οπότε υπογραμμίζουμε το 2. Συνεπώς και το κράτος B έχει κυρίαρχη στρατηγική το να ρυπαίνει.

Βλέπουμε ότι για το κράτος A είναι υπογραμμισμένες και οι δύο ανταμοιβές του στην κάτω γραμμή του **Πίνακα 2.8**, επομένως επιβεβαιώνουμε ότι το να ρυπαίνει είναι κυρίαρχη στρατηγική για το κράτος A. Ομοίως, για το κράτος B είναι υπογραμμισμένες και οι δύο ανταμοιβές του στη δεξιά στήλη, επομένως επιβεβαιώνουμε ότι το να ρυπαίνει είναι κυρίαρχη στρατηγική και για το κράτος B. Όσον αφορά την ύπαρξη εκβάσεων ισορροπίας, βλέπουμε ότι μόνο στο κάτω δεξιά κελί είναι υπογραμμισμένες και οι δύο ανταμοιβές, επομένως αυτό είναι και το μόνο κελί που αποτελεί ισορροπία Nash. Είναι βεβαίως το κελί στο οποίο τέμνονται οι κυρίαρχες στρατηγικές των δύο κρατών, επομένως επιβεβαιώνουμε ότι αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών και ισορροπία Nash. Όπως είπαμε, όταν ένα κελί είναι ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, θα είναι πάντοτε και ισορροπία Nash.

Ας περάσουμε τώρα στη συνεργατική λύση στο περιβαλλοντικό παράδειγμα που εξετάζουμε. Το πάνω αριστερά κελί του **Πίνακα 2.8** με ανταμοιβές (3, 3) αντιπροσωπεύει την έκβαση στην οποία και τα δύο κράτη επιλέγουν να μειώσουν τη ρύπανση, και η ανταμοιβή τους είναι 3. Το κελί αυτό αποτελεί την έκβαση στην οποία τα κράτη συνεργάζονται για τον περιορισμό των θερμοκηπιακών ρύπων, ενδεχομένως στα πλαίσια μίας σχετικής διεθνούς συμφωνίας όπως το πρωτόκολλο του Κιότο (1997) ή τη συμφωνία του Παρισιού (2016). Για να αποτελέσει αυτό το κελί την τελική έκβαση του παιγνίου, τα κράτη θα πρέπει να συμφωνήσουν να συνεργαστούν παρά το ατομικό τους συμφέρον, το οποίο τους οδηγεί στην ισορροπία των κυρίαρχων στρατηγικών, δηλαδή τη συνέχιση της ρύπανσης. Στον **Πίνακα 2.9** απεικονίζουμε τα αθροίσματα των ανταμοιβών των δύο κρατών, τα οποία (γενικεύοντας) μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αντιπροσωπεύει τη συνεργατική ανταμοιβή της ευρύτερης κοινωνίας των κρατών.

Πίνακας 2.9. Συνεργατική λύση στο σενάριο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής του διλήμματος των φυλακισμένων

		Κράτος B	
		μειώνει ρύπανση (abate)	ρυπαίνει (pollute)
Κράτος A	μειώνει ρύπανση (abate)	$3+3=6$ συνεργατική λύση (cooperative solution)	$1+\underline{4}=5$ Κράτος B λαθρεπιβάτης (free riding)
	ρυπαίνει (pollute)	$\underline{4}+1=5$ Κράτος A λαθρεπιβάτης (free riding)	$\underline{2}+\underline{2}=4$ ισορροπία

Η συνεργατική ανταμοιβή είναι μεγαλύτερη στο πάνω αριστερά κελί, τη συνεργατική λύση (cooperative solution), όπου τηρείται η δέσμευση (ενδεχομένως στα πλαίσια κάποιας διεθνούς συμφωνίας) να μειώνουν όλα τα κράτη τη ρύπανση. Το κάτω δεξιά κελί της ισορροπίας έχει τη χαμηλότερη συνεργατική ανταμοιβή, ενώ τα άλλα δύο κελιά (κάτω αριστερά και πάνω δεξιά) αντιπροσωπεύουν εκβάσεις στις οποίες το ένα κράτος ρυπαίνει και εκμεταλλεύεται ως λαθρεπιβάτης τα συνολικά οφέλη που προκύπτουν από το γεγονός ότι το άλλο κράτος μειώνει τη ρύπανση.

Γιατί να μη συμφωνήσουν τα δύο κράτη στη συνεργατική λύση; Έστω ότι γίνεται μία τέτοια (διακρατική εν προκειμένω) συμφωνία. Πως θα αντιδρούσαν τα δύο κράτη ως ορθολογικοί δρώντες; Αν τηρούσαν και τα δύο κράτη τη συμφωνία, τότε θα μείωναν τη ρύπανση και το παίγνιο θα κατέληγε στη συνεργατική λύση όπου το κάθε κράτος θα εισέπραττε ανταμοιβή 3. Εάν όμως, το ένα κράτος τηρούσε τη συμφωνία και μείωνε τη ρύπανση αλλά το άλλο την αθετούσε και ρύπαινε, τότε η έκβαση θα μετακινείτο στο κελί όπου το κράτος που μείωνε τη ρύπανση θα έπαιρνε 1 (που είναι η μικρότερη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει στο συγκεκριμένο παίγνιο) ενώ το κράτος που ως λαθρεπιβάτης θα ρύπαινε θα έπαιρνε 4 (που είναι η μεγαλύτερη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει στο συγκεκριμένο παίγνιο).

Μπορεί να υπάρξει εκ μέρους των κρατών μία τέτοια μονομερής αθέτηση της συμφωνίας να μειώσουν τη ρύπανση; Βεβαίως, και μάλιστα κράτη που έχουν χαλαρή περιβαλλοντική νομοθεσία για να προσελκύσουν περιβαλλοντικά επιβλαβείς (“βρώμικες”) επενδύσεις λέγονται άσυλα ρύπανσης (pollution havens). Επειδή τα κράτη είναι ορθολογικοί δρώντες με κύριο γνώμονα το συμφέρον τους, εάν το ένα κράτος τηρούσε τη συμφωνία μείωσης της ρύπανσης, τότε το άλλο κράτος θα είχε κάθε συμφέρον να αθετήσει μονομερώς (unilaterally) τη συμφωνία και να ρυπάνει γιατί τότε θα έπαιρνε μεγαλύτερη ανταμοιβή (4) από το να τηρήσει και αυτό τη συμφωνία (3). Αυτό το κάνουν και τα δύο κράτη, οπότε συναντώνται στην έκβαση ισορροπίας (2, 2), ενώ η κλιματική αλλαγή συνεχίζει να εντείνεται και η θερμοκρασία του πλανήτη να ανεβαίνει.

Το γεγονός ότι αθετούν και τα δύο κράτη περιβαλλοντικές συμφωνίες ενδεχομένως δεν οφείλεται τόσο στο γεγονός ότι ελπίζουν να το κάνουν αυτό μονομερώς και έτσι να εξαπατήσουν το άλλο κράτος εισπράττοντας ως λαθρεπιβάτης τη μέγιστη ανταμοιβή του παιγνίου, όσο στο ότι δεν θέλουν να βρεθούν στη θέση του εξαπατημένου, που τηρεί μονομερώς τη συμφωνία και εισπράττει τη χαμηλότερη ανταμοιβή που μπορεί να εισπράξει στο παίγνιο αυτό. Αυτό έχει να κάνει με την ύπαρξη στρατηγικών *maximin*, που και για τους δύο παίκτες είναι να ρυπαίνουν εφόσον στη στρατηγική της μείωσης της ρύπανσης η ελάχιστη ανταμοιβή τους είναι 1 ενώ στη στρατηγική της ρύπανσης η ελάχιστη ανταμοιβή τους είναι 3.

Μπορεί λοιπόν να βρεθεί τρόπος να συνεργαστούν οι παίκτες στο δίλημμα των φυλακισμένων; Ε λοιπόν, ναι. Αναφερόμενοι στο περιβαλλοντικό σενάριο και τους Πίνακες 2.8 και 2.9, υπάρχουν οι εξής δύο τρόποι να επιλεγούν από τους παίκτες οι στρατηγικές που οδηγούν στη συνεργατική ισορροπία:

1. Ένας πρώτος τρόπος να οδηγηθεί το δίλημμα των φυλακισμένων στη συνεργατική έκβαση είναι να συναφθεί μία δεσμευτική συμφωνία (binding agreement) ή να υπογραφεί ένα εφαρμόσιμο συμβόλαιο (enforceable contract), εάν χρειαστεί με συγκεκριμένες ποινές και κυρώσεις ή και με προσφυγή στα (διεθνή) δικαστήρια. Στην περίπτωση αυτή, οι ανταμοιβές θα άλλαζαν λόγω της επιβολής των όρων της συμφωνίας ή του συμβολαίου, και η συνεργατική έκβαση θα μετατρέπετο σε ισορροπία.
2. Ένας δεύτερος τρόπος να οδηγηθεί το δίλημμα των φυλακισμένων στη συνεργατική έκβαση χωρίς μάλιστα καμία αλλαγή ή επιβολή (νέων) κανόνων, είναι να είναι το παίγνιο επαναλαμβανόμενο (αντί να παιχτεί μία μόνο φορά). Εάν οι παίκτες (τα δύο κράτη) επιμένουν να διαλέγουν τις κυρίαρχες στρατηγικές τους (να ρυπαίνουν), θα καταλήγουν συνέχεια στην έκβαση ισορροπίας με ανταμοιβές (2, 2), και το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής θα συνεχίσει να επιδεινώνεται. Εάν όμως το παίγνιο παιζόταν, λόγου χάριν, 10 φορές, η συνολική ανταμοιβή του κάθε κράτους, θα είναι $10 \times 2 = 20$. Εάν ένα κράτος πρότεινε στο άλλο να συνεργαστούν (δηλαδή να μειώσουν και τα δύο τη ρύπανση) και μετά κατάφερε να το εξαπατήσει μονομερώς (ρυπαίνοντας), θα έπαιρνε ανταμοιβή 4 (το δε άλλο κράτος, που εξαπατήθηκε, 1). Αυτό όμως θα συνέβαινε μόνο μία φορά, γιατί από την επόμενη επανάληψη του παιγνίου θα είχε χαθεί η εμπιστοσύνη και πλέον το παίγνιο θα οδηγείτο συνέχεια στην ισορροπία (2,2). Για τις 10 φορές που θα επαναλαμβανόταν το παίγνιο, το κράτος που εξαπάτησε το άλλο στην πρώτη επανάληψη του παιγνίου, θα λάμβανε ανταμοιβή $4 + 9 \times 2 = 22$, ενώ το κράτος που

εξαπατήθηκε την πρώτη φορά θα λάμβανε ανταμοιβή $1+9 \times 2=19$. Εάν όμως οι παίκτες τηρούσαν τη συμφωνία τους να συνεργαστούν και στις 10 επαναλήψεις του παιγνίου, θα λάμβαναν ανταμοιβή $10 \times 3=30$, που είναι και η μεγαλύτερη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει ένας ορθολογικός παίκτης σε ένα τέτοιο επαναλαμβανόμενο διακρατικό δίλημμα φυλακισμένων. Βέβαια, οφείλουμε να επισημάνουμε ότι, σύμφωνα με τη λογική tit for tat (οφθαλμόν αντί οφθαλμού), στην τελευταία επανάληψη του παιγνίου, η συνεργασία θα έπαυε να είναι η ορθολογική επιλογή. Συνεπώς, στο επαναλαμβανόμενο δίλημμα φυλακισμένων, η συνεργασία γίνεται ισορροπία Nash.

Όσον αφορά τυχόν αποκλίσεις από το κλασικό δίλημμα των φυλακισμένων, κάποια κράτη θα μπορούσαν να ωφεληθούν από την κλιματική αλλαγή, π.χ. εάν οι αλλαγές στη βροχόπτωση και η λίπανση του εδάφους με διοξείδιο του άνθρακα συντελούσαν στην αύξηση της παραγωγικότητας των αγροτικών εκτάσεων²⁶. Παρόλα αυτά, ο χαρακτήρας της κλιματικής αλλαγής παραμένει αυτός της ανθρωπογενούς ανάμειξης στο κλίμα της γης με ρίσκο γεωπολιτικές προεκτάσεις ευρείας κλίμακας, π.χ. την εγκατάλειψη αστικών και παραγωγικών εκτάσεων (συμπεριλαμβανομένων μεγαλουπόλεων με πληθυσμό πάνω από 10 εκατομμύρια κατοίκους) εάν αυτές, π.χ. βρεθούν κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.

Πάντως, το παίγνιο της μείωσης των ρύπων που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή δεν είναι απαραίτητα παίγνιο αντιπαράθεσης ή προδοσίας, τη στιγμή που υπάρχουν παιγνιακοί τύποι στους οποίους η συνεργασία των κρατών είναι ορθολογική στρατηγική²⁷. Σε τέτοια παίγνια παίζει ρόλο η αντίληψη των κρατών για το ρίσκο που προκύπτει αν αγνοήσουν τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή καθώς επίσης και αλλαγές στις ανταμοιβές που μπορεί να προκύψουν από ανταποδοτικές ανταμοιβές, π.χ. συνεργασία για την αντιμετώπιση της τρομοκρατίας ή του παράνομου εμπορίου ναρκωτικών. Εάν η επιστήμη της κλιματικής αλλαγής αποδείξει με τρόπο απόλυτα σαφή σε όλα τα κράτη (και όλες τις πολιτικές φατρίες) ότι η κλιματική αλλαγή στο εγγύς μέλλον θα απειλήσει την επιβίωση του ανθρώπινου είδους, τότε τα όποια γεωπολιτικά πλεονεκτήματα από τη μονομερή ρύπανση θα εκμηδενιστούν μπροστά στο τεράστιο μειονέκτημα των απειλής εξαφάνισης του ανθρώπινου είδους. Σε μία τέτοια περίπτωση, το παίγνιο της κλιματικής αλλαγής θα μετατραπεί σε παίγνιο συντονισμού, όπως στην περίπτωση της σχετικά επιτυχούς αντιμετώπισης της λέπτυνσης της στιβάδας του όζοντος και του σχετικού πρωτοκόλλου του Montreal²⁸. Η συνεχιζόμενη αποτυχία στον συντονισμό των κρατών για τη μείωση των θερμοκηπιακών ρύπων δείχνει εκ του αποτελέσματος την περιορισμένη αξιοπιστία που αποδίδουν μερικά κράτη στις πιο δυσμενείς προβλέψεις για την υπερθέρμανση του πλανήτη, σύμφωνα με τη λογική της απουσίας των αναμενόμενων γεγονότων (absence of expected facts) που αναφέρει ο Arthur Conan Doyle στην ιστορία “The Adventure of Silver Blaze” του Sherlock Holmes²⁹. Στην αστυνομική αυτή ιστορία ο διάσημος ντετέκτιβ αποδίδει το παράδοξο γεγονός (curious incident) του σκύλου που δεν γάβγισε τη νύχτα (“I had grasped the significance of the silence of the dog ... Obviously the midnight visitor was someone whom the dog knew well”) στο ότι ο σκύλος προφανώς γνώριζε τον επισκέπτη. Μόνο ουσιαστικές επιστημονικές αποδείξεις και τότε πάλι την ύστατη στιγμή, είναι πιθανό να κινητοποιήσουν όλα τα κράτη στην μείωση των θερμοκηπιακών ρύπων.

²⁶ DeCanio & Fremstad (2013).

²⁷ DeCanio & Fremstad (2013).

²⁸ Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 1987.

²⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/The_Adventure_of_Silver_Blaze.

Δημόσια αγαθά και περιβάλλον

Το παίγνιο φυλακισμένων ανήκει σε μία ευρύτερη κατηγορία παιγνίων που αντιπροσωπεύουν κοινωνικά διλήμματα (social dilemmas). Σε παίγνια κοινωνικών διλημάτων, η ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών για το κοινωνικό σύνολο είναι χειρότερη από εκβάσεις στις οποίες οδηγούν άλλες στρατηγικές (nonequilibrium strategies). Πρέπει να υπάρχουν οι εξής τρεις προϋποθέσεις για να είναι ένα παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων 2×2 δίλημμα φυλακισμένων:

1. Να διαθέτουν και οι δύο παίκτες κυρίαρχες στρατηγικές.
2. Να υπάρχει συνεργατική λύση, δηλαδή έκβαση διάφορη της ισορροπίας κυρίαρχων στρατηγικών, της οποίας η συνεργατική ανταμοιβή (δηλαδή το άθροισμα των ανταμοιβών) να είναι μεγαλύτερη της συνεργατικής ανταμοιβής της ισορροπίας.
3. Η συνεργατική λύση να βρίσκεται στο κελί που είναι διαγώνια αντίθετο από την ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών.

Πέραν του παραδείγματος με την κλιματική αλλαγή, το δίλημμα των φυλακισμένων βρίσκει εφαρμογή και σε άλλα προβλήματα περιβάλλοντος και φυσικών πόρων. Ειδικά σε σχέση με τα αγαθά και υπηρεσίες που μας προσφέρει το φυσικό περιβάλλον, υπάρχουν δημόσια (public) και ιδιωτικά (private) αγαθά, και τα δύο όμως χωρίζονται σε περαιτέρω κατηγορίες ανάλογα με το απόλυτο ή μικό της φύσης τους. Τα απόλυτα δημόσια αγαθά (pure public goods) έχουν τα εξής χαρακτηριστικά, τα οποία δεν έχουν τα αγαθά που εμπορεύονται σε αγορές (market goods):

1. Τα απόλυτα δημόσια αγαθά είναι αδιαίρετα (non divisible), δηλαδή η παραγωγή τους δεν μπορεί να χωριστεί σε μερίδες, που να προορίζονται για ένα μεμονωμένο καταναλωτή.
2. Τα απόλυτα δημόσια αγαθά είναι μη ανταγωνιστικά (non rival), δηλαδή η κατανάλωσή τους από ένα καταναλωτή δεν μειώνει τη συνολική ποσότητα που είναι διαθέσιμη στους υπόλοιπους.
3. Το πρόσθετο (οριακό, όπως λέγεται στην οικονομία) κόστος παροχής ενός δημόσιου αγαθού σε έναν παραπάνω καταναλωτή είναι μηδέν.
4. Τέλος, τα απόλυτα δημόσια αγαθά είναι μη εξαιρέσιμα (non excludable), δηλαδή άπαξ και παράγονται, ουδείς καταναλωτής μπορεί να αποκλειστεί από τη χρήση τους.

Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά, τα αγαθά χωρίζονται στις κατηγορίες του **Πίνακα 2.10**³⁰.

³⁰ Carmichael (2005).

Πίνακας 2.10. Είδη αγαθών³¹

	Ανταγωνιστικά (rival)	Μη ανταγωνιστικά (nonrival)
	Απόλυτα ιδιωτικά αγαθά (pure private goods)	Μικτά αγαθά (mixed goods)
Εξαιρέσιμα (excludable)	Δημητριακά Σοκολάτα Αυτοκίνητα	Συνδρομητική τηλεόραση, Δρόμοι με διόδια Ιδιωτικές οδοί
	Μικτά αγαθά (mixed goods)	Απόλυτα δημόσια αγαθά (pure public goods)
Μη εξαιρέσιμα (nonexcludable)	Δημόσια παιδεία Δημόσια υγεία Ανοιχτοί πόροι όπως δρόμοι, αστικά πάρκα, θάλασσες	Φάροι Κρατική άμυνα Φυσικό περιβάλλον Εθνικά πάρκα

Από τον πίνακα αυτό, βλέπουμε ότι απόλυτα δημόσια αγαθά είναι το φως που εκπέμπει ένας φάρος, η άμυνα που παρέχουν οι ένοπλες δυνάμεις, και ο καθαρός αέρας που αναπνέουμε. Η δημόσια παιδεία και η δημόσια υγεία είναι μικτά δημόσια αγαθά. Τέλος, τα προϊόντα που διατίθενται στο εμπόριο, είναι απόλυτα ιδιωτικά αγαθά.

Ακριβώς λόγω αυτών των χαρακτηριστικών των απόλυτων δημόσιων αγαθών, η κατανάλωσή τους γίνεται κατά τρόπο προβληματικό: δημιουργούνται λαθρεπιβάτες ή τζαμπατζήδες (free riders), που απολαμβάνουν την παροχή των απόλυτων δημόσιων αγαθών χωρίς να επιβαρύνονται με το αντίτιμο. Περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση (pollution) και η μείωση της βιοποικιλότητας (biodiversity) προκύπτουν ακριβώς επειδή πολλές χώρες συμπεριφέρονται ως λαθρεπιβάτες, όπως προβλέπει το παιγνιακό μοντέλο του διλήμματος των φυλακισμένων.

Προβλήματα παρόμοια με τα απόλυτα δημόσια αγαθά εμφανίζουν και οι πόροι ανοικτής πρόσβασης (open access resources) όπως οι πληθυσμοί των ψαριών στην Νότια Αμερική και την Ασία³². Η υπεραλίευση (δηλαδή η υπερβολική εκμετάλλευση των πληθυσμών των ψαριών, δηλαδή των θαλάσσιων φυσικών πόρων) και η κυκλοφοριακή συμφόρηση (traffic congestion) οφείλονται στο γεγονός ότι οι ανοιχτές θάλασσες και το οδικό δίκτυο έχουν χαρακτηριστικά απόλυτων δημόσιων αγαθών (αν και οι κορεσμένοι δρόμοι, ειδικά στις μεγαλουπόλεις, αποκλίνουν από το χαρακτηριστικό της μη εξαιρεσιμότητας). Το φαινόμενο της υπερβολικής κατανάλωσης των κοινών πόρων έχει ονομαστεί τραγωδία των κοινών (tragedy of the commons³³), και είναι απόλυτα συγγενές με το δίλημμα των φυλακισμένων.

³¹ Carmichael (2005).

³² Carmichael (2005).

³³ Hardin (1968).

1.1 WHAT CAN ECONOMICS OFFER?

commercialization of CCS spill over to other firms and future consumers. But the captured carbon is worthless in most countries because carbon emissions are drastically underpriced, which makes investments in CCS commercially nonviable – and therefore out of the question in corporate boardrooms. The same logic holds for advanced nuclear power, fusion power, and the burgeoning hydrogen economy: none of them have any advantage over fossil fuels as long as carbon prices remain low.

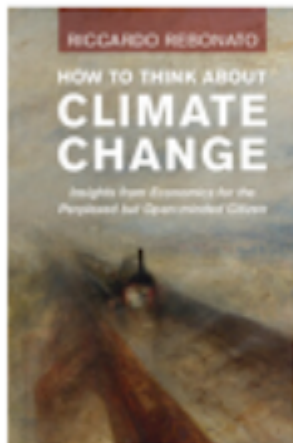
So, as we shall see, when economic analysis comes up with a way to ‘price’ this externality (the ‘social cost of carbon’), it is not just coming up with an interesting descriptive statistic of the climate-change problem: it is trying to estimate an absolutely key quantity in the effective tackling of climate change. *How* this carbon tax can be levied in practice is a very difficult problem (also about which economics has a lot to say), but the implementation difficulties do not wave the problem away.

1.1.3 FREE-RIDING. This brings us to the third feature that makes handling climate change difficult, and economic analysis helpful: the free-riding problem. In essence, it all comes down to the fact that the cost of emission reduction is local (is paid by *you* here and now), but the emitted damage is universal – CO₂ molecules know no state boundaries, and mix very rapidly in the atmosphere, irrespective of where they have been emitted. So, even if you stop emitting altogether, your emission-free patch of land does not enjoy a better climate than the land of your polluting neighbour. The temptation, therefore, is for you to hope that your neighbours will curb (at a cost) their carbon emissions, and for you to enjoy the benefits of their sacrifice without doing your bit.

To analyze the multi-party free-riding problem economists have come up with a nice story (the diner’s dilemma), that goes along the following lines. Suppose that you decide to go out to dinner with a large number of friends to a restaurant that offers two menus, a cheap-and-ok one, and a good-but-expensive one. You and your friends decide beforehand that you are not going to go Dutch, but you will split evenly the final bill. If you dined at this restaurant on your own, you would not choose the expensive

How To Think About Climate Change

Insights from Economics for the Perplexed but Open-minded Citizen



[Get access](#)

[Riccardo Rebonato](#), *EDHEC Business School, France*

Publisher:

Cambridge University Press

Online publication date:

January 2024

Print publication year:

2024

Online ISBN:

9781009404983

DOI:

<https://doi.org/10.1017/9781009404983>

Το δίλημμα των φυλακισμένων στη διεθνολογική ερευνητική βιβλιογραφία

Αναφερόμενοι στον Θουκυδίδη και τον Πελοποννησιακό Πόλεμο, τον οποίο χαρακτηρίζουν μία από τις σπουδαιότερες ιστορίες της επιστήμης της Ιστορίας, οι Nye και Welch³⁴ γράφουν ότι η πραγματική αιτία του Πελοποννησιακού Πολέμου ήταν η ανάπτυξη της ισχύος της πόλης-κράτους της Αθήνας και ο φόβος που αυτό προξένησε στους Σπαρτιάτες. Αυτό σχετίζεται με τα διλήμματα ασφάλειας (security dilemmas), που έχουν τη δομή διλήμματος φυλακισμένων και χαρακτηρίζουν τη σύγχρονη διεθνή πολιτική: σε καθεστώς παγκόσμιας αναρχίας (λόγω της απουσίας μιας παγκόσμιας υπερκυβέρνησης), οι ενέργειες που αναλαμβάνει ένα κράτος για να αυξήσει την ασφάλειά του απειλούν και μειώνουν την ασφάλεια των άλλων κρατών. Τα κράτη θα μπορούσαν να συνεργαστούν για να αποφύγουν τέτοια διλήμματα ασφάλειας, αλλά λόγω της δομής του διλήμματος των φυλακισμένων προβαίνουν σε ενέργειες που αυξάνουν την ασφάλειά τους (είτε γιατί ελπίζουν να είναι μονομερώς, ώστε ως λαθρεπιβάτες να λάβουν τη μέγιστη ανταμοιβή τους, είτε γιατί δεν θέλουν να εκτεθούν στο ρίσκο να είναι αυτά εξαπατημένα), με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής ασφάλειας της παγκόσμιας κοινότητας.

³⁴ Nye & Welch (2014, σελ. 22-30).

Τη διλημματική αυτή κατάσταση σχολιάζει και ο Graham Allison³⁵. Τονίζει ότι ο Θουκυδίδης εστίασε στο ότι εκείνο που έκανε τον Πελοποννησιακό πόλεμο αναπόφευκτο ήταν η άνοδος της Αθήνας, και ο φόβος που αυτή ενέπνευσε στη Σπάρτη. Ο Allison χαρακτηρίζει τη Σπάρτη σαν μία συντηρητική στρατιωτική δύναμη (conservative status quo power) ενώ αναφέρει ότι ο Κορίνθιος πρέσβης χαρακτήρισε την Αθήνα στους Σπαρτιάτες ως μία πόλη εθισμένη στην καινοτομία, μία ιμπεριαλιστική ναυτική δύναμη, για την οποία Αθηναίος διπλωμάτης είπε ωμά στους Σπαρτιάτες ότι ήταν πάντα ο κανόνας να υπακούουν οι αδύναμοι στους ισχυρούς. Η αντιπαλότητά τους, που οδήγησε σε πόλεμο μετά την τριακονταετή ειρήνη, αποκαλείται παγίδα του Θουκυδίδα (Thucydides's trap), λόγω του σοβαρού δομικού στρες που προκαλείται όταν μία ανερχόμενη δύναμη απειλεί να υποδαυλίσει και να ανατρέψει την ηγεμονική θέση μίας υφιστάμενης δύναμης. Ο πόλεμος έγινε αναπόφευκτος καθώς τα γεράκια ανάμεσα στους Σπαρτιάτες θεώρησαν ότι η Αθήνα είχε γίνει πολύ αλαζονική και πλέον αντιπροσώπευε έναν απαράδεκτο κίνδυνο για την ασφάλεια της Σπάρτης. Καθώς η Αθηναϊκή ηγεμονία εξελίχθηκε σε ύβρη και η Σπαρτιατική ανασφάλεια σε παράνοια, τα συμφέροντα (interests), ο φόβος (fear), και η τιμή (honor) πυροδότησαν τη βία και έτσι ξεκίνησε ο Πελοποννησιακός πόλεμος. Σε τέτοιες περιπτώσεις ακόμα και συνήθη θερμά επεισόδια μπορούν να προκαλέσουν ευρύτερη σύρραξη.

Η ανάλυση του Allison έχει χαρακτηριστεί ως ελλιπής και επιλεκτική, τα δε δυσοίωνα συμπεράσματά του για το μέλλον της αντιπαράθεσης ΗΠΑ-Κίνας ανακριβή, θεωρώντας την παγίδα του Θουκυδίδα (στην οποία ποτέ δεν αναφέρθηκε ο ίδιος ο Θουκυδίδης) ως μία απλοϊκή δομική εξήγηση των αιτιών του Πελοποννησιακού πολέμου³⁶. Μία πιο αναλυτική εξέταση αυτών που αναφέρει ο Θουκυδίδης στην ιστορία του Πελοποννησιακού πολέμου για την αντιπαλότητα Αθήνας-Σπάρτης, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η σύγκρουση Αθήνας-Σπάρτης ήταν περισσότερο αποτέλεσμα στρατηγικών επιλογών παρά η αναπόφευκτη έκβαση ενός διλήμματος ασφάλειας (security dilemma) ανάμεσα σε μία κυρίαρχη (Σπάρτη) και μία ανερχόμενη δύναμη (Αθήνα). Ο Πελοποννησιακός πόλεμος ήταν πόλεμος υπολογισμού (war of premeditation), στον οποίο οι αντίπαλοι οδηγήθηκαν λόγω συγκρουόμενων πολιτικών στόχων και μετά από στρατηγική ανάλυση κόστους-οφέλους. Συμπερασματικά, διατυπώνεται η άποψη ότι οι ΗΠΑ και η Κίνα δεν θα οδηγηθούν σαν υπνοβάτες σε μία σύγκρουση (sleepwalking into conflict) μέσα από απώλεια ελέγχου (loss of control) και ανεπιθύμητη κλιμάκωση (inadvertent escalation).

