

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών

Παίγνιο φυλακισμένων

Ιωάννης Παραβάντης
Επίκουρος Καθηγητής

Νοέμβριος 2009

THE PRISONER'S DILEMMA

THE CRASH IS PSYCHOLOGICAL. IF EVERYONE MAKES A LEAP OF FAITH AND STARTS SPENDING AGAIN, WE'LL BE FINE!



SOMEONE HAS TO SPEND FIRST. I'M GOING TO LEAD BY EXAMPLE!

WHAT IF NO ONE ELSE STARTS SHOPPING? YOU'LL HAVE SUNK DEEPER INTO DEBT AS YOUR INCOME SHRINKS.



IT'S LIKE RECYCLING. IF EVERYONE DOES IT, THE WORLD IS A CLEAN PLACE!



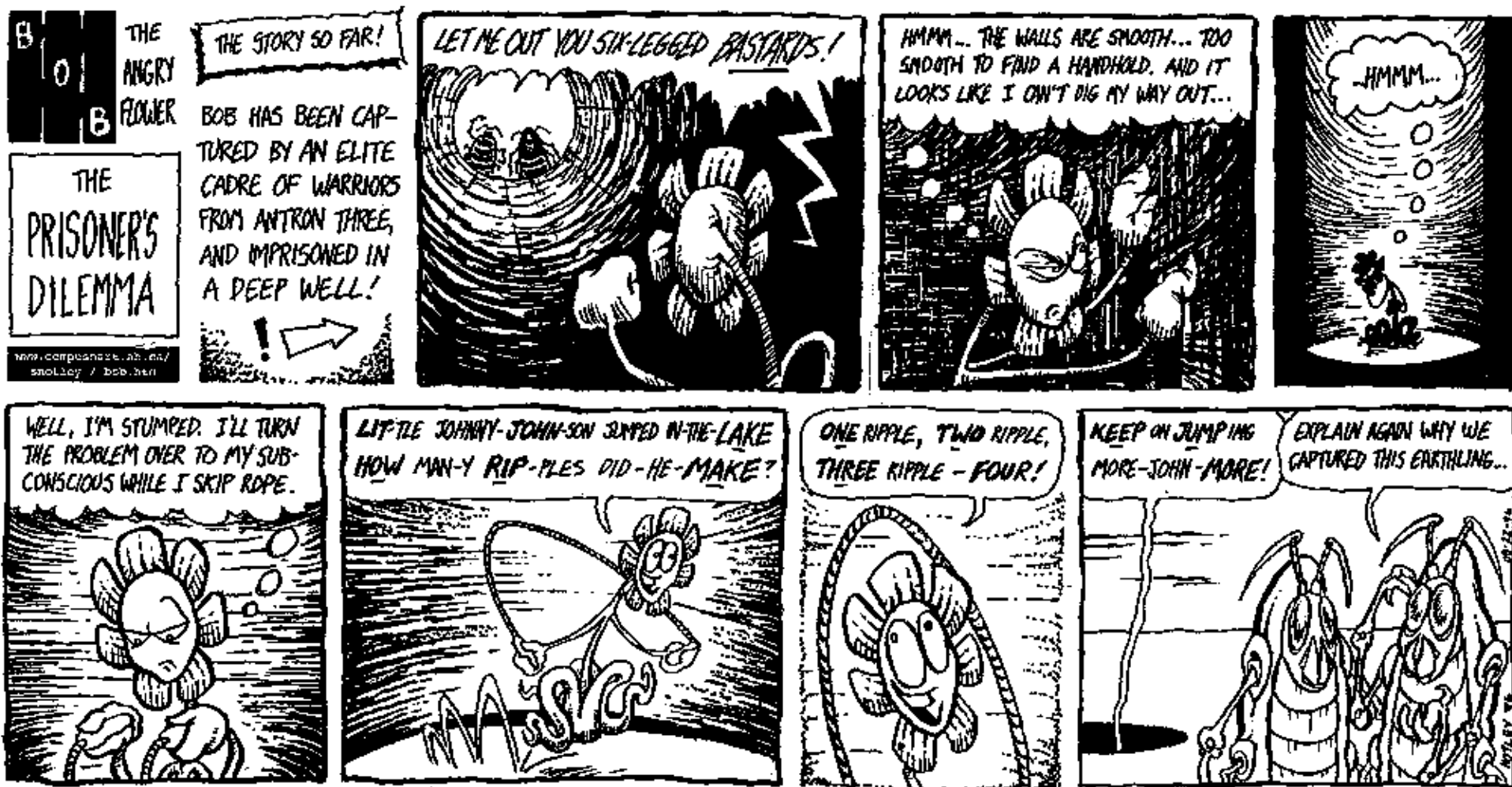
SURE IS A LOT OF LITTER OUT HERE



© TED RALL
2008

WWW.RALL.COM

DISTRIBUTED BY UNIVERSAL PRESS SYNDICATE



Το παραπάνω cartoon δεν έχει σχέση με το δίλημμα των φυλακισμένων, αν και δείχνει την παιγνιακή σημασία του να το **παίζεις τρελός!**

Κλασσικό μοντέλο

Το κλασσικό μοντέλο του διλήμματος των φυλακισμένων (prisoner's dilemma) προβλέπει τις ακόλουθες ανταμοιβές ([Carmichael, 2005](#))

Matrix. 3.1 Prisoners' dilemma

		prisoner 2	
		deny	confess
prisoner 1	deny	-1, -1	-10, 0
	confess	0, -10	-5, -5

όπου κάθε κατάδικος επιλέγει ανάμεσα στην **ομολογία** (confess) και την **άρνηση** (deny) οι δε ανταμοιβές δείχνουν την ποινή που τους επιβάλλεται σε έτη φυλάκισης.

Ισορροπία επικρατούσας στρατηγικής

Στον επόμενο πίνακα σημειώνονται η ισορροπία **επικρατούσας** στρατηγικής αφενός και η ισορροπία κατά **Nash** αφετέρου (υπογράμμιση).

Matrix. 3.1.1 Dominant-strategy equilibrium of the prisoners' dilemma

