

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΑΙΓΝΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΛΗΨΙΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Μαριάνθη Β. Ποδηματά, Παναγιώτης Χ. Γιαννόπουλος

Εργαστήριο Τεχνολογίας του Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πολυτεχνική Σχολή Πανεπιστημίου Πατρών, 265 04 Πάτρα

Η.τ.: mpodim@upatras.gr; yannopp@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας γίνεται προσπάθεια διερεύνησης της ταυτόχρονης παρουσίας και συνεργιστικής δράσης των κυριότερων χρηστών που σχετίζονται με την εκμετάλλευση των αμμοχαλικών στην περιοχή Λεκάνης Αλφειού Ποταμού. Λαμβάνοντας υπόψη τεχνικές της θεωρίας παιγνίων, βασική επιδίωξη είναι η εξέταση του σημείου ισορροπίας του συστήματος από την δραστηριότητα των εμπλεκόμενων μερών και η διασφάλιση της ολοκληρωμένης διαχείρισης του πόρου μέσα από μια διαδικασία προσαρμογής της ζήτησης και προσφοράς, η οποία λαμβάνει χώρα εντός πεδίου συνεχών συνεργασιών-συμμαχιών και συγκρούσεων-αντιπαραθέσεων μεταξύ των χρηστών. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται αποτελεί εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων κυβερνητικής, και αποσκοπεί στη λήψη αποφάσεων με περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια.

IMPLEMENTING GAME THEORY ON SAND GRAVEL SOURCES MANAGEMENT IN ALFEIOS RIVER BASIN (GREECE)

Marianthi V. Podimata, Panayotis C. Yannopoulos

Environmental Engineering Laboratory, Department of Civil Engineering,
School of Engineering, University of Patras, 265 04, Patras, Greece

E-mail: mpodim@upatras.gr; yannopp@upatras.gr

ABSTRACT

The present paper explores the simultaneous presence and synergistic action of major users related to gravel-sand exploitation in Alfeios River Basin. By implementing techniques of game theory, basic aim of the paper is a) to approach the equilibrium point of the system, as the outcome of interaction of involved users and b) to ensure the integrated management of gravel-sand resources, through a process of supply and demand adjustment policy which occurs under partnership and conflict situations among stakeholders. The method is actually a policy course of action and focuses its attention on a process for problem solving and decision making with cost-effective methodologies regarding environment, economy and society.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο της Ελλάδας παρουσιάζει πληθώρα ορεινών όγκων και χαράδρων, γεγονός που συμβάλλει στο πλούσιο υδρολογικό δίκτυο ποταμών και ρεμάτων, ανά την επικράτεια, τα οποία μεταφέρουν αμμοχαλκώδεις αποθέσεις (συλλεκτά αδρανή), λόγω φαινομένων αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων. Οι ποτάμιες αποθέσεις αδρανών αποτελούν σημαντικό εμπορικό προϊόν, με πληθώρα εφαρμογών στον τομέα των κατασκευών και γενικότερα τεχνικών έργων και έργων υποδομής (παρασκευή σκυροδέματος-επιχρισμάτων, υλικό για οδοποιία και σιδηροδρόμους, πρώτη ύλη σε βιομηχανία), καθώς υπερτερούν των αδρανών που παράγονται σε λατομεία ως προς το κόστος εργασίας, ενέργειας και εξοπλισμού καθώς και το κόστος συμμόρφωσης με περιβαλλοντικούς όρους και όρους ασφαλείας. Το ποτάμιο αμμοχάλικο είναι εύκολα προσβάσιμο στα μηχανήματα συλλογής, διακρίνεται από ομοιομορφία ως προς την κοκκομετρία του, είναι συνήθως καλά ταξινομημένο, και ως επί το πλείστον δεν περιέχει λοιπά υλικά, όπως ιλύ και άργιλο.

Το αμμοχάλικο είναι περιορισμένος πόρος και η λήψη του είναι επιθυμητή από πολλούς ενδιαφερόμενους που έχουν συγκεκριμένες επιλογές, προτιμήσεις και προτεραιότητες για τη χρήση και αξιοποίησή του. Όμως, υπάρχουν αντικρουόμενα συμφέροντα ως προς τον τρόπο και την έκταση διαχείρισης του πόρου αυτού, καθώς κάθε ενδιαφερόμενος χρήστης προσπαθεί να μεγιστοποιήσει το όφελός του, εντός ενός ιδιαίτερα ανταγωνιστικού περιβάλλοντος. Η πολιτεία οφείλει να μεσολαβεί για την εύρυθμη λειτουργία της αγοράς του αμμοχαλίκου και τη διασφάλιση προϋποθέσεων για βέλτιστη αξιοποίηση του πόρου με περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή μιας μεθοδολογίας που στηρίζεται στη Θεωρία Παιγνίων (Game Theory), όπου κάθε συμμετέχων στη διαδικασία απόφασης για απόληψη αμμοχαλίκου (χρήστης ή μεσολαβητής) απολαμβάνει κέρδη (χρησιμότητα, οφέλη) που προφανώς εξαρτώνται από τις επιλογές που άρθησαν ταυτόχρονα από άλλους εμπλεκόμενους παίκτες. Η μελέτη των επιλογών για όλες τις αντιτιθέμενες πλευρές συμβάλλει στη διαμόρφωση κανόνων (Reverse Game Theory), ώστε όλοι οι χρήστες να οδηγούνται σε συνετή διαχείριση του πόρου.

2. ΑΠΟΛΗΨΗ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΑΡΜΟΔΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

Η υδρομορφολογία ενός ποτάμιου συστήματος καθορίζεται κυρίως από τη δυναμική ισορροπία τεσσάρων παραγόντων: α) ποσότητα-ταχύτητα ρέοντος νερού, β) ποσότητα-κατανομή φερτών, γ) διαμόρφωση του πυθμένα-όχθης, και δ) παρόχθια βλάστηση. Η διατάραξη αυτής της ισορροπίας με τη λήψη αλλουβιακού υλικού από την κοίτη ποταμού έχει άμεσες επιπτώσεις στα φυσικά όρια και γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υδατορρέματος, στην ταχύτητα ροής των υδάτων, στην ικανότητα στερεομεταφοράς, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (για μικρή χρονική περίοδο) του νερού και στην ισορροπία της υδρόβιας και παρόχθια βιοκοινότητας (βλ. Πίνακα 1) (Brown et al., 1998). Για το λόγο αυτό, η απόληψη αμμοχαλίκου χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και ορθολογικής διαχείρισης. Σε πολλές χώρες, όπως Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία, Γαλλία, Ολλανδία, Ελβετία, έχει απαγορευθεί πλήρως η απευθείας απόληψη ποτάμιου αμμοχαλίκου. Σε κάποιες άλλες, όπως Ιταλία, Πορτογαλία, ΗΠΑ, Καναδά, Ελλάδα, επιτρέπεται υπό περιορισμούς (Kondolf, 1997)., σε πολλές περιπτώσεις, η απόληψη αμμοχαλίκου συμβάλλει θετικά στην ισορροπία του συστήματος, καθώς αφενός αποτρέπεται η συσσώρευση των αδρανών σε περιοχές κρίσιμες για πλημμυρικά φαινόμενα (απειλή για καλλιέργειες, υποδομές, οικισμούς) και αφετέρου διασφαλίζεται η ταμιευτική υδατοϊκανότητα του ποταμού (έλεγχος πλημμυρικών παροχών, μείωση φαινομένων διάβρωσης πυθμένα) (Γιαννόπουλος και Μαναριώτης, 2005).

