

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”**



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της φοιτήτριας
ΖΩΣΙΜΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ**

ΑΘΗΝΑ 2010

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Τριμελής Επιτροπή Αξιολόγησης :

(ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ)

Αλεξανδρής Σ., Λέκτορας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

(ΜΕΛΗ)

Καραβίτης Χρ., Λέκτορας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Κοσμάς Κ., Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον υπεύθυνο και επιβλέποντα τη μελέτη μου κ. Αλεξανδρή Σταύρο, Λέκτορα του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, για την εμπιστοσύνη του στο πρόσωπό μου, καθώς και για τις πολύτιμες και χρήσιμες συμβουλές του τόσο ως προς τη μορφή, όσο και ως προς το περιεχόμενο της εργασίας αυτής.

Θέλω να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής και εξεταστικής επιτροπής τους Καθηγητές: κ. Καραβίτη Χρίστο, κ. Κοσμά Κωνσταντίνο για τις εύστοχες και ουσιώδεις υποδείξεις τους, καθώς και για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της εργασίας.

Επίσης οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον υποψήφιο διδάκτορα κ. Καΐρη Ορέστη για την πολύτιμη βοήθεια, την υπομονή, τη στήριξη, το χρόνο που αφιέρωσε και την ουσιαστική συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Ζωσιμά Αγγελική
Ιανουάριος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	9
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
2.1. ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ.....	14
2.1.1 Εισαγωγή.....	14
2.1.2. Σκοποί και αρχές της προστασίας των εδαφών.....	15
2.2. Το πρόβλημα της διάβρωσης των εδαφών στην Ελλάδα.....	17
2.3. Τύποι διάβρωσης του εδάφους.....	18
2.4. Βροχοπτώσεις και μηχανισμοί διάβρωσης του εδάφους.....	20
2.5. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιταχυνόμενη διάβρωση. Γενική εξίσωση απώλειας εδάφους.....	23
2.5.1. Βροχοπτώσεις και νερά της επιφανειακής απορροής...	24
2.5.2. Διαβρωσιμότητα του εδάφους.....	25
2.5.3. Τοπογραφία του εδάφους.....	26
2.5.4. Καλλιεργητικό σύστημα, αμειψισπορά και διαχείριση του εδάφους.....	27
2.6.ΠΟΤΑΜΙΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ	28
2.6.1. Ορισμοί και διαδικασία της απορροής.....	28
2.6.2. Μονάδες μέτρησης της απορροής.....	33
2.7. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	34
2.7.1. Αρχές διαχείρισης.....	34
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	41

4.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗ (Λεκάνη απορροής της Λίμνης Πλαστήρα).....	44
5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA.....	72
5.1.Εισαγωγή.....	73
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ.....	87
6.1. Δεδομένα που χρειάζονται για να <<τρέξει>> το μοντέλο.....	88
6.2. Κωδικοί που χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα Corine.....	88
6.3. Δημιουργία των Grids.....	92
6.4. Μετατροπή του Fishnet από Polyline σε Polygon αρχείο.....	94
6.5. Κοκκομετρία με βάση τη γεωλογία της λεκάνης απορροής της Λίμνης Πλαστήρα.....	96
6.6. Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους.....	97
6.7. Slope Classes.....	98
6.8. Κωδικοί που χρησιμοποιεί το μοντέλο PESERA.....	98
6.8.1. Select Soil Texture.....	98
6.8.2. Select Land Cover Type.....	99
6.9. Τυποποίηση των δεδομένων με βάση τα σύμβολα του μοντέλου PESERA.....	99
6.9.1. Τύπος βλάστησης.....	99
6.9.2. Μέση κλίση (%).....	100
6.9.3. Σύμβολα κοκκομετρικής κλάσης.....	101
6.10. Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων.....	101

6.11. Επεξεργασία του Slope Profile.....	102
6.12. Συνδυασμοί Βλάστησης – Κοκκομετρίας – Κλίσης, για τη περιοχή του φράγματος.....	102
6.13. Επεξήγηση υπομνήματος χάρτη.....	119
6.14. Υπολογισμός σε στρέμματα κάθε ζώνης επικινδυνότητας.....	119
7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ.....	120
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	122
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	127

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	
	Σελίδες
1. Πανίδα της ευρύτερης περιοχής	61
2. Ορνιθοπανίδα της ευρύτερης περιοχής	63
3. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (°C)	66
4. Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) – ημέρες βροχής	67
5. Αντιστοίχιση εδαφολογικών δεδομένων	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ & ΣΧΗΜΑΤΩΝ	
	Σελίδες
1. Διαχείριση του συστήματος	40
2. Η διαδικασία ολοκλήρωσης της εργασίας	43
3. Τμήμα της υποσελίδας “main” του μοντέλου	75
4. “Soil texture class”	76
5. Ταξινόμηση των διάφορων τύπων χρήσεων εδάφους	78
6. Χαρακτηριστικά τύπων κλίσεων	80
7. Κλιματικά δεδομένα	82
8. Παράδειγμα εισαγωγής δεδομένων τοπογραφικού αναγλύφου στο μοντέλο	83
9. Εκτιμήσεις για την μηνιαία αποθήκευση ύδατος, το ποσοστό διάβρωσης, τη βλάστηση και τη βιομάζα χούμου	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1⁰

<<ΕΙΣΑΓΩΓΗ>>

Στη παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη παρουσιάζεται λεπτομερώς το φαινόμενο της διάβρωσης και της μεταφοράς φερτών υλικών, όπως αυτό παρατηρήθηκε και μελετήθηκε στη λεκάνη απορροής της Λίμνης Πλαστήρα.

Σκοπός του πρώτου κεφαλαίου είναι να περιγράψει περιληπτικά και περιεκτικά το αντικείμενο που πραγματεύεται κάθε ενότητα.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Παραθέτονται και αναλύονται έννοιες σχετικές με το αντικείμενο της εργασίας : α) Εδαφική Διάβρωση, β) Ποτάμιες Λεκάνες και Απορροή, και γ) Διαχείριση Υδατικών Πόρων, όπως αυτές έχουν δημοσιευθεί σε διάφορες μελέτες συναφών αντικειμένων. Το κεφάλαιο χωρίζεται σε τρεις υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα αναλύεται το φαινόμενο της διάβρωσης στη γενική του μορφή, οι τύποι που υπάρχουν, οι μηχανισμοί διάβρωσης του εδάφους καθώς επίσης και οι παράγοντες που την επιταχύνουν. Η δεύτερη υποενότητα αναφέρεται στις ποτάμιες λεκάνες απορροής γενικά, δίνοντας όλους τους απαραίτητους ορισμούς, ώστε ακόμη και ο μη εξοικειωμένος αναγνώστης να μπορέσει να καταλάβει το περιεχόμενο της μελέτης. Τέλος, στη τρίτη υποενότητα γίνεται αναφορά στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων, στις αρχές, τις μεθόδους και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται και εφαρμόζονται από τους λήπτες αποφάσεων.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία συγγραφής της παρούσας μελέτης. Επιπλέον, σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται οι πηγές άντλησης των δεδομένων, καθώς επίσης περιγράφεται και ο τρόπος λειτουργίας του μοντέλου **PESERA**.

Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται γενικές πληροφορίες σχετικά με τη λεκάνη απορροής της Λίμνης Πλαστήρα, όσον αφορά τη γεωγραφική της θέση, τα τοπογραφικά και γεωλογικά της χαρακτηριστικά, τη χλωρίδα και τη πανίδα της περιοχής, καθώς επίσης και την ιστορία της υπό μελέτη περιοχής.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν στην επεξεργασία των δεδομένων και περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης των μεταβλητών. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που πρόέκυψαν από την εφαρμογή του μοντέλου, και καταγράφονται στο **παράρτημα**.

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόστηκε το μοντέλο για τη συγκεκριμένη περιοχή, καθώς επίσης αναλύεται η επεξεργασία των δεδομένων και ο τρόπος και η μέθοδος αντιστοίχισης των διάφορων μεταβλητών από τη μορφή με την οποία είχαν δοθεί αρχικώς, στο τύπο που αναγνώριζε το μοντέλο.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του μοντέλου, αναλύονται και σχολιάζονται οι διάφορες παράμετροι και παραθέτονται προτάσεις για την προστασία των ζωνών υψηλής επικινδυνότητας διάβρωσης, οι οποίες θα βοηθήσουν παράλληλα και στη μείωση του όγκου των φερτών υλικών που καταλήγουν μέσω της επιφανειακής απορροής στο ποτάμι και τελικά στον ταμιευτήρα.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρονται όλες οι πηγές, από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ώστε να είναι πλήρης αυτή η εργασία και παράλληλα να μπορεί να διαβαστεί και από άτομα μη εξοικειωμένα με το αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2⁰

<<ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ>>

2.1. Εδαφική διάβρωση

2.1.1. Εισαγωγή

Η προστασία και η ορθολογική χρησιμοποίηση των εδαφικών πόρων και του νερού στη σύγχρονη εποχή αποτελούν οικουμενικό πρόβλημα. Το έδαφος, το νερό και ο ατμοσφαιρικός αέρας σε όλες τις εποχές ήταν και παραμένουν ιδιαίτερα σήμερα οι κυριότερες συνθήκες ύπαρξης και επιβίωσης του ανθρώπου. Το πρόβλημα προστασίας των εδαφών από τη διάβρωση αποκτά όλο και περισσότερη σημασία, γιατί η διάβρωση καταστρέφει τη δομή του εδάφους, υποβαθμίζει την ποιότητα των παραγόμενων αγροτικών προϊόντων αφενός και αφετέρου μειώνει σημαντικά τη γεωργική παραγωγή. Είναι πλέον αποδεκτό ότι η διάβρωση είναι η μάστιγα της γεωργίας και της κτηνοτροφίας. Εν ολίγοις, η διάβρωση αποτελεί το σοβαρότερο παράγοντα που επιδρά αρνητικά στο φυσικό περιβάλλον, διαταράσσοντας τη βιολογική ισορροπία του οικοσυστήματος.

