ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΑΦΘΟΡΑΣ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

ΤΕΡΖΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ M 4/01

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΣΟΛΔΑΤΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να αναλύσει ένα αρκετά διαδεδομένο φαινόμενο των ημερών σε όλες τις χώρες του κόσμου, την διαφθορά κάποιων κυβερνητικών λειτουργών όσον αφορά την ανάθεση δημοσίων έργων. Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο στις χώρες του τρίτου κόσμου αλλά παρατηρείται ακόμη και στις λεγόμενες προηγμένες σε μικρότερο βαθμό. Θα εξετάσουμε αυτό το πρόβλημα με τη βοήθεια της θεωρίας παιγνίων και ιδιαιτέρως της εξελικτικής σε στατικό παίγνιο αλλά και σε δυναμικό (Replicator Dynamics). Το ενδιαφέρον μας θα εστιαστεί στο κατά πόσο αυτή η θεωρία που συνήθως εφαρμόζεται σε φαινόμενα της φύσης (αλλοιώσεις πληθυσμών) επαληθεύει τα συμπεράσματα άλλων μεθόδων που εφαρμόσθηκαν για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων. Κύρια πηγή της εργασίας αλλά και το πρωταρχικό ερέθισμα αποτέλεσαν έξη άρθρα των οποίων την δημοσίευση επιμελήθηκαν οι Fiorentini, Zamagni (1999) στο *The Economics of Corruption and Illegal Markets.* Αρχικά θα γίνει μια αναφορά σε αυτά τα άρθρα όσον αφορά στο τι ακριβώς εξετάζουν αλλά και με ποια μέθοδο γίνεται αυτό.

Το πρώτο άρθρο που θα αναφερθεί είναι το *Corruption as a Gamble* του Cadot (1987). Έχοντας ως υπόβαθρο το έργο των Rose-Ackerman (1975,1978) πάνω στην ανάλυση της διαφθοράς εξέτασε το εξής υπόδειγμα: Ένας κυβερνητικός λειτουργός είναι υπεύθυνος για να παρέχει μια άδεια σε ορισμένους συμμετέχοντες ενός διαγωνισμού, χάριν απλότητας ας τους ονομάσουμε παίκτες. Ο διαγωνισμός αυτός είναι απόλυτα αξιόπιστος αλλά αφού κάθε παίκτης διαγωνιστεί πρέπει να πάρει την άδεια από τον υπεύθυνο ο οποίος με βάση τον χαρακτήρα του είναι είτε ειλικρινής είτε διεφθαρμένος. Στην πρώτη περίπτωση οι καλοί παίκτες (όσον αφορά την επίδοσή τους) θα πάρουν την άδεια χωρίς να χρειαστεί να δωροδοκήσουν τον υπεύθυνο ενώ οι κακοί δεν θα πάρουν την άδεια. Στην δεύτερη περίπτωση ο υπεύθυνος θα ζητήσει ανεξαρτήτως του είδους του παίκτη ένα ποσό για να του δώσει την άδεια και η εναλλακτική λύση είναι η δημοσιοποίηση του διεφθαρμένου λειτουργού. Εξετάζονται τρεις διαφορετικές εκδοχές και η λύση βασίζεται στην μεγιστοποίηση της ωφέλειας του υπευθύνου μέσω της καλύτερης στρατηγικής Nash. Φυσικά αναφερόμαστε στον διεφθαρμένο λειτουργό και η ωφέλειά του απαρτίζεται από την αμοιβή του διαχρονικά αλλά και το ποσό δωροδοκίας.

Α) Πλήρη πληροφόρηση : Οι παίκτες γνωρίζουν τον τύπο τους, δηλαδή πόσο καλά έχουν γράψει στον διαγωνισμό. Οι υπεύθυνοι τότε γνωρίζοντας επιπλέον το ποσοστό των συναδέλφων τους που είναι διαφθαρμένοι ζητούν από τους κακούς παίκτες να τους δώσουν ένα ποσό ίσο με την αξία της άδειας (αφού γνωρίζουν ότι αυτοί δεν έχουν άλλο τρόπο να πάρουν την άδεια) και από τους καλούς ένα ποσό ίσο με το κόστος ανακοίνωσης της δωροδοκίας(το οποίο έχει να κάνει με το γεγονός ότι θα χάσουν μια χρονική περίοδο μέχρι να ξανασυμμετέχουν στο καινούργιο διαγωνισμό) εκ μέρους τους γιατί οι συγκεκριμένοι παίκτες έχουν κίνητρο να δημοσιοποιήσουν την παράνομη δραστηριότητα.

Β) Ασύμμετρη πληροφόρηση : Ο παίκτης δεν γνωρίζει ακριβώς τον τύπο του, έχει όμως κάποια πεποίθηση για το πόσο καλά έχει γράψει στον διαγωνισμό. Ο υπεύθυνος από την μεριά του γνωρίζει ότι και στην προηγούμενη περίπτωση. Με βάση λοιπόν το ποσοστό των καλών παικτών και το ποσοστό των διεφθαρμένων λειτουργών υπολογίζει την ωφέλεια του και ξεχωρίζει δύο περιπτώσεις. Όταν ικανοποιείται μια συνθήκη επιλέγει να δείξει στον υποψήφιο τον τύπο του οπότε έχουμε την λύση της πλήρους πληροφόρησης. Στην αντίθετη περίπτωση υπό το φόβο της διαπόμπευσής του ζητάει ποσό δωροδοκίας ίσο με το κόστος ανακοίνωσης της παρανομίας εκ μέρους του καλού παίκτη έτσι ώστε ανεξαρτήτως των πεποιθήσεων του παίκτη να μην έχει κίνητρο να δημοσιοποιήσει τον χαρακτήρα του υπευθύνου.

Γ) Μη πλήρη πληροφόρηση : Ο παίκτης δεν ξέρει πόσο καλά έχει γράψει στον διαγωνισμό αλλά πάλι έχει κάποιες πεποιθήσεις για το είδος του. Ο λειτουργός τώρα το μόνο που γνωρίζει είναι το ποσοστό των διεφθαρμένων συναδέλφων του ενώ για το είδος των παικτών έχει κάποιες προσωπικές αντιλήψεις. Εδώ το ποσό που θα ζητήσει ως δωροδοκία εξαρτάται από το ύψος του μισθού του, το δικό του προεξοφλητικό επιτόκιο, το βαθμό αποστροφής του κινδύνου και κάποιους παράγοντες που το διαμορφώνουν. Αποδεικνύεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση προεξοφλητικού επιτοκίου-ύψους δωροδοκίας και αρνητική με το ύψος του μισθού και το βαθμό αποστροφής του κινδύνου. Όσον αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν που επηρεάζουν το ρίσκο εκεί παρατηρείται απροσδιοριστία όσον αφορά τη συσχέτιση με το ύψος της δωροδοκίας.

Τέλος εξετάζεται η ενδιαφέρουσα περίπτωση της διαφθοράς των ανώτερων υπευθύνων οι οποίοι έναντι αντιτίμου προσφέρουν κάλυψη στους κατώτερους στην περίπτωση που φτάσει στα χέρια τους μια καταγγελία από κάποιον παίκτη. Στην περίπτωση αυτή το ύψος της καλύτερης δωροδοκίας συσχετίζεται θετικά και με το ποσοστό των διεφθαρμένων ανωτέρων υπευθύνων.

Το δεύτερο άρθρο που θα αναφερθεί είναι το *Optimum Bribing for Queue Position* του Kleinrock (1966). Χρησιμοποιώντας τις μελέτες των Cobham (1954), Vaulot (1946),Wishart (1960), White and Christie (1954) πάνω σε δεδομένα που ισχύουν σε μια ουρά όσον αφορά την κατανομή των αφίξεων, τον χρόνο αναμονής και τον ολικό χρόνο εξυπηρέτησης ο συγγραφέας μετατοπίζει το ενδιαφέρον στην αγορά της θέσης σε μια ουρά μέσω δωροδοκίας κάποιου αρμοδίου. Θεωρεί ότι οι αφίξεις ακολουθούν κατανομή Poisson, ο χρόνος εξυπηρέτησης του πελάτη ακολουθεί μια αυθαίρετα συσσωρευμένη κατανομή όπως και το ποσό δωροδοκίας που προσφέρει ο πελάτης στον υπεύθυνο της ουράς. Μια νέα άφιξη χαρακτηρίζεται από το ποσό που προσφέρει στον οργανωτή και με βάση αυτό τοποθετείται στην ανάλογη θέση προτεραιότητας. Το υπόδειγμα χωρίζεται σε δύο περιπτώσεις : στην πρώτη ο πελάτης που φθάνει στην θέση εξυπηρέτησης εκδιώκεται αν έρθει καινούργιος και προσφέρει υψηλότερο ποσό και στην δεύτερη ακόμη και αν είναι υψηλότερη η δωροδοκία ο πελάτης που έφθασε στην θέση εξυπηρέτησης θα εξυπηρετηθεί.

Η λύση του προβλήματος του βέλτιστου ποσό δωροδοκίας και στις δύο περιπτώσεις ξεκινάει από τον υπολογισμό του μέσου χρόνου αναμονής στην ουρά ο οποίος εξαρτάται από την συνάρτηση κατανομής του ποσού δωροδοκίας, από τον χρόνο εξυπηρέτησης και από τον μέσο ρυθμό αφίξεων της κατανομής Poisson. Ορίζεται λοιπόν μια συνάρτηση κόστους με τη βοήθεια ενός συντελεστή που μετράει την απώλεια σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα χρόνου αναμονής και μιας συνάρτησης δωροδοκίας δεδομένου αυτού.

Το τρίτο άρθρο είναι το *A Theory of Collective Reputations* του Tirole (1995).Η εργασία αυτή μελετάει την συμπεριφορά των νέων μελών μιας ομάδας με βάση την προηγούμενη συμπεριφορά των ήδη υπαρχόντων μελών του, δηλαδή το κατά πόσον αυτή επηρεάζει ή και καθοδηγεί τα μελλοντικά μέλη. Το υπόδειγμα που χρησιμοποιείται για να βοηθήσει στην κατανόηση του φαινομένου αποτελείται από τους εξής συμμετέχοντες : έναν αγοραστή μιας υπηρεσίας και μερικούς πωλητές αυτής της υπηρεσίας. Ο πρώτος έχει ένα μη πλήρες σύνολο πληροφοριών για τις δραστηριότητες των πωλητών όσον αφορά το αν έχουν διαφθαρεί στο παρελθόν και με βάση αυτό το σύνολο προσφέρει δύο συμβόλαια, ένα υψηλό και ένα χαμηλό. Οι πωλητές από την μεριά τους όταν υπογράψουν μπορούν είτε να κάνουν όπως πρέπει την δουλειά τους είτε να διαφθαρούν και να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους με μειωμένη απόδοση για τον αγοραστή. Οπότε κατατάσσονται σε τριών ειδών: τους ειλικρινείς, τους ανειλικρινείς και τους καιροσκόπους οι οποίοι συμπεριφέρονται με βάση το συμφέρον της παρούσας στιγμής. Οι πωλητές γνωρίζουν τον τύπο τους και ο αγοραστής την αναλογία των διαφορετικών χαρακτήρων των πωλητών. Οπότε προκύπτουν δύο καταστάσεις.

I) Σταθερή κατάσταση χαμηλής διαφθοράς : οι καιροσκόποι συμπεριφέρονται πάντα ειλικρινώς. Ο πωλητής παρατηρεί το αρχείο πληροφοριών του οπότε αν κάποιος έχει διαφθαρεί του προσφέρει χαμηλό συμβόλαιο ενώ αν έχει καθαρό αρχείο υπολογίζει απλά τις αναλογίες των πωλητών και τις αποδόσεις του και προσφέρει αναλόγως το κατάλληλο συμβόλαιο. Η λύση αυτή είναι υπαρκτή και δυνατή υπό το πρίσμα τριών συνθηκών που χρησιμοποιούν τα ποσοστά των αναλογιών και τις αποδόσεις των δύο συμμετεχόντων της συμφωνίας. Αποδεικνύεται υπό αυτές τις συνθήκες ότι ο πωλητής έχει κίνητρο να είναι διεφθαρμένος όσο περισσότερο ήταν στο παρελθόν.