Πίνακας 1: Επιπτώσεις απευθείας ποτάμιας αμμοχαλικοληψίας (Πηγή: Kondolf, 1997)

Αλλαγή γεωμετρίας διατομής ποταμού	Εκτράχυνση πυθμένα
Μείωση ύψους πυθμένα	Πλευρικές αστάθειες
Εκτροπή της ροής και μεταβολή ταχυτήτων	Δημιουργία ευρύτερης και ρηχής κοίτης
Αποθήκευση ιζήματος	Αύξηση θερμοκρασίας νερού
Δημιουργία τάφρων	Αλλαγές και διαταραχές παρόχθιας βλάστησης
Δημιουργία ορύγματος επί της διατομής	Υποβάθμιση ενδαιτημάτων ιχθύων

Οι αμμοχαλικοληψίες από κοίτες χειμάρρων και ποταμών υπάγονται κατά κύριο λόγο στην αρμοδιότητα της Κτηματικής Υπηρεσίας του Δημοσίου του Υπουργείου Οικονομικών, καθότι οι περιοχές αυτές ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο, σύμφωνα με τα άρθρα 967-968 του Αστικού Κώδικα. Η παραχώρηση δικαιώματος απόληψης αμμοχαλικού (με τέλη) νομιμοποιείται κατόπιν σχετικής έγκρισης των Αρμόδιων Αρχών. Σύμφωνα με τις διατάξεις (άρθρο 100) του Π.Δ. 284/1988 έχει θεσμοθετηθεί Επιτροπή Καθορισμού Θέσεων Αμμοληψίας, η οποία συγκροτείται από υπαλλήλους της αρμόδιας Κτηματικής Υπηρεσίας και υπάλληλο της αντίστοιχης Δ/σης Υγείας και Πρόνοιας. Επίσης, σύμφωνα με τις διατάξεις (άρθρο 49) του Ν. 1416/1984 και του Ν. 2307/1995 (άρθρο 7) οι δήμοι και κοινότητες έχουν το δικαίωμα εκμετάλλευσης χώρων αμμοληψίας και αμμοχαλικών που βρίσκονται στα όρια της διοικητικής τους περιφέρειας. Παρόλα αυτά, ο δημόσιος τομέας τηρεί σειρά προτεραιότητας ως προς την αξιοποίηση του πόρου σε σχέση με την τοπική αυτοδιοίκηση και τον ιδιωτικό τομέα.

Προκειμένου να γίνει απόληψη ποτάμιου αμμοχαλικού, είναι απαραίτητο να προηγηθεί έκδοση Απόφασης της Επιτροπής Καθορισμού Θέσεων Αμμοληψίας περί καταλληλότητας του χώρου για αμμοληψία, και στην συνέχεια σε περιπτώσεις κοινοχρήστων εκτάσεων να εκδοθεί απόφαση Παραχώρησης του Δικαιώματος Εκμετάλλευσης σε ΟΤΑ από τον αιρετό Περιφερειάρχη ή απευθείας σε φορείς Δημοσίου από Υπουργό Οικονομίας & Οικονομικών ή Γενικό Γραμματέα Περιφέρειας (Χαπιζάνης, 2007). Για έκδοση της απόφασης παραχώρησης δικαιώματος αμμοληψίας προαπαιτείται Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων από τις εκάστοτε αρμόδιες Δ/σεις Περιβάλλοντος (Περιφέρειας, ή Αποκεντρωμένης Διοίκησης ή Υπουργείου)

Η υποβολή έκθεσης μεθοδολογίας απόληψης των υλικών είναι απαραίτητη για τη χορήγηση της σχετικής άδειας, καθώς πέρα από την περιγραφή της απολήψιμης ποσότητας, του βάθους και των θέσεων απόληψης πρέπει να αναλυθούν οι επιπτώσεις της αμμοχαλικοληψίας στη ροή των υδάτων, τα προβλεπόμενα μέτρα ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και αποκατάστασης της περιοχής μετά την ολοκλήρωση της απόληψης. Τα αιτήματα εξετάζονται κατά περίπτωση, λαμβανομένων υπόψη των ιδιαίτερων συνθηκών της κάθε περίπτωσης, την τυχόν επιβάρυνση που θα υποστεί το περιβάλλον από την διενεργούμενη αμμοληψία και λοιπούς παράγοντες, που ανάγονται στη διακριτική ευχέρεια της Διοίκησης, η οποία καλείται κάθε φορά να εφαρμόσει τις σχετικές διατάξεις.

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΠΑΙΓΝΙΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

Η θεωρία παιγνίων αποτελεί μια μέθοδο ανάλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων σε καταστάσεις στρατηγικής αλληλεπίδρασης. Δηλαδή, η έκβαση του προβλήματος (παίγνιο) καθορίζεται από τη θέση (στρατηγική) που έχουν αναπτύξει οι συμμετέχοντες στο παίγνιο (παίκτες). Ως επιστημονικός κλάδος, η θεωρία παιγνίων ξεκίνησε το 1944 με τις μελέτες των John von Neumann και Oskar Morgenstern,

βρίσκοντας εφαρμογή σε ζητήματα της οικονομικής επιστήμης. Όμως, στην πορεία μετεξελίχθηκε και χρησιμοποιείται ευρέως σε πληθώρα άλλων επιστημών, όπως πολιτικές επιστήμες, επιστήμες ηλεκτρονικών υπολογιστών, εξελικτική βιολογία, ψυχολογία, κοινωνιολογία κλπ. Η θεωρία παιγνίων βασίζεται στην ορθολογικότητα, δηλαδή οι παίκτες λειτουργούν ορθολογικά και πιστεύουν ότι και οι ανταγωνιστές τους προβαίνουν σε ορθολογικές αποφάσεις (http://en.wikipedia.org/wiki/Game_theory).

Η θεωρία παιγνίων αποτελεί στην ουσία τη μαθηματική μέθοδο για την περιγραφή του ανταγωνισμού και της συνεργασίας μεταξύ παικτών και μπορεί να προβλέψει τη συμπεριφορά των παικτών σε συνθήκες ανταγωνισμού. Το πλεονέκτημα της θεωρίας παιγνίων στην ανάλυση τέτοιων ζητημάτων είναι ότι προσομοιώνει την εγωκεντρική στάση των εμπλεκόμενων παικτών με αρκετά ρεαλιστικό τρόπο, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την καλύτερη εκτίμηση κάποιων καταστάσεων σε σύγκριση με άλλες συμβατικές μεθόδους, όπως π.χ. γραμμικός προγραμματισμός. Εφαρμογές τεχνικών της θεωρίας παιγνίων σε ζητήματα συναφή με τη διαχείριση υδατικών πόρων έχουν περιγραφεί στη βιβλιογραφία από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ιδίως στο πλαίσιο του επιστημονικού ενδιαφέροντος για τη πρόβλεψη και εξομάλυνση συγκρούσεων σε διασυνοριακές υδρολογικές λεκάνες (Madani, 2010).

