

**Ανάπτυξη Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων
διαχείρισης παράκτιων περιοχών υπό την επίδραση της
λεκάνης απορροής: Η περίπτωση του κόλπου Γέρας νήσου
Λέσβου**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Θεοφράσειο Π.Μ.Σ.
«Περιβαλλοντική και Οικολογική Μηχανική»**

Πολατίδου Μαρία

Φυσικός



Οκτώβριος, 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης, ευχαριστώ θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, Γ. Τσιρτσή για την προθυμία του και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης, τον ερευνητή του Τμήματος Περιβάλλοντος Η. Πολατίδη για την καθοριστική συμβολή του στην εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και την υποψήφια διδάκτορα του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας Α. Ταμβάκη για τη συμπαράστασή της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή αναπτύχθηκε ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS, Decision Support System) διαχείρισης παράκτιων περιοχών, υπό την επίδραση της λεκάνης απορροής. Το σύστημα εφαρμόστηκε στην περιοχή του κόλπου Γέρας της νήσου Λέσβου. Περιλαμβάνει αρχικά ένα Μαθηματικό Μοντέλο Προσομοίωσης, για τον υπολογισμό της απορροής των θρεπτικών ουσιών που εκχύνονται στον κόλπο από τη λεκάνη απορροής, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί για διαφορετικά σενάρια διαχείρισης. Στην συνέχεια, η αξιολόγηση των σεναρίων γίνεται με εφαρμογή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, με στόχο την επιλογή του βέλτιστου αυτών.

Η μελέτη έγινε στα πλαίσια του Θεοφράστειου Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών 'Περιβαλλοντική και Οικολογική Μηχανική', με έναυσμα τη συμμετοχή του κόλπου Γέρας στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα DITTY (Ανάπτυξη Εργαλείων πληροφορικής για τη Διαχείριση λιμνοθαλασσών της Νότιας Ευρώπης, υπό την επίδραση των Λεκανών Απορροής).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελ.
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	iii
Κατάλογος Πινάκων	v
Κατάλογος Σχημάτων	vi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	3
2.1 Εισαγωγή	3
2.2 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών	4
2.2.1 Παράκτια Ζώνη	4
2.2.2 Θαλάσσια Ρύπανση	5
2.2.3 Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης	6
2.2.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση	9
2.3 Λεκάνες Απορροής - Χρήσεις Γης	18
2.3.1 Λεκάνες Απορροής	18
2.3.2 Χρήσεις Γης	22
2.4 Ποσοτικές Μέθοδοι και Λήψη Αποφάσεων	24
2.4.1 Γενικά	24
2.4.2 Μοντέλα	26
2.4.3 Πολυκριτηριακή Ανάλυση	28
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	33
3.1 Το Μοντέλο Λεκάνης Απορροής	33
3.2 Πολυκριτηριακή Ανάλυση: η μέθοδος PROMETHEE II	38

3.2.1	Η οικογένεια μεθόδων PROMETHEE	38
3.2.2	Η μέθοδος PROMETHEE II	39
4.	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	44
4.1	Εισαγωγή	44
4.2	Περιοχή Μελέτης	44
4.3	Κύρια Οικονομικά και Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της Περιοχής	57
4.4	Εφαρμογή του Μοντέλου – Σενάρια	58
4.5	Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης – Κριτήρια	65
4.7	Αποτελέσματα και συζήτηση	71
4.7.1	Εισαγωγή	71
4.7.2	Αποτελέσματα εφαρμογής του Μοντέλου και συζήτηση	71
4.7.3	Αποτελέσματα της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και συζήτηση	85
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	σελ.
Πίνακας 4.1: Έκταση και αναλογία των τριών τμημάτων της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας	46
Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά των σημαντικότερων ποταμών της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας	48
Πίνακας 4.3: Κατηγορίες εδαφοκάλυψης στη λεκάνη απορροής	51
Πίνακας 4.4: Δεδομένα εφαρμογής του μοντέλου	64
Πίνακας 4.5: Αξιολόγηση των σεναρίων	66
Πίνακας 4.6: Εκτίμηση των βαρών των κριτηρίων με τη μέθοδο Simos (παράδειγμα)	68
Πίνακας 4.7: Κατάταξη προτεραιότητας των κριτηρίων για κάθε ομάδα Αποφασιζόντων	69
Πίνακας 4.8: Αξιολόγηση των σεναρίων 1,2,3,4 και βάρη των κριτηρίων	70
Πίνακας 4.9: Απορροή της λεκάνης του κόλπου Γέρας ανά περιοχή και μήνα	72
Πίνακας 4.10: Μηνιαίες τιμές απορροής θρεπτικών	74
Πίνακας 4.11: Μηνιαία απορροή σε σύγκριση με την αντίστοιχη του ενδεχομένου της κλιματικής αλλαγής	76
Πίνακας 4.12: Μηνιαία απορροή της λεκάνης για τα σενάρια 1,2,3,4	78
Πίνακας 4.13: Μηνιαία απορροή της λεκάνης για τα σενάρια 5,6,7,8	79
Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα της μεθόδου PROMETHEE II: Καθαρές Ροές	86
Πίνακας 4.15: Τελικές κατατάξεις των εφαρμογών της μεθόδου PROMETHEE II εναλλακτικών σεναρίων από την	89

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	σελ.
Σχήμα 2.1: Παράγοντες ολοκλήρωσης στην διαχείριση παράκτιων περιοχών	10
Σχήμα 2.2: Διαδικασία σχεδιασμού ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών	14
Σχήμα 4.1: Ο κόλπος Γέρας της νήσου Λέσβου, Ελλάδα	44
Σχήμα 4.2: Βαθυμετρία του κόλπου Γέρας	46
Σχήμα 4.3: Ετήσια διακύμανση βροχόπτωσης και ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας κατά το έτος 1996 στον κόλπο της Γέρας	47
Σχήμα 4.4: Υδρογραφικό δίκτυο του κόλπου της Γέρας	48
Σχήμα 4.5: Ορογραφία της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας	49
Σχήμα 4.6: Χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής της Γέρας	50
Σχήμα 4.7: Η υδροδυναμική κυκλοφορία στον κόλπο Γέρας	54
Σχήμα 4.8: Κατανομή θερμοκρασίας σε τρία βάθη (επιφάνεια, 5 και 10m) στον κόλπο Γέρας, (α) κατά τη θερινή και (β) κατά την χειμερινή περίοδο	55
Σχήμα 4.9: Κατανομή αλατότητας σε τρία βάθη (επιφάνεια, 5 και 10m) στον κόλπο Γέρας, (α) κατά τη θερινή και (β) κατά την χειμερινή περίοδο	56
Σχήμα 4.10: Απορροή της λεκάνης του κόλπου Γέρας ανά περιοχή και μήνα	73
Σχήμα 4.11: Μηνιαίες τιμές απορροής θρεπτικών ουσιών που καταλήγουν στον κόλπο της Γέρας	75
Σχήμα 4.12: Διάγραμμα μηνιαίας απορροής της λεκάνης σε σύγκριση με την αντίστοιχη απορροή του σεναρίου με ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή	77
Σχήμα 4.13: Ετήσια απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4	80
Σχήμα 4.14: Ετήσια συνολική απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8	80

Σχήμα 4.15: Ετήσια απορροή NO ₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4	81
Σχήμα 4.16: Ετήσια απορροή NH ₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4	82
Σχήμα 4.17: Ετήσια απορροή Νοργ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4	82
Σχήμα 4.18: Ετήσια απορροή PO ₄ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4	83
Σχήμα 4.19: Ετήσια απορροή NO ₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8	83
Σχήμα 4.20: Ετήσια απορροή NH ₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8	84
Σχήμα 4.21: Ετήσια απορροή Νοργ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8	84
Σχήμα 4.22: Ετήσια απορροή PO ₄ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8	85
Σχήμα 4.23: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους καλλιεργητές ελιάς	86
Σχήμα 4.24: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους υπόλοιπους καλλιεργητές	87
Σχήμα 4.25: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων	87
Σχήμα 4.26: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση	88
Σχήμα 4.27: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους κατοίκους	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η ανάπτυξη ενός Συστήματος Στήριξης Αποφάσεων διαχείρισης παράκτιων περιοχών υπό την επίδραση της λεκάνης απορροής.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται η βιβλιογραφική έρευνα στα θέματα που εμπλέκονται άμεσα με το θέμα. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών
- Τις Λεκάνες Απορροής και Χρήσεις Γης
- Τις Ποσοτικές Μεθόδους και τη Λήψη Αποφάσεων

Αναπτύσσεται η αναγκαιότητα ενός νέου διαχειριστικού πλαισίου για τις παράκτιες περιοχές, το οποίο να περιλαμβάνει και να συνυπολογίζει εξίσου οικονομικούς, κοινωνικοπολιτιστικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ταυτόχρονα, διαφαίνεται η εξάρτηση της ποιότητας του νερού της θάλασσας και των παράκτιων περιοχών από τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται στις λεκάνες απορροής. Τέλος, αναφέρεται η χρησιμότητα των Ποσοτικών Μεθόδων στη λήψη διαχειριστικών αποφάσεων και περιγράφονται εκτενέστερα δύο από τις Μεθόδους, τα Μαθηματικά Μοντέλα Προσομοίωσης και η Πολυκριτηριακή ανάλυση.

Στο Κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται το Μοντέλο Λεκάνης Απορροής και η μέθοδος Πολυκριτηριακής Ανάλυσης η οποία χρησιμοποιήθηκε. Αναφέρονται οι βασικές συναρτήσεις του Μοντέλου CNE και οι κύριες λειτουργίες του και γίνεται ο προσδιορισμός των μεταβλητών. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μέθοδος PROMETHEE II της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης η οποία εφαρμόστηκε.

Οι μεταβλητές που λαμβάνει υπόψη το Μοντέλο είναι οι εξής:

Μεταβλητές σεναρίου:

- Αύξηση πληθυσμού (population growth)
- Αύξηση τουριστών (tourism increase).
- Αύξηση καλλιέργειας ελιάς (olive trees cultivation increase).
- Αύξηση άλλων γεωργικών δραστηριοτήτων (other agricultural activities increase).

- Αύξηση παραγωγής της ιχθυοκαλλιέργειας (increase in aquaculture production).

Εξωγενείς μεταβλητές:

- Κλιματική αλλαγή (climatic change).

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται μία εφαρμογή του προτεινόμενου πλαισίου (Μοντέλο και Πολυκριτηριακή Ανάλυση) στην περιοχή μελέτης που είναι η λεκάνη απορροής του κόλπου Γέρας της νήσου Λέσβου.

Αναπτύσσονται τα σενάρια για το κάθε ένα από τα οποία εφαρμόστηκε το Μοντέλο, καθώς και τα κριτήρια, περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην Πολυκριτηριακή Ανάλυση με στόχο την επιλογή του βέλτιστου για κάθε περίπτωση σεναρίου. Στη συνέχεια, γίνεται η αξιολόγηση των σεναρίων σχετικά με το σύνολο των κριτηρίων απόφασης.

Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου. Αναφέρονται αρχικά τα αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν από την εφαρμογή του Μοντέλου σχετικά με την εισροή θρεπτικών ουσιών στον κόλπο της Γέρας εξαιτίας της επιφανειακής απορροής για κάθε σενάριο ξεχωριστά. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για τα ίδια σενάρια και με κριτήρια, περιβαλλοντικά που προέκυψαν από το Μοντέλο, καθώς και κοινωνικοοικονομικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2.1 Εισαγωγή

Οι μέχρι πρόσφατα διαχειριστικές δράσεις, οι οποίες αφορούν στις παράκτιες ζώνες, έχουν επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές βλάβες. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο ένα νέο διαχειριστικό πλαίσιο το οποίο να λαμβάνει υπόψη την άρρηκτη σύνδεση των παράκτιων περιοχών με τις γύρω λεκάνες απορροής. Αποτελεί επομένως επιτακτική ανάγκη, η ανάπτυξη δραστικών μηχανισμών, που να συνδυάζουν τη διαχείριση των θαλάσσιων και των παράκτιων περιβαλλόντων. Η φυσική και κοινωνικοοικονομική σύνδεση μεταξύ της λεκάνης απορροής και της αντίστοιχης παράκτιας περιοχής, περιλαμβάνονται στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών και λεκανών απορροής.

Η ανάγκη για την εισαγωγή ποιοτικών αλλά και ποσοτικών κριτηρίων στην αξιολόγηση των διαχειριστικών δράσεων και κατά συνέπεια στη λήψη αποφάσεων, επιβάλλει τη χρήση σύγχρονων εργαλείων και μεθόδων. Σήμερα έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα μεθόδων όπως τα Μοντέλα Πρόβλεψης και η Πολυκριτηριακή Ανάλυση για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Τα Μοντέλα αποτελούν εργαλεία για τη μελέτη της λειτουργίας των φυσικών συστημάτων, τα οποία δε μπορούν να αναπαραχθούν στο εργαστήριο. Μια από τις σπουδαιότερες χρήσεις των Μοντέλων είναι η λήψη ορθολογικών περιβαλλοντικών αποφάσεων. Επιλέγεται, δηλαδή η βέλτιστη οδός (pathway) για πολύπλοκες μελλοντικές καταστάσεις. Ωστόσο, δεν δίνεται πάντα η πρέπουσα βαρύτητα στα αποτελέσματα ενός Μοντέλου, από τους φορείς που είναι αρμόδιοι, όσον αφορά στη λήψη αποφάσεων. Η Πολυκριτηριακή ανάλυση βοηθά στη λήψη αποφάσεων σχηματίζοντας το σύνολο των εναλλακτικών δράσεων, αναγνωρίζοντας τους συμμετέχοντες, καθορίζοντας τα κριτήρια επιλογής, αποτιμώντας την κάθε εναλλακτική δράση, αποσπώντας την προτίμηση των συμμετεχόντων, επιλέγοντας το κατάλληλο μοντέλο απόφασης και τελικά προτείνοντας κάποια ή κάποιες βέλτιστες δράσεις.

2.2 Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών

2.2.1 Παράκτια ζώνη

Παράκτια ζώνη είναι η έκταση όπου χερσαία περιβάλλοντα επηρεάζουν θαλάσσια ή λιμναία περιβάλλοντα, ή και αντίστροφα. Η παράκτια ζώνη έχει ευμετάβλητο εύρος το οποίο ενδέχεται να αλλάξει με το χρόνο. Ο προσδιορισμός των ορίων της δεν είναι δυνατός, αν και συχνά η μορφολογία του εδάφους βοηθά (Carter, 1998). Η παράκτια ζώνη είναι ένα δυναμικό σύστημα μεγάλης οικονομικής και περιβαλλοντικής σημασίας. Η σημασία αυτή επιφέρει ποικιλότητα απαιτήσεων για ύπαρξη εποχιακών και μόνιμων εγκαταστάσεων στην ακτή, τουρισμό, αναψυχή, εκμετάλλευση του υπεδάφους, ψάρεμα, συλλογή οστρακοειδών, ιχθυοκαλλιέργειες, ανάπτυξη υποδομής, ανάπτυξη βιομηχανίας κ.λ.π. (Penning-Rowsell, 1993).

Οι παράκτιες περιοχές είναι γνωστές για την οικολογική και ιστορική αξία τους καθώς και για την γραφικότητά τους. Ελκύουν ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες συχνά βλάπτουν το περιβάλλον σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό (Van der Meulen and Udo de Haes, 1996). Η παράκτια ζώνη μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα σύστημα του οποίου οι μεταβλητές (φυσικές και ανθρωπογενείς) ενεργούν σε αλληλοσυνδεόμενα κοινωνικοοικονομικά και φυσικά υποσυστήματα, οδηγώντας τόσο σε αρνητικές, όσο και σε θετικές επιδράσεις (περιβαλλοντικές, κοινωνικές, πολιτιστικές, οικονομικές κ.α.) (Fabbri, 1998).

Η κατανόηση και η διαχείριση των διεργασιών και των πόρων της παράκτιας ζώνης έχουν σημαντική οικονομική και κοινωνική αξία. Αυτό μπορεί να γίνει άμεσα κατανοητό διότι περίπου τα δύο τρίτα του παγκόσμιου πληθυσμού (περίπου 3.6 δις άνθρωποι) διαμένουν και εργάζονται εντός της παράκτιας ζώνης. Σε τρεις δεκαετίες αναμένεται το ποσοστό του πληθυσμού αυτού να αυξηθεί στο 75 % (περίπου 1 δις περισσότεροι άνθρωποι). Οι περιοχές αυτές έχουν γνωρίσει ιδιαίτερα μεγάλη εκμετάλλευση από τον άνθρωπο, με στόχο την εδραίωση και ανάπτυξη βιομηχανίας, εκμετάλλευση πόρων, τουρισμό και αστικοποίηση, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ακμαίων παράκτιων οικονομιών. Η υπερανάπτυξη των παράκτιων περιοχών έχει παράλληλα προκαλέσει πλήθος αρνητικών περιβαλλοντικών επιδράσεων, λόγω των συχνά ρυπογόνων βιομηχανικών δραστηριοτήτων και της κακής διαχείρισης υγρών αποβλήτων, της επιταχυνόμενης διάβρωσης, των αποθέσεων, του ευτροφισμού, του

αφανισμού μέρους της θαλάσσιας ζωής και της συνολικής μείωσης της βιοποικιλότητας (Fabbri, 1998; UNEP, 1999).

Εκτός από τις αστικές και βιομηχανικές εισροές, τόσο άμεσες όσο και διαμέσου των ποταμών, οι παραλίες των θαλασσών κινδυνεύουν από την ανάπτυξη κατά μήκος των ακτών η οποία καταστρέφει το φυσικό περιβάλλον, και από τις δραστηριότητες στην ενδοχώρα, οι οποίες περιλαμβάνουν κατασκευές φραγμάτων και χρήσεις γης, που έχουν σοβαρές συνέπειες στα αβαθή νερά. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, στη σημερινή εποχή οι κίνδυνοι της δημόσιας υγείας από τα απόβλητα, τον ευτροφισμό λόγω μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών και από τις τοξικές δράσεις των οργανικών ενώσεων βρίσκονται στην κορύφωση του ενδιαφέροντος. Αρκετοί διεθνείς οργανισμοί (UNEP, OECD, IUCN, WRI) έχουν προβεί τελευταία σε εκτιμήσεις της κατάστασης των θαλασσών (Φυτιάνος, 1996).

2.2.2 Θαλάσσια ρύπανση

Η θαλάσσια ρύπανση ορίζεται ως η εισροή ουσιών άμεση ή έμμεση από ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν σαν αποτέλεσμα δυσμενείς και επικίνδυνες επιπτώσεις στους ζώντες οργανισμούς, παρεμποδίζουν δραστηριότητες, αλλοιώνουν την ποιότητα του θαλασσινού νερού για διάφορες χρήσεις και υποβιβάζουν τις δυνατότητες χρησιμοποίησής του για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Καθότι οι περισσότερες απ' αυτές τις εισροές προέρχονται από τη στεριά, αναμένεται ότι οι άμεσες επιδράσεις θα εμφανισθούν στις παράκτιες ζώνες.

Τα θρεπτικά συστατικά, ειδικότερα οι ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου, εξετάζονται σήμερα με μεγαλύτερη προσοχή απ' ότι παλαιότερα. Οι ενώσεις αυτές προκαλούν την υπέρμετρη αύξηση των αλγών ανατρέποντας τη φυσική ροή της τροφικής αλυσίδας (φαινόμενα ευτροφισμού). Τα είδη των αλγών (κυανοφύκη) που κατά κανόνα σχηματίζονται στις περιπτώσεις αυτές είναι ακατάλληλα ως τροφή του ζωοπλαγκτού και παράλληλα παρεμποδίζουν την ανάπτυξη άλλων οργανισμών. Η εμφάνιση των νερών είναι θολή, φαιοπράσινη, και τα νεκρά φύκη κατακάθονται στον πυθμένα, όπου αποδομούνται και προκαλούν ελάττωση του οξυγόνου. Αυτό έχει ως άμεση συνέπεια την επικράτηση αναερόβιων διεργασιών που οδηγούν στη δημιουργία δυσοσμίας. Τα ψάρια εγκαταλείπουν τα νερά αυτά και τη θέση τους καταλαμβάνουν ανθεκτικότερα ψάρια. Ο ευτροφισμός θεωρήθηκε στο παρελθόν σαν

τοπικό πρόβλημα περιορισμένο στην περιοχή συγκεκριμένων εισροών. Με την ολοένα όμως αυξανόμενη χρήση γεωργικών λιπασμάτων και την εισροή αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, ή υπερβολική αύξηση των αλγών (algal blooms) καταγράφεται με αυξανόμενο ρυθμό σ' όλο τον κόσμο, προκαλώντας ελάττωση του οξυγόνου, θάνατο ψαριών και ασπόνδυλων και αισθητική ρύπανση στις παραλίες, λόγω σωρών λάσπης και ακαθαρσιών από άλγη που έχουν αποσυντεθεί. Κάθε πυκνοκατοικημένη παράκτια έκταση με μειωμένη ικανότητα ανανέωσης των νερών από τον ανοικτό ωκεανό είναι πιθανό να κινδυνεύσει από ευτροφισμό.

Οι ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου που εναποτίθενται στο θαλάσσιο περιβάλλον, προέρχονται κυρίως από αστικά λύματα, τα οποία αποχύνονται άμεσα στη θάλασσα μέσω του αποχετευτικού συστήματος ή έμμεσα μέσω των ποταμών. Άλλες πηγές είναι οι γεωργικές καλλιέργειες, από τις οποίες μεταφέρονται με τα νερά της βροχής οι ενώσεις αυτές στη θάλασσα.

Οι διάφορες εισροές ρύπων αποτελούν σαφώς ένα κίνδυνο για τις παράκτιες ζώνες. Μια όμως επιπρόσθετη απειλή οφείλεται και σε άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η παράκτια ανάπτυξη που συνοδεύεται από την κατασκευή λιμανιών, ανέγερση βιομηχανικών εγκαταστάσεων και τις απαιτήσεις του τουρισμού που περιλαμβάνουν ξενοδοχεία, μαρίνες και άλλες υποδομές έχει σαν αποτέλεσμα την αποστράγγιση των υγροτόπων και την τσιμεντοποίηση της παράκτιας ζώνης, έτσι ώστε το θαλάσσιο φυσικό περιβάλλον να καταστρέφεται συχνά ανεπανόρθωτα. Στη Μεσόγειο, π.χ. το 42% των ακτών της Ισπανίας έχει χρησιμοποιηθεί για τουριστικές κατασκευές, ενώ στη Γαλλική Ριβιέρα και γύρω από την Αλεξάνδρεια, την Αθήνα, την Κωνσταντινούπολη και τη Νεάπολη, το 90% των ακτών είναι τουριστικά αναπτυγμένο. Ενώ οι συνέπειες αυτών των αλλαγών είναι προφανείς, οι δραστηριότητες στην ενδοχώρα ακόμα και σε απόσταση εκατοντάδων χιλιομέτρων από τη θάλασσα μπορούν επίσης να καταστρέψουν τις ακτές (Φυτιάνος, 1996).

2.2.3 Διαχείριση παράκτιας ζώνης

Κάποια από τα ζητήματα που αφορούν στην παράκτια ζώνη είναι τα εξής (Fabbri, 1998):

- Αστική επέκταση: μετακίνηση πληθυσμού σε παράκτιες περιοχές λόγω τουρισμού, αναψυχής, οικιστικής και βιομηχανικής δραστηριότητας και

ανάπτυξης. Πολλές παράκτιες περιοχές έχουν τύχει ραγδαίας ανάπτυξης, η οποία υπερτερεί της πρόβλεψης επαρκών υποδομών, με αποτέλεσμα δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις. Σε κάποιες περιοχές, όπου η τουριστική βιομηχανία είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη, η αστική επέκταση έχει εποχιακό χαρακτήρα και ως εκ τούτου είναι πολύ έντονη.

- Ρύπανση εκβολών και παράκτιων περιοχών: μεγάλη ανησυχία εκδηλώνεται στα περισσότερα ανεπτυγμένα κράτη εξαιτίας της έκχυσης ανεπεξέργαστων ή και μερικώς επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, βιομηχανικών εκροών και εκροών από δεξαμενές πλοίων. Τα φερτά υλικά που καταλήγουν στη θάλασσα και ο ευτροφισμός, αποτελούν ένα ακόμη πρόβλημα, καθώς οδηγούν σε απώλεια άγριας ζωής και σε ένα αισθητά υποβαθμισμένο περιβάλλον.

- Εκμετάλλευση θαλάσσιων πόρων: συχνά οδηγεί σε αυξημένες πιέσεις στη χρήση παράκτιας γης και εν τέλει σε μείωση της ποιότητας του νερού. Η επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών στις παραδοσιακές μεθόδους αλιείας, σε συνδυασμό με τη υπερεκμετάλλευση και την εξάλειψη των αποθεμάτων των ψαριών, επιφέρει συνολικά, μείωση της βιοποικιλότητας και της βιομάζας.

- Παράκτιοι κίνδυνοι και ρίσκο: περιλαμβάνονται χείμαρροι, πλημμύρες, διάβρωση και άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, με αποτέλεσμα την αλλαγή οικολογικών χαρακτηριστικών, την καταστροφή ιδιοκτησιών και ενδεχόμενους κινδύνους υγείας.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν αποδείξεις ότι οι παράκτιες περιοχές βρίσκονται υπό έντονη και αυξανόμενη πίεση. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία και ανάγκη σωστής διαχείρισης, έτσι ώστε τα σημερινά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη να κληροδοτηθούν στις επόμενες γενιές. Παρόλα αυτά, η βελτίωση της διαχείρισης των παράκτιων περιοχών, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν είναι εύκολη και χρειάζεται χρόνο. Είναι πραγματικά αναπόφευκτη, μεταξύ της ανάπτυξης επιτυχούς διαχείρισης και της εμφάνισης των «καρπών» της εφαρμογής της, να παρεμβάλλεται σημαντικό χρονικό διάστημα (Penning-Rowsell, 1993).

Ο προσδιορισμός της παράκτιας ζώνης εξαρτάται από τον σκοπό. Η φυσική έκταση της παράκτιας ζώνης τείνει να διαφοροποιείται, ανάλογα με τη φύση του

προβλήματος, το μέγεθος και τη θέση της πηγής του προβλήματος και τα όρια δικαιοδοσίας της διοικητικής αρχής που διαχειρίζεται το πρόβλημα. Κατά συνέπεια, τα όρια της παράκτιας ζώνης πρέπει να εκτείνονται τόσο προς την ενδοχώρα, όσο και προς τη θάλασσα, όσο είναι απαραίτητο για την επίτευξη των αντικειμενικών στόχων του προγράμματος διαχείρισης. (Fabbri, 1998).

Η παράκτια ζώνη έχει την έννοια μιας φυσικής διαχωριστικής επιφάνειας στεριάς-θάλασσας. Αυτή η επιφάνεια έχει δύο άξονες: ο ένας είναι η παράλληλος και ο άλλος είναι κάθετος στην ακτογραμμή. Γενικά η διαχείριση παράκτιων ζωνών πρέπει να βασίζεται σε μια ξεκάθαρη προσέγγιση του οικοσυστήματος. Μια τέτοια προσέγγιση προϋποθέτει ότι ο κάθετος άξονας πρέπει να καλύπτει μέρος της ενδοχώρας και να περιλαμβάνει τον συνδυασμό των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και των χερσαίων περιοχών που αποστραγγίζουν μέσα στη θάλασσα (Penning-Rowell, 1993).

Η διαχείριση της παράκτιας ζώνης έχει ως αντικείμενο τον καταμερισμό όλων των χρήσεων της περιοχής. Μια σοφή διαχείριση της παράκτιας ζώνης, που αποσκοπεί στη διατήρηση των φυσικών πόρων, είναι απαραίτητο να λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους (Van der Meulen, 1996). Πρέπει να βασίζεται σε μια οικοσυστημική προσέγγιση, η οποία να λαμβάνει υπόψη τις φυσικές, χημικές και βιολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ποικίλων συνιστωσών του συστήματος σε σχέση με τις φυσικές και ανθρωπογενείς μεταβλητές και τις αντίστοιχες εισροές και εκροές του συστήματος (Fabbri, 1998).

Οι πόροι των παράκτιων περιοχών όπως το έδαφος, τα δάση, το νερό (της θάλασσας και της χέρσου), καθώς και οι έμβιοι θαλάσσιοι πόροι, **έχουν έναν αριθμό κοινών χαρακτηριστικών**, σημαντικών για μια σταθερή διαχείριση (Penning-Rowell, 1993):

- Συμπεριφέρονται ως συστήματα.
- Αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
- Έχουν πολλαπλές χρησιμότητες και τη δυνατότητα να προσφέρουν σταθερή παραγωγή.

2.2.4 Ολοκληρωμένη διαχείριση

Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών είναι μια εγγενής δυναμική διαδικασία που περιλαμβάνει λήψη αποφάσεων κάτω από αβεβαιότητα, όπου η αβεβαιότητα αναφέρεται σε κοινωνικοοικονομικούς, δημογραφικούς, οικολογικούς, φυσικούς, κλιματικούς και τεχνολογικούς όρους. Καθότι εξετάζονται τόσο βραχυπρόθεσμες, όσο και μακροπρόθεσμες επιδράσεις, είναι δύσκολο να προβλεφθεί με βεβαιότητα ποιες δραστηριότητες, διαδικασίες και τάσεις θα επικρατήσουν στο μέλλον (Fabbri, 1998).

Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών είναι διαχείριση στο σύνολο και εξυπηρετεί τοπικούς, περιφερειακούς, κρατικούς και διεθνείς στόχους. Λαμβάνει υπόψη αλληλεπιδράσεις μεταξύ ποικίλων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα εντός της παράκτιας ζώνης. Αυτό μπορεί να σημαίνει, παραδείγματος χάριν, την ενσωμάτωση στόχων προστασίας του περιβάλλοντος σε οικονομικές και τεχνικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ή την εναρμόνιση τουριστικών στρατηγικών με την προστασία της φύσης. Μια επιτυχής ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών απαιτεί άμεσα διαχειριστικά αντικείμενα εναρμονισμένα με μακροπρόθεσμους στόχους (Penning-Rowsell, 1993).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών αναγνωρίζεται ως το πιο ουσιαστικό εργαλείο για την ενσωμάτωση της προστασίας και διατήρησης της θαλάσσιας και παράκτιας βιοποικιλότητας στο σχεδιασμό παράκτιων οικοσυστημάτων (Pickaver, 2004).

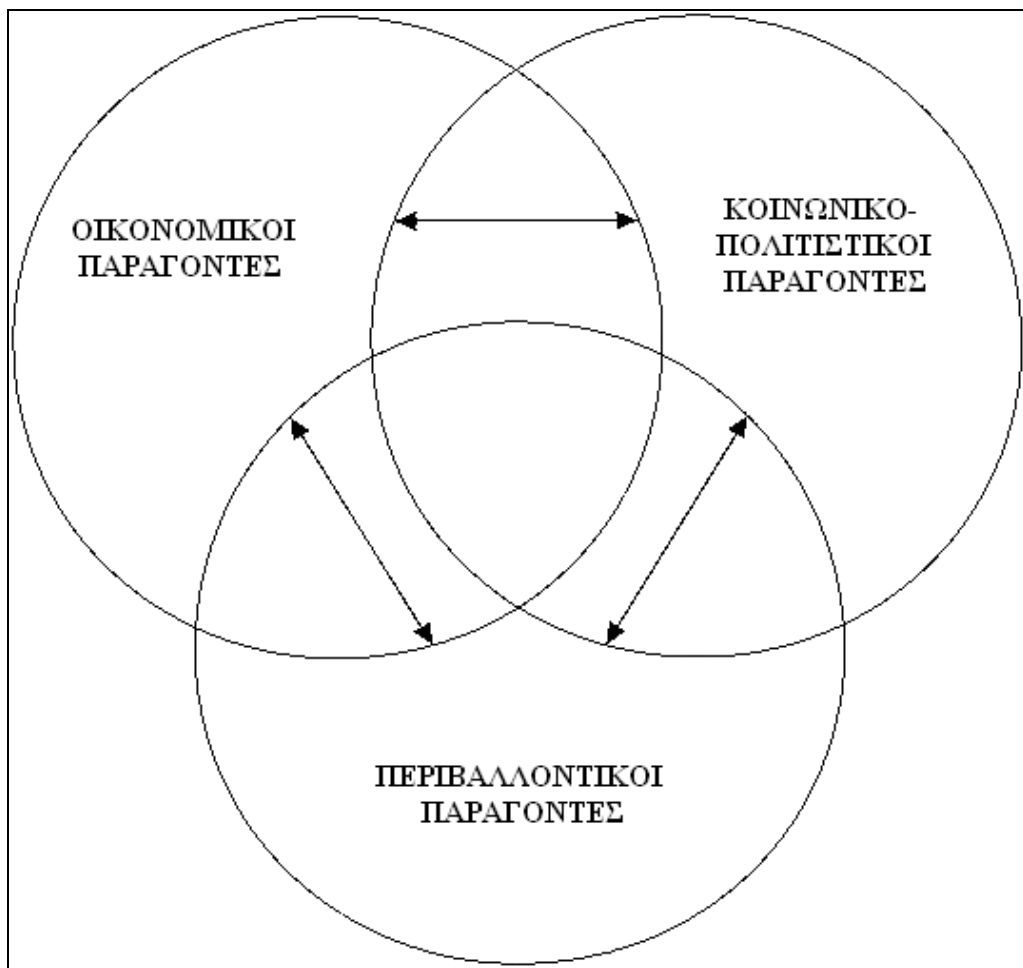
Η πολυπλοκότητα των παράκτιων περιβαλλόντων και η αναγκαιότητα διαχείρισης, συνδυάζει τη διαχείριση με την έρευνα, καθώς και ειδικούς από πολλούς επιστημονικούς κλάδους (Fabbri, 1998).