Ο Crosson P., (1984) υποστηρίζει ότι από τη μελέτη που έγινε με βάση τη σχετική νομοθεσία των ΗΠΑ για τη προστασία των φυσικών πόρων προκύπτει ότι, αν η διάβρωση συνεχιστεί με τους ρυθμούς του 1977, σε 50 χρόνια η γονιμότητα των εδαφών θα μειωθεί κατά 8%.

Πρέπει σε όλους να γίνει συνείδηση ότι επιβάλλεται να προστατεύσουμε τα εδάφη μας από τη διάβρωση και να τα διατηρούμε σε καλή κατάσταση για να είναι παραγωγικά, οι δε ανθρώπινες επεμβάσεις να αποβλέπουν στη διατήρηση και βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος. Έχοντας υπόψη τα

ανωτέρω, παρουσιάζουμε τις κυριότερες αρχές, που θεωρούμε αναγκαίες να εφαρμοστούν για την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση και την εξάλειψη των αρνητικών επιπτώσεων στο έδαφος και στο περιβάλλον.

2.1.2. Σκοποί και αρχές της προστασίας των εδαφών

Η προστασία των εδαφών αποσκοπεί στη διατήρηση και βελτίωση των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Οι κυριότεροι στόχοι για την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση πρέπει να είναι:

1. Μείωση της διάβρωσης σε τέτοιο βαθμό, ώστε η φυσική αναγέννηση του εδάφους σε συνδυασμό με τα μέτρα βελτίωσης του εδάφους να εξισορροπήσουν και να εξουδετερώσουν τη μείωση της γονιμότητας που προκαλεί η διάβρωση.
2. Εξασφάλιση όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά και της υγρασίας στο έδαφος με σκοπό την ελαχιστοποίηση των απωλειών των θρεπτικών στοιχείων με έκπλυση και με τα νερά της επιφανειακής απορροής.
3. Διατήρηση και αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών και περιορισμό της οξείδωσης της οργανικής ουσίας με σκοπό τη μείωση των απωλειών, καθώς και την αύξηση της περιεκτικότητας των εδαφών σε οργανική ουσία με την προσθήκη οργανικών λιπασμάτων, την αξιοποίηση των αποβλήτων βιομηχανίας και των αστικών λυμάτων κ.λ.π.
4. Συντήρηση και βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους,

με την κατασκευή των αναγκαίων εγγειοβελτιωτικών έργων, της σωστής αμειψισποράς, της ορθολογικής λίπανσης κ.λ.π.

5. Επιλογή του καλύτερου συστήματος άρδευσης με σκοπό την αποφυγή της διάβρωσης στα επικλινή εδάφη.

Στο σύνολο των μέτρων προστασίας των εδαφών την πρώτη θέση πρέπει να καταλαμβάνουν τα μέτρα πρόληψης της διάβρωσης. Γιατί είναι πολύ δύσκολο και σε μερικές περιπτώσεις σχεδόν αδύνατον, να επαναφέρουμε το διαβρωμένο έδαφος στην κατάσταση γονιμότητας που υπήρχε πριν τη διάβρωση. Κανένας τρόπος προστασίας των εδαφών από τη διάβρωση δεν μπορεί να θεωρείται πανάκεια. Σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να εφαρμοστούν τα κατάλληλα αντιδιαβρωτικά έργα προσαρμοσμένα στις φυσικές καλλιεργητικές και κλιματολογικές συνθήκες των διαφόρων περιοχών. Δε θα πρέπει να μας διαφύγει το γεγονός ότι την προστασία των εδαφών την επιτυγχάνουμε με τη συνετή και ορθολογική αξιοποίηση τους, καθώς και με τη λήψη όλων των κατάλληλων μέτρων για τη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών.

2.2. Το πρόβλημα της διάβρωσης των εδαφών στην Ελλάδα

Οι φυσικές, εδαφικές, γεωλογικές, γεωμορφολογικές, τοπογραφικές και κλιματολογικές συνθήκες της χώρας ευνοούν την ανάπτυξη όλων των μορφών διάβρωσης. Τα ελληνικά εδάφη είναι από τα πιο ευαίσθητα στη διάβρωση εδάφη στον κόσμο, για τους εξής λόγους (Γρηγοράκης Χ., 1967, και Πάνου Δ.Α., 1982, Παρούσης Η., Αλεξανδρή Σ. και Σιμώνης Α., 1990) :

1. Τα ελληνικά εδάφη περιέχουν οργανική ουσία σε χαμηλό ποσοστό. Το χαμηλό ποσοστό της οργανικής ουσίας στα εδάφη:
 - α) δεν ευνοεί τη δημιουργία ανθεκτικών εδαφικών συσσωματωμάτων στην καταστρεπτική δύναμη των σταγόνων του νερού της βροχής και
 - β) δε βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους (υδατοδιηθητικότητα, υδατοχωρητικότητα κ.λ.π.).
2. Τα ψαθυρά γεωλογικά υλικά, που υπάρχουν στα περισσότερα ελληνικά εδάφη.
3. Το ανάγλυφο του ορεινού όγκου των ελληνικών εδαφών με τις πυκνές και μεγάλες κλίσεις που υπάρχουν.
Η ξηρότητα του κλίματος σε συνδυασμό με τις ραγδαίες και καταρρακτώδεις βροχές.

Εκτός από τους ανωτέρω λόγους υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επιταχύνουν τη διάβρωση του εδάφους στη χώρα μας, όπως η περιορισμένη χρήση κοπριάς και άλλων οργανικών λιπασμάτων (χλωρή λίπανση, χρήση διάφορων φυτικών υπολειμμάτων, αξιοποίηση των αστικών λυμάτων

κ.λ.π.), η χρήση βαρέων μηχανημάτων, η ανεπαρκής κάλυψη του εδάφους, η μονοκαλλιέργεια επί σειρά ετών, η σπορά σιτηρών στις ορεινές κλιτύες, καθώς επίσης η υπερβόσκηση και οι συχνές πυρκαγιές που παρατηρούνται στους βοσκότοπους και τα δάση. Στην Ελλάδα το 26,5% της συνολικής επιφάνειας, δηλαδή έκταση 35 εκατομμυρίων στρεμμάτων, παρουσιάζει επιφανειακή φυλλοειδή διάβρωση, αυλακοειδή επιφανειακή διάβρωση και χαραδρώδη διάβρωση. Σύμφωνα με διάφορες εκτιμήσεις, οι ετήσιες απώλειες είναι της τάξης των 150-300 εκατομμυρίων τόνων γόνιμου εδάφους, με το οποίο χάνονται 1,5 εκατομμύρια τόνοι χούμου, 150.000 τόνοι ολικού αζώτου, 300.000 τόνοι ολικού φωσφόρου και περίπου 540.000 τόνοι ολικού καλίου.

2.3 Τύποι διάβρωσης του εδάφους

Είναι γεγονός ότι η διάβρωση είναι ένα φαινόμενο που θα μπορούσε να θεωρηθεί επωφελές για τη δυναμική ανάπτυξη του εδάφους και γενικά της φύσης όταν ο ρυθμός αναγέννησης, σχηματισμού του εδάφους θα υπερέβαινε τους ρυθμούς διάβρωσης. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε το σχηματισμό λεπτού επιφανειακού στρώματος εδάφους. Όπως αναφέραμε η διάβρωση εξαρτάται από τις κλιματολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες, το μητρικό υλικό και το καλλιεργητικό σύστημα που εφαρμόζεται σε μια περιοχή.

Η διάβρωση που οφείλεται στη δράση του νερού είναι ένα από τα πλέον γνωστά γεωλογικά φαινόμενα. Ο σχηματισμός διάφορων πεδιάδων, κοιλάδων, ο σχηματισμός των δέλτα διάφορων ποταμών είναι τα αποτελέσματα της καταστροφικής

δράσης των νερών της βροχής. Στην κανονική διάβρωση (normal ή geological erosion) απομακρύνονται σε ετήσια βάση ποσότητες εδάφους που ανέρχονται σε 25-50 kg/στρέμμα (250-500 kg/εκτάριο). Δηλαδή στην κανονική γεωλογική διάβρωση σχηματίζεται ετησίως μεγαλύτερο στρώμα εδάφους από αυτό που καταστρέφει η διάβρωση. Στις περιπτώσεις που η διάβρωση καταστρέφει περισσότερο στρώμα εδάφους από αυτό που σχηματίζεται στις δεδομένες συνθήκες, τότε η διάβρωση καλείται επιταχυνόμενη (accelerated erosion). Συνήθως η διάβρωση αυτή προέρχεται από τη δράση του νερού και έχει μεγάλη σημασία για τη γεωργία. Σχετικά με την ορολογία γεωλογική και επιταχυνόμενη διάβρωση, που επικρατεί σε ορισμένες βιβλιογραφίες, έχουμε να παρατηρήσουμε ότι οι όροι αυτοί δεν ανταποκρίνονται στην ουσία των διαδικασιών της διάβρωσης.