Κάθε παίγνιο αποτελείται από: α) Ένα σύνολο παικτών $N = \{1,2,\dots,n\}$, β) ένα σύνολο στρατηγικών – κινήσεων για κάθε παίκτη ξεχωριστά, π.χ. του παίκτη i θα είναι $S_i = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$, $i \in \{1,2,\dots,n\}$ και, γ) τις αποδόσεις κάθε παίκτη για κάθε σύνολο στρατηγικών $u_i = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$. Δηλαδή ένα παίγνιο μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$G \triangleq \langle N, (S_i), u_i \rangle \quad (3.1)$$

3.2. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ - ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Λαμβάνεται ως παίγνιο η περίπτωση όπου διατίθεται ένας φυσικός πόρος (ποτάμιο αμμοχάλικο) προς εκμετάλλευση. Οι ενδιαφερόμενοι εργολήπτες για παραχώρηση δικαιώματος αμμοχαλικοληψίας θεωρούνται παίκτες. Η συμπεριφορά τους χαρακτηρίζεται ως ανταγωνιστική. Η απόληψη του αμμοχαλικού έχει ως σκοπό την εξυπηρέτηση διαφόρων επιχειρηματικών μονάδων για την κατασκευή δημόσιων ή ιδιωτικών έργων. Ο κάθε παίκτης επιθυμεί να χρησιμοποιήσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα πόρου, καθότι έτσι αυξάνεται έμμεσα το κέρδος του. Αν όλοι οι παίκτες ενεργήσουν αντίστοιχα, τότε τα διαθέσιμα αποθέματα του πόρου δεν θα επαρκέσουν για όλους, με αποτέλεσμα όλοι οι ενδιαφερόμενοι να υποστούν μείωση στα εισοδήματά τους. Αν κάποιος παίκτης περιορίσει την ποσότητα που θα εμπορευτεί, ακολουθώντας μια «συνετή τακτική», κινδυνεύει να γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης από άλλους παίκτες, οι οποίοι δεν πρόκειται να φερθούν ανάλογα και θα προβούν σε υπερ-απολήψεις (πιθανόν, με υπέρβαση των ανανεώσιμων αποθεμάτων) με σκοπό τη μεγαλύτερη δυνατή αύξηση του εισοδήματός τους. Είναι προφανές ότι το «κέρδος» κάθε παίκτη, που θα αποκομίσει με τη στρατηγική που θα εφαρμόσει, καθορίζεται από τις κινήσεις των άλλων παικτών.

Επίσης, η πολιτεία ενδιαφέρεται να γίνεται ανά τακτές περιόδους απόληψη αδρανών, καθότι έχει να λάβει έσοδα από το τίμημα τη απόληψης αμμοχαλικού, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει για την ικανοποίηση διαφόρων αναγκών της. Επιπρόσθετα, αν δεν υπάρξει ενδιαφερόμενος για απόληψη του υλικού, η πολιτεία εν ευθέτω χρόνο θα αναγκαστεί να προβεί σε έξοδα απομάκρυνσης ποσότητας αμμοχαλικού, καθότι σε διαφορετική περίπτωση ενδέχεται να προκληθούν πλημμυρικά επεισόδια, με μεγαλύτερο κόστος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του ποταμού Αλφειού. Στη θέση Φλόκα εδράζεται το ομώνυμο φράγμα, το οποίο

κατασκευάστηκε για την εκτροπή υδάτων προς άρδευση. Η λειτουργία του φράγματος συνεπάγεται προβλήματα κατακράτησης και συσσώρευσης φερτών υλικών με αποτέλεσμα την ελλειμματική κατάντη στερεομεταφορά. Η αμμοχαλικοληψία ανάντη του φράγματος μειώνει τη συσσώρευση φερτών υλικών και έμμεσα εξυπηρετεί στην επιμήκυνση του χρόνου καλής λειτουργίας του τεχνικού έργου.

Επιδίωξη είναι η αναζήτηση της βέλτιστης πολιτικής. Το γεγονός ότι η ανανεώσιμη ποσότητα αμμοχαλικού δεν μπορεί να καθοριστεί επακριβώς για το κάθε έτος και επηρεάζεται από το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής και τις κλιματικές συνθήκες καθώς και ότι οι απαιτήσεις των ενδιαφερομένων δεν μπορούν να καθοριστούν εκ των προτέρων, αλλά εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από τις ανάγκες της αγοράς που μεταβάλλονται σημαντικά με τον χρόνο, καθιστά το πρόβλημα της διαχείρισης του πόρου εξαιρετικά σύνθετο και πολύ-παραμετρικό.

Έστω ότι έχουμε δύο ενδιαφερόμενους εργολήπτες, που επιθυμούν να εκμεταλλευθούν το αμμοχάλικο εντός κοίτης ποταμού. Εάν και οι δύο εργολήπτες συνεργαστούν και μοιραστούν ισότιμα το διαθέσιμο αμμοχάλικο, τότε θα έχουν το ίδιο όφελος ω . Εάν και οι δύο εργολήπτες οδηγηθούν σε υπερ-εκμετάλλευση του πόρου, τότε μεσοπρόθεσμα θα επιβαρυνθούν με ζημία ζ , καθώς θα προκύψει έλλειψη υλικών. Εάν ο ένας εργολήπτης υπερ-εκμεταλλετεί τον πόρο, ενώ ο άλλος αποκομίζει μικρή έως καθόλου ποσότητα του υλικού, τότε για τον μεν πρώτο εργολήπτη θα υπάρξει μεγάλο όφελος Ω , ενώ για τον δεύτερο εργολήπτη θα υπάρξει μεγάλη ζημία Z . Σύμφωνα με τη θεωρία παιγνίων οι δύο ενδιαφερόμενοι (λόγω έλλειψης εμπιστοσύνης) δεν θα συνεργαστούν και τελικά θα υπερ-εκμεταλλευτούν τον πόρο, παρόλο που το συμφέρον και των δύο θα ήταν η ισότιμη διαχείριση του αμμοχαλικού. Η έλλειψη συνεργασίας των δύο παικτών οδηγεί στην 3^η επιλογή προτίμησης κάθε παίκτη, ενώ αν τελικά οι παίκτες συνεργάζονταν θα επιτύγχαναν την 2^η σε σειρά προτίμησης επιλογή. Η περίπτωση αυτή αποτελεί αντίστοιχο ανάλογο του παιγνίου «Το δίλημμα του φυλακισμένου» (Prisoner's Dilemma) και αποτυπώνεται στους Πίνακες 2 και 3.

Πίνακας 2: Το παίγνιο δύο εργοληπτών για την εκμετάλλευση του αμμοχαλικού

		Εργολήπτης B	
		Soft-exploitation (se)	Over-exploitation(oe)
Εργολήπτης A	Soft-exploitation (se)	ω, ω	Z, Ω
	Over-exploitation (oe)	Ω, Z	ζ, ζ

Πίνακας 3: Προτιμήσεις (ζεύγος στρατηγικών) των δύο εργοληπτών

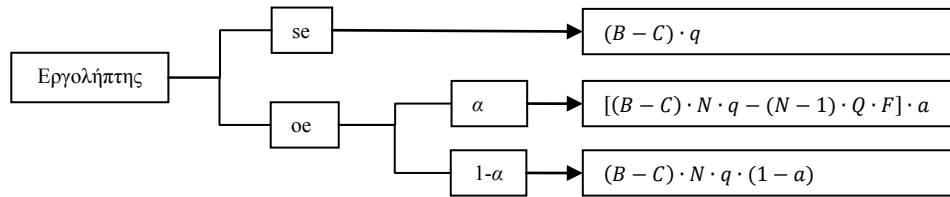
	Σε έκφραση αποδόσεων	Σε έκφραση στρατηγικών
Εργολήπτης A	$(\Omega, Z) > (\omega, \omega) > (\zeta, \zeta) > (Z, \Omega)$	$(oe, se) > (se, se) > (oe, oe) > (se, oe)$
Εργολήπτης B	$(Z, \Omega) > (\omega, \omega) > (\zeta, \zeta) > (\Omega, Z)$	$(se, oe) > (se, se) > (oe, oe) > (oe, se)$

Θα πρέπει να υπάρχει κάποιος θεσμικός παράγοντας (πολιτεία) που θα παρεμβαίνει στη διαχείριση του αμμοχαλικού και θα επιβάλλει κυρώσεις ή ποινές στους παίκτες που παρουσιάζουν «ανορθόδοξη» συμπεριφορά (π.χ. επιβολή προστίμου ή αποκλεισμό από επόμενες δημοπρασίες αμμοχαλικού για δεδομένη χρονική περίοδο), όπως φαίνεται στον Πίνακα 4. Για να προτιμήσουν οι παίκτες τη στρατηγική (se,se) πρέπει να ισχύει η σχέση $\zeta - F < \omega$.