Για την ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών, πρέπει αρχικά να εξετασθεί η **ολοκλήρωση τριών ομάδων παραγόντων** (Salomons, 1999):

- Περιβαλλοντικοί παράγοντες που περιλαμβάνουν βιολογικές, χημικές και φυσικές παραμέτρους και συνιστούν το σύστημα.
- Οικονομικοί παράγοντες που αναφέρονται στο πώς ο άνθρωπος ερμηνεύει και χρησιμοποιεί τους πόρους που παρέχουν τα παράκτια οικοσυστήματα.

- Κοινωνικοπολιτιστικοί παράγοντες και χαρακτηριστικά των κοινωνιών που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι παράκτιες περιοχές και οι πόροι τους χρησιμοποιούνται.

Οι παράγοντες αυτοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Σχήμα 2.1). Αυτό καταδεικνύει την ανάγκη για ανάλυση του πώς οι αλληλεπιδράσεις αυτές συγκροτούν τα μοναδικά χαρακτηριστικά των παράκτιων περιοχών.



Σχήμα 2.1: Παράγοντες ολοκλήρωσης στην διαχείριση παράκτιων περιοχών

Ο όρος ολοκλήρωση έχει την έννοια του σχεδιασμού της διαχείρισης, έτσι ώστε να **περιλαμβάνει** όλα τα παρακάτω:

- Διαχείριση εδαφικών πόρων για αστικές, βιομηχανικές, μεταλλευτικές και τουριστικές δραστηριότητες.

- Διαχείριση παράκτιων υδάτων για αναψυχή, ιχθυοκαλλιέργεια και μεταφορές.
- Διαχείριση έμβιων θαλάσσιων πόρων.
- Διαχείριση των δυνατοτήτων της χέρσου, της θάλασσας και του αέρα, για επίτευξη περιβαλλοντικής ποιότητας.
- Φροντίδα και πρόβλεψη για την προστασία της παράκτιας ζώνης.

Οι **αιτίες των προβλημάτων** της διαχείρισης παράκτιων περιοχών: απορρέουν από τρεις τύπους ατελειών και παραλείψεων, ή συνδυασμό τους:

- Ανεπαρκείς πολιτικές, όπου η πολιτικές απουσιάζουν ή είναι αντιφατικές, οδηγώντας έτσι σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα και μειωμένα κοινωνικά οφέλη.
- Ανεπαρκείς παρεμβάσεις, όπου οι κυβερνήσεις έχουν αποφασίσει να παρέμβουν διαχειριστικά, όμως οι παρεμβάσεις αποτυγχάνουν να πραγματοποιήσουν όλους ή κάποιους από τους αντικειμενικούς στόχους.
- Οικονομική αποτυχία, όπου οι τιμές και οι αποφάσεις για διάθεση των πόρων, αποτυγχάνουν να απεικονίσουν την πραγματική αξία των πόρων της παράκτιας ζώνης, ή αγορά πιέζεται από φόρους και καταρρέει, έτσι ώστε τα κοινωνικά οφέλη από την χρήση της παράκτιας ζώνης να είναι λιγότερα από ότι σε κάθε άλλη περίπτωση.

Τα κύρια **στοιχεία του εννοιολογικού πλαισίου** για την ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών είναι:

- Η διαδικασία συζητήσεων για τη λήψη αποφάσεων.
- Ο μηχανισμός διαχείρισης παράκτιων περιοχών που αποφασίστηκε.
- Το έργο που πρέπει να πραγματοποιηθεί.

Τέσσερις **κύριοι τομείς** αναγνωρίζονται:

- Ο οικονομικός.
- Ο πολιτικός.
- Ο διοικητικός και εκτελεστικός.

- Ο νομικός και δικαστικός.

Οι διαχειριστικές αποφάσεις πρέπει να εναρμονίζουν τις λειτουργίες τριών διαφορετικών συστημάτων: του οικονομικού, του βιοφυσικού και του κοινωνικού.

Η εδραίωση ενός κατάλληλου θεσμικού μηχανισμού που να προάγει την ολοκλήρωση είναι απαραίτητη ώστε να παρέμβει και να διορθώσει τα αίτια των προβλημάτων της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών. Οι **στόχοι** ενός τέτοιου μηχανισμού είναι:

- Να διατηρήσει τα ζωτικά αποθέματα των πόρων.
- Να διατηρήσει ή και να αυξήσει την περιβαλλοντική ποιότητα.
- Να διατηρήσει την αισθητική και πολιτισμική αξία της περιοχής.

Οι διαδικασίες της ολοκληρωμένης διαχείρισης συνδέονται με την ανάπτυξη πολιτικής και την εφαρμογή της, έτσι ώστε τα υπάρχοντα και τα ενδεχόμενα μελλοντικά προβλήματα να αποφευχθούν. Λόγω της απουσίας ολοκληρωμένων πληροφοριών και πλήρους επιστημονικής κατανόησης των φυσικών και βιολογικών διεργασιών που εκδηλώνονται στην παράκτια ζώνη, είναι αναγκαία μια προληπτική προσέγγιση στη διαμόρφωση πολιτικής (Penning-Rowsell, 1993).

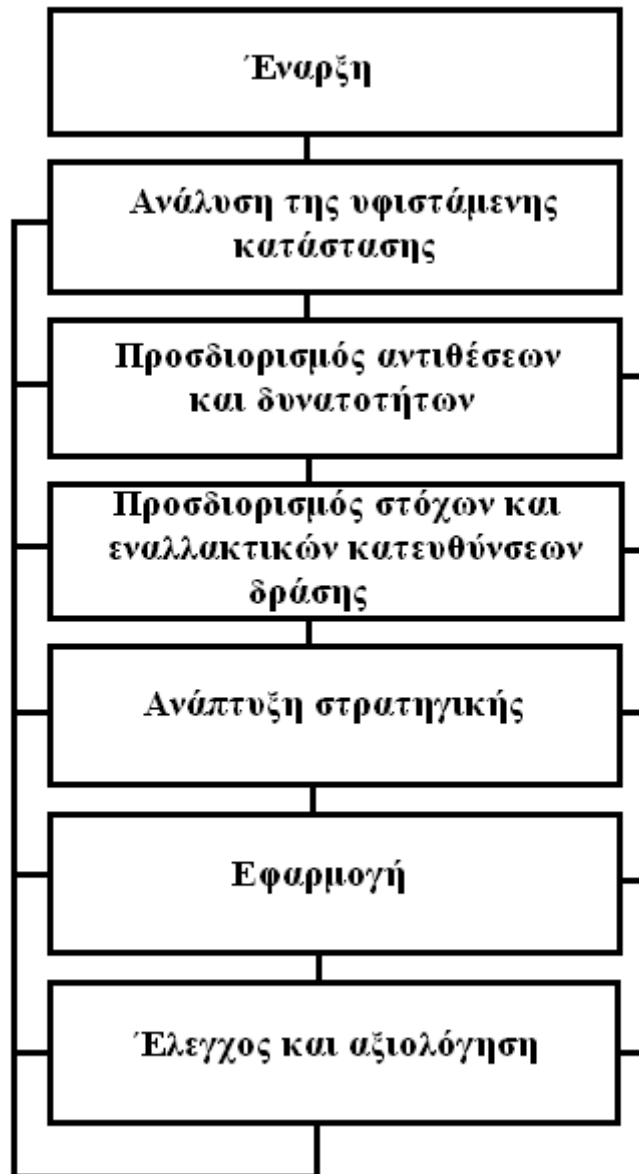
Η **διαδικασία της ολοκληρωμένης διαχείρισης** παράκτιων περιοχών περιλαμβάνει:

- Λεπτομερή καταγραφή και εκτίμηση (πληροφοριών και ανάλυσης) με στόχο τη συλλογή δεδομένων, ανάπτυξη πολιτικής και εφαρμογή της.
- Συντονισμένη και ισότιμη ανάλυση των στοιχείων του σχεδίου ανάπτυξης, τα οποία εξυπηρετούν τα κριτήρια που τέθηκαν, για τη λήψη αποφάσεων και στη συνέχεια την τροποποίησή τους αν καταστεί απαραίτητη.
- Σωστή διατύπωση των αποφάσεων και χάραξη πολιτικής για την εξάλειψη ανταγωνιστικών πολιτικών.
- Εδραίωση συστήματος εφαρμογής, ελέγχου και αξιολόγησης μηχανισμών και κατανομή αρμοδιοτήτων.

Ο **σχεδιασμός** είναι μια κυκλική διαδικασία η οποία ακολουθεί μια σειρά βασικών βημάτων από την ανάλυση στη σύνθεση και εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, επιχειρησιακά η διαδικασία περιλαμβάνει (Σχήμα 2.2) (UNEP, 1999):

- Έναρξη. Αυτή είναι η βασική εναρκτήρια διαδικασία που περιλαμβάνει οργάνωση και κινητοποίηση για σχεδιασμό.
- Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης. Αυτό το βήμα περιλαμβάνει ουσιαστικά μια προκαταρκτική μελέτη αξιολόγησης των βασικών χαρακτηριστικών της δομής και δυναμικής των φυσικών ανθρώπινων οικοσυστημάτων. Ως εκ τούτου έχει να κάνει με τις ζωτικές διαδικασίες και παράγοντες, το μέγεθός τους και την χωρική τους κατανομή, κ.α..
- Προσδιορισμό αντιθέσεων και δυνατοτήτων. Αυτό το βήμα διαπραγματεύεται την αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικών και ανθρώπινων οικοσυστημάτων στο παρόν και στο μέλλον. Περιλαμβάνει ανάλυση των αναγκών και των πιέσεων στους κύριους διαχειριστές. Αυτό επηρεάζει τη λήψη αποφάσεων στην ανάπτυξη στην και περιβαλλοντική διαχείριση.
- Προσδιορισμό στόχων και εναλλακτικών κατευθύνσεων δράσης. Το βήμα αυτό περιλαμβάνει ανάλυση των ζωτικών παραγόντων και διαδικασιών, αντιθέσεων και δυνατοτήτων ούτως ώστε να αναγνωριστούν βασικοί διαχειριστικοί στόχοι και αντικείμενα. Αυτό πρέπει να διατυπωθεί ως μια μακροπρόθεσμη προοπτική σε ένα γενικό πλαίσιο κανόνων σταθερής ανάπτυξης. Εναλλακτικές κατευθύνσεις δράσης μπορούν στη συνέχεια να προσδιοριστούν, εκφράζοντας τις διαφορετικές προτεραιότητες οι οποίες μπορεί να προκύψουν στους στόχους και αντικείμενα.
- Ανάπτυξη στρατηγικής. Γίνεται επιλογή, σε ένα γενικό πλαίσιο κοινής στρατηγικής μεταξύ των εναλλακτικών στρατηγικών που ήδη έχουν προσδιοριστεί, ούτως ώστε οι επιδιώξεις και τα αντικείμενα να μετατραπούν σε συγκεκριμένους στόχους και μέτρα στρατηγικής με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός καθοδηγητικού συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αυτό το βήμα περιλαμβάνει τη δέσμευση για συγκέντρωση πόρων και προτεραιοτήτων στα πλαίσια ενός προγράμματος δράσης.
- Εφαρμογή. Αυτή η φάση περιλαμβάνει την εφαρμογή του προγράμματος δράσης και σχετίζεται ιδιαίτερα με το επόμενο βήμα.

- Έλεγχο και αξιολόγηση. Αυτό το βήμα διασφαλίζει τις εκτελεστικές διαδικασίες και μηχανισμούς για περιοδική επανεξέταση, προς την κατεύθυνση πραγματοποίησης στόχων και αντικειμένων, της κατάστασης του περιβάλλοντος και της εφαρμογής των στρατηγικών.



Σχήμα 2.2: Διαδικασία σχεδιασμού ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών

Η οργάνωση ενός μηχανισμού ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών βασίζεται σε υπάρχουσες ρυθμίσεις θεσμικές και νομικές. Μερικά **γενικά χαρακτηριστικά** μιας επιτυχημένης προσέγγισης ενός τέτοιου μηχανισμού μπορούν να προσδιοριστούν ως εξής:

- Πρέπει να έχει την ικανότητα και τα μέσα για να αναλάβει ανάλυση, σχεδιασμό, εφαρμογή και έλεγχο των διαχειριστικών στρατηγικών.
- Είναι αναγκαίο να εξασφαλίζει την ανάμιξη των ενδιαφερόμενων ομάδων της τοπικής κοινωνίας, της βιομηχανίας καθώς και κρατικών παραγόντων.
- Πρέπει να έχει την ικανότητα να ξεπερνά περιοριστικούς παράγοντες που εμφανίζονται στην πορεία.
- Πρέπει να δίνει την ίδια βαρύτητα στη χερσαία και στη θαλάσσια περιοχή.
- Πρέπει να μπορεί να διαχειρίζεται και να κατανέμει τους πόρους, καθώς και να ελέγχει την ρύπανση.
- Πρέπει να μπορεί να συνδυάζει ζητήματα όπως:
 - ανάπτυξη παράκτιας ζώνης / περιβαλλοντική προστασία
 - διαχείριση παράκτιων υδάτων / διαχείριση γλυκού νερού
 - διαχείριση παράκτιας περιοχής / διαχείριση αλιείας
 - κρατική / περιφερειακή / τοπική διοίκηση.
- Να έχει τη δύναμη και την αρμοδιότητα να αυξήσει ή να ανακατανεμίσει το κεφάλαιο.

Ωστόσο, παρά την αναμφισβήτητη αναγκαιότητα θέσπισης ενός νέου γενικού διαχειριστικού πλαισίου, η κατάσταση στην Ευρώπη δεν έχει προσεγγίσει ακόμα μια ενιαία διαχειριστική πολιτική.

Η προστασία της φύσης, όσον αφορά στον σχεδιασμό και στη νομοθεσία, υστερεί στη νότια και ανατολική Ευρώπη, σε σύγκριση με την βόρεια και δυτική Ευρώπη. Η ανάγκη της διατήρησης της φύσης ως ιδέα δεν έχει αναπτυχθεί σε ίση βάση με την οικονομική ανάπτυξη. Ωστόσο, η κατάσταση διαφέρει από ένα κράτος σε άλλο. Η

σχετική, με τις περιοχές αυτές, νομοθεσία στις μεσογειακές χώρες λαμβάνει υπόψη περιορισμένο κομμάτι και διαπραγματεύεται με μια μόνο πλευρά, αυτήν των δραστηριοτήτων οικοδόμησης. Συμπερασματικά, η διατήρηση της φύσης κατέχει ακόμα μειονεκτική θέση στο πλαίσιο της διαχείρισης παράκτιων περιοχών, που ως εργαλείο πολιτικής επιβάλλεται να είναι εξίσου ανεπτυγμένο σε όλους τους τομείς (Van der Meulen, 1996).

Το ερώτημα πόση επιτυχία σημείωσε η εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών, από την υιοθέτησή της ως εργαλείο ανατροπής της υποβάθμισης των παράκτιων περιβαλλόντων 30 χρόνια πριν, μέχρι σήμερα, απευθύνθηκε σε συνέδριο που συγκάλεσε το Διεθνές Ωκεανογραφικό Ινστιτούτο και πραγματοποιήθηκε στο Κίεβο της Ουκρανίας το 2003. 23 μέλη από 13 κράτη παρουσίασαν παραδείγματα προστασίας ωκεάνιων και παράκτιων περιβαλλόντων μέσω ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών. Η ποικιλότητα των εφαρμογών καθώς και των επιδόσεων ήταν εντυπωσιακή και περιλάμβανε θαλάσσια περιβάλλοντα από την Αδριατική, Μαύρη, Κασπία και Μεσόγειο θάλασσα καθώς και από τον Ειρηνικό, Ατλαντικό και Ινδικό ωκεανό. Παρά τη διαφορετικότητα μεταξύ των περιπτώσεων, προέκυψαν ορισμένοι **κοινοί συλλογισμοί**, οι οποίοι υποδεικνύουν την ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών ως χρήσιμο εργαλείο (Klinger, 2004):

- Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών έχει ξεκάθαρη συμμετοχή στη διατύπωση κοινωνικά αποδεκτών λύσεων σε προβλήματα σταθερής διαχείρισης πόρων σε παράκτια περιβάλλοντα. Υπήρξε ομοφωνία των μελών ότι καμία άλλη προσέγγιση δεν είναι καταλληλότερη για να επιφέρει επιτυχία μακροπρόθεσμα.
- Παρά την εκτεταμένη εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων συνεχίζει να απειλεί παράκτιες περιοχές και ωκεανούς και ο ρυθμός της υποβάθμισης δεν παρουσιάζει καμία επιβράδυνση. Αν ο ρυθμός αυτός χρησιμοποιηθεί ως μέτρο επιτυχίας, τότε η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών δεν φαίνεται να είναι αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Σε μερικές περιπτώσεις όμως, είχε παρέλθει μικρός χρόνος από την εφαρμογή ώστε να ανιχνευθούν θετικές αλλαγές.

- Ωστόσο, σε πολλές άλλες περιπτώσεις, η απουσία πολιτικής βούλησης για την εφαρμογή υφιστάμενων κανόνων και η απουσία ολοκληρωμένων διαχειριστικών λύσεων απέναντι σε προβλήματα οικολογικά, οικονομικά και κοινωνικοπολιτικά, είναι οι λόγοι αποτυχίας. Παρά τις αδυναμίες, η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στα παράκτια περιβάλλοντα, παγκοσμίως.

- Η σύνδεση του θαλασσινού νερού στις παράκτιες περιοχές με τα συστήματα γλυκού της χέρσου (λεκάνες απορροής) όλο και περισσότερο αναγνωρίζονται ως κρίσιμα στην επιτυχία της διαχείρισης παράκτιων συστημάτων. Οι προσπάθειες επέκτασης της διαχείρισης παράκτιων περιοχών, ώστε να περιλαμβάνουν αναπόσπαστα τις γύρω λεκάνες απορροής, πληθαίνουν και είναι δυνατό να ενταθούν με τη συμβολή της εναρμόνισης της νομοθεσίας και συσχετίζοντας τις ποτάμιες αποστραγγίσεις με τα παράκτια συστήματα.

- Η απουσία πληροφόρησης που αφορά χαρακτηριστικές φυσικές και βιολογικές παραμέτρους των παράκτιων συστημάτων μπορεί να παρεμποδίσει την λήψη διαχειριστικών αποφάσεων και την εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών. Η συλλογή στοιχείων για τις παραμέτρους αυτές, η ανάπτυξη δυναμικών μοντέλων και η χρήση ενός αναλυτικού συστήματος προσεγγίζουν τη διερεύνηση διαχειριστικών σεναρίων, είναι ουσιαστικές και πρέπει να αποτελούν υψηλές προτεραιότητες.

- Σε όλες τις περιπτώσεις, πρέπει να αναπτυχθούν σχέδια δράσης, που να περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές εκτιμήσεις, διαχειριστικές τακτικές και νομοθεσία.

Η εκτίμηση της επιτυχίας της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών απαιτεί την ανάπτυξη δεικτών που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν έγκυρα και σταθερά για κάθε περιοχή, μελέτη και πρόγραμμα. Μόνο μέσω αντικειμενικής αξιολόγησης της ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών είναι δυνατό να γίνουν προσαρμοστικές αλλαγές κατά την εφαρμογή (Klinger, 2004).

2.3 Λεκάνες απορροής – Χρήσεις γης

2.3.1 Λεκάνες απορροής

Ονομάζουμε λεκάνη απορροής (ή υδρολογική λεκάνη) ενός ποταμού το τμήμα εκείνο της επιφάνειας του εδάφους πάνω στο οποίο τα νερά που ρέουν επιφανειακά φέρονται με το υδρογραφικό σύστημα στην κοίτη ποταμού ο οποίος τα οδηγεί στη θάλασσα κατ' ευθεία ή δια μέσου άλλου μεγαλύτερου ποταμού, του οποίου είναι παραπόταμος (Σούλιος, 1996). Η σημασία της λεκάνης απορροής έγκειται στο ότι αυτή συνιστά ένα τμήμα εδάφους με αυτόνομη επιφανειακή υδροοικονομία, έχει δηλαδή ανεξάρτητο υδρολογικό ισοζύγιο. Αυτό βέβαια δεν συμβαίνει για οποιοδήποτε τμήμα εδάφους το οποίο μπορεί να δέχεται νερό από - ή και να δίνει νερό σε - παρακείμενη περιοχή. Η λεκάνη απορροής είναι δηλαδή τμήμα εδάφους με αυτονομία στο υδρολογικό ισοζύγιο. Με τον όρο επιφανειακή απορροή αναφερόμαστε στο τμήμα εκείνο του νερού των κατακρημνισμάτων που μόλις πέσει στην επιφάνεια της Γης ρέει επιφανειακά εισέρχεται στο υδρογραφικό σύστημα από το οποίο απάγεται οδηγούμενο τελικά στη θάλασσα (ή σε λίμνη) όπου και εκχύνεται.

Παράγοντες που ρυθμίζουν την επιφανειακή απορροή

Οι παράγοντες αυτοί ανήκουν σε δύο κατηγορίες: τους κλιματικούς και τους φυσιογραφικούς (Σούλιος, 1996).

Στους πρώτους (κλιματικούς) ανήκουν:

- Η βροχόπτωση (κατακρημνίσματα), που μπορεί να επιδρά με:
 - Την ένταση: βροχοπτώσεις μεγάλης έντασης ευνοούν την επιφανειακή απορροή, το αντίθετο δε, συμβαίνει με βροχοπτώσεις μικρής έντασης.
 - Την κατανομή μέσα στο υδρολογικό έτος: αραιές μονωμένες βροχοπτώσεις ευνοούν την εξατμισιοδιαπνοή, σε βάρος της κατείδυσης και της επιφανειακής απορροής, ενώ αντίθετα, συνεχείς βροχοπτώσεις ευνοούν την επιφανειακή απορροή και την κατείδυση σε βάρος της εξατμισιοδιαπνοής.
 - Το συνολικό ετήσιο ύψος βροχόπτωσης (κατακρημνισμάτων).
 - Η θερμοκρασία, ο άνεμος και άλλοι κλιματικοί παράγοντες που

ρυθμίζουν την εξατμισοδιαπνοή και έμμεσα επιδρούν στην επιφανειακή απορροή.

Στους δεύτερους (φυσιογραφικούς) ανήκουν:

- Η κλίση του εδάφους: όσο πιο μεγάλη είναι τόσο πιο πολύ ευνοεί την επιφανειακή απορροή, ενώ οριζόντια εδάφη την μηδενίζουν.
- Η βλάστηση: όσο πιο έντονη είναι τόσο πιο πολύ μειώνει την επιφανειακή απορροή.
- Το υδρογραφικό δίκτυο: όσο πιο μεγάλη είναι η επιφανειακή απορροή σε μία λεκάνη τόσο πιο πυκνό είναι το υδρογραφικό δίκτυο.
- Η φύση του εδάφους - υπεδάφους που οφείλεται στη λιθολογική τους σύσταση είναι αποφασιστικός παράγοντας: τα περατά εδάφη παρουσιάζουν συγκριτικά μεγάλη κατείσδυση και μικρή απορροή, ενώ τα αδιαπέρατα το αντίθετο.

Σχέσεις μεταξύ ακτών και λεκανών απορροής

Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της ποιότητας του γλυκού νερού που αποστραγγίζεται στη λεκάνη απορροής και της ποιότητας του νερού της θάλασσας. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι παράγοντες που καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του γλυκού νερού που εκβάλλει από τη χέρσο στη θάλασσα, σπάνια λαμβάνονται υπόψη σε θέματα που αφορούν στην υγεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η ανάπτυξη δραστικών μηχανισμών, οι οποίοι να συνδυάζουν τη διαχείριση των θαλάσσιων περιβαλλόντων και παράκτιων περιοχών με τη γύρω λεκάνη απορροής, για την διαφύλαξη και προστασία των ζωτικών οικολογικών συστημάτων μεταξύ χέρσου και θάλασσας. Τίποτα λιγότερο δεν χρειάζεται, από στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης παράκτιων περιοχών, στρατηγικές οι οποίες να συνυπολογίζουν πληθυσμιακή αύξηση και κατανομή, τάσεις αστικοποίησης, παραγωγή αποβλήτων, χρήση διαθέσιμων πόρων και γης (UNEP, 1999).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών αποτελεί ένα εργαλείο για την πραγματοποίηση αυτού του στόχου. Στα πλαίσια της οι διαχειριστές αντιλαμβάνονται ότι η εκβολή χερσαίων υδάτων στη θάλασσα έχει έντονες επιδράσεις στο παράκτιο περιβάλλον και στην ευημερία του πληθυσμού που ζει εκεί. Η φυσική και

κοινωνικοοικονομική σύνδεση μεταξύ της λεκάνης απορροής και της αντίστοιχης παράκτιας περιοχής, αποτελεί επίσης βάση για μια τέτοια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην σταθερή ανάπτυξη. Αυτή η νέα προσέγγιση θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών και λεκανών απορροής. Οι ακτές και οι λεκάνες απορροής περιλαμβάνουν σημαντικά φυσικά περιβάλλοντα τα οποία χρησιμοποιούνται εντατικά από τον άνθρωπο. Και τα δύο συστήματα υποστηρίζουν μια σειρά φυσικών και κοινωνικοοικονομικών λειτουργιών: παρέχουν χώρο και πόρους και ταυτόχρονα έχουν την ικανότητα να αφομοιώνουν ανεπιθύμητα παράγωγα. Δεδομένης της αύξησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι λειτουργικές σχέσεις μεταξύ τους γίνονται περισσότερο εμφανείς. Η παράκτια περιοχή αποτελεί στοιχειώδη συνιστώσα της λεκάνης απορροής. Συνδέονται δε μεταξύ τους με έναν αριθμό φυσικών και κοινωνικοοικονομικών διαδικασιών (UNEP, 1999):

- Ο κύκλος του νερού, που καθορίζει την ποιότητα και την ποσότητα του γλυκού νερού και εν τέλει την ποιότητα του θαλασσινού νερού, επηρεάζει τα παράκτια οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην παράκτια ζώνη (αλιεία / ιχθυοκαλλιέργειες και τουρισμό / αναψυχή)
- Η μεταφορά ιζημάτων, που επηρεάζει το ποτάμιο κανάλι και τη δυναμική της παράκτιας ζώνης, έχοντας εν τέλει επίδραση στα παράκτια οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες της παράκτιας ζώνης.
- Οι ανθρώπινες δραστηριότητες στη λεκάνη απορροής μπορούν να επιδράσουν στα παράκτια οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες της παράκτιας ζώνης είτε με θετικό (εφοδιασμός / παροχή τροφής, νερού και ενέργειας), είτε με αρνητικό τρόπο (παρακράτηση νερού για άρδευση και άλλες χρήσεις και εκροές αποχετεύσεων).

Η αναγκαιότητα για ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών και λεκανών απορροής

Η διαχείριση και των δύο συστημάτων απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση. Είχε μέχρι πρόσφατα καθιερωθεί, η διαχείριση της λεκάνης απορροής να γίνεται μόνο με όρους παροχής νερού. Σήμερα, πολλοί επιπλέον παράγοντες χρήζουν αναγνώρισης, συμπεριλαμβανομένου του τουρισμού, της προστασίας της φύσης και της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Από την άλλη, η παράκτια ζώνη είναι διαχρονικά περιοχή έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας. Αντίθετα με τις λεκάνες απορροής, η διαχείριση της παράκτιας ζώνης έχει εκτεταμένα συνδυάσει δύο πλευρές: τη διαχείριση θαλάσσιων πόρων και τον σχεδιασμό χρήσεων γης.

Δεδομένου ότι και τόσο οι ακτές όσο και οι λεκάνες απορροής αποτελούν φυσικές και οικολογικές οντότητες, οποιαδήποτε αλλαγή στις χρήσεις γης και πόρων στις ανάντι περιοχές της λεκάνης απορροής αναμένεται να έχει επίδραση στις κατάντι περιοχές.

Ανεξέλεγκτη ανάπτυξη της ενδοχώρας μπορεί να επηρεάσει την ακτή, και αντίστροφα, και τελικά να καταλήξει σε απώλεια ζωτικών πόρων. Μερικά παραδείγματα αναφέρονται παρακάτω (UNEP, 1999):

- Εδαφική διάβρωση και απώλεια παραγωγικής γης εξαιτίας της αποδάσωσης.
- Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων εξαιτίας των γεωργικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων.
- Απώλεια παραγωγικής γης εξαιτίας της εδαφικής διάβρωσης και της κατασκευής φραγμάτων.
- Υποβάθμιση παράκτιων υγρότοπων εξαιτίας της αλλαγής των κλιματολογικών συνθηκών της ενδοχώρας.

Η προσέγγιση

Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων περιοχών και λεκανών απορροής απαιτεί υιοθέτηση στόχων και στρατηγικών, καθώς και την καθιέρωση μηχανισμών που να αναγνωρίζουν τις σχέσεις μεταξύ των δύο συστημάτων με μια ταυτόχρονη ματιά στην προστασία του περιβάλλοντος και στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη.

Οι βασικές αρχές της προσέγγισης στο γενικότερο πλαίσιο της σταθερής ανάπτυξης είναι (UNEP, 1999):

- Ο σεβασμός στην ακεραιότητα της λεκάνης απορροής και του παράκτιου οικοσυστήματος και η αποδοχή ορίων στη χρήση των πόρων.
- Επιβεβαίωση της στρατηγικής σημαντικότητας των ανανεώσιμων πόρων για την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη.

- Αναγνώριση των πολλαπλών χρήσεων των πόρων με στόχο την ολοκλήρωση συμπληρωματικών διαδικασιών και τη ρύθμιση των αντιθέσεων.
- Πολύπλευρη ολοκλήρωση στην λήψη αποφάσεων με συσχετισμό διαχείρισης ευρείας κλίμακας και παρεμβάσεις τοπικού επιπέδου.
- Συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων, ιδιαίτερα του τοπικού πληθυσμού στη διαδικασία σχεδιασμού, για διασφάλιση αποδοτικής διαχείρισης.

Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση οδηγεί σε καλύτερο συντονισμό σχεδιασμού στρατηγικής και δράσης μεταξύ των επιμέρους τομέων (νερό, δασοκομία, γεωργία, αστική ανάπτυξη, περιβαλλοντική προστασία κ.λ.π.) και τελικά οδηγεί σε ορθολογιστική χρήση των πόρων και πιο αποδοτική περιβαλλοντική προστασία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με αναγνώριση των σχέσεων μεταξύ παράκτιου περιβάλλοντος και συστημάτων λεκανών απορροής, τόσο σε επίπεδο φυσικών διεργασιών, όσο και σε επίπεδο ανθρωπίνων δράσεων.

2.3.2. Χρήσεις γης

Η αυξανόμενη ανησυχία για την ευθραυστότητα των πόρων που η γη παρέχει στον άνθρωπο, κινητοποιεί τους πολιτικούς, τους επιστήμονες και όλους όσους διαχειρίζονται τη γη να δραστηριοποιηθούν ώστε να προωθηθεί πιο ορθολογιστική χρήση της γης. Ο σχεδιασμός χρήσεων γης πραγματοποιείται μια ενεργή διαδικασία σχεδιασμού των τρόπων χρήσης της γης από τον άνθρωπο στο (κοντινό) μέλλον, με κύριο στόχο την ικανοποίηση των αναγκών του. Κατά κανόνα ο σχεδιασμός περιλαμβάνει όλους τους τρόπους χρήσης της γης: αστική, βιομηχανική, γεωργική κ.α.

Η έννοια του σχεδιασμού χρήσεων γης είναι πολυδιάστατη, ωστόσο δύο είναι οι σημαντικότερες της διαστάσεις (Van Lier, 1994):

- Η πρώτη σχετίζεται με μελέτες και στρατηγικές οι οποίες κυρίως επιδιώκουν να αποφανθούν ποια δραστηριότητα πρέπει να λάβει χώρα και που. Υπό αυτή την σκοπιά, διαμοιράζει τον χώρο μεταξύ ορισμένων εν δυνάμει χρηστών με κύρια επιδίωξη την οπτιμιστική χρήση της γης. Πολλές αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες χώρες εφαρμόζουν τέτοιες στρατηγικές και προγράμματα. Σε τέτοιου είδους στρατηγικές, οι μελλοντικές χρήσεις γης

ομαδοποιούνται και περιορίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές για κάθε τύπο χρήσης. Συχνά περιλαμβάνουν και άλλους περιορισμούς, όπως η βαθμίδα εντατικοποίησης για κάθε τύπο χρήσης (π.χ. αγροκαλλιέργεια) και περιοχής, ή το μέγεθος κτιρίων και άλλων κατασκευών (π.χ. νέες πόλεις ή συνοικίες, βιομηχανικές περιοχές κ.α.).