II) Σταθερή κατάσταση έντονης διαφθοράς : οι καιροσκόποι συμπεριφέρονται πάντοτε ανειλικρινώς. Ο πωλητής παρατηρεί πάλι το αρχείο του και επειδή παρατηρεί την έντονη διαφθορά δίνει σε όλους το χαμηλό συμβόλαιο, έτσι ώστε και αν κάποιος έχει καθαρό αρχείο να μην μπορεί να τον ξεγελάσει και να έχει τις μικρότερες απώλειες. Η λύση αυτή είναι πολύ πιθανό να συμβεί όταν το ποσοστό των καιροσκόπων και των μη ειλικρινών πωλητών είναι αρκούντως μεγάλο για να ικανοποιεί μια συνθήκη αλλά και όταν το αρχείο πληροφοριών δεν είναι ακριβής και αναγκάζει τον αγοραστή να προσφέρει το χαμηλό συμβόλαιο μονίμως. Στην περίπτωση αυτή ο πωλητής έχει μεγάλο κίνητρο να διαφθαρεί ανεξαρτήτως του παρελθόντος του.

Το τέταρτο άρθρο είναι το *A Comparison of Bribery and Bidding in Thin Markets* των Beck and Maher (1985). Έχοντας ως υπόβαθρο τους Alchian (1977), Rose-Ackerman (1978), Holt (1980) επιχειρείται να εξεταστεί το κατά πόσο υπάρχει κίνητρο για δωροδοκία με βάση τα αναμενόμενα κέρδη μιας επιχείρησης από την ανάληψη ενός κυβερνητικού έργου. Το υπόδειγμα που εξετάζεται είναι ένα δυναμικό παίγνιο μεταξύ ενός αριθμού επιχειρήσεων οι οποίες έχουν δύο μεθόδους να διεκδικήσουν ένα έργο, είτε να δωροδοκήσουν οπότε το έργο να το κερδίσει η εταιρία που θα προσφέρει το μεγαλύτερο ποσό στον κυβερνητικό υπεύθυνο με τον οποίο διαπραγματεύεται ιδιωτικά, είτε να καταθέσουν κλειστή προσφορά οπότε το έργο το κερδίζει η εταιρία που θα ζητήσει την μικρότερη αμοιβή για να εκτελέσει το έργο. Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν το δικό τους κόστος και το ποσό που θα δώσουν ως δωροδοκία αλλά έχουν μη πλήρη πληροφόρηση για τα μεγέθη των αντιπάλων τους.

Η λύση του συγκεκριμένου παιγνίου ξεκινάει από την υιοθέτηση μιας συσσωρευτικής πιθανότητας κατανομής του ακαθάριστου κέρδους των επιχειρήσεων που επιτρέπει στον συγγραφέα την εξαγωγή συμμετρικής στρατηγικής δωροδοκίας που δίνει ισορροπία. Έπειτα με την βοήθεια κοινής κατανομής κόστους προκύπτει στρατηγική προσφοράς που οδηγεί σε ισορροπία. Ο συνδυασμός των δύο στρατηγικών δίνει το συμπέρασμα ότι το αναμενόμενο κέρδος των εταιριών από την ανάθεση του έργου είτε το έχουν κερδίσει με δωροδοκία είτε μέσω κλειστής προσφοράς είναι ακριβώς το ίδιο. Άρα στο παρών υπόδειγμα οι εταιρίες είναι αδιάφορες στον τρόπο που θα κερδίσουν το έργο με τη σημείωση ότι αν υπάρχει ποινή, στην περίπτωση ανακάλυψης της δωροδοκίας, ο ισομορφισμός μεταξύ των δύο μεθόδων διατηρείται μόνο που το κέρδος μειώνεται κατά το ποσό αυτό.

Το πέμπτο άρθρο *A Note on Competitive Bribery Games* του Lien (1986) αποτελεί μία συνέχεια – απάντηση στο προηγούμενο υπόδειγμα. Συγκεκριμένα ασχολείται με το κατά πόσο υπάρχει ισορροπία Nash στο ανταγωνιστικό παίγνιο δωροδοκίας μεταξύ των επιχειρήσεων και αν αυτή είναι μοναδική υπό κάποιες προϋποθέσεις. Ακολουθώντας λοιπόν το ίδιο υπόδειγμα με το προηγούμενο άρθρο αποδεικνύει ότι αν οι εταιρίες υιοθετούν την ίδια συσσωρευτική πιθανότητα κατανομής του ακαθάριστου κέρδους υπάρχει μοναδική ισορροπία Nash με συνάρτηση δωροδοκίας που εξαρτάται μόνο από την κατανομή και από το ακαθάριστο κέρδος. Αποδεικνύει επίσης ότι αυτός ο περιορισμός της κοινής κατανομής από όλες τις εταιρίες αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη ύπαρξης μοναδικής συμμετρικής ισορροπίας Nash του συγκεκριμένου παιγνίου.

Το έκτο άρθρο *Asymmetric Information in Competitive Bribery Games* του Lien (1986) επίσης, αποτελεί μία επέκταση του προηγούμενου άρθρου με εισαγωγή μη πλήρους πληροφόρησης όσον αφορά την φύση του κυβερνητικού υπευθύνου. Η προσέγγιση που ακολουθείται είναι παρόμοια με αυτή στην ανταγωνιστική προσφορά των Holt and Shore (1980). Το βασικό υπόδειγμα που εξετάζεται περιέχει τις ίδιες θεωρήσεις με το προηγούμενο άρθρο (βασική προϋπόθεση η υιοθέτηση κοινής συσσωρευτικής πιθανότητας κατανομής του ακαθάριστου κέρδους) με την προσθήκη της εκτίμησης της πιθανότητας να είναι διεφθαρμένος ο κυβερνητικός λειτουργός. Η κάθε εταιρία έχει την δική της εκτίμηση και επίσης υπάρχει ποινή ανάλογη του ποσού δωροδοκίας σε περίπτωση που η εταιρία συναντήσει μη διεφθαρμένο λειτουργό και προσπαθήσει να τον δωροδοκήσει.

Η λύση που προκύπτει έχει να κάνει με ένα πλήθος 3N εξισώσεων, N αριθμός συνθηκών, που πρέπει να ισχύουν για να προκύψει ισορροπία Nash. Οι συναρτήσεις δωροδοκίας με την ιδιότητα αυτή εξαρτώνται από το ποσό δωροδοκίας, την ποινή, την εκτίμηση της πιθανότητας να είναι διεφθαρμένος ο υπεύθυνος, το πλήθος των εταιριών που διεκδικούν το έργο και το ακαθάριστο κέρδος. Η ισορροπία Nash του παιγνίου μας δίνει μερικά χρήσιμα συμπεράσματα. Πρώτον ότι πρέπει οι εταιρίες να έχουν παρόμοιες πεποιθήσεις όσον αφορά την φύση του λειτουργού. Δεύτερον επειδή η ποινή που επιβάλλεται είναι ανεξάρτητη από την διαδικασία ανάθεσης είναι πάντοτε βέλτιστο για τις εταιρίες να δωροδοκούν και τρίτο αν μία εταιρία πιστεύει ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα διεφθαρμένου υπευθύνου όλες οι εταιρίες θα δωροδοκούν περισσότερο.

Το βασικό υπόδειγμα που θα παρουσιαστεί παρακάτω είναι ένα στατικό παίγνιο που στηρίζεται στο τέταρτο άρθρο που αναφέρθηκε προηγουμένως, με μέθοδο επίλυσής του την εξελικτική θεωρία παιγνίων. Επίσης θα εξεταστούν αλλά τρία υποδείγματα όπου θα εισαχθούν από την κυβέρνηση μέτρα καταπολέμησης της διαφθοράς με έμφαση στην βιωσιμότητα της αποτροπής της δωροδοκίας μέσω αυτών των μέτρων. Θα ελεγχθεί ως στατικό παίγνιο και το έκτο άρθρο που περιγράφηκε στην εισαγωγή στο κατά πόσο αλλάζει τις στρατηγικές των εταιριών. Τέλος θα μελετηθεί το κατά πόσο το ενδεχόμενο επανάληψης των παιγνίων αυτών διαχρονικά αλλάζει την συμπεριφορά των εταιριών.

2. ΑΡΧΙΚΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ

Εξετάζουμε την ανάθεση ενός κυβερνητικού έργου (π.χ. κατασκευή νοσοκομείου) προϋπολογισμού P. Η κυβέρνηση μέσω των μηχανισμών της γνωρίζει τις αληθινές συνθήκες κόστους. Ο τρόπος ανάθεσης για τις εταιρίες περιλαμβάνει δύο δυνατότητες την ανταγωνιστική προσφορά οπότε το έργο το αναλαμβάνει η εταιρία με το χαμηλότερο κόστος και την ανταγωνιστική δωροδοκία οπότε το έργο το κερδίζει το μεγαλύτερο ποσό δωροδοκίας. Στην δεύτερη περίπτωση ο κυβερνητικός υπεύθυνος αναλαμβάνει να δημιουργήσει μια φωτογραφική απευθείας ανάθεση στην εταιρία που του προσφέρει το μεγαλύτερο ποσό. Η κάθε εταιρία γνωρίζει το δικό της κόστος και το ποσό που θα δώσει ως δωροδοκία αλλά δεν γνωρίζει πλήρως τα μεγέθη αυτά των αντιπάλων της. Θα μελετήσουμε το παραπάνω υπόδειγμα ως παίγνιο δύο αντιπάλων εταιριών με δύο στρατηγικές : δωροδοκία (Δ), προσφορά (Π). Θεωρούμε τα εξής σύμβολα :

C_1 : κόστος επιχείρησης 1

C_2 : κόστος επιχείρησης 2

$Z_1 = P - C_1$: ακαθάριστο κέρδος επιχείρησης 1 από ανάθεση έργου

$Z_2 = P - C_2$: ακαθάριστο κέρδος επιχείρησης 2 από ανάθεση έργου

B_1 : ύψος δωροδοκίας επιχείρησης 1

B_2 : ύψος δωροδοκίας επιχείρησης 2

$T_1 = Z_1 - B_1$: κέρδος επιχείρησης 1 μετά από δωροδοκία

$T_2 = Z_2 - B_2$: κέρδος επιχείρησης 2 μετά από δωροδοκία

Η επιχείρηση 1 θεωρεί h_1 την πιθανότητα να ισχύει $C_2 > C_1$ και $α_1$ την πιθανότητα να ισχύει $B_2 > B_1$. Αντίστοιχα η επιχείρηση 2 θεωρεί h_2 την πιθανότητα να ισχύει $C_2 < C_1$ και $α_2$ την πιθανότητα να ισχύει $B_2 < B_1$. Οπότε έχουμε της εξής περιπτώσεις :

1 : Δ , 2 : Δ   οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι για την 1: $(1- α_1)T_1$ και $(1- α_2)T_2$ για την 2

1 : Δ , 2 : Π   η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_1 και η 2 φυσικά 0

1 : Π , 2 : Δ η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_2 και η 1 φυσικά 0

1 : Π , 2 : Π κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1 Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2 Z_2$.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην τελευταία περίπτωση ο λόγος για τον οποίο η εταιρία με το χαμηλότερο κόστος κερδίζει το έργο είναι ότι η κυβέρνηση γνωρίζει τις πραγματικές συνθήκες κόστους της συγκεκριμένης κατασκευής.