Πίνακας 4: Προτιμήσεις (ζεύγος στρατηγικών) των δύο παικτών με επιβολή κυρώσεων

*επέμβαση πολιτείας με κυρώσεις		Εργολήπτης A	
		Soft-exploitation (se)	Over-exploitation(oe)
Εργολήπτης A	Soft-exploitation (se)	ω, ω	$Z, \Omega - F$
	Over-exploitation (oe)	$\Omega - F, Z$	$\zeta - F, \zeta - F$

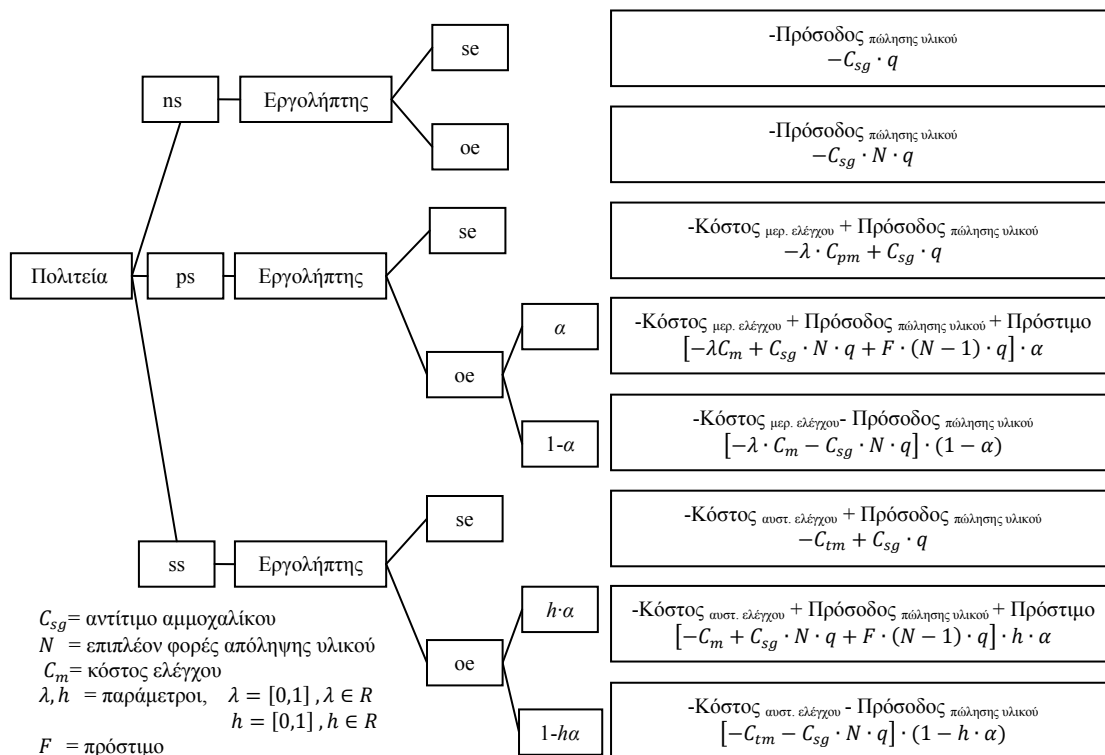
Θεωρώντας, q την απολήψιμη ποσότητα αμμοχαλικού, B τη μοναδιαία πρόσοδο του εργολήπτη από τη χρήση του πόρου, C το μοναδιαίο κόστος της αμμοληψίας, a την πιθανότητα να γίνει αντιληπτή η παράνομη συμπεριφορά (οε) και N τις επιπλέον φορές που θα γίνει απόληψη υλικού, ο κάθε εργολήπτης έχει τις επιλογές που φαίνονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Αποδόσεις επιλογών αμμοχαλικοληψίας

Κάθε εργολήπτης θα πάψει να συμπεριφέρεται ανορθόδοξα όταν: $B < C + Fa$ ή $C > B - Fa$ ή $a > (B-C)/F$ ή $F > (B-C)/a$. Επομένως, υπάρχουν τέσσερις δυνατοί τρόποι ή συνδυασμός αυτών, ώστε να κατευθυνθεί ο εργολήπτης στη συνετή διαχείριση του πόρου. Επειδή η παράμετρος B καθορίζεται από τους κανόνες της αγοράς, η πολιτεία έχει τη δυνατότητα να επέμβει είτε a) άμεσα, αν αυξήσει το ύψος της ποινής ($F \uparrow$) ή αυξήσει τον έλεγχο της περιοχής ($a \uparrow$) είτε β) έμμεσα, αν αυξήσει το αντίτιμο του αμμοχαλικού ($C \uparrow$).

Ο έλεγχος της περιοχής επιφέρει έσοδα στην πολιτεία, επειδή θα επιβληθούν κυρώσεις στους παράνομους εργολήπτες και δεν θα απωλεσθεί υλικό, το οποίο μπορεί να διατεθεί προς πώληση. Παρόλα αυτά, έχει σχετικά υψηλό κόστος, το οποίο αυξάνει υπερβολικά με την αύξηση των μέτρων ελέγχου. Λαμβάνοντας υπόψη τις προθέσεις των ενδιαφερομένων για συνετή ή μη διαχείριση του πόρου, η πολιτεία οφείλει να αποφασίσει το βαθμό ελέγχου της περιοχής [χωρίς έλεγχο (ns), μερικός έλεγχος (ps), αυστηρός έλεγχος (ss)]. Οι αποδόσεις στρατηγικών που θα ακολουθήσει η πολιτεία επηρεάζονται από τις στρατηγικές του εργολήπτη και περιγράφονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Αποδόσεις επιλογών της Πολιτείας από τη διαχείριση αμμοχαλικού

Έστω ότι Q_{LBC} είναι η φέρουσα ικανότητα ενός ποταμού σε αμμοχάλικο με περίοδο επαναφοράς T , που αντιστοιχεί στη συνολική ετήσια αδειοδοτημένη ποσότητα απολήψιμου υλικού. Θα πρέπει $Q_{LBC} < Q_{ολικό}$, όπου $Q_{ολικό}$ είναι η συνολική ποσότητα αμμοχαλικού. Έστω επίσης ότι υπάρχουν δύο ενδιαφερόμενοι εργολήπτες. Επειδή ο πόρος είναι πεπερασμένος, το καθαρό όφελος του κάθε εργολήπτη ξεχωριστά είναι συνάρτηση της ποσότητας q_i που θα αξιοποιήσει ο εργολήπτης i , αλλά και της ποσότητας $q_{\sim i}$ που χρησιμοποιείται από τον άλλο ενδιαφερόμενο, επειδή μειώνεται η συνολική διαθεσιμότητα του πόρου. Μειωμένη διαθεσιμότητα υλικού συνεπάγεται υψηλό κόστος απόληψης για τον εργολήπτη. Ισχύει η σχέση: $q_i + q_{\sim i} < Q_{ολικό}$. Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι δύο εργολήπτες είναι πώς θα προσδιορίσουν την ποσότητα που θα διαχειρισθούν, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν το κέρδος τους. Η ποσότητα αυτή εκφράζει, στην ουσία, την ισορροπία κατά Nash του συστήματος. Υποθέτουμε ότι οι εργολήπτες επιλέγουν την ποσότητα αμμοχαλικού ταυτόχρονα και ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο. Η συνάρτηση καθαρού οφέλους του Εργολήπτη i θα είναι:

$$U_i = B \cdot q_i - C_{sg} \cdot q_i - q_i \cdot \left[\frac{(q_i + q_{\sim i})}{Q_{LBC}} \cdot C_{ac} + C_{eq} \right] \quad (3.2)$$