- Η δεύτερη αναφέρεται στην πραγματοποίηση της αλλαγής των χρήσεων γης και στις φυσικές συνθήκες για τις προγραμματισμένες χρήσεις γης. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, η διάσταση αυτή του σχεδιασμού, ακολουθεί την πρώτη. Είναι αρμόδια να φέρει εις πέρας την εφαρμογή των χρήσεων γης, όπως αυτές έχουν καθοριστεί, καθώς και να βελτιστοποιήσει τις υπάρχουσες φυσικές συνθήκες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου σχεδιασμού χρήσεων γης αποτελούν τα προγράμματα ανακατανομής της γης, γνωστά και ως προγράμματα ανασυγκρότησης της γης. Αυτά τα προγράμματα όχι μόνο προσδιορίζουν τις διάφορες χρήσεις γης στις διάφορες τοποθεσίες, αλλά επίσης επεξεργάζονται και διεκπεραιώνουν σχέδια βελτίωσης των φυσικών συνθηκών για τις διακριτές χρήσεις γης.

Οι χρήσεις γης μιας λεκάνης απορροής επηρεάζουν την ποιότητα των νερών των χαμηλότερων περιοχών της. Το νερό της επιφανειακής απορροής βρέθηκε ότι περιέχει διάφορες ποσότητες αζώτου και φωσφόρου, που προέρχονται από τις διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Τσιούρης κ.α., 1993).

Προγράμματα, σχετικά με τις χρήσεις γης, εφαρμόζονταν στο παρελθόν αρχικά ως βελτιωτικά σχέδια για καλλιέργειες όπου η βελτίωση του συστήματος διαχείρισης των υδάτων και του εδάφους ήταν οι πιο σημαντικές τους παράμετροι. Αργότερα, συμπεριελάμβαναν και ζητήματα επέκτασης καλλιεργειών, με ανταλλαγές γης μεταξύ των καλλιεργητών για βελτίωση των μεγεθών και των μορφών των αγρών. Πρόσφατα, άλλοι στόχοι εκτός των παραπάνω προέκυψαν, όπως η προστασία του τοπίου και των φυσικών οικοσυστημάτων. Επίσης, η χρήση γης για υπαίθρια αναψυχή και τουρισμό συμπεριλήφθηκαν στα σχέδια καταμερισμού της γης.

Το πρόσφατο παρελθόν έχει αποδείξει ότι χωρίς στρατηγική και σχεδιασμό των χρήσεων γης στα ανεπτυγμένα κράτη, έχει οδηγήσει σε κακομεταχείριση, κατάχρηση, καταστροφή και απώλεια των φυσικών οικοσυστημάτων. Τα προβλήματα που προέκυψαν αναφέρονται σε (Van Lier, 1994):

- Εδαφική διάβρωση και υποβάθμιση
- Ρύπανση του νερού
- Ρύπανση του αέρα
- Ρύπανση του εδάφους
- Καταστροφή πολλών ιστορικών τοπίων
- Απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων

Ο σχεδιασμός χρήσεων γης είναι σημαντικό να στηρίζεται σε σταθερότητα και ως προς τις στρατηγικές, αλλά και ως προς τις εφαρμογές του. Μπορεί να οριστεί ως εργαλείο καθορισμού στρατηγικών για τις χρήσεις γης, εφαρμογής των στρατηγικών (εφαρμογή των ποικίλων χρήσεων γης στις σωστές τοποθεσίες) και βελτίωσης των χωρικών και φυσικών συνθηκών της γης, για μακροπρόθεσμα οπτιμιστική χρήση και προστασία των φυσικών πόρων.

2.4. Ποσοτικές Μέθοδοι και Λήψη Αποφάσεων

2.4.1 Γενικά

Σήμερα έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα μεθόδων (Μοντέλα Πρόβλεψης, Ανάλυση Σεναρίων, Ανάλυση Κόστους Οφέλους, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, κ.λ.π.) για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των Αποφασιζόντων (Decision-Makers-DMs) (Nijkamp, 1980).

Παρόλα αυτά, η μονοδιάστατη θεώρηση της αναπτυξιακής διαδικασίας δεν επιτρέπει την απομάκρυνση από το γνωστό δίλημμα ανάπτυξη – περιβαλλοντική προστασία, το οποίο δύναται να ξεπεραστεί μόνο με την εισαγωγή ποιοτικών αλλά και επιπρόσθετων ποσοτικών κριτηρίων στην αξιολόγηση της προόδου. Μία νέα αντίληψη για τη σχέση του ανθρώπου με τη φύση, την εργασία, τον ελεύθερο χρόνο και το χρήμα που αμφισβητεί τον ισχύον τεχνοκρατικό ορθολογισμό θα επέβαλε και ένα διαφορετικό ορισμό της ανάπτυξης, αντιμετωπίζοντας στη ρίζα τους τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα που αυτή επιφέρει (Πολατίδης, 2003).

Η αντιμετώπιση των φραγμών ανάπτυξης σε μεγάλη κλίμακα και το ξεπέραςμα των εμποδίων της πιθανώς συνεπαγόμενης μετάβασης σε ένα νέο περιβαλλοντικά

φιλικότερο διαχειριστικό σύστημα έχει όλα τα χαρακτηριστικά ενός πολύπλοκου κοινωνικού προβλήματος (complex societal problem) όπως η κλιματική αλλαγή, η παγκόσμια αύξηση των μεταφορών, η συρρίκνωση των κοιτασμάτων νερού, η ερημοποίηση της γης, κλπ. (DeTombe, 2002). Τέτοια ζητήματα παρουσιάζουν σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις και περιλαμβάνουν πληθώρα παικτών (τοπικές και εθνικές κυβερνήσεις, διεθνείς οργανισμούς, πολυεθνικές εταιρείες, εθνικές εταιρείες κοινής ωφέλειας, κλπ). Ο κάθε παίκτης έχει τη δική του άποψη για το θέμα και είναι δυνατόν νέοι παίκτες να εισέρχονται καθώς αποχωρούν κάποιοι άλλοι. Επιπλέον, οι επιπτώσεις τους δεν περιορίζονται σε συγκεκριμένους τομείς αλλά περικλείουν το σύνολο των κοινωνικών δραστηριοτήτων, είναι αδύνατον να προβλεφθούν όλες, και συχνά περιλαμβάνουν ηθικά διλήμματα (Brans, 2002). Τέλος, τέτοια προβλήματα παραμένουν πρακτικά άλυτα καθώς μετασχηματίζονται συνεχώς και απαιτούν επαναπροσδιορισμό των δράσεων αντιμετώπισής τους.

Καθημερινά αντιμετωπίζονται πολλαπλές και πολλές φορές αντικρουόμενες επιλογές. Η 'ελαχιστοποίηση του κόστους' και η 'μεγιστοποίηση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών' είναι ζητήματα που ενδιαφέρουν τον κάθε Αποφασίζοντα. Τέτοια προβλήματα είναι περισσότερο πολύπλοκα από όσο οι συμβατικές θεωρήσεις των κλασικών οικονομικών υποδεικνύουν. Η βελτίωση της απόδοσης σε έναν από τους στόχους συχνά επιτυγχάνεται μόνο με μείωση της απόδοσης σε κάποιον από τους υπόλοιπους. Η λήψη απόφασης (decision-making) μπορεί να οριστεί ως η προσπάθεια επίλυσης των διλημάτων που προβάλλουν οι αντικρουόμενες επιδιώξεις (Zeleny, 1982).

Τα πολύπλοκα κοινωνικά προβλήματα είναι συνήθως πολιτικά ευπαθή. Το γεγονός αυτό περιορίζει την επιρροή των επιστημόνων σε αυτά. Οι επιστήμονες δύνανται μόνο να προτείνουν συγκεκριμένους τρόπους χειρισμού, λήψης απόφασης, αντιμετώπισης της αβεβαιότητας και δόμησης του θέματος. Εξαρτάται όμως από τους πολιτικούς να αποφασίζουν ποιο πρόβλημα επιθυμούν να λύσουν, τι είδους υποστήριξη χρειάζονται και τι είδους παρεμβάσεις θα δεχθούν. Ακριβώς για αυτούς τους λόγους τα προβλήματα αυτά αξιώνουν να αντιμετωπιστούν με ένα δομημένο και διαφανές πλαίσιο (Πολατίδης, 2003).

Η περιβαλλοντική πολιτική είναι το αποτέλεσμα πολιτικών αποφάσεων επί του τρόπου χρήσης του φυσικού κεφαλαίου (Τρούμπης, 1999). Αποτελεί, δε, το γενικό

πλαίσιο ενός συστήματος χρήσης φυσικών πόρων και χώρων από μία οργανωμένη κοινωνία σε έναν συγκεκριμένο τόπο και οικονομικό γίγνεσθαι.

Η πολλαπλή θεώρηση της περιβαλλοντικής πολιτικής αποτελεί πρόκληση για τη δημόσια διοίκηση και αμφισβητεί τη μονοδιάστατη διοικητική δράση και τον αποκλεισμό των ενδιαφερόμενων ομάδων τόσο από τη λήψη των αποφάσεων αλλά και από τη διαδικασία στρατηγικού σχεδιασμού. Ωστόσο, οι συγκρούσεις που θα προκύψουν μεταξύ των ενδιαφερόμενων (stakeholders) αναδεικνύουν σαφώς την αναγκαιότητα χρησιμοποίησης διαδικασιών επίτευξης ομαδικής συμφωνίας (group consensus) και επίλυσης των διαφορών. Σε πολλές περιπτώσεις αυτό είναι αδύνατο, καθώς οι εμπλεκόμενοι στη διαδικασία απόφασης δεν επιθυμούν να προβούν σε διαπραγματεύσεις ή δε μετακινούνται από παγιωμένες θέσεις. Τουλάχιστον, όμως, κρίνεται χρήσιμη η αποτύπωση της κατάστασης και η κατά το δυνατόν ποσοτικοποίηση των διαφορών προτίμησης μεταξύ των αποφασιζόντων (Πολατίδης, 2003).

2.4.2 Μοντέλα

Το μοντέλο αποτελεί μία συμβατική, απλοποιημένη έκφραση όλων των απαραίτητων και βασικών στοιχείων ενός προβλήματος με φυσικούς ή μαθηματικούς όρους (Braat et al, 1987; Jorgensen, 1983).

Γενικά, τα μοντέλα είναι μία προέκταση της επιστημονικής ανάλυσης και είναι απλούστερα από τα πραγματικά συστήματα. Η συνεισφορά τους έγκειται στην κατανόηση των πολύπλοκων υπαρκτών συστημάτων, αν και είναι προφανής η αδυναμία τους να εμπεριέχουν όλα τα στοιχεία τους (Hall et al., 1977). Το ιδανικό αέριο στη Φυσική είναι ένα από τα γνωστότερα μοντέλα, το οποίο δεν υπάρχει στην πραγματικότητα, αλλά αποτελεί μία απλουστευμένη εκδοχή-πρότυπο των πραγματικών αερίων διατηρώντας τις βασικές ιδιότητες τους (Τσιρτσής, 2001). Η προσομοίωση είναι η αναπαραγωγή συνθηκών και διεργασιών ενός συστήματος που βασίζεται στα διαθέσιμα δεδομένα και στην υπάρχουσα επιστημονική γνώση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο διαφέρει από την προσομοίωση, καθότι η προσομοίωση αναπαραγάγει ένα σύστημα και συνήθως περιέχει περισσότερα από ένα μοντέλα (Jorgensen, 1978).

Τα μοντέλα προσομοίωσης επιτελούν πολλές και διαφορετικές λειτουργίες. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η οργάνωση, κατανόηση και ερμηνεία των

πολύπλοκων οικολογικών διεργασιών και της δυναμικής τους. Επιπλέον, η ανάλυση και μοντελοποίηση των παραμέτρων ενός συστήματος επιτρέπει τη δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικών τιμών των παραμέτρων, δηλαδή μελέτης σε χωρική και χρονική κλίμακα. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην αντιμετώπιση και εκτίμηση της περιβαλλοντικής επίδρασης ή μεταβολής. Με αυτόν τον τρόπο εκτιμώνται τα αποτελέσματα ορισμένων δραστηριοτήτων, οι οποίες ενδέχεται να λάβουν χώρα στο μέλλον ή αποτελέσματα που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν (Hall et al, 1977).

Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι τα μοντέλα, αν και αποτελούν χρήσιμα εργαλεία με καθοδηγητικό χαρακτήρα στις διάφορες εφαρμογές, τα αποτελέσματά τους πρέπει να ερμηνεύονται με επιφύλαξη και ορθολογικό τρόπο. Δεν πρέπει να αγνοείται το γεγονός ότι υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των μοντέλων και των πραγματικών οικοσυστημάτων (Kremer et al, 1978). Τα αποτελέσματα ενός μοντέλου προσομοίωσης παρουσιάζουν αβεβαιότητα εφόσον η ανάπτυξη ενός μοντέλου βασίζεται σε παραδοχές, αφαιρέσεις και απλοποιήσεις (Τσιρτσής, 2001). Άλλωστε, ένα μοντέλο σχεδιάζεται έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις τρέχουσες συνθήκες που επικρατούν στο σύστημα. Αν το φυσικό σύστημα υποστεί ριζοσπαστικές μεταβολές, το μοντέλο είναι πιθανό να μη μπορεί να εφαρμοστεί πλέον. Εξάλλου, κανένα μοντέλο δεν έχει σχεδιαστεί ώστε να ανταποκρίνεται σε όλες τις πιθανές μεταβολές και για αυτόν τον λόγο δε μπορεί να ακολουθήσει και να προβλέψει πλήρως ένα γεγονός που ενδεχομένως θα λάβει χώρα στο σύστημα. Αυτοί οι περιορισμοί αποκτούν μικρότερη βαρύτητα, αν το μοντέλο χρησιμοποιείται για την διερεύνηση της απόκρισης του υπάρχοντος συστήματος σε μικρές αλλαγές παραμέτρων και διεργασιών ειδικότερα στην περίπτωση που αυτές οι αλλαγές έχουν συμπεριληφθεί στον σχεδιασμό του (Kremer et al, 1978).

Για τα μοντέλα με συνήθεις και μερικές διαφορικές εξισώσεις η πολυπλοκότητα που αφορά τον χρόνο μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε μοντέλα σταθερής και μη σταθερής (υπάρχει εξάρτηση από τον χρόνο) κατάστασης. Πέραν της μεταβλητότητας στον χρόνο, το σύστημα είναι δυνατό να παρουσιάζει και χωρική μεταβλητότητα σε 0-1-2-3 διαστάσεις. Το σύστημα μίας εργαστηριακής καλλιέργειας είναι 'ένα παράδειγμα που δεν παρουσιάζει χωρική μεταβλητότητα, αλλά μόνο μεταβολή στον χρόνο (0-D). Το οικοσύστημα ενός ποταμού αποτελεί παράδειγμα συστήματος που παρουσιάζει χρονική μεταβλητότητα και χωρική σε 1 διάσταση (1-D), αν θεωρηθεί ότι δεν παρατηρούνται διαφοροποιήσεις κατά πλάτος και κατά βάθος. Ένα αβαθές

θαλάσσιο οικοσύστημα αποτελεί παράδειγμα συστήματος, που παρουσιάζει χρονική μεταβλητότητα και χωρική σε 2 διαστάσεις (2-D), θεωρώντας ότι δεν υφίστανται διαφοροποιήσεις με το βάθος. Τέλος, ένα θαλάσσιο οικοσύστημα σχετικά μεγάλου βάθους είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα συστήματος με χρονική μεταβλητότητα και χωρική σε 3 διαστάσεις (3-D) (Τσιρτσής, 2001).

Τα οικολογικά μοντέλα προσομοίωσης εφαρμόζονται κυρίως σε παράκτιες περιοχές (κλειστούς κόλπους, εκβολές), όπου είναι περισσότερο αισθητή η ανθρώπινη παρέμβαση και τα αποτελέσματα αυτής. Έτσι, χρησιμοποιούνται ευρύτατα αρχικά για την απόκτηση επιστημονικής γνώσης και κατ' επέκταση για προβλέψεις της συμπεριφοράς του συστήματος στο μέλλον, αλλά και για διαχειριστικούς σκοπούς, βοηθώντας στην λήψη ορθών αποφάσεων που αφορούν την υπό μελέτη περιοχή.

2.4.3 Πολυκριτηριακή Ανάλυση

Οι μεθοδολογίες της ΠΑ (Πολυκριτηριακής ανάλυσης) μπορούν να αποτελέσουν ένα μέσο για τη λήψη αποφάσεων. Η πληθώρα μεθόδων ΠΑ παρέχει στους Αποφασίζοντες τη δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων με ποικίλους τρόπους ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνικής. Συνολικά και υπό το πρίσμα της αδυναμίας μετατροπής όλων των σχετικών μεγεθών σε μία κοινή μονάδα μέτρησης, αλλά και της ποιοτικής φύσης της διαθέσιμης πληροφορίας, οι μέθοδοι ΠΑ παρέχουν μία αξιόπιστη διέξοδο στο πρόβλημα της αξιολόγησης εναλλακτικών περιβαλλοντικών έργων (Πολατίδης, 2003).

Συγκεκριμένες εφαρμογές των μεθοδολογιών ΠΑ σε θέματα διαμόρφωσης περιβαλλοντικής πολιτικής αποτελούν η χωροθέτηση νέων έργων, η ποσοτικοποίηση και αποδόμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η επιλογή μεταξύ υποψηφίων επενδύσεων, ο προσδιορισμός του βέλτιστου ρυθμού εκμετάλλευσης ενός πόρου, και η χάραξη στρατηγικών σχεδίων περιφερειακής ανάπτυξης. Σκοπός των μεθόδων ΠΑ αποτελεί η βελτίωση της ποιότητας τέτοιων αποφάσεων, μέσω της ενίσχυσης της διαφάνειας, αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας της διαδικασίας. (Wenstop and Seip, 2001).

Ωστόσο, αν και ο έλεγχος των επενδυτικών αποφάσεων δύναται να επιτευχθεί με την εφαρμογή της κλασσικής μεθόδου της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους (Cost-Benefit Analysis-CBA) η εξέταση θεμάτων κατανομημένης ισότητας και αειφορίας

απαιτούν διευρυμένες προσεγγίσεις που λαμβάνουν υπόψη τους πολλαπλά κριτήρια και προτιμήσεις. Έτσι, τα τελευταία είκοσι χρόνια, έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα μεθοδολογιών αποτίμησης σε μια προσπάθεια επέκτασης των δυνατοτήτων εφαρμογής της συμβατικής CBA. (Nijkamp, 1980) Οι μεθοδολογίες αυτές προσφέρουν μία νέα προοπτική κατά την οποία όχι μόνο ποσοτικές αλλά και ποιοτικές εκτιμήσεις δύνανται να ληφθούν υπόψη στη διαδικασία απόφασης. Αρκετές τέτοιες μέθοδοι εξετάζουν ταυτόχρονα τις επιπτώσεις των εναλλακτικών πολιτικών πάνω σε πολλαπλά κριτήρια εν μέρει χρηματικά, εν μέρει μη-χρηματικά (συμπεριλαμβανομένου και ποιοτικών χαρακτηριστικών). Αποκαλούνται δε συχνά πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης και λήψης αποφάσεων (Πολατίδης, 2003).

Πριν την ανάπτυξη των μεθόδων ΠΑ, ο καθορισμός των ‘καλών’ ή ‘κακών’ δράσεων γίνονταν σύμφωνα με ένα μόνο κριτήριο. Αυτό αντιπροσωπεύεται από μία συνάρτηση (αντικειμενική συνάρτηση, συνάρτηση χρησιμότητας, συνάρτηση αξίας – utility function) η οποία συνδέει την κάθε εναλλακτική δράση a με έναν αριθμό $g(a)$, έτσι ώστε για κάθε δράση a που είναι ‘καλύτερη’ από την b , ισχύει $g(a) > g(b)$. Υπό αυτό το πλαίσιο τα προβλήματα απόφασης είναι μαθηματικά πλήρως ορισμένα. Ορίζοντας το σύνολο A των δυνατών εναλλακτικών δράσεων (alternatives) και τη συνάρτηση g , μπορούμε να κατασκευάσουμε έναν αλγόριθμο που να οδηγεί στην προτιμητέα πρόταση. Αυτός είναι ο σκοπός της κλασσικής Επιχειρησιακής Έρευνας (Brans, 1996). Ωστόσο, είναι σπάνιο να βρεθεί μία συγκεκριμένη εφαρμογή όπου μόνο ένα κριτήριο να δύναται να συμπεριλάβει όλη την απαιτούμενη πληροφορία για την επιτυχή σύγκριση των στοιχείων του συνόλου A (σύνολο των δυνατών δράσεων). Για παράδειγμα, η επιλογή ενός αυτοκινήτου εξαρτάται ταυτόχρονα από την τιμή του, την εμφάνιση, την άνεση που προσφέρει, τις επιδόσεις του, την κατανάλωση καυσίμου, την ασφάλεια, κλπ. Σκοπός της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποτελεί η διερεύνηση προβλημάτων απόφασης στα οποία λαμβάνονται υπόψη πολλαπλά κριτήρια (Kahneman et al, 1982). Οι διάφορες μέθοδοι ΠΑ βασίζονται τόσο σε αναγκαίες μαθηματικές περιοριστικές υποθέσεις, όσο και σε δεδομένα που συλλέγονται από τους Αποφασίζοντες και αποτελούν παράδειγμα της εξέλιξης του ρόλου του αναλυτή στα προβλήματα απόφασης. Αυτά δεν επιλύονται πλέον με την αντικατάσταση του Αποφασίζοντα με ένα μαθηματικό πρόβλημα, αλλά βοηθώντας τον να κατασκευάσει τη λύση.

Πιο συγκεκριμένα, ένας Αποφασίζοντας επιθυμεί να επιλέξει μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών δράσεων, χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερα κριτήρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει μία μοναδική δράση που να αποδίδει καλύτερα από όλες στο σύνολο των κριτηρίων. Αυτό συνεπάγεται πως η τελική λύση εξαρτάται σημαντικά από την εισαγόμενη προτίμηση των Αποφασίζόντων και είναι μία λύση συμβιβασμού (compromise solution). Η διαδικασία περιπλέκεται ακόμη περισσότερο καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορετικές κοινωνικές ομάδες εμπλέκονται στη λήψη των δημοσίων αποφάσεων. Η κάθε ομάδα εισάγει τα δικά της κριτήρια επιλογής και διατηρεί τις απόψεις της. Έτσι το καταλληλότερο εργαλείο απόφασης απαιτείται να βασίζεται σε ένα πλαίσιο αμοιβαίας κατανόησης και συμβιβασμού (Πολατίδης, 2003).

Ιστορικά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης της ΠΑ χαρακτηρίστηκε από τις μεθοδολογικές αρχές της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης (Multi-Criteria Decision Making – MCDM). Βασικό στόχο αποτελούσε η απόσπαση της ξεκάθαρης υποκειμενικής προτίμησης ενός υποθετικού Αποφασίζοντα και η μετέπειτα επεξεργασία της μέσω ενός αυστηρά δομημένου αλγόριθμου απόφασης (decision algorithm). Με αυτόν τον τρόπο κάθε πολυκριτηριακό πρόβλημα ήταν δυνατόν να αντιμετωπιστεί με την κλασσική μορφή ενός προβλήματος βελτιστοποίησης. Ωστόσο, οι περιορισμοί της κλασσικής θεώρησης εύρεσης μίας βέλτιστης λύσης και η επακόλουθη σημασία της ίδιας της διαδικασίας απόφασης έχουν πρόσφατα τονιστεί στο πλαίσιο των κοινωνικών επιστημών (Roy, 1996).

Σύμφωνα με τον Roy είναι αδύνατος ο χαρακτηρισμός μιας απόφασης ως ‘καλής’ ή ‘κακής’ αποκλειστικά και μόνο αναφορικά με ένα μαθηματικό μοντέλο: όλα τα ζητήματα που ανακύπτουν από το σύνολο της διαδικασίας λήψης της απόφασης συνεισφέρουν στην ποιότητά της και στην μετέπειτα επιτυχία της. Η προσέγγιση της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης υποθέτει πως η προτίμηση του Αποφασίζοντα δύναται να παρασταθεί με σαφήνεια, και είναι σταθερή με το χρόνο, έτσι ώστε αρκεί η θεώρηση ενός στιβαρού μαθηματικού μοντέλου για την εύρεση της λύσης που ικανοποιεί μέγιστα τα δεδομένα εισαγωγής. Ωστόσο, είναι γενικά δύσκολο να βασιστεί κάποιος αποκλειστικά σε ένα μοντέλο: οργανωτικά, θεσμικά, παιδαγωγικά και πολιτιστικά στοιχεία που διέπουν τη διαδικασία απόφασης συνεισφέρουν στην ποιότητά της. Συνεπώς, είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η καταλληλότητα μίας διαδικασίας σύμφωνα με μία προσεγγιστική αντίληψη (ανακαλύπτοντας

προϋπάρχουσες αλήθειες) ή σύμφωνα με ένα μαθηματικό μοντέλο σύγκλισης (εύρεση της μοναδικής βέλτιστης λύσης). Η τελική λύση είναι περισσότερο θέμα 'δημιουργίας' παρά ανακάλυψης. Στην Πολυκριτηριακή Διευκόλυνση της Λήψης Απόφασης (Multiple-Criteria Decision Aid – MCDA) (Roy, 1996), βασικό στόχο δεν αποτελεί η εύρεση της λύσης, αλλά κατασκευή μίας λογικής έτοιμης να βοηθήσει τον Αποφασίζοντα να διαμορφώσει την προτίμησή του, στη συνέχεια να τη μεταβάλλει και τελικά να καταλήξει σε μία απόφαση συνεπή με τους στόχους του.

Γενικά, ένα πρόβλημα απόφασης θεωρεί ένα σύνολο εναλλακτικών δράσεων A στο οποίο πρέπει είτε να επιλεγεί μία δράση ως 'καλύτερη', είτε να επιλεγεί ένα υποσύνολο 'καλών' δράσεων ή να επιτευχθεί κατάταξη των δράσεων από την 'καλύτερη' στη 'χειρότερη'. Το σύνολο αυτό A δύναται να οριστεί με απαρίθμηση των στοιχείων του, ή μέσω μαθηματικών περιορισμών. Μπορεί δε να είναι πεπερασμένο ή μη, σταθερό ή δυνάμενο να αλλάξει. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση της λήψης απόφασης δύναται να ταξινομηθούν ποικιλοτρόπως και διαφορετικοί συγγραφείς έχουν προτείνει διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις (Nijkamp et al, 1990).

Συνολικά, οι μέθοδοι ΠΑ ενισχύουν τη διαφάνεια της διαδικασίας απόφασης και προσφέρουν βαθιά ενόραση καταλήγοντας στην εξοικείωση των παικτών με τα σημαντικά σημεία του προς συζήτηση θέματος. Λειτουργούν δε, ως οδηγοί της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων σχηματίζοντας το σύνολο των εναλλακτικών δράσεων, αναγνωρίζοντας τους συμμετέχοντες, καθορίζοντας τα κριτήρια επιλογής (decision criteria), αποτιμώντας την κάθε εναλλακτική δράση, αποσπώντας την προτίμηση των συμμετεχόντων (άμεσα με τα βάρη των κριτηρίων - criteria weights και τον προσδιορισμό κατωφλίων αδιαφορίας, προτίμησης και άρνησης και έμμεσα με τη συνολική δόμηση του προβλήματος), επιλέγοντας το κατάλληλο μοντέλο απόφασης και τελικά προτείνοντας κάποια ή κάποιες δράσεις. Επιπλέον, η ΠΑ προσφέρει όχι μόνο ένα ποσοτικό και ποιοτικό εργαλείο αποτίμησης της απόδοσης των πιθανών διαχειριστικών πολιτικών, αλλά συγκεντρώνει κάτω από ένα δημοκρατικό και συμμετοχικό πλαίσιο όλους τους ενδιαφερόμενους και τους εμπλεκόμενους στην απόφαση. Αυτό θεωρείται απαραίτητο λόγω της αποκεντρωμένης φύσης τους και της αναγκαιότητας ενσωμάτωσης της τοπικής κοινωνίας στην λήψη των αποφάσεων.

Η ΠΑ προσφέρει μία στιβαρή οργανωτική δομή για την επίτευξη συνεπούς και διαφανούς ανάλυσης διαχειριστικών πολιτικών, ενώ επιτυγχάνει τον στόχο της ενσωμάτωσης της έρευνας από ποικίλους επιστημονικούς τομείς, καθώς και τον συνυπολογισμό των απόψεων της τοπικής κοινωνίας. Επιπλέον, ενισχύει τη διαφάνεια της διαδικασίας καθώς τα κριτήρια απόφασης δύνανται να παρουσιαστούν στην αρχική τους μορφή χωρίς να είναι απαραίτητη η μετατροπή τους σε χρηματικές μονάδες.

Η δημιουργία αναλυτικών εργαλείων διευκόλυνσης της διαδικασίας λήψης απόφασης προβάλλει πλέον ως επιτακτική ανάγκη , μιας και η εμπειρία έχει δείξει ότι οι Αποφασίζοντες εστιάζουν σε ένα περιορισμένο σύνολο κριτηρίων επιλογής, βασίζονται σε ανεπαρκείς πληροφορίες και αδυνατούν να εκτιμήσουν την αβεβαιότητα των μελλοντικών γεγονότων.

Το ζητούμενο στα πολυδιάστατα διαχειριστικά προβλήματα είναι ο συνδυασμός διαφορετικών ειδών πληροφοριών που θα οδηγήσει τελικά σε μια λύση. Οι πολυκριτηριακές μέθοδοι παρέχουν το πλαίσιο εργασίας για την συλλογή, την καταχώρηση και εν τέλει την ανάλυση όλων των σχετικών πληροφοριών καθιστώντας έτσι τη διαδικασία λήψης μιας απόφασης ανιχνεύσιμη και διαφανή (Πολατίδης, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Το μοντέλο λεκάνης απορροής

Η συνεχής μαθηματική προσομοίωση ξεκίνησε στα μέσα περίπου του 20^{ου} αιώνα με υπολογισμούς που γίνονταν αρχικά με το χέρι. Η ανάγκη για πρόβλεψη της μεταφοράς της ύλης με την διαδικασία της απορροής και στράγγισης των εδαφών οδήγησε στη δημιουργία του καταλόγου API (Antecedent Precipitation Index). Ο τελευταίος καθόριζε την έναρξη της επιφανειακής απορροής κατά τη διάρκεια κατακρημνίσεων. Την ίδια χρονική περίοδο ο Mockus (1949) δημιούργησε την μέθοδο Curve Number για λογαριασμό της USDA Soil Conservation Service – 1985, προκειμένου να προσδιορίσει την επιφανειακή απορροή από μικρές αγροτικής χρήσης λεκάνες. Αυτή η μέθοδος αρχικά αφορούσε μεμονωμένα γεγονότα βροχοπτώσεων και χρησιμοποιώντας τα δεδομένα κατακρημνίσεων των προηγούμενων ημερών σαν μέτρο υγρασίας του εδάφους, υπολόγιζε την επιφανειακή απορροή. Ο αλγόριθμος αυτός εφαρμοζόταν για αρκετά χρόνια χωρίς τη βοήθεια υπολογιστή αλλά τελικά κατέληξε ως μαθηματικό μοντέλο συνεχούς προσομοίωσης.

Σήμερα η **Curve Number Equation (CNE)** αποτελεί κομμάτι βασικών υδρογραφικών μοντέλων όπως το CREAMS, το AGNPS, το EPIC και το SPUR. Η CNE είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη παγκοσμίως εξίσωση που σχετίζεται και μοντελοποιεί τη διαδικασία «βροχόπτωση – απορροή» (Ταμβάκη, 2004).

Ο αλγόριθμος CNE αναπτύχθηκε με στόχο την εκτίμηση της συνολικής απορροής, από τη συνολική βροχόπτωση (η ένταση της βροχόπτωσης αγνοείται). Η συνάρτηση είναι:

$$Q_{ij} = \frac{(R_{ij} - I_{ij})^2}{[(R_{ij} + I_{ij}) + S_{ij}] \cdot 2.54} \quad \alpha\nu \quad R_{ij} > I_{ij}$$

$$Q_{ij} = 0 \quad \alpha\nu \quad R_{ij} \leq I_{ij}$$

όπου:

Q_{ij} είναι η υπολογιζόμενη από το μοντέλο απορροή της i υποπεριοχής την j ημέρα (cm)

R_{ij} είναι το ημερήσιο ύψος βροχόπτωσης, δηλαδή το ύψος της βροχόπτωσης που λαμβάνει χώρα στην i υποπεριοχή την j ημέρα (cm)

I_{ij} είναι η μείωση που συμβαίνει στην ποσότητα της απορροής εξαιτίας της διείσδυσης και της απορρόφησης του βρόχινου νερού από το έδαφος της i υποπεριοχής την j ημέρα (cm)

S_{ij} είναι το ύψος του βρόχινου νερού που εγκλωβίζεται στα στρώματα του εδάφους και διατηρείται στην i υποπεριοχή την j ημέρα (cm)

Ο συντελεστής 2,54 υπάρχει στη σχέση γιατί σαν μονάδα μέτρησης μήκους των μεταβλητών είναι το cm. Στη ξενόγλωσση βιβλιογραφία δεν συναντάται γιατί οι μεταβλητές εκφράζονται σε ίντσες.