		prisoner 2	
		deny	confess
prisoner 1	deny	-1, -1 → -10, <u>0</u>	
	confess	<u>0</u> , -10 → - <u>5</u> , - <u>5</u>	

Το σημείο ισορροπίας **επικρατούσας** στρατηγικής (που είναι και σημείο ισορροπίας κατά **Nash**) δεν είναι η καλύτερη δυνατή έκβαση!

Το δίλημμα για τους παίκτες είναι ότι θα μπορούσαν και οι δυο να εξασφαλίσουν **μεγαλύτερη** ανταμοιβή εάν δεν μιλούσαν!

Αποτελεσματικότητα κατά Pareto

Στο παίγνιο των φυλακισμένων, το σημείο **ισορροπίας** δεν είναι **αποτελεσματικό** κατά Pareto!

Pareto efficiency

- In a two-player game an outcome is Pareto-efficient if it is not possible to improve one player's pay-off without at the same time lowering the pay-off of the other.

Δυστυχώς, εάν οι παίκτες προσπαθήσουν να **συνεννοηθούν** ώστε να επιλέξουν και οι δυο το **πάνω αριστερά** κελί, αυτόματα συμφέρει και τους δυο καλύτερα να **προδώσουν** τη συμφωνία και να αλλάξουν **μονομερώς** επιλογή!

Το πρόβλημα είναι ότι και οι δυο αλλάζουν στρατηγική - **δεν είναι η ζωή τραγική;**

Γενικευμένο μοντέλο

Σε γενικότερη έκφραση, το δίλημμα των φυλακισμένων περιγράφεται με την ακόλουθη ορολογία.

Matrix 3.3 Generalising the strategies as well as the pay-offs in the prisoners' dilemma

		player column	
		cooperate (with row)	defect
player row	cooperate (with column)	a, a	b, c
	defect	c, b	d, d

$c > a > d > b$

Παρατηρείστε την κλασσική θεωρητική ορολογία «**cooperate**» και «**defect**».