όπου: B = η μοναδιαία πρόσδοδος από την πώληση του αμμοχαλικού για τεχνητά έργα
 C_{sg} = το μοναδιαίο αντίτιμο αγοράς του αμμοχαλικού από το Δημόσιο
 C_{ac} = το κόστος εξεύρεσης και απόληψης του αμμοχαλικού, και
 C_{eq} = το κόστος της επένδυσης για την απόληψη του πόρου

Στην εξίσωση 3.2, ο πρώτος εντός της παρενθέσεως όρος, υποδηλώνει ότι το κόστος του συλλεχθέντος υλικού είναι συνάρτηση της διαθεσιμότητας του πόρου. Όταν δεν έχει συλλεχθεί αμμοχάλικο από τους εργολήπτες ($q_i + q_{\sim i} \rightarrow 0$), δηλαδή υπάρχει αρκετό διαθέσιμο υλικό στο ποτάμι, τότε το κόστος για τη συλλογή του είναι μηδενικό. Αντίθετα, όταν έχει συλλεχθεί ήδη σημαντική ποσότητα υλικού από τους εργολήπτες ($q_i + q_{\sim i} \rightarrow Q_{LBC}$), δηλαδή δεν υπάρχει αρκετό διαθέσιμο υλικό στο ποτάμι, τότε το κόστος για τη συλλογή του είναι μεγάλο και ίσο με C_{ac} το οποίο τέθηκε ίσο με $0,6 \text{ €/m}^3$. Το μοναδιαίο κόστος εξοπλισμού για τη συλλογή του υλικού ανέρχεται στα $3,6 \text{ €/m}^3$. Το αντίτιμο για την αγορά του αμμοχαλικού καθορίζεται κατά περίπτωση και η τιμή του κυμαίνεται από $0,6 \text{ €/m}^3$ έως $2,7 \text{ €/m}^3$.

Η μοναδιαία πρόσδοδος B από την πώληση του υλικού θεωρείται ως εκθετική συνάρτηση της διαθέσιμης ποσότητας, όπως φαίνεται από την εξίσωση που ακολουθεί

$$B = B_{max} \cdot \exp \left[-\xi \cdot \frac{(q_i + q_{\sim i})}{Q_{LBC}} \right] \quad (3.3)$$

όπου: B_{max} = η μέγιστη πρόσδοδος από την πώληση του αμμοχαλικού για τεχνητά έργα, που αντιστοιχεί στην περίπτωση που δεν έχει συλλεχθεί καθόλου υλικό από το ποτάμι ($q_i + q_{\sim i} \rightarrow 0$), οπότε και το αμμοχάλικο είναι εύκολα διαθέσιμο στον εργολήπτη. Όμως, όταν έχει συλλεχθεί ήδη σημαντική ποσότητα υλικού από τους εργολήπτες ($q_i + q_{\sim i} \rightarrow Q_{LBC}$), τότε η B μειώνεται σημαντικά. Η παράμετρος ξ εκφράζει πόσο έντονα μεταβάλλεται η εκθετική καμπύλη και εδώ ελήφθη ίση με τη μονάδα.

Οι ισορροπίες Nash του παιχνιδιού (ισορροπία αγοράς) είναι οι λύσεις (q_i^* , $q_{\sim i}^*$) του συστήματος:

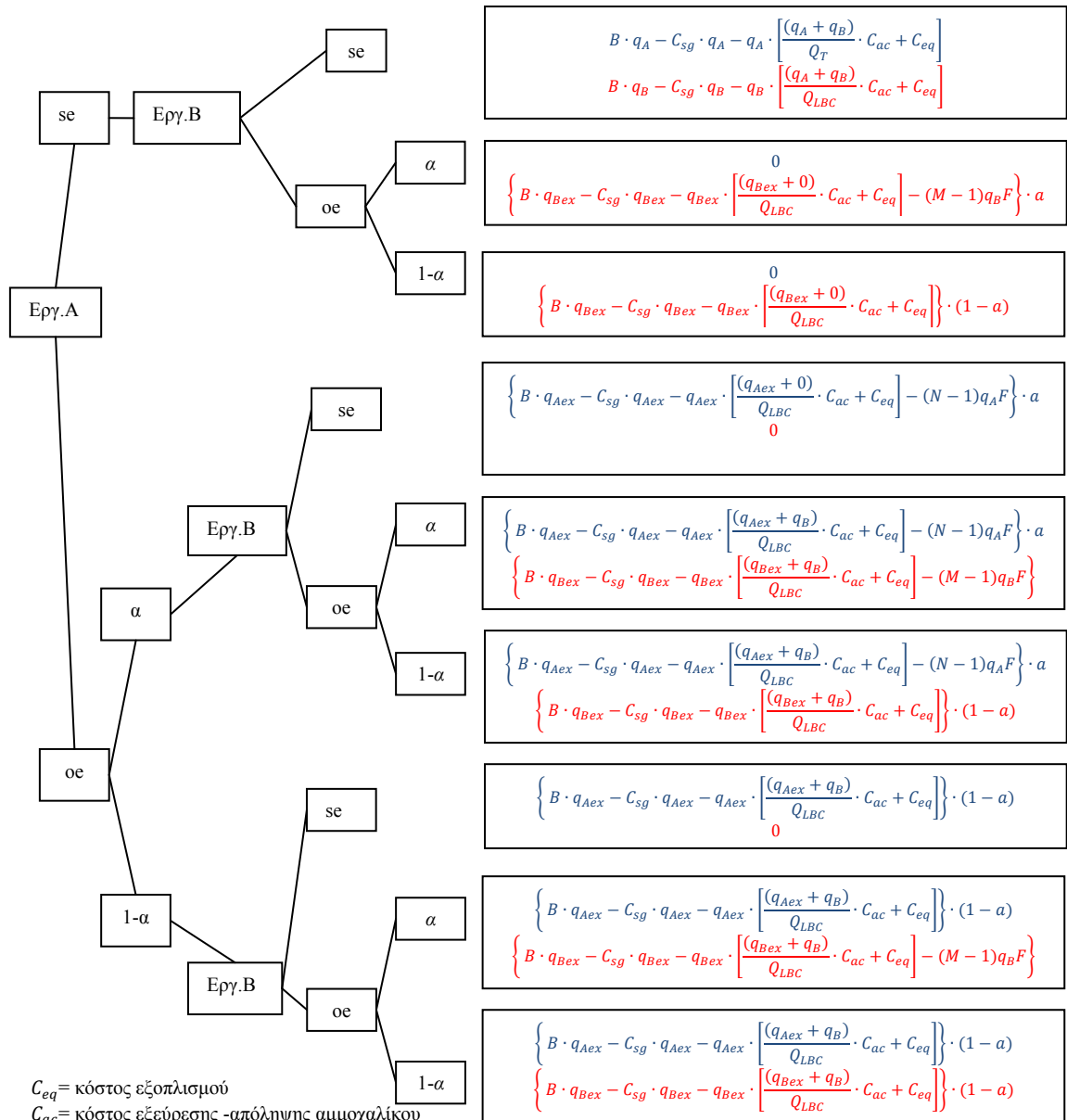
$$\frac{\partial U_i}{\partial q_i} = \frac{\partial U_{\sim i}}{\partial q_{\sim i}} = 0 \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial^2 U_i}{(\partial q_i)^2} < 0 \text{ και } \frac{\partial^2 U_{\sim i}}{(\partial q_{\sim i})^2} < 0 \tag{3.5}$$