Η γεωλογική διάβρωση προχωρεί ταυτόχρονα και παράλληλα με την αποσάθρωση των πετρωμάτων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το επιφανειακό στρώμα που απομακρύνεται με τη διάβρωση αντικαθίσταται συγχρόνως από το υλικό που προκύπτει από την αποσάθρωση των πετρωμάτων. Το φαινόμενο αυτό συντελείται με βραδείς ρυθμούς και γι'αυτό δε γίνεται αντιληπτό.

Η επιταχυνόμενη διάβρωση αντίθετα προκαλεί ζημιές που είναι εμφανείς και που πολλές φορές οι ζημιές αυτές είναι μεγάλης έκτασης. Κατά την επιταχυνόμενη διάβρωση απομακρύνονται ποσότητες γόνιμου επιφανειακού εδάφους των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Στην αρχή απομακρύνονται τα λεπτόκοκκα τεμάχια του εδάφους, τα οποία είναι και τα πλέον χημικώς ενεργά, με αποτέλεσμα την εμφάνιση του άγονου και μη παραγωγικού

υπεδάφους. Ειδικότερα στη χώρα μας οι διαβρώσεις των κεκλιμένων γεωργικών εκτάσεων που αποτελούν σημαντικό ποσοστό στις απώλειες των καλλιεργημένων γεωργικών εκτάσεων, είναι έντονες και πάρα πολύ εντυπωσιακές. Η επιταχυνόμενη διάβρωση παρατηρείται στις περιπτώσεις που η καλλιέργεια του εδάφους δε γίνεται με επιστημονικό τρόπο. Όμως στις περιπτώσεις που ο παραγωγός εφαρμόζει αντιδιαβρωτικά μέτρα προστασίας και αντιδιαβρωτικά συστήματα καλλιέργειας, η διάβρωση μπορεί να μειωθεί σημαντικά και να παραμείνει σε κανονικά επίπεδα.

2.4. Βροχοπτώσεις και μηχανισμοί διάβρωσης του εδάφους

Η διάβρωση που προέρχεται από τη δράση των νερών της βροχής χαρακτηρίζεται από τις δύο κατωτέρω διαδικασίες:

- α) Τη διάσπαση των καλλιεργητικών βόλων του εδάφους με αποτέλεσμα το σχηματισμό λεπτών κόκκων ή λεπτών εδαφικών σωματιδίων και
- β) Την απομάκρυνση των λεπτών κόκκων ή των εδαφικών σωματιδίων από τους καλλιεργητικούς βόλους του εδάφους. Η διάσπαση των καλλιεργητικών βόλων του εδάφους οφείλεται στη δύναμη πρόσκρουσης των σταγόνων της βροχής και στη μεγάλη κινητική ενέργεια και ορμή αυτών. *Όσο η ένταση της καταιγίδας είναι μεγάλη τόσο μεγαλύτερες είναι οι σταγόνες της βροχής και επομένως η ταχύτητα αυτών μεγαλύτερη.* Η διάμετρος των σταγόνων βροχής μιας τυπικής ελαφρής σε ένταση βροχόπτωσης είναι περίπου 1 mm και η τελική ταχύτητα αυτών σχεδόν $3,8 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$. Σε δυνατές καταιγίδες η διάμετρος των σταγόνων της βροχής είναι

4,5 mm και η τελική ταχύτητα αυτών $9\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι σταγόνες αυτές (4,5 mm) να έχουν μια κινητική ενέργεια 500 φορές μεγαλύτερη και ορμή 200 φορές μεγαλύτερη από τις σταγόνες βροχής με τη μικρότερη διάμετρο. Επομένως όσο πιο σφοδρή είναι η καταιγίδα, τόσο πιο έντονο ψιλοχωμάτισμα προκαλούν οι βροχοσταγόνες στο έδαφος. Καταιγίδα με ένταση 5 cm h^{-1} , έχει καταστροφική ενέργεια ύψους $5,6\text{ KW}$ ανά εκτάριο. Όταν η ένταση της καταιγίδας προσεγγίζει τα $7,5\text{ cm h}^{-1}$ τότε η καταστροφική ενέργεια ανέρχεται σε $520\text{ K}\backslash\Lambda/$ ανά εκτάριο, δηλαδή σχεδόν 100 φορές μεγαλύτερη. Οι βροχοπτώσεις έντασης $2\text{-}3\text{ cm h}^{-1}$ δεν προκαλούν ψιλοχωμάτισμα στους καλλιεργητικούς βόλους του εδάφους. Οι σταγόνες της βροχής διαβρέχουν τους καλλιεργητικούς βόλους του εδάφους, που ανάλογα με το μέγεθος της δύναμης πρόσκρουσης προκαλείται σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό ψιλοχωμάτισμα αυτών με αποτέλεσμα τη διάβρωση του υδατοκορεσμένου εδάφους.

Οι μεταφερόμενοι με τα νερά της επιφανειακής απορροής λεπτοί εδαφικοί κόκκοι της άμμου έχουν διάμετρο $0,2\text{ mm}$. Τα αποτελέσματα της διάβρωσης του υδατοκορεσμένου εδάφους είναι:

- α) Ότι τα εδαφικά σωματίδια που περιέχουν εδαφικό χούμο διασπείρονται στο νερό και απομακρύνονται με τα νερά της επιφανειακής απορροής
- β) Δε μεταφέρονται με τα νερά απορροής οι χονδρότεροι κόκκοι της άμμου με αποτέλεσμα η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους να γίνεται χονδροαμμώδης

γ) Τα λεπτά εδαφικά σωματίδια που βρίσκονται σε διασπορά στο νερό φράσσουν τους μεγαλύτερους πόρους του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, που σε συνδυασμό με τη διάσπαση και επιπεδοποίηση των καλλιεργητικών βόλων του εδάφους δημιουργούν ένα συμπαγές στρώμα, που σε ορισμένες περιπτώσεις το στρώμα αυτό προφυλάσσει το έδαφος από την καταστροφική επίδραση των δυνάμεων πρόσκρουσης των βροχοσταγόνων.

Εκτός από τους ανωτέρω μηχανισμούς διάβρωσης του υδατοκορεσμένου εδάφους από τις σταγόνες της βροχής οι σταγόνες αυτές συμμετέχουν στη διάβρωση με τους μηχανισμούς αναπήδησης, που σ'αυτή την περίπτωση τα πιτσιλίσματα αυτά των μικρών σταγόνων με την πορεία της αναπήδησης απομακρύνουν τα λεπτότερα εδαφικά σωματίδια ακόμη και σε απόσταση μέχρι και ενός μέτρου.

Τα νερά της επιφανειακής απορροής απομακρύνουν το έδαφος που βρίσκεται σε κατάσταση αιωρήματος και δημιουργούν τους κατωτέρω τύπους διάβρωσης:

- Φυλλοειδή διάβρωση (Sheet erosion)
- Αυλακοειδή διάβρωση (Rill erosion)
- Χαραδρώδη διάβρωση (Gully erosion)

Στη φυλλοειδή διάβρωση το έδαφος απομακρύνεται σχεδόν ομοιόμορφα από κάθε τμήμα της επιφάνειας του κεκλιμένου εδάφους. Συνήθως η φυλλοειδής διάβρωση συνοδεύεται από μικρές και ακανόνιστες αυλακώσεις.

Η αυλακοειδής διάβρωση παρατηρείται σε ακάλυπτα κεκλιμένα εδάφη ή σε εδάφη που πρόσφατα έχουν φυτευθεί ή σε εδάφη που βρίσκονται σε αγρανάπαυση. Οι μικρές αυτές αυλακώσεις του εδάφους μπορεί να εξαλειφθούν με κατάλληλη κατεργασία του εδάφους, η απώλεια όμως του εδάφους ως αποτέλεσμα της διάβρωσης αυτής δημιουργεί προβλήματα και μείωση της γονιμότητας των εδαφών.

Όταν η ένταση των βροχοπτώσεων είναι υψηλή τότε σχηματίζονται μεγάλες αυλακώσεις στην επιφάνεια του κεκλιμένου εδάφους ή σχηματίζονται χαράδρες. Η επιφάνεια του εδάφους είναι ακανόνιστη καθόσον μεγάλες ποσότητες επιφανειακού εδάφους αλλά και εδάφους των βαθύτερων στρωμάτων απομακρύνονται με τα νερά της επιφανειακής απορροής. Το αποτέλεσμα είναι ότι στις πλημμυρισμένες περιοχές όπου εκβάλλουν οι χείμαρροι εγκαταλείπονται μεγάλες ποσότητες λάσπης, πέτρες ακόμα και κροκάλες.

2.5. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιταχυνόμενη διάβρωση. Γενική εξίσωση απώλειας εδάφους

Η ποσότητα του εδάφους που χάνεται με τη διάβρωση υδατοκορεσμένου εδάφους και με την αυλακοειδή διάβρωση υπολογίζεται με βάση την εμπειρική εξίσωση που είναι γνωστή ως γενική εξίσωση απώλειας εδάφους (Universal Soil Loss Equation, USLE).

$$A=R.K.L.S.C.P \quad (2.1)$$

όπου:

A= η ποσότητα του εδάφους που χάνεται με τη διάβρωση.