Ο (CN_{ij}) είναι μια έκφραση που καλείται Curve Number και εξαρτάται από την ποιότητα του εδάφους, την κλίση, τις χρήσεις γης, τη διαχείριση, τα υδρολογικά χαρακτηριστικά και την υγρασία του εδάφους. Ο παράγοντας S_{ij} υπολογίζεται με τη βοήθεια των Curve Numbers. Το έδαφος του i κελιού σύμφωνα με τα υδρολογικά και εδαφικά χαρακτηριστικά του διαθέτει για κάθε βήμα χρόνου – j ημέρα – εκφράζει μια διαφορετική τιμή του CN_{ij} η οποία εξαρτάται άμεσα από το S_{ij} με τον εξής τρόπο:

$$CN_{ij} = \frac{1000}{10 + \frac{S_{ij}}{2.54}}$$

όπου:

CN_{ij} είναι ο Curve Number (CN) που αντιστοιχεί στο έδαφος του i κελιού την j ημέρα

S_{ij} είναι το ύψος του βρόχινου νερού που εγκλωβίζεται στα στρώματα του εδάφους και διατηρείται στο i κελί την j ημέρα (cm)

Ανάλογα με την υδρολογική κατάσταση του εδάφους, υπάρχει μια ταξινόμηση των εδαφών της λεκάνης απορροής σε τέσσερις κατηγορίες: εδάφη με χαμηλές, μέτριες, υψηλές και πολύ υψηλές επιφανειακές απορροές. Ο διαχωρισμός αυτός, σε

συνδυασμό με τα ημερήσια χαρακτηριστικά υγρασίας του εδάφους, καθορίζει τις τιμές των CN_{ij} .

Η εφαρμογή της CNE βασίζεται στην παραδοχή ότι η ποσότητα της απορροής (οπότε και η συγκέντρωση των ρύπων) διατηρείται σταθερή και αμετάβλητη κατά την μεταφορά της από το χωρικό κελί δημιουργίας της έως και την εισροή τους στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Πραγματικά, κατά τη διάρκεια μιας κατακρήμνισης υπάρχει μικρή πιθανότητα αλλαγής στην συγκέντρωση των ρύπων εξαιτίας βιολογικών και άλλων διαδικασιών. Αντίθετα αυτό που μπορεί δυναμικά να επηρεάσει τη συγκέντρωση των θρεπτικών που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή είναι η ολική αρχική συγκέντρωση των ρύπων στο έδαφος, η εισροή θρεπτικών από εφαρμογή λιπασμάτων καθώς και η αρχή και διάρκεια της κατακρήμνισης. Ως εκ τούτου για τη διαλυτή φάση των ρύπων δεν υπάρχει συντελεστής εμπλουτισμού ή μείωσης και για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσής τους επαρκούν οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται εποχικά στο πεδίο.

Κατά την εκκίνηση κάθε κατακρήμνισης παρατηρείται περιορισμός του νερού της απορροής ο οποίος εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες: την απορρόφηση – φιλτράρισμα του νερού από το έδαφος και την συγκράτηση του νερού από τις εδαφικές κοιλότητες. Η ποσότητα που απορροφάται από το έδαφος κατά τη διάρκεια της εκκίνησης της κατακρήμνισης ποικίλει σημαντικά και επηρεάζεται καθοριστικά από την ένταση της βροχόπτωσης. Η δέσμευση του νερού από τις εδαφικές κοιλότητες εξαρτάται από την φυτική κάλυψη και τις συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια κάθε χερσαίας περιοχής.

Μπορεί να δειχθεί από μετρήσεις βροχοπτώσεων και απορροών ότι η αναχαίτιση της απορροής από το έδαφος είναι σχετικά χαμηλή σε λεκάνες απορροής μικρής επιφάνειας και υδρολογικού δυναμικού. Με δεδομένο αυτό, έχει προσδιοριστεί μια σχέση που συνδέει τη μείωση της ποσότητας της απορροής από το φιλτράρισμα I και του μέγιστου δυναμικού κατακράτησης S :

$$I = 0.2S$$

Με την παραπάνω παραδοχή η εξίσωση που εκφράζει την απορροή του κάθε κελιού της λεκάνης απορροής μετασχηματίζεται στην παρακάτω:

$$Q_{ij} = \frac{(R_{ij} - 0.2S_{ij})^2}{[S_{ij} + 0.8S_{ij}] \cdot 2.54} \quad \alpha\nu \quad R_{ij} > I_{ij}$$

$$Q_{ij} = 0 \quad \alpha\nu \quad R_{ij} \leq I_{ij}$$

Η θεμελιώδης αυτή σχέση χρησιμοποιείται ευρέως για τον υπολογισμό της απορροής και ειδικά σε λεκάνες απορροής μικρών διαστάσεων (Ταμβάκη, 2004).

Loading Functions

Μετά τον υπολογισμό της απορροής στο σύνολο της λεκάνης είναι αναγκαίο να αναχθεί η πληροφορία σε επίπεδο θρεπτικών που εισάγονται στο θαλάσσιο σύστημα του κόλπου. Αυτή η σύνδεση είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα διότι μας παρέχει ποσοτικά το μέγεθος των θρεπτικών σε διαλυτή μορφή που καταλήγουν στους υδροφορείς και τελικά στη θάλασσα.

Η σύνδεση της απορροής με την εισαγωγή ρύπων διαλυτής μορφής πραγματοποιείται με την χρήση των loading functions. Οι loading functions είναι σχετικά εύκολες στη χρήση και χρησιμοποιούνται ευρέως εδώ και μια τριακονταετία. Σύμφωνα με αυτές, η απορροή πολλαπλασιάζεται με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών-ρύπων στο έδαφος και το νερό αντίστοιχα, με στόχο να καθοριστούν οι ποσότητες παροχής του κάθε είδους ρύπων στους θαλάσσιους αποδέκτες.

Τα θρεπτικά των οποίων η ποσότητα της εισροής τους στο θαλάσσιο οικοσύστημα υπολογίσθηκαν είναι τα νιτρικά, αμμωνιακά και φωσφορικά ιόντα καθώς και το οργανικό άζωτο και είναι αυτά που θεωρούνται ως βασικά. Οι παροχές των παραπάνω θρεπτικών από τη χωρική επιφάνεια του i κελιού την j ημέρα εξαιτίας κάποιας κατακρήμνισης, που οφείλονται και εξαρτώνται από τη δράση των μηχανισμών της επιφανειακής απορροής, δίνονται από τον παρακάτω τύπο:

$$LD_{ij} = 10 \cdot Cd_{ij} \cdot Q_{ij} \cdot TD_i$$

όπου:

LD_{ij} είναι η απορροή του ρύπου διαλυτής μορφής από το i κελί την j ημέρα (kg / km^2)

Cd_{ij} είναι η συγκέντρωση του ρύπου διαλυτής μορφής στο i κελί την j ημέρα (mg / kg^2)

Q_{ij} είναι η υπολογισμένη από το μοντέλο – κάνοντας χρήση του αλγόριθμου CNE – επιφανειακή απορροή που λαμβάνει χώρα στο i κελί την j ημέρα (cm)

TD_i είναι ο συντελεστής μεταφοράς που εκφράζει το κλάσμα του ρύπου διαλυτής μορφής που μεταφέρεται από το i χωρικό κελί στην θάλασσα

Η συνολική παροχή διαλυτών ρύπων της λεκάνης για μια δεδομένη χρονική περίοδο υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τις απορροές που εξέρχονται από το κάθε κελί με τη συνολική του έκταση E_i και αθροίζοντας τα αποτελέσματα αυτά ως προς όλα τα κελιά και τις ημέρες της χρονικής περιόδου. Αυτό, μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά με την παρακάτω εξίσωση:

$$LD = 10 \cdot \sum_j \sum_i Cd_{ij} \cdot Q_{ij} \cdot TD_i \cdot E_i$$

όπου:

οι παράγοντες Cd_{ij} , Q_{ij} , TD_i είναι οι ίδιοι με αυτούς της προηγούμενης εξίσωσης, ενώ ο παράγοντας E_i φανερώνει το εμβαδόν της επιφάνειας του i κελιού σε km^2 .

Μετά το πέρας της δημιουργίας του λογισμικού μέρους του μοντέλου, η εφαρμογή του είναι απλή. Οι επιλογές που δίνονται είναι οι εξής:

Προσδιορισμός μεταβλητών σεναρίου:

- Αύξηση πληθυσμού (population growth): αναφέρεται στην αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της περιοχής. Επιλογή ποσοστού επί τις εκατό (%).
- Αύξηση τουριστών (tourism increase): αναφέρεται στην αύξηση του εποχιακού πληθυσμού της περιοχής. Επιλογή ποσοστού επί τις εκατό (%).
- Αύξηση καλλιέργειας ελιάς (olive trees cultivation increase): αναφέρεται στην εντατικοποίηση της καλλιέργειας ελιάς, δηλαδή στην μετατροπή εγκαταλειμμένων ή και καλλιεργούμενων σε αναβαθμίδες

ελαιώνων χωρίς χρήση λιπασμάτων σε καλλιεργούμενους σε αναβαθμίδες ελαιώνες με χρήση λιπασμάτων. Επιλογή βαθμού 0 (καμία αύξηση), 1 (μέτρια αύξηση: μετατροπή εγκαταλειμμένων, σε καλλιεργούμενους σε αναβαθμίδες ελαιώνες με χρήση λιπασμάτων, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης), ή 2 (μεγάλη αύξηση: μετατροπή εγκαταλειμμένων και καλλιεργούμενων σε αναβαθμίδες χωρίς χρήση λιπασμάτων, σε ελαιώνες καλλιεργούμενους σε αναβαθμίδες με χρήση λιπασμάτων, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης).

- Αύξηση άλλων γεωργικών δραστηριοτήτων (other agricultural activities increase): αναφέρεται στην καλλιέργεια κηπευτικών, λουλουδιών, αμπελώνων και την ανάπτυξη θερμοκηπίων. Επιλογή βαθμού 0 (καμία αύξηση), 1 (μέτρια αύξηση: μετατροπή εγκαταλειμμένων ελαιώνων σε άλλες καλλιέργειες, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης), ή 2 (μεγάλη αύξηση: μετατροπή εγκαταλειμμένων και καλλιεργούμενων ελαιώνων σε αναβαθμίδες χωρίς χρήση λιπασμάτων, σε άλλες καλλιέργειες, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης).

- Αύξηση παραγωγής της ιχθυοκαλλιέργειας (increase in aquaculture production). Επιλογή ποσοστού επί τις εκατό (%).

Προσδιορισμός εξωγενών μεταβλητών:

- Κλιματική αλλαγή (climatic change): αναφέρεται στο ύψος της βροχόπτωσης. Επιλογή δείκτη 0 (καμία αλλαγή), 1 (διπλασιασμός του υφιστάμενου ύψους της βροχόπτωσης), 2 (υποδιπλασιασμός του υφιστάμενου ύψους της βροχόπτωσης), 3 (διπλασιασμός του υφιστάμενου ύψους της βροχόπτωσης μόνο κατά τη διάρκεια επεισοδιακών περιστατικών βροχόπτωσης).

3.2 Πολυκριτηριακή Ανάλυση: η Μέθοδος PROMETHEE II

3.2.1 Η οικογένεια μεθόδων PROMETHEE

Η εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

1. Οι εναλλακτικές επιλογές συγκρίνονται ανά ζεύγη και για κάθε κριτήριο. Η προτίμηση εκφράζεται από έναν αριθμό $\Pi(a,b)$, μεταξύ του διαστήματος $[0,1]$ (0 για απουσία προτίμησης ή παρουσία αδιαφορίας και 1 για

αυστηρή προτίμηση). Η συνάρτηση που συνδέει τη διαφορά απόδοσης με την προτίμηση δύναται να καθοριστεί από τον λήπτη απόφασης και ονομάζεται γενικευμένο κριτήριο (Brans et al, 1986). Στις περισσότερες εφαρμογές έχει γραμμική μορφή. Περισσότερα για τη μορφή της συνάρτησης αυτής θα ακολουθήσουν παρακάτω.

2. Ένας πολυκριτηριακός Δείκτης Προτίμησης $[\pi(a,b)]$ σχηματίζεται για κάθε ζεύγος δράσεων ως ο σταθμισμένος μέσος των αντίστοιχων προτιμήσεων που έχουν υπολογιστεί στο προηγούμενο στάδιο για κάθε κριτήριο. Ο δείκτης $\pi(a,b)$ (στο διάστημα $[0,1]$) εκφράζει τη συνολική προτίμηση της δράσης a σε σχέση με τη b (λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των κριτηρίων αξιολόγησης).

Πιο συγκεκριμένα, η κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών δύναται να επιτευχθεί σύμφωνα με:

- Το αδιαστατοποιημένο άθροισμα των δεικτών $\Pi(a,i)$, δηλώνοντας την προτίμηση της δράσης a σε σχέση με τις υπόλοιπες. Η τιμή αυτή ονομάζεται ροή εκροής $\varphi^+(a)$ και δηλώνει το πόσο καλή είναι η εναλλακτική αυτή δράση. Όσο μεγαλύτερη είναι η ροή εκροής για μία δράση, τόσο καλύτερη θεωρείται.
- Το αδιαστατοποιημένο άθροισμα των δεικτών $\Pi(i,a)$, δηλώνοντας την προτίμηση όλων των άλλων εναλλακτικών επιλογών συγκρινόμενες με την a . Η τιμή αυτή ονομάζεται ροή εισροής $\varphi^-(a)$ και δηλώνει το πόσο υποδεέστερη εμφανίζεται η επιλογή a σε σχέση με τις υπόλοιπες. Όσο μεγαλύτερη είναι η ροή εισροής της δράσης, τόσο χειρότερη θεωρείται.

3.2.2 Η μέθοδος PROMETHEE II

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά των μεθόδων PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) αποτελεί η ενοποίηση όλων των σύγχρονων απόψεων μοντελοποίησης της προτίμησης με έναν απλό τρόπο.

Η μέθοδος PROMETHEE II επιτρέπει την πλήρη κατάταξη των εναλλακτικών δράσεων, μέσω της χρησιμοποίησης της καθαρής ροής (διαφορά μεταξύ των ροών εκροής και εισροής).

Πιο συγκεκριμένα, έστω ότι $g_j(a)$ είναι η απόδοση της δράσης a σύμφωνα με το κριτήριο j , τότε μπορούμε να υπολογίσουμε τη διαφορά των αποδόσεων των

εναλλακτικών a και b ως $d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$. Οι τιμές των κατωφλίων p_i και q_i ορίζονται της παρακάτω:

- $p_j[g_j(a)]$, το Όριο Προτίμησης της τιμής του κριτηρίου g_j για την δράση a
- $q_j[g_j(a)]$, το Όριο Αδιαφορίας της τιμής του κριτηρίου g_j για την δράση a

Ο δείκτης προτίμησης $\Pi_j(a,b) \in [0,1]$, που περιγράφει την ένταση της προτίμησης της δράσης a σε σχέση με την b σύμφωνα με το κριτήριο j , ορίζεται ως εξής:

$$\Pi_j(a,b) = 0, \text{ όταν } d_j(a,b) \leq q_j[g_j(b)] \quad (1)$$

$$\Pi_j(a,b) = 1, \text{ όταν } d_j(a,b) \geq p_j[g_j(b)] \quad (2)$$

$$\Pi_j(a,b) = (g_j(a) - g_j(b) - q_j[v_j(b)]) / (p_j[g_j(b)] - q_j[g_j(b)]), \quad (3)$$

όταν $q_j[g_j(b)] < d_j(a,b) < p_j[g_j(b)]$

Ο Αποφασίζων καθορίζει τους βαθμούς βαρύτητας των κριτηρίων, σύμφωνα με την προτίμησή του, $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, και ο συνολικός βαθμός υπεροχής σύμφωνα με όλα τα κριτήρια, υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\pi(a,b) = \frac{\sum_j w_j \Pi_j(a,b)}{\sum_j w_j} \quad (4)$$

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τελικής κατάταξης των εναλλακτικών:

$$\phi^+(a) = \sum_{b \neq a} \pi(a,b) / (n-1), \quad (5)$$

$$\phi^-(a) = \sum_{b \neq a} \pi(b,a) / (n-1), \quad (6)$$

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE II, η καθαρή ροή της κάθε δράσης δύναται να υπολογισθεί σύμφωνα με τη σχέση:

$$\varphi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (7)$$

ή αναλυτικότερα από την:

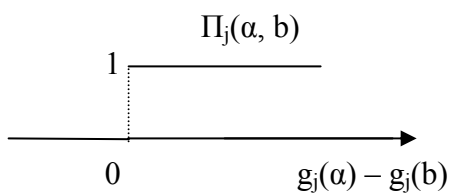
$$\phi(a) = \sum_j \sum_{b \neq a} (w_j (\Pi_j(a,b) - \Pi_j(b,a))) / \left(\sum_j w_j (n-1) \right), \quad (8)$$

Η τιμή της καθαρής ροής της κάθε εναλλακτικής δράσης, χρησιμοποιείται για την εξαγωγή της τελικής κατάταξης των επιλογών.

Ο εκάστοτε Αποφασίζων, και σύμφωνα με τον τρόπο που η προτίμησή του μεταβάλλεται με την αύξηση της διαφοράς $g_j(a) - g_j(b)$, θέτει για κάθε κριτήριο τη μορφή που έχει η συνάρτηση Π_j (γενικευμένο κριτήριο). Οι παράμετροι που εκτιμούνται ερμηνεύονται απλά, μιας και αντιπροσωπεύουν όρια αδιαφορίας και προτίμησης. Συνήθως χρησιμοποιούνται έξι τύποι (στην εφαρμογή του επόμενου κεφαλαίου χρησιμοποιήθηκε η 6^η μορφή) γενικευμένου κριτηρίου (Brans et al, 1986):

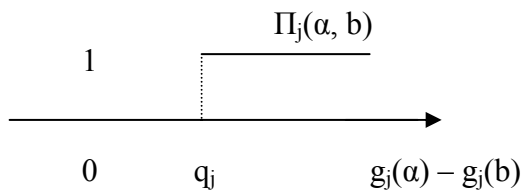
1^η μορφή

Άμεση αυστηρή προτίμηση (κλασσικό κριτήριο). Δεν είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός καμιάς παραμέτρου



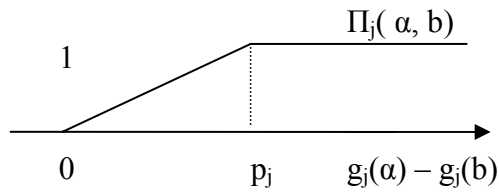
2^η μορφή

Υπάρχει όριο αδιαφορίας που πρέπει να προσδιορισθεί



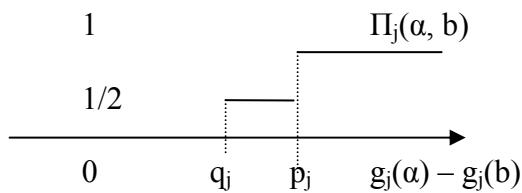
3^η μορφή

Η προτίμηση αυξάνεται μέχρι το όριο προτίμησης που πρέπει να προσδιορισθεί



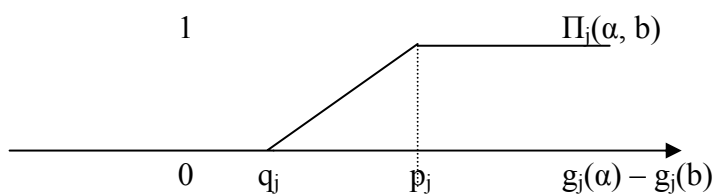
4^η μορφή

Υπάρχει όριο αδιαφορίας και προτίμησης. Στο μεταξύ τους διάστημα η προτίμηση ισούται με το μέσο όρο τους



5^η μορφή

Υπάρχουν όρια αδιαφορίας και προτίμησης. Στο διάστημα μεταξύ τους η προτίμηση αυξάνεται αναλογικά (η συνηθέστερη περίπτωση)



Από μαθηματικής άποψης, οι μορφές 1,2 και 3 είναι ειδικές περιπτώσεις της 5. Άλλες μορφές γενικευμένων κριτηρίων είναι δυνατόν να εισαχθούν, όμως γενικά αυτές οι έξι περιπτώσεις κρίνονται επαρκείς για την κάλυψη μεγάλου αριθμού πιθανών συμπεριφορών.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου PROMETHEE είναι το γεγονός πως ενοποιεί όλες τις σύγχρονες απόψεις μοντελοποίησης της προτίμησης με έναν απλό τρόπο. Ωστόσο, λείπει μία στιβαρή θεωρητική βάση που θα επέτρεπε την καλύτερη κατανόηση των υποθέσεων πάνω στις οποίες στηρίζεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

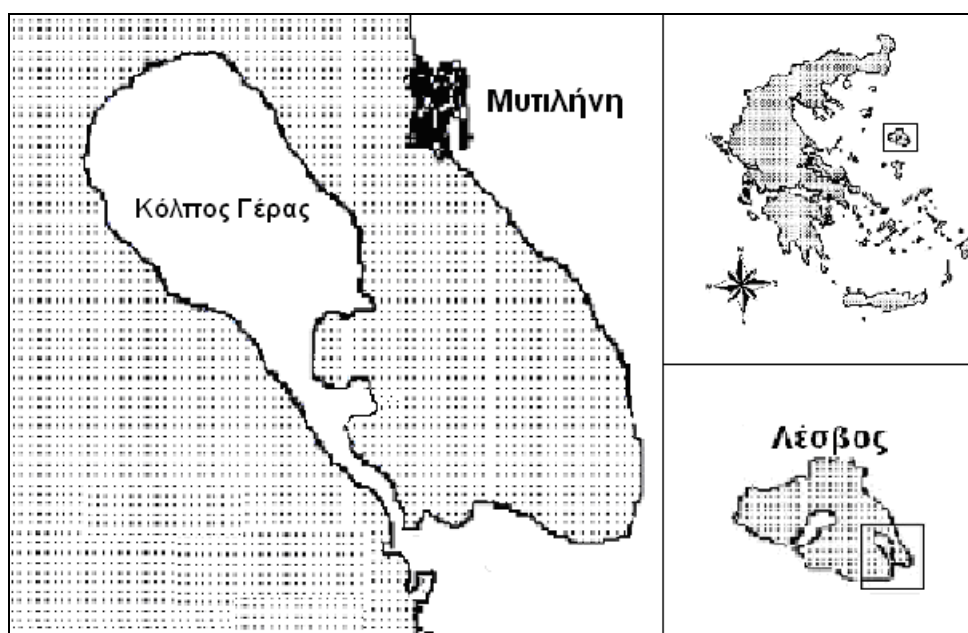
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η εφαρμογή του μοντέλου, το οποίο έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 3, στην περιοχή της λεκάνης απορροής του κόλπου της Γέρας Λέσβου, έναν μικρό κλειστό κόλπο. Το μοντέλο εφαρμόστηκε 8 φορές, όσα και τα σενάρια που επιλέχθηκαν. Ακολουθεί η εφαρμογή της μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης PROMETHEE II, με περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή του μοντέλου για τα τέσσερα πρώτα σενάρια, καθώς και κοινωνικοοικονομικά κριτήρια.

4.2 Περιοχή μελέτης

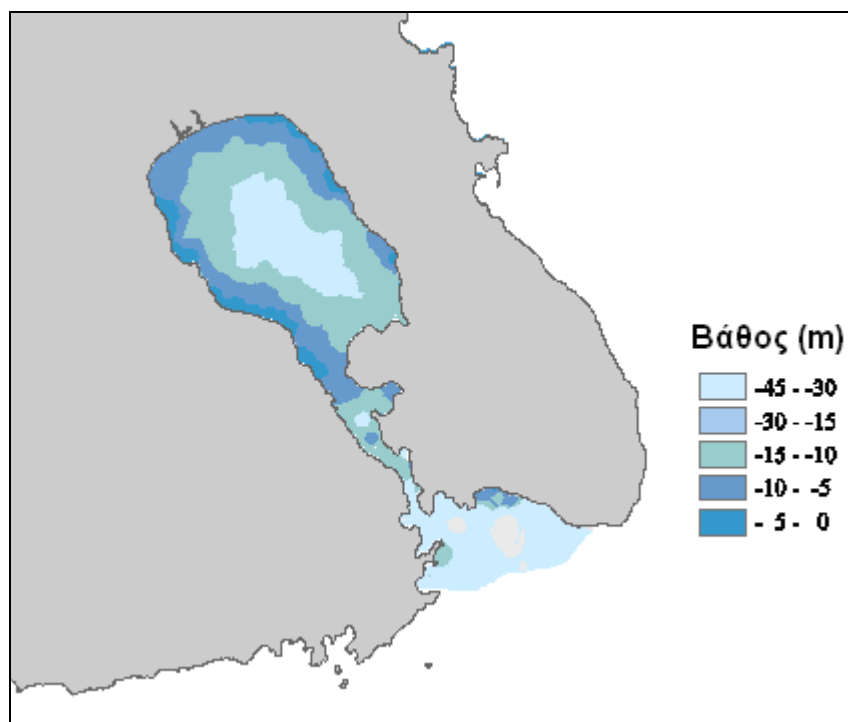
Αντικείμενο μελέτης αποτελεί η περιοχή του κόλπου Γέρας της νήσου Λέσβου, βορειοανατολικά του Αιγαίου πελάγους (Σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1: Ο κόλπος Γέρας της νήσου Λέσβου, Ελλάδα

Ο κόλπος της Γέρας είναι ένα ημίκλειστο θαλάσσιο οικοσύστημα το οποίο καταλαμβάνει έκταση 43 Km^2 , έχει μέσο βάθος 10 m και συνολικό όγκο νερού $9 \times 10^8 \text{ m}^3$. Ο κόλπος συνδέεται με την ανοιχτή θάλασσα μέσω ενός καναλιού πλάτους 200--

800 m, μήκος 6,5 Km και βάθους που κυμαίνεται από 10 έως 30 m (Σχήμα 4.2). Η λεκάνη απορροής γύρω από τον κόλπο καταλαμβάνει περίπου 200 Km² (Tsirtsis et al., 2003).

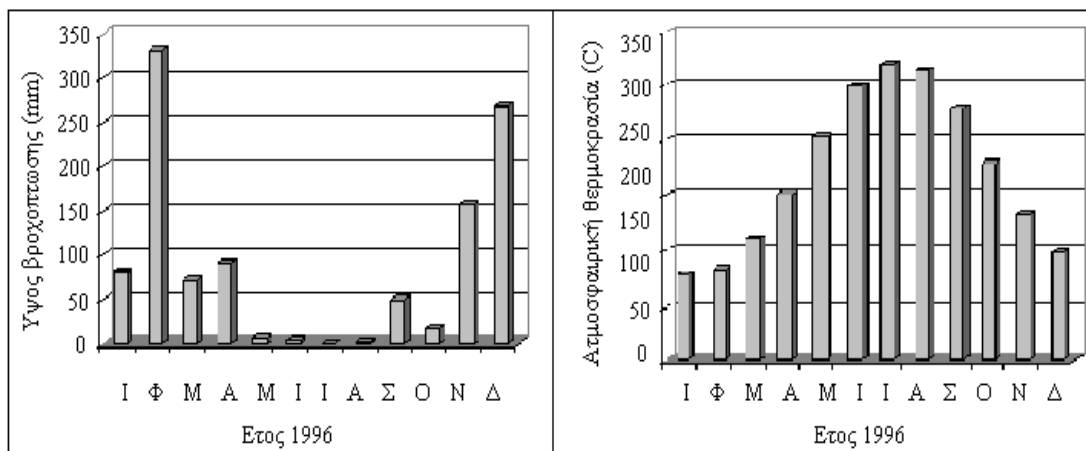


Σχήμα 4.2: Βαθυμετρία του κόλπου Γέρας

Το κλίμα της Λέσβου είναι χαρακτηριστικό της ανατολικής Μεσογείου με υψηλή ηλιοφάνεια, ακόμα και κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, χαμηλή μέση στάθμη βροχόπτωσης, ξηρό καλοκαίρι, υψηλά ποσοστά υγρασίας τον χειμώνα και ισχυρούς βορειοανατολικούς ανέμους κατά τη θερινή περίοδο (Ιούλιο και Αύγουστο). Κατά τους μήνες Νοέμβριο έως και Φεβρουάριο παρατηρούνται υψηλά επίπεδα κατακρημνίσεων, ενώ οι πιο ξηρή περίοδος παρατηρείται από τον Μάιο έως και τον Αύγουστο (Σχήμα 4.3). Η ατμοσφαιρική θερμοκρασία είναι άνω των 20°C το καλοκαίρι, ενώ κυμαίνεται στους 5-10°C τον χειμώνα (Σχήμα 4.3) (Tsirtsis, 2003). Σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης Thornthwaite το τοπικό κλίμα ανήκει στον τύπο C1dB3'b4' και χαρακτηρίζεται από ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 600 και 800 mm, ετήσια εξατμισοδιαπνοή δυναμικότητας 900 mm και μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία 19°C (Arhonditsis et al., 2002a).

Η περιοχή αποτελεί τυπικό χερσαίο οικοσύστημα της Μεσογείου, που χαρακτηρίζεται κυρίως από επιφανειακά και άγονα εδάφη, απόκρημνες πλαγιές,

ανεπάρκεια νερού και περιορισμένες καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Arhonditsis et al., 2002a).



Σχήμα 4.3: Ετήσια διακύμανση βροχόπτωσης και ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας κατά το έτος 1996 στον κόλπο της Γέρας

Η λεκάνη απορροής μπορεί να χωριστεί σε τρεις υπο-λεκάνες: τη δυτική, τη βόρεια και την ανατολική (Πίνακας 4.1). Αυτές διαφέρουν σε έκταση, χρήσεις γης και φυσικά χαρακτηριστικά. (Tamvaki and Tsirtsis 2005).