με λύση

$$\frac{q_i^*}{Q_T} = \frac{q_{\sim i}^*}{Q_T} = \frac{1}{\xi} \cdot \left\{ 1 - \frac{(C_{ac} + C_{eq})}{B_{max} \cdot \exp\left(2 \cdot \xi \cdot \frac{q_i^*}{Q_{LBC}}\right)} \right\} \tag{3.6}$$

Η γεωμετρία της κατάστασης εξασφαλίζει ότι $q_i^* = q_{\sim i}^*$, δηλαδή οι δύο εργολήπτες διαχειρίζονται ίδια ποσότητα υλικού. Οι αποδόσεις στρατηγικών των δύο εργοληπτών Α και Β απεικονίζονται στο Σχήμα 3 με μπλε και κόκκινο χρώμα, αντίστοιχα.



Σχήμα 3: Αποδόσεις εργοληπτών αμμοχαλικοληψίας

4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αλφειού, έκτασης 3.660 km², αποτελεί μία από τις κυριότερες υδρολογικές λεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος της Δυτικής Πελοποννήσου (01), αποστραγγίζοντας ολόκληρη σχεδόν την κεντρική και δυτική Πελοπόννησο. Ο ποταμός Αλφειός, με συνολικό μήκος 116 km, είναι συνεχούς ροής με μέση παροχή 67 m³/s και μέση ετήσια απορροή που κυμαίνεται μεταξύ 1.500 - 2.100 hm³. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων στην λεκάνη απορροής είναι 1.070 mm και ο μέσος ετήσιος όγκος νετού είναι 3.852 hm³. Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο της λεκάνης χαρακτηρίζεται ως ήπιο στην παραλιακή και πεδινή ζώνη και στο εσωτερικό υψίπεδο της Μεγαλόπολης, με ομαλή και ήπια μετάβαση στη λοφώδη και ημιορεινή ζώνη και ως ορεινό και απότομο στο εσωτερικό και ανατολικό τμήμα του, όπου και βρίσκονται διάφοροι ορεινοί όγκοι, όπως Ταΰγετος, Μαίναλο, Χελμός κ.α.

Σημαντικό ρόλο στο γεωμορφολογικό ανάγλυφο παίζει μεταξύ άλλων παραμέτρων και η δράση του νερού, με το φαινόμενο της αποσάρθρωσης και της διάβρωσης. Ο Αλφειός Ποταμός, στη γεμάτη μαιανδρισμούς πορεία του, λόγω της πληθώρας φερτών που μεταφέρει έχει συμβάλει στη δημιουργία των παράκτιων λιμνών Αγουλινίτσας και Μουριάς (που έχουν αποξηρανθεί τεχνητός), στη θερμομεταλλική λίμνη Καϊάφα, στην πρόσχωση του Κυπαρισσιακού Κόλπου και επιμήκυνση των εκβολών του, όπως επίσης και στη μορφολογική ανάπτυξη της δελταϊκής ακτογραμμής του. Λόγω των φερτών που μεταφέρει, το έδαφος της λεκάνης του συνίσταται από αλουβιακές και αργιλομαργαϊκές αποθέσεις (Γιαννόπουλος, Μαναριώτης, 2005).

Ο υπολογισμός και η πρόβλεψη του ισοζυγίου φερτών υλών επιτρέπουν την εκτίμηση του βαθμού κατακράτησης φερτών και την εκτίμηση της ποσότητας αμμοχαλικού που μπορεί να ληφθεί σε κατάλληλο σημείο (appropriate sediment harvest locations) χωρίς να διαταραχθεί (σημαντικά) η δυναμική ισορροπία του συστήματος (safe yield) (USFWS, 2006). Όμως, επειδή η στερομεταφορά είναι συνάρτηση του υδρολογικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή, η «παραγωγή» φερτού υλικού δεν είναι σταθερή σε κάθε ποτάμι.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Δημητρακόπουλος κ.α.(2008), η ετήσια στερεοπαροχή του Αλφειού ποταμού εκτιμάται σε 2.630 m³ (με περίοδο επαναφοράς $T=1,28$ έτη) και 23.900 m³ (με περίοδο επαναφοράς $T=5$ έτη). Ειδικά, στο σημείο όπου εδράζεται το Φράγμα Φλόκα το μέσο ετήσιο υλικό εκτιμήθηκε σε 38.700 m³. Σύμφωνα με τη μελέτη, είναι δυνατή η απόληψη αδρανών από τον Αλφειό Ποταμό χωρίς αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εφόσον λαμβάνεται υπόψη η φέρουσα ικανότητα του ποταμού.

Στη λεκάνη του Αλφειού Ποταμού κατάντη του φράγματος Φλόκα και μέχρι τις εκβολές του υπάρχει απαγορευτική απόφαση για αμμοχαλικοληψία (Απόφαση Νομάρχη Ηλείας υπ' αριθμ. 487/30-04-1996), καθώς και αντίστοιχη απόφαση απαγόρευσης χρήσης μηχανημάτων εκσκαφής με συρόμενο κάδο (drag-lines) (Απόφαση Νομάρχη Ηλείας υπ' αριθμ. 845/04-07-1996) για λόγους προστασίας της κοίτης και αποφυγής προβλημάτων στο φράγμα και άλλα τεχνητά έργα της ευρύτερης περιοχής, από αλόγιστη αμμοχαλικοληψία. Επιπρόσθετα, σε αρχαιολογικές περιοχές που γειτνιάζουν με την κοίτη του ποταμού απαγορεύεται η απόληψη υλικού σύμφωνα με τα ΦΕΚ 128/Β'/27-102-1992 και ΦΕΚ 686/Β'/02-06-2000.

4.2. Εφαρμογή της θεωρίας παιγνίων στον Αλφειό Ποταμό.

Οι νόμιμες απολήψεις αμμοχαλικού από τον μέσο και κάτω ρου του Αλφειού ποταμού, σύμφωνα με στοιχεία της Κτηματικής Υπηρεσίας, την τελευταία δεκαετία (2001-2011) ανέρχονται σε 435.228 m³, δηλαδή περίπου 45.000 m³ το χρόνο (αν

ληφθούν υπόψη και οι απολήψεις από μισθωμένες εκτάσεις των ΟΤΑ, με μη καταγεγραμμένα στοιχεία). Παρόλα αυτά, γίνονται πάρα πολλές παράνομες αμμοχαλικοληψίες από την κοίτη του ποταμού, για τις οποίες δυστυχώς δεν υπάρχουν καταγραφές, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός της επιπλέον ληφθείσας ποσότητας.