R= η διαβρωτική ικανότητα, διαβρωτικότητα (erosivity) των βροχοπτώσεων και των νερών της επιφανειακής απορροής, ως αποτέλεσμα της κινητικής ενέργειας των βροχών των καταιγίδων και με μέγιστη ένταση διάρκειας 30 min.

K= διαβρωσιμότητα του εδάφους που ισοδυναμεί με την τιμή της ποσότητας εδάφους που χάνεται από ένα κανονικό πειραματικό τεμάχιο μήκους 22,1 m και με κλίση 9% σε συνθήκες κατεργασίας καθαρισμού του εδάφους και σε διαρκή αγρανάπαυση.

L= το μήκος του κεκλιμένου εδάφους.

S= η κλίση του κεκλιμένου εδάφους.

C= εκφράζει το καλλιεργητικό σύστημα και τη διαχείριση του εδάφους.

P= ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε πρακτικές εφαρμογές που έχει ως σκοπό να ελέγχει τη διάβρωση του εδάφους π.χ. καλλιέργεια κατά τις ισοϋψείς καμπύλες και σε λωρίδες του εδάφους.

2.5.1.Βροχοπτώσεις και νερά της επιφανειακής απορροής

Ο παράγοντας της βροχόπτωσης και της επιφανειακής απορροής (R), αναφέρεται στη δύναμη διάβρωσης των βροχοπτώσεων και των νερών της επιφανειακής απορροής. Το συνολικό βροχομετρικό ύψος και η ένταση των βροχοπτώσεων είναι παράμετροι που επηρεάζουν τη διάβρωση των εδαφών. Υψηλό ετήσιο βροχομετρικό ύψος προερχόμενο από βροχοπτώσεις μικρής έντασης προκαλεί μικρή διάβρωση στα εδάφη, ενώ αντίθετα χαμηλότερο ετήσιο βροχομετρικό ύψος προερχόμενο

από βροχοπτώσεις υψηλής έντασης προκαλεί σοβαρές ζημιές στα εδάφη εξαιτίας της διάβρωσης. Επίσης η εποχιακή κατανομή των βροχοπτώσεων, επηρεάζει τις απώλειες του εδάφους από τη διάβρωση. Το έδαφος είναι ευπρόσβλητο στη διάβρωση, όταν η κλίση των σπόρων προετοιμάζεται με την παραδοσιακή κατεργασία του εδάφους, όπως συμβαίνει με τις καλλιέργειες του αραβοσίτου, βαμβακιού, ζαχαρότευτλων και γεωμήλων. Ο παράγοντας (R), μερικές φορές καλείται και δείκτης διάβρωσης των βροχοπτώσεων.

2.5.2. Διαβρωσιμότητα του εδάφους

Η διαβρωσιμότητα του εδάφους (K), αναφέρεται στην ποσότητα του εδάφους που χάνεται από ένα κανονικό πειραματικό τεμάχιο 22,1 m με κλίση 9% και σε συνθήκες κατεργασίας καθαρισμού του εδάφους και σε διαρκή αγρανάπαυση. Η διαβρωσιμότητα του εδάφους εξαρτάται α) από τη διηθητικότητα του εδάφους και β) από τη δομή του εδάφους. Η διηθητικότητα του εδάφους εξαρτάται σημαντικά από τη δομή του εδάφους, ειδικότερα από τη δομή του επιφανειακού ορίζοντα του εδάφους. Επίσης εξαρτάται από την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, από την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, το είδος και την ποσότητα της αργίλου που διαστέλλεται, το βάθος της εδαφικής κατατομής, την τάση που έχει το έδαφος να σχηματίζει κρούστα καθώς και την παρουσία αδιαπέρατης εδαφικής στρώσης.

Οι τιμές της διαβρωσιμότητας του εδάφους ποικίλλουν και κυμαίνονται από 0-0,6. Η τιμή (K), είναι μικρή για εδάφη με

καλή διηθητικότητα. Τέτοια εδάφη με καλή διηθητικότητα είναι τα αμμώδη εδάφη και τα αργιλώδη εδάφη που περιέχουν υψηλό ποσοστό ένυδρων οξειδίων του σιδήρου και αργιλίου ή καολινίτη. Επίσης τιμές του (K) μικρότερες από 0,2 ($K < 0,2$) είναι χαρακτηριστικές των εδαφών με ελαφρά σύσταση και των αργιλικών εδαφών που περιέχουν υψηλό ποσοστό ένυδρων οξειδίων του σιδήρου και αργιλίου ή καολινίτη. Εδάφη με μέτρια διηθητικότητα και μέτρια δομή έχουν δείκτη διαβρωσιμότητας (K), μεταξύ 0,2-0,3, ενώ εδάφη ευπρόσβλητα στη διάβρωση και με μικρή διηθητικότητα χαρακτηρίζονται από τιμές διαβρωσιμότητας μεγαλύτερες του 0,3 ($K > 0,3$).

2.5.3. Τοπογραφία του εδάφους

Η τοπογραφία του εδάφους (LS), αναφέρεται στο μήκος και στην κλίση των επικλινών περιοχών. LS, είναι ο λόγος της ποσότητας του εδάφους που χάνεται από την περιοχή που διαβρώνεται προς την ποσότητα του εδάφους που χάνεται από ένα κανονικό πειραματικό τεμάχιο μήκους 22,1 m και με κλίση 9% και ευρισκόμενο σε διαρκή αγρανάπαυση.

Η κλίση των επικλινών περιοχών επηρεάζει τη διάβρωση του εδάφους και σε βαθμό που οι απώλειες του εδάφους γίνονται μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερες είναι οι κλίσεις των κεκλιμένων εδαφών, με την προϋπόθεση ότι οι άλλοι παράγοντες και συνθήκες που επιδρούν στη διάβρωση έχουν τις ίδιες τιμές στα εδάφη αυτά. Το μήκος των επικλινών εδαφών είναι μεγάλης σημασίας, επειδή όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση των κεκλιμένων περιοχών, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ποσότητα των νερών της επιφανειακής απορροής.

2.5.4. Καλλιεργητικό σύστημα, αμειψισπορά και διαχείριση του εδάφους

Ο παράγοντας κάλυψη και διαχείριση του εδάφους (C), δείχνει την επίδραση του καλλιεργητικού συστήματος και της διαχείρισης των εδαφών στο ύψος των απωλειών του εδάφους λόγω διάβρωσης. Η επιλογή από τους γεωργούς των κατάλληλων φυτών, για καλλιέργεια των επικλινών περιοχών, θα πρέπει να είναι πρώτης προτεραιότητας, για να μειωθούν οι απώλειες του εδάφους από τη διάβρωση. Κάθε καλλιεργητικό σύστημα παρέχει διαφορετικό βαθμό αντιδιαβρωτικής προστασίας στα εδάφη. Τα δάση και τα διάφορα γρασίδια παρέχουν πολύ καλή αντιδιαβρωτική προστασία στις επικλινείς περιοχές, ενώ τα σανοδοτικά φυτά, ο συνδυασμός ψυχανθών και γρασιδιών παρέχουν μικρότερη αντιδιαβρωτική προστασία από ό,τι προσφέρουν τα δάση και τα διάφορα γρασίδια. Το σιτάρι και η βρώμη παρέχουν μέτρια αντιδιαβρωτική προστασία. Τα φυτά αραβόσιτος, βαμβάκι, σόγια και πατάτα παρέχουν μικρή αντιδιαβρωτική προστασία στις επικλινείς περιοχές. Κάθε τύπος φυτοκάλυψης παρέχει διαφορετικό βαθμό αντιδιαβρωτικής προστασίας στα εδάφη.

Η αμειψισπορά επηρεάζει σημαντικά τη διάβρωση και όσο για την επίλυση των προβλημάτων που προκαλεί η διάβρωση μεγάλη σημασία έχει η εφαρμογή της κατάλληλης αντιδιαβρωτικής αμειψισποράς. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει αυξημένη κάλυψη του εδάφους με πολυετείς καλλιέργειες, όπως τριφύλλια, μηδική, λειμώνια φυτά κ.λ.π.

2.6. ΠΟΤΑΜΙΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ

2.6.1. Ορισμοί και διαδικασία της απορροής

Ως απορροή (Runoff) χαρακτηρίζεται το μέρος εκείνο των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων το οποίο εμφανίζεται εντός των επιφανειακών ρευμάτων, παροδικού ή μόνιμου χαρακτήρα.

Ποσοτικώς η απορροή αναφέρεται σε συγκεκριμένη διατομή ενός ρεύματος και συντίθεται από τα νερά τα οποία έχουν συλλέγει από μία συγκεκριμένη επιφάνεια του εδάφους, η οποία καλείται **Λεκάνη απορροής**, και η οποία αντιστοιχεί στην ίδια ως άνω διατομή του ρεύματος.

Αναλόγως της ειδικότερης προέλευσης των υδάτων της απορροής, αυτή συντίθεται από την επιφανειακή και την υπόγεια απορροή.