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Θεωρήστε μια πανέμορφη μακρινή περιοχή (σαν την Αλάσκα) με πλούσια κοιτάσματα **πετρελαίου** στο υπέδαφός της (**Bierman and Fernandez, 1998**).



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Εισέρχεται εταιρεία πετρελαιοειδών στην περιοχή (έστω ότι είναι η **Shell**).



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Η εταιρεία έχει δυο τεχνολογικές επιλογές: να εξορύξει πετρέλαιο με αγωγό είτε μικρής είτε μεγάλης διαμέτρου.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Τα σχετικά κόστη (σε εκατομμύρια US\$) έχουν ως ακολούθως:

	Στενός αγωγός	Φαρδύς αγωγός
κόστος εξόρυξης	16	29
κόστος άντλησης	20	20
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	36	49
έσοδα	80	80
ΚΕΡΔΟΣ	44	31

Συνεπώς, την εταιρεία συμφέρει η εξόρυξη με **στενό** αγωγό.

Μέχρι τώρα, έχουμε **απόφαση** (και όχι παίγνιο).

Όλα καλά;

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Όχι ακριβώς...

Αίφνης, μπαίνει στην περιοχή **δεύτερη** εταιρεία (έστω η **Exxon**)!



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Η Exxon αντιμετωπίζει τις ίδιες **τεχνολογικές** επιλογές και έχει τα ίδια **κόστη** με την Shell.

Θυμίζουμε τα σχετικά κόστη (σε εκατομμύρια US\$):

	Στενός αγωγός	Φαρδύς αγωγός
κόστος εξόρυξης	16	29
κόστος άντλησης	20	20
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	36	49
έσοδα	80	80
ΚΕΡΔΟΣ	44	31

Ατομικά, και τις δυο εταιρείες συμφέρει η εξόρυξη με **στενό** αγωγό.

Όμως, τώρα το πρόβλημα έχει μετατραπεί σε στρατηγικό **παίγνιο**!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Τα κέρδη των δυο εταιρειών σε όλες τις πιθανές εκβάσεις του παιγνίου, φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα ανταμοιβών (σε εκατομμύρια US\$):

		Shell	
		στενός	φαρδύς
Exxon	στενός	14 , 14	-1 , 16
	φαρδύς	16 , -1	1 , 1

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Εύρεση ισορροπίας επικρατούσας στρατηγικής

		Shell	
		στενός	φαρδύς
Exxon	στενός	14 , 14	-1 , 16
	φαρδύς	16 , -1	1 , 1

Δηλαδή εξαλείφουμε την **πάνω γραμμή** και την **αριστερή στήλη** και καταλήγουμε στο **κάτω δεξιό** κελί.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: εξόρυξη πετρελαίου

Εύρεση ισορροπίας κατά Nash

Shell

Exxon

		στενός	φαρδύς
Exxon	στενός	14 , 14	-1 , 16
	φαρδύς	16 , -1	1 , 1

Και πάλι καταλήγουμε στο **κάτω δεξιά** κελί, το οποίο αποτελεί σημείο ισορροπίας κατά Nash (και σημείο ισορροπίας επικρατούσας στρατηγικής).

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο

Αν και το διεθνές εμπόριο διέπεται από την αρχή του **συγκριτικού πλεονεκτήματος** (comparative advantage), οι κυβερνήσεις επιβάλλουν **δασμούς** (tariffs), που ωφελούν τους εγχώριους παραγωγούς αλλά βλάπτουν τους καταναλωτές και τους εξαγωγείς (**Carmichael, 2005**).

Αντίποινα (retaliatory actions) θα μπορούσαν να εξελιχθούν σε **εμπορικό πόλεμο** (trade war)!

Για παράδειγμα, το 2003 έλαβε χώρα εμπορικός πόλεμος μεταξύ της **Ευρωπαϊκής Ένωσης** και των **Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής** με αφορμή τους δασμούς που επέβαλαν οι ΗΠΑ στον εισαγόμενο **χάλυβα** (steel) παρά τις αντίθετες συστάσεις του **Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου** (World Trade Organization).