Η Κτηματική Υπηρεσία Ηλείας προσδιορίζει το αντίτιμο του αμμοχαλικού που προέρχεται από την κοίτη του Αλφειού Ποταμού στο $1,30 \text{ €/m}^3$. Στις περιπτώσεις που γίνεται μίσθωση θέσης αμμοχαλικοληψίας μετά από παραχώρηση στους Δήμους, τότε το αντίτιμο συνήθως προσδιορίζεται στα $0,60 \text{ €/m}^3$. Στην αγορά, όπου έχει ενσωματωθεί το κόστος θραύσης, πλύσης και μεταφοράς του υλικού και το προσδοκώμενο όφελος του προμηθευτή, το αντίτιμο πώλησης του αμμοχαλικού προσδιορίζεται στα $7-20 \text{ €/m}^3$. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση παράνομης απόληψης ποτάμιου αμμοχαλικού, η Κτηματική Υπηρεσία εξετάζει την υπόθεση με το κριτήριο του διαφυγόντος κέρδους του Δημοσίου (απώλεια προσόδου) και προσδιορίζει το αντίτιμο του αμμοχαλικού στα 6 €/m^3 για την επιπλέον απολήψιμη ποσότητα υλικού.

Βάση των ισχυουσών τιμών, το θεωρητικό μοντέλο που αναπτύχθηκε στο 4^ο Κεφάλαιο και τον αλγόριθμο του Σχήματος 3 είναι δυνατόν α) να υπολογιστεί η εκτίμηση των προτιμήσεων των ενδιαφερόμενων εργοληπτών, υπό συγκεκριμένα υποθετικά σενάρια (Πίνακας 6) και β) να υπολογιστεί η μεταβολή της καθαρής ωφέλειας του κάθε εργολήπτη συναρτήσει των ποσοστιαίων απολήψιμων ποσοτήτων του αλλά και των ποσοστιαίων απολήψεων του άλλου εργολήπτη (Σχήμα 4).

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας έγινε με τη βοήθεια του ελεύθερου λογισμικού Gambit, που εμπεριέχει ένα σύνολο εργαλείων υπολογισμών για τη ανάλυση θεμάτων με εφαρμογή τεχνικών της θεωρίας παιγνίων. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 0.2007.12.04 Gambit. Το λογισμικό επιτρέπει την εκτίμηση της ισορροπίας και μπορεί να επιλύσει προβλήματα με πολλούς παίκτες σε άμεσο χρόνο, αλλά μόνο για μη συνεργατικά παίγνια (non-cooperative games) (McKelvey et al, 2010), όπως το εξεταζόμενο θεωρητικό μοντέλο.

Στόχος της εξέτασης των σεναρίων είναι η εξεύρεση του σημείου ισορροπίας κατά Nash (Nash equilibrium). Το σημείο αυτό εκφράζει την έκβαση του παιγνίου από την οποία κανένας παίκτης δεν έχει κίνητρο να παρεκκλίνει, αφού με δεδομένες τις πράξεις του άλλου παίκτη, η στρατηγική της ισορροπίας Nash είναι η βέλτιστη στρατηγική για κάθε παίκτη (Αλιμπραντής και Chakrabarti, 2004).

Βάση της μελέτης των Δημητρακόπουλος κ.α. (2010) αλλά και των δεδομένων της Κτηματικής Υπηρεσίας Ηλείας σχετικά με τις απολήψεις αμμοχαλικού την δεκαετία 2001-2011 θεωρήθηκε ότι η φέρουσα ικανότητα του ποταμού σε αμμοχάλικο είναι ίση με 40.000 m^3 . Αρχικά, η ένταση της υπερ-εκμετάλλευσης θεωρήθηκε ίση με 10% της φέρουσας (σενάρια Α και Β) και κατόπιν ίση με 20% (σενάριο C).

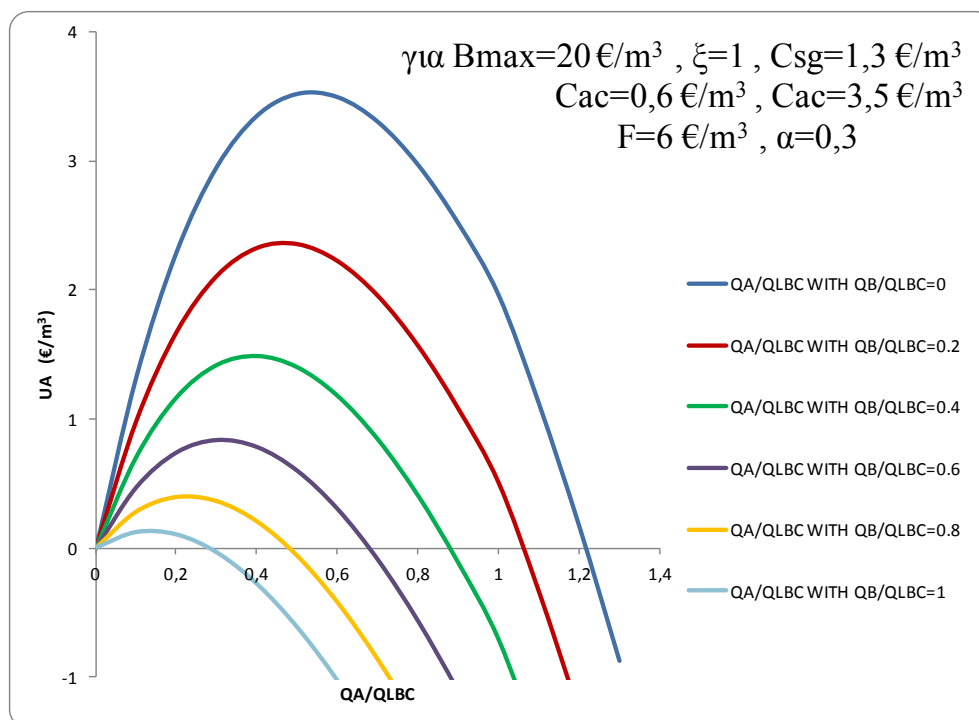
Πίνακας 5: Σημεία ισορροπίας κατά Nash σεναρίων εφαρμογής του μοντέλου για ΥΠΠ

ΣΕΝΑΡΙΟ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΡΓ/ΤΗΣ Α	ΕΡΓ/ΤΗΣ Β	ΠΟΛΙΤΕΙΑ
A1	$B=20 \text{ €/m}^3$	$F=6 \text{ €/m}^3$	oe	oe	pa
A2	$C_1=3,7 \text{ €/m}^3$ $\alpha=0,3$	$F=9 \text{ €/m}^3$ (↑50%)	oe	oe	pa
A3	$C_{\text{αμμοχ.}}=1,3 \text{ €/m}^3$ $C_{\text{ελέγγου}}=12000 \text{ €/y}$	$F=12 \text{ €/m}^3$ (↑100%)	se	se	pa
B1(A1)	$B=20 \text{ €/m}^3$	$C_{\text{αμμοχ.}}=1,3 \text{ €/m}^3$	oe	oe	pa
B2	$C_1=3,7 \text{ €/m}^3$ $\alpha=0,3$	$C_{\text{αμμοχ.}}=1,5 \text{ €/m}^3$ (↑15%)	oe	oe	pa
B3	$F=6 \text{ €/m}^3$ $C_{\text{ελέγγου}}=12000 \text{ €/y}$	$C_{\text{αμμοχ.}}=1,7 \text{ €/m}^3$ (↑30%)	se	se	pa
C	Όμοια με σενάριο Α	$F=6 \text{ €/m}^3$	se	se	pa

Από τα δεδομένα του μοντέλου προέκυψε ότι για να επιτευχθεί η βέλτιστη έκβαση ορθολογικής λήψης του αμμοχαλικού στις περιπτώσεις που περιγράφονται από τα σενάρια Α και Β, πρέπει είτε να διπλασιασθεί η ποινή είτε να αυξηθεί το αντίτιμο του αμμοχαλικού κατά 30% είτε να γίνει χρήση συνδυασμού και των δύο πολιτικών. Λαμβάνοντας υπόψη τις αποδόσεις της πολιτείας, είναι προφανές ότι μεταξύ των δύο επιθυμητών σεναρίων Α3 και Β3, προτιμάται η δεύτερη που δίνει μεγαλύτερες αποδόσεις. Όμως, από πολιτικής πλευράς, προτιμάται η πρώτη επιλογή, καθώς δεν μειώνονται σημαντικά οι αποδόσεις των εργοληπτών που κάνουν συνετή διαχείριση, παρά μόνο όσων ακολουθούν παράνομη συμπεριφορά.