Ο πίνακας λοιπόν του παιγνίου είναι ο παρακάτω

		2: Δ	2: Π
1	Δ	$(1-\alpha_1)T_1$, $(1-\alpha_2)T_2$	T_1 , 0
1	Π	0 , T_2	$h_1 Z_1$, $h_2 Z_2$

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Θα προσπαθήσουμε να βρούμε λύση του παιγνίου ESS(Evolutionary Stable Strategy). Θεωρούμε την μικτή στρατηγική $\sigma = (p, 1 - p)$, $0 < p < 1$. Για να είναι ESS θα πρέπει να δίνει το ίδιο κέρδος σε κάθε μία από τις συστατικές τις καθαρές στρατηγικές, δηλαδή αν $\pi : S \times E \rightarrow R$ είναι η συνάρτηση που περιγράφει το αναμενόμενο κέρδος που θα έχουμε αν ακολουθήσουμε μία από τις $S = \{ \Delta , \Pi \}$ όταν ο αντίπαλος ακολουθεί τις δύο στρατηγικές με διάνυσμα συχνοτήτων $\nu \in E$, να ισχύει $\pi (\Delta , \nu(\sigma)) = \pi (\Pi , \nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p, 1 - p)$ =>

$$p\, \pi(\Delta , (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Delta , (0 , 1)) = p\, \pi(\Pi , (1 , 0)) + (1 - p)\, \pi(\Pi ,(0 , 1))$$

$$p (1-\alpha_1) T_1 + (1 - p) T_1 = p\ 0 + (1 - p) h_1 Z_1 \quad =>$$

$$p = (h_1 Z_1 - T_1) / (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)$$

οπότε έχουμε δύο περιπτώσεις :

(α) $h_1 Z_1 - T_1 > 0$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q , 1 – q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$$\pi (\sigma , (1 – \varepsilon) \sigma + \varepsilon \sigma') > \pi (\sigma' , (1 – \varepsilon) \sigma + \varepsilon \sigma') \Rightarrow$$

$$(1 – \varepsilon) \pi (\sigma , \sigma) + \varepsilon \pi (\sigma , \sigma') > (1 – \varepsilon) \pi (\sigma' , \sigma) + \varepsilon \pi (\sigma', \sigma') \qquad (1)$$

σ ισορροπία Nash $\Rightarrow \pi (\sigma' , \sigma) \leq \pi (\sigma , \sigma)$

άρα η σχέση (1) ισχύει αν $\pi (\sigma , \sigma') > \pi (\sigma' , \sigma')$

$$\pi (\sigma , \sigma') = p\, q\, (1- \alpha_1)\, T_1 + p\, (1 – q)\, T_1 + (1 – p)\, q\, 0 + (1 – p)\, (1 – q)\, h_1 Z_1$$

$$\pi (\sigma' , \sigma') = q^2 (1- \alpha_1)\, T_1 + q\, (1 – q)\, T_1 + (1 – q)\, q\, 0 + (1 – q)^2\, h_1 Z_1$$

$$\begin{aligned} \pi (\sigma , \sigma') - \pi (\sigma' , \sigma') &= p\, q\, (1- \alpha_1)\, T_1 + p\, (1 – q)\, T_1 + (1 – p)\, (1 – q)\, h_1 Z_1 \\ &\quad - q^2 (1- \alpha_1)\, T_1 - q\, (1 – q)\, T_1 - (1 – q)^2\, h_1 Z_1 \\ &= T_1\, (p – q)\, (1 – q\, \alpha_1) + (q – p)\, (1 – q)\, h_1 Z_1 \end{aligned}$$

λόγω των σχέσεων $h_1 Z_1 - T_1 > 0$, $1 – q\, \alpha_1 > 1 – q$ δεν μπορούμε να βρούμε με βεβαιότητα το πρόσημο της διαφοράς αυτής είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1 , Z_1 , α_1 , T_1 ώστε να ισχύει $\pi (\sigma , \sigma') - \pi (\sigma' , \sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η $\sigma = (p, 1 - p)$ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Οπότε το συμπέρασμα περί ισομορφισμού του τέταρτου άρθρου επαληθεύεται. Προσπαθώντας να καταλάβουμε νοηματικά γιατί υπάρχει αυτή η συμπεριφορά εκ μέρους των εταιριών πρέπει να παρατηρήσουμε ότι παρόλο που οι αποδόσεις και για τις δύο εταιρίες είναι μεγαλύτερες αν 1 : Π , 2 : Π , ο κίνδυνος να παίξει ο ένας από τους δύο Δ και να οδηγήσει τον άλλο σε μηδενική απόδοση κάνει την Δ μια λύση αμυντική. Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι το παίγνιο στην συγκεκριμένη μορφή μοιάζει με την περίπτωση του διλήμματος των φυλακισμένων και μια λύση αυτού θα παρουσιαστεί στην τελευταία επέκταση.

(β) $h_1 Z_1 \leq T_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική δωροδοκία όπως φαίνεται και από τον πίνακα αποδόσεων δίνει μεγαλύτερη απόδοση από την προσφορά ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου. Επομένως και οι δύο παίκτες έχουν ως μοναδική επιλογή για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους να παίξουν Δ. Η όποια διαφορετική επιλογή $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq 1$ σαφώς και δίνει μικρότερη απόδοση από την $\sigma = (1 , 0)$ οπότε δεν μπορεί να επιβιώσει ως στρατηγική, άρα η σ είναι ESS. Εδώ η απουσία κάποιας ποινής που θα μπορούσε να προβληματίσει την εταιρία στην προσπάθειά της να δωροδοκήσει συν την συνθήκη $h_1 Z_1 \leq T_1$ δημιουργεί μια κατάσταση έντονης διαφθοράς όπου η μη δωροδοκία συνεπάγεται και σίγουρη απώλεια του έργου.

Αξίζει να δούμε αν οι δύο συνθήκες που χρησιμοποιήσαμε ευσταθούν και έπειτα αν μας δίνουν κάποιο άλλο συμπέρασμα για την συμπεριφορά των εταιριών.

$$h_1 Z_1 > T_1 \Rightarrow h_1 Z_1 > Z_1 - B_1 \Rightarrow B_1 > Z_1 - h_1 Z_1 \Rightarrow B_1 > Z_1(1 - h_1) \quad (2)$$

$$h_1 Z_1 \leq T_1 \Rightarrow h_1 Z_1 \leq Z_1 - B_1 \Rightarrow B_1 \leq Z_1 - h_1 Z_1 \Rightarrow B_1 \leq Z_1 (1 - h_1) \quad (3)$$

Οι σχέσεις (2) και (3) είναι λογικές και δεν παραβιάζουν κάποιο περιορισμό, επίσης είναι σχέσεις τις οποίες μπορεί να εξετάσει πλήρως η επιχείρηση 1 αφού γνωρίζει και το ποσό που θα δώσει ως δωροδοκία και το κόστος της αλλά και την πεποίθηση της για το κόστος της 2. Υπολογίζει λοιπόν ποια από τις δύο σχέσεις ισχύει και αναλόγως πράττει.

Θα εξετάσουμε στα παρακάτω μοντέλα αν η επιβολή κάποιων μέτρων εκ μέρους της κυβέρνησης μπορεί να αποτρέψει την δωροδοκία η οποία παρατηρείται στο αρχικό υπόδειγμα.

3. ΕΠΕΚΤΑΣΗ Ι : ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΑΝΑΘΕΣΕΩΝ

Η κυβέρνηση προσπαθεί να καταπολεμήσει την διαφθορά στον τομέα των αναθέσεων κυβερνητικών έργων. Για αυτό το λόγο δημιουργεί μια επιτροπή η οποία έχει ως αρμοδιότητα των έλεγχο των απευθείας αναθέσεων. Ανακοινώνεται ότι αυτή η επιτροπή θα ελέγχει ένα προκαθορισμένο ποσοστό γ των συγκεκριμένων αναθέσεων και θα επιβάλλει σταθερό πρόστιμο F στις εταιρίες που δωροδόκησαν έναν λειτουργό για να κερδίσουν την ανάθεση ενός έργου. Υποθέτουμε ότι η επιτροπή είναι αδιάφθορη, δηλαδή ότι αν μια ανάθεση που εξετάζει έχει γίνει μέσω δωροδοκίας την ανακαλύπτει και την τιμωρεί. Μελετώντας το παίγνιο αυτό με την μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε στο προηγούμενο οι αποδόσεις θα αλλάξουν ως εξής :

1 : Δ , 2 : Δ οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους αλλά αν η συγκεκριμένη ανάθεση ελεγχθεί θα πληρώσουν πρόστιμο F οπότε οι αποδόσεις είναι :

για την 1 : $(1-\alpha_1)\,T_1\,(1-\gamma) + (1-\alpha_1)\,(T_1 - F)\,\gamma = (1-\alpha_1)\,(T_1 - \gamma F)$

και για την 2 : $(1-\alpha_2)\,T_2\,(1-\gamma) + (1-\alpha_2)\,(T_2 - F)\,\gamma = (1-\alpha_2)\,(T_2 - \gamma F)$

1 : Δ , 2 : Π η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο αλλά αν η συγκεκριμένη ανάθεση ελεγχθεί θα πληρώσει πρόστιμο F οπότε οι αποδόσεις είναι :

για την 1 : $T_1\,(1-\gamma) + (T_1 - F)\,\gamma = T_1 - \gamma F$

και για την 2 : 0

1 : Π , 2 : Δ η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο αλλά αν η συγκεκριμένη ανάθεση ελεγχθεί θα πληρώσει πρόστιμο F οπότε οι αποδόσεις είναι :

για την 2 : $T_2\,(1-\gamma) + (T_2 - F)\,\gamma = T_2 - \gamma F$

και για την 1 : 0

1 : Π , 2 : Π κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1\,Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2\,Z_2$.

Ο πίνακας λοιπόν του παιγνίου είναι ο παρακάτω:

		2: Δ	2: Π
1	Δ	$(1-\alpha_1)(T_1-\gamma F)$, $(1-\alpha_2)(T_2-\gamma F)$	$T_1-\gamma F$, 0
	Π	0 , $T_2-\gamma F$	$h_1 Z_1$, $h_2 Z_2$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Θα προσπαθήσουμε να βρούμε λύση του παιγνίου ESS (Evolutionary Stable Strategy). Θεωρούμε την μικτή στρατηγική $\sigma = (p, 1 - p)$, $0 < p < 1$. Για να είναι ESS θα πρέπει να δίνει το ίδιο κέρδος σε κάθε μία από τις συστατικές τις καθαρές στρατηγικές, δηλαδή αν $\pi : S \times E \rightarrow R$ είναι η συνάρτηση που περιγράφει το αναμενόμενο κέρδος που θα έχουμε αν ακολουθήσουμε μία από τις $S = \{ \Delta , \Pi \}$ όταν ο αντίπαλος ακολουθεί τις δύο στρατηγικές με διάνυσμα συχνοτήτων $\nu \in E$, να ισχύει $\pi (\Delta , \nu(\sigma)) = \pi (\Pi , \nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p, 1 - p)$ =>

$$p\, \pi(\Delta , (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Delta , (0 , 1)) = p\, \pi(\Pi , (1 , 0)) + (1 - p)\, \pi(\Pi , (0 , 1)) \quad =>$$

$$p\, (1- \alpha_1) (T_1 - \gamma F) + (1 - p) (T_1 - \gamma F) = p\, 0 + (1 - p)\, h_1 Z_1 \quad =>$$

$$p = (h_1 Z_1 - T_1 + \gamma F) / (h_1 Z_1 + \alpha_1 \gamma F - \alpha_1 T_1)$$

οπότε έχουμε τις εξής περιπτώσεις :

(α) $0 < T_1 - \gamma F < h_1 Z_1$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$$\pi (\sigma , (1 - \varepsilon) \sigma + \varepsilon \sigma') > \pi (\sigma' , (1 - \varepsilon) \sigma + \varepsilon \sigma') \quad =>$$

$$(1-\varepsilon)\,\pi(\sigma,\sigma) + \varepsilon\,\pi(\sigma,\sigma') > (1-\varepsilon)\,\pi(\sigma',\sigma) + \varepsilon\,\pi(\sigma',\sigma') \qquad (4)$$

σ ισορροπία Nash $\Rightarrow \quad \pi(\sigma',\sigma) \leq \pi(\sigma,\sigma)$

άρα η σχέση (4) ισχύει αν $\pi(\sigma,\sigma') > \pi(\sigma',\sigma')$

$$\pi(\sigma,\sigma') = p\,q\,(1-\alpha_1)(T_1-\gamma F) + p(1-q)(T_1-\gamma F) + (1-p)\,q\,0 + (1-p)(1-q)\,h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma',\sigma') = q^2(1-\alpha_1)(T_1-\gamma F) + q\,(1-q)(T_1-\gamma F) + (1-q)\,q\,0 + (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = p\,q(1-\alpha_1)(T_1-\gamma F) + p(1-q)(T_1-\gamma F) + (1-p)(1-q)h_1 Z_1 - q^2(1-\alpha_1)(T_1-\gamma F) - q\,(1-q)(T_1-\gamma F) - (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = (p-q)(T_1-\gamma F)(1-q\,\alpha_1) + (q-p)\,h_1 Z_1\,(1-q)$$

οπότε επειδή $T_1-\gamma F < h_1 Z_1$ και $1-q\,\alpha_1 > 1-q$ δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για το πρόσημο της διαφοράς $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma')$ είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1, Z_1, α_1, T_1, γ, F ώστε να ισχύει $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η σ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Επομένως η θέσπιση του συγκεκριμένου μέτρου εκ μέρους της κυβέρνησης δεν έχει σε αυτή την περίπτωση την αποτρεπτική ικανότητα όσον αφορά την τάση των εταιριών να δωροδοκούν. Η δικαιολόγηση της συμπεριφοράς αυτής έχει πολλές ομοιότητες με την πρώτη περίπτωση του αρχικού υποδείγματος. Η μεγαλύτερη απόδοση του παιγνίου και για τις δύο εταιρίες επιτυγχάνεται πάλι όταν παίξουν και οι δύο Π, όμως ο κίνδυνος ο ένας από τους δύο να παίξει Δ και να οδηγήσει τον άλλο σε μηδενικά κέρδη καθιστά την στρατηγική Δ ένα αμυντικό ανάχωμα το οποίο προσφέρει θετικά κέρδη σε κάθε περίπτωση. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η ποινή που επιβάλλεται δεν έχει αποτρεπτικό χαρακτήρα λόγω ότι απλώς περιορίζει τα κέρδη αυτού που θα βρεθεί να έχει κερδίσει το έργο μέσω δωροδοκίας αλλά χωρίς καμία άλλη επίπτωση στην συγκεκριμένη εταιρία.