Ο Robert Axelrod, καθηγητής πολιτικών επιστημών στο Πανεπιστήμιο του Michigan, προσομοίωσε σε υπολογιστή το δίλημμα φυλακισμένων με διαφορετικές στρατηγικές, και βρήκε ότι η στρατηγική “μία σου και μία μου” (tit for tat) έφερε τα καλύτερα αποτελέσματα³⁷. Η στρατηγική αυτή αναφέρεται σε επαναλαμβανόμενο δίλημμα φυλακισμένων (κάτι που θα αναφέρουμε παρακάτω), και σύμφωνα με αυτή, ένας παίκτης απαντάει με τη στρατηγική του άλλου παίκτη στον προηγούμενο γύρω, εν είδει εκδίκησης, η οποία όμως έχει σαν αποτέλεσμα να εκπαιδεύσει τον άλλο παίκτη (μέσα από την εμπειρία) ποιες τελικά είναι εκείνες οι στρατηγικές που οδηγούν και τους δύο σε καλύτερα αποτελέσματα. Ο Axelrod λέει χαρακτηριστικά ότι επιλογή της συνεργασίας είναι ορθολογική μόνο εφόσον υπάρχει ακόμα μπροστά στους παίκτες η “μακρά σκιά του μέλλοντος” (long shadow of the future) και ότι στην τελευταία επανάληψη του παιγνίου, ορθολογική επιλογή είναι η προδοσία. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που ο πόλεμος είναι αναπόφευκτος στη διεθνή πολιτική: όταν ένας κράτος πιστεύει ότι είναι κοντά στην τελευταία κίνηση, δεν έχει πλέον κίνητρο να εμπιστευτεί το άλλο κράτος και μόνη ορθολογική επιλογή είναι η προδοσία.

Παίγνιο Ισραηλινών-Παλαιστινίων

Σε μία εργασία που δημοσιεύτηκε από το Πανεπιστήμιο Ritsumeikan της Κίνας, αναδείχθηκε ο ρόλος της Θεωρίας Παιγνίων ως εργαλείου ανάλυσης προβλημάτων των Διεθνών Σχέσεων,

³⁵ Allison (2017).

³⁶ Platias & Trigkas (2021).

³⁷ Nye & Welch (2004) και Axelrod (1984).

εξετάζοντας θέματα ισχύος, ασφάλειας, άμυνας, εξοπλισμών, διεθνών κρίσεων, πολέμου, οικονομικής συνεργασίας, διεθνούς εμπορίου, και διπλωματίας³⁸. Στην ίδια εργασία, αναπαραστάθηκε η αντιπαλότητα Ισραηλινών και Παλαιστινίων ως δίλημμα φυλακισμένων, παίγνιο που παρουσιάζουμε και σχολιάζουμε εδώ.

Με κάποιες απλοποιητικές παραδοχές, που αφορούσαν για παράδειγμα την επιρροή των εσωτερικών συνθηκών του Ισραήλ και των Παλαιστινιακών περιοχών αλλά και άλλων κρατών του Αραβικού κόσμου, την Κίνα, την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ, αναπαραστάθηκε η σύνθετη αλληλεπίδραση Ισραηλινών και Παλαιστινίων με ένα παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων.

Ως παράδειγμα της εφαρμογής του παίγνιου του δίλληματος των φυλακισμένων σε μια αντιπαράθεση στην Μέση Ανατολή αποτελεί η σύγκρουση παλαιστίνιων και Ισραηλινών. Ας υποθέσουμε ότι

~~Εξειδικεύτηκαν~~ οι εναλλακτικές στρατηγικές Ισραηλινών-Παλαιστινίων ~~θεωρώντας ότι~~ περιορίζονται στα δύο άκρα συνεργασίας (cooperation) και αντιπαράθεσης (confrontation). Στην περίπτωση Ισραηλινών-Παλαιστινίων ας υποθέσουμε ότι ο παίκτης που επιλέγει την αντιπαράθεση αναμένει να αποκομίσει οφέλη ενώ ο παίκτης που επιλέγει τη συνεργασία προβαίνει σε υποχωρήσεις. Με βάση τα παραπάνω, στήθηκε το παίγνιο που απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.11**.

Πίνακας 2.11. Η σύγκρουση Ισραηλινών-Παλαιστινίων³⁹

		Παλαιστίνιοι	
		συνεργασία (cooperation)	αντιπαράθεση (confrontation)
Ισραηλινοί	συνεργασία (cooperation)	3, 3	1, <u>4</u>
	αντιπαράθεση (confrontation)	<u>4</u> , 1	<u>2</u> , <u>2</u>

Η έκβαση στην οποία ο ένας παίκτης επιλέγει την αντιπαράθεση και ο άλλος τη συνεργασία (το κάτω αριστερά κελί για τους Ισραηλινούς και το πάνω δεξιά για τους Παλαιστινίους) είναι η καλύτερη για αυτόν που επιλέγει την αντιπαράθεση και η χειρότερη για εκείνον που επιλέγει τη συνεργασία. Πέραν αυτού, και οι δύο παίκτες διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική την αντιπαράθεση (γιατί $4 > 3$ και $2 > 1$ και για τους δύο παίκτες), οπότε το κάτω δεξιά κελί (αντιπαράθεση και για τους δύο παίκτες) αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών με ανταμοιβές (2, 2). Η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης καταλήγει στις βέλτιστες αποκρίσεις που δείχνονται με υπογράμμιση στον **Πίνακα 2.11**, οπότε επιβεβαιώνουμε ότι το κάτω δεξιά κελί είναι και ισορροπία Nash. Πρόκειται λοιπόν για δίλημμα των φυλακισμένων, και η έκβαση της ισορροπίας (δηλαδή η επιλογή της αντιπαράθεσης και από τις δύο πλευρές) φαίνεται να έχει επικρατήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο δυσεπίλυτο αυτό πρόβλημα της Μέσης Ανατολής.

Ολοκληρώνουμε το παράδειγμα αυτό αναφέροντας ότι η αντιπαράθεση Ισραηλινών-Παλαιστινίων φαίνεται να έχει και στοιχεία παιγνίου του δειλού (ή της κότας, που θα εξετάσουμε σε επόμενη ενότητα), υπό την έννοια ότι και οι δύο παίκτες αντιπαρά τίθενται με την ελπίδα να υποχωρήσει ο άλλος.

³⁸ Correa (2001).

³⁹ Correa (2001).

Παίγνιο Ινδίας-Πακιστάν

Κλείνουμε την ενότητα του δилήμματος των φυλακισμένων με ένα ακόμα διεθνολογικό παράδειγμα. Για το “διαζευγμένο ζευγάρι” (divorced couple) Ινδίας-Πακιστάν, έχει γραφτεί ότι βρίσκεται σε μία σχέση αγάπης-μίσους από το 1947, με μήλο της έριδας το Κασμίρ⁴⁰. Αφού το Πακιστάν προσπάθησε να καταλάβει το Κασμίρ από το 1947 έως το 1949, βρέθηκε αντιμέτωπο με μία πολύ ισχυρότερη Ινδία, η οποία του επιτέθηκε το 1971 και το νίκησε σε 13 μέρες. Ακολούθως, το Πακιστάν προσπάθησε να επηρεάσει την κατάσταση στο Κασμίρ μέσω παραστρατιωτικών και τρομοκρατικών οργανώσεων.

Μακροπρόθεσμα, η Ινδία και το Πακιστάν εμπλέκονται στο δίλημμα φυλακισμένων που παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2.11**.

Πίνακας 2.11. Η αντιπαράθεση Ινδίας-Πακιστάν⁴¹

		Πακιστάν	
		Επίθεση	Μη επίθεση
Ινδία	Επίθεση	<u>-10</u> , <u>-10</u>	<u>5</u> , -20
	Μη επίθεση	-20, <u>5</u>	0, 0

Το παίγνιο αυτό έχει τα κλασικά χαρακτηριστικά του δилήμματος των φυλακισμένων. Καταρχήν, και οι δύο παίκτες διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική την επίθεση. Πράγματι, για την Ινδία κυρίαρχη στρατηγική είναι η πάνω γραμμή της επίθεσης, ενώ για το Πακιστάν η αριστερή στήλη της επίθεσης ($-10 > -20$ και $5 > 0$ και στις δύο περιπτώσεις. Οπότε το πάνω αριστερά κελί, δηλαδή ή έκβαση της επίθεσης και για τα δύο κράτη, αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών. Ανάλυση βέλτιστης απόκρισης εντοπίζει τις βέλτιστες αποκρίσεις που είναι υπογραμμισμένες, οπότε επιβεβαιώνουμε ότι η ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών είναι και ισορροπία Nash (και μάλιστα η μόνη) του παιγνίου. Το κάτω δεξιό κελί (0, 0) είναι η συνεργατική λύση, διαγώνια απέναντι από την ισορροπία, με συνεργατική ανταμοιβή ($0+0=0$) τη μεγαλύτερη από τα αθροίσματα ανταμοιβών σε όλα τα άλλα κελιά.

Μπορεί να θεωρηθεί ότι τα παίγνια κατατάσσονται σε δύο τύπους: πεπερασμένα (finite) και επαναλαμβανόμενα επ’ άπειρο (infinite)⁴². Στα επαναλαμβανόμενα παίγνια, συχνά ένας παίκτης κερδίζει όταν ο άλλος χάσει τη βούληση να συμμετέχει. Το δίλημμα φυλακισμένων στο οποίο συμμετέχουν η Ινδία και το Πακιστάν είναι επαναλαμβανόμενο μακροπρόθεσμα. Η συνεργατική λύση θα μπορούσε να επιτευχθεί, π.χ. με συμφωνίες ή αποφάσεις των Ηνωμένων Εθνών, κατά καιρούς μάλιστα έχουν υπογραφεί τέτοιες συμφωνίες για τη διατήρηση της ειρήνης. Η συχνή προδοσία εκ μέρους του Πακιστάν δείχνει ότι αυτό αντιλαμβάνεται ότι συμμετέχει σε ένα πεπερασμένο δίλημμα φυλακισμένων και προσπαθεί να ανατρέψει την καθεστηκυία τάξη (status quo) με επιθέσεις ενόπλων και τρομοκρατικών μονάδων. Η Ινδία έχει μακροπρόθεσμο στόχο να εξελιχθεί σε υπερδύναμη (superpower), οπότε θεωρεί ότι εμπλέκεται σε ένα επαναλαμβανόμενο (χωρίς ορατό τέλος) δίλημμα. Ο τρόπος που αντιμετωπίζουν οι δύο χώρες το δίλημμα αυτό εξηγεί την αστάθεια που χαρακτηρίζει το πρόβλημα του Κασμίρ.

2.3.2. Παίγνιο ελαφοκυνηγών

Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών (stag hunt game) αποτελεί παίγνιο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την επίλυση προβλημάτων της διεθνούς πολιτικής. Το παίγνιο αυτό δεν είναι παίγνιο συντονισμού αλλά συνεργασίας, δεδομένου ότι οι παίκτες έχουν κοινά συμφέροντα τα οποία

⁴⁰ Pradeep (2019).

⁴¹ Pradeep (2019).

⁴² Pradeep (2019).

μπορεί να τους οδηγήσουν σε συνεργασία. Σε περίπτωση μη επίτευξης συνεργασίας, δεν θα φταίει η έλλειψη συντονισμού αλλά η έλλειψη εμπιστοσύνης (trust) η ~~απόκλιση συμφερόντων~~.

Το παίγνιο αυτό το παρουσίασε ο Jervis, βασισμένος στον Rousseau⁴³. Στην απλούστερη περίπτωση, το σενάριο αφορά δύο κυνηγούς, οι οποίοι έχουν δύο επιλογές: να συνεργαστούν για να κυνηγήσουν ελάφι ή να μη συνεργαστούν και να κυνηγήσει ο καθένας μόνος του λαγό. Εάν συμφωνήσουν να συνεργαστούν και να κυνηγήσουν μαζί ελάφι, τότε εξασφαλίζουν ένα μεγαλύτερο θήραμα. Εάν δεν συμφωνήσουν να συνεργαστούν και ο καθένας κυνηγήσει μόνος του λαγό, τότε εξασφαλίζουν ένα μικρότερο θήραμα. Τέλος, εάν ένας από τους δύο επιχειρήσει να κυνηγήσει ελάφι μόνος του (ίσως γιατί ο άλλος αθέτησε τη συμφωνία τους να κυνηγήσουν μαζί ελάφι), τότε δεν θα πιάσει τίποτα, ενώ ο άλλος θα κυνηγήσει με επιτυχία λαγό. Επειδή το ελάφι οδηγεί σε μεγαλύτερες ανταμοιβές, είναι εύλογο οι δύο κυνηγοί να συμφωνήσουν να συνεργαστούν, το ζήτημα όμως είναι κατά πόσον η συμφωνία τους θα τηρηθεί (ιδίως επειδή δεν υπάρχει υπερκείμενη αρχή να την επιβάλλει), οπότε το παίγνιο ανάγεται σε ζήτημα εμπιστοσύνης (trust).

Αυτό είναι το ιστορικό σενάριο του παιγνίου των ελαφοκυνηγών, το οποίο και απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.12**. Στον πίνακα έχουμε επίσης σημειώσει (σε παρένθεση) τις διακρατικές πολιτικές με τις οποίες αντιστοιχούν οι επιλογές ελαφίου και λαγού (κάτι που θα συζητήσουμε και παρακάτω).

⁴³ Jervis (1978) και Rousseau & Cranston (1984).

Πίνακας 2.12. Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών⁴⁴

		Κυνηγός B (Κράτος B)	
		Ελάφι (Συνεργασία & περιορισμός εξοπλισμών [arms control])	Λαγός (Ανταγωνισμός & κούρσα εξοπλισμών [arms race])
Κυνηγός A (Κράτος A)	Ελάφι (Συνεργασία & περιορισμός εξοπλισμών [arms control])	5, 5	0, 1
	Λαγός (Ανταγωνισμός & κούρσα εξοπλισμών [arms race])	1, 0	1, 1

Αρχικά παρατηρούμε ότι το παίγνιο είναι συμμετρικό ως προς τις επιλογές και τις ανταμοιβές. Συγκρίνοντας τις ανταμοιβές των δύο παικτών στις επιλογές ελάφι ή λαγός, διαπιστώνουμε ότι κανένας κυνηγός δεν διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική (και στις δύο περιπτώσεις $5 > 1$ αλλά $0 < 1$). Η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης είναι ίδια με αυτή που κάναμε στο παίγνιο της μάχης των φύλων, και δίνει δύο εκβάσεις ισορροπίας: το πάνω αριστερά κελί (ελάφι, ελάφι), με ανταμοιβές (5, 5) και το κάτω δεξιά κελί (λαγός, λαγός), με ανταμοιβές (1, 1). Από αυτές τις δύο, η έκβαση (5, 5) είναι υπέρτερη από την άλλη και για τους δύο παίκτες, άρα μπορεί να χαρακτηριστεί ως βέλτιστη κατά Pareto.

Όπως είπαμε, το παιγνιακό αυτό πρότυπο αφορά εξόχως τον ανταγωνισμό των κρατών στη διεθνή πολιτική. Η επιλογή του ελαφιού αντιστοιχεί σε συνεργασία και περιορισμό των εξοπλισμών (arms control) ενώ η επιλογή του λαγού αντιστοιχεί σε ανταγωνισμό εξοπλισμών και κίνδυνο πολέμου (arms race). Οι δύο εκβάσεις ισορροπίας, η έκβαση (5,5) και η έκβαση (1,1), αντιστοιχούν η πρώτη στην περίπτωση που τα κράτη περιορίζουν τους εξοπλισμούς και συνεργάζονται μεταξύ τους, και η δεύτερη στην περίπτωση που τα κράτη ανταγωνίζονται σε εξοπλισμούς και υπάρχει κίνδυνος πολέμου.

Όσον αφορά τυχόν στρατηγικές maximin στην περίπτωση των κρατών, βλέπουμε ότι και τα δύο κράτη έχουν ελάχιστη ανταμοιβή 0 σε περίπτωση που επιλέξουν τον περιορισμό των εξοπλισμών και τη συνεργασία, και 1 σε περίπτωση που επιλέξουν την κούρσα των εξοπλισμών και τον ανταγωνισμό. Δυστυχώς λοιπόν, η στρατηγική maximin για τα κράτη είναι η κούρσα εξοπλισμών και ο ανταγωνισμός, με αντίστοιχη ισορροπία maximin το κελί (1, 1), δηλαδή την υποδεέστερη ισορροπία Nash. Οι άλλες δύο εκβάσεις, τα κελιά (1,0) κάτω αριστερά και (0,1) πάνω δεξιά, αντιστοιχούν το στην περίπτωση που το ένα κράτος επιλέγει τη συνεργασία και τον περιορισμό των εξοπλισμών ενώ το άλλο την κούρσα των εξοπλισμών και τον ανταγωνισμό. Ο κίνδυνος πολέμου (risk of war) είναι μεγαλύτερος όταν το ένα κράτος εξοπλίζεται ενώ το άλλο όχι. Εάν και τα δύο εξοπλίζονται, το κόστος του πολέμου αυξάνεται οπότε η ειρήνη καθίσταται η πιθανότερη έκβαση. Σε αυτή την περίπτωση βέβαια η ειρήνη

⁴⁴ Jervis (1978).

έρχεται με μεγαλύτερο κόστος, ενώ αν τα κράτη συνεργαστούν για τον έλεγχο των εξοπλισμών, η ειρήνη έρχεται με μικρότερο κόστος.

Το ρίσκο στο παίγνιο των ελαφοκυνηγών

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται και παίγνια όπως αυτό του **Πίνακα 2.13**, βάσει των οποίων συζητείται το θέμα της αντίληψης του ρίσκου εκ μέρους των παικτών⁴⁵. Το σενάριο αφορά δύο φίλους, που έστω ότι λέγονται Δάμων και Φειδίας, οι οποίοι πρέπει να συνεργαστούν για να μετακινήσουν ένα πεσμένο κορμό δέντρου που βρίσκεται στο δρόμο. Για να το κάνουν αυτό πρέπει να συνεργαστούν, δηλαδή να πιάσουν τον κορμό από μία άκρη ο καθένας και να τον σπρώξουν την ίδια στιγμή ώστε να μπορέσουν να τον μετακινήσουν στην άκρη του δρόμου. Έχουν δύο επιλογές: είτε να συνεργαστούν σηκώνοντας τον κορμό μόλις δοθεί από τον ένα το παράγγελμα, είτε να προσπαθήσουν να ξεγελάσουν ο ένας τον άλλο, προσποιούμενοι ότι πάνε να σηκώσουν τον κορμό αλλά αφήνοντας τον άλλο να τον σηκώσει μόνος του.

Πίνακας 2.13. Το παίγνιο του σπρωξίματος⁴⁶

		Φειδίας	
		σπρώχνει (συνεργασία)	δεν σπρώχνει (αποστασία)
Δάμων	σπρώχνει (συνεργασία)	5, 5	-10, 0
	δεν σπρώχνει (αποστασία)	0, -10	1, 1

Το παίγνιο μοιάζει με το παίγνιο των ελαφοκυνηγών, με μόνη διαφορά ότι σε περίπτωση που μόνο ο ένας από τους δύο παίκτες σπρώξει (δηλαδή αποστατήσει μονομερώς ο άλλος), τότε τραυματίζεται (και πρέπει να πάει στο νοσοκομείο), εξ ου και η ανταμοιβή -10 στις αντίστοιχες εκβάσεις. Όπως και στο παίγνιο των ελαφοκυνηγών, το παίγνιο είναι συμμετρικό, και κανείς από τους παίκτες δεν έχει κυρίαρχη στρατηγική. Οι δύο ισορροπίες Nash αντιστοιχούν στις εκβάσεις (5, 5) και (1, 1), εκ των οποίων η πρώτη έχει μεγαλύτερες ανταμοιβές και για τους δύο παίκτες, άρα είναι βέλτιστη κατά Pareto, όπως και στο παίγνιο των ελαφοκυνηγών.

Έχουμε πει βέβαια ότι οι ανταμοιβές στα παίγνια είναι ταξινομικές (ordinal), δηλαδή σημασία έχει ποια είναι μεγαλύτερη και ποια μικρότερη, και όχι πόσο μεγαλύτερη ή μικρότερη είναι η μία από μία άλλη (cardinal). Για παράδειγμα, αν σε μια έκβαση ένας παίκτης παίρνει ανταμοιβή 3 και σε μια άλλη 1, σημαίνει απλά ότι η πρώτη έκβαση του είναι προτιμότερη από τη δεύτερη – δεν σημαίνει ότι η έκβαση με ανταμοιβή 3 είναι τρεις φορές καλύτερη από εκείνη με ανταμοιβή 1. Επομένως, αν αντί για -10 είχαμε -1, δεν θα άλλαζε τίποτα στην ανάλυση του παιγνίου. Παρόλα αυτά, μερικές φορές βάζουμε ανταμοιβές των οποίων οι απόλυτες τιμές παραπέμπουν στο σχετικό κέρδος ή ζημία της έκβασης στην οποία αντιστοιχούν. Για παράδειγμα, θα ήταν εύλογο εάν ένας αναλυτής έβαζε ανταμοιβή -1 στην έκβαση που θα αντιστοιχούσε σε ήττα μίας χώρας μετά από πόλεμο με συμβατικά όπλα, και ανταμοιβή -10 στην έκβαση που θα αντιστοιχούσε σε ήττα της χώρας μετά από πόλεμο με πυρηνικά όπλα. Οι απόλυτες τιμές των ανταμοιβών δεν αλλάζουν την ιεράρχησή τους, αλλά περιέχουν περισσότερη πληροφορία που ενδεχομένως να είναι χρήσιμη στη στρατηγική ανάλυση του παιγνίου.

Όσον αφορά την ύπαρξη στρατηγικών maximin, παρατηρούμε ότι και για τους δύο παίκτες η στρατηγική της συνεργασίας (σπρωξίμο) έχει ελάχιστη ανταμοιβή -10 (εφόσον $5 > -10$ στην

⁴⁵ McCain (2004).

⁴⁶ McCain (2004).

πάνω γραμμή ή στην αριστερή στήλη για τους δύο παίκτες αντίστοιχα) ενώ η στρατηγική της αποστασίας έχει ελάχιστη ανταμοιβή 0 (εφόσον $0 < 1$ στην πάνω γραμμή ή στην αριστερή στήλη για τους δύο παίκτες αντίστοιχα). Επομένως, και για τους δύο παίκτες η αποστασία αποφέρει μεγαλύτερη ελάχιστη ανταμοιβή (αφού $0 > -10$) και αποτελεί ασφαλέστερη επιλογή. Η δε έκβαση (1, 1), δηλαδή το κάτω δεξιά κελί που αντιστοιχεί σε επιλογή της αποστασίας και από τους δύο παίκτες, μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει την ισορροπία στρατηγικών maximin.

Επειδή η ανταμοιβή -10 αποτελεί εμφανέστατα μία πολύ αρνητική έκβαση για τον παίκτη που θα την εισπράξει, λέμε ότι στο παίγνιο αυτό η ισορροπία (5, 5) χαρακτηρίζεται από ψηλές ανταμοιβές (payoff dominant) ενώ η ισορροπία (1, 1), που είναι και ισορροπία maximin, χαρακτηρίζεται από χαμηλό ρίσκο (risk dominant). Παίκτες που θα προτιμούσαν την ισορροπία (5, 5) είναι παίκτες που είναι πρόθυμοι να αναλάβουν το ρίσκο του -10 προκειμένου να εξασφαλίσουν την ψηλή ανταμοιβή του 5 (risk prone). Από την άλλη, παίκτες που θα προτιμούσαν την ισορροπία (1, 1) είναι παίκτες που απεχθάνονται το ρίσκο και είναι πρόθυμοι να εγκαταλείψουν την προοπτική των μεγαλύτερων ανταμοιβών (risk averse). Απαιτείται βέβαια και εμπιστοσύνη στον άλλο παίκτη, προκειμένου να εξασφαλιστεί ο συντονισμός των δύο παικτών στην ισορροπία (5, 5). Από την άλλη, παίκτες που θα προτιμούσαν την ισορροπία (1, 1) είναι παίκτες που ενδεχομένως απεχθάνονται το ρίσκο, και προτιμούν μία μικρότερη ανταμοιβή ενστερνιζόμενοι τη λογική “το μη χείρον βέλτιστον”. Όλα αυτά ισχύουν βέβαια και για το κλασικό παίγνιο των ελαφοκυνηγών του **Πίνακα 2.12**, παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει η ανταμοιβή του -10 για να υπογραμμίζει το δυσμενές της αντίστοιχης έκβασης (γεγονός που όμως δεν κάνει καμία διαφορά στην ανάλυση του παιγνίου).

Η ανάλυση του **Πίνακα 2.13** μας οδηγεί σε μία ενδιαφέρουσα μικροβελτίωση (refinement) της ισορροπίας Nash, που προκύπτει εάν επιτρέψουμε στους παίκτες να επιλέγουν στρατηγικές με μία μικρή (αλλά όχι μηδενική) πιθανότητα σφάλματος. Ένας τέτοιος παίκτης λέγεται ότι παίζει με τρεμάμενο χέρι (trembling hand). Αυτό θυμίζει το σκάκι, όπου σε επίσημους αγώνες ένας παίκτης είναι υποχρεωμένος να κουνήσει ένα πιόνι εάν το αγγίξει (touch move rule). Όσο αυξάνεται η πιθανότητα τέτοιων σφαλμάτων, τόσο περισσότερο οδηγούνται οι παίκτες στην ισορροπία που χαρακτηρίζεται από χαμηλό ρίσκο.

Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών και το δίλημμα ασφαλείας στη διεθνή πολιτική

Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών είναι ένα καλό υπόδειγμα για το δίλημμα ασφάλειας (security dilemma) των κρατών στη διεθνή πολιτική. Το δίλημμα αυτό γεννιέται επειδή οι τρόποι με τους οποίους ένα κράτος προσπαθεί να αυξήσει την ασφάλειά του, μειώνουν την ασφάλεια των άλλων κρατών. Στο δίλημμα ασφάλειας δεσπόζει ο φόβος της εκμετάλλευσης (δηλαδή της έκβασης συνεργασία/αποστασία).

Ο Jervis⁴⁷ ασχολήθηκε εκτενώς με τη συνεργασία και το δίλημμα ασφαλείας που αντιμετωπίζουν τα κράτη σε περιβάλλον αναρχίας, χρησιμοποιώντας ως παιγνιακό υπόδειγμα το κυνήγι του ελαφιού. Μεταξύ άλλων, ο Jervis εξέτασε τις μεταβλητές που καθιστούν τη συνεργασία πιθανότερη, την υποκειμενική αντίληψη της ασφάλειας, τα κέρδη της συνεργασίας (cooperation), τις ζημιές της αποστασίας (defection), τα κέρδη της εκμετάλλευσης (που προκύπτει όταν συνδυάζεται η συνεργασία με την αποστασία), την πιθανότητα συνεργασίας, το ρόλο της γεωγραφίας (βάζοντας έτσι τη διάσταση της γεωπολιτικής) και της ασφάλειας μέσω επέκτασης, την ισορροπία ανάμεσα σε επιθετική και αμυντική στάση στα πλαίσια του διλήμματος ασφαλείας, το ρόλο της τεχνολογίας (μεταφορές, άμυνα, κλπ.), και τα στρατηγικά πυρηνικά όπλα. Καταλήγοντας ο Jervis εξέτασε τέσσερεις εναλλακτικούς κόσμους (worlds), οι οποίοι αναλύθηκαν ως προς την ένταση του διλήμματος ασφαλείας, τη χρήση αμυντικών και επιθετικών στρατηγικών, και την πιθανότητα πολέμου με συμβατικά και πυρηνικά όπλα.

⁴⁷ Jervis (1978).

Σε κάθε περίπτωση, το παίγνιο αυτό αναδεικνύει την πραγματικότητα της διεθνούς πολιτικής. Παρότι συμφέρει τα κράτη συμφέρει να συνεργαστούν (που αντιστοιχεί στο κυνήγι του ελαφιού) ώστε να περιοριστούν οι εξοπλισμοί, η επίτευξη της συνεργασίας δεν είναι εύκολη λόγω έλλειψης εμπιστοσύνης (lack of trust). Οπότε τα κράτη καταλήγουν σε λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα όπως την κούρσα εξοπλισμών (που αντιστοιχούν στο κυνήγι του λαγού), τα οποία όμως είναι προτιμότερα από το πιαστούν κορόιδα περιορίζοντας τους εξοπλισμούς τους μονομερώς (που αντιστοιχεί στο να επιλέξουν το κυνήγι του ελαφιού χωρίς συνεργαζόμενο κυνηγό, οπότε να μην πιάσουν κανένα θήραμα). Βέβαια, την έκβαση ενός τέτοιου παιγνίου μπορεί να την επηρεάσει και η υστεροφημία, π.χ. μετά το 1871, ο Βίσμαρκ (Otto von Bismarck) αντιμετώπισε δυσκολίες στο να πείσει άλλα κράτη να συνεργαστούν μαζί του λόγω της έλλειψης εμπιστοσύνης που οφειλόταν στην προηγούμενη επιθετική του στάση. Τέλος, έχει επίσης αναφερθεί⁴⁸ ότι η παράδοση ενός τελεσίγραφου είναι επικίνδυνη γιατί μπορεί να ωθήσει το αντίπαλο κράτος να επιτεθεί πρώτο, εφόσον βέβαια αυτό αποτελεί συμφέρουσα στρατηγική⁴⁹.