Πίνακας 4.1: Έκταση και αναλογία των τριών τμημάτων της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας

ΤΜΗΜΑ	ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Ανατολικό	25.34	13.1
Δυτικό	65.32	33.7
Βόρειο	103.64	53.2
Σύνολο	194.3	100.0

Το ανατολικό τμήμα καλύπτει έκταση 25.34Km² που αντιστοιχεί στο 13.1% της συνολικής έκτασης της λεκάνης και χαρακτηρίζεται από απότομες πλαγιές (πάνω από

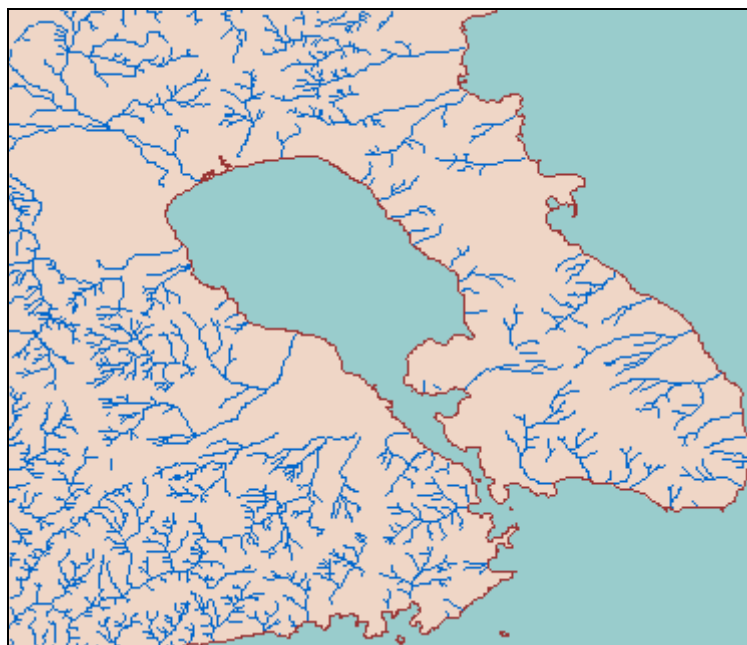
το 55% της έκτασης) και στενές διαβρωμένες ακτές. Καλύπτεται κυρίως από ελαιόδεντρα σε αναβαθμίδες, ενώ μια μικρή περιοχή καλύπτεται από δάση κωνοφόρων δέντρων. Παρά το γεγονός ότι καλύπτεται σχεδόν αποκλειστικά από ελαιόδεντρα, μόνο τα μισά είναι καλλιεργούμενα. Τα ψηλότερα βουνά δεν ξεπερνούν σε ύψος τα 600 m, ενώ το υδρογραφικό δίκτυο είναι ιδιαίτερα φτωχό. Οι αστικές περιοχές είναι λίγες, αλλά με αυξητική τάση, εξαιτίας των τουριστικών δραστηριοτήτων και λόγω του γεγονότος ότι η περιοχή βρίσκεται κοντά στη Μυτιλήνη, την πρωτεύουσα του νησιού (Tsirtsis et al., 2003; Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Το δυτικό τμήμα καλύπτει περιοχή 65.32 Km² που αντιστοιχεί στο 33.7% της συνολικής περιοχής της λεκάνης. Υπάρχουν πέντε χωριά στο τμήμα αυτό, τα οποία ανήκουν στο Δήμο Γέρας. Ο συνολικός πληθυσμός είναι 6700 κάτοικοι, οι οποίοι διπλασιάζονται το καλοκαίρι. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι πλούσιο και οι χρήσεις γης ποικίλουν, περιλαμβάνοντας κηπευτικές περιοχές, δασύλλια, τριφύλλι και μακί (μικροί θάμνοι της Μεσογείου). Η ανάπτυξη του τουρισμού αποτελεί υψηλή προτεραιότητα της περιοχής κατά την τελευταία δεκαετία. Το έδαφος είναι μάλλον επίπεδο κοντά στην ακτή και οι ορεινές περιοχές στα δυτικά δεν ξεπερνούν το ύψος των 600 m (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Το βόρειο τμήμα καλύπτει περιοχή 103.6 Km², που αντιστοιχεί στο 53% της λεκάνης. Και αυτό, όπως το δυτικό τμήμα, χαρακτηρίζεται από ποικίλες χρήσεις γης. Ένας σημαντικός υγρότοπος, που υπάγεται στο δίκτυο NATURA 2000, υπάρχει γύρω από το δέλτα του ποταμού Ευεργέτουλα, του μεγαλύτερου του νησιού (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Ένα πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο υπάρχει στη λεκάνη απορροής, με ποταμούς που ρέουν για περίπου τέσσερις μήνες του έτους από Νοέμβριο έως Απρίλιο (Tsirtsis et al., 2003). Εφόσον οι περισσότεροι από τους ποταμούς της περιοχής είναι χειμαρρώδεις, επηρεάζονται σημαντικά από τα χαρακτηριστικά των τοπικών κατακρημνίσεων (ένταση, διάρκεια, συχνότητα εμφάνισης, προηγούμενες κατακρημνίσεις), καθώς και από τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής (έκταση, κλίση, εδαφική κάλυψη, διαπερατότητα εδάφους, χωρητικότητα υπογείων στρωμάτων) (Arhonditsis et al, 2000b). Στο Σχήμα 4.4 απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής, όπου τα περισσότερα ρέματα παραμένουν συνήθως ανενεργά, αλλά μπορούν περιστασιακά να συνεισφέρουν στην εκβολή του όγκου της

απορροής σε περιόδους επεισοδιακών βροχοπτώσεων, κυρίως κατά τη διάρκεια ετών που χαρακτηρίζονται από υψηλή ετήσια βροχόπτωσης (Arhonditsis et al., 2002a). Οι σημαντικότεροι ποταμοί (Πίνακας 4.2) βρίσκονται στο δυτικό και στο βόρειο τμήμα της περιοχής. Ο Ευεργέτουλας είναι ο σημαντικότερος ποταμός και πηγάζει από την ορεινή περιοχή του όρους Όλυμπος.



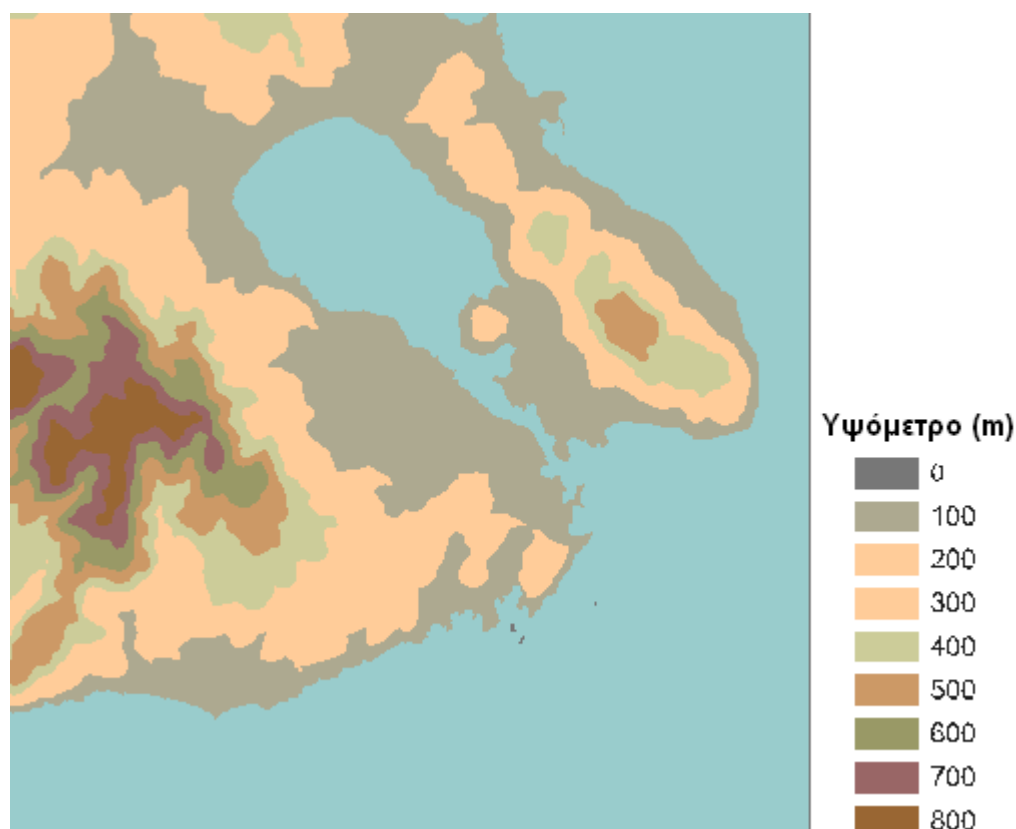
Σχήμα 4.4: Υδρογραφικό δίκτυο του κόλπου της Γέρας

Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά των σημαντικότερων ποταμών της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας

ΟΝΟΜΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (Km ²)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΡΟΗΣ (ΜΗΝΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΡΟΗΣ (m ³ /day)
Ευεργέτουλας	24.0	6	37656
Παλαιόκηπος	6.2	5	11673
Σκόπελος Α	6.7	5	12613
Σκόπελος Β	6.0	4	14117

Η ορογραφία της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας απεικονίζεται στο Σχήμα 4.5. Το δυτικό τμήμα περιλαμβάνει την ορεινή περιοχή του όρους Όλυμπος, που είναι το υψηλότερο όρος της νήσου (550 m ύψος) καθώς και πεδινές περιοχές κοντά στη θάλασσα. Ο ποταμός Ευεργέτουλας στα βόρεια περιβάλλεται από πεδινές περιοχές, ενώ το ανατολικό τμήμα περιλαμβάνει από απόκρημνες πλαγιές κοντά στη θάλασσα και από τον λόφο Αμαλή (550 m ύψος) που βρίσκεται στην ομώνυμη χερσόνησο (Tsirtsis et al., 2003).

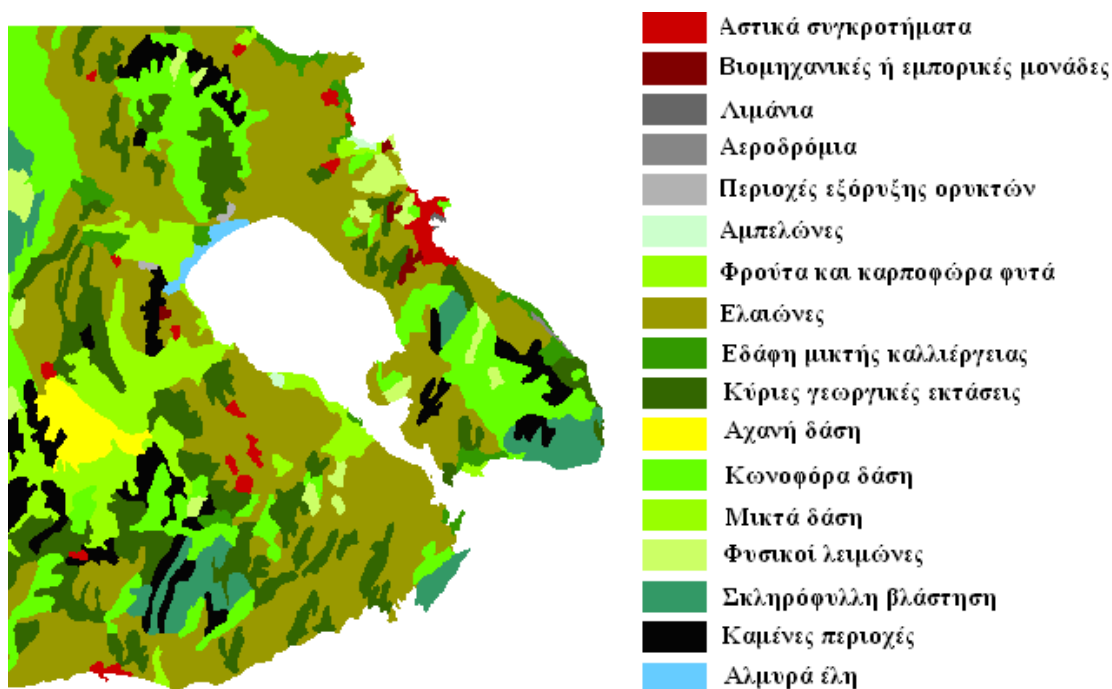
Το γεωλογικό υπόστρωμα συνίσταται κυρίως από μεταμορφωσιγενή πετρώματα (μάρμαρο, μαρμαρυγία, σχιστόλιθο), πυριγενή πετρώματα (γρανίτη, βασάλτη) και αλλουβιακές αποθέσεις (Arhonditsis et al., 2000b).



Σχήμα 4.5: Ορογραφία της λεκάνης απορροής της περιοχής του κόλπου Γέρας

Ως αποτέλεσμα Landsat-TM απεικόνισης, οι διάφορες χρήσεις γης φαίνονται στον χάρτη του σχήματος 4.6, ενώ στον Πίνακα 4.3 περιλαμβάνονται τα πιο πλούσια είδη βλάστησης που απαντώνται στην περιοχή. Το τοπίο χαρακτηρίζεται από παραδοσιακή μονοκαλλιέργεια ελαιόδεντρων (*Olea europaea*), που καταλαμβάνει το 60% της συνολικής περιοχής της λεκάνης απορροής. Δύο τύποι ελαιώνων

διακρίνονται: καλλιεργούμενοι ελαιώνες και εγκαταλειμμένοι ελαιώνες. Στους πρώτους η καλλιέργεια γίνεται ετησίως και η ύπαρξη άγριων δασικών φυτών είναι περιορισμένη, ενώ στους δεύτερους, που αντιστοιχούν στο ένα τρίτο του παραπάνω ποσοστού, η κάλυψη από ελαιόδεντρα είναι περιορισμένη, άγρια δασικά φυτά απαντώνται ενώ ταυτόχρονα μπορεί να παρατηρηθεί και φυσική εκβλάστηση ελαιόδεντρων (Arhonditsis et al., 2002a).



Σχήμα 4.6: Χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής της Γέρας

Η ανεπάρκεια καλλιεργήσιμων εδαφών στην περιοχή αντισταθμίζεται από τη μέθοδο καλλιέργειας σε αναβαθμίδες, η οποία όχι μόνο παρέχει το απαραίτητο για καλλιέργεια έδαφος, αλλά ελαχιστοποιεί και την εδαφική διάβρωση (Arhonditsis et al., 2000b).

Πίνακας 4.3: Κατηγορίες εδαφοκάλυψης στη λεκάνη απορροής

Εδαφοκάλυψη	Έκταση (m ²)	Έκταση (%)
Ελαιώνες	116.49	60.04
Καλλιεργούμενοι ελαιώνες	75.71	39.02
Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	40.78	21.02
Αστικές περιοχές	8.37	4.33
Μακί	62.42	32.17
Υγρότοποι	6.73	3.46
Συνολική	194.01	100

Οι ορεινές ζώνες της λεκάνης απορροής ($\approx 32\%$) καλύπτονται από αειθαλή φυτά (μακί) και φρύγανα, σε συνδυασμό με κωνοφόρα δέντρα, καθιστώντας την περιοχή χαρακτηριστικού Μεσογειακού τύπου δάσος. Επιπλέον, το τοπίο του βορειοδυτικού τμήματος της λεκάνης απορροής, χαρακτηρίζεται από την παρουσία υγροτόπων (3,5%) που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι για πρόβατα και κατσίκες (Arhonditsis et al., 2002a).

Ο κόλπος της Γέρας επηρεάζεται σημαντικά από ροές θρεπτικών λόγω απορροών και εδαφικής διάβρωσης, κυρίως κατά την χειμερινή περίοδο, όπου η συνεισφορά κυμαίνεται μεταξύ 40-60% της συνολικής ροής θρεπτικών στον κόλπο (Arhonditsis et al., 2000a). Οι σημαντικότερες σημειακές πηγές περιλαμβάνουν τα ανεπεξέργαστα υγρά αστικά απόβλητα και εκροές των τοπικών βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Η είσοδος θρεπτικών και οργανικής ύλης από τη γύρω λεκάνη απορροής στον κόλπο, σε συνδυασμό με τον χαμηλό ρυθμό ανανέωσης των υδάτων, συνεπάγονται την εμφάνιση ευτροφικής κρίσης κατά τη διάρκεια του έτους (Tsirtsis et al., 2003).

Περιορισμένες πληροφορίες υπάρχουν για την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της λεκάνης απορροής του κόλπου Γέρας. Οι εποχιακοί ποταμοί

Παλαιόκηπος και Σκόπελος Α και Β, αποστραγγίζουν το δυτικό τμήμα της λεκάνης και μεταφέρουν τις οικιακές εκροές των χωριών της περιοχής, συνολικού πληθυσμού 6700 ανθρώπων, που διπλασιάζεται τη θερινή περίοδο. Σημαντική οικιακές εκροές δεν αναμένεται από το ανατολικό ή το βόρειο τμήμα της λεκάνης, εφόσον υπάρχει μόνο ένας αριθμός μικρών χωριών με περιορισμένες τουριστικές δραστηριότητες. (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

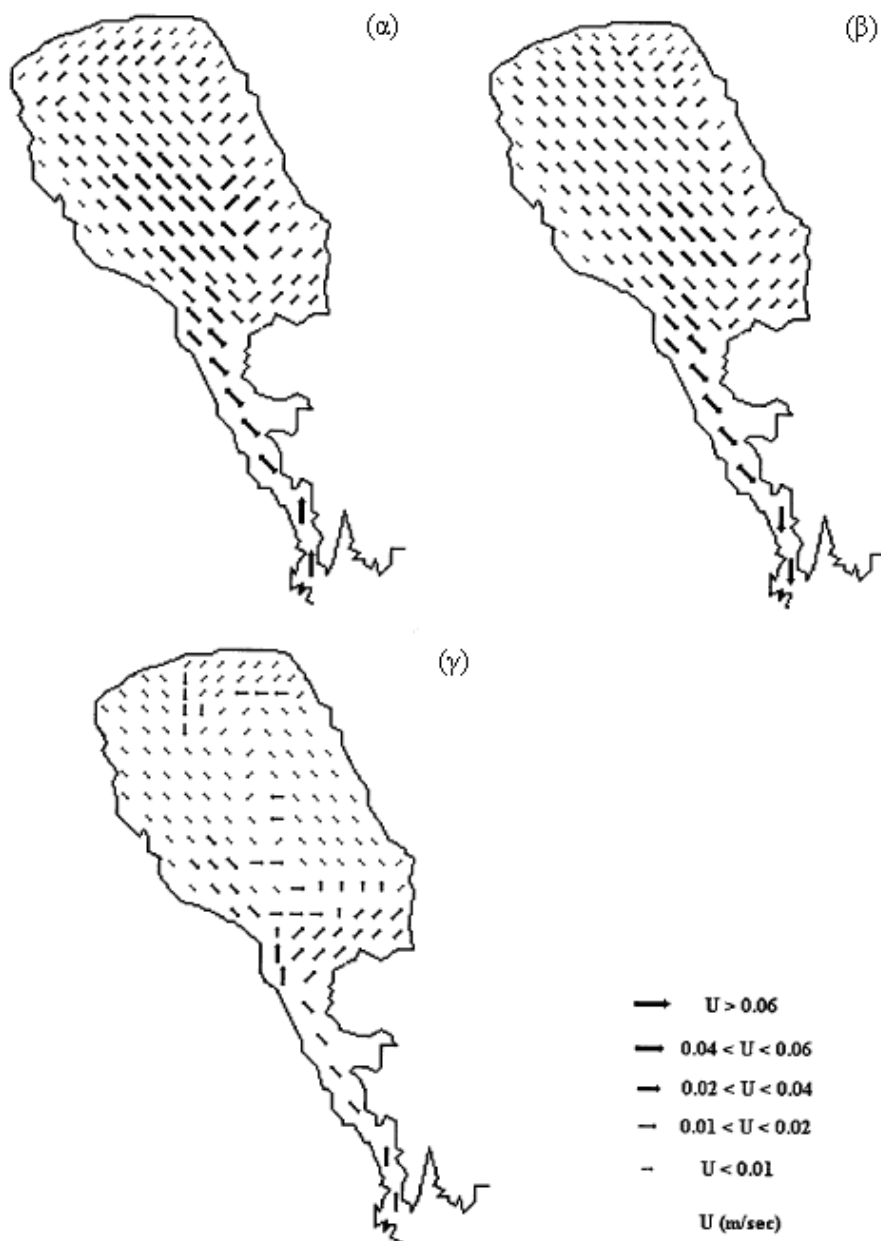
Την πιο σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα στη λεκάνη, αποτελεί η επεξεργασία ελιάς σε ελαιοτριβεία με τη μέθοδο της φυγοκέντρισης. Τα παραπροϊόντα της διεργασίας που λαμβάνονται, περιέχουν ασήμαντες ποσότητες ανόργανου αζώτου και 0.03-0.05% ανόργανου φωσφόρου. Αυτό το παραπροϊόν ρίχνεται, χωρίς επεξεργασία στους ποταμούς και εκβάλλει στη θάλασσα. Οι συνέπειες είναι ο σκούρα απόχρωση και η διαταραχή των πελαγικών και βενθικών κοινοτήτων των ποταμών και της θάλασσας. Τα πιο σημαντικά ελαιοτριβεία βρίσκονται στο δυτικό και στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης, είναι επίσης σημαντικές για την περιοχή. Λιπάσματα που περιέχουν άζωτο και φώσφορο χρησιμοποιούνται κυρίως για την καλλιέργεια ελαιόδεντρων. Η εφαρμογή λιπασμάτων πραγματοποιείται από τον Ιανουάριο έως τον Μάρτιο, κατά την περίοδο δηλαδή σχετικά υψηλών κατακρημνίσεων, με αποτέλεσμα μια σημαντική ποσότητα θρεπτικών να καταλήγει στη θάλασσα (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Δύο με τρεις φορές τον χρόνο, λαμβάνουν χώρα ακραία επεισόδια βροχόπτωσης στην περιοχή, τα οποία συνοδεύονται από σημαντικές μη σημειακές ροές θρεπτικών κυρίως από το βόρειο και δυτικό τμήμα της λεκάνης. Η δυναμική συμπεριφορά του νερού του κόλπου, ύστερα από τέτοια επεισοδιακά μετεωρολογικά φαινόμενα, ρυθμίζεται από το υδροδυναμικό καθεστώς του κόλπου, συμπεριλαμβανομένης της ανταλλαγής με την ανοιχτή θάλασσα και σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες των επόμενων ημερών, όπως ένταση του φωτός και θερμοκρασία (Arhonditsis et al., 2002b).

Η υδροδυναμική αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη λειτουργία του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Η ανταλλαγή ύλης με την ανοιχτή θάλασσα και το μοντέλο κυκλοφορίας παρουσιάζουν διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους εξαιτίας των μορφολογικών χαρακτηριστικών του κόλπου. Κατά τη διάρκεια των ζεστών μηνών

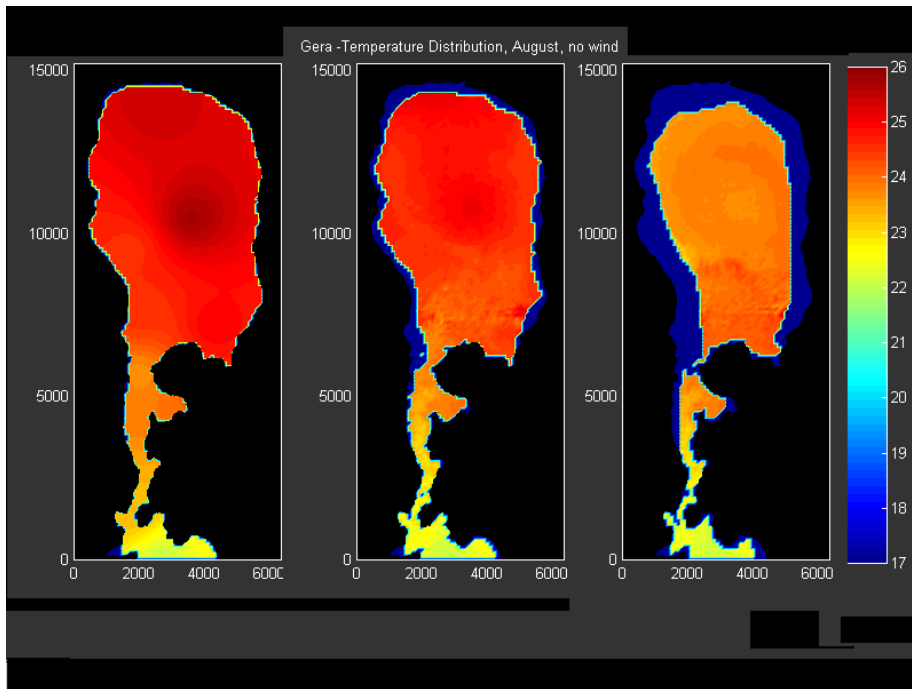
του έτους (Απρίλιο έως Οκτώβριο) οι φυσικές παράμετροι (πυκνότητα, θολότητα, θερμοκρασία, αλατότητα, μοντέλο ανέμου) επιτρέπουν την είσοδο ολιγοτροφικών μαζών νερού από το Αιγαίο πέλαγος στον κόλπο και η περιοχή χαρακτηρίζεται από μοντέλο αντικυκλωνικής κυκλοφορίας. Το υδροδυναμικό καθεστώς (Σχήμα 4.7: (α) τη θερινή περίοδο κατά τη διάρκεια της πλημμυρίδας, (β) τη θερινή περίοδο κατά τη διάρκεια της άμπωτης, (γ) τη χειμερινή περίοδο όπου η ανάμιξη του νερού του κόλπου με την ανοιχτή θάλασσα είναι περιορισμένη) ανατρέπεται κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών (Νοέμβριο έως Μάρτιο) και ο χρόνος ανανέωσης του νερού του κόλπου προσδιορίζεται περίπου στους δύο με τρεις μήνες. Πράγματι, τον χειμώνα παρατηρούνται περίοδοι όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος και οι εισροές ψυχρότερων απορροών καθιστούν τα νερά του κόλπου πυκνότερα από αυτά του εξωτερικού συστήματος, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της εισόδου ολιγοτροφικών νερών από το Αιγαίο (Arhonditsis et al., 2003; Arhonditsis et al., 2000a).



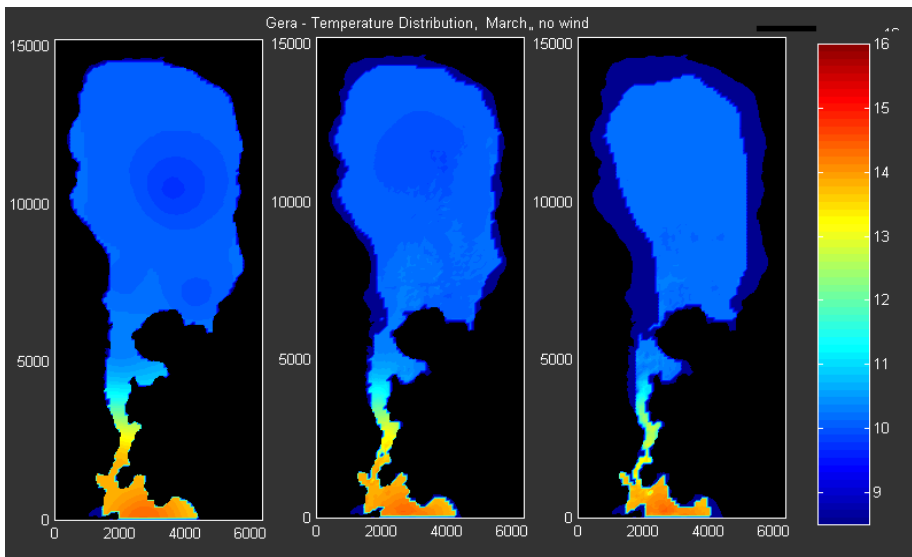
Σχήμα 4.7: Το μοντέλο υδροδυναμικής κυκλοφορίας στον κόλπο Γέρας

Η κατανομή της θερμοκρασίας και της αλατότητας στον κόλπο είναι χαρακτηριστικές μικρών κόλπων, που επηρεάζονται από φυσικές διεργασίες όπως ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, εξάτμιση και χειρσαίες εισροές. Η θερμοκρασία είναι υψηλότερη μέσα στον κόλπο, σε σύγκριση με την ανοιχτή θάλασσα, κατά τη θερινή περίοδο, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει κατά την χειμερινή περίοδο (Σχήμα 4.8). Η ίδια τάση επικρατεί και για την αλατότητα, με υψηλές τιμές κατά τη θερινή περίοδο και χαμηλότερες κατά τη χειμερινή (Σχήμα 4.9). (Tsirtsis 2003)

(α)

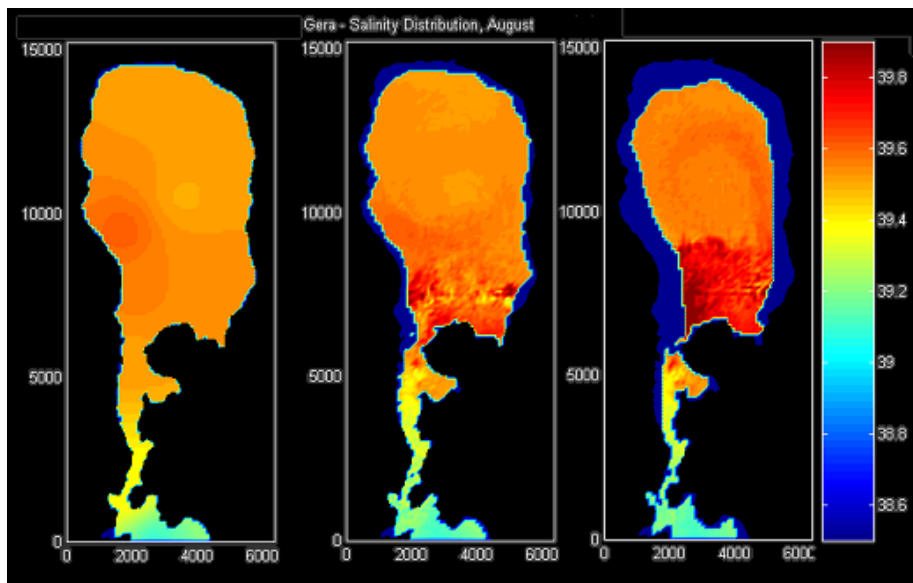


(β)

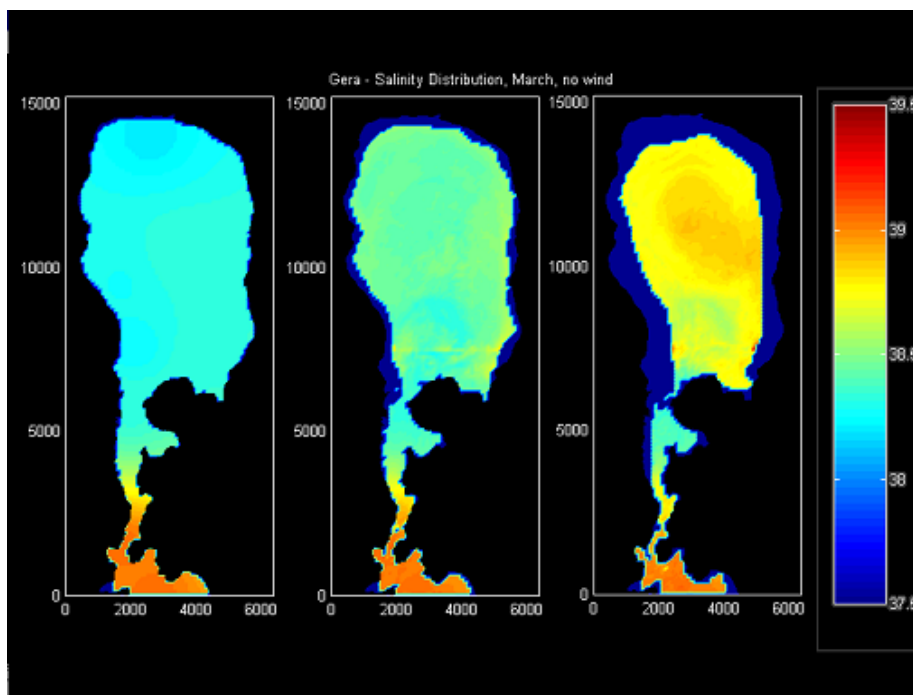


Σχήμα 4.8: Κατανομή θερμοκρασίας σε τρία βάθη (επιφάνεια, 5 και 10m) στον κόλπο Γέρας, (α) κατά τη θερινή και (β) κατά την χειμερινή περίοδο

(α)



(β)



Σχήμα 4.9: Κατανομή αλατότητας σε τρία βάθη (επιφάνεια, 5 και 10m) στον κόλπο Γέρας, (α) κατά τη θερινή και (β) κατά την χειμερινή περίοδο

Οι χημικές και βιολογικές μετρήσεις από οκτώ δειγματοληπτικούς σταθμούς στα πλαίσια μελέτης που διεξήχθη το 1998, έχουν αποκαλύψει ότι οι μέσες συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφορικών αλάτων, οργανικού αζώτου, καθώς και χλωροφύλλης είναι μάλλον υψηλές και χαρακτηριστικές ενός μεσοτροφικού θαλάσσιου περιβάλλοντος με ευτροφικές τάσεις. Κατά συνέπεια, η εν δυνάμει απειλή για περαιτέρω μείωση της ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος επιβάλλει την ανάγκη για ανάπτυξη διαχειριστικών προγραμμάτων για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της κατάστασης του κόλπου (Arhonditsis et al., 2002a).

4.3 Κύρια Οικονομικά και Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής

Η παράκτια περιοχή του κόλπου της Γέρας διοικείται από τρεις δήμους, τον δήμο Γέρας, Ευεργέτουλα και Μυτιλήνης. Ο δήμος Γέρας βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του κόλπου, αποτελείται από έξι χωριά με συνολικό πληθυσμό 6719 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Ο δήμος Ευεργέτουλα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του κόλπου, αποτελείται από έξι χωριά με συνολικό πληθυσμό 2714 κατοίκους. Ο δήμος Μυτιλήνης βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του κόλπου, και μόνο ένας περιορισμένος αριθμός χωριών (τέσσερα χωριά, 1494 κάτοικοι) βρίσκονται στη λεκάνη απορροής του κόλπου.

Οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες που απαντώνται στην περιοχή σχετίζονται με πρωτογενείς (γεωργία, αλιεία, κτηνοτροφία, ιχθυοκαλλιέργεια), δευτερογενείς (επεξεργασία ελαιόκαρπου) και τριτογενείς τομείς, περιλαμβανομένου του τουρισμού. Η καλλιέργεια ελιάς υπήρξε παραδοσιακή μονοκαλλιέργεια η οποία υποστήριζε την τοπική οικονομία σε μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η μαζική παραγωγή των ανταγωνιστικών υποκατάστατων προϊόντων του ελαιόλαδου οδήγησε σε οικονομική παρακμή, που ακολουθήθηκε από μαζική αποδημία των κατοίκων προς την ηπειρωτική Ελλάδα και στο εξωτερικό. Το μέγεθος ενός μέσου αγροκτήματος είναι κατά προσέγγιση 2.3 εκτάρια με τα 2 να είναι ελαιώνες. Το κόστος των αγροτικών προϊόντων είναι υψηλό και η προοπτική αυτοματοποίησης περιορίζεται εξαιτίας της ορεινής μορφολογίας του εδάφους και του μικρού μεγέθους των αγροκτημάτων. Επιπλέον, η εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών όπως η άρδευση, το κλάδεμα και η δυνατότητα εφαρμογής αποτελούν εξαίρεση παρά

κανόνα στην περιοχή. Αυτό το γεγονός αποδίδεται κυρίως στις ελλιπείς γνώσεις των αγροτών της περιοχής, στην περιορισμένη ενημέρωση από το υπουργείο γεωργίας και στη χαμηλή τιμή του ελαιόλαδου, με αποτέλεσμα η αύξηση της παραγωγής να καθίσταται ασύμφορη. Επομένως, υποαπασχόληση χαρακτηρίζει τον αγροτικό τομέα, η οποία δεν μπορεί να εξασφαλίσει ένα επαρκές εισόδημα που να καλύπτει τις ανάγκες μιας οικογένειας. Ο τουρισμός είναι λιγότερο ανεπτυγμένος στην περιοχή, παρά τις θετικές οικονομικές επιδράσεις του, σε σύγκριση με άλλες περιοχές του νησιού. Μια μικρή αύξηση του τουρισμού σημειώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980. κατά συνέπεια, οι αγρότες της περιοχής συμπληρώνουν το εισόδημά τους κυρίως ως οικοδομικοί εργάτες και κτηνοτρόφοι. Ο αριθμός των αγροτικών ζώων της περιοχής αγγίζει τα 5500 πρόβατα και κατσίκες. Η ιχθυοκαλλιέργεια δεν είναι αναπτυγμένη στην περιοχή και υπάρχει μόνο μια μονάδα στον κόλπο, η οποία παράγει 150 τόνους/έτος πέρκας και ξιφία (Tsirtsis, 2003).

4.4 Εφαρμογή του μοντέλου – Σενάρια

Ένα Μαθηματικό Μοντέλο εφαρμόστηκε με στόχο τον υπολογισμό φορτίων αζώτου (οργανικού και ανόργανου) καθώς και φωσφόρου στον κόλπο της Γέρας, λαμβάνοντας υπόψη σημειακές και μη σημειακές πηγές. Η επιφανειακή απορροή υπολογίστηκε σύμφωνα με τον αλγόριθμο Curve Number Equation (CNE). Για την ποσοτικοποίηση των θρεπτικών διαλυτής μορφής έγινε χρήση των loading functions. Η βαθμονόμηση του Μοντέλου βασίστηκε σε πρόσφατες μετρήσεις πεδίου (2005). Οι ποσότητες αζώτου και φωσφόρου που μεταφέρονται στον κόλπο από επιφανειακή απορροή, προσδιορίστηκαν με τη χρήση μιας ειδικής συνάρτησης, της συνάρτησης φορτίου (loading function). Η συνάρτηση αυτή μπορεί να θεωρηθεί Μαθηματικό Μοντέλο, στο οποίο η εκτιμώμενη απορροή πολλαπλασιάζεται με τις συγκεντρώσεις των μεταφερόμενων θρεπτικών ή ρύπων που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών που απαιτούνται για την εφαρμογή της συνάρτησης φορτίου προσδιορίστηκαν από πειράματα στο πεδίο. Εφαρμόζοντας τη συνάρτηση φορτίου, μπορούν να εκτιμηθούν οι συγκεντρώσεις θρεπτικών και οργανικής ύλης που εκβάλλουν στον κόλπο μετά από μια κατακρήμνιση. Στην παρούσα εφαρμογή μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις νιτρικών, αμμωνιακών και φωσφορικών ιόντων, καθώς και οργανικού αζώτου (Tamvaki and Tsirtsis, 2005).

Ο όρος μη σημειακές πηγές, για τον κόλπο, αναφέρεται στην φόρτιση από απορροή μετά από βροχόπτωση. Ο όρος σημειακές πηγές αναφέρεται στην φόρτιση που οφείλεται στους κατοίκους και τουρίστες της περιοχής, στα ζώα, στις ιχθυοκαλλιέργειες και στις μονάδες επεξεργασίας ελαιόκαρπου (ελαιοτριβεία).

Για τον υπολογισμό των εισροών που δέχεται ο κόλπος της Γέρας από μη σημειακές πηγές, η περιοχή της λεκάνης απορροής χωρίστηκε σε υποπεριοχές με τον εξής τρόπο: το ανατολικό τμήμα σε τρεις υποπεριοχές, το βόρειο σε δύο και το νότιο παρέμεινε μια ενιαία περιοχή. Η κάθε μια από τις συνολικά έξι παραπάνω περιοχές χωρίστηκε με τη σειρά της σε έξι μικρότερες κάθε μια από τις οποίες θεωρήθηκε ομογενής ως προς τα βασικά της χαρακτηριστικά (κλίση, χρήση γης, υδρολογικές συνθήκες, αγροτικές πρακτικές). Για τον λόγο αυτό, η κάθε μια ταξινομήθηκε σε μια κλίμακα τεσσάρων βαθμίδων κλίσεων που για την κάθε βαθμίδα κλίσης δίνονται δύο αριθμοί: ο πρώτος αντιπροσωπεύει τη χρήση γης της περιοχής και ο δεύτερος το μερίδιο έκτασης της περιοχής (km²) που αντιστοιχεί στη χρήση αυτή.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η λεκάνη απορροής του κόλπου Γέρας διαιρέθηκε σε βασικά κελιά το καθένα από τα οποία θεωρήθηκε ότι είναι ομογενές ως προς τα εδαφικά, διαχειριστικά, υδρολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά του. Σε κάθε χωρικό κελί και για κάθε χρήση γης υπολογίζεται με τη βοήθεια του μοντέλου η απορροή που λαμβάνει χώρα σε αυτό εξαιτίας κάποιας κατακρήμνισης και οι ποσότητες αυτές αθροίζονται για να παραχθεί η συνολική απορροή της λεκάνης. Η βαθμονόμηση του Μοντέλου έγινε με πρόσφατες μετρήσεις πεδίου (2005).

Για την εφαρμογή του μοντέλου επιλέχθηκαν συνολικά 8 σενάρια, τα 4 εκφράζουν διαφορετικές επιλογές δραστηριοτήτων για την περιοχή και στη συνέχεια, στα ίδια σενάρια, συμπεριλήφθηκε ένα ενδεχόμενο κλιματικής αλλαγής.

Οι επιλογές κατά την εφαρμογή του μοντέλου για κάθε σενάριο δίνονται στον Πίνακα 4.4, ενώ τα σενάρια τα οποία επιλέχθηκαν περιγράφονται αμέσως παρακάτω:

Σενάριο1: Παρούσα κατάσταση (Business As Usual / As It Is scenario)

Ακόμα και αν οι τοπικές κοινωνίες ή οι κυβερνητικοί παράγοντες έχουν την πρόθεση να εφαρμόσουν κανόνες για την προστασία του περιβάλλοντος σε ένα πλαίσιο σταθερής ανάπτυξης, η γραφειοκρατία συχνά προκαλεί προβλήματα, οι κανόνες δεν εφαρμόζονται και το σενάριο να παραμείνει η περιοχή του κόλπου της Γέρας στην ίδια κατάσταση υπερισχύει.

Η επικρατούσα τάση στην περιοχή, μετά από μελέτη, χαρακτηρίζεται από μια αύξηση ανά έτος των τουριστικών δραστηριοτήτων, υπερεκμετάλλευση της αλιείας, εφαρμογή γεωργικών μεθόδων, όχι απαραίτητα φιλικών προς το περιβάλλον, και αλλαγές στις χρήσεις γης, όπως η δόμηση οικιών ή μικρών βιομηχανικών εγκαταστάσεων, ειδικά μέσα στον σημαντικό βιότοπο του βορείου τμήματος του κόλπου, που δρα ως προστατευτική ζώνη μεταξύ στεριάς και θάλασσας. Δεν υπάρχει σχέδιο διαχείρισης υδατικών πόρων και το περισσότερο νερό, πόσιμο και για άρδευση, προέρχεται από γεωτρήσεις. Παρατηρείται μια μικρή αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της περιοχής, ειδικά στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής, αν και η εποχιακή πληθυσμιακή αύξηση είναι σημαντικότερη.

Σενάριο 2: Εντατικοποίηση της καλλιέργειας ελιάς

Η περιοχή γύρω από τον κόλπο χαρακτηρίζεται από την, σχεδόν, μονοκαλλιέργεια ελαιόδεντρων. Η δραστηριότητα αυτή δεν είναι εντατική όσον αφορά την εργασιακή απασχόληση και το επενδύόμενο κεφάλαιο και για τους περισσότερους ανθρώπους που εμπλέκονται αποτελεί μερική απασχόληση (από Νοέμβριο έως Μάρτιο).

Το σενάριο περιλαμβάνει μια αύξηση της καλλιέργειας ελιάς σε βαθμό 2, δηλαδή γίνεται μετατροπή εγκαταλειμμένων και καλλιεργούμενων σε αναβαθμίδες χωρίς χρήση λιπασμάτων, σε ελαιώνες καλλιεργούμενους σε αναβαθμίδες με χρήση λιπασμάτων, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης. Η εντατικοποίηση αυτή επιφέρει και μια αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της τάξης του 10%.

Σενάριο 3: Εντατικοποίηση άλλων γεωργικών δραστηριοτήτων

Το προτεινόμενο σενάριο είναι σχετικό με την ενδυνάμωση της γεωργίας με την καλλιέργεια κηπευτικών φυτών και λουλουδιών, αμπελώνων και την ανάπτυξη θερμοκηπίων. Οι δραστηριότητες αυτές είναι πιο εντατικές και συνεπάγονται αύξηση στην εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Το σενάριο περιλαμβάνει μια αύξηση των άλλων γεωργικών χρήσεων γης σε βαθμό 2, δηλαδή γίνεται μετατροπή ελαιώνων, εγκαταλειμμένων και καλλιεργούμενων σε αναβαθμίδες χωρίς χρήση λιπασμάτων, σε άλλες καλλιέργειες, στην πρώτη βαθμίδα κλίσης. Η εντατικοποίηση αυτή επιφέρει και μια αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της τάξης του 10%.

Σενάριο 4: Τουρισμός – Αστικοποίηση

Η περιοχή γύρω από τον κόλπο δεν χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη μαζικών μορφών τουρισμού, χαρακτηριστικού των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου, που αποσκοπεί κυρίως στην αναψυχή κοντά στην ακτή και κάτω από τον ήλιο. Εναλλακτικές μορφές τουρισμού μπορούν να αναπτυχθούν, συμπεριλαμβανομένων: του ιαματικού τουρισμού στις θερμές πηγές, του αγροτουρισμού, του οικοτουρισμού, του τουρισμού για θαλάσσια σπόρ και για συνέδρια.

Θερμές πηγές με υψηλή θεραπευτική αξία υπάρχουν στην ανατολική πλευρά και παραμένουν ανεκμετάλλευτες μέχρι τώρα. Σύγχρονες εγκαταστάσεις μπορούν να κατασκευαστούν, ειδικευμένο προσωπικό μπορεί να απασχοληθεί και η υπάρχουσα υποδομή όσον αφορά οδικό δίκτυο ή ξενοδοχειακές μονάδες μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη του αποκαλούμενου ιαματικού τουρισμού.

Η ανάπτυξη του αγροτουρισμού αποτελεί μια ακόμα προοπτική για τον κόλπο της Γέρας. Η τοποθεσία έχει αρκετά ενδιαφέρον τοπίο με παραδοσιακούς οικισμούς και προϊόντα. Η ανάπτυξη αυτής της μορφής τουρισμού απαιτεί την κατάλληλη υποδομή, όπως ξενοδοχεία εστιατόρια και μικρές βιομηχανίες για παραγωγή αντικειμένων λαϊκής τέχνης ή παραδοσιακών φαγητών και ποτών.

Ο οικοτουρισμός αποτελεί επίσης μια μορφή τουρισμού προς ανάπτυξη για την περιοχή του κόλπου Γέρας. Περιλαμβάνει υπαίθριες δραστηριότητες όπως ορειβασία, ορεινή ποδηλασία, αναρρίχηση και μοτοσυκλετισμό. Εκδρομές για επίσκεψη αξιοθέατων καθώς και περιηγήσεις με βάρκα στον κόλπο μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν στη συγκεκριμένη μορφή τουρισμού.

Τουριστικές δραστηριότητες για θαλάσσια σπόρ μπορούν να αναπτυχθούν στην περιοχή. Ο κόλπος περιβάλλεται από λόφους και είναι καλά προστατευμένος από ανέμους. Κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους η θάλασσα είναι ήρεμη και κατάλληλη για κωπηλασία, ιστιοπλοΐα, θαλάσσιο σκι, τζετ σκι, καταδύσεις και ψάρεμα.

Τέλος, τουρισμός για σεμινάρια και συνέδρια μπορεί να αναπτυχθεί στην περιοχή του κόλπου Γέρας. Στη μικρή πόλη του Περάματος υπάρχει ένας αριθμός εγκαταλειμμένων βιομηχανικών κτιρίων του 19^{ου} αιώνα, τα οποία μπορούν να αναστηλωθούν και να διαμορφώσουν τη δομή για να υποστηρίξουν την διοργάνωση τέτοιου είδους δραστηριοτήτων.

Σχεδιασμός υδατοκαλλιεργειών δεν έχει επίσης αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, παρά το γεγονός ότι το περιβάλλον είναι ιδανικό για τέτοιου είδους δραστηριότητες. Ένας προσεκτικός σχεδιασμός υδατοκαλλιεργειών παράλληλα με την ανάπτυξη της αλιείας, προσπαθώντας ωστόσο να μην υπερβεί την φέρουσα ικανότητα του συστήματος, μπορεί να αποτελέσει ακόμα ένα σημαντικό σενάριο για την ανάπτυξη της περιοχής.

Η αστική ανάπτυξη με δόμηση οικιών (κυρίως για τη θερινή περίοδο) και η αντίστοιχη υποδομή στήριξης (δρόμοι, καταστήματα και εστιατόρια) έχει ήδη ξεκινήσει στην περιοχή που περιβάλλει τον κόλπο, ειδικά στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής. Λόγω της ύπαρξης της πρωτεύουσας του νησιού κοντά στον κόλπο και δεδομένου ότι σε αυτήν κατοικεί περίπου το ένα τέταρτο του συνολικού πληθυσμού του νησιού, ακόμα μια μορφή τουριστικής δραστηριότητας παρατηρείται, αυτή των ημερήσιων επισκεπτών. Πολλοί κάτοικοι της πόλης της Μυτιλήνης επισκέπτονται την περιοχή γύρω από τον κόλπο για μία ημέρα ή ένα Σαββατοκύριακο, υποστηρίζοντας έτσι την οικονομική ανάπτυξη, καθώς και την ανάπτυξη της απαραίτητης υποδομής.

Το σενάριο περιλαμβάνει μια αύξηση του τουρισμού της τάξης του 30% και μια επακόλουθη αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της τάξης του 20%. Οι αλλαγές αυτές συνδυάζονται με μια μέτρια (βαθμός 1) αύξηση των άλλων γεωργικών καλλιεργειών, όπως αυτές ορίστηκαν παραπάνω, καθώς και μια αύξηση παραγωγής της ιχθυοκαλλιέργειας κατά 10%. Το σενάριο θεωρεί μια αύξηση του τουρισμού που επιφέρει μια αύξηση του μόνιμου πληθυσμού, λόγω δημιουργίας επιπλέον θέσεων εργασίας, καθώς και μια αύξηση στην παραγωγή κηπευτικών και ψαριών, η οποία θα υποστηρίξει εν μέρει τις διατροφικές ανάγκες.

Σενάριο 5: Παρούσα κατάσταση σε συνδυασμό με κλιματική αλλαγή

Σύμφωνα με το σενάριο της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, κυρίως εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, το μοντέλο βροχοπτώσης αναμένεται να αλλάξει κατά τις επόμενες δεκαετίες. Ειδικότερα αναμένεται μείωση της βροχοπτώσης κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και αύξηση της συχνότητας των επεισοδιακών βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτό συνεπάγεται αύξηση στη συχνότητα των πλημμυρών στη λεκάνη απορροής και, ως εκ τούτου, θα έχει σημαντική επίδραση στην ποσότητα και την κατανομή του φορτίου θρεπτικών στον

κόλπο. Προβλήματα διάβρωσης ήδη υπάρχουν στην περιοχή, τα οποία αναμένεται να αυξηθούν εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και να ενταθούν εξαιτίας της εγκατάλειψης των ελαιώνων την τελευταία δεκαετία.

Η κατάσταση παραμένει ως έχει με μόνη διαφορά την κλιματική αλλαγή με δείκτη 3 ο οποίος, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, εκφράζει διπλασιασμό του υφιστάμενου ύψους της βροχόπτωσης μόνο κατά τη διάρκεια επεισοδιακών περιστατικών βροχόπτωσης, αποτελεί δηλαδή την πιο ρεαλιστική εκδοχή της κλιματικής αλλαγής.

Σενάριο 6: Εντατικοποίηση της καλλιέργειας ελιάς σε συνδυασμό με κλιματική αλλαγή

Σενάριο 7: Εντατικοποίηση άλλων γεωργικών δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με κλιματική αλλαγή.

Σενάριο 8: Τουρισμός – Αστικοποίηση σε συνδυασμό με κλιματική αλλαγή

Πίνακας 4.4: Δεδομένα εφαρμογής του μοντέλου

Επιλογές	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7	Σενάριο 8
Αύξηση πληθυσμού	0 %	0 %	20%	20%	10%	10%	10%	10%
Αύξηση τουριστών	0 %	0 %	30%	30%	0%	0%	0%	0%
Αύξηση καλλιέργειας ελιάς	0	0	0	0	2	2	0	0
Αύξηση άλλων γεωργικών δραστηριοτήτων	0	0	1	1	0	0	2	2
Αύξηση παραγωγής της ιχθυοκαλλιέργειας	0 %	0 %	10%	10%	0%	0%	0%	0%
Κλιματική αλλαγή	0	3	0	3	0	3	0	3

4.5 Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης – Κριτήρια

Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για την εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, καθώς και η αξιολόγηση τους, έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη μελέτη που διεξάχθηκε για την περιοχή του κόλπου της Γέρας (Arhonditsis et al., 2002c), αφού προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες της παρούσας κατάστασης.

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά εννέα (9) κριτήρια, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

Κριτήριο 1: Οικονομικό: Υπάρχουσα υποδομή.

Κριτήριο 2: Κοινωνικό: Δημιουργία θέσεων εργασίας.

Κριτήριο 3: Κοινωνικοοικονομικό: Βιωσιμότητα σεναρίου.

Κριτήριο 4: Κοινωνικό: Ευκολία εφαρμογής.

Κριτήριο 5: Οικονομικό: Κόστος εφαρμογής.

Κριτήριο 6: Περιβαλλοντικό: NO₃. Ποσότητα νιτρικών ιόντων η οποία καταλήγει στον κόλπο (Kg/έτος)

Κριτήριο 7: Περιβαλλοντικό: NH₄. Ποσότητα αμμωνιακών ιόντων η οποία καταλήγει στον κόλπο (Kg/έτος)

Κριτήριο 8: Περιβαλλοντικό: Νοργ. Ποσότητα οργανικού αζώτου η οποία καταλήγει στον κόλπο (Kg/έτος)

Κριτήριο 9: Περιβαλλοντικό: PO₄. Ποσότητα φωσφορικών ιόντων η οποία καταλήγει στον κόλπο (Kg/έτος)

Η αξιολόγηση των σεναρίων σχετικά με το σύνολο των κοινωνικοοικονομικών κριτηρίων απόφασης παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Αξιολόγηση των σεναρίων

ΣΕΝΑΡΙΟ		ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ					ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ			
		ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ max	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ max	ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ max	ΕΥΚΟΛΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ max	ΚΟΣΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ min	NO3 (Kg/έτος) min	NH3 (Kg/έτος) min	NO _γ (Kg/έτος) min	PO4 (Kg/έτος) min
1	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	4	1	1	4	1	36532.1	23544	810.74	1794.34
2	ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ - ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΑΙΟΚΑΛΓΕΙΑΣ	2	2	3	3	2	44712.4	28976.2	832.17	1884.9
3	ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ - ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ, ΛΟΥΛΟΥΔΙΑ, ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ, ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	1	2	2	3	3	35546.6	23225.1	472.55	1758.54
4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ - ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	1	3	3	2	4	36848.4	23894.3	671.23	1825.55

Η μέθοδος Πολυκριτηριακής Ανάλυσης εφαρμόστηκε για τα τέσσερα πρώτα σενάρια, διότι τα γενικά χαρακτηριστικά τους είναι ίδια με αυτά των υπόλοιπων τεσσάρων που εμπεριέχουν το ενδεχόμενο κλιματικής αλλαγής.

Επιλέχθηκαν 5 ομάδες Αποφασίζόντων: οι ελαιοκαλλιεργητές, οι υπόλοιποι καλλιεργητές, οι ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων, η Τοπική Αυτοδιοίκηση, και οι κάτοικοι της περιοχής.

Οι τιμές κατωφλίου για τα περιβαλλοντικά κριτήρια έγινε με την σχέση $\frac{\max - \min}{4}$, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε άλλη μελέτη (Haralambopoulos, Polatidis, 2003).

Τα δε βάρη των κριτηρίων για τον κάθε Αποφασίζοντα, υπολογίστηκαν τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε από τον Simos (Simos, 1990). Ένα παράδειγμα της μεθόδου του Simos, αναλύεται παρακάτω:

Έστω ότι οι Αποφασίζοντες είναι οι ελαιοκαλλιεργητές. Σε μία κατάταξη από το 1 έως το 9), τοποθετούνται τα κριτήρια σε σειρά προτεραιότητας. Είναι δυνατό να βρίσκονται δύο κριτήρια στην ίδια θέση προτεραιότητας, ενώ σε κάποιες θέσεις μπορεί να μην έχει τοποθετηθεί κανένα κριτήριο.

Στην περίπτωση αυτή, οι ελαιοκαλλιεργητές δίνουν την κατάταξη προτίμησης του Πίνακα 4.6.

Στη συνέχεια συμπληρώνεται η στήλη του πίνακα ‘αριθμός κριτηρίων του κάθε βαθμού’, όπου αναγράφεται ο αριθμός των κριτηρίων που πήραν τον αντίστοιχο βαθμό.

Η στήλη ‘βάρος’ συμπληρώνεται ως εξής: ξεκινώντας από κάτω αριθμούμε μετρώντας από το ένα και τοποθετούμε τόσους αριθμούς σε κάθε κελί, όσα είναι και τα κριτήρια που αντιστοιχούν σε αυτό. Τους αριθμούς που βρίσκονται σε κελί όπου δεν αντιστοιχεί κριτήριο τους τοποθετούμε μέσα σε μία παρένθεση. Το σύνολο στη στήλη ‘βάρος’ είναι το άθροισμα των αριθμών της στήλης που δεν βρίσκονται μέσα σε παρένθεις.

Οι δύο επόμενες στήλες, συμπληρώνονται με βάση τις συναρτήσεις. Με αυτό τον τρόπο, τελικά, κάθε κριτήριο αντιστοιχίζεται με ένα σχετικό βάρος.

Πίνακας 4.6: Εκτίμηση των βαρών των κριτηρίων με τη μέθοδο Simos (παράδειγμα)

ΒΑΘΜ/ΣΗ r	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΒΑΘΜΟΥ r	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΒΑΘΜΟΥ r Nr	ΒΑΡΟΣ Pr	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ Qr = Σ Pr / Nr	ΣΧΕΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (%) Rr = 100 X Qr/ΣP	ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΒΑΡΟΣ
1	K/O 3+5	2	13,14	13.5	17.5	K/O.1	14.9
2	K/O 1+2	2	11,12	11.5	14.9	K/O.2	14.9
3			(10)		0.0	K/O.3	17.5
4	K/O 4	1	9	9	11.7	K/O.4	11.7
5			(8)		0.0	K/O.5	17.5
6			(7)		0.0	Π.1	5.8
7	Π 1+2+3+4	4	3,4,5,6	4.5	5.8	Π.2	5.8
8			(2)		0.0	Π.3	5.8
9			(1)		0.0	Π.4	5.8
<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>			77			<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>	99.7

Η κατάταξη των κριτηρίων σε σειρά προτεραιότητας, η οποία έγινε για την κάθε ομάδα Αποφασίζόντων, περιέχεται στον Πίνακα 4.7. Στις επιλογές των δύο ομάδων καλλιεργητών τα περιβαλλοντικά κριτήρια κατέχουν την τελευταία θέση. Αντίθετα, για τους ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων, την Τοπική Αυτοδιοίκηση και τους κατοίκους, κατατάσσονται σε καλύτερη θέση. Αυτό, αντίστοιχα, συμβαίνει διότι οι δραστηριότητες των ιδιοκτητών τουριστικών εγκαταστάσεων, συνδέονται άμεσα με την ποιότητα του περιβάλλοντος, η Τοπική Αυτοδιοίκηση οφείλει να συμπεριλάβει στο διαχειριστικό της πλαίσιο την περιβαλλοντική προστασία και τέλος οι κάτοικοι, ευαισθητοποιούνται ως τελικοί αποδέκτες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της διαχείρισης της περιοχής, αν και πολλές φορές απουσιάζει η απαραίτητη ενημέρωση.

Πίνακας 4.7: Κατάταξη προτεραιότητας των κριτηρίων για κάθε ομάδα Αποφασίζόντων

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΝΤΕΣ					
ΒΑΘ/ΣΗ	Καλλιεργητές ελιάς	Υπόλοιποι καλλιεργητές	Ιδιοκτήτες Τουριστ. Εγκαταστ.	Τοπική Αυτοδιοίκ.	Κάτοικοι
1.0	K/O 3+5	K/O 4	K/O 3	K/O 2	K/O 5
2.0	K/O 1+2	K/O 3		K/O 3	K/O 2
3.0		K/O 5	K/O 2+4	K/O 4	K/O 1
4.0	K/O 4	K/O 1	Π 1+2+3+4	Π 1+2+3+4	
5.0		K/O 2		K/O 1+5	K/O 3
6.0					Π 1+2+3+4
7.0	Π 1+2+3+4	Π 1+2+3+4	K/O 1+5		K/O 4
8.0					
9.0					

Στη συνέχεια τοποθετώντας τα βάρη των κριτηρίων για κάθε Αποφασίζοντα, ολοκληρώνεται η συμπλήρωση του Πίνακα 4.8. Με τη βοήθεια ενός αρχείου Excel, της μορφής του Πίνακα 4.8, που λειτουργεί ως λογισμικό για την εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE II, είναι δυνατή η κατασκευή διαγραμμάτων που κατατάσσουν τα σενάρια για κάθε Αποφασίζοντα, από το βέλτιστο ως το χειρίστο.

Πίνακας 4.8: Αξιολόγηση των σεναρίων 1,2,3,4 και βάρη των κριτηρίων

	ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ					ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ			
	Κ/Ο.1	Κ/Ο.2	Κ/Ο.3	Κ/Ο.4	Κ/Ο.5	Π.1	Π.2	Π.3	Π.4
	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	ΕΥΚΟΛΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	NO3	NH3	NO _γ	PO4
ΜΟΝΑΔΕΣ	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	Kg/έτος	Kg/έτος	Kg/έτος	Kg/έτος
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	max	max	max	max	min	min	min	min	min
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	4	1	1	4	1	36532.1	23544	810.74	1794.34
ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ - ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΑΙΟΚΑΛΤΕΙΑΣ	2	2	3	3	2	44712.4	28976.2	832.17	1884.9
ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ – ΑΛΛΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	1	2	2	3	3	35546.6	23225.1	472.55	1758.54
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ - ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	1	3	3	2	4	36848.4	23894.3	671.23	1825.55
ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2,291.47	1,437.76	89.91	31.59

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΝΤΕΣ	ΒΑΡΗ								
Καλλιεργητές ελιάς	14.9	14.9	17.5	11.7	17.5	5.8	5.8	5.8	5.8
Υπόλοιποι καλλιεργητές	13.2	11.8	16.2	17.6	14.7	6.6	6.6	6.6	6.6
Ιδ. Τουριστ. Εγκαταστ.	4.5	14.7	17.9	14.7	4.5	10.9	10.9	10.9	10.9
Τοπική Αυτοδιοίκηση	6.8	16.0	14.8	13.6	6.8	10.5	10.5	10.5	10.5
Κάτοικοι	15.2	16.7	12.1	4.5	18.2	8.3	8.3	8.3	8.3

4.7 Αποτελέσματα

4.7.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τα αποτελέσματα της εφαρμογής του Μοντέλου CNE το οποίο έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 3, για κάθε ένα από τα σενάρια διαχείρισης τα οποία τέθηκαν για τον κόλπο της Γέρας στο κεφάλαιο 4. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του Μοντέλου, παρείχαν τα περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην Πολυκριτηριακή Ανάλυση που ακολούθησε. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου Πολυκριτηριακής Ανάλυσης PROMETHEE II, με στόχο την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου για κάθε περίπτωση.

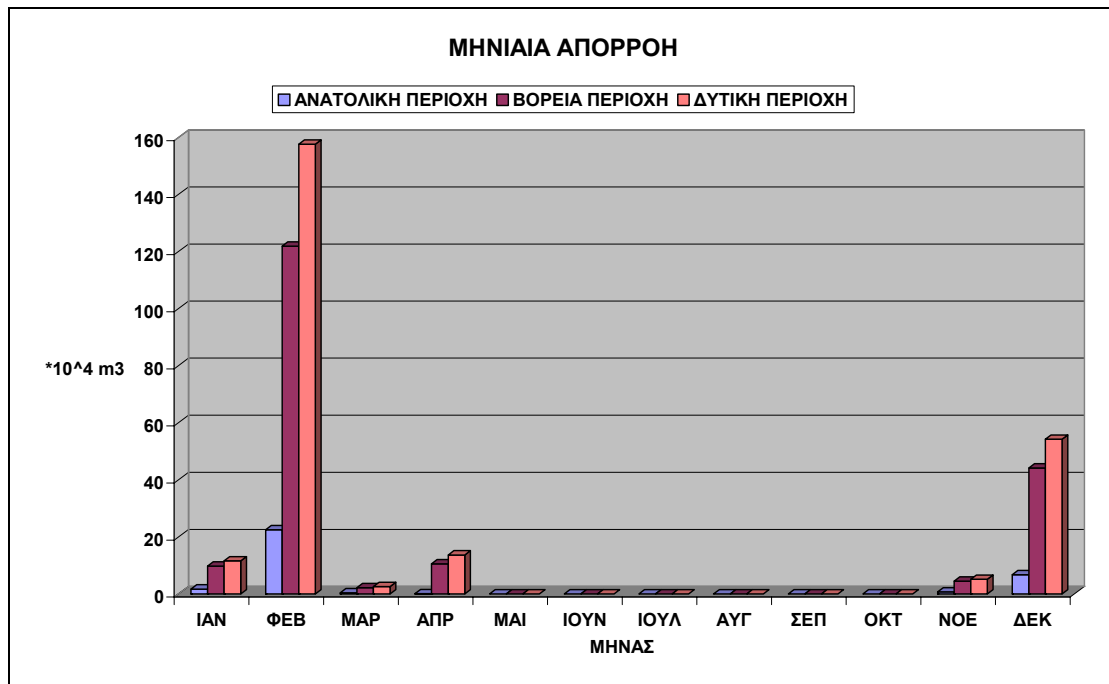
4.7.2 Αποτελέσματα εφαρμογής του Μοντέλου και συζήτηση

Η εφαρμογή του Μοντέλου παρέχει πληροφορίες για την επιφανειακή απορροή της λεκάνης γύρω από τον κόλπο της Γέρας, καθώς και για την απορροή της κάθε υπολεκάνης χωριστά (Ανατολική, Δυτική, Βόρεια). Στον Πίνακα 4.9 που ακολουθεί υπάρχουν για την παρούσα κατάσταση, τα στοιχεία απορροής στο σύνολό της καθώς και κάθε περιοχής χωριστά.