(β) $T_1 - \gamma F \leq 0$ Στην περίπτωση αυτή οι εταιρίες έχουν παντού αρνητικές ή μηδενικές αποδόσεις εκτός από την περίπτωση όπου και οι δύο διαλέξουν την στρατηγική της προσφοράς. Επομένως και οι δύο παίκτες έχουν ως μοναδική επιλογή για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους να παίξουν Π. Η όποια διαφορετική επιλογή $\sigma' = (q\ ,\ 1 - q)\ ,\ q \neq 0$ σαφώς και δίνει μικρότερη απόδοση από την $\sigma = (0\ ,\ 1)$ οπότε δεν μπορεί να επιβιώσει ως στρατηγική, άρα η σ είναι ESS. Ο λόγος για τον οποίο οδηγούνται στο να απορρίψουν την δωροδοκία είναι ο συνδυασμός υψηλού ποσοστού ελέγχου των απευθείας αναθέσεων και υψηλής χρηματικής ποινής. Καταδεικνύεται λοιπόν ότι ένας τρόπος εξάλειψης της διαφθοράς είναι η δημιουργία επιτροπής ελέγχου των απευθείας αναθέσεων η οποία θα ελέγχει όσο το δυνατόν περισσότερες περιπτώσεις και θα επιβάλλει μεγάλη ποινή στους παραβάτες.

(γ) $h_1 Z_1 \leq T_1 - \gamma F$ Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (1\ ,\ 0)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Η απουσία κάποιας ουσιαστικής ποινής για τις εταιρίες σε συνδυασμό με την διαφορά των αποδόσεων υπέρ της δωροδοκίας οδηγεί την εταιρία σε επιλογή άκρατης διαφθοράς. Συγκρίνοντας αυτήν την περίπτωση με την (β) του αρχικού υποδείγματος όπου πάλι επικρατεί η άκρατη διαφθορά παρατηρούμαι ότι είναι ακόμα πιο δύσκολο να συμβεί λόγω του όρου γF που πρέπει επιπλέον να υπερκεράσει το T_1 εκτός από το $h_1 Z_1$.
Δηλαδή θα πρέπει να έχουμε είτε εξέταση μικρού ποσοστού των αναθέσεων είτε μικρή ποινή είτε συνδυασμό τους.

Οι συνθήκες που θα εξετάσουν οι εταιρίες πιο αναλυτικά για να αποφασίσουν την τακτική τους είναι:

$$0<T_1 - \gamma F < h_1 Z_1 \Rightarrow \gamma F < Z_1 - B_1 < h_1 Z_1 + \gamma F \Rightarrow \gamma F + B_1 < Z_1 < h_1 Z_1 + B_1 + \gamma F \qquad (5)$$

$$T_1 - \gamma F \leq 0 \Rightarrow Z_1 - B_1 \leq \gamma F \Rightarrow Z_1 \leq \gamma F + B_1 \qquad (6)$$

$$h_1 Z_1 \leq T_1 - \gamma F \Rightarrow h_1 Z_1 + \gamma F \leq Z_1 - B_1 \Rightarrow h_1 Z_1 + B_1 + \gamma F \leq Z_1 \qquad (7)$$

Οι σχέσεις (5) , (6) και (7) είναι λογικές και δεν παραβιάζουν κάποιο περιορισμό, επίσης είναι σχέσεις τις οποίες μπορεί να εξετάσει πλήρως η επιχείρηση 1 αφού γνωρίζει το ποσό που θα δώσει ως δωροδοκία, το κόστος της, το ποσοστό των αναθέσεων που θα εξεταστούν, την ποινή που θα επιβληθεί στους παραβάτες αλλά και την πεποίθηση της για το κόστος της 2. Υπολογίζει λοιπόν ποια από τις τρεις σχέσεις ισχύει και αναλόγως πράττει.

4.ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΙΙ : ΦΟΡΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΑΝΑΘΕΣΕΩΝ

Παρατηρήσαμε λοιπόν ότι το μέτρο που εισήγαγε η κυβέρνηση έχει αποτέλεσμα αλλά υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Θα εξετάσουμε την εισαγωγή ενός άλλου μέτρου που έχει να κάνει με την φορολογία. Θεσπίζεται ένας νόμος ο οποίος ορίζει ότι η όποια εταιρία κερδίζει ένα έργο χωρίς ανταγωνιστικές κλειστές προσφορές θα αλλάζει φορολογική κλίμακα και θα έχει μια πρόσθετη φορολογική επιβάρυνση L (σταθερή). Μελετώντας το ίδιο παίγνιο με την μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε στο προηγούμενο οι αποδόσεις θα αλλάξουν ως εξής :

1 : Δ , 2 : Δ   οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους αλλά επειδή κερδίζουν το έργο χωρίς την διαδικασία των κλειστών προσφορών έχουν πρόσθετο κόστος L, οπότε οι αποδόσεις είναι:

για την 1 : $(1-\alpha_1)(T_1 - L)$

για την 2 : $(1-\alpha_2)(T_2 - L)$

1 : Δ , 2 : Π   η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο αλλά επειδή κερδίζει το έργο χωρίς την διαδικασία των κλειστών προσφορών έχει πρόσθετο κόστος L, οπότε οι αποδόσεις είναι:

για την 1 : $T_1 - L$ και για την 2 : 0

1 : Π , 2 : Δ   η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο αλλά επειδή κερδίζει το έργο χωρίς την διαδικασία των κλειστών προσφορών έχει πρόσθετο κόστος L, οπότε οι αποδόσεις είναι:

για την 1 : 0 και για την 2 : $T_2 - L$

1 : Π , 2 : Π   κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1 Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2 Z_2$.

Ο πίνακας λοιπόν του παιγνίου είναι ο παρακάτω:

		2 Δ	2 Π
1	Δ	$(1-\alpha_1)(T_1 - L)$, $(1-\alpha_2)(T_2 - L)$	$T_1 - L$, 0
	Π	0 , $T_2 - L$	$h_1 Z_1$, $h_2 Z_2$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

Θα προσπαθήσουμε να βρούμε λύση του παιγνίου ESS(Evolutionary Stable Strategy). Θεωρούμε την μικτή στρατηγική $\sigma = (p, 1 - p)$, $0 < p < 1$. Για να είναι ESS θα πρέπει να δίνει το ίδιο κέρδος σε κάθε μία από τις συστατικές τις καθαρές στρατηγικές, δηλαδή αν $\pi : S \times E \rightarrow R$ είναι η συνάρτηση που περιγράφει το αναμενόμενο κέρδος που θα έχουμε αν ακολουθήσουμε μία από τις $S = \{ \Delta , \Pi \}$ όταν ο αντίπαλος ακολουθεί τις δύο στρατηγικές με διάνυσμα συχνοτήτων $\nu \in E$, να ισχύει $\pi(\Delta , \nu(\sigma)) = \pi(\Pi , \nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p, 1 - p)$ =>

$$p\, \pi(\Delta , (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Delta , (0 , 1)) = p\, \pi(\Pi , (1 , 0)) + (1 - p)\, \pi(\Pi , (0 , 1)) \quad =>$$

$$p\,(1 - \alpha_1)(T_1 - L) + (1 - p)(T_1 - L) = p\, 0 + (1 - p)\, h_1 Z_1 \quad =>$$

$$p = [h_1 Z_1 - (T_1 - L)] / [h_1 Z_1 - \alpha_1 (T_1 - L)]$$

οπότε έχουμε τις εξής περιπτώσεις :

(α) $0 < T_1 - L < h_1 Z_1$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$\pi(\sigma, (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma') > \pi(\sigma', (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma') \Rightarrow$

$$(1-\varepsilon)\pi(\sigma,\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma,\sigma') > (1-\varepsilon)\pi(\sigma',\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma',\sigma') \quad (8)$$

σ ισορροπία Nash $\Rightarrow \pi(\sigma',\sigma) \leq \pi(\sigma,\sigma)$

άρα η σχέση (8) ισχύει αν $\pi(\sigma,\sigma') > \pi(\sigma',\sigma')$

$$\pi(\sigma,\sigma') = p\,q\,(1-\alpha_1)(T_1-L) + p\,(1-q)(T_1-L) + (1-p)\,q\,0 + (1-p)(1-q)\,h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma',\sigma') = q^2(1-\alpha_1)(T_1-L) + q\,(1-q)(T_1-L) + (1-q)\,q\,0 + (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = p\,q\,(1-\alpha_1)(T_1-L) + p\,(1-q)(T_1-L) + (1-p)(1-q)\,h_1Z_1 - q^2(1-\alpha_1)(T_1-L) - q\,(1-q)(T_1-L) - (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = (p-q)(T_1-L)(1-q\,\alpha_1) + (q-p)\,h_1 Z_1 (1-q)$$

οπότε επειδή $T_1 - L < h_1 Z_1$ και $1 - q\,\alpha_1 > 1 - q$ δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για το πρόσημο της διαφοράς $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma')$ είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1, Z_1, α_1, T_1, L ώστε να ισχύει $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η σ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Επομένως η θέσπιση του συγκεκριμένου μέτρου εκ μέρους της κυβέρνησης δεν έχει σε αυτή την περίπτωση την αποτρεπτική ικανότητα όσον αφορά την τάση των εταιριών να δωροδοκούν. Η μεγαλύτερη απόδοση του παιγνίου και για τις δύο εταιρίες επιτυγχάνεται πάλι όταν παίξουν και οι δύο Π, όμως ο κίνδυνος ο ένας από τους δύο να παίξει Δ και να οδηγήσει τον άλλο σε μηδενικά κέρδη καθιστά την στρατηγική Δ ένα αμυντικό ανάχωμα το οποίο προσφέρει θετικά κέρδη σε κάθε περίπτωση. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η ποινή που επιβάλλεται δεν έχει αποτρεπτικό χαρακτήρα λόγω ότι απλώς περιορίζει τα κέρδη αυτού που θα βρεθεί να έχει κερδίσει το έργο μέσω δωροδοκίας αλλά χωρίς καμία άλλη επίπτωση στην συγκεκριμένη εταιρία.

(β) $T_1 - L \leq 0$ Στην περίπτωση αυτή οι εταιρίες έχουν παντού αρνητικές ή μηδενικές αποδόσεις εκτός από την περίπτωση όπου και οι δύο διαλέξουν την στρατηγική της προσφοράς. Επομένως και οι δύο παίκτες έχουν ως μοναδική επιλογή για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους να παίξουν Π. Η όποια διαφορετική επιλογή $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq 0$ σαφώς και δίνει μικρότερη απόδοση από την $\sigma = (0 ,1)$ οπότε δεν μπορεί να επιβιώσει ως στρατηγική, άρα η σ είναι ESS. Ο λόγος για τον οποίο οδηγούνται στο να απορρίψουν την δωροδοκία είναι η υψηλή φορολογική επιβάρυνση σε σχέση με τα αναμενόμενα κέρδη από την ανάθεση έργου μέσω δωροδοκίας. Αποδεικνύεται λοιπόν ότι η κυβέρνηση έχει ένα ακόμα εργαλείο στην μάχη για την πάταξη της διαφθοράς και μάλιστα σαφώς πιο εύκολο να εφαρμοστεί από την δημιουργία μιας επιτροπής.