Όσοι δεν αντιλαμβάνονται τη δυναμική του διλήμματος ασφαλείας, νομίζουν ότι το μόνο κόστος των εξοπλισμών είναι οι οικονομικές δαπάνες, χωρίς να αντιλαμβάνονται ότι η αύξηση της ασφάλειας ενός κράτους δεν περνάει μόνο από την αύξηση της στρατιωτικής ισχύος. Από την άλλη, πλεονεκτήματα της αμοιβαίας συνεργασίας όπως η αποφυγή του κόστους του πολέμου, αποτελούν εργαλεία διαπραγματεύσεων. Συχνά, ακόμα και η ανάπτυξη οικονομικών σχέσεων ανάμεσα σε δύο χώρες δεν μπορούν να οδηγήσουν το δίλημμα της ασφάλειας σε μία συνεργατική ισορροπία και να εμποδίζουν τον πόλεμο, π.χ. οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία είχαν σημαντικές εμπορικές σχέσεις πριν από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο.

Ένα καλό παράδειγμα τεχνολογικού αμυντικού εργαλείου ήταν η υιοθέτηση εκ μέρους των Ρώσων σιδηροδρομικού δικτύου με απόσταση των σιδηροτροχιών διαφορετική από αυτή της υπόλοιπης Ευρώπης, ώστε οι Ευρωπαϊκοί συρμοί (που θα μπορούσαν δυνητικά να ανήκουν σε αντίπαλο στρατόπεδο) να μην μπορούν να μεταφέρουν στρατιωτικό εξοπλισμό στη Ρωσία. Επίσης, διάφοροι μηχανισμοί ελέγχου (inspection devices) μπορούν να προειδοποιήσουν για κινδύνους και έτσι να βελτιώσουν το δίλημμα ασφαλείας. Κατά την επικύρωση της συνθήκης του NATO αναφέρθηκε ότι τα μόνα κράτη που θα έπρεπε να φοβούνται τη συνθήκη αυτή θα είναι εκείνα που σκέφτονται να είναι επιθετικά, όπως οι μόνοι που θα έπρεπε να φοβούνται ένα νόμο κατά των διαρρήξεων θα έπρεπε να είναι οι διαρρήκτες. Όπως αναφέρεται και στη Βίβλο (Παροιμίες 28:1), «Οι ασεβείς φεύγουν ουδενός διώκοντος».

Η ένταξη (ειδικά ενός κράτος που εκτιμά ότι απειλείται) σε μία συμμαχία κρατών αποτελεί εργαλείο βελτίωσης της ασφάλειάς του. Για παράδειγμα, η Ελλάδα ακολουθεί τη στρατηγική αναγωγής των προβλημάτων με την Τουρκία σε διεθνείς θεσμούς, εμπλέκοντας και την Ευρωπαϊκή Ένωση (της οποίας μέλος είναι η Ελλάδα). Βέβαια, παρά τις ελπίδες της Ελλάδας, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν αποτελεί αμυντική συμμαχία, και συχνά οι πολιτικές της δεν είναι σε πλήρη ομόνοια με τις επιδιώξεις της Ελλάδας.

Παρόμοια παίγνια στη διεθνή πολιτική ενδέχεται να μην είναι συμμετρικά. Για παράδειγμα, μία υπερδύναμη χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα να βλάψει άλλα κράτη σε βαθμό δυσανάλογο με τη δυνατότητα των άλλων κρατών να τη βλάψουν. Ο Jervis αναφέρει ότι ένας κόσμος από μικρά κράτη θα υπέφερε περισσότερο από τα αποτελέσματα της αναρχίας από ότι ένας κόσμος από μεγάλες δυνάμεις. Επίσης, το δίλημμα ασφαλείας μπορεί να αναστραφεί υπό ορισμένες συνθήκες, π.χ. μετά την άνοδο του Χίτλερ, η Βρετανία και η Γαλλία πλέον αισθάνονταν ότι ο καλύτερος εξοπλισμός της μίας χώρας αύξανε (παρά μείωνε) την ασφάλεια των άλλων. Τέλος, εάν ένας παίκτης εκτιμήσει ότι έχει χρονικό περιθώριο, μπορεί να περιμένει την πρώτη κίνηση από τον άλλο παίκτη, μετατρέποντας δηλαδή την αλληλεπίδρασή τους από στατικό (δηλαδή παίγνιο ταυτόχρονων) σε δυναμικό παίγνιο (δηλαδή διαδοχικών

⁴⁸ Kahn (1960).

⁴⁹ Jervis (1978).

κινήσεων), αρκεί το παίγνιο να μην χαρακτηρίζεται από πλεονέκτημα πρώτης κίνησης. Τέτοια παίγνια θα εξεταστούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Το υψηλό κόστος του πολέμου και τα οφέλη της συνεργασίας συχνά αμβλύνουν τις επιπτώσεις του διλήμματος ασφάλειας. Εάν το κόστος της αποστασίας είναι τόσο μεγάλο, που η αποστασία να είναι η λιγότερη επιθυμητή επιλογή και των δύο παικτών, το παίγνιο μετατρέπεται σε παίγνιο του δειλού, που θα εξετάσουμε στην επόμενη ενότητα. Στο παίγνιο του δειλού, εάν εκτιμήσεις ότι ο άλλος παίκτης θα αποστατήσει, τότε σε συμφέρει να συνεργαστείς (δηλαδή να υποχωρήσεις), γιατί το να υποχωρήσεις μόνο εσύ είναι καλύτερο από το να αποστατήσετε και οι δύο (δηλαδή να προχωρήσετε σε έναν καταστροφικό πόλεμο).

Η σχετικότητα της ισχύος

Συχνά στη διεθνή πολιτική οι σχετικές ανταμοιβές έχουν μεγαλύτερη σημασία από τις απόλυτες, ιδίως σε προβλήματα τα οποία είναι δόκιμο να αναλυθούν με τη ρεαλιστική προσέγγιση. Για παράδειγμα, εάν δύο γειτονικά αλλά ανταγωνιστικά κράτη, των οποίων η αρχική ισχύς μπορεί να χαρακτηριστεί με τις ανταμοιβές 10 και 10, μέσα από προγράμματα εξοπλισμών αυξήσουν την ισχύ τους σε 12 και 13 αντίστοιχα, το πρώτο δεν θα πρέπει να είναι ικανοποιημένο από την αύξηση της ισχύος του από 10 σε 12 γιατί το δεύτερο (που το ανταγωνίζεται) αύξησε την ισχύ του από 10 σε 13, οπότε έχει πλέον μεγαλύτερη ισχύ από το πρώτο. Στην ενότητα αυτή δείχνουμε πως μπορούμε να αναλύσουμε τέτοια προβλήματα μετασχηματίζοντας τις ανταμοιβές του παιγνίου των ελαφοκυνηγών έτσι ώστε να αναδεικνύεται η σημασία της σχετικότητας της ισχύος.

Στον **Πίνακα 2.14** δείχνουμε το κλασικό παίγνιο των ελαφοκυνηγών που αναλύθηκε νωρίτερα, παρουσιάζοντας όμως τώρα και εναλλακτικές σχετικές ανταμοιβές, τις οποίες θα εξηγήσουμε.

Πίνακας 2.14. Το παίγνιο των ελαφοκυνηγών με σχετικές ανταμοιβές

		Κυνηγός Β (Κράτος Β)	
		Ελάφι (Συνεργασία & περιορισμός εξοπλισμών [arms control])	Λαγός (Ανταγωνισμός & κούρσα εξοπλισμών [arms race])
Κυνηγός Α (Κράτος Α)	Ελάφι (Συνεργασία & περιορισμός εξοπλισμών [arms control])	Απόλυτες ανταμοιβές (<u>5</u>, <u>5</u>) Σχετικές ανταμοιβές (5-5, 5-5) = (0, 0)	Απόλυτες ανταμοιβές (0, 1) Σχετικές ανταμοιβές (0-1, 1-0) = (-1, <u>1</u>)
	Λαγός (Ανταγωνισμός & κούρσα εξοπλισμών [arms race])	Απόλυτες ανταμοιβές (1, 0) Σχετικές ανταμοιβές (1-0, 0-1) = (<u>1</u>, -1)	Απόλυτες ανταμοιβές (<u>1</u>, <u>1</u>) Σχετικές ανταμοιβές (1-1, 1-1) = (<u>0</u>, <u>0</u>) Ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, ισορροπία Nash, και ισορροπία <i>maximin</i> σχετικών (και απόλυτων) ανταμοιβών

Ας δούμε πως υπολογίζουμε τις σχετικές ανταμοιβές ξεκινώντας από το πάνω αριστερά κελί, που αντιστοιχεί στις επιλογές (ελάφι, ελάφι) με απόλυτες ανταμοιβές (5, 5). Για να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες σχετικές ανταμοιβές, αφαιρούμε από την ανταμοιβή του κάθε παίκτη την ανταμοιβή του άλλου παίκτη στο ίδιο κελί. Επομένως, οι σχετικές ανταμοιβές των δύο παικτών θα είναι:

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού A στο πάνω αριστερά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} \\ &= 5-5 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού B στο πάνω αριστερά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} \\ &= 5-5 = 0 \end{aligned}$$

Επομένως, στο πάνω αριστερά κελί, οι σχετικές ανταμοιβές είναι (0, 0).

Συνεχίζοντας, στο πάνω δεξιά κελί (ελάφι, λαγός) με απόλυτες ανταμοιβές (0, 1), οι σχετικές ανταμοιβές θα είναι

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού A στο πάνω δεξιά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} \\ &= 0-1 = -1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού B στο πάνω δεξιά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} \\ &= 1-0 = 1 \end{aligned}$$

Επομένως, στο πάνω δεξιά κελί, οι σχετικές ανταμοιβές είναι (-1, 1).

Στο κάτω αριστερά κελί (λαγός, ελάφι) με απόλυτες ανταμοιβές (1, 0), οι σχετικές ανταμοιβές θα είναι

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού A στο κάτω αριστερά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} \\ &= 1-0 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού B στο κάτω αριστερά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} \\ &= 0-1 = -1 \end{aligned}$$

Επομένως, στο κάτω αριστερά κελί, οι σχετικές ανταμοιβές είναι (1, -1).

Τέλος, στο κάτω δεξιά κελί (λαγός, λαγός) με απόλυτες ανταμοιβές (1, 1), οι σχετικές ανταμοιβές θα είναι

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού A στο κάτω δεξιά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} \\ &= 1-1 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Σχετική ανταμοιβή κυνηγού B στο κάτω δεξιά κελί} \\ &= \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού B} - \text{απόλυτη ανταμοιβή κυνηγού A} \\ &= 1-1 = 0 \end{aligned}$$

Επομένως, στο κάτω δεξιά κελί, οι σχετικές ανταμοιβές είναι (0, 0). Οι παραπάνω υπολογισμοί δείχνονται και στον **Πίνακα 2.14**.

Αναλύοντας τον πίνακα αυτό με τις σχετικές ανταμοιβές των παικτών, αρχικά παρατηρούμε ότι τώρα πλέον και οι δύο παίκτες έχουν κυρίαρχη στρατηγική το κυνήγι του λαγού, εφόσον $1 > 0$ και $0 > -1$. Επομένως, στο παίγνιο με τις σχετικές ανταμοιβές, το κάτω δεξιά κελί (λαγός, λαγός) με σχετικές ανταμοιβές (0, 0) αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών και βεβαίως και ισορροπία Nash.

Παρατηρούμε επίσης ότι και για τους δύο παίκτες στο παίγνιο με τις σχετικές ανταμοιβές, η στρατηγική του ελαφιού αποδίδει ελάχιστη ανταμοιβή -1 ενώ η στρατηγική του λαγού αποδίδει ελάχιστη ανταμοιβή 0 . Επομένως, η στρατηγική του λαγού αποτελεί την επιλογή *maximin* και για τους δύο παίκτες, και το κάτω δεξιά κελί αντιπροσωπεύει και την ισορροπία *maximin* του παιγνίου με τις σχετικές ανταμοιβές (όπως ίσχυε και για τις απόλυτες ανταμοιβές).

Συμπερασματικά, ενώ στο παίγνιο με τις απόλυτες ανταμοιβές είχαμε δύο ισορροπίες με ανταμοιβές $(5, 5)$ και $(1, 1)$, εκ των οποίων η πρώτη ήταν βέλτιστη κατά Pareto, στο παίγνιο με τις σχετικές ανταμοιβές, η μόνη ισορροπία είναι η $(1, 1)$ και μάλιστα είναι και ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών. Με άλλα λόγια, σε όρους διεθνούς πολιτικής η εξέταση των σχετικών ανταμοιβών δείχνει ότι για τα κράτη η συνέχιση του ανταγωνισμού και της κούρσας των εξοπλισμών αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (επομένως και Nash) και ισορροπία *maximin*. Η εξέταση των σχετικών ανταμοιβών δείχνει λοιπόν γιατί είναι πολύ δύσκολο τα κράτη να ξεφύγουν από τον ανταγωνισμό και την κλιμακούμενη κούρσα των εξοπλισμών.

2.3.3. Παίγνιο δειλού

Ερχόμαστε τώρα στο τρίτο στοιχειώδες παίγνιο, το παίγνιο του δειλού (ή της κότας, *chicken game*), ένα παίγνιο θάρρους ή δειλίας, που σε αντίθεση με τα προηγούμενα είναι παίγνιο σύγκρουσης (*conflict*) στην οποία οι δύο παίκτες οδηγούνται λόγω μεικτών κινήτρων (*mixed motivation*). Επειδή, όπως θα δούμε, στις ισορροπίες Nash ένας από τους δύο παίκτες είναι επιθετικός και ο άλλος υποχωρητικός, το παίγνιο ονομάζεται και παίγνιο γερακιού-περιστεριού (*hawk-dove game*).

Το κλασικό σενάριο του παιγνίου είναι ένα καθημερινό παράδειγμα κοινής λογικής (*common sense*), στο οποίο δύο αυτοκίνητα που κινούνται αντίθετα σε ένα στενό δρόμο, δεν χωράνε να περάσουν δίπλα-δίπλα, και πρέπει ο ένας από τους δύο οδηγούς να σταματήσει για να περάσει ο άλλος. Κάθε οδηγός διαθέτει δύο στρατηγικές: να δειλιάσει (δηλαδή να φανεί “κότα”) κόβοντας ταχύτητα για να περάσει ο άλλος, ή να φανεί θαρραλέος αυξάνοντας την ταχύτητα του για να περάσει αυτός πρώτος, επιβάλλοντας έτσι τη θέληση του στον δειλό οδηγό. Αν και οι δυο φανούν θαρραλέοι και αυξήσουν ταχύτητα, θα συγκρουστούν. Αν και οι δύο υποχωρήσουν κόβοντας ταχύτητα, θα φανούν δειλοί, κάτι που δεν θα έχει νόημα γιατί κανείς δεν θα περάσει οπότε θα χρειαστεί να επαναλάβουν το παίγνιο προκειμένου να συνεχίσουν την πορεία τους.

Η αλληλεπίδραση που περιγράψαμε απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.15**.

Πίνακας 2.15. Το παίγνιο του δειλού (chicken game)

		Οδηγός Β	
		Αύξηση ταχύτητας και συνέχιση πορείας (θάρρος)	Μείωση ταχύτητας και ανακοπή πορείας (δειλία)
Οδηγός Α	Αύξηση ταχύτητας και συνέχιση πορείας (θάρρος)	1, 1 (σύγκρουση)	<u>4</u> , <u>2</u> (αποφυγή σύγκρουσης με υποχώρηση του οδηγού Β)
	Μείωση ταχύτητας και ανακοπή πορείας (δειλία)	<u>2</u> , <u>4</u> (αποφυγή σύγκρουσης με υποχώρηση του οδηγού Α)	3, 3 (αποφυγή σύγκρουσης με αμοιβαία υποχώρηση)

Παρατηρούμε ότι και αυτό το παίγνιο είναι συμμετρικό (και ως προς τις στρατηγικές και ως προς τις ανταμοιβές). Συγκρίνοντας δε τις ανταμοιβές του κάθε παίκτη ανάμεσα στις δύο στρατηγικές του, συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές (γιατί $1 < 2$ αλλά $4 > 3$, είτε συγκρίνουμε τις γραμμές είτε τις στήλες).

Περνάμε στην ανάλυση βέλτιστης απόκρισης για να εντοπίσουμε ισορροπίες Nash. Βέλτιστη απόκρισή του οδηγού Α εάν ο οδηγός Β συνεχίσει την πορεία του, είναι να ανακόψει την πορεία του προκειμένου να αποφύγει τη σύγκρουση ($1 < 2$). Βέλτιστη απόκριση του οδηγού Α εάν ο οδηγός Β ανακόψει την πορεία του, είναι να συνεχίσει την πορεία του εκμεταλευόμενος την υποχωρητικότητα του άλλου οδηγού ($4 > 3$). Βέλτιστη απόκριση του οδηγού Β εάν ο οδηγός Α συνεχίσει την πορεία του, είναι να ανακόψει την πορεία του προκειμένου να αποφύγει τη σύγκρουση ($1 < 2$). Τέλος, βέλτιστη απόκριση του οδηγού Β εάν ο οδηγός Α ανακόψει την πορεία του, είναι να συνεχίσει την πορεία του εκμεταλευόμενος την υποχωρητικότητα του άλλου οδηγού ($1 < 2$). Συμπεραίνουμε ότι στον **Πίνακα 2.14** υπάρχουν δύο ισορροπίες Nash: το κάτω αριστερά κελί (2, 4) και το πάνω δεξιά κελί (4, 2), στα οποία αποφεύγεται η σύγκρουση επειδή ο ένας από τους δύο οδηγούς (ο θαρραλέος) επιβάλλει τη θέλησή του στον άλλο που υποχωρεί (τον “δειλό”).

Υπάρχουν στρατηγικές maximin; Και για τους δύο οδηγούς, η ελάχιστη ανταμοιβή εάν αυξήσουν ταχύτητα και συνεχίσουν την πορεία τους είναι 1 ($1 < 4$) ενώ εάν μειώσουν την ταχύτητα να ανακόψουν την πορεία τους είναι 2 ($2 < 3$). Οπότε στρατηγική maximin και για τους δύο είναι να μειώσουν την ταχύτητα και να ακακόψουν την πορεία τους (δηλαδή η δειλία). Η δε έκβαση (3, 3) αποτελεί ισορροπία maximin, που στην προκειμένη περίπτωση δεν συμπίπτει με καμία από τις δύο ισορροπίες Nash.

Ας δούμε τώρα τι στρατηγικά τεχνάσματα μπορεί να ακολουθήσει ένας παίκτης στο παίγνιο του δειλού ώστε να κάνει τον άλλο παίκτη να δειλιάσει και έτσι να καταστήσει εστιακό σημείο (δηλαδή προτιμότερη) την ισορροπία που τον συμφέρει.

Παριστάνοντας τον τρελό

Το παίγνιο του δειλού απεικονίζεται στην κλασική ταινία “Επαναστάτης Χωρίς Αιτία” (“Rebel Without a Cause”, 1955), με πρωταγωνιστή τον James Dean⁵⁰. Σε μία σκηνή, η Natalie Wood

⁵⁰ <https://www.imdb.com/title/tt0048545/>.

δίνει το σήμα εκκίνησης μίας κόντρας, όπου δύο αυτοκίνητα, ένα εκ των οποίων οδηγεί ο Dean, τρέχουν με μεγάλη ταχύτητα προς το γκρεμό⁵¹. Όποιος οδηγός δειλιάσει πρώτος, είναι δειλός (chicken ή “κότα”) και χάνει την κούρσα. Ένα ενδιαφέρον στιγμιότυπο στη σκηνή αυτή είναι όταν ο Dean ελέγχει αν η πόρτα του αυτοκινήτου του ανοίγει πριν ξεκινήσει η κούρσα, δηλαδή αν διαθέτει στρατηγική εξόδου (exit strategy). Ο Dean πηδάει πρώτος έξω από το αυτοκίνητό του για να σωθεί, ενώ το μανίκι του άλλου παίκτη πιάνεται στο πόμολο της πόρτας, οπότε ο παίκτης δεν μπορεί να βγει από το αυτοκίνητο, και πέφτει μαζί με το αυτοκίνητό του στο γκρεμό, έχοντας βέβαια (ειρωνικά) κερδίσει την κούρσα.

Τι στρατηγικά τεχνάσματα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένας παίκτης σε μία τέτοια κούρσα; Σε μία τέτοια περίπτωση, έχει αξία η φήμη ενός παίκτη. Για παράδειγμα, αν είσαι ή έχεις αφήσει έντεχνα να διαδοθεί ότι είσαι τρελός (δηλαδή δεν λειτουργείς ορθολογικά), τότε μπορεί ο άλλος παίκτης να σε φοβηθεί και να κάνει πίσω. Μπορεί ακόμα και να μην χρειαστεί να συγκρουστείς στα πλαίσια ενός τέτοιου ανταγωνισμού, δηλαδή να οδηγηθείς σε εκβάσεις με μεγαλύτερες ανταμοιβές (άρα να κερδίσεις) χωρίς καν να συμμετάσχεις στο παίγνιο.

Υπάρχουν άλλα στρατηγικά όπλα στη φαρέτρα ενός παίκτη; Κατά τη διεξαγωγή της κούρσας, θα μπορούσε να ξεβιδώσει το τιμόνι (ή το φρένο) και να το πετάξει έξω από το παράθυρο του αυτοκινήτου του. Αυτό θα αποτελούσε μία πειστική δέσμευση (credible commitment) προς τον άλλο παίκτη ότι δεν πρόκειται να αλλάξει πορεία (ή να φρενάρει), οπότε ο άλλος παίκτης θα βρισκόταν σε μεγάλη πίεση να σταματήσει πρώτος εκείνος, για να γλυτώσει από τον τρελό που οδηγεί χωρίς τιμόνι (ή φρένο). Ένας ακόμα πιο ευφυής στρατηγικά παίκτης, θα είχε στο αυτοκίνητό του ένα δεύτερο τιμόνι, το οποίο και θα πέταγε από το παράθυρο, ώστε ο άλλος παίκτης να νομίσει ότι οδηγεί χωρίς τιμόνι. Βέβαια, σε περιβάλλον διεθνούς πολιτικής όπου θα συγκρούονταν δύο κράτη, θα υπήρχε η περίπτωση ένας κατάσκοπος να πληροφορήσει το αντίπαλο κράτος ότι η δέσμευση του πρώτο δεν ήταν αληθινή (το τιμόνι που πετάχτηκε από το παράθυρο ήταν ψεύτικο), οπότε η στρατηγική αυτή δεν θα είχε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η στρατηγική αξία του να έχεις φροντίσει να έχεις τη φήμη του παράφρονα απεικονίζεται στην ταινία “Ο Ιντιάνα Τζόουνς και το Βασίλειο του Κρυστάλλινου Κρανίου” (“Indiana Jones and the Kingdom of the Crystal Skull”, 2008)⁵². Σε μία σκηνή, ο Indiana Jones οδηγεί ένα τζιπ με μεγάλη ταχύτητα προς το τζιπ των αντιπάλων του, που επίσης έρχεται με μεγάλη ταχύτητα από την αντίθετη κατεύθυνση. Στο άλλο τζιπ, ο συνοδηγός φωνάζει στον οδηγό “Don’t get clever Boris, you don’t know him!” (“Μην κάνεις εξυπνάδες Μπόρις, δεν τον ξέρεις!”), αναφερόμενος στον Indiana Jones. Ο Indiana Jones είχε αποκτήσει τη φήμη του τολμηρού παράφρονα, και αυτό λειτουργούσε ως εργαλείο αποτροπής (deterrence) για τους αντιπάλους του. Η σκηνή αυτή τελειώνει με σύγκρουση των δύο τζιπ, αφού όμως ο Indiana Jones έχει προλάβει να πηδήξει και να πιαστεί από μπάρες που βρίσκονταν πάνω από το τζιπ του, γλυτώνοντας έτσι τη σύγκρουση έχοντας φροντίσει να διαθέτει στρατηγική εξόδου (exit strategy).

Το παίγνιο του δειλού και ο διακρατικός ανταγωνισμός

Περνάμε τώρα σε ένα παράδειγμα του παιγνίου του δειλού που αναπαριστά τον διακρατικό ανταγωνισμό⁵³. Στον **Πίνακα 2.15** απεικονίζουμε δύο κράτη, το κράτος Α και το κράτος Β, τα οποία αντιπαρά τίθενται στα πλαίσια του διακρατικού ανταγωνισμού έχοντας δύο επιλογές: τη σύγκρουση και την υποχώρηση. Οι ισοδύναμοι Αγγλικοί όροι της βιβλιογραφίας παραπέμπουν στο γεγονός ότι η σύγκρουση θεωρείται εγκατάλειψη της δυνατότητας υποχώρησης μέσω συμφωνίας (defect) ενώ η υποχώρηση θεωρείται συνεργασία για επίτευξη συμφωνίας (cooperate).

Αναφερόμενοι στα κελιά του πίνακα που αποτελούν εναλλακτικές εκβάσεις του παιγνίου, εάν και τα δύο κράτη υποχωρήσουν προκύπτει ο συμβιβασμός (compromise) του κάτω δεξιά

⁵¹ Το βίντεο της σκηνής βρίσκεται στη διεύθυνση <https://youtu.be/BGtEp7zFdrc> και έχει τίτλο “The Chicken Run: Rebel Without A Cause (1955)”.

⁵² <https://www.imdb.com/title/tt0367882/>.

⁵³ Zagare (2014).

κελιού με ανταμοιβές (3, 3). Εάν και τα δύο κράτη υιοθετήσουν επιθετική πολιτική, προκύπτει η σύγκρουση του πάνω αριστερά κελιού με ανταμοιβές (1, 1). Αυτή η έκβαση θα αντιστοιχούσε στην ένοπλη σύγκρουση, ενδεχομένως με πυρηνικά όπλα, π.χ. των ΗΠΑ με τη Σοβιετική Ένωση στον Ψυχρό Πόλεμο, με τραγικά αποτελέσματα για όλο τον πλανήτη. Στις άλλες δύο εκβάσεις του παιγνίου (πάνω δεξιά και κάτω αριστερά κελί) το μεν κράτος που επιλέγει τη σύγκρουση λαμβάνει ανταμοιβή 4, το δε κράτος που επιλέγει την υποχώρηση λαμβάνει ανταμοιβή 2.

Πίνακας 2.16. Το παίγνιο του δειλού (chicken game)⁵⁴

		Κράτος Β	
		Σύγκρουση (defect)	Υποχώρηση (cooperate)
Κράτος Α	Σύγκρουση (defect)	1, 1 (σύγκρουση)	<u>4</u> , <u>2</u> (νίκη του Κράτους Α [hawk] με υποχώρηση του κράτους Β [dove])
	Υποχώρηση (cooperate)	<u>2</u> , <u>4</u> (νίκη του Κράτους Β [hawk] με υποχώρηση του κράτους Α [dove])	3, 3 (αμοιβαία υποχώρηση των δύο κρατών [compromise])

Η ψηλότερη ανταμοιβή κάθε κράτους είναι να συγκρουστεί αυτό και να υποχωρήσει το άλλο, αποτέλεσμα που αντιστοιχεί σε δύο εκβάσεις, το κάτω αριστερά (2, 4) και το πάνω δεξιά κελί (4, 2), οπότε το μεν κράτος που συγκρούεται παίρνει ανταμοιβή 4 το δε κράτος που υποχωρεί παίρνει ανταμοιβή 2. Η αμέσως επόμενη προτίμηση στις επιλογές ενός κράτους είναι να υποχωρήσουν και τα δύο κράτη, οπότε το παίγνιο θα έχει ως έκβαση τον συμβιβασμό του κάτω δεξιά κελιού (3, 3), όπου το κάθε κράτος λαμβάνει αμοιβή 3. Η χειρότερη έκβαση για κάθε κράτος είναι να επιλέξουν και τα δύο κράτη τη σύγκρουση, οπότε το παίγνιο θα καταλήξει στο πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (1, 1), τις χαμηλότερες που μπορούν να προσδοκούν τα κράτη από το παίγνιο αυτό.

Αν κάνουμε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, προκύπτουν οι υπογραμμίσεις των ανταμοιβών που φαίνονται στον **Πίνακα 2.16**. Δύο κελιά, το κάτω αριστερά (2, 4), και το πάνω δεξιά (4, 2), έχουν και τις δύο ανταμοιβές υπογραμμισμένες, άρα αποτελούν ισορροπίες Nash. Όπως και στα προηγούμενα παίγνια, έχουμε δύο ισορροπίες Nash, καμία όμως από τις δύο δεν είναι καλύτερη και για τους δύο παίκτες. Ως προς αυτό, το παίγνιο του δειλού μοιάζει με το παίγνιο της μάχης των φύλων και διαφέρει από το παίγνιο συντονισμού.

Επίσης, παρατηρούμε ότι ούτε ο παίκτης των γραμμών (κράτος Α), ούτε ο παίκτης των στηλών (κράτος Β) έχουν υπογραμμισμένες και τις δύο ανταμοιβές που αντιστοιχούν σε κάποια από τις δύο εναλλακτικές στρατηγικές τους, επομένως κανείς από τους δύο παίκτες δεν διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική (όπως και στα προηγούμενα δύο παίγνια). Πράγματι, και για τους δύο παίκτες ισχύει ότι ναι μεν $2 > 1$ αλλά $3 < 4$, επομένως καμία από τις δύο εναλλακτικές στρατηγικές τους δεν είναι κυρίαρχη.