Οι Ευρωπαίοι απείλησαν με δασμούς στις μοτοσυκλέτες Harley Davidson, τα γυαλιά Ray-Ban και άλλα Αμερικανικά αγαθά!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 1

Ένα τέτοιο παίγνιο απεικονίζεται στον ακόλουθο πίνακα ανταμοιβών.

Matrix 3.5 International trade 1

		Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Jesmania	no tariff	10, 10	-1, 15
	impose tariff	15, -1	2, 2

Από τις ανταμοιβές, παρατηρούμε ότι είναι **παίγνιο φυλακισμένων**.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 1

Κατωτέρω σημειώνουμε την ισορροπία **επικρατούσας** στρατηγικής.

Matrix 3.5 International trade 1

		Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Jesmania	no tariff	10, 10	-1, 15
	impose tariff	15, -1	2, 2

Η επικρατούσες στρατηγικές τους οδηγούν και τις δυο χώρες στην **επιβολή** δασμών ενώ θα ήταν καλύτερα να συνεννοηθούν και να μην τους επιβάλουν!

Αυτό είναι το κλασσικό γνώρισμα του παιγνίου των φυλακισμένων!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 1

Και κατωτέρω σημειώνουμε την ισορροπία κατά **Nash**.

Matrix 3.5 International trade 1

		Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Jesmania	no tariff	10, 10	-1, 15
	impose tariff	15 , -1	2 , 2

Το κοινό σημείο ισορροπίας **επικρατούσας** στρατηγικής και ισορροπίας κατά **Nash** δεν είναι αποτελεσματικό κατά **Pareto** γιατί υπάρχει άλλη έκβαση όπου και οι δυο παίκτες έχουν **υψηλότερες** ανταμοιβές: {no tariff, no tariff}!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 2

Στην κατωτέρω **παραλλαγή** του παιγνίου του διεθνούς εμπορίου, εξετάζουμε δυο μικρές χώρες (**Carmichael, 2005**).

Matrix 3.6 International trade 2

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Little Jesmania	no tariff	10, 10	-1, 8
	impose tariff	8, -1	-2, -2

Οι ανταμοιβές αντανακλούν το γεγονός ότι οι επιλογές των δυο κρατών δεν επηρεάζουν πολύ τη διεθνή αγορά.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 2

Κατωτέρω εξετάζουμε την ισορροπία **επικρατούσας** στρατηγικής.

Matrix 3.6 International trade 2

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Little Jesmania	no tariff	10, 10 ←	-1, 8 ↑
	impose tariff	8, -1 ←	-2, -2 ↑

Επιβεβαιώνεται ότι δεν συμφέρει τις μικρές χώρες να εμπλέκονται σε **εμπορικούς πολέμους** γιατί είναι στη διάθεση των **παγκόσμιων αγορών**!

Παρατηρούμε επίσης ότι το ανωτέρω παίγνιο **δεν είναι πλέον παίγνιο φυλακισμένων**.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 2

Τέλος, εξετάζουμε την ισορροπία κατά **Nash**.

Matrix 3.6 International trade 2

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Little Jesmania	no tariff	10, 10	-1, 8
	impose tariff	8, -1	-2, -2

Επιβεβαιώνονται τα προηγούμενα ευρήματα.

Έτσι, συμπεραίνουμε ότι οι εμπορικοί πόλεμοι είναι πιθανοί ανάμεσα σε μεγάλους εμπορικούς εταίρους (όπως η **ΕΕ** και οι **ΗΠΑ**) αλλά απίθανοι ανάμεσα σε μικρές χώρες (όπως η **Ελλάδα** και η **ΠΓΔΜ**)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 3

Στην κατωτέρω **παραλλαγή** του παιγνίου του διεθνούς εμπορίου (Carmichael, 2005), Little Rosatia θα μπορούσε να είναι η **Ελλάδα** και Greater Jesmania η **Ευρωπαϊκή Ένωση**.