Ως επιφανειακή απορροή (Surface runoff) χαρακτηρίζεται εκείνο το μέρος των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων το οποίο ρέει αρχικώς στην επιφάνεια του εδάφους και στην συνέχεια διέρχεται δια μέσου του συστήματος των υδατορρευμάτων μέχρις ότου καταλήξει στην έξοδο της Λεκάνης απορροής. Η διαδρομή αυτή, συνεπώς δε και η επιφανειακή απορροή, συμπληρώνεται συνήθως σε ένα σχετικό βραχύ διάστημα.

Η **υπόγεια απορροή** (Groundwater runoff) προέρχεται από το τμήμα εκείνο των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων το οποίο αρχικώς διηθήθηκε εντός του εδάφους και στη συνέχεια δια πλευρικής κινήσεως (δηλαδή κίνηση με μία έντονη οριζόντια συνιστώσα), βρήκε διέξοδο προς ένα επιφανειακό ρεύμα.

Εάν η διήθηση και στη συνέχεια η πλευρική κίνηση πραγματοποιήθηκαν σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους και πριν συναντηθεί ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, η απορροή μπορεί να ονομαστεί **υπεδάφια απορροή** (Interflow). Η απορροή αυτή συμπληρώνεται επίσης σε σχετικά βραχύ χρονικό διάστημα, σε αντίθεση προς τη καθαρώς υπόγεια απορροή, η οποία λαμβάνει χώρα μέσω του υπόγειου υδροφόρου στρώματος και η οποία απαιτεί μεγάλα χρονικά διαστήματα για την συμπλήρωση της.

Ως συνέπεια της ιδιάζουσας σημασίας την οποία έχει από πρακτικής απόψεως η διάρκεια συμπληρώσεως της απορροής, η απορροή διακρίνεται στην άμεση και την βασική απορροή.

Άμεση απορροή (Storm ή Direct runoff) είναι εκείνη η οποία εισέρχεται στα υδατορρέυματα αμέσως μετά την βροχόπτωση ή την τήξη του χιονιού και αποτελείται κυρίως από την επιφανειακή απορροή και ένα μέρος της υπεδάφιας απορροής.

Αντιθέτως η **βασική απορροή** (Base flow) συντίθεται κυρίως από την υπόγεια απορροή και αποτελεί τη ροή των ρευμάτων κατά τα μεταξύ των βροχοπτώσεων χρονικά διαστήματα.

Για να λάβει χώρα απορροή πρέπει προηγουμένως να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις ορισμένων άλλων διαδικασιών του υδρολογικού κύκλου. Έτσι, με την έναρξη της βροχόπτωσης, αρχίζει πρώτα η ικανοποίηση των αναγκών της **συγκρατήσεως** (Interception) μέρους των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων από τη βλάστηση. Στη συνέχεια καλύπτονται οι ανάγκες της **διήθησης** (Infiltration), όταν δε η ένταση της βροχής γίνει μεγαλύτερη από την ταχύτητα

διήθησης του νερού στο έδαφος, τότε αρχίζει η ικανοποίηση των αναγκών της επιφανειακής αποθηκεύσεως εντός των μικροκοιλοτήτων του εδάφους (Depression storage).

Μετά την ικανοποίηση όλων των ως άνω αναγκών αρχίζει η δημιουργία της επιφανειακής απορροής. Οι διαδικασίες της υπεδάφιας και της υπόγειας απορροής συντελούνται παράλληλα, εφ' όσον προηγουμένως έχουν ικανοποιηθεί οι σχετικές για τούτο προϋποθέσεις όπως, για παράδειγμα, είναι η ανύψωση της εδαφικής υγρασίας μέχρι της υδατοϊκανότητας του εδάφους και η κάλυψη των αναγκών της εσατμισοδιαπνοής.

Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι από την άποψη των απορροών, το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δύο συνιστώσες: το περίσσευμα της βροχόπτωσης και τις απώλειες.

Το **περίσσευμα της βροχόπτωσης** (Rainfall excess) είναι το μέρος εκείνο της βροχόπτωσης το οποίο συντελεί αμέσως στην δημιουργία επιφανειακής απορροής. Οι **απώλειες** (Losses) αποτελούν το υπόλοιπο της βροχόπτωσης, το οποίο δε συντελεί στη δημιουργία επιφανειακής απορροής και περιλαμβάνουν τη συγκράτηση από τη βλάστηση, την εξάτμιση, τη διαπνοή, την επιφανειακή αποθήκευση στις κοιλότητες του εδάφους και την διήθηση.

Ως Λεκάνη απορροής (Drainage basin, catchment area, watershed) χαρακτηρίζεται ένα τμήμα της επιφάνειας της γης στο οποίο υπάρχει ένα στραγγιστικό δίκτυο (τα υδατορρεύματα διαφόρων

βαθμίδων) και από το οποίο όλη η **επιφανειακή απορροή** διέρχεται από μία διατομή του κύριου ρεύματος. Η διατομή αυτή χαρακτηρίζεται ως η **έξοδος** της Λεκάνης απορροής. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι οποιαδήποτε διατομή του κυρίου ρεύματος μπορεί να αποτελέσει την έξοδο μίας Λεκάνης απορροής, εκείνης η οποία αντιστοιχεί στην διατομή αυτή.

Φυσικώς και τοπογραφικώς η Λεκάνη απορροής ορίζεται από μία κλειστή υψηλή γραμμή, καλούμενη **υδροκρίτης**, η οποία ενώνει τα υψηλότερα σημεία της θεωρούμενης περιοχής στα οποία λαμβάνει χώρα διαχωρισμός των υδάτων της απορροής μεταξύ γειτονικών Λεκανών απορροής.

Τα υπόγεια νερά, τα οποία απορρέουν επίσης προς το κύριο υδατόρρευμα και την έξοδο μίας επιφανειακής Λεκάνης απορροής, προέρχονται από μία αντίστοιχη **υπόγεια Λεκάνη απορροής**, τα όρια της οποίας όμως δεν συμπίπτουν πάντοτε με τα όρια της υπερκείμενης επιφανειακής Λεκάνης απορροής.

Η Λεκάνη απορροής ενός υδατορρεύματος αποτελεί μία αυτοτελή υδρολογική μονάδα. Ως εκ τούτου, η Λεκάνη απορροής στο σύνολό της αποτελεί αντικείμενο πολλών ειδικών υδρολογικών μελετών (π.χ. σχέσεις μεταξύ βροχοπτώσεων - απορροών, συνολικός όγκος απορροής για διάφορα χρονικά διαστήματα, πλημμυρικές απορροές κτλ.), για τις μελέτες αυτές τυγχάνει απαραίτητη η γνώση της φυσιογραφίας της Λεκάνης απορροής.

Το εμβαδόν, *A*, της Λεκάνης απορροής είναι το εμβαδόν της προβολής της επί οριζοντίου επιπέδου και προσδιορίζεται με

εμβαδομέτρηση, αφού αφαιρεθούν οι περιοχές οι οποίες δεν συμβάλλουν στην απορροή του ρεύματος (π.χ. κλειστές λεκάνες με μία λίμνη στην οποία συγκεντρώνεται το νερό).

Η πυκνότητα στραγγίσεως, D , είναι το μέσο μήκος των υδατορρευμάτων ανά μονάδα επιφάνειας της Λεκάνης απορροής

$$D = \Sigma L / A,$$

όπου ΣL είναι το συνολικό μήκος των ρευμάτων όλων των κατηγοριών (συνεχούς, διακεκομμένης ή εφήμερης ροής).

Η καμπύλη επιφάνειας - υψομέτρου της Λεκάνης απορροής (γνωστή και ως **υψομετρική καμπύλη**) παριστάνει τη ποσοστιαία κατανομή με το υψόμετρο της επιφάνειας η οποία υπέρκειται (ή υπόκειται) δοθέντος υψομέτρου. Κατασκευάζεται, ύστερα από τον προσδιορισμό με εμβαδομέτρηση της επιφάνειας της Λεκάνης απορροής, η οποία υπέρκειται ορισμένου υψομέτρου, υπολογισμό αυτής ως εκατοστιαίου ποσοστού της όλης επιφάνειας και σχεδίαση αυτού ως συνάρτηση του συγκεκριμένου υψομέτρου.

Το μέσο υψόμετρο της Λεκάνης απορροής είναι η μέση τεταγμένη του ως άνω διαγράμματος. Για τον προσδιορισμό του, το μέσο υψόμετρο μεταξύ δύο ισοϋψών καμπύλων πολλαπλασιάζεται επί την αντίστοιχη επιφάνεια (δηλαδή την μεταξύ αυτών περικλειομένη επιφάνεια) και το άθροισμα των γινομένων διαιρείται δια του συνολικού εμβαδού.

Η μηκοτομή του υδατορρεύματος παριστάνει το υψόμετρο του πυθμένα του κύριου ρεύματος ως συνάρτηση της (αναπτυγμένης) αποστάσεως από την έξοδο της Λεκάνης απορροής.

Η μέση κλίση προσδιορίζεται με τη χάραξη μίας ευθείας γραμμής κατά τρόπο ώστε τα εμβαδά τα οποία περικλείονται μεταξύ αυτής και της μηκοτομής του ρεύματος να είναι ίσα.