(γ) $h_1 Z_1 \leq T_1 - L$ Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (1 , 0)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Η απουσία κάποιας ουσιαστικής ποινής για τις εταιρίες σε συνδυασμό με την διαφορά των αποδόσεων υπέρ της δωροδοκίας οδηγεί την εταιρία σε επιλογή άκρατης διαφθοράς. Συγκρίνοντας αυτήν την περίπτωση με την (β) του αρχικού υποδείγματος όπου πάλι επικρατεί η άκρατη διαφθορά παρατηρούμαι ότι είναι ακόμα πιο δύσκολο να συμβεί λόγω του όρου L που πρέπει επιπλέον να υπερκεράσει το T_1 εκτός από το $h_1 Z_1$, δηλαδή θα πρέπει το L να είναι σχετικά μικρό.

Οι συνθήκες που θα εξετάσουν οι εταιρίες πιο αναλυτικά για να αποφασίσουν την τακτική τους είναι:

$$0 < T_1 - L < h_1 Z_1 \Rightarrow L < Z_1 - B_1 < h_1 Z_1 + L \Rightarrow L + B < Z_1 < h_1 Z_1 + B_1 + L \qquad (9)$$

$$T_1 - L \leq 0 \Rightarrow Z_1 - B_1 \leq L \Rightarrow Z_1 \leq L + B_1 \qquad (10)$$

$$h_1 Z_1 \leq T_1 - L \Rightarrow h_1 Z_1 + L \leq Z_1 - B_1 \Rightarrow h_1 Z_1 + B_1 + L \leq Z_1 \quad (11)$$

Οι σχέσεις (9) , (10) και (11) είναι λογικές και δεν παραβιάζουν κάποιο περιορισμό, επίσης είναι σχέσεις τις οποίες μπορεί να εξετάσει πλήρως η επιχείρηση 1 αφού γνωρίζει το ποσό που θα δώσει ως δωροδοκία, το κόστος της, τη φορολογική ποινή που θα επιβληθεί στους παραβάτες αλλά και την πεποίθηση της για το κόστος της 2. Υπολογίζει λοιπόν ποια από τις τρεις σχέσεις ισχύει και αναλόγως πράττει.

5.ΕΠΕΚΤΑΣΗ III : ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΑΦΡΥΝΣΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ

Η κυβέρνηση για να ωθήσει τις εταιρίες να διαγωνίζονται μεταξύ τους μέσω μόνο κλειστών προσφορών αποφασίζει να επιβραβεύσει την όποια εταιρία κερδίσει ένα κυβερνητικό έργο μέσω της στρατηγικής Π. Θεσπίζει λοιπόν ένα νόμο ο οποίος δίνει στην εταιρία που πληροί αυτές τις προϋποθέσεις φορολογική απαλλαγή ύψους Μ (σταθερή) μέσω αφορολόγητου ορίου. Μελετώντας το ίδιο παίγνιο με την μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε στο προηγούμενο οι αποδόσεις θα αλλάξουν ως εξής :

1 : Δ , 2 : Δ οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι για την 1: $(1- \alpha_1)T_1$ και $(1- \alpha_2)T_2$ για την 2

1 : Δ , 2 : Π η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_1 και η 2 φυσικά 0

1 : Π , 2 : Δ η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_2 και η 1 φυσικά 0

1 :Π , 2 : Π κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής αλλά πρέπει να συνοπολογιστεί και το Μ το οποίο προστίθεται στο κέρδος, οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1(Z_1 + M)$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2(Z_2 + M)$.

Ο πίνακας λοιπόν του παιγνίου είναι ο παρακάτω :

		2: Δ	2: Π
1	Δ	$(1- \alpha_1)T_1$, $(1- \alpha_2)T_2$	T_1 , 0
	Π	0 , T_2	$h_1(Z_1+M)$, $h_2(Z_2+M)$

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

Θα προσπαθήσουμε να βρούμε λύση του παιγνίου ESS(Evolutionary Stable Strategy). Θεωρούμε την μικτή στρατηγική $\sigma = (p, 1 - p)$, $0 < p < 1$. Για να είναι ESS θα πρέπει να δίνει το ίδιο κέρδος σε κάθε μία από τις συστατικές τις καθαρές στρατηγικές, δηλαδή αν $\pi : S \times E \rightarrow R$ είναι η συνάρτηση που περιγράφει το αναμενόμενο κέρδος που θα έχουμε αν ακολουθήσουμε μία από τις $S = \{ \Delta , \Pi \}$ όταν ο αντίπαλος ακολουθεί τις δύο στρατηγικές με διάνυσμα συχνοτήτων $\nu \in E$, να ισχύει $\pi (\Delta , \nu(\sigma)) = \pi (\Pi , \nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p, 1 - p)$ =>

$$p\, \pi(\Delta , (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Delta , (0 , 1)) = p\, \pi(\Pi , (1 , 0)) + (1 - p)\, \pi(\Pi , (0 , 1)) \quad =>$$

$$p\, (1 - \alpha_1)\, T_1 + (1 - p)\, T_1 = p\, 0 + (1 - p)\, h_1\, (Z_1 + M) \quad =>$$

$$p = [h_1\, (Z_1 + M) - T_1] \,/\, [h_1\, (Z_1 + M) - \alpha_1 T_1]$$

οπότε έχουμε τις εξής περιπτώσεις :

(α) $h_1\, (Z_1 + M) > T_1$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$$\pi (\sigma , (1 - \varepsilon)\, \sigma + \varepsilon\, \sigma') > \pi (\sigma' , (1 - \varepsilon)\, \sigma + \varepsilon\, \sigma') \quad =>$$

$$(1 - \varepsilon)\, \pi (\sigma , \sigma) + \varepsilon\, \pi (\sigma , \sigma') > (1 - \varepsilon)\, \pi (\sigma' , \sigma) + \varepsilon\, \pi (\sigma' , \sigma') \qquad (12)$$

σ ισορροπία Nash => $\pi (\sigma' , \sigma) \leq \pi (\sigma , \sigma)$

άρα η σχέση (12) ισχύει αν $\pi (\sigma , \sigma') > \pi (\sigma' , \sigma')$

$$\pi (\sigma , \sigma') = p\, q\, (1 - \alpha_1)\, T_1 + p\, (1 - q)\, T_1 + (1 - p)\, q\, 0 + (1 - p)\, (1 - q)\, h_1\, (Z_1 + M)$$

$$\pi(\sigma', \sigma') = q^2 (1 - \alpha_1)\ T_1 + q(1-q)\ T_1 + (1-q)\, q\, 0 + (1-q)^2 h_1 (Z_1 + M)$$

$$\pi(\sigma, \sigma') - \pi(\sigma', \sigma') = p\, q (1 - \alpha_1)\ T_1 + p(1-q)\ T_1 + (1-p)(1-q)\, h_1 (Z_1 + M)$$
$$- q^2 (1 - \alpha_1)\ T_1 - q(1-q)\ T_1 - (1-q)^2 h_1 (Z_1 + M)$$

$$\pi(\sigma, \sigma') - \pi(\sigma', \sigma') = (p-q)\, T_1 (1 - q\,\alpha_1) + (q-p)\, h_1 (Z_1 + M)(1-q)$$

οπότε επειδή $h_1 (Z_1 + M) > T_1$ και $1 - q\, \alpha_1 > 1 - q$ δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για το πρόσημο της διαφοράς $\pi(\sigma, \sigma') - \pi(\sigma', \sigma')$ είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1, Z_1, α_1, T_1, M ώστε να ισχύει $\pi(\sigma, \sigma') - \pi(\sigma', \sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η σ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Επομένως η θέσπιση του συγκεκριμένου μέτρου εκ μέρους της κυβέρνησης δεν έχει σε αυτή την περίπτωση την αποτρεπτική ικανότητα όσον αφορά την τάση των εταιριών να δωροδοκούν. Η μεγαλύτερη απόδοση του παιγνίου και για τις δύο εταιρίες επιτυγχάνεται πάλι όταν παίξουν και οι δύο Π, όμως ο κίνδυνος ο ένας από τους δύο να παίξει Δ και να οδηγήσει τον άλλο σε μηδενικά κέρδη καθιστά την στρατηγική Δ ένα αμυντικό ανάχωμα το οποίο προσφέρει θετικά κέρδη σε κάθε περίπτωση. Το επιπλέον κέρδος που αποκομίζει η στρατηγική Π δεν εξαφανίζει τον κίνδυνο να οδηγηθεί η εταιρία σε μηδενικά κέρδη λόγω του ότι η αντίπαλος εταιρία μέσω της στρατηγικής Δ έχει τουλάχιστον θετικά κέρδη.

(β) $h_1 (Z_1 + M) < T_1$ Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (1, 0)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Η απουσία κάποιας ουσιαστικής ποινής για τις εταιρίες σε συνδυασμό με την διαφορά των αποδόσεων υπέρ της δωροδοκίας οδηγεί την εταιρία σε επιλογή άκρατης διαφθοράς. Συγκρίνοντας αυτήν την περίπτωση με την (β) του αρχικού υποδείγματος όπου πάλι επικρατεί η άκρατη διαφθορά παρατηρούμαι ότι είναι ακόμα πιο δύσκολο να συμβεί λόγω του όρου M που πρέπει επιπλέον να υπερκεράσει το T_1 εκτός από το $h_1 Z_1$, δηλαδή θα πρέπει το M να είναι σχετικά μικρό.

Οι συνθήκες που θα εξετάσουν οι εταιρίες πιο αναλυτικά για να αποφασίσουν την τακτική τους είναι:

$$h_1(Z_1 + M) > T_1 \Rightarrow Z_1 - B_1 < h_1 Z_1 + h_1 M \Rightarrow Z_1 < h_1 Z_1 + B_1 + h_1 M \quad (13)$$

$$h_1(Z_1 + M) < T_1 \Rightarrow Z_1 - B_1 > h_1 Z_1 + h_1 M \Rightarrow Z_1 > h_1 Z_1 + B_1 + h_1 M \quad (14)$$

Οι σχέσεις (13) και (14) είναι λογικές και δεν παραβιάζουν κάποιο περιορισμό, επίσης είναι σχέσεις τις οποίες μπορεί να εξετάσει πλήρως η επιχείρηση 1 αφού γνωρίζει το ποσό που θα δώσει ως δωροδοκία, το κόστος της, τη φορολογική ελάφρυνση που θα δοθεί αλλά και την πεποίθηση της για το κόστος της 2. Υπολογίζει λοιπόν ποια από τις δύο σχέσεις ισχύει και αναλόγως πράττει.

6.ΕΠΕΚΤΑΣΗ IV : ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΟΥ ΥΠΕΥΘΥΝΟΥ

Εξετάζουμε το αρχικό υπόδειγμα εισάγοντας την υπόθεση του έκτου άρθρου που περιγράφηκε στην εισαγωγή δηλαδή ότι οι εταιρίες δεν γνωρίζουν ακριβώς τον τύπο του κυβερνητικού λειτουργού, δηλαδή αν είναι διεφθαρμένος ή όχι. Η πρώτη λοιπόν εταιρία θεωρεί e_1 την πιθανότητα να είναι διεφθαρμένος ο κυβερνητικός υπεύθυνος και η δεύτερη e_2 αντιστοίχως. Τα αναμενόμενα κέρδη λοιπόν του παιγνίου αλλάζουν και έχουμε τις εξής περιπτώσεις :

1 : Δ , 2 : Δ οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους όταν ο υπεύθυνος είναι διεφθαρμένος αλλά στην αντίθετη περίπτωση ακυρώνεται το έργο, οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι :

για την 1 : $(1 - \alpha_1)\ T_1\ e_1 + (1 – e_1)\ 0 = (1 - \alpha_1)\ T_1\ e_1$

για την 2 : $(1 - \alpha_2)\ T_2\ e_2 + (1 – e_2)\ 0 = (1 - \alpha_2)\ T_2\ e_2$

1 : Δ , 2 : Π η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο όταν ο υπεύθυνος είναι διεφθαρμένος οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_1 αλλά στην αντίθετη περίπτωση ακυρώνεται η ανάθεση του έργου και η 2 κερδίζει το έργο, οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι :

για την 1 : $T_1\ e_1 + (1 – e_1)\ 0 = T_1\ e_1$

για την 2 : $e_2\ 0 + (1 – e_2)\ h_2\ Z_2 = (1 – e_2)\ h_2\ Z_2$

1 : Π , 2 : Δ η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο όταν ο υπεύθυνος είναι διεφθαρμένος οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_2 αλλά στην αντίθετη περίπτωση ακυρώνεται η ανάθεση του έργου και η 1 κερδίζει το έργο, οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι :

για την 1 : $e_1\ 0 + (1 – e_1)\ h_1\ Z_1 = (1 – e_1)\ h_1\ Z_1$

για την 2 : $T_2\ e_2 + (1 – e_2)\ 0 = T_2\ e_2$

1 : Π , 2 : Π κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1\ Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2\ Z_2$.