Είναι τέτοια η δομή του παιγνίου του δειλού, που έχουμε απόλυτη σύγκρουση, εκτός και αν δειλιάσει τουλάχιστον ο ένας παίκτης. Ίσως κάποιοι από σας να σκεφτείτε ότι θα προτιμούσατε να υποχωρήσετε παρά να συγκρουστείτε και να οδηγηθείτε σε έναν καταστροφικό πόλεμο. Αν όμως πραγματικά προτιμούσατε αυτή τη λύση, αυτό θα έπρεπε να αντανακλάται στις ανταμοιβές σας. Στο πλαίσιο του παιγνίου του δειλού, αν ξέρατε με σιγουριά ότι το άλλο κράτος θα υποχωρήσει, εσείς θα επιλέγατε τη σύγκρουση. Το ίδιο θα έκανε και το άλλο κράτος. Με άλλα λόγια, στο παίγνιο του δειλού, η λύση του να υποχωρήσετε και οι δύο και να οδηγηθείτε σε συμβιβασμό (που ενδεχομένως φαίνεται δίκαιη) δεν ενισχύει τον εαυτό της (self-reinforcing) και (όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 2.16**) δεν αποτελεί σημείο ισορροπίας.

⁵⁴ Zagare (2014).

Άλλη έκβαση που θα μπορούσε να αναδειχθεί ως λύση του παιγνίου του δειλού, θα υπήρχε αν εντοπιζόταν εστιακό σημείο. Για παράδειγμα, θα μπορούσατε να πληροφορηθείτε (ενδεχομένως μέσω διπλωματικών διαύλων ή ακόμα και κατασκοπίας) εάν το άλλο κράτος προτίθεται να υποχωρήσει. Σε μια τέτοια περίπτωση, το παίγνιο θα μετατρέποταν σε παίγνιο διαδοχικών κινήσεων, όπως συζητήσαμε και στη μάχη των φύλων.

Ας δούμε τώρα αν υπάρχουν στρατηγικές *maximin* στον **Πίνακα 2.16**. Και για τα δύο κράτη ισχύει ότι εάν επιλέξουν τη σύγκρουση, η ελάχιστη ανταμοιβή τους θα είναι 1, ενώ εάν επιλέξουν την υποχώρηση, η ελάχιστη ανταμοιβή τους θα είναι 2. Επειδή $2 > 1$ η υποχώρηση αποτελεί στρατηγική *maximin* και για τους δύο παίκτες, η δε έκβαση (3, 3) μπορούμε να πούμε ότι είναι ισορροπία *maximin* αυτού του παιγνίου. Με άλλα λόγια, εάν και τα δύο κράτη φοβούνται τη σύγκρουση, το παίγνιο θα καταλήξει σε αμοιβαία υποχώρηση.

Στην οικονομία και τις επιχειρήσεις, ο Schelling⁵⁵ αναφέρει ότι μία απειλούμενη απεργία (*strike*) αποτελεί παίγνιο του δειλού. Όταν έχουμε μία εργατική διαφωνία και απειλείται απεργία, η διοίκηση είτε εμμένει στις θέσεις της, είτε ενδίδει στις απαιτήσεις των εργατών. Το ίδιο και η εργατική πλευρά: είτε εμμένει στις απαιτήσεις της, είτε υποχωρεί. Εάν καμία πλευρά δεν υποχωρήσει, τότε πραγματοποιείται η απεργία. Η έκβαση αυτή είναι η χειρότερη και για τις δύο πλευρές γιατί και οι δύο χάνουν. Όπως έγραψε ο Schelling, η καλύτερη απεργία είναι αυτή που δεν χρειάζεται να γίνει ποτέ, γιατί και μόνο η απειλή της θα ικανοποιήσει τα αιτήματα των απεργών σε βαθμού που να μην επιθυμούν πλέον να προχωρήσουν σε απεργία.

Ο φιλόσοφος Bertrand Russell (1872-1970) παρομοίασε τον Ψυχρό Πόλεμο (Cold War, 1947-1991) ανάμεσα στις ΗΠΑ και την ΕΣΣΔ με το παίγνιο του δειλού. Η ανυποχώρητη εμμονή των δύο αντιπάλων πλευρών θα είχε οδηγήσει σε πυρηνικό πόλεμο, που θα ήταν η χειρότερη επιλογή και για αυτούς και για όλη την ανθρωπότητα. Όπως όμως έγραψε ο Kenneth Waltz⁵⁶, τελικά οι τεσσερισήμισι δεκαετίες του Ψυχρού Πολέμου, ήταν δεκαετίες πυρηνικής ειρήνης.

Η αντιπαράθεση Ελλάδας-Τουρκίας το 1987

Το πόσο στενά συνυφασμένη είναι η εξωτερική πολιτική των κρατών με τα στρατηγικά παίγνια αναδεικνύεται από ένα παράδειγμα παιγνίου του δειλού ανάμεσα σε δύο κράτη άνισης ισχύος: την Ελλάδα και την Τουρκία. Στην αντιπαλότητα αυτή εξετάζουμε τη στρατηγική χρήση αποτροπής (*deterrence*) από το μικρότερο κράτος, της Ελλάδας⁵⁷.

Οι απειλές της Τουρκίας προς την Ελλάδα σχετίζονται με τις ασυμμετρίες που χαρακτηρίζουν τη σχέση των δύο χωρών: ο μικρότερος πληθυσμός, η προβληματική γεωγραφία (που την εκθέτει περισσότερο), και οι φτωχότεροι φυσικοί πόροι της Ελλάδας, καθώς και τα συμφέροντα των μεγάλων δυνάμεων (κυρίως των ΗΠΑ) στην περιοχή (που μέχρι πρότινος διάκειντο ευνοϊκότερα προς την Τουρκία).

Η Τουρκία έχει υιοθετήσει μία αναθεωρητική εξωτερική πολιτική (*revisionist foreign policy*), με σήματα (*signals*), δηλώσεις, και πολιτικές, που θεωρούνται επιβλαβή για τα συμφέροντα και την εθνική ασφάλεια της Ελλάδας. Η Τουρκία είναι πιθανόν να ακολουθήσει μία πολιτική τετελεσμένων (*fait accompli*) εναντίον της Ελλάδας, όταν ικανοποιηθούν δύο συνθήκες. Η πρώτη θα ικανοποιηθεί όταν ανοίξει ένα παράθυρο ευαλωτότητας (*windows of vulnerability*), που τότε η Ελλάδα δεν θα είναι ικανή να αντισταθεί στην επεκτατικότητα της Τουρκίας. Η δεύτερη θα ικανοποιηθεί όταν ανοίξει ένα παράθυρο ευκαιρίας (*windows of opportunity*) για την Τουρκία, εντός του οποίου θα είναι απίθανο να εναντιωθούν άλλες δυνάμεις στην επεκτατικότητά της.

Η πρόκληση για το λιγότερο ισχυρό κράτος είναι να αποτρέψει τις ανεπιθύμητες ενέργειες του αντιπάλου, πείθοντας ότι είναι πρόθυμο και ικανό να επιβάλει στον αντίπαλό του ένα μη αποδεκτό διπλωματικό και στρατιωτικό κόστος. Για να ενισχύσει την ασφάλειά της, η Ελλάδα έχει προσχωρήσει στο ΝΑΤΟ από το 1952, παραχωρώντας ως αντάλλαγμα ένα τμήμα της

⁵⁵ Schelling (1980).

⁵⁶ Kenneth Waltz (1981).

⁵⁷ Platias (1994).

ανεξαρτησίας της. Μετά τα γεγονότα του 1974 (εισβολή της Τουρκία στην Κύπρο), η Ελλάδα αξιολόγησε ότι το κόστος συμμετοχής στο ΝΑΤΟ δεν ήταν ανάλογο των ωφελειών, κυρίως της προστασίας που θα έπρεπε να προσφέρει η συμμαχία στα κράτη μέλη. Έτσι η Ελλάδα βαθμιδόν μείωσε την εξάρτησή της από τις ΗΠΑ, στρεφόμενη προς την Ευρώπη και την (τότε) Ευρωπαϊκή Οικονομική Ένωση (European Economic Community, στην οποία έγινε δεκτή ως το 12ο μέλος το 1981).

Παράλληλα, η Ελλάδα προσπάθησε να αναπτύξει μία αυτόνομη πολιτική ασφαλείας, αξιοποιώντας τους δικούς της πόρους για την αντιμετώπιση της Τουρκικής απειλής. Στη διεθνή πολιτική αυτό αναφέρεται ως στρατηγική εσωτερικής εξισορρόπησης (internal balancing), σε αντιδιαστολή με την εξωτερική εξισορρόπηση (external balancing), που αναφέρεται σε εξάρτηση από τη βοήθεια συμμάχων. Η εσωτερική εξισορρόπηση αφορούσε, μεταξύ άλλων, την ανάπτυξη ειδικών δυνάμεων του στρατού, την έμφαση σε ναυτικό και αεροπορία (που είχαν παραμεληθεί προ του 1974), και την αξιοποίηση της εγχώριας αμυντικής βιομηχανίας.

Η Ελλάδα από το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου θεωρεί τον εαυτό της ως καθεστηκυία χώρα (status quo country), που κυρίως σκοπεύει στην αποτροπή της Τουρκικής επιθετικότητας. Η αποτροπή στην εξωτερική πολιτική της Ελλάδας έχει τέσσερις μορφές: εθνική (national), διεθνής (international), εκτεταμένη (extended), και ενεργή (active) αποτροπή.

Στα πλαίσια της εθνικής αποτροπής, η Ελλάδα στοχεύει σε ποιοτική υπεροχή έναντι των δυνάμεων της Τουρκίας. Έχει επίσης χαράξει σαφείς κόκκινες γραμμές (red lines), οι οποίες ενεργοποιούνται αυτομάτως, ώστε να μην υπάρχει ασάφεια ως προς το ποιες ενέργειες της Τουρκίας μπορεί να οδηγήσουν σε πόλεμο. Η διεθνής αποτροπή βασίζεται στη φιλοξενία στρατιωτικών βάσεων των ΗΠΑ και του ΝΑΤΟ σε Ελληνικό έδαφος, η ασφάλεια των οποίων θα απειλείτο σε περίπτωση πολέμου με την Τουρκία.

Η εκτεταμένη αποτροπή αφορά την ασπίδα προστασίας που έχει απλώσει η Ελλάδα προς την Κύπρο, και βασίζεται περισσότερο σε απειλή αντιποίνων (retaliation) παρά άρνησης (denial). Όπως είδαμε στο **Κεφάλαιο 1**, το 1987, ο τότε πρωθυπουργός Ανδρέας Παπανδρέου σηματοδότησε με σαφήνεια σε ομιλία του στη Βουλή ότι επίθεση ή εισβολή σε Ελληνοκυπριακό έδαφος θα αποτελούσε αιτία πολέμου (casus belli) για την Ελλάδα. Όπως και η παρουσία Αμερικανικών στρατευμάτων στο Βερολίνο παλαιότερα, η παρουσία Ελληνικών στρατευμάτων στην Κύπρο λειτουργεί και ως συναγερμός (trip wire, σύρμα που αν σπάσει θα σημάνει συναγερμός) εφόσον μία σύρραξη εκεί αυτόματα θα ενέπλεκε και Ελληνικές δυνάμεις.

Ενεργή αποτροπή είχαμε το 1987 και όταν η κυβέρνηση του τότε πρωθυπουργού Ανδρέα Παπανδρέου έβαλε τον εαυτό της σε μία θέση από την οποία δεν μπορούσε να υποχωρήσει, δεσμευόμενη με δηλώσεις του πρωθυπουργού ότι αποτελούσε απόφασή της να μην επιτρέψει στο Τουρκικό πλοίο Sismik να διεξάγει σεισμικές έρευνες στο Αιγαίο. Ταυτόχρονα ο πρωθυπουργός προειδοποίησε ότι, σε περίπτωση πολέμου, θα συνέβαιναν καταλυτικές αλλαγές στο αμυντικό σύστημα της Δύσης και του ΝΑΤΟ στην περιοχή. Μάλιστα, η Ελλάδα σηματοδότησε την πρόθεσή της να αναλάβει το ρίσκο της μονομερούς κλιμάκωσης (unilateral escalation) με γενική επιστράτευση και διαταγές βύθισης του Sismik προς το πολεμικό ναυτικό. Ταυτόχρονα όμως, παρείχε διαβεβαιώσεις στην Τουρκία ότι και η ίδια θα απέχετο από γεωτρήσεις σε αμφισβητούμενες περιοχές, αφήνοντας έτσι στην Τουρκία μία οδό διαφυγής που θα της επέτρεπε να διατηρήσει την αξιοπρέπειά της (face saving).

2.3.4. Παίγνιο αδιεξόδου

Το τελευταίο παίγνιο που θα εξετάσουμε σε αυτήν την ενότητα είναι το παίγνιο του αδιεξόδου (deadlock game)⁵⁸. Στο παίγνιο αυτό, δύο κράτη εξετάζουν το ενδεχόμενο είτε να

⁵⁸ Stein (1993).

συνεργαστούν, είτε να αποστατήσουν και να συγκρουστούν. Οι ανταμοιβές των διαφορετικών εκβάσεων απεικονίζονται στον **Πίνακα 2.17**.

Πίνακας 2.17. Παίγνιο αδιεξόδου

		Κράτος Β	
		συνεργασία (cooperation)	σύγκρουση (defection)
Κράτος Α	συνεργασία (cooperation)	2, 2	1, <u>4</u>
	σύγκρουση (defection)	<u>4</u> , 1	<u>3</u> , <u>3</u> (σύγκρουση)

Αρχικά παρατηρούμε ότι και οι δύο παίκτες, κράτος Α και κράτος Β, διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική, που είναι η σύγκρουση. Αυτό γιατί, συγκρίνοντας τις δύο στρατηγικές τους, παρατηρούμε ότι η αποστασία είναι πάντα καλύτερη από τη συνεργασία ($4 > 2$ και $3 > 1$ και για τις γραμμές και για τις στήλες). Επομένως, η έκβαση (αποστασία, αποστασία) δηλαδή το κάτω δεξιό κελί με ανταμοιβές (3, 3), είναι ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, επομένως και ισορροπία Nash.

Για να βρούμε όλες τις ισορροπίες Nash που ενδεχομένως υπάρχουν στο παίγνιο, διενεργούμε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης. Βέλτιστη απόκρισή του κράτους Α εάν το κράτος Β επιλέξει τη συνεργασία, είναι η αποστασία (γιατί $4 > 2$). Ομοίως, βέλτιστη απόκριση του κράτους Α, αν το κράτος Β επιλέξει την αποστασία, είναι πάλι η αποστασία (γιατί $3 > 1$). Βέλτιστη απόκρισή του κράτους Β εάν το κράτος Α επιλέξει τη συνεργασία, είναι η αποστασία (γιατί $4 > 2$). Ομοίως, βέλτιστη απόκριση του κράτους Β, αν το κράτος Α επιλέξει την αποστασία, είναι πάλι η αποστασία (γιατί $3 > 1$). Υπογραμμίζοντας τις ανταμοιβές που ανταποκρίνονται στις βέλτιστες αποκρίσεις των δύο παικτών, συμπεραίνουμε ότι το παίγνιο έχει μόνο μία ισορροπία Nash, και αυτή είναι το κάτω δεξιό κελί του **Πίνακα 2.17**, που όπως είδαμε αντιστοιχεί στην ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών.

Ας κάνουμε μερικές παρατηρήσεις, μετά από αυτή την τυποποιημένη ανάλυση του παιγνίου. Το κάθε κράτος λαμβάνει τη μεγαλύτερη ανταμοιβή του εάν αποστατήσει μονομερώς, οπότε αυτό λαμβάνει ανταμοιβή 4 ενώ το άλλο κράτος (που έχει επιλέξει τη συνεργασία) λαμβάνει ανταμοιβή 1. Έτσι, το κάτω αριστερά κελί (4, 1) αποτελεί την καλύτερη έκβαση για το κράτος Α, ενώ το πάνω δεξιό κελί (1, 4) αποτελεί την καλύτερη έκβαση για το κράτος Β. Το πρόβλημα βέβαια είναι ότι καμία από τις δύο αυτές εκβάσεις δεν αποτελεί ισορροπία. Το δε ενδεχόμενο αμοιβαίας συνεργασίας, δηλαδή το πάνω αριστερά κελί με ανταμοιβές (2, 2), είναι η δεύτερη χειρότερη έκβαση και για τα δύο κράτη (μετά από την έκβαση στην οποία ένα κράτος επιλέγει τη συνεργασία, παίρνοντας ανταμοιβή 1, ενώ το άλλο τη σύγκρουση).

Στο παίγνιο λοιπόν αυτό, η αλληλεπίδραση των δύο κρατών οδηγείται σε αδιέξοδο, γιατί σε αντίθεση με το δίλημμα φυλακισμένων, η έκβαση (2, 2) δεν αποτελεί συνεργατική λύση (αφού το άθροισμα των ανταμοιβών τους στην έκβαση αυτή δεν είναι μεγαλύτερο από τα αθροίσματα των ανταμοιβών στα άλλα τρία κελιά). Ούτε υπάρχει ελπίδα κάποιο από τα δύο κράτη να επιλέξει τη συνεργασία, γιατί ακόμα και οι στρατηγικές *maximin* οδηγούν μακριά από τη συνεργασία (που έχει ελάχιστη ανταμοιβή ίση με 1) και προς την αποστασία (που έχει ελάχιστη ανταμοιβή ίση με 3). Και τα δύο κράτη επιλέγουν λοιπόν την αποστασία, που είναι κυρίαρχη στρατηγική τους, και το παίγνιο οδηγείται στην έκβαση (3, 3).

Συμπεραίνουμε ότι το παίγνιο του αδιεξόδου είναι ένα παίγνιο καθαρής σύγκρουσης, όπου τα κράτη επιλέγουν αποστασία ελπίζοντας να αποστατήσουν μονομερώς, αλλά επειδή και τα δύο κράτη επιλέγουν αποστασία, τελικά οδηγούνται σε αμοιβαία αποστασία και σύγκρουση.

Η αντιπαράθεση των Ελλήνων με τους Πέρσες

Εξετάζουμε τώρα ένα ιστορικό παράδειγμα παιγνίου καθαρής σύγκρουσης, στα πρότυπα του παιγνίου του αδιεξόδου.

Στα μέσα της δεκαετίας του 480 π.Χ., ο νεαρός βασιλιάς Ξέρξης που μόλις είχε ανέλθει στον θρόνο της Περσικής αυτοκρατορίας, συγκάλεσε πολεμικό συμβούλιο για να αποφασιστεί η εισβολή στον Ελληνικό χώρο, ώστε να υποτάξουν τις ανεξάρτητες Ελληνικές πόλεις. Ένας από τους συμμετέχοντες, ο Αρτάβανος, θείος του Ξέρξη, χάλασε το κλίμα ομοφωνίας, θέτοντας ζητήματα για τη σκοπιμότητα της σχεδιαζόμενης εκστρατείας. Η απάντηση του Ξέρξη συμπυκνώνει την έννοια των παιγνίων μηδενικού αθροίσματος, δηλαδή παιγνίων καθαρής σύγκρουσης: “...ξέρω καλά ότι αν εμείς μείνουμε ήσυχοι, εκείνοι [οι Έλληνες] δεν θα μείνουν, αλλά ασφαλώς θα εκστρατεύσουν εναντίον μας, αν κρίνει κανείς από όσα έχουν ήδη κάνει, αυτοί που ... έκαναν εισβολή στην Ασία. Δεν είναι δυνατόν να υποχωρήσει κανείς από τους δύο μας, αλλά το ζήτημα περιορίζεται στο να προκαλέσει ή να πάθει ένας από τους δύο τόσα κακά ώστε ή οι δικές μας χώρες να κατακτηθούν από τους Έλληνες ή όλες οι Ελληνικές να κατακτηθούν από τους Πέρσες. Η μεταξύ μας έχθρα δεν επιτρέπει μέσο όρο”.⁵⁹

Σύμφωνα με τα παραπάνω που αναφέρει ο Ηρόδοτος, ο Ξέρξης έβλεπε την Ελληνοπερσική σχέση ως εξής: η κάθε πλευρά ήθελε να κυριαρχήσει επί της άλλης. Αναφερόμενοι στις εκβάσεις του **Πίνακα 2.17**, οι Πέρσες δεν θα δέχονταν ποτέ υποταγή στους Έλληνες (1, 4). Το σενάριο να ζήσουν ειρηνικά, (2, 2), δεν το ήθελε κανείς από τους δύο. Το ιδανικό σενάριο για τους Πέρσες θα ήταν να υποτάξουν τους Έλληνες χωρίς μάχη, εκφοβίζοντας τους (4, 1). Αν οι Έλληνες αντιστέκονταν, τότε οι δύο πλευρές θα κατέληγαν μοιραία στον πόλεμο, (3, 3), που ήταν και το πιο πιθανό σενάριο για αυτό και ο Ξέρξης συγκάλεσε πολεμικό συμβούλιο για την προετοιμασία του.

Η αντιπαράθεση Ελλήνων και Πέρσες ως παίγνιο αδιεξόδου όπως το έβλεπαν ο Ξέρξης και ο Πέρσες, απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.18**. Οι ανταμοιβές είναι ίδιες με αυτές του προηγούμενου παιγνίου του αδιεξόδου με τα δύο κράτη στον **Πίνακα 2.17**, η δε ιεράρχηση των εκβάσεων (4>3>2>1) δείχνει τις προτιμήσεις των δύο παικτών. Και οι Έλληνες και οι Πέρσες έχουν κυρίαρχη στρατηγική τον πόλεμο, και η έκβαση (3, 3) είναι ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών και ισορροπία Nash.

Πίνακας 2.18. Παίγνιο αδιεξόδου όπως το έβλεπαν οι Πέρσες

		Πέρσες	
		ειρήνη	πόλεμος
Έλληνες	ειρήνη	2, 2 (ειρήνη)	1, <u>4</u> (κυριαρχία Περσών, υποταγή Ελλήνων)
	πόλεμος	<u>4</u> , 1 (κυριαρχία Ελλήνων, υποταγή Περσών)	<u>3</u> , <u>3</u> (πόλεμος)

Οι ανταμοιβές του προηγούμενου πίνακα αντανakλούν το πως έβλεπε ο Ξέρξης και οι Πέρσες την αντιπαράθεση με τους Έλληνες. Οι Έλληνες δεν ήθελαν μεν να υποδουλωθούν από τους Πέρσες αλλά προτιμούσαν την ειρήνη από τον πόλεμο, σε αντίθεση με τον Ξέρξη που προτιμούσε τον πόλεμο αν δεν υποτάσσονταν οι Έλληνες. Και με τις προτιμήσεις αυτές όμως, το παίγνιο εξακολουθεί να είναι παίγνιο σύγκρουσης που οδηγείται στο αδιέξοδο, και απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.19**.

⁵⁹ Ηρόδοτος (Ζ 11).

Πίνακας 2.19. Παίγνιο αδιεξόδου όπως το έβλεπαν οι Έλληνες

		Πέρσες	
		ειρήνη	πόλεμος
Έλληνες	ειρήνη	3, 2 (ειρήνη)	1, <u>4</u> (κυριαρχία Περσών, υποταγή Ελλήνων)
	πόλεμος	<u>4</u> , 1 (κυριαρχία Ελλήνων, υποταγή Περσών)	<u>2</u> , <u>3</u> (πόλεμος)

Οι διαφορετικές προτιμήσεις Ελλήνων και Περσών αντανακλώνται στις ανταμοιβές (3, 2) και (2, 3) στο πάνω αριστερά (ειρήνη, ειρήνη) και κάτω δεξιά (πόλεμος, πόλεμος) κελί. Παρά τις διαφορές αυτές όμως, το παίγνιο δεν διαφέρει ουσιαστικά από το προηγούμενο παίγνιο αδιεξόδου. **ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ!** Και οι Έλληνες και οι Πέρσες συνεχίζουν να έχουν κυρίαρχη στρατηγική τον πόλεμο, οπότε η έκβαση (πόλεμος, πόλεμος) εξακολουθεί να είναι ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών και ισορροπία Nash.

Η παιγνιακή αυτή ανάλυση επιβεβαιώνει την ιστορική πραγματικότητα ότι οι διαπραγματεύσεις μεταξύ Ελλήνων και Περσών θα κατέληγαν σε αδιέξοδο, γιατί είτε και οι δύο θέλουν σύγκρουση, είτε ο ένας θέλει και ο άλλος δεν θέλει, η δομή του παιγνίου είναι τέτοια που και πάλι καταλήγει σε σύγκρουση.

Άλλες εφαρμογές του παιγνίου του αδιεξόδου στη διεθνή πολιτική

Όπως σωστά αναφέρει ο Jervis⁶⁰, το παίγνιο του αδιεξόδου είναι συνηθισμένο στη διεθνή πολιτική, συχνά όμως θεωρείται εσφαλμένα δίλημμα φυλακισμένων. Είναι κατανοητό γιατί κάποιος μπορεί να μπερδέψει το ένα παίγνιο με το άλλο. Και τα δύο παίγνια χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη κυρίαρχων στρατηγικών και για τους δύο παίκτες, όμως μόνο το δίλημμα φυλακισμένων διαθέτει συνεργατική λύση. Εάν η έκβαση (συνεργασία, συνεργασία) του **Πίνακα 2.17** καθίστατο συνεργατική λύση, τότε το παίγνιο θα είχε πράγματι τη μορφή του διλήμματος των φυλακισμένων που είδαμε στους **Πίνακες 2.7** και **2.8**.

Γεγονός όμως παραμένει, ότι ενώ το δίλημμα φυλακισμένων περιγράφει μία τραγωδία (την αδυναμία συνεργασίας και την παραγωγή λιποτακτών), το παίγνιο του αδιεξόδου περιγράφει μία αντιπαράθεση που οδηγεί σε απόλυτη σύγκρουση. ~~Ενδεχομένως, η παρουσίαση μιας σύγκρουσης ως τραγωδίας είναι πιο ελκυστική από την παρουσίασή της σαν ενσάρκωση του απόλυτου κακού, που στη διεθνή πολιτική αναφέρεται κυρίως στον επεκτατισμό (expansionism).~~

Στις διαπραγματεύσεις των ΗΠΑ με την Ιαπωνία το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1941, και οι δύο πλευρές προτιμούσαν τον πόλεμο από τις υποχωρήσεις που ήταν απαραίτητες για να φτάσουν σε συμφωνία. Η Ιαπωνία προτιμούσε τον πόλεμο από το να εγκαταλείψει την προσπάθεια να κυριαρχήσει στην Κίνα και τη νοτιοανατολική Ασία. Οι δε ΗΠΑ προτιμούσαν τον πόλεμο από το να επιτρέψουν κάτι τέτοιο. Οι προτιμήσεις της Ιαπωνίας, σύμφωνα με τον Jervis, είχαν να κάνουν με την άναρχη δομή και το δίλημμα ασφάλειας του διεθνούς συστήματος, που καθιστούσαν την κυριαρχία απαραίτητη για την επιβίωση. Οι ηγέτες της Ιαπωνίας ήθελαν την αυτάρκεια που θα παρήγαγε η ανεμπόδιστη πρόσβαση στις πρώτες ύλες και τις αγορές της Ασίας, ώστε να είναι απρόσβλητοι στις πιέσεις της Δύσης. Εάν οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία είχαν μπορέσει να συνάψουν μία δεσμευτική συμφωνία, που θα έδινε στην Ιαπωνία οικονομική ανεξαρτησία στην Ασία με αντάλλαγμα την αποκήρυξη της χρήσης της ισχύος της,

⁶⁰ Jervis (1988).

ίσως να είχε αλλάξει ο ρους της ιστορίας. Κάτι τέτοιο όμως ήταν και παραμένει δύσκολο στη διεθνή πολιτική.

2.4. Παίγνια μηδενικού αθροίσματος

Στην ενότητα αυτή στρέφουμε την προσοχή μας σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος (zero-sum games), μία σημαντική κατηγορία παιγνίων για τη διεθνή πολιτική, που περιγράφουν καταστάσεις απόλυτης σύγκρουσης (pure conflict).

Τα παίγνια μηδενικού αθροίσματος ονομάζονται έτσι γιατί η αμοιβές των παικτών σε κάθε έκβαση αθροίζουν σε μηδέν (ή κάποιο άλλο σταθερό αριθμό). Συχνά, σε παίγνια απόλυτης σύγκρουσης, το σταθερό άθροισμα των ανταμοιβών των δύο παικτών δεν είναι μηδέν αλλά κάποιος άλλος μη μηδενικός αριθμός, οπότε τα παίγνια ονομάζονται παίγνια σταθερού αθροίσματος (constant sum games). Αν μάλιστα θέλουμε να ακριβολογούμε, παίγνια μηδενικού αθροίσματος (zero sum games) είναι τα παίγνια σταθερού αθροίσματος στα οποία το σταθερό αυτό άθροισμα των ανταμοιβών ισούται με μηδέν. Παρόλα αυτά, στρατηγικά τα παίγνια μηδενικού αθροίσματος είναι ταυτόσημα με τα παίγνια σταθερού αθροίσματος (constant-sum games). Εφεξής λοιπόν όταν λέμε παίγνια μηδενικού αθροίσματος, θα εννοούμε και παίγνια σταθερού αθροίσματος.

Αν και η διεθνής πολιτική χαρακτηρίζεται καλύτερα από παίγνια μηδενικού αθροίσματος, υπάρχουν στρατηγικά παίγνια στη διεθνή πολιτική, που δεν είναι παίγνια σταθερού αθροίσματος. Σε μερικές περιπτώσεις (κάποιες των οποίων αναφέραμε σε προηγούμενες ενότητες του παρόντος κεφαλαίου), όλο και κάποιο περιθώριο συνεργασίας θα υπάρχει, μέσω συντονισμού (coordination) και διαβεβαίωσης (assurance). Σε τέτοιες περιπτώσεις, θα υπάρχουν εκβάσεις που είναι αμοιβαία επωφελείς (mutually beneficial) ή αμοιβαία επιζήμιες (mutually harmful). Τέτοια παίγνια ονομάζονται παίγνια μικτού κινήτρου (mixed motive games).