Matrix 3.7 International trade 3

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Greater Jesmania	no tariff	10, <u>10</u>	-1, 8
	impose tariff	<u>15</u> , <u>-1</u>	<u>2</u> , -2

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 3

Εύρεση ισορροπίας **επικρατούσας** στρατηγικής

Matrix 3.7 International trade 3

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Greater Jesmania	no tariff	10, <u>10</u> ←	-1, 8
	impose tariff	<u>15</u> , -1 ←	<u>2</u> , -2 ↓

Συμπεραίνουμε ότι η μικρή χώρα (**Ελλάδα**) δεν θα επιβάλει δασμούς ενώ η μεγάλη (**Ευρωπαϊκή Ένωση**) θα επιβάλει.

Και πάλι παρατηρήσουμε ότι, με τις ανταμοιβές αυτές, το ανωτέρω παίγνιο **δεν είναι παίγνιο φυλακισμένων**.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: διεθνές εμπόριο 3

Η ισορροπία κατά **Nash** φαινόταν και στον αρχικό πίνακα διότι οι βέλτιστες απαντήσεις (best responses) είναι υπογραμμισμένες.

Matrix 3.7 International trade 3

		Little Rosatia	
		no tariff	impose tariff
Greater Jesmania	no tariff	10, <u>10</u>	-1, 8
	impose tariff	<u>15</u> , <u>-1</u>	<u>2</u> , -2

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι σε εμπορικούς πολέμους ανάμεσα σε μικρές χώρες και μεγάλους οργανισμούς, δασμούς θα επιβάλουν μόνο οι μεγάλοι οργανισμοί. Αυτό ακριβώς κάνει και η **ΕΕ** απέναντι στις μικρές χώρες του **Τρίτου Κόσμου**, στα πλαίσια της **Κοινής Αγροτικής Πολιτικής** (Common Agricultural Policy)!



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: δημόσια αγαθά

Τα απόλυτα **δημόσια** αγαθά (pure public goods) έχουν χαρακτηριστικά που δεν τα έχουν τα αγαθά που εμπορεύονται σε **αγορές** (market goods):

- Η παραγωγή ενός δημόσιου αγαθού δεν μπορεί να χωριστεί σε «**μερίδες**», που προορίζονται για κάθε μεμονωμένο καταναλωτή (non divisible).
- Η **κατανάλωση** ενός δημόσιου αγαθού από ένα καταναλωτή δεν **μειώνει** τη συνολική **ποσότητα** που είναι διαθέσιμη (**non rival**).
- Δηλαδή, το πρόσθετο **κόστος** παροχής ενός δημόσιου αγαθού σε έναν παραπάνω καταναλωτή είναι **μηδέν**.
- Άπαξ και παράγεται ένα δημόσιο αγαθό, ουδείς καταναλωτής μπορεί να **αποκλειστεί** από τη χρήση του (**non excludable**).

Απόλυτα δημόσια αγαθά είναι το φως που εκπέμπει ένας **φάρος**, η άμυνα που παρέχουν οι **ένοπλες δυνάμεις** και ο **καθαρός αέρας** που αναπνέουμε!

Όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα (**Carmichael, 2005**), η δημόσια **παιδεία** και η δημόσια **υγεία** είναι μικτά δημόσια αγαθά!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: δημόσια αγαθά

Table 3.1 Non-rivalry and non-excludability

	Rival	Non-rival
	Pure private goods	Mixed goods
Excludable	● Cornflakes ● Cars ● Chocolate	● Pay per view TV ● Toll bridges ● Private roads
	Mixed goods	Pure public goods
Non-excludable	● State education ● Public health ● Open access resources such as ocean fishing fields, city streets and town parks	● National defence ● Lighthouses ● A clean environment ● Very large national parks

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: προστασία περιβάλλοντος

Η οικονομική θεωρία προβλέπει ότι η παροχή **δημόσιων** αγαθών γίνεται κατά τρόπο προβληματικό λόγω των **τζαμπατζήδων** (free riders), που **απολαμβάνουν** την παροχή των δημόσιων αγαθών χωρίς να **πληρώνουν**!