Ο πίνακας λοιπόν του παιγνίου είναι ο παρακάτω :

			2	
			Δ	Π
1	Δ		$(1-\alpha_1)T_1 e_1, (1-\alpha_2)T_2 e_2$	$e_1 T_1, (1-e_2) h_2 Z_2$
	Π		$(1-e_1)h_1 Z_1, T_2 e_2$	$h_1 Z_1, h_2 Z_2$

ΠΙΝΑΚΑΣ V

Θα προσπαθήσουμε να βρούμε λύση του παιγνίου ESS(Evolutionary Stable Strategy). Θεωρούμε την μικτή στρατηγική $\sigma = (p, 1 - p)$, $0 < p < 1$. Για να είναι ESS θα πρέπει να δίνει το ίδιο κέρδος σε κάθε μία από τις συστατικές τις καθαρές στρατηγικές, δηλαδή αν $\pi : S \times E \rightarrow R$ είναι η συνάρτηση που περιγράφει το αναμενόμενο κέρδος που θα έχουμε αν ακολουθήσουμε μία από τις $S = \{ \Delta , \Pi \}$ όταν ο αντίπαλος ακολουθεί τις δύο στρατηγικές με διάνυσμα συχνοτήτων $\nu \in E$, να ισχύει $\pi(\Delta, \nu(\sigma)) = \pi(\Pi, \nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p, 1 - p)$ =>

$$p\, \pi(\Delta, (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Delta, (0, 1)) = p\, \pi(\Pi, (1, 0)) + (1 - p)\, \pi(\Pi, (0, 1)) \quad =>$$

$$p\, (1 - \alpha_1)\, T_1 e_1 + (1 - p)\, T_1 e_1 = p\, (1 - e_1)h_1 Z_1 + (1 - p)\, h_1 Z_1 \quad =>$$

$$p = (h_1 Z_1 - T_1 e_1) / [e_1 (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)]$$

οπότε έχουμε τις εξής περιπτώσεις :

α) $0 < h_1 Z_1 - T_1 e_1 < e_1 (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q , 1 - q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$\pi(\sigma, (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma') > \pi(\sigma', (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma') \;=>$

$$(1-\varepsilon)\pi(\sigma,\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma,\sigma') > (1-\varepsilon)\pi(\sigma',\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma',\sigma') \qquad (15)$$

σ ισορροπία Nash $=> \; \pi(\sigma',\sigma) \leq \pi(\sigma,\sigma)$

άρα η σχέση (15) ισχύει αν $\pi(\sigma,\sigma') > \pi(\sigma',\sigma')$

$$\pi(\sigma,\sigma') = pq(1-\alpha_1)T_1 e_1 + p(1-q)T_1 e_1 + (1-p)q(1-e_1)h_1 Z_1 + (1-p)(1-q)h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma',\sigma') = q^2(1-\alpha_1)T_1 e_1 + q(1-q)T_1 e_1 + (1-q)q(1-e_1)h_1 Z_1 + (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = p\,q(1-\alpha_1)T_1 e_1 + p(1-q)T_1 e_1 + (1-p)q(1-e_1)h_1 Z_1 + (1-p)(1-q)h_1 Z_1 - q^2(1-\alpha_1)T_1 e - q(1-q)T_1 e_1 - (1-q)q(1-e_1)h_1 Z_1 - (1-q)^2 h_1 Z_1$$

$$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = (p-q)T_1 e_1(1-q\alpha_1) + (q-p)h_1 Z_1(1-q e_1)$$

οπότε επειδή $0 < h_1 Z_1 - T_1 e_1 < e_1(h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)$ δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για το πρόσημο της διαφοράς $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma')$ είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1, Z_1, α_1, T_1, e_1 ώστε να ισχύει $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η σ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Η αβεβαιότητα λοιπόν ως προς την φύση του λειτουργού δεν επηρεάζει την στρατηγική των εταιριών σε αυτήν την περίπτωση.

β) $0 > h_1 Z_1 - T_1 e_1 > e_1(h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)$, τότε η πιθανότητα που ορίζεται επαληθεύει τους περιορισμούς και για αυτή την τιμή του p έχουμε ισορροπία Nash του παιγνίου, δηλαδή ορίζει μια στρατηγική η οποία είναι η καλύτερη απάντηση στον εαυτό της. Για να επιβεβαιώσουμε ότι είναι όντως ESS πρέπει να δείξουμε ότι καμία άλλη στρατηγική δεν μπορεί να την παραβιάσει. Άρα για οποιαδήποτε άλλη $\sigma' = (q, 1-q)$, $q \neq p$ θα πρέπει να υπάρχει $\bar{\varepsilon} > 0$ τέτοιο ώστε αν $0 < \varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ να ισχύει :

$\pi(\sigma, (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma') > \pi(\sigma', (1-\varepsilon)\sigma + \varepsilon\sigma')$ =>

$(1-\varepsilon)\pi(\sigma,\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma,\sigma') > (1-\varepsilon)\pi(\sigma',\sigma) + \varepsilon\pi(\sigma',\sigma')$ (16)

σ ισορροπία Nash => $\pi(\sigma',\sigma) \le \pi(\sigma,\sigma)$
άρα η σχέση (16) ισχύει αν $\pi(\sigma,\sigma') > \pi(\sigma',\sigma')$

$\pi(\sigma,\sigma') = pq(1-\alpha_1)T_1e_1 + p(1-q)T_1e_1 + (1-p)q(1-e_1)h_1Z_1 + (1-p)(1-q)h_1Z_1$

$\pi(\sigma',\sigma') = q^2(1-\alpha_1)T_1e_1 + q(1-q)T_1e_1 + (1-q)q(1-e_1)h_1Z_1 + (1-q)^2h_1Z_1$

$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = pq(1-\alpha_1)T_1e_1 + p(1-q)T_1e_1 + (1-p)q(1-e_1)h_1Z_1 + (1-p)(1-q)h_1Z_1 - q^2(1-\alpha_1)T_1e_1 - q(1-q)T_1e_1 - (1-q)q(1-e_1)h_1Z_1 - (1-q)^2h_1Z_1$

$\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') = (p-q)T_1e_1(1-q\alpha_1) + (q-p)h_1Z_1(1-qe_1)$

οπότε επειδή $0 > h_1 Z_1 - T_1 e_1 > e_1(h_1Z_1 - \alpha_1 T_1)$ δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για το πρόσημο της διαφοράς $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma')$ είτε $p > q$ είτε $p < q$. Άρα υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί των h_1, Z_1, α_1, T_1, e_1 ώστε να ισχύει $\pi(\sigma,\sigma') - \pi(\sigma',\sigma') < 0$ με αποτέλεσμα η σ να μην είναι ESS δηλαδή να μπορεί να αλλοιωθεί από την όποια σ'. Το συμπέρασμα από αυτή την ανάλυση είναι ότι η όποια εταιρία συμμετέχει σε αυτό το παίγνιο δεν έχει κάποιο εμπόδιο στο να επιλέξει την στρατηγική της δωροδοκίας και κοιτάζοντας τα μεγέθη τα δικά της βρίσκει το μέγιστο κέρδος και επιλέγει είτε την δωροδοκία είτε την προσφορά. Η αβεβαιότητα λοιπόν ως προς την φύση του λειτουργού δεν επηρεάζει την στρατηγική των εταιριών σε αυτήν την περίπτωση.

γ) $0 < e_1(h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1) < h_1 Z_1 - T_1 e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Π πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Δ ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η σ = (0 , 1) είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη

σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Δ θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι υπέρ της προσφοράς σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχει απειλή μηδενικής απόδοσης για τις εταιρίες εξαφανίζει την διαφθορά από το παρόν παίγνιο. Άρα εδώ η αβεβαιότητα ως προς την φύση του λειτουργού έχει θετικά αποτελέσματα.

δ) $0 > e_1 (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1) > h_1 Z_1 - T_1 e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (1 , 0)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι πάντοτε υπέρ της δωροδοκίας και η πιθανότητα να είναι διεφθαρμένος ο λειτουργός μεγάλη, οδηγεί τις εταιρίες να ρισκάρουν ακόμη και μηδενική απόδοση αν πετύχουν αδιάφθορο υπεύθυνο.

ε) $h_1 Z_1 - T_1 e_1 < 0 < e_1 (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1)$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (1 , 0)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι πάντοτε υπέρ της δωροδοκίας και η πιθανότητα να είναι διεφθαρμένος ο λειτουργός μεγάλη, οδηγεί τις εταιρίες να ρισκάρουν ακόμη και μηδενική απόδοση αν πετύχουν αδιάφθορο υπεύθυνο.

ζ) $e_1 (h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1) < 0 < h_1 Z_1 - T_1 e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Π πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Δ ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η $\sigma = (0 , 1)$ είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Δ θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι υπέρ της προσφοράς σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχει απειλή μηδενικής απόδοσης για τις εταιρίες εξαφανίζει την διαφθορά από το παρών παίγνιο. Άρα εδώ η αβεβαιότητα ως προς την φύση του λειτουργού έχει θετικά αποτελέσματα. Το γενικό συμπέρασμα από την παρούσα επέκταση του αρχικού υποδείγματος είναι ότι το γεγονός ότι δεν υπάρχει πλήρη πληροφόρηση σχετικά με την φύση του λειτουργού δεν μπορεί πάντοτε να φέρει θετικά αποτελέσματα ως προς την καταπολέμηση της διαφθοράς. Μόνο σε δύο από τις έξι δυνατές περιπτώσεις επιλέγεται από τις εταιρίες η στρατηγική της κλειστής προσφοράς ως μοναδική επιλογή.

7. ΕΠΕΚΤΑΣΗ V : ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε στο αρχικό υπόδειγμα οι αποδόσεις του παιγνίου και η φιλοσοφία του μοιάζει με το παίγνιο του διλήμματος των φυλακισμένων και πάνω σε αυτή την παρατήρηση θα βασιστούμε στο παρόν υπόδειγμα. Οι θεωρίες για την επίλυση του είναι πολλές αλλά εμείς θα ακολουθήσουμε την προσέγγιση του Vega-Redondo (1996 , σελ.72). Έστω ότι οι εταιρίες θα ξανασυναντηθούν σε παρόμοιο διαγωνισμό ανάθεσης έργου, δηλαδή θεωρούμε το παίγνιό μας ως επαναλαμβανόμενο. Η στρατηγική που θα ακολουθήσουν οι δύο εταιρίες έχουν άμεση εξάρτηση με τον αριθμό των παιγνίων που θα παιχθούν. Αν είναι πεπερασμένος ο αριθμός, δηλαδή οι εταιρίες γνωρίζουν με αρκετή βεβαιότητα πότε θα σταματήσει το συγκεκριμένο παίγνιο, ισχύουν τα συμπεράσματα του αρχικού υποδείγματος. Υποθέτουμε λοιπόν ότι ο αριθμός δεν είναι πεπερασμένος, δηλαδή ότι η εταιρία δεν γνωρίζει αν θα τελειώσει το παίγνιο μετά από την όποια επανάληψή του. Θεωρώντας λοιπόν την μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στο RPD (Repeated Prisoner's Dilemma) θα έχουμε την υιοθέτηση των εξής στρατηγικών εκ μέρους των εταιριών :

Στρατηγική Π^* : θα παίζω Π σε όλα τα παίγνια στα οποία θα συμμετέχω ανεξαρτήτως του τι έγινε στον προηγούμενο γύρο

Στρατηγική Δ^* : θα παίζω Δ σε όλα τα παίγνια στα οποία θα συμμετέχω ανεξαρτήτως του τι έγινε στον προηγούμενο γύρο

Στρατηγική T (tit for tat) : παίζω αρχικά Π και απαντώ έπειτα παίζοντας ότι έπαιξε ο αντίπαλος στον προηγούμενο γύρο

Οι αποδόσεις τώρα του παιγνίου θα υπολογιστούν με την βοήθεια ενός συντελεστή προεξόφλησης που θεωρούμε ίδιο και ίσο με το δ και για τις δύο εταιρίες οπότε οι αποδόσεις είναι το προεξοφλητικό άθροισμα των ροών των κερδών από κάθε στρατηγική που επιλέγεται.