Όταν η απόληψη του υλικού ξεπεράσει το 20% της αδειοδοτημένης, τότε σύμφωνα με τον αλγόριθμο, οι χρήστες έχουν μικρότερο καθαρό κέρδος, καθώς αυξάνει η δυσκολία εξεύρεσης του πόρου, και δεν τους συμφέρει ουσιαστικά η επιπλέον απόληψη υλικού. Ενδεχομένως να οδηγηθούν σε αυτή τη συμπεριφορά λόγω έλλειψης εμπιστοσύνης. Όμως, αν συμπεριφερθούν ως ορθολογικοί παίκτες, όπως ορίζει η θεωρία παιγνίων, τότε πρέπει σύμφωνα με το μοντέλο να διαχειριστούν συνετά τον πόρο. Το συμπέρασμα αυτό γίνεται και πιο εμφανές με τη βοήθεια του γραφήματος του Σχήματος 4, όπου φαίνεται ότι το κέρδος του εργολήπτη για υπέρβαση λήψης του πόρου κατά ποσοστό άνω του 20% είναι αρνητικό, δηλαδή εκφράζει ζημία, ακόμα και όταν ο άλλος εργολήπτης δεν συλλέξει καθόλου υλικό.

Επίσης, από τη μελέτη του γραφήματος γίνεται αντιληπτό ότι όσο αυξάνει η ποσότητα του συλλεχθέντος υλικού από τον εργολήπτη, δηλαδή όσο αυξάνεται η κατανάλωση του πόρου, τόσο ελαττώνεται το όφελος που απομένει για τον άλλο χρήστη (εργολήπτη). Δηλαδή, παρόλο που η υπερβολική χρήση του αμμοχαλικού οδηγεί σε ζημία, το γεγονός ότι ο πόρος λειτουργεί ως ανταγωνιστικό προϊόν (εμφανίζει αρνητική εξωτερικότητα), αναγκάζει τους χρήστες να οδηγηθούν στην υπερβολική χρήση του πόρου αυτού. Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται από τη βιβλιογραφία ως τραγωδία των κοινόχρηστων πόρων (tragedy of the commons) και σε αυτή την περίπτωση οφείλει να παρέμβει η πολιτεία είτε με ρυθμιστικές παρεμβάσεις της χρήσης του πόρου είτε με τον καθορισμό ιδιοκτησιακών κριτηρίων.



Σχήμα 4: Μεταβολή του μοναδιαίου οφέλους του κάθε εργολήπτη για το σενάριο C

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Επετεύχθη η δημιουργία ενός μοντέλου εκτίμησης της στρατηγικής συμπεριφοράς των ενδιαφερόμενων μερών (εργολήπτες και πολιτεία) κατά την αξιοποίηση του αμμοχαλικού, με τη βοήθεια τεχνικών της θεωρίας παιγνίων και τη διαμόρφωση ενός θεωρητικού παιγνίου τριών παικτών. Γνωρίζοντας τη συμπεριφορά των εμπλεκόμενων μερών, η οποία καθορίζεται σημαντικά από τις δράσεις και ενέργειες του καθενός ξεχωριστά και των αποφάσεων των λοιπών μερών, η πολιτεία δύναται να ακολουθήσει κατάλληλη πολιτική ώστε να επιτυγχάνεται ορθολογική αξιοποίηση του πόρου, στα πλαίσια βιώσιμης ανάπτυξης και ευημερίας της περιοχής. Μελλοντικός στόχος της έρευνας είναι η περαιτέρω βελτίωση του μοντέλου, εισάγοντας και άλλες παραμέτρους, όπως περιβαλλοντικό κόστος, κόστος αποκατάστασης από πλημμυρικά επεισόδια, καθώς και λοιπές τεχνικές της θεωρίας παιγνίων (δημοπρασίες, διαπραγματεύσεις κλπ).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζονται ευχαριστίες στην Κτηματική Υπηρεσία Ηλείας για την παροχή στοιχείων και στο Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών για την χορήγηση υποτροφίας στην κ. Ποδηματά Μαριάνθη και υποστήριξη εκπόνησης της Διδακτορικής της Διατριβής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brown, A.V., Lyttle, M.M., Brown, K.B. (1998) Impacts of Gravel Mining on Gravel Bed Streams. Transactions of the American Fisheries Society 127:979–994.
- Dust, D., Wohl, E. (2012) Conceptual model for complex river responses using an expanded Lane's relation. Geomorphology 139-140:109-121.
- Kondolf, M.G.(1997) Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. Environmental Management 21(4):533–551.
- Madani, K. (2010) Game theory and water resources. Journal of Hydrology 381:225–238.
- McKelvey, R.D., McLennan, A.M., Turocy, T.L. (2010). Gambit: Software Tools for Game Theory, Version 0.2010.09.01. <http://www.gambit-project.org>.
- United States Fish and Wildlife Service (USFWS) (2006) Sediment removal from active stream channels in OREGON: Considerations for Federal Agencies for the Evaluation of Sediment Removal Actions from Oregon Streams (<http://www.fws.gov/oregonfwo/ExternalAffairs/Topics/Documents/GravelMining-OSC.19Feb08.pdf>).
- Αλιμπραντής, Χ.Δ., Chakrabarti, S.K. (2004) Παίγνια και Λήψη Αποφάσεων. Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία (εκδ.), Αθήνα 2004.
- Γιαννόπουλος, Π.Χ., Μαναριώτης Ι.Δ. (2005) Επιπτώσεις στην Υδρομορφολογία του Αλφειού Ποταμού από Έργα Υποδομής και Αμμοχαλικοληψίες. Πρακτικά του Συνεδρίου με θέμα Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Ξάνθη, 06-09/04/2005 (εκδ. Τσιχριντζής, Β.Α.): 275-281.
- Δημητρακόπουλος, Α.Κ., Καλέρης, Β.Κ., Δήμας Α.Α., Χορς, Γ.Μ., Ζεληλίδης, Α., Γιαννόπουλος, Π.Χ. (2010) Διερεύνηση επιπτώσεων και ιδιαιτέρως επί της στερεομεταφοράς εκ δυνητικών απολήψεων στους ποταμούς Αλφειό και Ερύμανθο, Τεχνική Έκθεση, Arion Kleos CJV.
- Χαπιζάνης, Π. (2007) Κοινόχρηστη Δημόσια Περιουσία (Αιγιαλός - Όχθη) αρμοδιότητα Υπουργείου Οικονομικών & Διαδικασία Αμμοληψίας (http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1418/kma_m1418_xapizanis.pdf).