Matrix 3.8 Conservation

		Community of Waremouth	
		conserve	not conserve
Community of Arleston	conserve	25, 25	-50, 100
	not conserve	100, -50	0, 0

Το ανωτέρω παιγνιακό μοντέλο απεικονίζει το πρόβλημα των δημόσιων αγαθών με συγκεκριμένο παράδειγμα την **προστασία** μια περιοχής ιδιαίτερου φυσικού κάλους από δυο γειτονικές **κοινότητες**.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: προστασία περιβάλλοντος

Σύμφωνα και με τον πίνακα ανταμοιβών, το **κόστος** προστασίας της περιοχής είναι 150 χρηματικές μονάδες ενώ το **όφελος** για κάθε **κοινότητα** είναι 100 μονάδες (άρα για το σύνολο της **κοινωνίας** είναι $100+100=200$).

Matrix 3.8 Conservation

		Community of Waremouth	
		conserve	not conserve
Community of Arlestone	conserve	25, 25	-50, 100
	not conserve	100, -50	0, 0

Περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η **ρύπανση** (pollution) και η μείωση της **βιοποικιλότητας** (biodiversity) προκύπτουν ακριβώς επειδή πολλές **χώρες** συμπεριφέρονται ως **τζαμπατζήδες**, όπως προβλέπει το μοντέλο του παιγνίου των φυλακισμένων!

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: υπεραλίευση

Προβλήματα παρόμοια με τα δημόσια αγαθά εμφανίζουν και οι **πόροι ανοιχτής πρόσβασης** (open access resources) όπως οι πληθυσμοί των **ψαριών** στην Νότια Αμερική και την Ασία (**Carmichael, 2005**).

Matrix 3.9 Fishing game

		Fleet Kippen	
		restrained fishing	unrestrained fishing
Fleet Cody	restrained fishing	100, 100 → 25, 150	↓
	unrestrained fishing	↓ 150, 25 → 30, 30 ↓	

Λόγω δομής ανταμοιβών όπως στο παίγνιο των φυλακισμένων, προκαλείται **υπεραλίευση** (δηλαδή υπερβολική εκμετάλλευση). Η κυκλοφοριακή **συμφόρηση** (traffic congestion) προκαλείται με τον ίδιο τρόπο.

Hardin, G. (1968): *The Tragedy of the Commons*

The Tragedy of the Commons

The population problem has no technical solution;
it requires a fundamental extension in morality.

Garrett Hardin

At the end of a thoughtful article on the future of nuclear war, Wiesner and York (1) concluded that: "Both sides in the arms race are . . . confronted by the dilemma of steadily increasing military power and steadily decreasing national security. *It is our considered professional judgment that this dilemma has no technical solution.* If the great pow-

sional judgment. . . ." Whether they were right or not is not the concern of the present article. Rather, the concern here is with the important concept of a class of human problems which can be called "no technical solution problems," and, more specifically, with the identification and discussion of one of these.

It is easy to show that the class is not

What Shall We Maximize?

Population, as Malthus said, naturally tends to grow "geometrically," or, as we would now say, exponentially. In a finite world this means that the per capita share of the world's goods must steadily decrease. Is ours a finite world?

A fair defense can be put forward for the view that the world is infinite; or that we do not know that it is not. But, in terms of the practical problems that we must face in the next few generations with the foreseeable technology, it is clear that we will greatly increase human misery if we do not, during the immediate future, assume that the world available to the terrestrial human population is finite. "Space" is no escape (2).

A finite world can support only a finite population; therefore, population growth must eventually equal zero. (The case of perpetual wide fluctuations above and below zero is a trivial variant that need not be discussed.) When this condition is met, what will be the situa-

Βιβλιογραφικές αναφορές

Bierman, H.S. and L. Fernandez (1998): *Game Theory with Economic Applications*, Second Edition, Addison-Wesley.

Carmichael, F. (2005): *A Guide to Game Theory*, Prentice Hall Financial Times.

Hardin, G. (1968): «*The Tragedy of the Commons*», *Science, New Series*, Vol. 162, No. 3859, pp. 1243-1248.