2.6.2. Μονάδες μέτρησης της απορροής

Οι απορροές αποτελούν αντικείμενο πρώτιστης σημασίας για την Τεχνική Υδρολογία δεδομένου ότι πλείστες υδρολογικές μελέτες έχουν ως τελικό σκοπό τον προσδιορισμό της παροχής ή του όγκου των υδάτων τα οποία απορρέουν από μία περιοχή. Η μέτρηση, συνεπώς, των απορροών αποτελεί βασικό παράγοντα για την επίτευξη του ως άνω σκοπού.

Συνήθως η απορροή από τη συνολική επιφάνεια μίας Λεκάνης απορροής εκφράζεται σε μονάδες παροχής, ήτοι σε όγκο ανά μονάδα χρόνου διερχόμενο από τη διατομή της εξόδου της Λεκάνης απορροής. Η συνηθέστερη μονάδα παροχής είναι η έκφραση αυτής σε **κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο**, [m^3/sec]. Αναγόμενη δε αυτή στην μονάδα επιφάνειας της Λεκάνης απορροής καλείται **ειδική απορροή** και εκφράζεται σε $\text{m}^3/\text{s.km}^2$.

Προκειμένου περί της συνολικής απορροής μίας μεμονωμένης βροχής ή της απορροής κατά τη διάρκεια ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος (π.χ. ενός μήνα), η απορροή εκφράζεται σε μονάδες όγκου ήτοι **κυβικά μέτρα** [m^3], ή πολλαπλάσια

αυτού, όπως είναι το **κυβικό εκατόμετρο** ($[cm^3]$, όπου $1 cm^3 = 10^6 m^3$) ή το **κυβικό χιλιόμετρο** ($[km^3]$, όπου $1 km^3 = 10^9 m^3$).

Για την σύγκριση της απορροής με το ύψος της βροχόπτωσης από την οποία αυτή προήλθε, η απορροή δίνεται επίσης να εκφραστεί με το **ισοδύναμο ύψος νερού** (συνήθως σε mm) με το οποίο ο όγκος της απορροής θα ήταν δυνατό να καλύψει μία οριζόντια επιφάνεια ίση σε έκταση με το εμβαδόν της Λεκάνης απορροής. Στη περίπτωση αυτή ο λόγος του ύψους της απορροής προς το ύψος της βροχόπτωσης από την οποία αυτή προκλήθηκε καλείται **Συντελεστής απορροής**.

2.7. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2.7.1. Αρχές διαχείρισης

Η διαχείριση, που σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο αναφέρεται επίσημα σαν management, είναι ίσως το σημαντικότερο ζήτημα της ανάπτυξης και χρήσης των έργων των υδατικών πόρων. Ο κατάλογος, των σχετικών με το νερό, προβλημάτων είναι εντυπωσιακός (πλημμύρες, λειψυδρίες, ρύπανση, μόλυνση, υψηλό κόστος ανάπτυξης και βελτίωσης κτλ).

Παρόλα αυτά χωρίς να υποτιμά κανείς την τεχνική επίλυση αυτών των ζητημάτων, φαίνεται ότι η αντιμετώπιση τους είναι θέμα περισσότερο διαχειριστικής πολιτικής και λήψης των σχετικών αποφάσεων. Αυτό που συχνά αποκαλείται «διαδικασία επίλυσης προβλημάτων», μπορεί να αναγνωριστεί σα τη διαδικασία διαχείρισης, που έχει πολλά κοινά σημεία με τη

διαδικασία σχεδιασμού. Αποτελείται συνοπτικά από τα ακόλουθα στάδια:

- ❖ Καθορισμός στόχων
- ❖ Εύρεση εναλλακτικών λύσεων
- ❖ Αξιολόγηση λύσεων
- ❖ Εφαρμογή της επιλεγμένης λύσης (ή των επιλεγμένων λύσεων)

Η διαχείριση των υδατικών πόρων λοιπόν, συνδέεται στενά με την πολιτική. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι διαχειριστές (managers) πρέπει να είναι πολιτικοί, αλλά ότι πρέπει να είναι ικανοί να εργάζονται σε ένα έντονα πολιτικό περιβάλλον. Επιπλέον πρέπει να έχουν και την αντίστοιχη επιστημονική κατάρτιση, καθώς τα προβλήματα είναι εξειδικευμένα. Συντομογραφικά, μπορεί να λεχθεί ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες, σχετικά με την ανάπτυξη, διατήρηση, προστασία και τον έλεγχο προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους, κάτω απ' όλες τις συνθήκες, με την ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος και τη αειφορία του πόρου. Η διαχείριση, δηλαδή πρέπει να είναι προετοιμασμένη για όλα τα πιθανά συμβάντα και αυτό καθορίζει και το βαθμό επιτυχίας της.

Τα μέτρα διαχείρισης επηρεάζουν το βαθμό και το ρυθμό αλλαγής στο περιβάλλον που εφαρμόζονται. Κάθε προσπάθεια διαχείρισης υδατικών πόρων είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει οικολογικές αξίες και περιβαλλοντικά κριτήρια, ώστε να μην υπονομεύεται η αειφορία των οικοσυστημάτων. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές μορφές κρίσεων τις οποίες

καλείται να αντιμετωπίσει η διαχείριση των υδατικών πόρων (Καραβίτης Χρ., 2004):

1. Τεχνική κρίση: έχει να κάνει με τα προβλήματα προσφοράς και ζήτησης νερού. Προτείνονται μέτρα, όπως η εξεύρεση νέων πηγών, η καλύτερη αξιοποίηση των ήδη υπαρχόντων, η επαναχρησιμοποίηση του νερού κτλ.

2. Οικολογική κρίση: αφορά στην ποιότητα του νερού που συνεχώς επιδεινώνεται λόγω ρύπανσης.

3. Μεθοδολογική κρίση: εννοώντας την κρίση δεδομένων και πληροφόρησης, όχι μόνο σαν διαθεσιμότητα και εγκυρότητα, αλλά και σαν μέρος του σχεδιασμού συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.

4. Οργανωτική κρίση: για την εξάλειψη της οποίας είναι αναγκαία η θεσμική κινητοποίηση και ο συντονισμός. Με άλλα λόγια το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο καθώς και το κατάλληλα εξειδικευμένο προσωπικό.

Κάθε επιστημονικός κλάδος δίνει διαφορετική διάσταση στον ορισμό της διαχείρισης. Όσον αφορά στους υδατικούς πόρους, ένας γενικός και περιεκτικός ορισμός δέχεται σαν διαχείριση υδατικών πόρων την εφαρμογή δομικών και μη δομικών μέτρων για την κάλυψη - τόσο σε ποσότητα όσο και ποιότητα - των αναγκών του παρόντος σε νερό, λαμβάνοντας υπόψη τις μελλοντικές γενιές και την προστασία του περιβάλλοντος. Η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες, σχετικά με την ανάπτυξη, την διατήρηση, την

προστασία και τον έλεγχο προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους, κάτω από όλες τις συνθήκες. Επομένως, η διαχείριση πρέπει να είναι προετοιμασμένη για όλα τα ενδεχόμενα και αυτό καθορίζει και το βαθμό επιτυχίας της. Ως καθήκοντα της διαχείρισης θεωρούνται τα εξής, σύμφωνα με τον Grigg, 1996:

1. **Σχεδιασμός** (planning)
2. **Οργάνωση** (organization)
3. **Διεύθυνση** (command)
4. **Έλεγχος** (control)

Σημαντικό ρόλο παίζουν ακόμα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια και το οικονομικό πλαίσιο (χρηματοδότηση). Η εφαρμογή των δύο προαναφερθέντων παραγόντων στην λειτουργία και τη συντήρηση των έργων υδατικών πόρων είναι απαραίτητη.

Παρακάτω γίνεται μία συνοπτική ανάλυση των καθηκόντων της διαχείρισης (Καραβίτης Χ.,2009):

1. Σε διαχειριστικό επίπεδο σαν **σχεδιασμός** ορίζεται η διαδικασία καθορισμού των στόχων, των σκοπών και προσδιορισμού των καθηκόντων των επιμέρους εργασιών.
2. Η **οργάνωση** αποτελεί βασική αρχή και καθήκον της διαχείρισης. Μέσω της οργάνωσης θα εφαρμοστεί ο σχεδιασμός και συνήθως εκφράζεται από έναν «οργανισμό», η δομή του οποίου απορρέει από τον στόχο του. Ανεξάρτητα όμως από τα διαφορετικά στοιχεία κάθε οργανισμού που

προσαρμόζονται στα αντίστοιχα καθήκοντα τους, παρατηρούνται σε όλους τους αποτελεσματικούς οργανισμούς τα εξής κοινά στοιχεία: επικοινωνία, έλεγχος, διοίκηση, πληροφόρηση.

3. Η **διεύθυνση** που αποτελεί σημαντικό κομμάτι της διαχείρισης για την ανάθεση καθηκόντων και την αξιολόγηση αποτελεσμάτων, γίνεται κυρίως μέσω του οργανισμού.
4. Αναπόσπαστο στοιχείο της οργάνωσης και στην ουσία απαραίτητο για την αξιολόγηση των συνολικών στόχων της διαχείρισης, είναι ο **έλεγχος**. Γι' αυτό και πολλές φορές μπορεί να εφαρμόζεται και από διαφορετικούς οργανισμούς.