Σε παίγνια μηδενικού αθροίσματος, τα συμφέροντα των παικτών είναι διαμετρικά αντίθετα: ο ένας παίκτης κερδίζει, ο άλλος χάνει. Δεν υπάρχει περιθώριο για αμοιβαία οφέλη (ή αμοιβαίες ζημιές). Δεν μπορούν να ανακύψουν περιπτώσεις στις οποίες κερδίζουν και οι δύο (win-win). Αυτό ακριβώς μάλιστα δείχνει και το σταθερό άθροισμα των ανταμοιβών: ότι κερδίζει ο ένας παίκτης, το χάνει ο άλλος. Παραδείγματα παιγνίων μηδενικού αθροίσματος είναι το μπάσκετ ή το σκάκι. Πάντως, αρκετά στρατηγικά παίγνια (ακόμα και στη διεθνή πολιτική) δεν είναι παίγνια μηδενικού αθροίσματος. Όλο και κάποιο περιθώριο συνεργασίας υπάρχει, μέσω συντονισμού (coordination) ή διαβεβαίωσης (assurance). Υπάρχουν εκβάσεις που είναι αμοιβαία επωφελείς (mutually beneficial) ή αμοιβαία επιζήμιες (mutually harmful). Αυτά τα παίγνια ονομάζονται παίγνια μικτού κινήτρου (mixed motive games).

Ας δούμε όμως μερικά τέτοια παραδείγματα από το χώρο της (διεθνούς) πολιτικής.

2.4.1. Παίγνιο ανταρτοπολέμου

Ένα πρώτο παίγνιο μηδενικού αθροίσματος, το παίγνιο του ανταρτοπολέμου (guerrilla warfare), απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.20**.⁶¹

⁶¹ Cashman (2014).

Πίνακας 2.20. Παίγνιο ανταρτοπολέμου

		Αντάρτες	
		ανοιχτή σύγκρουση	αψιμαχίες
Αστυνομία	κυνήγι στο δάσος	-4, 4	-6, <u>6</u>
	προστασία πόλεων	<u>9</u> , -9	<u>3</u> , <u>-3</u>

Σύμφωνα με τον πίνακα αυτό, οι αντάρτες (guerrillas) έχουν δύο στρατηγικές επιλογές: την ανοιχτή σύγκρουση με την αστυνομία ή τις αψιμαχίες με ανορθόδοξες μεθόδους. Η δε αστυνομία έχει και αυτή δύο επιλογές: να κυνηγήσει τους αντάρτες στο δάσος (όπου θα έχουν καταφύγει) με μεγάλο ρίσκο βέβαια, μία που το δάσος θεωρείται η έδρα των ανταρτών και εκεί οι αντάρτες θα έχουν το πάνω χέρι, ή να στραφεί στην προστασία των πόλεων, όπου εκεί η αστυνομία θα έχει μεγαλύτερη υποστήριξη από στρατιωτικές δυνάμεις.

Υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές; Η αστυνομία προσδοκά να λάβει -4 ή -6 εάν επιλέξει κυνήγι στο δάσος, και 9 ή 3 εάν επιλέγει προστασία πόλεων, και επειδή $9 > -4$ και $3 > -6$, η προστασία των πόλεων αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική. Οι αντάρτες προσδοκούν να λάβουν 4 ή -9 εάν επιλέξουν ανοιχτή σύγκρουση, και 6 ή -3 εάν επιλέξουν αψιμαχίες, και επειδή $4 < 6$ και $-9 < -3$, οι αψιμαχίες αποτελούν κυρίαρχη στρατηγική. Οπότε το κάτω δεξιά κελί (προστασία πόλεων, αψιμαχίες) με ανταμοιβές $(3, -3)$ αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, γνωρίζουμε δε ότι θα αποτελεί και ισορροπία Nash.

Προχωρούμε στην ανάλυση βέλτιστης απόκρισης αρχίζοντας με την αστυνομία. Η βέλτιστη απόκριση της αστυνομίας εάν οι αντάρτες επιλέξουν ανοιχτή σύγκρουση είναι η προστασία πόλεων (γιατί $9 > -4$), οπότε υπογραμμίζουμε το 9 στο κάτω αριστερά κελί. Ομοίως, η βέλτιστη απόκριση της αστυνομίας εάν οι αντάρτες επιλέξουν αψιμαχίες είναι πάλι η προστασία πόλεων (γιατί $3 > -6$), οπότε υπογραμμίζουμε το 3 στο κάτω δεξιά κελί. Συνεχίζοντας με τους αντάρτες, η βέλτιστη στρατηγική τους εάν η αστυνομία επιλέξει κυνήγι στο δάσος, είναι η ανοιχτή σύγκρουση (γιατί $6 > 4$), οπότε υπογραμμίζουμε το 6 στο πάνω δεξιά κελί. Αντίστοιχα, η βέλτιστη στρατηγική των ανταρτών εάν η αστυνομία επιλέξει προστασία πόλεων, είναι οι αψιμαχίες (γιατί $-3 > -9$), οπότε υπογραμμίζουμε το -3 στο κάτω δεξιά κελί. Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, βλέπουμε ότι το μόνο κελί που είναι ισορροπία Nash είναι η έκβαση $(3, -3)$, που είναι και ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών.

Υπάρχουν στρατηγικές *maximin*, που θα έδειχναν πως πως μπορεί να ελαχιστοποιηθεί το ρίσκο; Η αστυνομία, εάν επιλέξει κυνήγι στο δάσος, έχει να περιμένει -6 ελάχιστη ανταμοιβή (αφού $-4 < -6$), ενώ εάν επιλέξει προστασία πόλεων, έχει να περιμένει 3 ελάχιστη ανταμοιβή (αφού $9 > 3$), επομένως η προστασία πόλεων αποτελεί τη στρατηγική που μεγιστοποιεί την ελάχιστη ανταμοιβή της. Αντίστοιχα, οι αντάρτες εάν επιλέξουν ανοιχτή σύγκρουση έχουν να περιμένουν -9 ελάχιστη ανταμοιβή (αφού $4 > -9$), ενώ εάν επιλέξουν αψιμαχίες, έχουν να περιμένουν -3 ελάχιστη ανταμοιβή (αφού $6 > -3$), επομένως οι αψιμαχίες αποτελούν τη στρατηγική που μεγιστοποιεί την ελάχιστη ανταμοιβή τους. Συμπεραίνουμε ότι η ισορροπία $(3, -3)$ είναι και ισορροπία *maximin*, που έχει ιδιαίτερη σημασία στα παίγνια μηδενικού αθροίσματος γιατί αντιστοιχεί στις πιο ασφαλείς (συντηρητικές) στρατηγικές επιλογές των παικτών. Η έκβαση αυτή χαρακτηρίζεται και ως σημείο καμπής (saddlepoint).⁶²

Καταλήγουμε λοιπόν ότι η έκβαση (προστασία πόλεων, αψιμαχίες) συγκεντρώνει όλα τα είδη ισορροπίας και με μεγάλη βεβαιότητα θα είναι η τελική έκβαση του στρατηγικού αυτού παιγνίου. Βέβαια, η έκβαση που θα προτιμούσε η αστυνομία είναι η $(9, -9)$, όπου αυτή λαμβάνει την ψηλότερη ανταμοιβή της (9). Στην έκβαση αυτή η αστυνομία θα προστάτευε τις

⁶² Cashman (2014).

πόλεις, όπου έχει πλεονέκτημα, ενώ οι αντάρτες θα επέλεγαν (απερίσκεπτα) την ανοιχτή σύγκρουση. Αντίστοιχα, οι αντάρτες θα προτιμούσαν την έκβαση $(-6, 6)$, όπου θα λάμβαναν την ψηλότερη ανταμοιβή τους (6) . Στην έκβαση αυτή, οι αντάρτες θα επέλεγαν αψιμαχίες, ενώ η αστυνομία θα επέλεγε (επίσης απερίσκεπτα) να τους κυνηγήσει στο δάσος.

2.4.2. Εκλογική εκστρατεία

Περνάμε σε ένα άλλο παράδειγμα παιγνίου μηδενικού αθροίσματος που αφορά την εκλογική εκστρατεία δύο πολιτικών αντιπάλων⁶³. Όπως απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.21**, οι δύο παίκτες, Πολιτικός Α και Πολιτικός Β, έχουν ο καθένας τρεις εναλλακτικές εκλογικές εκστρατείες (1, 2 και 3) με τις ανταμοιβές που εικονίζονται στον πίνακα.

Πίνακας 2.21. Το παίγνιο της εκλογικής εκστρατείας (πρώτη έκδοση)

		Πολιτικός Β			
		1	2	3	
Πολιτικός Α	1	<u>2</u> , -2	1, <u>-1</u> ισορροπία Nash & maximin	<u>4</u> , -4	ελάχιστη ανταμοιβή = 1
	2	<u>2</u> , -2	0, <u>0</u>	1, -1	ελάχιστη ανταμοιβή = 0
	3	-1, 1	-2, <u>2</u>	0, 0	ελάχιστη ανταμοιβή = -2
		ελάχιστη ανταμοιβή = -2	ελάχιστη ανταμοιβή = -1	ελάχιστη ανταμοιβή = -4	

Ασθενής κυριαρχία και στρατηγικές που κυριαρχούνται από άλλες

Το παίγνιο αυτό έχει ένα χαρακτηριστικό που δεν έχουμε εξετάσει προηγουμένως: οι παίκτες διαθέτουν παραπάνω από δύο εναλλακτικές στρατηγικές ο καθένας. Το παίγνιο είναι ένα παίγνιο τριών γραμμών και τριών στηλών, δηλαδή 3×3 . Ας δούμε λοιπόν εάν κάποια από αυτές τις τρεις εναλλακτικές στρατηγικές είναι κυρίαρχη αλλά επίσης εάν υπάρχει κάποια στρατηγική που να κυριαρχείται από τις άλλες (ακόμα και μόνο μία από τις άλλες) και επομένως θα μπορούσε να απαλειφθεί (δηλαδή να διαγραφεί και να μην ληφθεί υπόψη στην περαιτέρω ανάλυση του παιγνίου).

Για τον Πολιτικό Α, η εκλογική στρατηγική 3 (κάτω γραμμή) είναι χειρότερη και από τις δύο άλλες, γιατί στην αριστερή στήλη $2 > -1$, στη μεσαία στήλη $1 > -2$ και στη δεξιά στήλη $4 > 0$ και $1 > 0$. Επομένως η στρατηγική 3 κυριαρχείται από τις στρατηγικές 2 και 3, και επομένως μπορούμε να την αγνοήσουμε καθώς ένας ορθολογικός παίκτης δεν θα την επέλεγε ποτέ. Συγκρίνοντας τις δύο στρατηγικές που απομένουν, την 1 και τη 2, παρατηρούμε ότι $2 = 2$ (που μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι και $2 \geq 2$), $1 > 0$, και $4 > 1$. Η στρατηγική 1 θα ήταν κυρίαρχη για τον Πολιτικό Α αν η ανταμοιβή του στο πάνω αριστερά κελί (2) ήταν μεγαλύτερη από εκείνη στο μεσαίο αριστερά κελί (2). Αν, για παράδειγμα, στο πάνω αριστερά κελί ο Πολιτικός Α είχε ανταμοιβή 3, τότε συγκρίνοντας τις στρατηγικές του 1 και 2 θα διαπιστώναμε ότι $3 \geq 2$, $1 > 0$, και $4 > 1$, οπότε η στρατηγική 1 θα ήταν κυρίαρχη. Τώρα όμως έχουμε $2 \geq 2$, $1 > 0$, και $4 > 1$, οπότε εκείνο που μπορούμε να πούμε είναι ότι η στρατηγική 1 κυριαρχεί ασθενώς (weak dominance)

⁶³ Hillier & Lieberman (1974)

επί της 2 (λόγω της ύπαρξης σχέσης $\geq$ και όχι $>$). Προσοχή: η ασθενής κυριαρχία δεν οδηγεί στη στρατηγική βεβαιότητα που θα παρείχε η ύπαρξη απόλυτης ή ισχυρής κυριαρχίας (strong dominance), που είναι η έννοια της κυριαρχίας που εξετάσαμε μέχρι τώρα. Από τις άλλες δύο στρατηγικές του Πολιτικού Α λοιπόν, την 1 και την 2, δεν απαλείφεται καμία.

Ας περάσουμε τώρα στον Πολιτικό Β. Συγκρίνοντας τις πολιτικές του (στήλες 1, 2, και 3) παρατηρούμε ότι η στρατηγική 2 είναι κυρίαρχη, γιατί κυριαρχεί και επί της στρατηγικής 1 ($-2 < -1$, $-2 < 0$, και $1 < 2$) και επί της στρατηγικής 3 ($-1 > -4$, $0 > -1$, και $2 > 0$). Επομένως, μπορούμε να απαλείψουμε τις στρατηγικές 1 και 3 του Πολιτικού Β, οπότε η μόνη στρατηγική που απομένει ως ορθολογική επιλογή στον Πολιτικό Β είναι η στρατηγική 2.

Απαλείφοντας όμως όλες τις στρατηγικές που κυριαρχούνται ισχυρώς, δηλαδή τη στρατηγική 3 του Πολιτικού Α και τις στρατηγικές 1 και 3 του Πολιτικού Β, το παίγνιο περιορίζεται στο υποπαίγνιο (subgame) 2×1 (δύο γραμμές, μια στήλη) των πάνω δύο κελιών της μεσαίας στήλης, δηλαδή τα κελιά $(1, -1)$ και $(0, 0)$. Με άλλα λόγια, το παίγνιο εκφυλίζεται σε απόφαση για τον Πολιτικό Β, αφού είναι σίγουρο ότι αυτός θα επιλέξει τη στρατηγική 2. Στα δύο αυτά κελιά, ο Πολιτικός Α παίρνει μεγαλύτερη ανταμοιβή στο πάνω (γιατί $1 > 0$), άρα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι, στο υποπαίγνιο 2×1 που απομένει μετά την απαλοιφή των στρατηγικών που κυριαρχούνται, για τον Πολιτικό Α η στρατηγική 1 είναι κυρίαρχη. Η δε έκβαση του πάνω μεσαίου κελιού με ανταμοιβές $(1, -1)$ αποτελεί την ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (έστω μετά από απαλοιφή των στρατηγικών που κυριαρχούνται) του παιγνίου.

Στο παίγνιο αυτό είδαμε λοιπόν ότι υπάρχουν όχι μόνο κυρίαρχες στρατηγικές (dominant strategies) αλλά και στρατηγικές που κυριαρχούνται από άλλες (dominated strategies), και μάλιστα είτε με ισχυρό (strong dominance) είτε με ασθενή (weak dominance) τρόπο. Μια στρατηγική που κυριαρχείται ισχυρώς, μπορούμε να την απαλείψουμε, δηλαδή να τη διαγράψουμε και να μην την εξετάσουμε περαιτέρω στη στρατηγική ανάλυση ενός παιγνίου. Μια στρατηγική που κυριαρχείται ασθενώς όμως, είναι ασφαλέστερο να μην την απαλείψουμε, γιατί η διαγραφή της μπορεί να μας οδηγήσει σε διαγραφή έκβασης (κελιού δηλαδή) που αποτελεί ισορροπία Nash. Σε κάθε περίπτωση, από την απαλοιφή των στρατηγικών που κυριαρχούνται ισχυρώς, απομένει ένα υποπαίγνιο στο οποίο γίνεται εκ νέου ανάλυση για την ύπαρξη κυρίαρχων στρατηγικών ή στρατηγικών που κυριαρχούνται από άλλες. Και ούτω καθεξής, μέχρι να μην μπορούν πλέον να απαλειφθούν στρατηγικές που κυριαρχούνται. Η επαναλαμβανόμενη αυτή διαδικασία ονομάζεται διαδοχική απαλοιφή στρατηγικών που κυριαρχούνται (iterated elimination of dominated strategies ή IEDS) και, όπως είδαμε στο παίγνιο του **Πίνακα 2.21**, με τη διαδικασία αυτή μπορεί στο τελικό υποπαίγνιο να προκύψει ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών.

Ανάλυση βέλτιστης απόκρισης

Ας επιβεβαιώσουμε την ύπαρξη ισορροπίας διενεργώντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης στον **Πίνακα 2.21**. Ξεκινώντας με τον Πολιτικό Α, βέλτιστες αποκρίσεις του στην αριστερή στήλη είναι και το πάνω κελί και το μεσαίο κελί, αφού η ανταμοιβή του και στα δύο αυτά κελιά (2) είναι μεγαλύτερη από την ανταμοιβή του στο κάτω κελί (1). Επειδή όμως οι ανταμοιβές του στα πάνω δύο κελιά είναι ίδιες (και ίσες με 2), να μην τις υπογραμμίζουμε αλλά σημειώνουμε ότι οι αποκρίσεις αυτές είναι ασθενώς βέλτιστες (γιατί καμία από τις δύο δεν είναι καλύτερη από όλες τις άλλες). Στη μεσαία στήλη, για τον Πολιτικό Α βέλτιστη απόκριση είναι το πάνω κελί, γιατί $1 > 0$ και $1 > -2$, οπότε υπογραμμίζουμε το 1 στο πάνω κελί. Τέλος, στη δεξιά στήλη, για τον Πολιτικό Α βέλτιστη απόκριση είναι πάλι το πάνω κελί, γιατί $4 > 1$ και $4 > 0$, οπότε υπογραμμίζουμε το 4 στο πάνω κελί.

Περνάμε τώρα στον Πολιτικό Β. Στην πάνω γραμμή, βέλτιστη απόκρισή του είναι το μεσαίο κελί γιατί $-1 > -2$ και $-1 > -4$, επομένως υπογραμμίζουμε το -1 στο μεσαίο κελί. Στη μεσαία γραμμή, για τον Πολιτικό Β βέλτιστη απόκριση είναι πάλι το μεσαίο κελί, γιατί $0 > -2$ και $0 > -1$, οπότε υπογραμμίζουμε το 0 στο μεσαίο κελί. Τέλος, στην κάτω γραμμή, για τον Πολιτικό Β βέλτιστη απόκριση είναι για μια ακόμα φορά το μεσαίο κελί, γιατί $2 > 1$ και $2 > 0$, οπότε υπογραμμίζουμε το 2 στο μεσαίο κελί. Βέβαια, περιμέναμε να είναι και οι τρεις εκβάσεις της

μεσαίας στήλης βέλτιστες για τον Πολιτική Β, γιατί είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους ότι η μεσαία στήλη αποτελεί για τον Πολιτικό Β κυρίαρχη στρατηγική.

Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση βέλτιστης απόκρισης, βλέπουμε ότι το μόνο κελί στο οποίο είναι και οι δύο ανταμοιβές υπογραμμισμένες είναι το πάνω κελί της μεσαίας γραμμής με ανταμοιβές (1, -1). Η έκβαση αυτή είναι η μόνη ισορροπία Nash του παιγνίου, συμπίπτει δε με την ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, που προέκυψε μετά από τη διαδοχική απαλοιφή των στρατηγικών που κυριαρχούνται, όπως είδαμε προηγουμένως.

Στρατηγικές maximin

Ας δούμε τώρα αν υπάρχουν στρατηγικές maximin στο παίγνιο του **Πίνακα 2.21**. Ο Πολιτικός Α έχει ελάχιστη ανταμοιβή 1 στην πάνω γραμμή (γιατί $1 < 2$ και $1 < 4$), ελάχιστη ανταμοιβή 0 στην μεσαία γραμμή (γιατί $0 < 2$ και $0 < 1$), και ελάχιστη ανταμοιβή -2 στην κάτω γραμμή (γιατί $-2 < -1$ και $-2 < 0$). Από τις τρεις ελάχιστες ανταμοιβές του στις τρεις γραμμές του πίνακα, η μέγιστη είναι το 1, που αντιστοιχεί στην πάνω γραμμή, δηλαδή στη στρατηγική 1. Επομένως αυτή είναι η στρατηγική maximin του Πολιτικού Α. Ο Πολιτικός Β έχει ελάχιστη ανταμοιβή -2 στην αριστερή στήλη (γιατί τα δύο -2 των πάνω δύο κελιών είναι μικρότερα του 1 του κάτω κελιού), ελάχιστη ανταμοιβή -1 στην μεσαία στήλη (γιατί $-1 < 0$ και $-1 < 2$), και ελάχιστη ανταμοιβή -4 στη δεξιά στήλη (γιατί $-4 < -1$ και $-4 < 0$). Από τις τρεις ελάχιστες ανταμοιβές του στις τρεις στήλες του πίνακα, η μέγιστη είναι το -1, που αντιστοιχεί στη μεσαία στήλη, δηλαδή στη στρατηγική 2. Αυτή είναι και η στρατηγική maximin του Πολιτικού Β. Επομένως, το πάνω μεσαίο κελί με ανταμοιβές (1, -1), που αντιστοιχεί στην επιλογή της στρατηγικής 1 από τον Πολιτικό Α και της στρατηγικής 2 από τον Πολιτικό Β, είναι το σημείο στο οποίο συναντώνται οι στρατηγικές maximin των δύο παικτών, και μπορεί να θεωρηθεί και η ισορροπία maximin του παιγνίου.

Ας στρέψουμε τώρα την προσοχή μας σε άλλες δύο εκδόσεις του παιγνίου αυτού. Σε μια δεύτερη έκδοση του παιγνίου⁶⁴ που παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2.22**, αρχικά παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν ούτε κυρίαρχες στρατηγικές, ούτε στρατηγικές που κυριαρχούνται από άλλες, για κανέναν από τους δύο παίκτες. Η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης οδηγεί στην εύρεση του μεσαίου κελιού, με ανταμοιβές (0, 0) ως την μόνη ισορροπία Nash του παιγνίου. Η έκβαση αυτή είναι επίσης το κελί συνάντησης των στρατηγικών maximin των δύο παικτών, άρα μπορεί να θεωρηθεί και η ισορροπία maximin του παιγνίου. Η μη ύπαρξη κυρίαρχων στρατηγικών ή στρατηγικών που κυριαρχούνται μειώνει τη στρατηγική βεβαιότητα που χαρακτηρίζει την αλληλεπίδραση των δύο παικτών, αλλά η ύπαρξη ισορροπίας Nash που συμπίπτει με τις επιλογές maximin τους, επιτρέπει μια σχετική βεβαιότητα στην ανάλυσή του.

⁶⁴ Hillier & Lieberman (1974).

Πίνακας 2.22. Το παίγνιο της εκλογικής εκστρατείας (δεύτερη έκδοση)

		Πολιτικός Β			
		1	2	3	
Πολιτικός Α	1	-3, <u>3</u>	-2, 2	<u>6</u> , -6	ελάχιστη ανταμοιβή = -3
	2	2, -2	<u>0</u> , <u>0</u> ισορροπία Nash & maximin	2, -2	ελάχιστη ανταμοιβή = 0
	3	<u>5</u> , -5	-2, 2	-4, <u>4</u>	ελάχιστη ανταμοιβή = -4
		ελάχιστη ανταμοιβή = -5	ελάχιστη ανταμοιβή = 0	ελάχιστη ανταμοιβή = -6	

Μια τρίτη και τελευταία έκδοση του παιγνίου⁶⁵ απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.23**. Στην τρίτη αυτή έκδοση, παρατηρούμε πάλι ότι δεν υπάρχουν ούτε κυρίαρχες στρατηγικές, ούτε στρατηγικές που κυριαρχούνται από άλλες για κανέναν από τους δύο παίκτες. Σε αυτή την τρίτη έκδοση όμως, η ανάλυση βέλτιστης απόκρισης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει καμία ισορροπία Nash στο παίγνιο, οπότε το πάνω δεξιά κελί με ανταμοιβές (2, -2) στο οποίο συναντώνται οι στρατηγικές maximin των δύο παικτών αποτελεί την μόνη έκβαση με χαρακτηριστικά ισορροπίας στο παίγνιο αυτό.

Πίνακας 2.23. Το παίγνιο της εκλογικής εκστρατείας (τρίτη έκδοση)

		Πολιτικός Β			
		1	2	3	
Πολιτικός Α	1	0, 0	-2, <u>2</u>	<u>2</u> , -2 ισορροπία maximin	ελάχιστη ανταμοιβή = -2
	2	<u>5</u> , -5	<u>4</u> , -4	-3, <u>3</u>	ελάχιστη ανταμοιβή = -3
	3	2, -2	3, -3	-4, <u>4</u>	ελάχιστη ανταμοιβή = -4
		ελάχιστη ανταμοιβή = -5	ελάχιστη ανταμοιβή = -4	ελάχιστη ανταμοιβή = -2	

⁶⁵ Hillier & Lieberman (1974).

Η τρίτη αυτή έκδοση του παιγνίου χαρακτηρίζεται και από την μικρότερη βεβαιότητα, που οφείλεται στην έλλειψη ισορροπίας είτε κυρίαρχων στρατηγικών είτε Nash. Αυτή η έλλειψη πιθανότατα θα οδηγήσει τους δύο παίκτες στην επιλογή των στρατηγικών που οδηγούν στην έκβαση με χαρακτηριστικά ισορροπίας maximin, αν και η βεβαιότητα με την οποία διατυπώνουμε αυτό το συμπέρασμα είναι μειωμένη.

2.4.3. Το άνοιγμα της Αβράνης

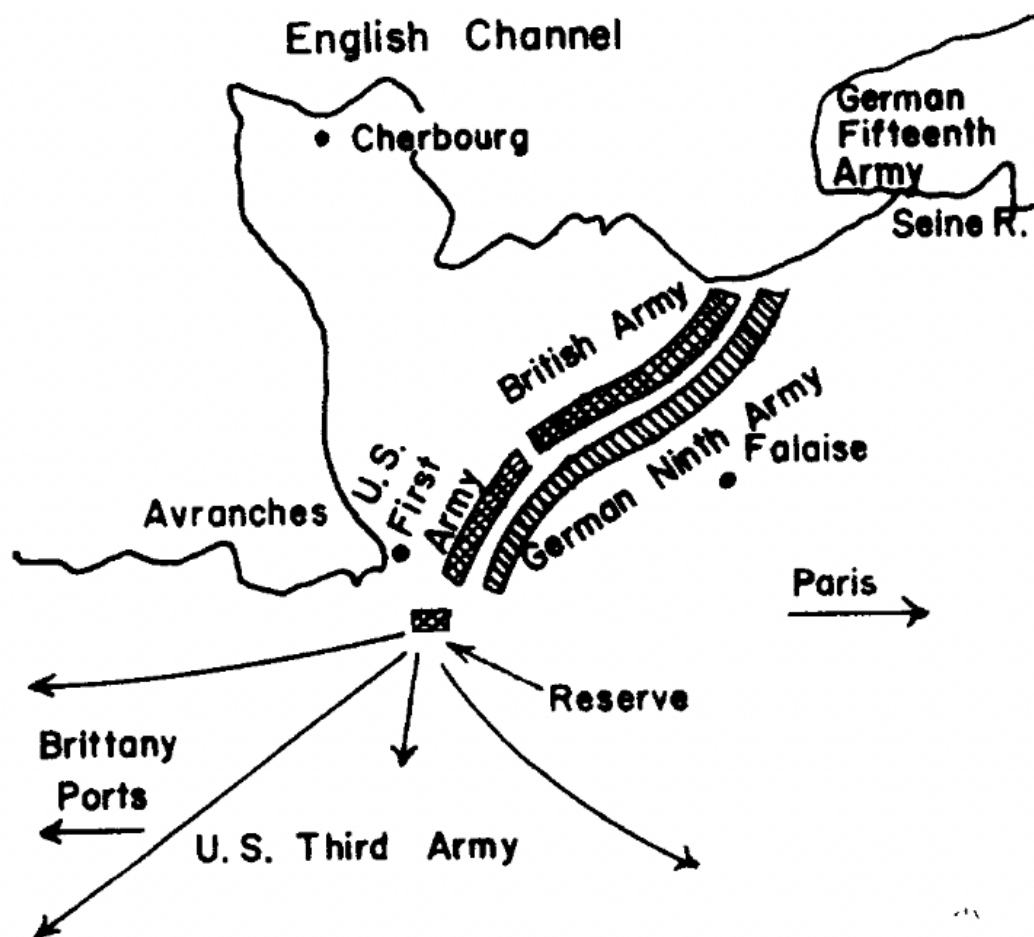
Στρέφουμε τώρα την προσοχή μας στη μάχη της Αβράνης (Avranches gap⁶⁶), που έλαβε χώρα μετά την απόβαση των συμμάχων στη Νορμανδία, την οποία αναλύουμε ως παίγνιο μηδενικού αθροίσματος.⁶⁷ Αντιμέτωπος με το ερώτημα της βέλτιστης στρατηγικής ως προς ένα άνοιγμα που είχε ανακύψει στις γραμμές των συμμάχων (στην πόλη Αβράνης της βορειοδυτικής Γαλλίας) ήταν ο Αμερικανός στρατηγός Omar Bradley. Ο Γερμανός στρατηγός Günther Von Klugge προβληματιζόταν κατά πόσον έπρεπε να επιτεθεί στο άνοιγμα (ελπίζοντας να μπορέσει να προχωρήσει μέχρι τη θάλασσα) ή να υποχωρήσει σε τοποθεσία που θα μπορούσε να αμυνθεί καλύτερα (κοντά στον ποταμό Σηκουάνα). Το παίγνιο 3×2 απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.24**.