Πίνακας 4.9: Απορροή της λεκάνης του κόλπου Γέρας ανά περιοχή και μήνα

ΑΠΟΡΡΟΗ (*10 ⁴ m ³)				
ΜΗΝΕΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗΝΙΑΙΟ ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	1.71	9.79	11.59	23.08
ΦΕΒ	22.5	121.88	157.6	301.97
ΜΑΡ	0.37	2.18	2.61	5.16
ΑΠΡ	0.09	10.55	13.66	24.3
ΜΑΙ	0	0	0	0
ΙΟΥΝ	0	0	0	0
ΙΟΥΛ	0	0	0	0
ΑΥΓ	0	0	0	0
ΣΕΠ	0	0	0	0
ΟΚΤ	0	0	0	0
ΝΟΕ	0.72	4.51	5.12	10.34
ΔΕΚ	6.72	44.18	54.23	105.13
ΕΤΗΣΙΟ ΣΥΝΟΛΟ	32.11	193.09	244.81	469.98

Η συνεισφορά της κάθε περιοχής στη συνολική απορροή, παριστάνεται γραφικά στο Σχήμα 4.10



Σχήμα 4.10: Απορροή της λεκάνης του κόλπου Γέρας ανά περιοχή και μήνα

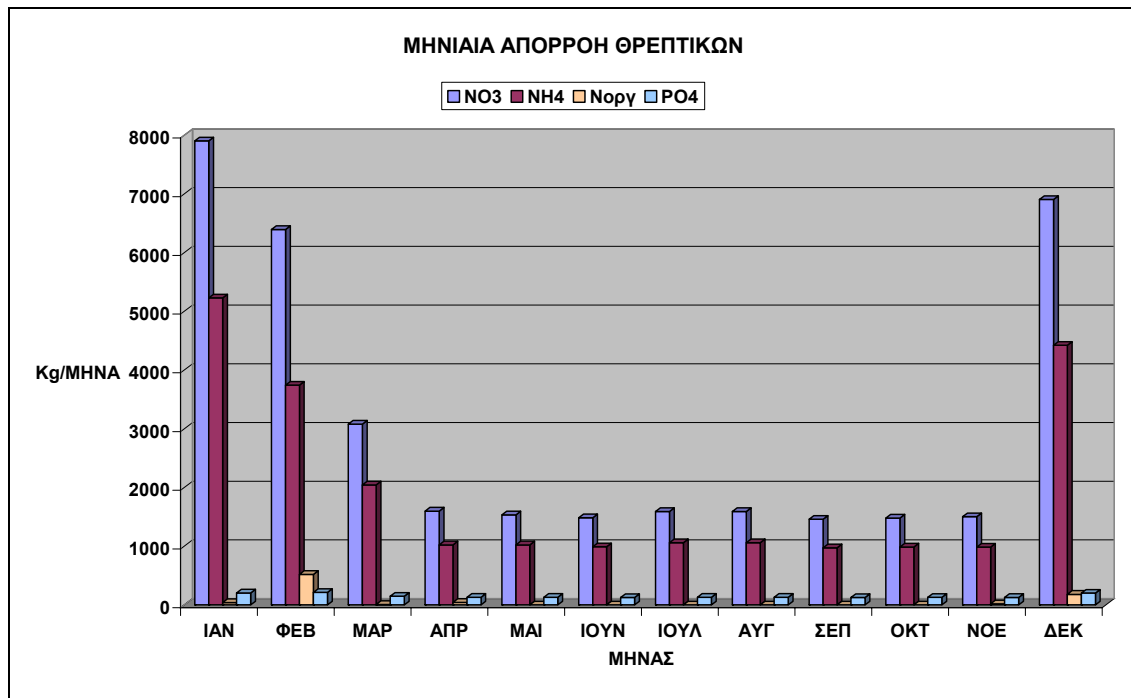
Είναι εμφανές ότι αυξημένη απορροή παρατηρείται κατά τις ίδιες χρονικές περιόδους στις τρεις περιοχές, γεγονός που συμπίπτει με τις περιόδους αυξημένων κατακρημνίσεων. Όσον αφορά στη συνεισφορά της κάθε περιοχής στη συνολική απορροή της λεκάνης, είναι φανερό ότι το δυτικό τμήμα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη απορροή, ακολουθεί το βόρειο και με αρκετή διαφορά το ανατολικό. Αυτό συμβαίνει διότι η δυτική πλευρά διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό καλλιεργημένων ελαιώνων, οι οποίοι φύονται σε αναβαθμίδες και για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων, γεγονός που αυξάνει την απορροή θρεπτικών ουσιών. Επιπλέον, στη δυτική περιοχή βρίσκεται το μεγαλύτερο μέρος της αστικής περιοχής, και καθώς οι αστικές περιοχές αποτελούνται από μη διαπερατά από το νερό υλικά, χαρακτηρίζονται από μειωμένη απορρόφηση και αντίστοιχα αυξημένη επιφανειακή απορροή.

Οι πληροφορίες που παρέχει το Μοντέλο σχετικά με την απορροή θρεπτικών ουσιών, δεν εξετάζονται εδώ λεπτομερώς (ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές, απορροή κάθε περιοχής, σημειακές και μη σημειακές πηγές). Στον Πίνακα 4.10 περιλαμβάνονται οι μηνιαίες τιμές απορροής θρεπτικών στο σύνολό τους (από

σημειακές και μη σημειακές πηγές) για την παρούσα κατάσταση. Στο Σχήμα 4.11 που ακολουθεί παρατίθενται οι τιμές αυτές γραφικά.

Πίνακας 4.10: Μηνιαίες τιμές απορροής θρεπτικών

ΑΠΟΡΡΟΗ (Kg)				
ΜΗΝΑΣ	NO3	NH3	Norg	PO4
ΙΑΝ	7906.24	5231.01	39.82	202.19
ΦΕΒ	6396.07	3743.15	520.9	214.13
ΜΑΡ	3079.79	2044.3	8.91	147.38
ΑΠΡ	1598.48	1023.74	41.92	130.07
ΜΑΙ	1535.4	1023.6	0	129.93
ΙΟΥΝ	1485.87	990.58	0	125.74
ΙΟΥΛ	1592.32	1061.54	0	130.55
ΑΥΓ	1592.32	1061.54	0	130.55
ΣΕΠ	1458.36	972.23	0.01	125.44
ΟΚΤ	1478.48	985.66	0	129.31
ΝΟΕ	1502.12	983.58	17.83	127.24
ΔΕΚ	6906.68	4423.09	181.35	201.81
ΕΤΗΣΙΟ				
ΣΥΝΟΛΟ	36532.13	23544.02	810.74	1794.34



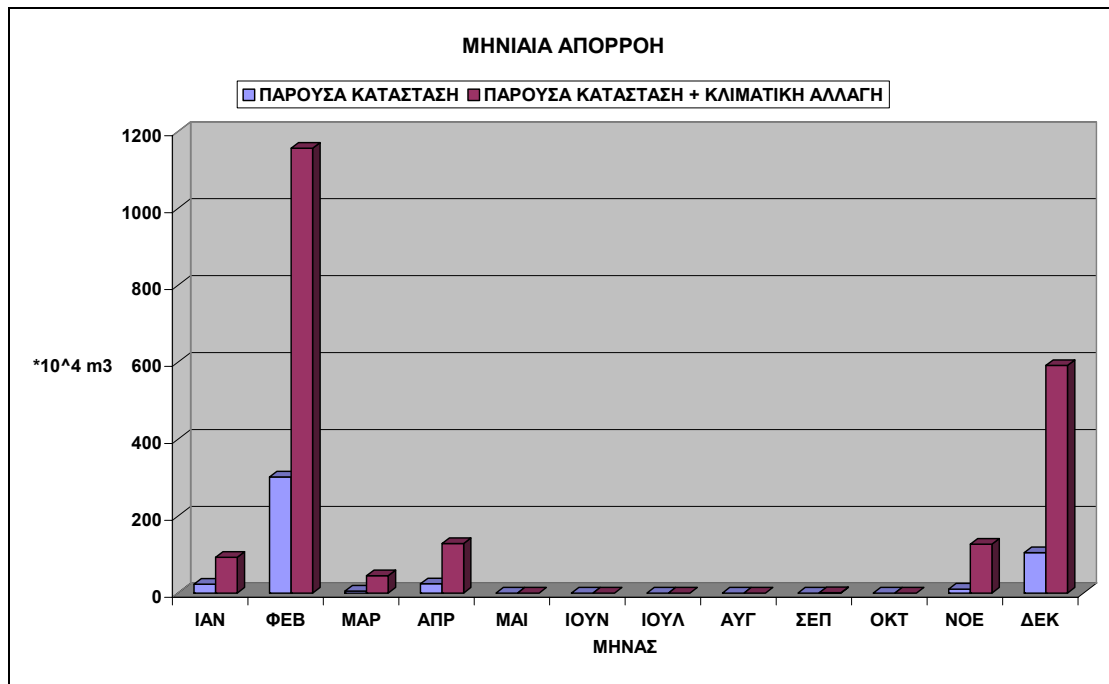
Σχήμα 4.11: Μηνιαίες τιμές απορροής θρεπτικών ουσιών που καταλήγουν στον κόλπο της Γέρας

Αυτό το οποίο διαπιστώνεται είναι ότι τα νιτρικά ιόντα αποτελούν τον κύριο ρύπο διαλυτής μορφής που μεταφέρεται από τη λεκάνη απορροής στο θαλάσσιο σύστημα του κόλπου, ακολουθούν τα αμμωνιακά και έπονται με αρκετή διαφορά τα φωσφορικά και το οργανικό άζωτο. Είναι δε, ιδιαίτερα εμφανές ότι η απορροή των θρεπτικών (κυρίως των νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων) ακολουθεί την κατανομή της συνολικής απορροής, όπως είναι αναμενόμενο.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αύξηση της απορροής, όταν συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της το ενδεχόμενο κλιματικής αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα, για το σενάριο διπλασιασμού του ύψους της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια των επεισοδιακών κατακρημνίσεων με βάση την παρούσα κατάσταση, παρατηρείται υπερδιπλασιασμός της συνολικής μηνιαίας απορροής. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνονται στον Πίνακα 4.11, ενώ παριστάνονται γραφικά στο Σχήμα 4.12.

Πίνακας 4.11: Μηνιαία απορροή της λεκάνης σε σύγκριση με την αντίστοιχη απορροή του σεναρίου με ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (Kg)		
ΜΗΝΕΣ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ + ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ
ΙΑΝ	23.08	92.74
ΦΕΒ	301.97	1156.76
ΜΑΡ	5.16	45.35
ΑΠΡ	24.3	128.7
ΜΑΙ	0	0
ΙΟΥΝ	0	0
ΙΟΥΛ	0	0
ΑΥΓ	0	0
ΣΕΠ	0	0.91
ΟΚΤ	0	0
ΝΟΕ	10.34	127.3
ΔΕΚ	105.13	592
ΕΤΗΣΙΟ ΣΥΝΟΛΟ	469.98	2143.76



Σχήμα 4.12: Διάγραμμα μηνιαίας απορροής της λεκάνης σε σύγκριση με την αντίστοιχη απορροή του σεναρίου με ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή

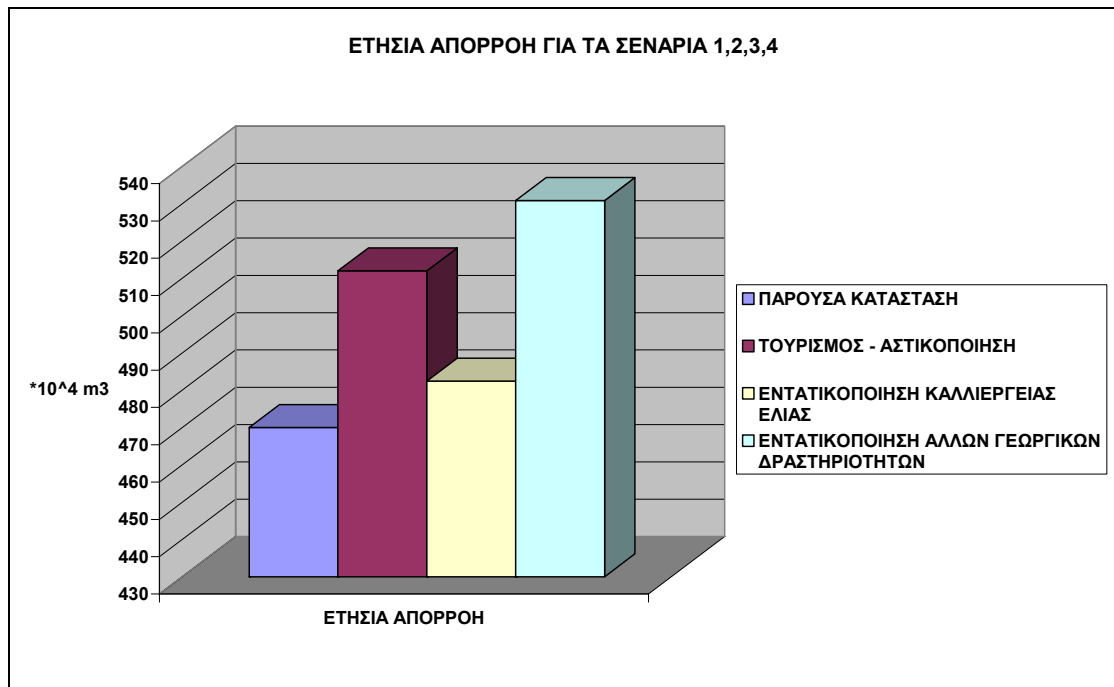
Για κάθε ένα από τα σενάρια τα οποία επιλέχθηκαν (παράγραφος 4.5), η εφαρμογή του Μοντέλου παρείχε τη συνολική απορροή της λεκάνης, καθώς και την απορροή των επί μέρους θρεπτικών ουσιών. Στους Πίνακες 4.12 και 4.13 παρουσιάζονται τα στοιχεία μηνιαίας συνολικής σε όγκο απορροής της λεκάνης για κάθε σενάριο και στα Σχήματα 4.13 και 4.14 παριστάνονται γραφικά τα ετήσια στοιχεία. Για να είναι τα μεγέθη συγκρίσιμα, γίνεται ξεχωριστή επεξεργασία των σεναρίων που περιλαμβάνουν το ενδεχόμενο κλιματικής αλλαγής, διότι αυτή υπερδιπλασιάζει την απορροή.

Πίνακας 4.12: Μηνιαία συνολική απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4

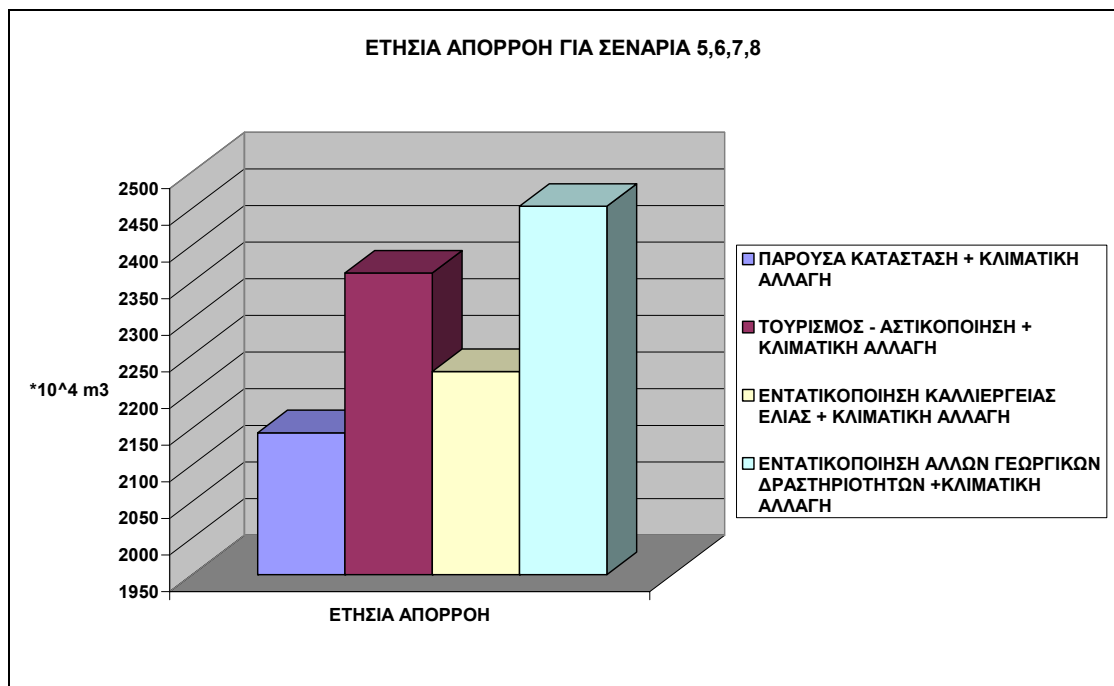
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (*10 ⁴ m ³)				
ΜΗΝΕΣ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ - ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ
ΙΑΝ	23.08	24.68	23.22	25.33
ΦΕΒ	301.97	338.72	313.86	355.48
ΜΑΡ	5.16	5.28	5.18	5.33
ΑΠΡ	24.3	26.48	24.6	27.36
ΜΑΙ	0	0	0	0
ΙΟΥΝ	0	0	0	0
ΙΟΥΛ	0	0	0	0
ΑΥΓ	0	0	0	0
ΣΕΠ	0	0	0	0
ΟΚΤ	0	0	0	0
ΝΟΕ	10.34	10.34	10.34	10.34
ΔΕΚ	105.13	106.48	105.22	107.02
ΕΤΗΣΙΟ				
ΣΥΝΟΛΟ	469.98	511.98	482.42	530.86

Πίνακας 4.13: Μηνιαία συνολική απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (*10 ⁴ m ³)				
ΜΗΝΕΣ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ - ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ
ΙΑΝ	92.74	103.05	95.62	107.91
ΦΕΒ	1156.76	1273.79	1209.51	1320.18
ΜΑΡ	45.35	49.76	46.63	51.8
ΑΠΡ	128.7	142.4	133.74	147.32
ΜΑΙ	0	0	0	0
ΙΟΥΝ	0	0	0	0
ΙΟΥΛ	0	0	0	0
ΑΥΓ	0	0	0	0
ΣΕΠ	0.91	0.91	0.91	0.91
ΟΚΤ	0	0	0	0
ΝΟΕ	127.3	134.41	129.1	137.54
ΔΕΚ	592	657.54	611.84	687.27
ΕΤΗΣΙΟ ΣΥΝΟΛΟ	2143.76	2361.86	2227.35	2452.93



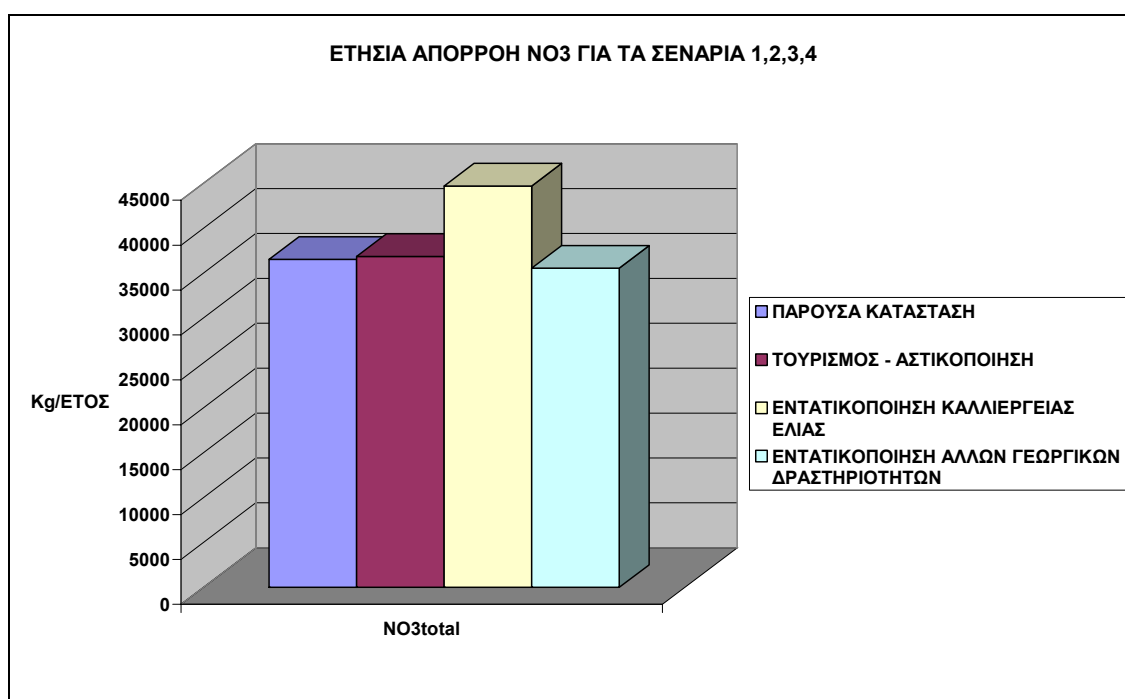
Σχήμα 4.13: Ετήσια συνολική απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4



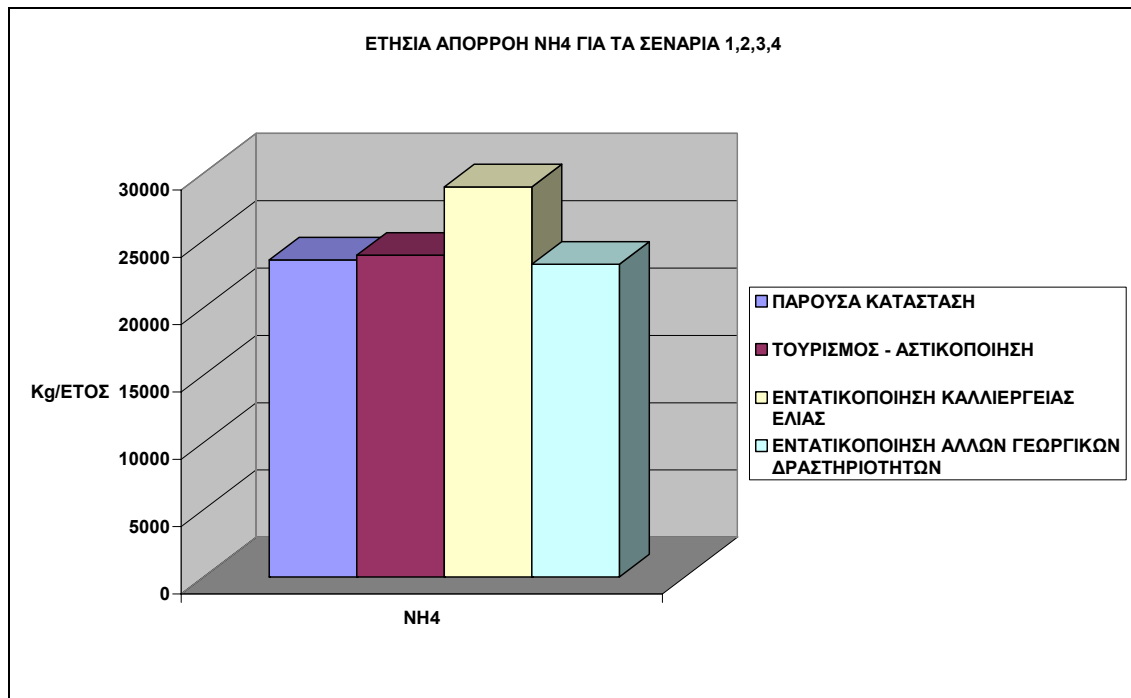
Σχήμα 4.14: Ετήσια συνολική απορροή της λεκάνης για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8

Στα δύο παραπάνω σχήματα, είναι εμφανής η ομοιότητα στην κατανομή της απορροής στις δύο ομάδες σεναρίων, σε αυτά που δεν εμπεριέχουν την κλιματική αλλαγή και σε αυτά που την εμπεριέχουν. Το μόνο το οποίο αλλάζει, είναι η κλίμακα στον άξονα της απορροής, διότι η απορροή υπερδιπλασιάζεται στα σενάρια εκείνα που εμπεριέχουν την κλιματική αλλαγή.

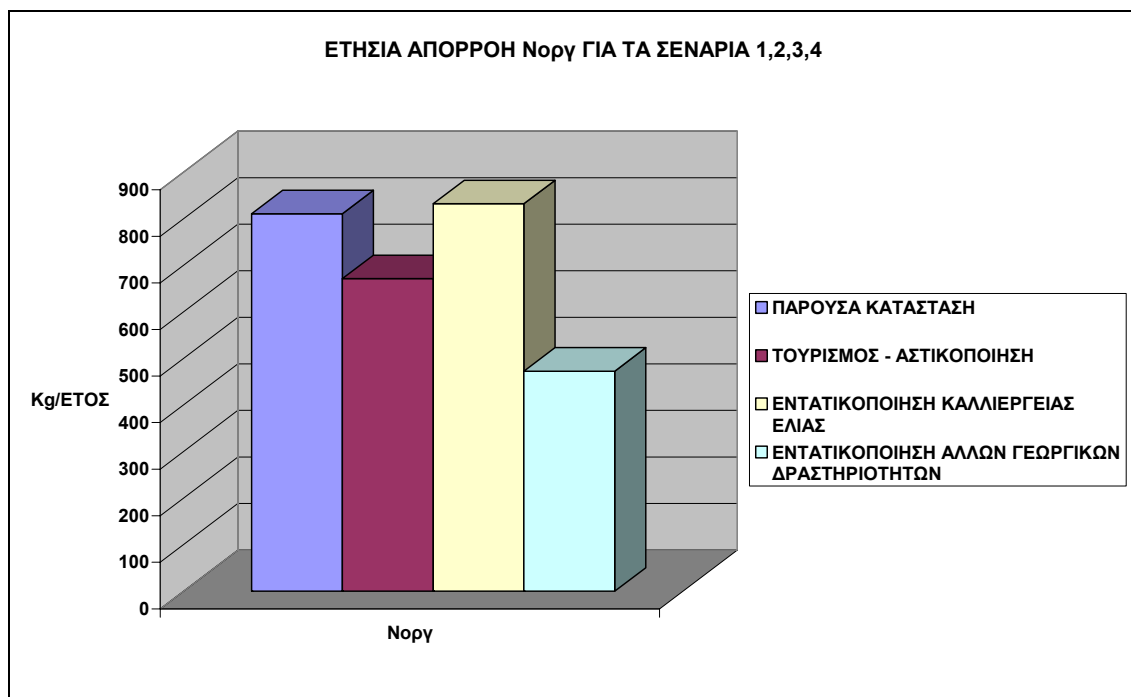
Στη συνέχεια παρουσιάζεται η σύγκριση των σεναρίων στην απορροή κάθε θρεπτικής ουσίας ξεχωριστά, στα Σχήματα 4.15 – 4.22.



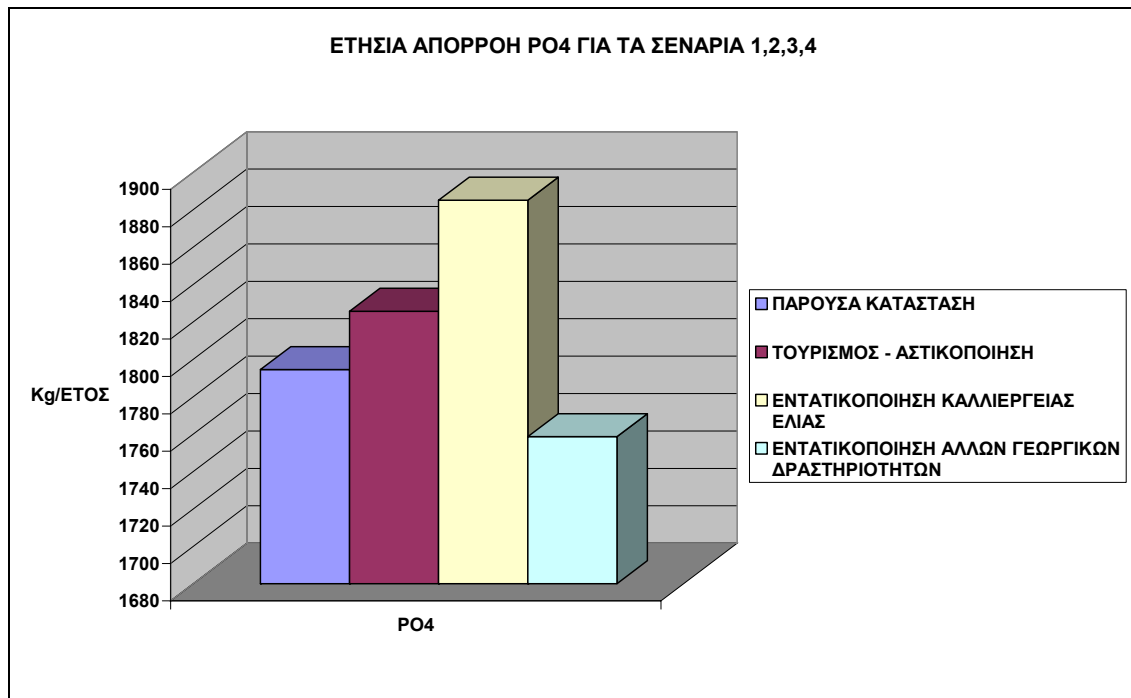
Σχήμα 4.15: Ετήσια απορροή NO₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4



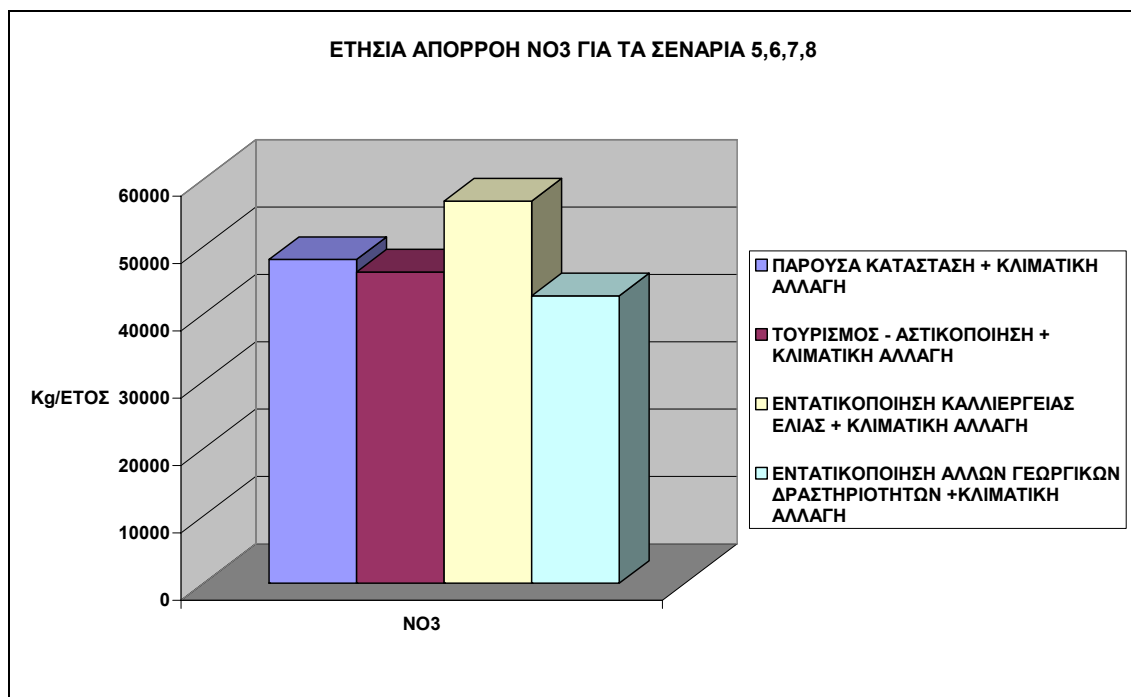
Σχήμα 4.16: Ετήσια απορροή ΝΗ₄ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4



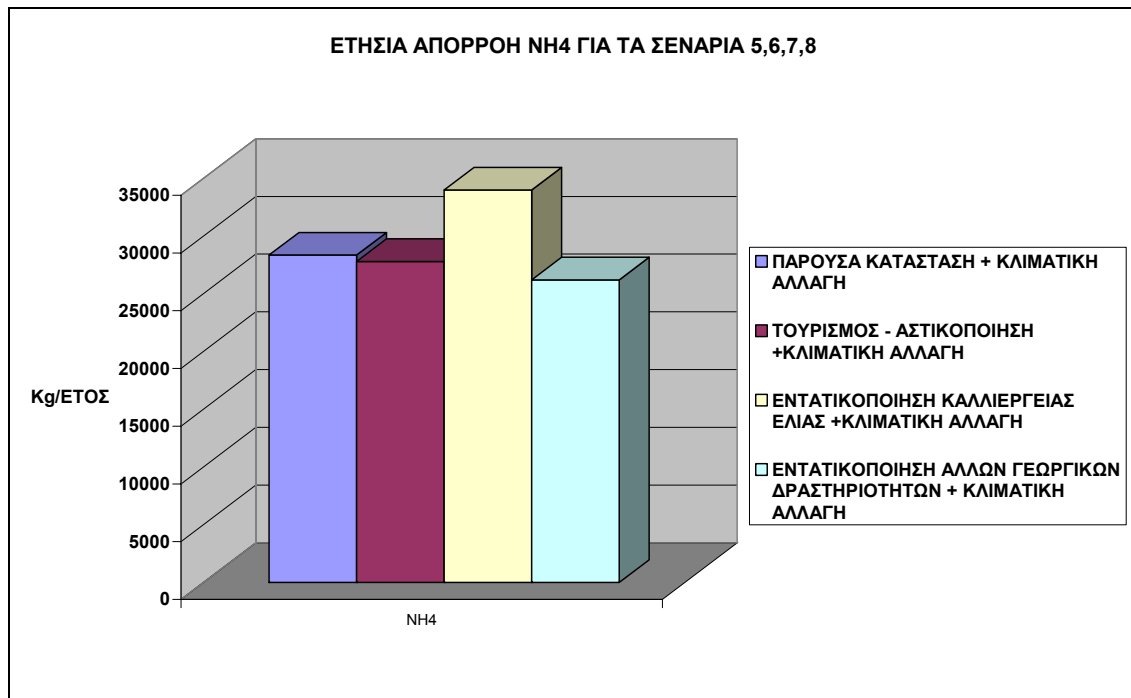
Σχήμα 4.17: Ετήσια απορροή Νοργ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4