Από την αρχαιότητα ακόμα, η ανάγκη του ανθρώπου να αντιμετωπίσει ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι πλημμύρες και η ξηρασία, τον οδήγησε στην εφεύρεση τεχνικών για την καταλληλότερη διαχείριση των υδατικών πόρων. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της βιομηχανικής ανάπτυξης και της απότομης αύξησης του πληθυσμού, παρατηρείται μαζική κατασκευή υδραυλικών - μηχανικών έργων για τον έλεγχο των πλημμύρων, τον εφοδιασμό ύδατος, την υδροηλεκτρική ενέργεια και την άρδευση. Οι φυσικές - μηχανικές λύσεις είναι η βάση του παραδοσιακού τρόπου προσέγγισης και αντιμετώπισης τέτοιων προβλημάτων. Καθώς όμως περνάνε τα χρόνια παρουσιάζονται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο σκέψης όσον αφορά τη διαχείριση του νερού και την ικανοποίηση των αναγκών. Λαμβάνοντας υπόψη τα νέα δεδομένα, οι ειδικοί ανέπτυξαν

νέες μεθόδους, οι οποίες όμως χρησιμοποιούσαν την ήδη υπάρχουσα υποδομή με κύριο στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Σήμερα γνωρίζουμε ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων δεν απευθύνεται αποκλειστικά στο κράτος, αλλά και σε τρεις ομάδες ενδιαφερομένων:

- i. Το κοινό (οι χρήστες του νερού)
- ii. Τους λήπτες των αποφάσεων (πολιτικοί, κυβέρνηση)
- iii. Τους μελετητές, ερευνητές, τεχνοκράτες

Για επιτυχημένη διαχείριση υδατικών πόρων είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των τριών κατηγοριών αυτών, όπως και η συναίνεσή τους. Είναι γεγονός ότι προσπάθειες διαχείρισης που έγιναν χωρίς την υποστήριξη του κοινού απέτυχαν. Ένα ακόμα σημαντικό ζήτημα για την επιτυχία ενός έργου διαχείρισης υδατικών πόρων είναι η ανάγκη συντονισμένης ενημέρωσης του κοινού και των μέσων ενημέρωσης.

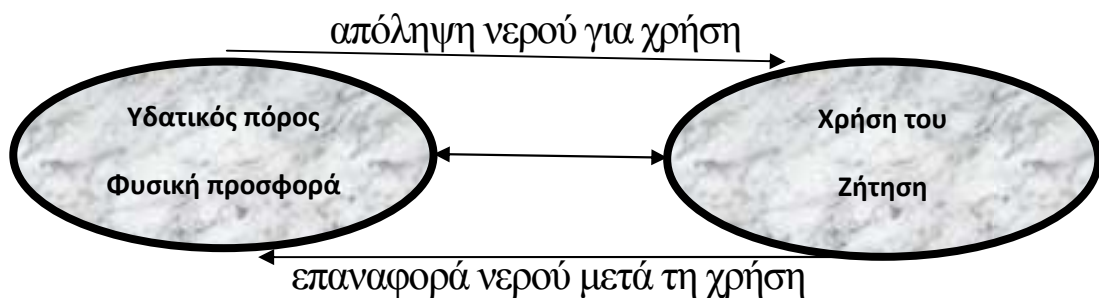
Οι κύριες δραστηριότητες της διαχείρισης των υδατικών πόρων πρέπει να είναι οι ακόλουθες (Κώνστας, Ι., 2004):

1. Συλλογή και ανάλυση των απαραίτητων ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων (μετεωρολογικά, υδρολογικά, πληθυσμιακά κτλ.)
2. Έρευνα και μελέτη της παρούσας κατάστασης των υδατικών πόρων και προβλέψεις για το μέλλον
3. Ανάπτυξη τακτικής μέσω της διαμόρφωσης σεναρίων

βελτίωσης

4. Λήψη αποφάσεων και εξασφάλιση της αποδοχής και συμμετοχής των ενδιαφερομένων ομάδων
5. Εφαρμογή της τακτικής
6. Διόρθωση και βελτίωση των αποφάσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα.

- ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ -



Εικόνα 2.1: Διαχείριση του συστήματος

αφορά στη γνώση του πόρου και στον προγραμματισμό των χρήσεων με συντονισμένη δράση στα επίπεδα (Καραβίτης Χρ., 2009):

1. Οικονομικό
2. Θεσμικό
3. Κοινωνικό
4. Τεχνολογικό
5. Περιβαλλοντικό
6. Σήμερα και στο μέλλον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

<<ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ>>

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται σχηματικά μια σειρά με τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας.

Προκαταρκτικό Σχέδιο της Εργασίας



Αναζήτηση Πληροφοριών Σχετικών με το Μοντέλο PESERA



Εξοικείωση με το Μοντέλο PESERA



Αναζήτηση Πληροφοριών Σχετικών με τις Διάφορες Μεθόδους
Λήψης Αποφάσεων



Αναζήτηση Γενικών Πληροφοριών Σχετικά με την περιοχή της
Λίμνης Πλαστήρα καθώς και για τον Ταμιευτήρα



Αναζήτηση Πληροφοριών από το Υπουργείο Αγροτικής
Ανάπτυξης & Τροφίμων



Συγκέντρωση και Αξιολόγηση των Πληροφοριών



Εφαρμογή του Μοντέλου PESERA



Ανάλυση των Αποτελεσμάτων

Σχήμα 1 : Η διαδικασία ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

<<ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ>> (ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ)

ΦΡΑΓΜΑ ΤΑΥΡΩΠΟΥ

Σύντομο ιστορικό

Την ιδέα κατασκευής του φράγματος συνέλαβε ο στρατηγός Πλαστήρας το 1925, όταν παραθέριζε στην Ιερά Μονή Κορώνης λίγο πιο μακριά από την θέση κατασκευής του.

Στη συνέχεια, με πρωτοβουλία του Στρατηγού Πλαστήρα, οι τεχνικές Υπηρεσίες του Υπ. Γεωργίας συνέταξαν προκαταρτική Μελέτη που περιελάμβανε και τα αποτελέσματα γεωτρήσεων.

Τον Μάιο του 1929 είδε το φως η πρώτη έκθεση της Υπηρεσίας, που έλαβε την ονομασία “Έκθεση SENN” από το όνομα του ειδικού Ελβετού υδραυλικού LOUIS SENN.

Το 1932 το Υπ. Γεωργίας προχώρησε σε παραπέρα μελέτη μετά και από σχετική έκθεση του μηχανικού Συράκου. Ενώ εκεί είχαν φθάσει τα πράγματα, το 1932 άρχισαν πολιτικές αντιδράσεις, αντιδικίες συγγενών Υπηρεσιών διαφόρων Υπουργείων και έτσι η πραγματοποίηση του Έργου σταμάτησε και μόνο η ιδέα ήταν ζωντανή. Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, στο πρόγραμμα των εγγειοβελτιωτικών Έργων, το έργο Ταυρωπού κατείχε την 11^η σειρά στην ιεράρχηση.

Η ΔΕΗ με γενικό Δ/ντή τον καθηγητή του Ε.Μ.Π. Γ. Πεζόπουλο υιοθέτησε το έργο, όπως και η κυβέρνηση του στρατάρχη Παπάγου και σε μια από τις συνεδριάσεις της το έργο Ταυρωπού εντάχθηκε μεταξύ των πρώτων της δεύτερης σειράς των έργων εξηλεκτισμού.

Το Νοέμβριο του 1953 έγινε προκήρυξη διεθνούς διαγωνισμού από το Υπ. Συντονισμού για την ανάδειξη εργολάβου.

Έπειτα από μακρές διαπραγματεύσεις η εκτέλεση του έργου ανατέθηκε στην Γαλλική Εταιρεία OMNIUM LYONNAIS-COTECI (OL-CO), με σύμβαση που υπογράφηκε το 1955. Η Εταιρεία αυτή άλλαξε τη μελέτη KNAPPEN και αντί για χωμάτινο φράγμα προκρίθηκε η αρχική θέση “Κακαβάκια” με την κατασκευή φράγματος από μπετόν. Τον έλεγχο και την επίβλεψη είχε η ΔΕΗ, με τεχνικό Σύμβουλο την Εταιρεία EBASCO. Το έργο σε ποσοστό 40% χρηματοδοτήθηκε από τις Γαλλικές πιστώσεις.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων

Η θέση του φράγματος δομείται από λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους, οι οποίοι είχαν ικανοποιητική αντοχή για να δεχθούν τοξωτό φράγμα από σκυρόδεμα και επί πλέον ήταν ελάχιστα καρστικοποιημένοι και παρουσίασαν μικρή υδατοπερατότητα.

Χαρακτηριστικά της μικρής περατότητας ήταν:

- Η παρουσία μικροπηγών στα πρανή της θέσης του φράγματος και μετά από βροχοπτώσεις, γεγονός δηλωτικό ότι δεν υπήρχε βαθιά αποστράγγιση του νερού.
- Η ψηλή στάθμη του υπόγειου νερού μέσα στο πέτρωμα.

- Οι μικρές τιμές απορρόφησης νερού που διαπιστώθηκαν από δοκιμές εις πιέσεων, που έγιναν στις ερευνητικές γεωτρήσεις.
- Η λεκάνη κατάκλυσης δομείται εξ ολοκλήρου από φλύσχη της ζώνης Πίνδου στον οποίο επικρατούν τα αργιλικά μέλη αυτού, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται η στεγανότητα του ταμιευτήρα. Με την βοήθεια και πρόσφατων γεωλογικών ερευνών προέκυψε ότι ο φλύσχος της ευρύτερης περιοχής παρουσιάζει ισχυρή τεκτονική καταπόνηση, διότι βρέθηκε κάτω από την επίδραση αλληπάλληλων ανάστροφων κυρίως ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ.