⁶⁶ Αναλυτική διήγηση των γεγονότων της μάχης της Αβράνης εδώ: <https://warfarehistorynetwork.com/article/armored-blitz-to-avranches/>.

⁶⁷ σελ. 499-500, Markland (1989).

Πίνακας 2.24. Η μάχη του ανοίγματος της Αβράνς

		Γερμανία		
		Στρατηγική 1 (Επίθεση στο άνοιγμα)	Στρατηγική 2 (Υποχώρηση)	
Σύμμαχοι	Στρατηγική 1 (Ενίσχυση ανοίγματος από εφεδρικές δυνάμεις)	2, <u>-2</u> (το άνοιγμα αντέχει)	3, -3 (ασθενής πίεση της Γερμανικής υποχώρησης)	ελάχιστη ανταμοιβή = 2
	Στρατηγική 2 (Επίθεση εφεδρικών δυνάμεων ανατολικά)	1, <u>-1</u> (το άνοιγμα υποχωρεί)	5, -5 (ισχυρή πίεση της Γερμανικής υποχώρησης)	ελάχιστη ανταμοιβή = 1
	Στρατηγική 3 (Αναμονή εφεδρικών δυνάμεων για μια μέρα για πιθανή ενίσχυση ανοίγματος ή επίθεση ανατολικά)	6, -6 (το άνοιγμα αντέχει, πιθανές Γερμανικές ενισχύσεις)	4, <u>-4</u> (μέτρια πίεση της Γερμανικής υποχώρησης, ισορροπία maximin)	ελάχιστη ανταμοιβή = 4
		ελάχιστη ανταμοιβή = -6	ελάχιστη ανταμοιβή = -5	



7 Aug' : 1944

Αρχικά παρατηρούμε ότι καμία από τις δύο εναλλακτικές στρατηγικές (στρατηγική 1 και 2) της Γερμανίας δεν είναι κυρίαρχη (συγκρίνοντας τις δύο στήλες, $-2 > -3$, $-1 > -5$, αλλά $-6 < -4$). Όσον αφορά τους συμμάχους (συγκρίνοντας τις τρεις γραμμές, δηλαδή τις στρατηγικές 1, 2 και 3), παρατηρούμε ότι η στρατηγική 3 (κάτω γραμμή) κυριαρχεί επί της στρατηγικής 1 (πάνω γραμμή) εφόσον $2 < 6$ και $3 < 4$, οπότε η στρατηγική 1 απαλείφεται από το παίγνιο και δεν εξετάζεται περαιτέρω. Στο παίγνιο 2×2 που απομένει κανείς από τους δύο παίκτες δεν έχει κυρίαρχη στρατηγική.

Διενεργώντας ανάλυση βέλτιστης απόκρισης στο παίγνιο 2×2 που απομένει, βλέπουμε ότι για τους συμμάχους βέλτιστες αποκρίσεις είναι η στρατηγική 3 (κάτω γραμμή του πίνακα) εάν οι Γερμανοί επιλέξουν τη στρατηγική 1 (αριστερή στήλη), οπότε υπογραμμίζουμε την ανταμοιβή 6 στο κάτω αριστερά κελί, και η στρατηγική 2 (μεσαία γραμμή) εάν οι Γερμανοί επιλέξουν τη στρατηγική 2 (δεξιά στήλη), οπότε υπογραμμίζουμε την ανταμοιβή 5 στο μεσαίο δεξιά κελί. Αντίστοιχα, για τους Γερμανούς βέλτιστες αποκρίσεις είναι η στρατηγική 1 (αριστερή στήλη) εάν οι σύμμαχοι επιλέξουν τη στρατηγική 2 (μεσαία γραμμή), οπότε υπογραμμίζουμε την ανταμοιβή -1 στο μεσαίο αριστερά κελί, και η στρατηγική 2 (δεξιά στήλη) εάν οι σύμμαχοι επιλέξουν τη στρατηγική 3 (κάτω γραμμή), οπότε υπογραμμίζουμε την ανταμοιβή -4 στο κάτω δεξιά κελί. Βλέπουμε λοιπόν ότι στο παίγνιο 2×2 που απέμεινε μετά την απαλοιφή της στρατηγικής 1 των συμμάχων, δεν υπάρχει καμία ισορροπία Nash, γεγονός που σηματοδοτεί στρατηγική αβεβαιότητα εκ μέρους και των δύο παικτών.

Για να άρουμε ένα μέρος αυτής της αβεβαιότητας, ας επικαλεστούμε την ενδεχόμενη ύπαρξη στρατηγικών *maximin* ως επικουρική έννοια ισορροπίας. Οι σύμμαχοι, στη στρατηγική 2 έχουν ελάχιστη ανταμοιβή 1 (μεσαίο αριστερά κελί) ενώ στη στρατηγική 3 έχουν ελάχιστη ανταμοιβή 4 (κάτω δεξιά κελί), επομένως η στρατηγική 3 αποτελεί για αυτούς στρατηγική *maximin*. Αντίστοιχα, οι Γερμανοί, στη στρατηγική 1 έχουν ελάχιστη ανταμοιβή -6 (κάτω

αριστερά κελί) ενώ στη στρατηγική 2 έχουν ελάχιστη ανταμοιβή -4 (κάτω δεξιά κελί), επομένως η στρατηγική 2 αποτελεί για αυτούς στρατηγική *maximin*. Οι δύο στρατηγικές *maximin* των παικτών συναντιώνται στο κάτω δεξιά κελί $(4, -4)$, που μπορούμε ως εκ τούτου να θεωρήσουμε ότι συνιστά την ισορροπία *maximin* του παιγνίου.

Συμπεραίνουμε ότι η έκβαση της στρατηγική 3 των συμμάχων (αναμονή των εφεδρικών Αμερικανικών δυνάμεων για μία μέρα για πιθανή ενίσχυση ανοίγματος ή επίθεση στις Γερμανικές δυνάμεις που βρίσκονταν ανατολικά) και της στρατηγικής 2 των Γερμανών (υποχώρηση) αποτελούσε την πιθανότερη έκβαση αυτής της κρίσιμης σύγκρουσης, έκβαση που ελαχιστοποιούσε το ρίσκο και για τους δύο αντιπάλους. Στην ιστορική αυτή στιγμή του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου όμως, ο Χίτλερ διέταξε τον στρατηγό Von Klugge να επιτεθεί στο κενό των συμμαχικών δυνάμεων (αναγκάζοντας το παίγνιο να έχει έκβαση στο κάτω αριστερά κελί, που αποτελούσε τη χειρότερη έκβαση για τους Γερμανούς, με ανταμοιβή -6 όπως φαίνεται στον **Πίνακα 2.24**). Ως αποτέλεσμα, στις 30 Ιουλίου του 1944 οι σύμμαχοι κατάφεραν να εισχωρήσουν στη Γαλλία (μέσα από την Αβράνς), να περικυκλώσουν, και να κατατροπώσουν τις Γερμανικές δυνάμεις. Η ήττα αυτή, μαζί με τη συμμετοχή του Von Klugge στο αποτυχημένο σχέδιο δολοφονίας του Χίτλερ, οδήγησαν στην αυτοκτονία του στις 17 Αυγούστου του 1944.

2.4.4. Η μάχη της θάλασσας του Βίσμαρκ

Τα παίγνια μηδενικού (ή σταθερού αθροίσματος) είναι συνήθη σε περιπτώσεις ανάλυσης πολεμικών συγκρούσεων, οπότε ας εξετάσουμε τώρα ένα ακόμα παίγνιο μηδενικού αθροίσματος που αναπαριστά μία πραγματική μάχη του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου.⁶⁸ Στη μάχη αυτή, αεροπορικές δυνάμεις των ΗΠΑ και της Αυστραλίας επιτέθηκαν σε Ιαπωνική νηοπομπή (*convoy*), που μετέφερε στρατιώτες στην Παπούα της Νέας Γουινέας μέσω της θάλασσας του Βίσμαρκ (*Bismarck sea*).⁶⁹

Οι Ιάπωνες έπρεπε να διαλέξουν ανάμεσα σε δύο δυνατές διαδρομές: μία από βορρά και μία από νότο. Αντίστοιχα, οι σύμμαχοι (Αμερικάνοι και Αυστραλοί) έπρεπε να επιλέξουν σε ποια από τις δύο διαδρομές θα έψαχναν τον Ιαπωνικό στόλο για βομβαρδισμό. Εάν τα συμμαχικά αεροπλάνα ακολουθούσαν λάθος διαδρομή και δεν έβρισκαν τον Ιαπωνικό στόλο, μπορούσαν να αλλάξουν πορεία αλλά θα έχαναν μία μέρα. Η βόρεια διαδρομή ήταν συντομότερη και πιο εύκολη για ψάξιμο από τους συμμάχους. Η νότια άφηνε τους Ιάπωνες εκτεθειμένους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Άξιο αναφοράς ήταν ότι και οι καιρικές συνθήκες αποτελούσαν παράγοντα που επηρέαζε τη στρατηγική επιλογή.

Ένα τέτοιο παιγνιακό μοντέλο ταυτόχρονων κινήσεων απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.25**. Οι ανταμοιβές ανταποκρίνονται στο στρατιωτικό όφελος ή ζημία που θα είχε κάθε παίκτης στις τέσσερις εκβάσεις του παιγνίου.

Πίνακας 2.25. Το παίγνιο της μάχης της θάλασσας του Βίσμαρκ

		Ιαπωνικό ναυτικό	
		Βόρεια	Νότια
Συμμαχική αεροπορία (ΗΠΑ και Αυστραλία)	Βόρεια	2, <u>-2</u> ισορροπία Nash & <i>maximin</i>	2, <u>-2</u>
	Νότια	1, <u>-1</u>	<u>3</u> , -3

⁶⁸ Carmichael (2005).

⁶⁹ Haywood (1954).

Αρχικά παρατηρούμε ότι οι σύμμαχοι δεν έχουν κυρίαρχη στρατηγική (δεδομένου ότι $2 > 1$ στην αριστερή αλλά $2 < 3$ στη δεξιά στήλη). Για τους Ιάπωνες, η βόρεια διαδρομή είναι ασθενώς κυρίαρχη στρατηγική εφόσον το $-1 > -3$ (στην κάτω γραμμή) και το $-2 \geq -2$ (στην πάνω γραμμή). Μια στρατηγική κυριαρχεί ασθενώς έναντι μιας άλλης όταν οι ανταμοιβές της είναι μεγαλύτερες ή ίσες με εκείνες της άλλης στρατηγικής.

Όπως είδαμε προηγουμένως στο παρόν κεφάλαιο, όταν υπάρχει μεν κυρίαρχη στρατηγική αλλά αυτή κυριαρχεί μόνο ασθενώς, δεν απαλείφουμε τις στρατηγικές που κυριαρχούνται γιατί τότε μπορεί να απαλείψουμε κάποιο κελί που είναι ισορροπία Nash. Καταφεύγουμε λοιπόν σε ανάλυση βέλτιστης απόκρισης για να βρούμε την ισορροπία. Η συμμαχική αεροπορία έχει ως βέλτιστες αποκρίσεις τη βόρεια εάν οι Ιάπωνες επιλέξουν και αυτοί τη βόρεια διαδρομή (γιατί $2 > 1$), και τη νότια εάν οι Ιάπωνες επιλέξουν και αυτοί τη νότια διαδρομή (γιατί $2 > 3$). Το Ιαπωνικό ναυτικό έχει δύο ισοδύναμες αποκρίσεις εάν η συμμαχική αεροπορία επιλέξει τη βόρεια διαδρομή (εφόσον $-2 = -2$, οπότε μπορούν να θεωρηθούν και οι δύο ασθενώς βέλτιστες), και βέλτιστη απόκριση τη βόρεια διαδρομή εάν η Αμερικανική αεροπορία επιλέξει τη νότια (γιατί $-1 < -3$).

Η ανάλυση δίνει τις βέλτιστες αποκρίσεις που φαίνονται με υπογραμμισμένες ανταμοιβές στον **Πίνακα 2.25**, αλλά να θυμόμαστε ότι κάποιες από αυτές είναι μόνο ασθενώς βέλτιστες. Παρατηρούμε λοιπόν ότι το πάνω αριστερά κελί αποτελεί την έκβαση που είναι ισορροπία Nash (με αποκρίσεις όμως που είναι βέλτιστες κατά την ασθενή έννοια μόνο), που αντιστοιχεί στο να προτιμήσει το Ιαπωνικό ναυτικό τη βόρεια διαδρομή και ταυτόχρονα να είναι αυτή η διαδρομή που η συμμαχική αεροπορία επιλέγουν για βομβαρδισμό.

Μια που η ισορροπία Nash προέκυψε από ασθενώς βέλτιστες αποκρίσεις, μπορούμε να ψάξουμε για επικουρικές έννοιες ισορροπίας ώστε να δούμε αν η ευρεθείσα ισορροπία ενισχύεται. Ας δούμε μήπως οι παίκτες διαθέτουν στρατηγικές *maximin*. Εάν η συμμαχική αεροπορία επέλεγε τη βόρεια διαδρομή, η ελάχιστη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει είναι 2, ενώ εάν επέλεγε τη νότια διαδρομή, η ελάχιστη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει είναι 1 (γιατί $1 < 3$). Επομένως, η μέγιστη ελάχιστη ανταμοιβή των συμμάχων είναι 2 και αντιστοιχεί στη βόρεια διαδρομή, που είναι και η στρατηγική *maximin* των συμμάχων. Εάν οι Ιάπωνες επέλεγαν τη βόρεια διαδρομή, η ελάχιστη ανταμοιβή που θα μπορούσαν να πάρουν είναι -2 (γιατί $-2 < -1$), ενώ εάν επέλεγαν τη νότια διαδρομή, η ελάχιστη ανταμοιβή που θα μπορούσαν να πάρουν είναι -3 (γιατί $-3 < -2$). Επομένως, η μέγιστη ελάχιστη ανταμοιβή που θα μπορούσε να πάρει η Ιαπωνία είναι -2, που επίσης αντιστοιχεί στη βόρεια διαδρομή, που είναι και η στρατηγική *maximin* των Ιαπώνων. Δεδομένου ότι οι δύο στρατηγικές *maximin* συναντώνται στο πάνω αριστερά κελί, συμπεραίνουμε ότι η ισορροπία *maximin* συμπίπτει με την ισορροπία Nash, την οποία και ενισχύει. Η ισορροπία αυτή αποτελεί την ιστορική έκβαση που προέκυψε και στην πραγματικότητα.

2.4.5. Εφαρμογή στον ψυχρό πόλεμο

Ας κλείσουμε αυτή την ενότητα με μια εφαρμογή της έννοιας του *minimax* στον Ψυχρό Πόλεμο⁷⁰.

Έστειλα μια ανάλυση του *clegg* για *minimax theorem* που ήταν το mantra της RAND στον ψυχρό πόλεμο, On *minimax theorem*....που ήταν central στον ψυχρό πόλεμο που ειδικά σε επίπεδο πυρηνικού ανταγωνισμού ήθελαν να μειώσουν το ρίσκο

⁷⁰ Clegg (2022).

left or right is a perfectly acceptable strategy where everyone wins, as long as every driver chooses the same option.

A more sophisticated example is a game that can be considered both zero sum and win-win. Take, for example, purchasing a loaf of bread. From a purely financial viewpoint, one person (the customer) loses money and one person (the baker) wins money. However, from the broader viewpoint of how the individuals involved in the game benefit (using the utility concept we first met on page 18), both have the potential to win – one gets a tasty loaf, the other some money.

Most commercial transactions have this blended nature. This example shows how reality rapidly becomes more complex than the model provided by simple games, because making a purchase is a game with a *potential* to move beyond zero sum. It is only win-win if the price of the loaf is right for both parties. And for that matter, it's a requirement for a win-win that the loaf is edible and that the money is not forged.

Taking mini to the max

John von Neumann's best-known contribution to game theory (other than pretty much starting it as a serious mathematical field in the first place) is the minimax theorem. This only applies to two-person games that are zero sum, where the two players' desires for the outcome of the game are pulling in opposite directions. Von Neumann proved mathematically that in such games (unlike many that we will explore) there is always a best strategy for playing the game that is economically rational.

The theorem involves taking the worst possible scenario – the *minimum* opportunity for enrichment or reward – and then *maximising* the potential pay-off, producing the term *minimax*. Typically, that worst case is the result of your opponent guessing your strategy, so

the opponent makes use of the strategy that makes you suffer most with each of your possible outcomes. This being the case, you can then choose the actual strategy that maximises your outcome (or at least minimises the pain).

A basic, but nonetheless elegant, example of minimax arises in the cake division problem. The minimax solution occurs when a dispute over how to divide a cake between two people is solved by asking one player to cut the cake and the other to choose how the resultant pieces are allocated. Assuming that the players are rational, the player doing the cutting will anticipate that the worst scenario that will inevitably play out is that the other player will take the larger piece. To maximise his or her own pay-off, therefore, the cutter must attempt to slice the cake into two equally sized portions.

Such two-player games with two possible strategies are sometimes referred to as ‘toy’ games, because few real-world problems are this simple. But the terminology is misleading. Some toy games are a valuable reflection of reality – cake-cutting being a good example. Others provide a useful model of a real decision – this does not invalidate the approach.

We can now put together a table of the choices available in cake division and the outcomes of making those choices, much as we did above with the Monty Hall problem. In the table below, player 1 is the person with the knife, player 2 the one who makes the choice. To encompass every possible game type we would have to show the outcome for both player 1 and player 2 in each box, but as this is a zero-sum game (there is only a fixed amount of cake), we can just show the outcomes for player 1, with player 2’s outcome being the remainder.

The assumption I’ve made in naming the outcomes is that the result of cutting evenly is two pieces, with the one labelled ‘Half+’ slightly bigger than the one labelled ‘Half–’, due to the cutter’s



GAME THEORY

UNDERSTANDING THE
MATHEMATICS OF LIFE

Brian Clegg

2.5. Ασύμμετρα παίγνια

Έχει αναφερθεί⁷¹ ότι τα ακόλουθα παίγνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση κρίσεων: το παίγνιο του αδιεξόδου (deadlock), το δίλημμα των φυλακισμένων (prisoner's dilemma), το παίγνιο της μπλόφας (called bluff), το παίγνιο της προστασίας (protector), το παίγνιο του εκφοβισμού (bully) και η παραλλαγή του ισχυρού εκφοβισμού (big bully), το παίγνιο του δειλού (chicken), το παίγνιο του ήρωα (hero), και το παίγνιο του ηγέτη (leader). Εξ αυτών, το παίγνιο του αδιεξόδου, το δίλημμα των φυλακισμένων, το παίγνιο του δειλού, και το παίγνιο του ηγέτη έχουν εξεταστεί σε προηγούμενες ενότητες του παρόντος κεφαλαίου.

Στην ενότητα αυτή θα εξετάσουμε το παίγνιο της μπλόφας, το παίγνιο του (ισχυρού) εκφοβισμού, και το παίγνιο της προστασίας. Οι ανταμοιβές στα παίγνια που θα εξετάσουμε στις επόμενες υποενότητες δεν είναι συμμετρικές για τους δύο παίκτες, όπως ήταν για τα περισσότερα παίγνια που εξετάσαμε μέχρι τώρα στο κεφάλαιο αυτό. Τέτοια παίγνια αποκαλούνται μη συμμετρικά ή ασύμμετρα παίγνια (asymmetric games).

2.5.1. Παίγνιο μπλόφας

Το πρώτο μη συμμετρικό παίγνιο που θα εξετάσουμε είναι το παίγνιο της μπλόφας (called bluff), το οποίο απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.26**.⁷²

Επισημαίνουμε μία ενδιαφέρουσα ιδιαιτερότητα: για τις ανταμοιβές του Παίκτη A, το παίγνιο της μπλόφας είναι σαν το δίλημμα των φυλακισμένων, ενώ για τις ανταμοιβές του Παίκτη B, το παίγνιο της μπλόφας είναι σαν το παίγνιο του δειλού. Αυτό μπορείτε να το επιβεβαιώσετε εάν συγκρίνετε τις ανταμοιβές των δύο παικτών του **Πίνακα 2.26** με εκείνες των άλλων δύο παιγνίων (**Πίνακες 2.6** και **2.15**), με μόνη μικροδιαφορά ότι σε σύγκριση με το παίγνιο του δειλού οι γραμμές είναι αναποδογυρισμένες, γεγονός που βεβαίως δεν επηρεάζει την ανάλυση. Βέβαια, στα παίγνια πλήρους πληροφόρησης (complete information games), υποθέτουμε ότι οι παίκτες αποφασίζουν έχοντας πλήρη γνώση των ανταμοιβών και των δύο παικτών, επομένως ούτε ο ένας ούτε ο άλλος παίκτης τελεί υπό την εντύπωση ότι συμμετέχει σε δίλημμα φυλακισμένων ή παίγνιο του δειλού.

Πίνακας 2.26. Το παίγνιο της μπλόφας

		Παίκτης B	
		Συνεργασία (cooperate)	Αποστασία (defect)
Παίκτης A	Συνεργασία (cooperate)	3, 3	1, <u>4</u>
	Αποστασία (defect)	<u>4</u> , <u>2</u>	<u>2</u> , 1

Ακριβώς όπως στο δίλημμα των φυλακισμένων, ο παίκτης A διαθέτει ως κυρίαρχη στρατηγική την επιλογή της αποστασίας (κάτω γραμμή), εφόσον $3 < 4$ (αριστερή στήλη) και $1 > 2$ (δεξιά στήλη). Ο παίκτης B δεν διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική, δεδομένου ότι $3 < 4$ (πάνω γραμμή) αλλά $2 > 1$ (κάτω γραμμή). Όμως, μία που ο παίκτης A διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική, η στρατηγική της συνεργασίας (πάνω γραμμή) κυριαρχείται από την αποστασία, και επομένως μπορούμε να την απαλείψουμε. Επομένως, ο παίκτης B θα πρέπει να διαλέξει τη βέλτιστη στρατηγική του εξετάζοντας μόνο την κάτω γραμμή του παιγνίου (αποστασία του παίκτη A), στην οποία για τον παίκτη B η στρατηγική της συνεργασίας (αριστερή στήλη) υπερτερεί της στρατηγικής της αποστασίας (δεξιά στήλη), αφού $2 > 1$. Η έκβαση λοιπόν (αποστασία,

⁷¹ Snyder & Diesing (2016).

⁷² Snyder & Diesing (2016).

συνεργασία), δηλαδή το κάτω αριστερά κελί με ανταμοιβές (4, 2), αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (και βεβαίως και ισορροπία Nash) στο υποπαίγνιο που απομένει εάν απαλείψουμε τις στρατηγικές που κυριαρχούνται (πάνω γραμμή), επομένως και στο συνολικό παίγνιο.

Το παίγνιο αυτό αποκαλείται παίγνιο της μπλόφας γιατί εάν ο παίκτης Β απειλήσει τον παίκτη Α με αποστασία (δεξιά στήλη), ο παίκτης Α θα επιλέξει και αυτός αποστασία (κάτω γραμμή) ακυρώνοντας τη μπλόφα (calling the bluff) του παίκτη Β. Βέβαια, το να επιχειρήσει ο παίκτης Β να μπλοφάρει και να απειλήσει τον παίκτη Α επιλέγοντας αποστασία, θα αποτελούσε μία κακή εκτίμηση εκ μέρους του παίκτη Β, που δεν θα είχε αντιληφθεί αυτό που επισημάναμε στην αρχή: ότι το παίγνιο της μπλόφας για τον παίκτη Α είναι σαν δίλημμα φυλακισμένων, ενώ για τον παίκτη Β σαν παίγνιο του δειλού. Λόγω της δομής των ανταμοιβών λοιπόν, ο παίκτης Α δεν θα “τσιμπήσει” σε μία τέτοια μπλόφα εκ μέρους του παίκτη Β, πρέπει απλά να είναι προσεκτικός για την αποφυγή της κάτω δεξιά έκβασης (αποστασία, αποστασία), με ανταμοιβές (2, 1), κάτι που δεν θα προκύψει εφόσον ο παίκτης Β επιλέγει ορθολογικά.

Τη στρατηγική αξία του παιγνίου της μπλόφας ανέδειξε ο Harsanyi, υποστηρίζοντας ότι η μπλόφα μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική στρατηγική σε ορισμένες καταστάσεις.⁷³ Ο Harsanyi ισχυρίστηκε ότι, σε ένα παίγνιο ελλιπούς πληροφόρησης, με τη μπλόφα μπορεί ένας παίκτης όχι μόνο να μεταδώσει στον αντίπαλο πληροφορίες για τις δικές του προθέσεις (αλλά και δυνατότητες) αλλά παράλληλα και να την χρησιμοποιήσει ως εργαλείο αποτροπής. Η οπτική του Harsanyi υπογραμμίζει τη σημασία της σηματοδότησης (signaling) σε παίγνια ελλιπούς πληροφόρησης, ως εργαλείου αφενός μετάδοσης πληροφοριών αφετέρου άσκησης επιρροής πάνω στη συμπεριφορά των άλλων παικτών.

Αντίθετα με την οπτική του Harsanyi, ο Schelling⁷⁴ υποστήριξε ότι το παίγνιο της μπλόφας μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της επικοινωνίας και καταρράκωση της εμπιστοσύνης ανάμεσα στα μέρη που εμπλέκονται σε μια σύγκρουση. Μέσα στο θόρυβο της στρατηγικής παραποίησης που παράγει μια μπλόφα, καθίσταται δύσκολο να προσδιοριστούν οι πραγματικές προθέσεις και οι δυνατότητες των εμπλεκόμενων μερών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάσταση, όπου και οι δύο πλευρές γίνονται όλο και πιο καχύποπτες και παρανοϊκές, καθιστώντας δύσκολη την επίτευξη μιας αμοιβαία επωφελούς συμφωνίας. Το παίγνιο της μπλόφας μπορεί ακόμα και να καταστεί επικίνδυνο, γιατί μπορεί να οδηγήσει σε κλιμάκωση, ειδικά εάν αυτό που διακυβεύεται είναι σημαντικό και οι επιπτώσεις της αποτυχίας σοβαρές.

Οι Brams και Whittman ανέδειξαν τη σημασία της εστίασης των παικτών στις μακροπρόθεσμες συνέπειες αντί στα άμεσα οφέλη, αναφερόμενοι στην έννοια της μη μυωπικής ισορροπίας (nonmyopic equilibrium).⁷⁵ Στο παίγνιο της μπλόφας, μια μη μυωπική στρατηγική θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της και τις πιθανές μελλοντικές επαναλήψεις του παιγνίου. Υπό το πρίσμα αυτό, ένας παίκτης θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη του πώς οι παρούσες επιλογές του μπορεί να επηρεάσουν τα μελλοντικά οφέλη που μπορεί να προσδοκά εάν το παίγνιο είναι επαναλαμβανόμενο. Παίκτες που επιλέγουν με μη μυωπικό τρόπο, είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν στρατηγικές που τους ωφελούν βραχυπρόθεσμα αλλά τους βλάπτουν μακροπρόθεσμα. Κατά τον τρόπο αυτό, οι μη μυωπικές στρατηγικές καθιστούν το παίγνιο της μπλόφας πιο σταθερό και προβλέψιμο.

2.5.2. Παίγνια εκφοβισμού

Συνεχίζουμε την εξέταση των ασύμμετρων παιγνίων με το παίγνιο του εκφοβισμού ή του νταή (bully)⁷⁶, το οποίο απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.27**, όπου το κράτος Α είναι εκείνο που εκφοβίζει (νταής) και το κράτος Β εκείνο που υποκύπτει στον εκφοβισμό. Παρατηρούμε ότι οι

⁷³ Harsanyi (1967).

⁷⁴ Schelling (1980).

⁷⁵ Brams & Wittman (1981).

⁷⁶ Snyder & Diesing (2016).

ανταμοιβές είναι ίδιες με εκείνες του παιγνίου της μπλόφας (**Πίνακας 2.26**), με εξαίρεση τις ανταμοιβές του παίκτη Α στο πάνω αριστερά και κάτω δεξιά κελί.

Πίνακας 2.27. Το παίγνιο του νταή

		Κράτος Β (εκφοβιζόμενος)	
		Συνεργασία (cooperate)	Αποστασία (defect)
Κράτος Α (νταής)	Συνεργασία (cooperate)	2, 3	1, 4
	Αποστασία (defect)	4, 2	3, 1

Όπως και στο παίγνιο της μπλόφας, οι ανταμοιβές του κράτους Α θυμίζουν δίλημμα φυλακισμένων, ενώ οι ανταμοιβές του παίκτη Β θυμίζουν παίγνιο του δειλού. Όπως και στο δίλημμα των φυλακισμένων, το κράτος Α (ο νταής, το κράτος που εκφοβίζει) διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική το να επιλέξει αποστασία, μία που $2 < 4$ (αριστερή στήλη) και $1 < 3$ (δεξιά στήλη), επομένως μπορούμε να απαλείψουμε την πάνω γραμμή, περιορίζοντας το παίγνιο στο υποπαίγνιο της κάτω γραμμής. Κανένας ορθολογικός παίκτης δεν θα περίμενε το κράτος Α να επιλέξει την πάνω γραμμή (συνεργασία), όπου το κράτος Β μπορεί να οδηγήσει το παίγνιο στην πάνω δεξιά έκβαση (συνεργασία, αποστασία) που δίνει στο μέν κράτος Β την ψηλότερη (4) στο δε κράτος Α την χαμηλότερη (1) ανταμοιβή. Συνεπώς, το κράτος Β θα πρέπει να διαλέξει τη βέλτιστη στρατηγική του εξετάζοντας μόνο την κάτω γραμμή του παιγνίου, στην οποία η συνεργασία υπερτερεί της αποστασίας, αφού $2 > 1$. Η κάτω αριστερά έκβαση λοιπόν, (αποστασία, συνεργασία), με ανταμοιβές (4, 2), αποτελεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (και επομένως και ισορροπία Nash) μετά από την απάλειψη της πάνω γραμμής (που αποτελεί στρατηγική επί της οποίας κυριαρχεί η κάτω γραμμή).