$1 : П^*, 2 : П^*$ η στρατηγική των εταιριών δεν αλλάζει θα παίζουν συνεχώς Π και οι δύο οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1 Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2 Z_2$.

$$(1-\delta) [h_1 Z_1 + \delta h_1 Z_1 + \delta^2 h_1 Z_1 + \ldots] = (1-\delta) h_1 Z_1 / (1-\delta) = h_1 Z_1$$

$1 : П^*, 2 : \Delta^*$ η στρατηγική των εταιριών δεν αλλάζει θα παίζουν συνεχώς Π ,Δ αντιστοίχως οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή η επιχείρηση 2 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_2 και η 1 φυσικά 0

$1 : П^*, 2 : T$ επειδή η εταιρία 2 ξεκινάει με Π και η 1 πάντα παίζει Π θα έχουμε και τις δύο να παίζουν Π συνεχώς οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1 Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2 Z_2$.

$1 : \Delta^*, 2 : П^*$ η στρατηγική των εταιριών δεν αλλάζει θα παίζουν συνεχώς Δ ,Π αντιστοίχως οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή η επιχείρηση 1 κερδίζει το έργο οπότε έχει αναμενόμενα κέρδη T_1 και η 2 φυσικά 0.

$1 : \Delta^*, 2 : \Delta^*$ η στρατηγική των εταιριών δεν αλλάζει θα παίζουν συνεχώς Δ και οι δύο οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι για την 1: $(1- \alpha_1)T_1$ και $(1- \alpha_2)T_2$ για την 2

$1 : \Delta^*, 2 : T$ η εταιρία 1 αρχικά παίζει Δ και συναντά την εταιρία 2 να παίζει Π οπότε αρχικά κερδίζει T_1 και η 2 φυσικά 0, αλλά έπειτα παίζουν και οι δύο Δ οπότε οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι για την 1: $(1- \alpha_1)T_1$ και $(1- \alpha_2)T_2$ για την 2. Με τη βοήθεια λοιπόν του συντελεστή δ έχουμε :

για την 1 $(1-\delta)\,[T_1 + \delta\,(1-\alpha_1)T_1 + \delta^2\,(1-\alpha_1)T_1 + \dots\,] = (1-\delta\,\alpha_1)T_1$

για την 2 $(1-\delta)\,[0 + \delta\,(1-\alpha_2)T_2 + \delta^2\,(1-\alpha_2)T_2 + \dots\,] = \delta\,(1-\alpha_2)T_2$

$1 : T, 2 : \Pi^*$ επειδή η εταιρία 1 ξεκινάει με Π και η 2 πάντα παίζει Π θα έχουμε και τις δύο να παίζουν Π συνεχώς οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1\,Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2\,Z_2$.

$1 : T, 2 : \Delta^*$ η εταιρία 2 αρχικά παίζει Δ και συναντά την εταιρία 1 να παίζει Π οπότε αρχικά κερδίζει T_2 και η 1 φυσικά 0, αλλά έπειτα παίζουν και οι δύο Δ οπότε οι επιχειρήσεις κερδίζουν το έργο όταν δώσουν υψηλότερο ποσό από τον αντίπαλο τους ανεξαρτήτως κόστους οπότε τα αναμενόμενα κέρδη τους είναι για την 1: $(1-\alpha_1)T_1$ και $(1-\alpha_2)T_2$ για την 2. Με τη βοήθεια λοιπόν του συντελεστή δ έχουμε :

για την 1 $(1-\delta)\,[0 + \delta\,(1-\alpha_1)T_1 + \delta^2\,(1-\alpha_1)T_1 + \dots\,] = \delta\,(1-\alpha_1)T_1$

για την 2 $(1-\delta)\,[T_2 + \delta\,(1-\alpha_2)T_2 + \delta^2\,(1-\alpha_2)T_2 + \dots\,] = (1-\delta\,\alpha_2)T_2$

1 : T , 2 : T και οι δύο εταιρίες παίζουν αρχικά Π και επειδή συναντούν την αντίπαλό τους να παίζει το ίδιο θα παίζουν πάντα Π οπότε η απόδοσή τους είναι όμοια με αυτή του αρχικού υποδείγματος, δηλαδή κερδίζει το έργο η επιχείρηση με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής οπότε για την 1 λόγω των πιθανοτήτων που έχει ορίσει το αναμενόμενο κέρδος θα είναι $h_1\,Z_1$ και για την επιχείρηση 2 ομοίως $h_2\,Z_2$.

Ο πίνακας λοιπόν των αποδόσεων είναι :

		2: Π^*	Δ^*	T
	Π^*	$h_1\,Z_1$, $h_2\,Z_2$	0 , T_2	$h_1\,Z_1$, $h_2\,Z_2$
1	Δ^*	T_1 , 0	$(1-\alpha_1)T_1$, $(1-\alpha_2)T_2$	$(1-\delta\alpha_1)T_1$,$\delta(1-\alpha_2)T_2$
	T	$h_1\,Z_1$, $h_2\,Z_2$	$\delta(1-\alpha_1)T_1$, $(1-\delta\,\alpha_2)T_2$	$h_1\,Z_1$, $h_2\,Z_2$

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

Θεωρούμε τώρα το υπόδειγμα συνεχούς χρόνου Replicator Dynamics ,όπου ορίζουμε x(t) την συχνότητα των εταιριών που παίζουν Δ^* στον χρόνο t και y(t) την συχνότητα των εταιριών που παίζουν T στον χρόνο t. Με βάση λοιπόν αυτές τις συχνότητες θα υπολογίσουμε την απόδοση των στρατηγικών με τη βοήθεια και του παραπάνω πίνακα.

$$\pi(\Pi^*;(x,y)) = h_1Z_1(1-x-y) + 0\,x + y\,h_1 Z_1 = (1-x)h_1Z_1 \tag{17}$$

$$\pi(\Delta^*;(x,y)) = T_1(1-x-y) + (1-\alpha_1)T_1x + (1-\delta\alpha_1)T_1y = -\alpha_1T_1x - \delta\alpha_1T_1 + T_1 \tag{18}$$

$$\pi(T;(x,y)) = h_1Z_1(1-x-y) + \delta(1-\alpha_1)T_1x + yh_1Z_1 = (T_1\delta-\delta\alpha_1T_1-h_1Z_1)x + h_1Z_1 \tag{19}$$

επομένως το μέσο αναμενόμενο κέρδος είναι :

$$\begin{aligned}\bar{\pi}(x,y) &= (1-x-y)\,\pi(\Pi^*;(x,y)) + x\,\pi(\Delta^*;(x,y)) + y\,\pi(T;(x,y))\\ &=(1-x-y)(1-x)h_1Z_1 + x(-\alpha_1T_1x - \delta\alpha_1T_1 + T_1) + y[(T_1\delta - \delta\alpha_1T_1 - h_1Z_1)x + h_1Z_1]\\ &= x^2(h_1Z_1 - \alpha_1T_1) + xy(-2\delta\alpha_1T_1 + T_1\delta) + x(-2h_1Z_1+T_1)+h_1Z_1 \end{aligned} \tag{20}$$

για να λυθεί το υπόδειγμα αυτό θα πρέπει να υπολογιστούν τα :

$x'(t) = x\,[\pi(\Delta^*;(x,y)) - \bar{\pi}(x,y)]$

$y'(t) = y\,[\pi(T;(x,y)) - \bar{\pi}(x,y)]$

με τη βοήθεια λοιπόν των (18), (19) και (20)

$$\begin{aligned}x'(t) &= x[-\alpha_1T_1x - \delta\alpha_1T_1 + T_1 - x^2(h_1Z_1-\alpha_1T_1) - x\,y(-2\delta\alpha_1T_1 + T_1\delta) - x(-2h_1Z_1 + T_1) - h_1Z_1]\\ &= x[-x^2(h_1Z_1-\alpha_1T_1) - xy(-2\delta\alpha_1T_1+T_1\delta) - x(-2h_1Z_1+T_1+\alpha_1T_1) - \delta\alpha_1T_1y + T_1 - h_1Z_1]\end{aligned} \tag{21}$$

$$\begin{aligned}y'(t) &= y[(T_1\delta-\delta\alpha_1T_1-h_1Z_1)x + h_1Z_1 - x^2(h_1Z_1-\alpha_1T_1) - xy(-2\delta\alpha_1T_1+T_1\delta) - x(-2h_1Z_1+T_1) - h_1Z_1]\\ &= y[-x^2(h_1Z_1-\alpha_1T_1) - xy(-2\delta\alpha_1T_1+T_1\delta) + x(-\delta\alpha_1T_1+T_1\delta-T_1+h_1Z)]\end{aligned} \tag{22}$$

Τα στάσιμα σημεία των (21), (22) είναι αυτά για τα οποία $x'(t) = y'(t) = 0$, δηλαδή στην περίπτωσή μας τα (0 , 0) , (0 , 1) , (1 , 0) και (0 , y) , $0 < y < 1$.

Επίσης υπάρχει ακόμη ένα υποψήφιο απομονωμένο στάσιμο σημείο, είναι αυτό για το οποίο

$\pi\,(\Delta^{*};(\tilde{x}\ ,1-\tilde{x}\,)) = \pi\,(T\,;(\tilde{x}\ ,1-\tilde{x}\,)) \quad =>$

$-\alpha_1 T_1 \tilde{x} - \delta\alpha_1 T_1 (1-\tilde{x}\,) + T_1 = (T_1\,\delta - \delta\alpha_1 T_1 - h_1 Z_1)\,\tilde{x} + h_1 Z_1 \quad =>$

$$\tilde{x} = (-T_1 + \delta\alpha_1 T_1 + h_1 Z_1) / (2\delta\alpha_1 T_1 + h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1 - T_1\delta) \qquad (23)$$

το οποίο ορίζει σημείο αν $0 \le -T_1 + \delta\alpha_1 T_1 + h_1 Z_1 \le 2\delta\alpha_1 T_1 + h_1 Z_1 - \alpha_1 T_1 - T_1\delta \quad <=>$

$T_1(\delta + \alpha_1 - 1) \le \delta\alpha_1 T_1 \quad <=> \quad \alpha_1(1-\delta) \le 1-\delta$ το οποίο ισχύει άρα αν $0 \le -T_1 + \delta\,\alpha_1 T_1 + h_1 Z_1$ ορίζεται ακόμη ένα στάσιμο σημείο το $(\tilde{x}\ ,1-\tilde{x}\,)$ που επαληθεύει την (23).

Σύμφωνα με τον Weibull (1995, σελ.88) η όποια αλλοίωση μπορεί να πάρει μόνο τη μορφή της στροφής από μια καθαρή στρατηγική σε μια άλλη. Η δυναμική ευστάθεια των (21) και (22) απαιτεί (συμμετρική) ισορροπία Nash. Τα στάσιμα σημεία των σχέσεων αυτών τα οποία δεν είναι ισορροπία Nash αποτυγχάνουν ακόμα και στο πιο αδύναμο κριτήριο δυναμικής ευστάθειας, της Lyapunov ευστάθειας. Ο λόγος είναι ότι υπάρχει κάποια στρατηγική η οποία δίνει υψηλότερη απόδοση όταν παιχθεί εναντίον του εαυτού της από ότι οι άλλες που περιγράφονται στα στάσιμα σημεία των (21),(22), άρα η αλλοίωση θα επιβιώσει. Θα πρέπει λοιπόν να βρούμε τις λύσεις Nash του παιγνίου.