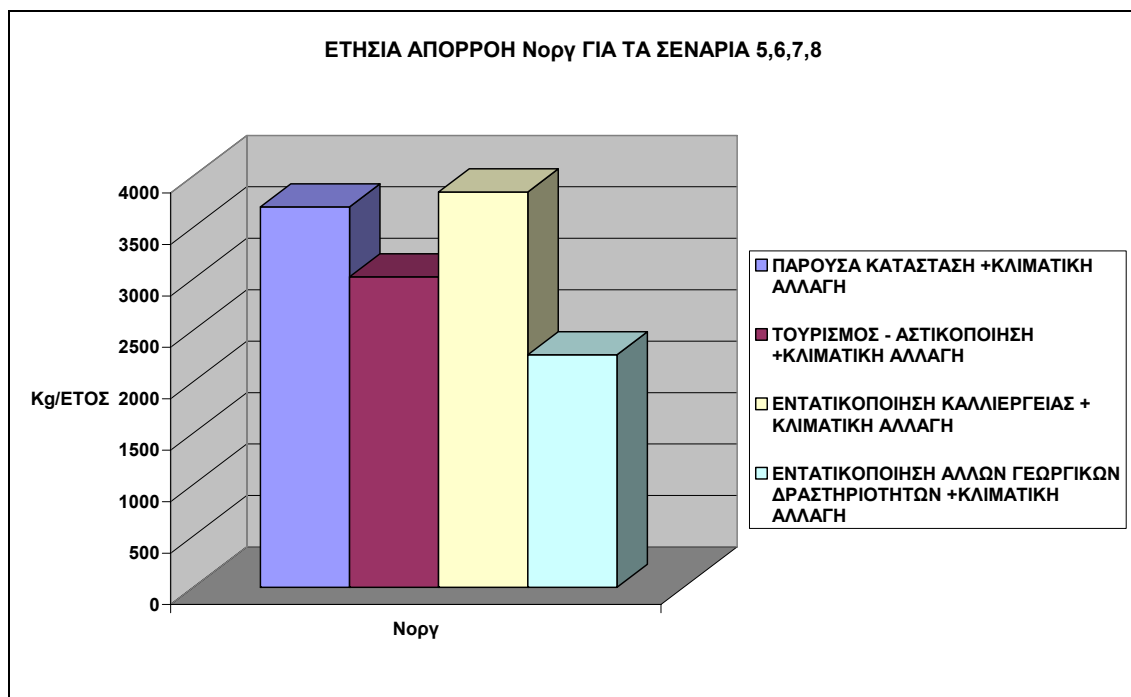
Σχήμα 4.18: Ετήσια απορροή PO₄ για κάθε ένα από τα σενάρια 1,2,3,4



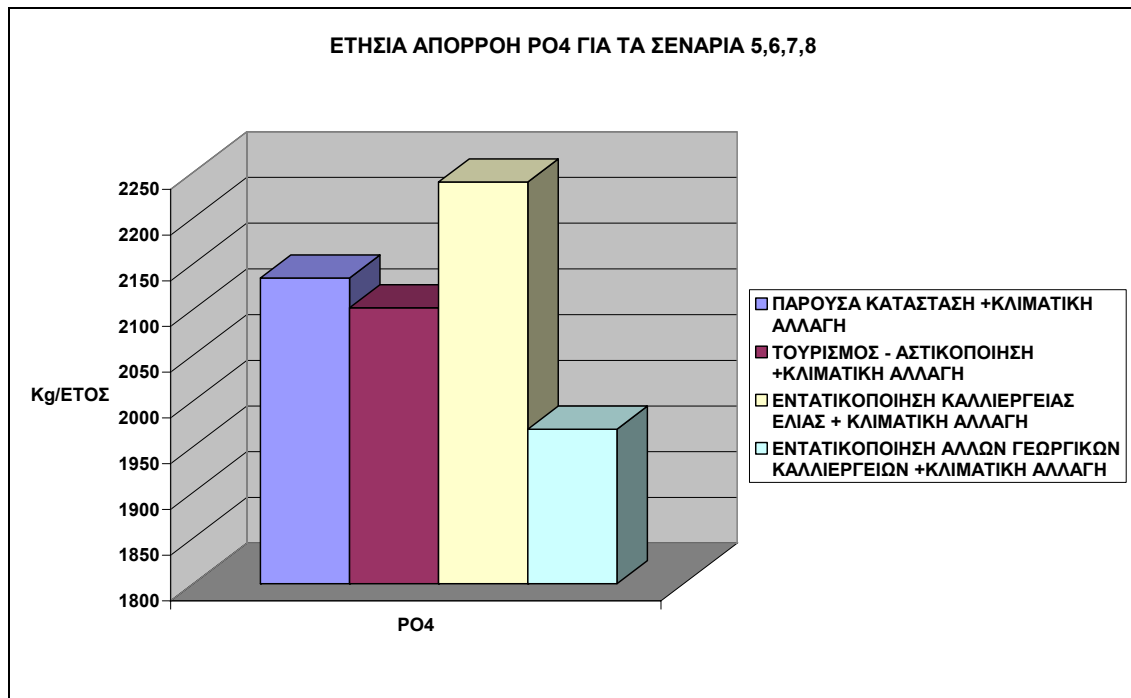
Σχήμα 4.19: Ετήσια απορροή NO₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8



Σχήμα 4.20: Ετήσια απορροή ΝΗ₃ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8



Σχήμα 4.21: Ετήσια απορροή Νοργ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8



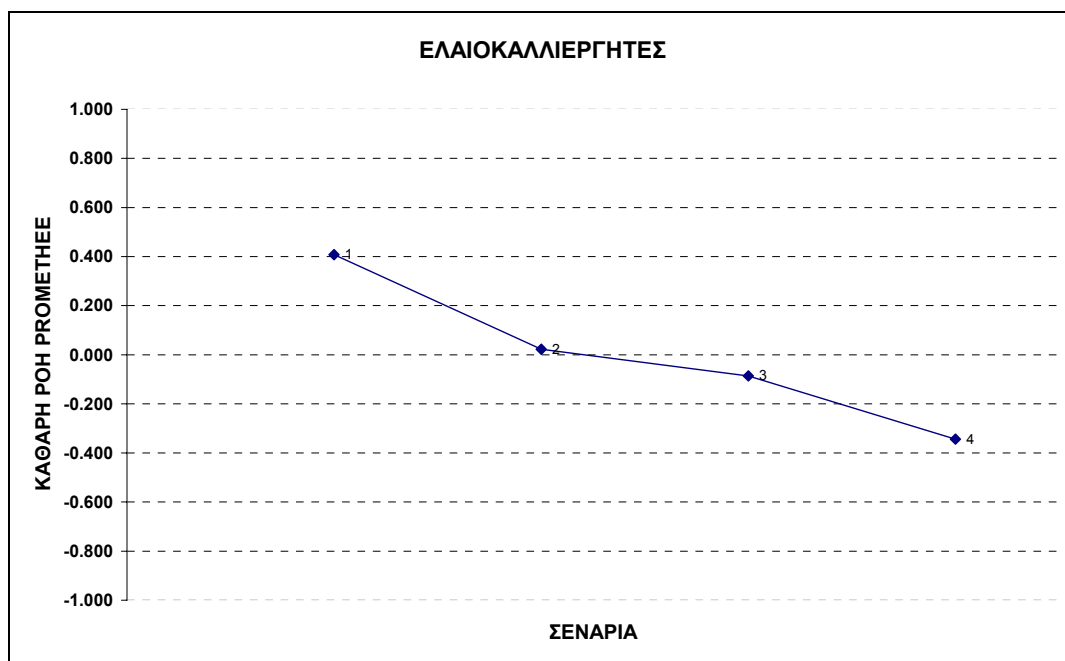
Σχήμα 4.22: Ετήσια απορροή PO₄ για κάθε ένα από τα σενάρια 5,6,7,8

4.7.3 Αποτελέσματα της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και συζήτηση

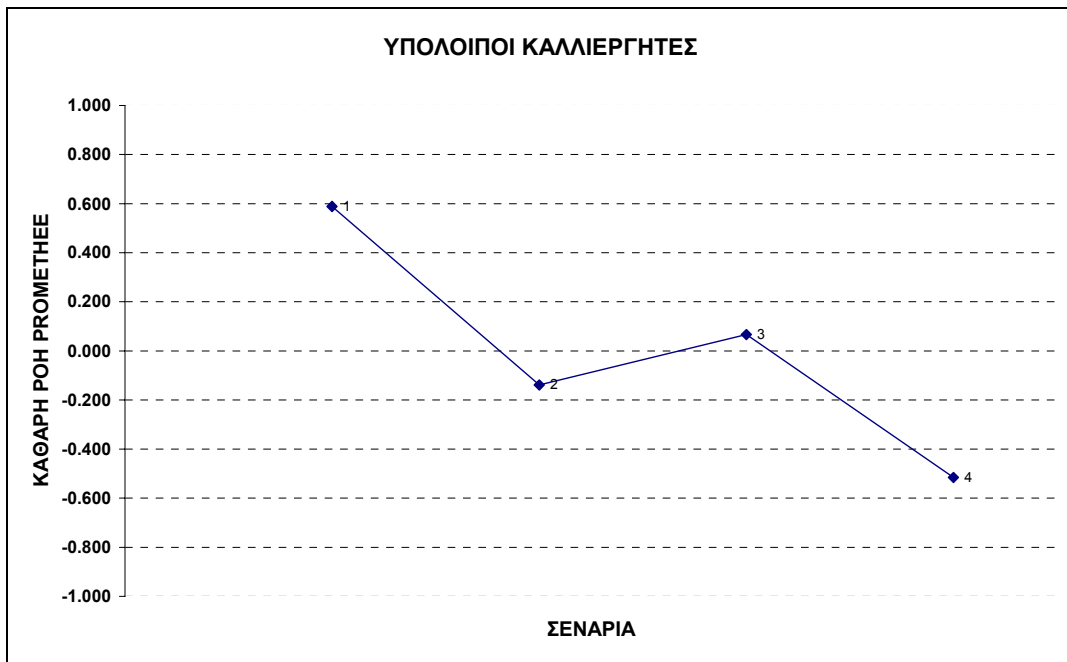
Παρακάτω παρουσιάζονται οι Καθαρές Ροές PROMETHEE II [φ(α)] του κάθε εναλλακτικού σεναρίου (Πίνακας 4.14) που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθόδου, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κάθε Αποφασίζοντα. Στη συνέχεια, για κάθε ομάδα Αποφασιζόντων και με βάση τη σειρά προτεραιότητας των κριτηρίων για την κάθε μία, παρουσιάζονται οι γραφικές απεικονίσεις της κατάταξης των σεναρίων (Σχήμα 4.23 – 4.28).

Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα της μεθόδου PROMETHEE II: Καθαρές Ροές

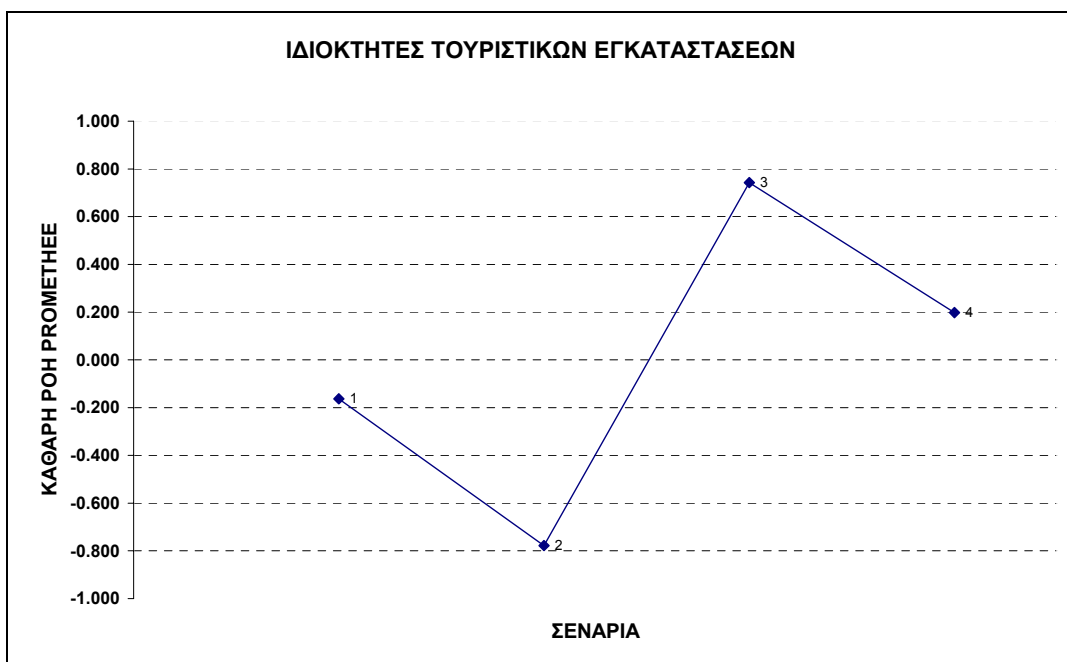
Καθαρές Ροές PROMETHEE II				
Σενάρια/ Αποφασίζοντες	1	2	3	4
Ελαιοκαλλιεργητές	0.408	0.022	-0.087	-0.343
Υπόλοιποι καλλιεργητές	0.589	-0.139	0.066	-0.516
Ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων	-0.163	-0.778	0.742	0.198
Τοπική Αυτοδιοίκηση	-0.008	-0.748	0.665	0.091
Κάτοικοι	0.353	-0.357	0.197	-0.193



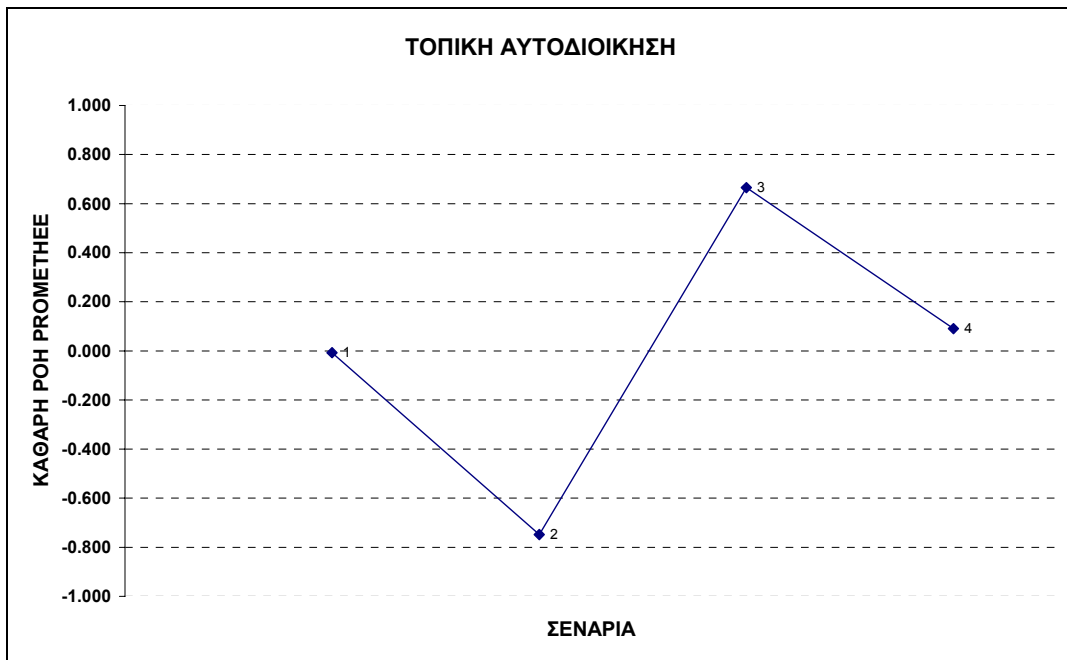
Σχήμα 4.23: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους καλλιεργητές ελιάς



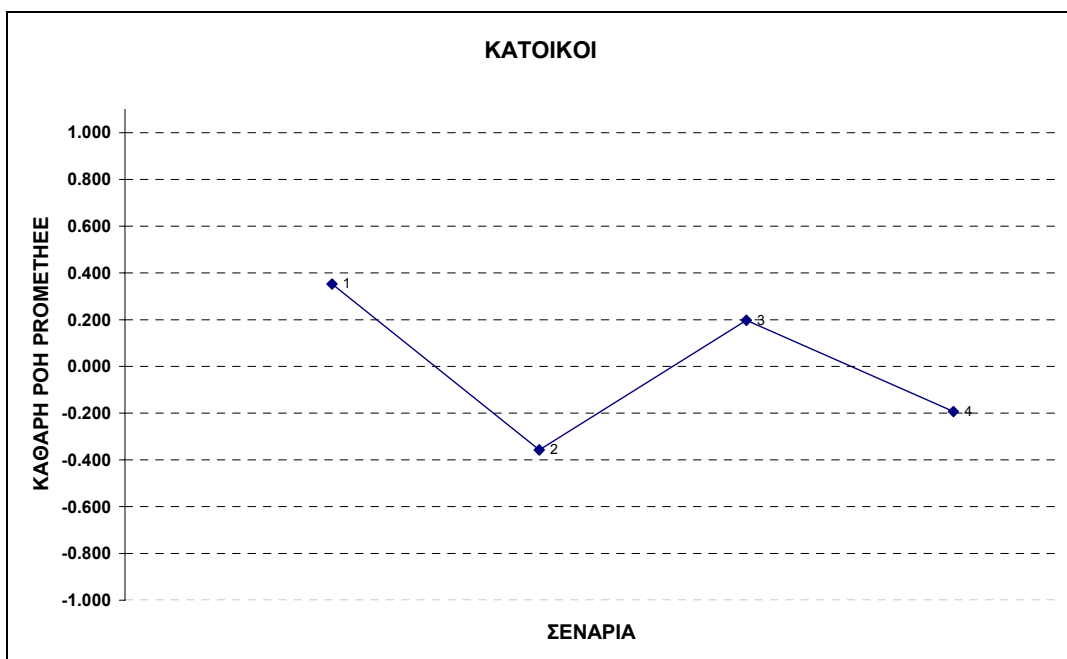
Σχήμα 4.24: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους υπόλοιπους καλλιεργητές



Σχήμα 4.25: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων



Σχήμα 4.26: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση



Σχήμα 4.27: Γραφική απεικόνιση της κατάταξης των σεναρίων για τους κατοίκους

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω οι τελικές κατατάξεις των εναλλακτικών σεναρίων, για τον κάθε Αποφασίζοντα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.15:

Πίνακας 4.15: Τελικές κατατάξεις των εναλλακτικών σεναρίων

από την εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE II

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΝΤΕΣ	Κατάταξη σεναρίων
Ελαιοκαλλιεργητές	1 > 2 > 3 > 4
Υπόλοιποι καλλιεργητές	1 > 3 > 2 > 4
Ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων	3 > 4 > 1 > 2
Τοπική Αυτοδιοίκηση	3 > 4 > 1 > 2
Κάτοικοι	1 > 3 > 4 > 2

Κατά την τελική κατάταξη των σεναρίων, φαίνεται ότι οι ελαιοκαλλιεργητές θεωρούν βέλτιστο σενάριο το πρώτο, δηλαδή, αυτό που εκφράζει την υφιστάμενη κατάσταση. Έπεται το σενάριο εντατικοποίησης της ελαιοκαλλιέργειας και ακολουθούν με μεγαλύτερη διαφορά το σενάριο εντατικοποίησης άλλων καλλιεργειών και το σενάριο ανάπτυξης του τουρισμού.

Για τους υπόλοιπους καλλιεργητές, προηγείται και πάλι η υφιστάμενη κατάσταση, ενώ αμέσως σημαντικότερο προκύπτει το σενάριο εντατικοποίησης των καλλιεργειών τους και ακολουθούν αυτό του τουρισμού, ενώ ακόμα πιο χαμηλά στις προτιμήσεις τους βρίσκεται η τουριστική ανάπτυξη.

Για τους ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων, ως βέλτιστο σενάριο επιλέχθηκε αυτό της εντατικοποίησης άλλων καλλιεργειών, ενώ ακολουθεί το σενάριο της ανάπτυξης του τουρισμού. Έπονται, τα σενάρια εντατικοποίησης της ελαιοκαλλιέργειας και της παρούσας κατάστασης.

Η Τοπική Αυτοδιοίκηση επιλέγει το σενάριο εντατικοποίησης άλλων καλλιεργειών ως βέλτιστο, με αμέσως επόμενο αυτό της ανάπτυξης του τουρισμού. Ακολουθούν η υφιστάμενη κατάσταση και η εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας .

Για τους κατοίκους τέλος, προηγείται η υφιστάμενη κατάσταση, αμέσως σημαντικότερο προκύπτει το σενάριο εντατικοποίησης των καλλιεργειών τους και ακολουθούν αυτό της τουριστικής ανάπτυξης, ενώ ακόμα πιο χαμηλά στις προτιμήσεις τους βρίσκεται το σενάριο της ανάπτυξης του τουρισμού.

Οι τάσεις προτίμησης που προέκυψαν για κάθε ομάδα Αποφασιζόντων, φαίνονται να είναι λογικές, καθώς παρατηρείται από κάθε ομάδα προτίμηση σχετική με το δικό της αντικείμενο (για παράδειγμα οι ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων κατέταξαν πρώτο το σενάριο ανάπτυξης του τουρισμού). Ωστόσο, στις προτιμήσεις κυριαρχεί η προτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης, κυρίως λόγω της απουσίας κόστους εφαρμογής, έναντι των υπόλοιπων κριτηρίων, αλλά και της υψηλής βαθμολογίας στην αξιολόγηση, του κριτηρίου ‘υπάρχουσα υποδομή’. Τελευταίο στις προτιμήσεις κατατάσσεται το σενάριο εντατικοποίησης της ελαιοκαλλιέργειας, λόγω της κατάταξής του στα περιβαλλοντικά κριτήρια (υψηλότερες τιμές θρεπτικών σε σύγκριση με όλα τα υπόλοιπα σενάρια). Σε αντίθεση με το σενάριο εντατικοποίησης της ελαιοκαλλιέργειας, το σενάριο εντατικοποίησης άλλων καλλιεργειών κατέχει την βέλτιστη θέση μεταξύ των σεναρίων στα περιβαλλοντικά κριτήρια. Το γεγονός αυτό, κατατάσσει το σενάριο, ανάμεσα στα δύο επικρατέστερα για τους περισσότερους Αποφασίζοντες.

Συνολικά, το σενάριο της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς και το σενάριο εντατικοποίησης άλλων καλλιεργειών, είναι τα επικρατέστερα, ενώ ακολουθεί το σενάριο ανάπτυξης του τουρισμού και τελευταίο το σενάριο εντατικοποίησης της ελαιοκαλλιέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων αποτελούν σημαντικά εργαλεία διαχείρισης, καθώς παρέχουν ένα αντικειμενικό πλαίσιο επεξεργασίας εναλλακτικών λύσεων και επιλογών. Αποδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμα στην αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων διαχείρισης των παράκτιων περιοχών οι οποίες αποτελούν πόλους έλξης ποικίλων αναπτυξιακών δραστηριοτήτων και ταυτόχρονα χρήζουν περιβαλλοντικής προστασίας.

Ο καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης για κάθε περίπτωση και περιοχή, βασίζεται στις ανάγκες της περιοχής, και εξαρτάται από τις αναπτυξιακές δυνατότητες που υπάρχουν. Η αναγνώριση των συμμετεχόντων, ο σχηματισμός του συνόλου των εναλλακτικών σεναρίων, ο καθορισμός των κριτηρίων επιλογής (με τις αντίστοιχες κλίμακες και μονάδες μέτρησης), και τελικά η αποκάλυψη της κοινωνικής προτίμησης, όπως αυτή εκφράζεται από τους άμεσα ενδιαφερόμενους αποτελούν θεμελιώδη συστατικά του τρόπου που λαμβάνονται οι αποφάσεις

Η χρήση πολλαπλών κριτηρίων παρέχει τη δυνατότητα παρουσίασης των κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών διαστάσεων του προβλήματος, στους Αποφασίζοντες με τρόπο σαφή και κατανοητό, καθιστώντας τελικά δυνατή τη συνεκτίμηση των παραπάνω διαστάσεων στην λήψη της τελικής απόφασης. Κατά τη διαδικασία αποτίμησης των βαθμών βαρύτητας είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η προσωπική κατάταξη προτίμησης του κάθε Αποφασίζοντα. Οι υποκειμενικές απόψεις του εκάστοτε αξιολογητή καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την τελική έκβαση των αποτελεσμάτων καθώς αυτές λαμβάνονται υπόψη στον καθορισμό των τιμών των ποιοτικών δεδομένων και επιπλέον αποτιμώνται ως βαθμοί βαρύτητας των κριτηρίων. Συγκεκριμένα, αυτές επηρεάζουν τις τελικές κατατάξεις των προτεινόμενων εναλλακτικών σεναρίων που προκύπτουν από την εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.

Μετά την παρουσίαση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων, η τελική επιλογή είναι στην αρμοδιότητα του εκάστοτε Αποφασίζοντα. Παρά την υποκειμενικότητα που εμπεριέχεται στην όλη διαδικασία, τα Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων, ενισχύουν τον μηχανισμό λήψης αποφάσεων, δίνοντας τη δυνατότητα συμμετοχής σε αυτές, όλων των ενδιαφερόμενων, με στόχο την προσέγγιση μιας κατά το δυνατόν ορθολογιστικής διαδικασίας.

Βιβλιογραφία

- Arhonditsis, G., Giourga, C., and Loumou, A., 2000b. Ecological patterns and comparative nutrient dynamics of natural and agricultural Mediterranean-type ecosystems. *Environmental Management*, 26(5), 527-537.
- Arhonditsis, G., Giourga, C., Loumou, A., and Koulouri, M., 2002a. Quantitative Assessment of Agricultural Runoff and Soil Erosion Using Mathematical Modeling: Applications in the Mediterranean Region. *Environmental Management*, 30(3), 434-453.
- Arhonditsis, G., Karydis, G., and Tsirtsis, G., 2002c. Integration of Mathematical Modeling and Multicriteria Methods in Assessing Environmental Change in Developing Areas: a Case Study of a Coastal System. *Journal of Coastal Research*, 18(4), 698-711.
- Arhonditsis, G., M. Eleftheriadou, M., Karydis, M., and Tsirtsis, G., 2003. Eutrophication risk assessment in coastal embayments using simple statistical models. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1174–1178.
- Arhonditsis, G., Tsirtsis, G., Angelidis, M.O., and Karydis, M., 2000a. Quantification of the effects of nonpoint nutrient sources to coastal marine eutrophication: application to semi-enclosed gulf in the Mediterranean Sea. *Ecological Modeling*, 129, 209-227.
- Arhonditsis, G., Tsirtsis, G., and Karydis, G., 2002b. The effects of episodic rainfall events to the dynamics of coastal marine ecosystems: applications to a semi-enclosed gulf in the Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 35, 183– 205.
- Avagianou, E, Tsirtsis, G. DITTY PROJECT. WP6. Priority scenarios in the gulf of Gera. Draft report.
- Braat L. C., Van Lierop W. F. J., 1987. *Economic-Ecological Modelling*, International Institute for Applied Systems Analysis.
- Brans, J.P., 2002. Ethics and decisions. *European Journal of Operational Research* 136, 340-352.

- Brans, J.P., 1996. The space of freedom of the decision maker Modeling the human brain. *European Journal of Operational Research* 92, 593-602.
- Brans, J.P., Vincke, Ph., and Mareschal, B., 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24, 228-238.
- Carter, R.W.G., 1998. Coastal environments, An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. Academic Press, London, sixth edition.
- DeTombe, D., 2002. Complex Societal Problems in Operational Research. *European Journal of Operational Research* 140, 232-240.
- Fabbri K.P., 1998. A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management. *Ocean and Coastal Management* 39, 51-62.
- Hall C. A. S., Day J. W., 1977. *Ecosystem Modelling in Theory and Practice: An Introduction with Case Histories*. Wiley Interscience Publications.
- Haralambopoulos D.A., and Polatidis H., 2003. Renewable energy projects: structuring a multicriteria group decision-making framework. *Renewable Energy* 28, 961–973.
- Jorgensen S. E., 1983. *Application of Ecological Modelling in Environmental Management, Part A*. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Jorgensen S. E., 1978. *State-of-the-Art in Ecological Modelling*. International Society for Ecological Modelling.
- Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A., 1982. *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, Cambridge University Press.
- Klinger T., 2004. International ICZM: in search of successful outcomes. *Ocean & Coastal Management* 47, 195–196.
- Kremer J. N., Nixon S. W., 1978. *A Coastal Marine Ecosystem (Simulation and Analysis)*, Springer-Verlag.
- Mockus, V., 1949. Estimation of total and peak rates of surface runoff for individual storms. In: *Interim Survey Report Grand (Neosho) River Watershed. Exhibit A of Appendix B*, USDA. Government Printing Office, Washington, Dc.

- Moll A., Radach G., 2001. Synthesis and New Conception of North Sea Research (SYCON), Working Group 6: Review of three-dimensional ecological modeling related to the North Sea shelf system. Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg.
- Nijkamp P., Rietveld, P., Voogd, H., 1990. Multicriteria Evaluation in Physical Planning. Elsevier Science Publisher.
- Nijkamp, P., 1980. Environmental Policy Analysis Operational methods and models, John Wiley & Sons.
- Penning-Rowsell E.C., 1993. Introduction, in: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), Coastal Zone Management, Selected Case Studies.
- Pickaver A.H., Gilbert C, and Breton F., 2004 An indicator set to measure the progress in the implementation of integrated coastal zone management in Europe. *Ocean & Coastal Management* 47, 449–462.
- Roy, B., 1996. Multicriteria methodology for decision analysis. Kluwer, Dordrecht.
- Salomons, W., Turner, R.K., de Lacerda L.D., Ramachandran, S, 1999. Perspectives on Integrated Coastal Zone Management. Springer, New York.
- Simos, J., 1990. Evaluer l' impact sur l' environnement. Presses Polytechniques Universitaires Romandes Suisse, Lausanne.
- Tamvaki, N., and Tsirtsis, G., 2005. Integrated Modelling In Coastal Lagoons Watershed Modelling Gulf Of Gera Case Study, EVK3-CT-20022-00084 (DITTY Project).
- Tsirtsis, G., Kitsiou, D., and Nitis, T., 2003. Development of an Information Technology Tool for the Management of European Southern Lagoons under the influence of river-basin runoff. Gulf Of Gera, EVK3-CT-20022-00084 (DITTY Project), SYNTHESIS REPORT.
- UNEP/MAP/PAP: Conceptual Framework and Planning Guidelines for Integrated Coastal Area and River Basin Management. Split, Priority Actions Programme, 1999.

- Van der Meulen F. and Udo de Haes H.A., 1996. Nature conservation and integrated coastal zone management in Europe: present and future. *Landscape and Urban Planning* 34, 401-410.
- Van Lier H.N., 1994. Land use planning in perspective of sustainability: an introduction, in: Van Lier H.N., Jaarsma C.F., Jurgens C.R. and De Buck A.J. (eds) *Sustainable land use planning. Developments in Land scape Management and Urban Planning*, 6E. Elsevier, Amsterdam.
- Wenstop, F., Seip, K., 2001. Legitimacy and Quality of Multi-Criteria Environmental Policy Analysis: A Meta Analysis of Five MCE Studies in Norway. *Multi-Crit. Decis. Anal.* 10, 53-64.
- Zeleny, M., 1982. *Multiple criteria decision-making*. Mcgraw-Hill.
- Πολατίδης Η., 2003. Ενεργειακή Ανάλυση και Λήψη Αποφάσεων: Ένα Πολυκριτηριακό Μεθοδολογικό Πλαίσιο. Διδακτορική διατριβή.
- Σούλιος Γ.Χ., 1996. Γενική υδρογεωλογία, Α' τόμος. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Ταμβάκη Α., 2004. Εκτίμηση της φόρτισης παράκτιου οικοσυστήματος από μη σημειακές πηγές: Ανάπτυξη μοντέλου προσομοίωσης. Διατριβή εξειδίκευσης.
- Τρούμπης, Α.Ι., 1996. Λογία οικολογία, Η επιστήμη της φύσης μεταξύ κοινωνίας και πολιτικής. Τυπωθήτω.
- Τσιούρης Σ.Ε., Καλμπουρτζή Κ.Α. και Αληφραγκής Δ., 1993. Επιδράσεις Καλλιεργητικών Τεχνικών στην Ποιότητα των Νερών της Επιφανειακής Απορροής και Φερτών Υλικών (Υδρολογική Λεκάνη Λίμνης Κορώνειας). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ).
- Τσιρτσής Γ., 2001. Μοντέλα Προσομοίωσης στο Θαλάσσιο Περιβάλλον (σημειώσεις του μαθήματος). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Μυτιλήνη.
- Φυτιάνος Κ., 1996. Η ρύπανση των θαλασσών. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

**Ανάπτυξη Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων
διαχείρισης παράκτιων περιοχών υπό την επίδραση της
λεκάνης απορροής: Η περίπτωση του κόλπου Γέρας νήσου
Λέσβου**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Θεοφράσειο Π.Μ.Σ.
«Περιβαλλοντική και Οικολογική Μηχανική»**

**Πολατίδου Μαρία
Φυσικός**

Οκτώβριος, 2005