Η κάτω γραμμή (αποστασία), που αποτελεί κυρίαρχη στρατηγική για το κράτος Α, εξασφαλίζει σε αυτό ελάχιστη ανταμοιβή 3, που είναι μεγαλύτερη και από τις δύο ανταμοιβές του κράτους Α στην πάνω γραμμή (που κυριαρχείται). Ως εκ τούτου, το κράτος Α είναι σε θέση να επιβάλλει τη θέλησή του στο κράτος Β με μεγάλη βεβαιότητα. Από την άλλη, το κράτος Β δεν διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική, δεδομένου ότι $3 < 4$ (πάνω γραμμή) αλλά $2 > 1$ (κάτω γραμμή), οι δε καλύτερες ανταμοιβές του δυστυχώς βρίσκονται στην πάνω γραμμή, που δυστυχώς αντιστοιχεί σε στρατηγική του παίκτη Α που κυριαρχείται, άρα δεν θα επιλέγετο ποτέ από το κράτος Α. Εάν το κράτος Β αγνοήσει αυτό το γεγονός και επιλέξει την αποστασία (δεξιά στήλη), ελπίζοντας να οδηγήσει το παίγνιο στην πάνω δεξιά έκβαση (συνεργασία, αποστασία) στην οποία λαμβάνει 4, που είναι και η μεγαλύτερη ανταμοιβή του, το κράτος Α θα επιλέξει την αποστασία (κάτω γραμμή), οδηγώντας το παίγνιο στην κάτω δεξιά έκβαση, (αποστασία, αποστασία), όπου το μέν κράτος Α λαμβάνει ανταμοιβή 3, το δε κράτος Β λαμβάνει 1, την χαμηλότερη ανταμοιβή του. Αυτό αποτελεί ισχυρό αντικίνητρο για το κράτος Β στο να μην ενεργήσει όπως επιθυμεί ο παίκτης Α. Οπότε, το κράτος Β εκφοβίζεται και ενεργεί σύμφωνα με τις επιθυμίες του κράτους Α, και η δομή του παιγνίου οδηγεί τη στρατηγική αλληλεπίδραση των δύο κρατών στην έκβαση που είναι βέλτιστη για τον παίκτη Α.

Μια παραλλαγή του παιγνίου του νταή, που αναπαριστά έναν ισχυρότερο εκφοβισμό (big bully) απεικονίζεται στον **Πίνακα 2.28**. Παρατηρούμε ότι οι διαφορές από το παίγνιο του νταή του **Πίνακα 2.27**, επικεντρώνονται στις ανταμοιβές του παίκτη Α στην κάτω γραμμή: 3 αντί για 4 στο αριστερό κελί, και 4 αντί για 3 στο δεξί.

Πίνακας 2.28. Το παίγνιο του μεγάλου νταή (big bully)

Κράτος Β
(εκφοβιζόμενος)

		Συνεργασία (cooperate)	Αποστασία (defect)
Κράτος Α (μεγάλος νταής)	Συνεργασία (cooperate)	2, 3	1, <u>4</u>
	Αποστασία (defect)	<u>3</u> , <u>2</u>	<u>4</u> , 1

Με άλλα λόγια, ο μεγάλος νταής λαμβάνει τη μεγαλύτερη ανταμοιβή του (4) στην έκβαση (αποστασία, αποστασία) και όχι στην έκβαση (αποστασία, συνεργασία), όπως στο παίγνιο του (απλού) νταή του **Πίνακα 2.27**. Αυτό σημαίνει ότι το κράτος Α, ο μεγάλος νταής, προτιμάει την ολική σύγκρουση με το κράτος Β (δηλαδή το κάτω δεξιά κελί), από την υπακοή και υποχώρηση του κράτους Β (δηλαδή το κάτω αριστερά κελί).

Το παίγνιο του μεγάλου νταή είναι κατάλληλο παιγνιακό μοντέλο για την αναπαράσταση της εκστρατείας της Αυστρίας εναντίον της Σερβία το 1914, αλλά και της εισβολής της Γερμανίας στην Τσεχοσλοβακία το 1938, όπου ο νταής Αδόλφος Χίτλερ εκφόβισε τους Άγγλους και τους ώθησε σε μία στρατηγική αντιπαράθεση παρόμοια με το παίγνιο του δειλού.

2.5.3. Παίγνιο προστασίας

Το παίγνιο προστασίας (protector game)⁷⁷, δύο παραλλαγές του οποίου (που αναφέρονται στη βιβλιογραφία) απεικονίζονται στους **Πίνακες 2.29** και **2.30**, ανήκει σε μία ευρύτερη κατηγορία παιγνίων συμμαχίας (alliance games) και αναπαριστά τη συμμαχία (alliance) ανάμεσα σε δύο κράτη, ένα ισχυρό (κράτος Α) και ένα ανίσχυρο (κράτος Β). Εάν το κράτος Β (ο ανίσχυρος σύμμαχος) απειληθεί από ένα τρίτο κράτος, το κράτος Α (ο ισχυρός σύμμαχος) του παρέχει υποστήριξη και προστασία. Η προστασία αυτή όμως παρέχεται (σε κάποιο βαθμό) υπό συνθήκη.

Πίνακας 2.29. Πρώτη παραλλαγή παιγνίου προστασίας (protector game)

		Κράτος Β (ανίσχυρος σύμμαχος)	
		Συνεργασία (cooperate)	Αυτομόληση (defect)
Κράτος Α (ισχυρός σύμμαχος - προστάτης)	Συνεργασία (cooperate)	1, 2	2, <u>4</u>
	Αυτομόληση (defect)	<u>4</u> , <u>3</u>	<u>3</u> , 1

Πίνακας 2.30. Δεύτερη παραλλαγή παιγνίου προστασίας (protector game)

		Κράτος Β (ανίσχυρος σύμμαχος)	
		Συνεργασία (cooperate)	Αυτομόληση (defect)
Κράτος Α (ισχυρός σύμμαχος - προστάτης)	Συνεργασία (cooperate)	2, 2	1, <u>4</u>
	Αυτομόληση (defect)	<u>4</u> , <u>3</u>	<u>3</u> , 1

⁷⁷ Snyder & Diesing (2016).

Η στρατηγική της αυτομόλησης για το κράτος Β αντιπροσωπεύεται από τη δεξιά στήλη του παιγνίου, και είναι η περίπτωση που το κράτος Β αντιμετωπίζει μόνο του το τρίτο κράτος και προβάλλει απαιτήσεις δικής του επιλογής, αγνοώντας τις προτιμήσεις του κράτους Α. Η στρατηγική της συνεργασίας για το κράτος Β αντιπροσωπεύεται από την αριστερή στήλη, και είναι η περίπτωση που το κράτος Β προστατεύεται από το κράτος Α και προβαίνει στις υποχωρήσεις που εκείνο του υποδεικνύει. Η κάτω γραμμή αντιπροσωπεύει την περίπτωση που το κράτος Α παρέχει μερική μόνο (π.χ. περιορισμένη αμυντική) υποστήριξη του κράτους Β, ενώ η πάνω γραμμή αντιπροσωπεύει την περίπτωση της πλήρους υποστήριξης του κράτους Β από το κράτος Α.

Η δομή του παιγνίου σημαίνει ότι το κράτος Α μπορεί να απαιτήσει παραχωρήσεις από το κράτος Β, απειλώντας ότι θα αποσύρει την πλήρη υποστήριξή του εάν το κράτος Β δεν συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις του κράτους Α. Μία τέτοια περίπτωση (που το κράτος Β δεν συμμορφώνεται με τις στρατηγικές επιλογές που υπαγορεύει το κράτος Α και το κράτος Α αποσύρει την υποστήριξή του) αντιστοιχεί στην έκβαση (αυτομόληση, αυτομόληση), δηλαδή το κάτω δεξιά κελί, που αποτελεί τη χειρότερη έκβαση για το κράτος Β (ελάχιστη ανταμοιβή ίση με ένα) αλλά τη δεύτερη καλύτερη επιλογή του κράτους Α (που είναι σε ισχυρότερη θέση).

Κατά τα λοιπά, αναλύοντας τα παίγνια των **Πινάκων 2.29** και **2.30** βλέπουμε ότι για το κράτος Α κυρίαρχη στρατηγική είναι η κάτω γραμμή (αυτομόληση) αφού $1 < 4$ και $2 < 3$ στον πρώτο και $2 < 4$ και $1 < 3$ στον δεύτερο πίνακα, οπότε η πάνω γραμμή εξαλείφεται και το παίγνιο περιορίζεται στο υποπαίγνιο της κάτω γραμμής. Στο υποπαίγνιο αυτό, διαθέτει και το κράτος Β κυρίαρχη στρατηγική τη συνεργασία (αφού $3 < 1$ και στους δύο πίνακες), οπότε η μόνη ισορροπία του παιγνίου είναι το κάτω αριστερά κελί, (αυτομόληση, συνεργασία), που αποτελεί την καλύτερη έκβαση για το κράτος Α και τη δεύτερη καλύτερη του κράτους Β. Με άλλα λόγια, το ανίσχυρο κράτος Β αντιλαμβάνεται την ύπαρξη κυρίαρχης στρατηγικής του ισχυρού κράτους Β, και ως εκ τούτου είναι αναγκασμένο να επιλέξει την καλύτερη για αυτό στρατηγική στην κάτω γραμμή, που αποτελεί την κυρίαρχη στρατηγική προστάτη του. Το κράτος Α είναι ο ισχυρός εταίρος και μπορεί να θεωρηθεί ως ο ηγέτης σε αυτή τη συμμαχία, έχει δε τη δυνατότητα να επιβάλει στο ανίσχυρο κράτος Β την κατεύθυνση της συνεργασίας τους.

2.6. Επαναλαμβανόμενα παίγνια

Τα παίγνια που εξετάσαμε μέχρι τώρα υποθέσαμε (σιωπηρά) ότι ήταν παίγνια που παίζονταν μία μόνο φορά, δηλαδή χωρίς επανάληψη. Στην πράξη όμως πολλά παίγνια παίζονται ξανά και ξανά, με τους ίδιους παίκτες. Ένα τέτοιο παράδειγμα συναντήσαμε όταν αναλύσαμε το δίλημμα των φυλακισμένων, και είδαμε ότι η επανάληψη είναι ένας τρόπος να καταστήσουμε τη συνεργατική λύση ισορροπία. Στην παρούσα ενότητα εξετάζουμε μερικά άλλα παίγνια που συνήθως εξετάζονται ως επαναλαμβανόμενα.

Τα παίγνια που παίζονται μόνο μία φορά ονομάζονται μη επαναλαμβανόμενα παίγνια (unrepeated games), παίγνια μονού σταδίου (single stage) ή ακόμα και παίγνια μία και έξω (one shot). Παίγνια που παίζονται πάνω από μία φορά ονομάζονται επαναλαμβανόμενα (repeated) ή παίγνια πολλαπλών σταδίων (multi stage ή n-stage games).

Στα επαναλαμβανόμενα παίγνια, οι παίκτες πρέπει να προσδιορίσουν τη στρατηγική τους για όλες τις επαναλήψεις του παιγνίου. Τέτοιες σύνθετες στρατηγικές συχνά ονομάζονται μεταστρατηγικές (metastrategies).

2.6.1. Το παίγνιο των πέναλτι

Ας ξεκινήσουμε με ένα απλό παράδειγμα επαναλαμβανόμενου παιγνίου από το χώρο του ποδοσφαίρου, το παίγνιο των πέναλτι. Ένας επιθετικός παίκτης ετοιμάζεται να χτυπήσει ένα πέναλτι, έχοντας απέναντί του τον τερματοφύλακα της αντίπαλης ομάδας. Υποθέτουμε ότι ο επιθετικός παίκτης επιλέγει να σουτάρει τη μπάλα είτε στη μέση, είτε στα δεξιά, είτε στα

αριστερά του τέρματος. Αντίστοιχα, ο τερματοφύλακας επιλέγει είτε να παραμείνει στη μέση, είτε να πέσει προς τα δεξιά, είτε να πέσει προς τα αριστερά του τέρματος. Για απλοποίηση θεωρούμε ότι ο επιθετικός δεν αστοχεί ποτέ (δηλαδή δεν σουτάρει ποτέ την μπάλα εκτός τέρματος). Έχουμε έτσι ένα παίγνιο δύο παικτών, με τρεις επιλογές ανά παίκτη, και τις ανταμοιβές που δείχνονται στον **Πίνακα 2.31**.⁷⁸

Πίνακας 2.31. Παίγνιο πέναλτι

		Τερματοφύλακας		
		αριστερά	μέση	δεξιά
Επιθετικός	αριστερά	0,1	1, 0	1, 0
	μέση	1,0	0, 1	1, 0
	δεξιά	1,0	1, 0	0, 1

Αρχικά παρατηρούμε ότι το παίγνιο αυτό είναι παίγνιο σταθερού αθροίσματος (constant sum game), για τα οποία γράψαμε νωρίτερα στο κεφάλαιο αυτό ότι είναι παίγνια απόλυτης σύγκρουσης (pure conflict) στα οποία δεν χωράει διαπραγμάτευση. Πράγματι, σε ένα πέναλτι υποχρεωτικά είτε μπαίνει γκολ είτε όχι. Δεν μπορεί να “κερδίσουν” και ο επιθετικός και ο τερματοφύλακας. Η νίκη του ενός σημαίνει ήττα του άλλου, και μάλιστα ότι κερδίζει σε ανταμοιβή ο ένας παίκτης, το χάνει από την ανταμοιβή του ο άλλος.

Εάν ο επιθετικός σουτάρει στα αριστερά και ο τερματοφύλακας δεν μαντέψει καλά και πέσει (κάνει βουτιά) στα δεξιά, το παίγνιο θα καταλήξει στην έκβαση του πάνω δεξιά κελιού, με ανταμοιβές (1, 0). Αφού ο τερματοφύλακας έπεσε στη λάθος γωνία, θα μπει γκολ, οπότε η ανταμοιβή του επιθετικού θα είναι 1 και του τερματοφύλακα μηδέν. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε αυτή την περίπτωση, ο επιθετικός θα έχει κερδίσει και ο τερματοφύλακας θα έχει χάσει.

Αντίστοιχα συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε για τις άλλες εκβάσεις του παιγνίου. Παρατηρούμε ότι ο τερματοφύλακας έχει μεγαλύτερες ανταμοιβές (1) στη διαγώνιο του πίνακα, όπου πέφτει στη σωστή γωνία (ή μένει στη μέση του τέρματος), αποκρούει το πέναλτι, και αποσοβεί το εις βάρος της ομάδας του γκολ. Στη διαγώνιο βέβαια ο επιθετικός έχει τις χαμηλότερες ανταμοιβές (μηδέν), γιατί δεν σκοράρει. Σε όλες τις άλλες εκβάσεις ο τερματοφύλακας μαντεύει λάθος και σημειώνεται γκολ, οπότε ο επιθετικός παίρνει ανταμοιβή 1 και ο τερματοφύλακας μηδέν.

Στο παίγνιο αυτό ούτε ο επιθετικός ούτε ο τερματοφύλακας διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική. Καμία εκ των τριών εναλλακτικών στρατηγικών τους δεν εξασφαλίζει τη μέγιστη ανταμοιβή του ενός παίκτη ανεξάρτητα από το τι θα κάνει ο άλλος παίκτης. Ούτε υπάρχει ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών στην οποία θα οδηγούσαν οι κυρίαρχες επιλογές των δύο παικτών.

Τι θα έπρεπε να κάνει ένας παίκτης σε αυτό το παιχνίδι για να εξασφαλίσει τη μέγιστη δυνατή ανταμοιβή; Ένας παίκτης (είτε ο επιθετικός, είτε ο τερματοφύλακας) δεν θα ήθελε να μπορέσει ο άλλος να μαντέψει τις κινήσεις του. Επομένως, βέλτιστη στρατηγική τους σε περίπτωση που το παίγνιο παιζόταν μία μόνο φορά, θα ήταν η τυχαία επιλογή εναλλακτικής στρατηγικής. Τι γίνεται όμως εάν το παίγνιο παίζεται πολλές φορές, δηλαδή είναι επαναλαμβανόμενο; Αυτό συμβαίνει στο ποδόσφαιρο όταν ένα παιχνίδι λήξει ισόπαλο και στη κανονική διάρκεια και στην παράταση, οπότε ο νικητής αποφασίζεται μετά από πέντε πέναλτι για την κάθε ομάδα (ή περισσότερα αν ούτε τότε δεν έχει αναδειχθεί νικητής). Σε μία τέτοια περίπτωση λοιπόν, βέλτιστη στρατηγική αποδεικνύεται ότι είναι η τυχαία ανάμειξη των επιλογών των παικτών, επιθετικού και τερματοφύλακα, ώστε να μην μπορούν να μαντέψει ο ένας την επόμενη κίνηση του άλλου.

Σε ένα επαναλαμβανόμενο παίγνιο πέναλτι, π.χ. για πέντε φορές, μία μεταστρατηγική (metastrategy) του επιθετικού παίκτη θα μπορούσε να είναι να σουτάρει τη μπάλα στα

⁷⁸ Carmichael (2005).

αριστερά του τέρματος τις πρώτες δύο φορές, στη μέση την τρίτη φορά, στα δεξιά την επόμενη φορά, και στη μέση την τελευταία. Η μεταστρατηγική αυτή θα μπορούσε να γραφεί (αριστερά, αριστερά, μέση, δεξιά, μέσο). Ο επιθετικός παίκτης θα μπορούσε επίσης να επιλέγει με τυχαίο τρόπο ανάμεσα στις επιλογές αριστερά, μέση και δεξιά, κάθε φορά που θα σούταρε, σαν να έριχνε ζάρι για να αποφασίσει. Στατιστικά, η επιλογή με τυχαίο τρόπο σημαίνει ότι κάθε εναλλακτική κίνηση (αριστερά, μέση, δεξιά) έχει την ίδια πιθανότητα εμφάνισης. Στρατηγικές που αποτελούνται από τυχαία ανάμειξη επιλογών συναντώνται συχνά στα επαναλαμβανόμενα παίγνια. Σημαντικό είναι η ανάμειξή τους να γίνει με στατιστικά τυχαίο τρόπο (randomization).

Ο Ελβετός παίκτης δεν χρησιμοποίησε τυχαία επιλογή στα πέναλτυ...his consistency was punished με αποκλεισμό της ομάδας του ...

Ο Άγγλος τερματοφύλακας που είχε την λίστα με το πως οι Ελβετοί κτυπούσαν τα πέναλτυ τον τιμώρησε

Δες την φωτό ...printed στο μπουκάλι νερού . Απίθανο !

<https://www.in.gr/2024/07/07/sports/euro-2024/o-pikfornt-eklepse-sta-penalti-fotografia-po-u-ton-ekthetei/>

<https://news.sky.com/story/england-keeper-jordan-pickfords-not-so-secret-weapon-during-euro-2024-penalty-shootout-victory-over-switzerland-13174555>

<https://www.independent.co.uk/sport/football/jordan-pickford-penalties-england-switzerland-euro-2024-b2575342.html>

Όσον αφορά την ύπαρξη βέλτιστων κινήσεων και ισορροπιών Nash, επειδή πολλές εκβάσεις είναι ισοδύναμες για κάθε παίκτη και η ύπαρξη βέλτιστων κινήσεων θα ήταν βέλτιστη μόνο κατά την ασθενή έννοια, δεν σημειώνουμε τις ασθενώς βέλτιστες κινήσεις στον **Πίνακα 2.31**, παραμένοντας στην ανάλυση των μεταστρατηγικών που εξηγήσαμε στις προηγούμενες παραγράφους.

Έχοντας εξετάσει ένα απλό επαναλαμβανόμενο παίγνιο σε αυτή την ενότητα, ας περάσουμε τώρα σε ένα κλασικό επαναλαμβανόμενο παιγνιακό πρότυπο, που έχει ιδιαίτερη σημασία στη διεθνή πολιτική.

2.6.2. Πέτρα, ψαλίδι, χαρτί

Ένα κλασικό παιχνίδι που μπορεί να παρασταθεί ως επαναλαμβανόμενο παίγνιο είναι το παιχνίδι πέτρα, ψαλίδι, χαρτί (rock, paper, scissors). Το παίγνιο αυτό έχει το εξής χαρακτηριστικό: κάθε στρατηγική κερδίζει μία άλλη αλλά και χάνει από μία άλλη: η πέτρα κερδίζει το ψαλίδι αλλά χάνει από το χαρτί, το χαρτί κερδίζει την πέτρα αλλά χάνει από το ψαλίδι, και το ψαλίδι κερδίζει το χαρτί αλλά χάνει από την πέτρα. Εάν επιλεγούν δύο ίδιες στρατηγικές, το αποτέλεσμα θεωρείται ισόπαλο. Καμία λοιπόν από τις τρεις αυτές στρατηγικές δεν είναι κυρίαρχη.

Αναπαριστούμε το παίγνιο αυτό στον **Πίνακα 2.32**, στον οποίο η επικράτηση μίας στρατηγικής (νίκη) φέρνει ανταμοιβή 1, η επικράτηση επί μιας στρατηγικής από μια άλλη (ήττα) φέρνει ανταμοιβή -1, ενώ η εμφάνιση δύο ίδιων στρατηγικών οδηγούν σε ισόπαλο αποτέλεσμα με ανταμοιβή 0. Και το παίγνιο αυτό είναι παίγνιο μηδενικού αθροίσματος. Το παιχνίδι αυτό κατά κανόνα παίζεται πολλές φορές και νικητής θεωρείται ο παίκτης που έχει κερδίσει τις περισσότερες από αυτές.

Πίνακας 2.32. Παίγνιο πέτρα, ψαλίδι, χαρτί

		Παίκτης Β		
		πέτρα	ψαλίδι	χαρτί
Παίκτης Α	πέτρα	0, 0	1, -1	-1, 1
	ψαλίδι	-1, 1	0, 0	1, -1
	χαρτί	1, -1	-1, 1	0, 0

Παρατηρούμε ότι, όπως και στο παίγνιο των πέναλτι, ούτε στο παίγνιο αυτό υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές, δηλαδή ούτε η πέτρα, ούτε το ψαλίδι, ούτε το χαρτί εξασφαλίζουν μεγαλύτερες ανταμοιβές από τις άλλες δύο στρατηγικές. Παρατηρούμε επίσης ότι στο παίγνιο αυτό δεν υπάρχει ισορροπία, δεδομένου ότι δεν υπάρχει κάποια έκβαση η οποία να αντιστοιχεί σε επιλογές που είναι βέλτιστες αποκρίσεις (και αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι σε κανένα κελί δεν είναι και τα δύο νούμερα υπογραμμισμένα). Ούτε η στρατηγική *maximin* φαίνεται να οδηγεί σε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα, δεδομένου ότι σε κάθε μία από τις τρεις εναλλακτικές επιλογές, η ελάχιστη ανταμοιβή είναι -1 (ήττα).

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι στο παίγνιο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο η τυχαιότητα, δηλαδή η ικανότητα ενός παίκτη να υιοθετεί απρόβλεπτες στρατηγικές από τη μία επανάληψη στην άλλη. Εάν ένας παίκτης ακολουθήσει ένα συγκεκριμένο πλάνο (π.χ. πρώτα πέτρα, μετά ψαλίδι, μετά χαρτί, και πάλι από την αρχή), ο άλλος παίκτης θα το αντιληφθεί και θα υιοθετήσει στρατηγικές που κερδίζουν (π.χ. πρώτα χαρτί, μετά πέτρα, μετά ψαλίδι, και πάλι από την αρχή). Είναι σημαντικό λοιπόν για έναν παίκτη σε ένα τέτοιο επαναλαμβανόμενο παίγνιο, να είναι απρόβλεπτος.

Τα παίγνια τύπου πέτρα, ψαλίδι, χαρτί στη διεθνή πολιτική

Όπως είδαμε, στο παίγνιο πέτρα, ψαλίδι, χαρτί, δεν υπάρχει κυρίαρχη στρατηγική, ούτε ισορροπία. Και οι τρεις στρατηγικές μπορούν και να κερδίσουν και να χάσουν.⁷⁹ Μία τέτοια δυναμική συναντάται στην ανάλυση του πολέμου παλαιότερων εποχών, όπου το βαρύ πεζικό, το ελαφρύ πεζικό, το βαρύ ιππικό, και το ελαφρύ ιππικό κυριαρχούσαν έναντι αντιπάλων στρατιωτικών δυνάμεων διαφορετικών τύπων, με βάση τη γεωγραφία και την επίθεση ή άμυνα.

Η σημασία του παιγνιακού προτύπου πέτρα, ψαλίδι, χαρτί, στη σύγχρονη διεθνή πολιτική αναδείχθηκε από τους Waltz και Mearsheimer.⁸⁰ Ο Waltz υποστήριξε ότι σε ένα άναρχο διεθνές σύστημα, όπου δεν υπάρχει ανώτερη αρχή για την επιβολή κανόνων και κανονισμών, τα κράτη βρίσκονται πάντα σε κατάσταση ανταγωνισμού και σύγκρουσης, καθώς η επιθυμία τους για περισσότερη ασφάλεια και αύξηση της ισχύος τους, τα οδηγεί στο να επιδιώκουν διαρκώς να βελτιώσουν τη σχετική τους θέση έναντι άλλων κρατών. Με τη θεωρία του επιθετικού ρεαλισμού, ο Mearsheimer επίσης ανέδειξε το γεγονός ότι τα κράτη επιδιώκουν συνεχώς να υπερτερούν το ένα του άλλου, σε ένα διαρκή ανταγωνιστικό αγώνα για ασφάλεια και ισχύ, όπως οι παίκτες στο παιχνίδι πέτρα, ψαλίδι, χαρτί, που προσπαθούν να προβλέψουν τις κινήσεις των αντιπάλων τους για να κερδίσουν.

Στη σύγχρονη εποχή μπορεί να έχουμε στρατηγικές όπως (1) η αντιμετώπιση τρομοκρατών μέσα σε τοπικές κοινότητες με τη βοήθεια της αστυνομίας, (2) η κινητοποίηση οργανωμένων στρατευμάτων για την κατάληψη και κατοχή εδαφών, ή (3) το εκ του μακρόθεν πλήγμα της υποδομής, των επικοινωνιών, της οικονομίας, ή της ηγεσίας του αντιπάλου. Στις εναλλακτικές αυτές στρατηγικές, δεν υπάρχει μία που να είναι ξεκάθαρα κυρίαρχη, άρα μπορούν επωφελώς να αναλυθούν με το πρότυπο του παιγνίου πέτρα, ψαλίδι, χαρτί. Επίσης,

⁷⁹ Από τη σελίδα “Rock-Paper-Scissors and Arms Races Part I”

(<http://www.aaronbfrank.com/2011/04/rock-paper-scissors-and-arms-races-part-1/>), του blog Agents, Evolution and International Relations” (<http://www.aaronbfrank.com/tag/rock-paper-scissors/>).

⁸⁰ Waltz (1979), Mearsheimer (2001).

οι στρατηγικές του παιγνίου πέτρα, ψαλίδι, χαρτί, παραπέμπουν στη διακριτότητα διαφορετικών τύπων συγκρούσεων (π.χ. τρομοκρατίας, εξεγέρσεων ή πυρηνικού πολέμου), που διαφέρουν ποιοτικά η μία από την άλλη, παρά βρίσκονται σε ένα συνεχές φάσμα έντασης σύγκρουσης. Αυτή η διακριτότητα επιτρέπει τη χρήση στρατηγικών όπως τη σηματοδότηση (signaling), την κλιμάκωση (escalation), ή τις διαπραγματεύσεις (negotiations).

Οι κούρσες εξοπλισμών (arms races) τείνουν να είναι κλιμακωτές (escalatory), καθώς οι αντίπαλοι αποκτούν μεγαλύτερα, ταχύτερα, και ισχυρότερα άρματα μάχης, αεροπλάνα, πλοία κ.λπ.⁸¹ Η στρατιωτική ιστορία όμως τείνει να δείχνει το εύθραυστο των κυρίαρχων θέσεων, ο δε ανταγωνισμός συχνά είναι πιο ανεπαίσθητος (subtle). Οι ανταγωνιζόμενες δυνάμεις προσπαθούν να αντισταθμίσουν τα πλεονεκτήματα του αντιπάλου τους, μερικές φορές με μίμηση, π.χ. με την αγορά όπλων του ίδιου τύπου, άλλες φορές πάλι με την αντιμετώπιση της στρατηγικής του αντιπάλου, π.χ. με την ανάπτυξη ενός συστήματος αεράμυνας για την αντιστάθμιση των δυνατοτήτων αεροπορικής επίθεσης εκ μέρους του αντιπάλου, στο πρότυπο του παιγνίου πέτρα, ψαλίδι, χαρτί. Επίσης, ο ανταγωνισμός εξοπλισμών δεν παίζεται μόνο στο πεδίο των όπλων αλλά και σε άλλους τομείς, όπως οικονομία, τεχνολογία, ιδεολογία, κλπ. Η απόφαση να εστιάσει ένας από τους αντιπάλους σε έναν τομέα, μπορεί να επηρεάσει τη συνολική έκβαση της στρατηγικής αντιπαράθεσης.