Έστω ότι είναι η $\sigma = (p_1, p_2, 1-p_1-p_2)$, τότε θα πρέπει :

$\pi\,(\Pi^{*};\nu(\sigma)) = \pi\,(\Delta^{*};\nu(\sigma)) = \pi\,(T\ ;\nu(\sigma))$, όπου $\nu(\sigma) = (p_1, p_2, 1-p_1-p_2)$, $=>$

$$\begin{aligned} \pi\,(\Pi^{*};\nu(\sigma)) &= p_1\,\pi\,(\Pi^{*},(1,0,0)) + p_2\,\pi\,(\Pi^{*},(0,1,0)) + (1-p_1-p_2)\,\pi\,(\Pi^{*},(0,0,1)) \\ &= p_1 h_1 Z_1 + p_2\, 0 + (1-p_1-p_2)\, h_1 Z_1 \\ &= (1-p_2) h_1 Z_1 \qquad (24) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi\,(\Delta^{*};\nu(\sigma)) &= p_1\,\pi\,(\Delta^{*},(1,0,0)) + p_2\,\pi\,(\Delta^{*},(0,1,0)) + (1-p_1-p_2)\,\pi\,(\Delta^{*},(0,0,1)) \\ &= p_1 T_1 + p_2\,(1-\alpha_1)T_1 + (1-p_1-p_2)\,(1-\delta\,\alpha_1)T_1 \\ &= p_1 T_1 \delta\alpha_1 + p_2\alpha_1 T_1(1+\delta) + T_1 - \delta\alpha_1 T_1 \qquad (25) \end{aligned}$$

$\pi\,(T\ ;\nu(\sigma) = p_1\,\pi\,(T\,,(1,0,0)) + p_2\,\pi\,(T\,,(0,1,0)) + (1-p_1-p_2)\,\pi\,(T\,,(0,0,1))$

$= p_1 h_1 Z_1 + p_2 \delta (1- \alpha_1)T_1 + (1- p_1 - p_2) h_1 Z_1$

$= p_2T_1\delta(1-\alpha_1) + (1-p_2)h_1Z_1$ (26)

η εξίσωση των (24) , (25) , (26) μας δίνει την λύση
$p_1 = (- T_1 + \delta\ \alpha_1T_1 + h_1\ Z_1) / (\delta\ \alpha_1T_1)$, $p_2 = 0$, το οποίο μας δίνει τα εξής συμπεράσματα

α) $T_1(1 - \alpha_1\delta) \leq h_1 Z_1 \leq T_1$, τα μόνα στάσιμα σημεία τα οποία ίσως ικανοποιούν τα κριτήρια ευστάθειας είναι τα (0 ,y) με $0 \leq y \leq 1$, το οποίο σημαίνει ότι εξαφανίζονται αυτοί που παίζουν πάντα Δ αλλά επειδή επιβιώνουν αυτοί που παίζουν Τ και Π * θα έχουμε τελικά και τους δύο εταιρίες να παίζουν συνεχώς Π οπότε η διαφθορά καταπολεμείται. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ότι αν κάποια από τις επιχειρήσεις θελήσει να κερδίσει την μεγαλύτερη απόδοση του παιγνίου δωροδοκώντας, η αντίπαλος έχει την αξιόπιστη απειλή να παίξει και αυτή δωροδοκία οπότε να μειωθεί η απόδοση αισθητά. Υπό αυτήν λοιπόν την απειλή παίζουν και οι δύο Τ και Π * και απολαμβάνουν και οι δύο την δεύτερη μεγαλύτερη απόδοση του παιγνίου.

β) $h_1 Z_1 < T_1(1 - \alpha_1 \delta)$, οι αποδόσεις της στρατηγικής Δ * αποδίδουν πάντοτε περισσότερο από ότι οι Τ και Π * όπως φαίνεται και από τον ΠΙΝΑΚΑ VI. Στην περίπτωση αυτή το (1,0) είναι το μοναδικό στάσιμο σημείο που επιβιώνει μιας και οποιαδήποτε άλλη επιλογή έχει μικρότερη απόδοση και η δωροδοκία όχι μόνο δεν εξαφανίζεται αλλά και επιβάλλεται ως τακτική των παικτών.

γ) $0 < e_1 (h_1Z_1 - \alpha_1 T_1) < h_1Z_1- T_1 e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Π πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Δ ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η σ = (0 , 1) είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ΄ λόγω του ότι θα εμπλέκει την Δ θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι υπέρ της προσφοράς σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχει απειλή μηδενικής απόδοσης για τις εταιρίες εξαφανίζει την διαφθορά από το παρών παίγνιο. Άρα εδώ η αβεβαιότητα ως προς την φύση του λειτουργού έχει θετικά αποτελέσματα.

δ) $0 > e_1 (h_1 \; Z_1 \; - \; \alpha_1 T_1) > h_1 Z_1 \; - T_1 e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η σ = (1 , 0) είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι πάντοτε υπέρ της δωροδοκίας και η πιθανότητα να είναι διεφθαρμένος ο λειτουργός μεγάλη, οδηγεί τις εταιρίες να ρισκάρουν ακόμη και μηδενική απόδοση αν πετύχουν αδιάφθορο υπεύθυνο.

ε) $h_1 Z_1 \; - T_1 e_1 < 0 < e_1(h_1 \; Z_1 \; - \; \alpha_1 T_1)$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Δ πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Π ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η σ = (1 , 0) είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Π θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι πάντοτε υπέρ της δωροδοκίας και η πιθανότητα να είναι διεφθαρμένος ο λειτουργός μεγάλη, οδηγεί τις εταιρίες να ρισκάρουν ακόμη και μηδενική απόδοση αν πετύχουν αδιάφθορο υπεύθυνο.

ζ) $e_1 (h_1 \; Z_1 \; - \; \alpha_1 T_1) < 0 < h_1 Z_1 \; - T_1 \; e_1$. Στην περίπτωση αυτή η στρατηγική Π πετυχαίνει πάντοτε καλύτερη απόδοση από την Δ ανεξαρτήτως της επιλογής του αντιπάλου όπως φαίνεται από τον πίνακα των αποδόσεων του παιγνίου και της συνθήκης που θεωρήσαμε. Η σ = (0 , 1) είναι ασφαλώς ESS αφού οποιαδήποτε άλλη σ' λόγω του ότι θα εμπλέκει την Δ θα έχει μικρότερη απόδοση από την σ οπότε δεν θα επιβιώσει. Το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι υπέρ της προσφοράς σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχει απειλή μηδενικής απόδοσης για τις εταιρίες εξαφανίζει την διαφθορά από το παρών παίγνιο. Άρα εδώ η αβεβαιότητα ως προς την φύση του λειτουργού έχει θετικά αποτελέσματα.

Το γενικό συμπέρασμα από την παρούσα επέκταση του αρχικού υποδείγματος είναι ότι το γεγονός ότι δεν υπάρχει πλήρη πληροφόρηση σχετικά με την φύση του λειτουργού δεν μπορεί πάντοτε να φέρει θετικά αποτελέσματα ως προς την καταπολέμηση της διαφθοράς. Μόνο σε δύο από τις έξι δυνατές περιπτώσεις επιλέγεται από τις εταιρίες η στρατηγική της κλειστής προσφοράς ως μοναδική επιλογή.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υιοθέτηση ενός στατικού υποδείγματος, για την εξέταση των συμπερασμάτων του τέταρτου άρθρου που περιγράφηκε στην εισαγωγή, με την βοήθεια απλής πιθανότητας για τα μεγέθη της αντίπαλης εταιρίας(κόστος, ποσό δωροδοκίας) μας οδήγησε στα εξής συμπεράσματα: ο ισομορφισμός μεταξύ των στρατηγικών δωροδοκίας-προσφοράς συνεχίζει να υφίσταται αλλά όχι πάντα διότι υπάρχει και η περίπτωση να επικρατεί η άκρατη διαφθορά ως μόνη στρατηγική υπό κάποιες συνθήκες. Η εταιρία υπολογίζει αν ισχύουν αυτές και αναλόγως πράττει.

Έπειτα η εισαγωγή κάποιων μέτρων καταπολέμησης της διαφθοράς εκ μέρους της κυβέρνησης μας έδωσε την δυνατότητα να εξετάσουμε την προοπτική εξαφάνισης της δωροδοκίας. Μια επιτροπή που θα έχει την αρμοδιότητα και την δυνατότητα να ελέγχει μεγάλο ποσοστό των απευθείας αναθέσεων και να επιβάλλει μεγάλη ποινή στους παραβάτες αποτελεί φόβητρο για την όποια εταιρία προσπαθήσει με δόλιο τρόπο να κερδίσει το έργο και αποτελεί το πρώτο μέτρο που προτείνεται από την παρούσα εργασία. Ακόμα και σε αυτό το υπόδειγμα υπάρχουν συνθήκες που το κάνουν αναποτελεσματικό αλλά αν οι παράμετροι που εμφανίζονται σε αυτό (F , γ) οριστούν αρκετά υψηλά θα εμποδίσουν την διαφθορά.

Η φορολογία των εταιριών προτείνεται και αυτή ως μέτρο αντιμετώπισης της δωροδοκίας με τα εξής αποτελέσματα. Η επιβάρυνση των εταιριών, που κερδίζουν ένα έργο με απευθείας ανάθεση, με ένα μεγάλο φορολογικό ποσό αποτελεί έναν πολύ καλό τρόπο για να οδηγήσει τις εταιρίες στο να επιλέγουν μόνο την προσφορά ως στρατηγική τους. Αν αυτή η φορολογική ποινή είναι σημαντικά μεγάλη σε σχέση με το αναμενόμενο κέρδος θα έχει θετικό αποτέλεσμα. Αποδεικνύεται στην τρίτη επέκταση του αρχικού υποδείγματος ότι ένα φορολογικό κίνητρο στην εταιρία που θα κερδίσει το έργο μέσω κλειστής προσφοράς δεν έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση της διαφθοράς σε καμία περίπτωση. Επίσης η αβεβαιότητα ως προς την φύση του κυβερνητικού υπεύθυνου δεν δίνει πάντοτε την εξάλειψη της δωροδοκίας ως στρατηγικής των εταιριών.

Τέλος η εξέταση του αρχικού παιγνίου σαν επαναλαμβανόμενο άπειρων γύρων μας δίνει το συμπέρασμα ότι υπό την ισχύ κάποιων προϋποθέσεων (αξιόπιστη απειλή εκ μέρους της αντιπάλου εταιρίας) οι εταιρίες θα χρησιμοποιούν ως στρατηγική μόνο την προσφορά αλλά αν δεν ισχύουν αυτές οι συνθήκες επικρατεί πάλι η άκρατη διαφθορά ως κυρίαρχη στρατηγική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ALCHIAN A. , 1977, ‘ Electrical equipment collusion : Why and how, Economic forces at work ‘, (Liberty, Indianapolis, IN), 259-269

COBHAM A., 1954, ‘ Priority Assignment in Waiting Line Problems ‘, Opns. Res. 2 , 70-76

FIORENTINI G. , ZAMAGNI S. , 1999 , ‘ The Economics of Corruption and Illegal Markets ‘ , The International Library of Critical Writings in Economics 111, Volume I , 157-229

HOLT C. , 1980 , ‘ Competitive bidding for contracts under alternative auction procedures’, Journal of Political Economy 88, 433-445

ROSE-ACKERMAN S. ,1975 , ‘ The economics of corruption ‘ , Journal of Public Economics 4 , 187-203

ROSE-ACKERMAN S. , 1978 , ‘ Corruption a study in political economy ‘ , Academic Press , N.Y.

VAULOT A. , 1946 , ‘ Delais d’attente des appels telephoniques traits au hazard ‘ , Compt.rend. 222 , 268-269

VEGA-REDONDO F. , 1996 , ‘Evolution,Games, and Economic Behaviour ‘ , Oxford University Press, Oxford

WEIBULL J. , 1999 , ‘Evolutionary Game Theory ‘ , The MIT Press , 88-89

WHITE H. , CHRISTIE L. , 1954 , ‘ Queuing with Pre-emptive Priorities or with Breakdown ‘ Opns.Res. 2 , 341-343

WISHART D. , ‘ Queuing Systems in Which the Discipline Is Last-Come, First-Served ‘ , Opns. Res. 8 , 591-599