2.6.2. Στρατηγική μία σου και μία μου

Περνάμε τώρα σε μια επαναλαμβανόμενη παιγνιακή στρατηγική, που έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στις διεθνείς σχέσεις. Η στρατηγική μία σου και μία μου ή οφθαλμόν αντί οφθαλμού⁸² (tit for tat) αναφέρεται σε ένα επαναλαμβανόμενο δίλημμα φυλακισμένων, όπου οι επιλογές του κάθε παίκτη εξαρτώνται από την επιλογή του άλλου παίκτη στον προηγούμενο γύρο. Για παράδειγμα, αναφερόμενοι στον **Πίνακα 2.6**, εάν ένας παίκτης επιλέξει να καταδώσει τον άλλο παίκτη, στο επόμενο γύρο ο άλλος παίκτης επιλέγει και αυτός να καταδώσει τον πρώτο παίκτη, τιμωρώντας τον που δεν επέλεξε συνεργασία. Αντίθετα, εάν ένας παίκτης επιλέξει τη συνεργασία, στον επόμενο γύρο ο άλλος παίκτης τον ανταμείβει επιλέγοντας και αυτός τη συνεργασία. Γίνεται λοιπόν κατανοητός ο όρος μία σου και μία μου με τον οποίο αναφερόμαστε στο παίγνιο αυτό.

Σε μία τέτοια στρατηγική αλληλεπίδραση, ένας παίκτης ξεκινάει αλτρουιστικά στον πρώτο γύρο, επιλέγοντας τη συνεργασία. Το πως θα εξελιχθεί από εκεί και πέρα το παίγνιο εξαρτάται από τον άλλο παίκτη. Εάν ο άλλος παίκτης επιλέξει και αυτός να συνεργαστεί, το επαναλαμβανόμενο δίλημμα φυλακισμένων θα έχει κάθε φορά ως έκβαση τη συνεργατική λύση (**Πίνακας 2.7**), που είναι κοινωνικά βέλτιστη. Εάν όμως ο ένας από τους δύο παίκτες επιδιώξει να καταδώσει μονομερώς τον άλλο σε κάποιο γύρο του επαναλαμβανόμενου παιγνίου, προσδοκώντας τη μέγιστη ανταμοιβή, αυτή θα αποδειχθεί προσωρινή γιατί στον αμέσως επόμενο γύρο ο άλλος παίκτης θα τον εκδικηθεί επιλέγοντας και αυτός την κατάδοση. Ακόμα και το ενδεχόμενο λάθους εκ μέρους του ενός παίκτη, μπορεί να οδηγήσει τη στρατηγική αλληλεπίδραση σε μία θανατηφόρα βουτιά (death spiral) αμοιβαίας αντεκδίκησης, από την οποία είναι δύσκολη η διαφυγή.

Η στρατηγική μία σου και μία μου συνδυάζει τα εξής χαρακτηριστικά⁸³:

1. Αλτρουισμό και διάθεση συνεργασίας (be nice), καθώς ένας παίκτης ξεκινάει με συνεργασία και συνεχίζει να συνεργάζεται εφόσον και ο άλλος παίκτης συνεργάζεται.
2. Άμεση τιμωρία μέσω εκδίκησης (be retaliatory), καθώς εάν ένας παίκτης επιχειρήσει να καταδώσει μονομερώς τον άλλο, θα τιμωρηθεί στον επόμενο γύρο.

⁸¹ <http://www.aaronbfrank.com/2011/04/rock-paper-scissors-and-arms-races-part-1/>

⁸² Rapoport (1974).

⁸³ Τα χαρακτηριστικά αυτά της στρατηγικής μία σου και μία μου τα έχει αναφέρει ο Axelrod (1984) αλλά εξηγούνται καθαρά και εδώ: <https://taylorpearson.me/bookreview/tit-for-tat/>

3. Συγχώρεση (be forgiving), καθώς οι παίκτες είναι πρόθυμοι να επιστρέψουν στη συνεργασία αφού τιμωρήσουν μία πρόκληση.
4. Διαφάνεια (be transparent), καθώς οι κανόνες βάσει των οποίων ένας παίκτης επιλέγει στρατηγικές είναι ξεκάθαροι και διαφανείς, δίνοντας τη δυνατότητα στον άλλο παίκτη να προσαρμόσει τις δικές του επιλογές. Το χαρακτηριστικό της διαφάνειας αναδεικνύεται σε μία χαρακτηριστική σκηνή της ταινίας Dr. Strangelove⁸⁴, στην οποία ο ομώνυμος ήρωας, που τον υποδύεται ο ηθοποιός Peter Sellers, αναρωτιέται γιατί η ύπαρξη της μηχανής της ημέρας της κρίσης (doomsday machine) που θα μπορούσε να αποτρέψει πυρηνικό πόλεμο λόγω της αυτόματης απάντησης (χωρίς ανθρώπινη εμπλοκή ούτε δυνατότητα ανάκλησης) σε περίπτωση πυρηνικής επίθεσης, δεν είχε ήδη γίνει γνωστή (ώστε να ασκήσει την αποτρεπτική της δύναμη).⁸⁵

Είναι σαφές λοιπόν ότι η συνεργασία αναδεικνύεται ως η βέλτιστη λύση σε ένα επαναλαμβανόμενο δίλημμα φυλακισμένων στο οποίο οι παίκτες ακολουθούν τη στρατηγική μία σου και μία μου.

Εφαρμογές της στρατηγικής μία σου και μία μου βρίσκει κανείς στη διεθνή πολιτική, στα οικονομικά, στην κοινωνιολογία, στην ψυχολογία, ακόμα και στη βιολογία⁸⁶. Στη διεθνή πολιτική οικονομία, για παράδειγμα, μία χώρα μπορεί να αποφύγει την επιβολή δασμών (tariffs) στα προϊόντα μίας άλλης χώρας, επιδεικνύοντας τη διάθεσή της να συνεργαστεί. Αν η άλλη χώρα δεν επιβάλλει και αυτή δασμούς στα προϊόντα της πρώτης, οι χώρες συνεχίζουν την αλληλεπίδρασή τους σε πνεύμα συνεργασίας, το δε ενδεχόμενο επιβολής δασμών εκ μέρους της άλλης χώρας αποτελεί ισχυρό εργαλείο αποτροπής για όποια χώρα σκεφτεί να επιβάλλει δασμούς μονομερώς.

2.7. Ανασκόπηση και συζήτηση

Έχοντας ολοκληρώσει την εξέταση των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων 2×2, στην καταληκτική ενότητα αυτού του κεφαλαίου προβαίνουμε σε ανασκόπηση των κυριότερων εννοιών που συναντήσαμε. Αναφερόμαστε επίσης ακροθιγώς σε συναφείς έννοιες που είναι εκτός του αντικειμένου αυτού του βιβλίου.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάσαμε στρατηγικά παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων δύο παικτών με δύο εναλλακτικές στρατηγικές ο καθένας, δηλαδή παιγνίων 2×2. Αρχικά εξετάσαμε παίγνια συντονισμού, που περιέλαβαν το παίγνιο του απόλυτου συντονισμού, το παίγνιο της συντονισμού (με διαβεβαίωση), το παίγνιο της μάχης των φύλων (παίγνιο συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση), και το παίγνιο του ηγέτη. Μετά εξετάσαμε παίγνια συνεργασίας, ανταγωνισμού, και σύγκρουσης, τα οποία περιγράφουν στρατηγικά προβλήματα με περισσότερη αντιπαράθεση από τα προηγούμενα, και περιέλαβαν το δίλημμα των φυλακισμένων, το παίγνιο των ελαφοκυνηγών, το παίγνιο του δειλού, και το παίγνιο του αδιεξόδου. Ακολουθώντας εξετάσαμε τα παίγνια μηδενικού (ή σταθερού) αθροίσματος, που αναπαριστούν στρατηγικά την απόλυτη σύγκρουση. Ως προτελευταία ομάδα στρατηγικών παιγνίων, εξετάσαμε τρία παραδείγματα παιγνίων με ασύμμετρες αμοιβές: το παίγνιο της μπλόφας, δύο εναλλακτικά παίγνια εκφοβισμού, και το παίγνιο προστασίας. Η εξέτασή μας παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων ολοκληρώθηκε με μια ματιά σε επαναλαμβανόμενα παίγνια, ξεκινώντας από το απλό παράδειγμα του παιγνίου των πέναλτι, συνεχίζοντας με το παιχνίδι πέτρα, ψαλίδι, χαρτί, και καταλήγοντας με την στρατηγική μία σου και μία μου.

Με την εξέταση όλων αυτών των κατηγοριών παιγνίων 2×2 καλύψαμε μία μεγάλη γκάμα στρατηγικών προβλημάτων, χωρίς να χαθεί η γενικότητα, δηλαδή η αναγωγή των συμπερασμάτων σε προβλήματα με περισσότερους παίκτες ή και στρατηγικές. Τώρα

⁸⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Dr._Strangelove.

⁸⁵ Τη σκηνή μπορείτε να δείτε εδώ: <https://youtu.be/8AmV3Ais27g>.

⁸⁶ Μία σύντομη αλλά καλή εξήγηση της στρατηγικής tit for tat βρίσκεται στη σελίδα <https://www.investopedia.com/terms/t/tit-for-tat.asp>.

εστιάζουμε σε κάποιες έννοιες που αξίζει να συζητηθούν βαθύτερα πριν ολοκληρώσουμε την ανάλυση παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων.

Η έννοια και τα είδη της ισορροπίας

Αναλύοντας τα παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων, μάθαμε ότι ένα παίγνιο επιλύεται όταν βρούμε την ισορροπία ή τις ισορροπίες του (που μπορεί και να μην υπάρχουν, δηλαδή το παίγνιο να μην έχει καμία ισορροπία). Η ισορροπία είναι η έκβαση εκείνη που συμφέρει καλύτερα όλους τους παίκτες. Όταν λέμε ότι θέλουμε να λύσουμε ένα παίγνιο ταυτόχρονων κινήσεων, εννοούμε ότι θέλουμε να εντοπίσουμε το σημείο (ή τα σημεία) ισορροπίας του. Υπάρχουν και παίγνια χωρίς ισορροπία ή με ισορροπία μικτών στρατηγικών (mixed strategy equilibrium), **όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο.**

Συναντήσαμε αρκετούς όρους σχετικούς με την έννοια της ισορροπίας: την ισορροπία Nash, την ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών, τα εστιακά σημεία ή σημεία Schelling, και τις στρατηγικές maximin (με τις τελευταίες δύο να αποτελούν επικουρικές έννοιες ισορροπίας). Οι εκβάσεις που αποτελούν εστιακά σημεία (focal points) ή σημεία Schelling (Schelling points) μπορεί να θεωρηθούν ότι συνεισφέρουν στο πιο αδύνατο είδος ισορροπίας. Εστιακά σημεία είναι εκβάσεις που (για πολιτιστικούς, κοινωνικούς, εμπειρικούς ή άλλους λόγους) φαίνονται προφανείς, και είναι πιθανότερο να επιλεγούν από τους παίκτες. Τέτοιες εκβάσεις συχνά χρησιμεύουν ως βοηθητική έννοια επίλυσης (solution concept) σε περιπτώσεις που υπάρχουν περισσότερες από μία ισορροπίες και θέλουμε να εντοπίσουμε εκείνη που είναι πιθανότερη να επιλεγεί.

Η έννοια των στρατηγικών maximin βρίσκει αρκετές εφαρμογές στη διεθνή πολιτική. Κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Σοβιετική Ένωση ακολούθησαν μια στρατηγική πυρηνικής αποτροπής για να αποτρέψουν έναν πυρηνικό πόλεμο.⁸⁷ Στρατηγική maximin σε αυτή την περίπτωση ήταν να διατηρούν ένα αξιόπιστο πυρηνικό οπλοστάσιο και να απειλούν με καταστροφικά αντίποινα σε οποιαδήποτε επίθεση του αντιπάλου, ακόμα κι αν αυτό σήμαινε συνεχιζόμενη κούρσα εξοπλισμών και απειλή πυρηνικού πολέμου, επειδή το χειρότερο σενάριο (δηλαδή ένας ολοκληρωτικός πυρηνικός πόλεμος) αποτελούσε πολύ χειρότερο ενδεχόμενο. Ομοίως, στον απόηχο της κρίσης των πυραύλων της Κούβας, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Σοβιετική Ένωση ακολούθησαν μια στρατηγική διπλωματίας και διαπραγματεύσεως για να μειώσουν τις εντάσεις και να αποφύγουν έναν πυρηνικό πόλεμο. Στρατηγική maximin σε αυτή την περίπτωση ήταν να συμμετάσχουν σε ουσιαστικό διάλογο αναζητώντας κοινά αποδεκτές λύσεις, ακόμα κι αν αυτό σήμαινε παραχωρήσεις και συμβιβασμό των εθνικών συμφερόντων, επειδή το χειρότερο σενάριο (δηλαδή ένας ολοκληρωτικός πυρηνικός πόλεμος) θα ήταν πολύ χειρότερο. Στις μετέπειτα προσπάθειες για πυρηνικό αφοπλισμό (nuclear disarmament), το χειρότερο σενάριο στην κούρσα των πυρηνικών εξοπλισμών είναι η χρήση πυρηνικών όπλων, η οποία μπορεί να κατέληγε σε ολοκληρωτική πυρηνικό πόλεμο και να έχει καταστροφικές συνέπειες για την ανθρωπότητα. Στην περίπτωση αυτή, στρατηγική maximin είναι η μείωση των πυρηνικών όπλων που κατέχουν κάποια κράτη ακόμα κι αν χάσουν το στρατηγικό τους πλεονέκτημα, επειδή το χειρότερο σενάριο (πυρηνικός πόλεμος) θα ήταν πολύ χειρότερο.

Στην προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, το χειρότερο σενάριο είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη σε βαθμό που να υπάρξουν καταστροφικές αλλαγές στο κλίμα (ενδεχομένως υπερβαίνοντας κάποιο κρίσιμο σημείο ή tipping point), με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την οικονομία, και το φυσικό περιβάλλον όλων των κρατών. Στρατηγική maximin στην περίπτωση αυτή είναι η λήψη (επώδυνων οικονομικά και πολιτικά) μέτρων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα), επειδή το εναλλακτικό σενάριο (δηλαδή η καταστροφική υπερθέρμανση του πλανήτη) ενδέχεται να ήταν πολύ χειρότερο. Από την άλλη βέβαια, ο ανεπαρκής συντονισμός των κρατών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

⁸⁷ Freedman (2013).

σηματοδοτεί ότι τουλάχιστον οι κυβερνήσεις δεν έχουν πειστεί για το επείγον του προβλήματος.

Με την πανδημία COVID-19 ήρθαν στο προσκήνιο οι παγκόσμιες κρίσεις που προκύπτουν από πανδημίες. Το χειρότερο σενάριο στην περίπτωση μιας πανδημίας είναι η ταχεία εξάπλωση μιας μεταδοτικής ασθένειας με υψηλή θνητότητα, που θα μπορούσε να κατακλύσει τα συστήματα υγείας και να προκαλέσει σοβαρή οικονομική κρίση. Στρατηγική *maximin* στην περίπτωση αυτή θα ήταν η συνεργασία και ο συντονισμός των προσπαθειών για τον έλεγχο της εξάπλωσης της πανδημίας, ακόμη και αν αυτό σημαίνει ότι ορισμένες χώρες θα πρέπει να μοιραστούν πόρους ή να περιορίσουν προσωρινά τα ταξίδια ή το εμπόριο, επειδή το χειρότερο σενάριο (δηλαδή, μια καταστροφικής πανδημίας) θα ήταν πολύ χειρότερο.

Γενικεύοντας λοιπόν, η διεθνής συνεργασία ως απάντηση σε παγκόσμιες προκλήσεις όπως η κλιματική αλλαγή, οι πανδημίες, και η τρομοκρατία, αποτελεί στρατηγική *maximin*, όπου τα κράτη συνεργάζονται και συγκεντρώνουν πόρους για τον μετριασμό του χειρότερου σεναρίου, που θα ήταν πολύ χειρότερο.⁸⁸

Η ισορροπία Nash (Nash equilibrium) είναι το γνωστότερο είδος ισορροπίας στη Θεωρία Παιγνίων. Ένα κελί αποτελεί ισορροπία Nash όταν η έκβαση που αντιπροσωπεύει έχει την ιδιότητα να μην μπορεί κανείς παίκτης να αυξήσει την ανταμοιβή του αλλάζοντας τη στρατηγική του μονομερώς. Η ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (*dominant strategy equilibrium*) είναι το ισχυρότερο είδος ισορροπίας. Η ύπαρξη τέτοιας ισορροπίας προϋποθέτει ότι όλοι οι παίκτες διαθέτουν κυρίαρχη στρατηγική (*dominant strategy*), δηλαδή στρατηγική που επιφέρει τις μεγαλύτερες ανταμοιβές από οποιαδήποτε άλλη στρατηγική, ανεξάρτητα από το τι θα επιλέξει ο άλλος παίκτης. Όταν ένας ορθολογικός παίκτης διαθέτει κυρίαρχη στρατηγική, την επιλέγει με απόλυτη βεβαιότητα, και αυτό είναι κάτι που το ξέρουν και οι άλλοι παίκτες που συμμετέχουν στο παίγνιο (εφόσον υποθέτουμε πλήρη πληροφόρηση).

Μερικές φορές, ενώ αρχικά δεν μπορούμε να εντοπίσουμε ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών (επειδή δεν διαθέτουν όλοι οι παίκτες κυρίαρχες στρατηγικές), μπορούμε όμως να απαλείψουμε στρατηγικές που είναι υποδεέστερες επειδή κυριαρχούνται από άλλες (*dominated strategies*). Τέτοιες στρατηγικές είναι στρατηγικές για τις οποίες υπάρχει τουλάχιστον μία άλλη στρατηγική, η οποία αποφέρει μεγαλύτερες ανταμοιβές, μια προς μια, από την υποδεέστερη. Στον (μικρότερο) παιγνιακό πίνακα που απομένει μετά την απαλοιφή των στρατηγικών που κυριαρχούνται από άλλες (το υποπαίγνιο), μπορεί να υπάρχουν κυρίαρχες στρατηγικές, και μπορεί να βρεθεί ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών στο υποπαίγνιο. Αυτού τους είδους η ισορροπία ονομάζεται ισορροπία επαναλαμβανόμενων κυρίαρχων στρατηγικών (*iterated dominant strategy equilibrium*).

Η εύρεση του σημείου (δηλαδή του κελιού) ισορροπίας ενός παιγνίου αποτελεί την επίλυση του παιγνίου, και η έκβαση που αντιστοιχεί σε αυτό το κελί είναι και αυτή που τελικά θα προκύψει. Όπως είπαμε, διαφορετικά είδη ισορροπίας οδηγούν σε εκβάσεις με διαφορετικό βαθμό στρατηγικής βεβαιότητας. Επίσης, τα σημεία ισορροπίας μπορεί να είναι πάνω από ένα, οπότε η βεβαιότητα με την οποία είναι πιθανό να προκύψουν είναι μειωμένη. Η ισορροπία κυρίαρχων στρατηγικών αποτελεί εξαιρετικά σίγουρη έκβαση, η ύπαρξη μίας και μοναδικής ισορροπίας Nash λιγότερο (αλλά αρκετά) σίγουρη έκβαση, ενώ η ύπαρξη περισσότερων από μία ισορροπιών Nash εμπεριέχει αρκετή αβεβαιότητα.

Η έννοια της συνεργασίας

Ένα παίγνιο χαρακτηρίζεται συνεργατικό (*cooperative game*) εάν οι παίκτες επιτρέπεται να συνεννοούνται μεταξύ τους και ότι οι συμφωνίες (*agreements*) που τυχόν συνάψουν είναι δεσμευτικές (*enforceable*), δηλαδή έχουν συγκεκριμένες επιπτώσεις στις στρατηγικές των παικτών ακόμα και εάν δεν τηρηθούν. Ενώ στην κλασική θεωρία παιγνίων οι παίκτες δρουν με σκοπό τη μεγιστοποίηση της ατομικής τους ανταμοιβής, στη συνεργατική θεωρία παιγνίων (*cooperative game theory*), οι παίκτες επιλέγουν στρατηγικές με βάση τα κοινά ή συλλογικά

⁸⁸ Freedman (2013).

τους συμφέροντα και έχουν κίνητρο να συμφωνήσουν σε εκβάσεις που είναι κοινά ωφέλιμες (mutually beneficial).

Κατά αυτή την έννοια, το σύνολο σχεδόν των παιγνίων που εξετάζονται στην κλασική θεωρία παιγνίων (που είναι το αντικείμενο αυτού του βιβλίου) είναι μη συνεργατικά (non cooperative). Ακόμα και σε παίγνια όπως το δίλημμα των φυλακισμένων (prisoner's dilemma), όπου οι παίκτες πρέπει να αποφασίσουν εάν θα συνεργαστούν ή όχι, δεν μπορεί να συναφθεί μεταξύ των παικτών κάποια δεσμευτική και εκτελέσιμη συμφωνία για συνεργασία. Με άλλα λόγια, ακόμα και το δίλημμα των φυλακισμένων είναι μη συνεργατικό, παρά το γεγονός ότι εξετάσαμε την περίπτωση δεσμευτικής συμφωνίας ως μία στρατηγική ανάδειξης της συνεργατικής λύσης ως της έκβασης ισορροπίας.

Πληροφόρηση

Οι στρατηγικές που επιλέγουν οι παίκτες συχνά εξαρτώνται από την πληροφόρηση (information) που έχουν για τους άλλους παίκτες που συμμετέχουν στο παίγνιο. Σχετικά, διακρίνουμε τα παίγνια σε παίγνια τέλει πληροφόρησης (perfect ή complete information), παίγνια ατελούς πληροφόρησης (imperfect ή incomplete information), και παίγνια ασύμμετρης πληροφόρησης (asymmetric information). Σε παίγνια ελλιπούς πληροφόρησης, υπάρχει ένας πρόσθετος εικονικός παίκτης (pseudo player) που λειτουργεί ως τυχαίος παράγοντας (και ονομάζεται φύση ή nature). Σε παίγνια ασύμμετρης πληροφόρησης, δεν έχουν όλοι οι παίκτες την ίδια πληροφόρηση – άλλοι ξέρουν περισσότερα, άλλοι λιγότερα. Κάποιοι παίκτες μπορεί να διαθέτουν και ατομικές πληροφορίες (private information).

Στο βιβλίο αυτό πάντως εστιάζουμε κυρίως σε παίγνια πλήρους πληροφόρησης, όπου δηλαδή όλοι οι παίκτες έχουν απόλυτη γνώση όλων των κανόνων του παιγνίου, δηλαδή των παικτών, της χρονικής αλληλουχίας των κινήσεων (δηλαδή αν το παίγνιο είναι ταυτόχρονων ή διαδοχικών κινήσεων), των εναλλακτικών στρατηγικών, και των αντίστοιχων ανταμοιβών.

Αβεβαιότητα και ρίσκο

Η αβεβαιότητα (uncertainty) που συνεπάγεται η ατελής πληροφόρηση, μεταφράζεται σε ρίσκο (risk), για το οποίο μιλήσαμε λίγο όταν εξετάσαμε τις στρατηγικές maximin. Η ενσωμάτωση του ρίσκου σε στρατηγικά παίγνια γίνεται με κατανομές πιθανοτήτων (probability distributions), και θα δούμε ένα σχετικό παράδειγμα στο επόμενο κεφάλαιο, που θα εξετάσουμε παίγνια διαδοχικών κινήσεων.

Τα παίγνια ατελούς πληροφόρησης αποτελούν την πλειοψηφία των παιγνίων που συναντάμε στην πραγματική ζωή. Τέτοια παίγνια χαρακτηρίζονται από πιθανές εκβάσεις (likely outcomes) και οι παίκτες που μετέχουν σε αυτά προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τη αναμενόμενη ή μέση ανταμοιβή τους (expected payoff), που υπολογίζεται ως ο μέσος όρος όλων των πιθανών ανταμοιβών που αντιστοιχούν σε μία επιλογή. Σχετικές μέθοδοι αποτελούν το αντικείμενο της θεωρίας της αναμενόμενης ή μέσης χρησιμότητας (expected utility), που είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην εξέταση παιγνίων στα οποία υπάρχει ρίσκο αλλά είναι εκτός αντικειμένου αυτού του βιβλίου.

Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση των παιγνίων ταυτόχρονων κινήσεων, στο επόμενο κεφάλαιο στρέφουμε την προσοχή μας σε παίγνια διαδοχικών κινήσεων, που επιτρέπουν την ανάλυση δυναμικών στρατηγικών προβλημάτων με περισσότερους από δύο παίκτες.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Allison, G. (2017). *Destined for war: Can America and China escape Thucydides's trap?* Boston: Houghton Mifflin Harcourt.

Axelrod, R. (1984). *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.

Bierman, H.S., & Fernandez, L. (1998): *Game theory with economic applications*. 2nd ed., Addison-Wesley.

- Brams, S. J., & Wittman, D. (1981). Nonmyopic equilibria in 2×2 games. *Conflict Management and Peace Science*, 6(1), 39–62. <https://www.jstor.org/stable/26273148>
- Carmichael, F. (2005). *A guide to game theory*. Prentice Hall Financial Times.
- Cashman, G. (2014). *What causes war: An introduction to theories of international conflict*. 2nd edition, Lanham, US: Rowman & Littlefield.
- Clegg, B. (2022). *Game theory: Understanding the mathematics of life*. Icon Books.
- Correa, H. (2001). Game theory as an instrument for the analysis of international relations. *Ritsumeikan International Studies*, October, 187-208. Ανακτήθηκε από http://www.ritsumei.ac.jp/ir/isaru/assets/file/journal/14-2_hector.pdf
- DeCanio, S. J., & Fremstad, A. (2010). Game theory and climate diplomacy. *Ecological Economics*, 85, 177-187. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.04.016
- Dixit, A. K., & Nalebuff, B. J. (1991). *Thinking strategically – The competitive edge in business, politics, and everyday life*. New York: W. W. Norton & Company
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world*. Cambridge University Press
- Freedman, L. (2013). *Strategy: A history*. Oxford UK: Oxford University Press.
- Gardner, J. (1983). *The art of fiction*. Vintage Books edition.
- Gladwell, M. (2002). *The tipping point: How little things can make a big difference*. New York: Little, Brown and Company.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science, New Series*, 162(3859), 1243-1248.
- Harsanyi, J. C. (1967). Games with incomplete information played by "Bayesian" players, I-III. Part I. The Basic Model. *Management Science*, 14(3), 159–182. DOI: 10.1287/mnsc.14.3.159.
- Haywood Jr., O. G. (1954, Nov). Military decision and game theory. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(4), 365-385. <http://www.jstor.org/stable/166693>
- Jervis, R. (1978). Cooperation under the security dilemma. *World Politics*, 30(2), 167-214. <https://doi.org/10.2307/2009958>
- Jervis, R. (1988). Realism, game theory, and cooperation. *World Politics*, 40(3), 317-349. <https://doi.org/10.2307/2010216>
- Kahn, H. (1960). *On thermonuclear war*. Princeton: Princeton University Press.
- Madison, J. (1961). *The Federalist papers*. C. Rossiter (ed.), New York: Signet, σελ. 322
- Markland, R. E. (1989). *Topics in management science*. 3rd edition, New York: John Wiley & Sons.
- McCain, R. A. (2004). *Game theory: A non-technical introduction to the analysis of strategy*. Thomson Scientific
- Mearsheimer, J. J. (2001). *The tragedy of great power politics*. New York, NY: W. W. Norton & Company.
- Nda, U., & Akpan, M. (2011, December). Sophocles and Shakespeare: A comparative study of classical and Elizabethan tragedies. *Greener Journal of Art and Humanities*, 1(1), 011-020. ISSN: 2276-7819
- Nye Jr., J. S., & Welch, D. A. (2014). *Understanding global conflict & cooperation: Intro to theory & history*. 9th edition, Pearson.
- Parkes, R. (2014, November 14). Europe's East-West conflict is a battle of the sexes. Carnegie Europe. Ανακτήθηκε από <https://carnegieeurope.eu/strategieurope/57217>
- Peterson, M. (2017). *An introduction to decision theory*. 2nd ed., Cambridge Introductions to Philosophy, Cambridge: Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/9781316585061>
- Platias, A., & Trigkas, V. (2021). Unravelling the Thucydides' trap: Inadvertent escalation or war of choice? *The Chinese Journal of International Politics*, 1–37. <http://doi.org/10.1093/cjip/poaa023>

- Pradeep, S. (2019). Game theory, Strategies and the convoluted triangle – India, Pakistan, Kashmir. ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg. Ανακτήθηκε από <https://www.econstor.eu/handle/10419/195929>
- Rapoport, A. (1967). Exploiter, leader, hero, and martyr: The four archetypes of the 2×2 game. *Behavioral Sciences*, 12, 81-84. <https://doi.org/10.1002/bs.3830120202>
- Rapoport, A. (1974). *Game theory as a theory of conflict resolution*. Boston: D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland.
- Rousseau, J.-J., & Cranston, M. (1984). *A discourse on inequality*. Harmondsworth, Middlesex, England: Penguin Books.
- Schelling, T. (1980). *The strategy of conflict*. Harvard University.
- Smith, S. B. (2012). *Political philosophy*. New Haven & London: Yale University Press.
- Snyder, G. H., & Diesing, P. (2016). *Conflict among nations: Bargaining, Decision making and system structure in international crises*. Princeton Legacy Library.
- Stein, A. (1993). *Why nations cooperate: Circumstance and choice in international relations*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Stevens, S. P. (2008). *Games people play: Game theory in life, business and beyond*. Parts I and II, The Teaching Company.
- Waltz, K. (1981). *The Spread of Nuclear Weapons: More May Better*. *Adelphi Papers*, 171, London: International Institute for Strategic Studies
- Waltz, K. N. (1979). *Theory of international politics*. Reading, MA: McGraw Hill.
- Zagare, F. C. (2014). A game-theoretic history of the Cuban missile crisis. *Economies*, 2, 20-44.; <https://doi.org/10.3390/economies2010020>