Εμπλουτισμός Ταμιευτήρα

Η σπουδαιότητα που παρουσιάζει η αξιοποίηση των νερών του ταμιευτήρα “Λ. Πλαστήρα”, για αρδευτικούς, αλλά και ενεργειακούς σκοπούς είχε ως αποτέλεσμα να συνταχθούν κατά καιρούς προκαταρτικές μελέτες για εμπλουτισμό της από γειτονικές υδρολογικές λεκάνες.

Τέτοιες λεκάνες ήταν εκείνες των χειμάρρων Ντόκαλου, Στάικα, Φλωρεσιώτη και Κερασιώτη.

Πριν την τελική επιλογή ερευνήθηκαν πολλοί άξονες μεταφοράς των νερών της στη λίμνη, λόγω των σοβαρών γεωλογικών-γεωτεχνικών προβλημάτων που παρουσίαζαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής (ισχυρά καταπονημένοι και ποιοτικά υποβαθμισμένοι ιλυολιθικοί κυρίως σχηματισμοί του φλύσχη Πίνδου).

Τελικά επελέγη η χάραξη εκείνη που προβλέπει την διάνοιξη ευθύγραμμης σήραγγας διαμέτρου 3,2 m και μήκους 1300 m

περίπου, μεταξύ του σημείου υδροληψίας (στον Κερασιώτη) και του σημείου εξόδου στο χείμαρρο Κρυονερίτη της κοινότητας Κρυονερίου.

Όγκος σκυροδέματος: $100,000 \text{ m}^3$.

Σήραγγα ωοειδούς διατομής 1.50 m πλάτους $2-2.20 \text{ m}$ ύψους.

Γεωλογικά: Θεμελίωση σε στρώμα συμπαγών ασβεστόλιθων λίγο διαπερατών σε βάθος $4-5 \text{ m}$ κάτω από την κοίτη του ποταμού. Κατασκευάστηκαν διαφραγματικές κουρτίνες σε βάθος 40 m και 24 m .

Για το σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκαν αδρανή της περιοχής. Τσιμέντο με 10% πρόσμιξη θηραϊκής γης στο κλίνκερ και σε ποσότητα 250 kg/m^3 . Χρησιμοποιήθηκε αερακτικό FRO-8. Σε προκαταρκτική μελέτη στο ΕΜΠ* επιτεύχθηκαν εκείνη την εποχή αντοχές της τάξεως των $300-400 \text{ kg/cm}^2$ με απαιτούμενη αντοχή γύρω στα 250 kg/cm^2 .

Υπερχειλιστές Ταυρωπού

Οι υπερχειλιστές του φράγματος αποτελούνται από δύο ζεύγη ελευθέρων στομίων περίπου στο μέσο της στέψης, τα οποία οδηγούν το νερό στον κατάντη πόδα του φράγματος ύστερα από πτώση 70 m . Οι υπερχειλιστές βρίσκονται σε υψόμετρο $+792 \text{ m}$ και κάθε ανοικτό στόμιο έχει διαστάσεις $3.50 \times 2.50 \text{ m}$. Συνολικά, το άνοιγμα των υπερχειλιστών είναι $14.00 \times 2.50 \text{ m}$ και η μέγιστη παροχή τους $460 \text{ m}^3/\text{s}$ στην ανώτατη στάθμη της λίμνης, που είναι στο $+794.30 \text{ m}$. Ο συγκεκριμένος τύπος υπερχειλιστή είναι ο ιδανικός για τοξωτό φράγμα καθώς δεν αποτελεί ξεχωριστό έργο και μειώνει τις δαπάνες κατασκευής του στο ελάχιστο. Η κινητική ενέργεια του νερού

καταστρέφεται σε πρώτο στάδιο κατά τη διάρκεια της πτώσης και σε δεύτερο στάδιο κατά την πρόσκρουση του νερού στον πόδα του φράγματος, όπου κατάλληλα διαμορφωμένη διώρυγα με ενισχυμένο σκυρόδεμα και κλίση προς τα κατόντη οδηγεί το νερό στην παλαιά κοίτη του ποταμού.

Εκκενωτές πυθμένα Ταυρωπού

Οι εκκενωτές πυθμένα αποτελούνται από δύο δίδυμους αγωγούς εσωτερικής διαμέτρου 2.20 m ο καθένας. Στην ανάντη πλευρά η είσοδος των αγωγών είναι κατασκευασμένη με ειδικές εσχάρες από σκυρόδεμα οι οποίες εμποδίζουν τη διέλευση μεγάλων αντικειμένων όπως κορμοί δέντρων και κατακρημνίσματα τα οποία θα μπορούσαν να τους φράξουν. Αμέσως μετά το έργο εισόδου, ένα κατακόρυφο θυρόφραγμα μπορεί να απομονώσει τον αγωγό για επισκευές και συντήρηση. Ο χειρισμός αυτού του θυροφράγματος ελέγχεται από ένα δωμάτιο στο μέσο του φράγματος και σε υψόμετρο +789.95 m. Το έργο εξόδου του κάθε εκκενωτή είναι και το πιο ενδιαφέρον. Πρόκειται για μία βαλβίδα κοίλης φλέβας σχεδιασμένη έτσι ώστε να αποτονώνει την ενέργεια του νερού διασπείροντας τη ροή.

Οι εκκενωτές ανοίγουν με ένα μηχανικό σύστημα από δύο ηλεκτρικούς κινητήρες συνδεδεμένους σε σειρά, που μετακινούν προς τα πίσω το κυλινδρικό κάλυμμα της βαλβίδας επιτρέποντας έτσι τη ροή του νερού. Οι δύο εκκενωτές μπορούν να ανοίξουν και χειροκίνητα.

Εκκένωση και από τη σήραγγα εκτροπής

Η σήραγγα εκτροπής μήκους 145 m και εσωτερικής διαμέτρου 5.26 m είναι επενδυμένη με σκυρόδεμα ενώ το τελευταίο τμήμα της (μήκους περίπου 60 m) είναι εκσκαφή σε βράχο χωρίς επένδυση. Περίπου 10 m πριν το τέλος του σκυροδέματος (70 m από το τέλος της σήραγγας) τοποθετήθηκε το 1959 ειδικό μεταλλικό πώμα έτσι ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία πλήρωσης του ταμιευτήρα. Το μεταλλικό πώμα προστατεύεται με δύο μεταλλικές θύρες. Στην επιφάνειά του έχει ειδικές εσοχές στις οποίες μπορούν να τοποθετηθούν εκρηκτικά έτσι ώστε σε περίπτωση ανάγκης να το ανατινάξουν και να επιτρέψουν τη διέλευση του νερού και την εκκένωση του ταμιευτήρα. Προφανώς μετά την ανατίναξη της φραγής αυτής, το νερό δεν μπορεί να σταματήσει παρά μόνο όταν ο ταμιευτήρας αδειάσει.

Συμπεράσματα από τη λειτουργία των υπερχειλιστών

Το φράγμα του Ταυρωπού είναι το μοναδικό τοξωτό φράγμα με διπλή καμπυλότητα στην Ελλάδα και το μοναδικό φράγμα το οποίο διαθέτει ανοικτούς υπερχειλιστές ελεύθερης πτώσης. Σε μεταγενέστερα φράγματα από σκυρόδεμα στα οποία ο υπερχειλιστής μπορούσε να κατασκευαστεί πάνω στο σώμα του φράγματος, προτιμήθηκε η λύση υπερχειλιστή με θυροφράγματα ελεγχόμενα από το προσωπικό του έργου. Η εμπειρία από τη λειτουργία του έργου έδειξε ότι αφενός η ρυθμιστική ικανότητα του ταμιευτήρα και αφετέρου η προληπτική ταπείνωση της στάθμης του σε περίπτωση πλημμύρας από τον αγωγό προσαγωγής, δημιουργούν συνθήκες που κάνουν σπάνια την υπερχείλιση από τα ελεύθερα στόμια. Παρά τη σπανιότητα του φαινομένου, εξαιτίας του μεγάλου

ύψους πτώσης (70 m περίπου) το έργο καταστροφής ενέργειας στον κατάντη πόδα του φράγματος φθείρεται έντονα κατά τη λειτουργία του υπερχειλιστή. Το νερό της πλημμύρας συμπαρασύρει στερεά αντικείμενα, όπως κλαδιά και κορμούς δέντρων, τα οποία ορισμένες φορές φτάνουν ως τα ελεύθερα στόμια και πέφτουν πάνω στο σκυρόδεμα στη βάση του φράγματος το οποίο τραυματίζουν. Η ίδια η δύναμη του νερού άλλωστε προκαλεί αρκετές ζημιές στο σκυρόδεμα και ιδιαίτερα στα σημεία στα οποία αυτό έχει παρουσιάσει ατέλειες όπως σκασίματα και ρωγμές. Για να αποφευχθεί μεγάλης έκτασης ζημιά που θα σημαίνει δαπανηρή επισκευή, το σημείο στο οποίο καταλήγει το νερό ελέγχεται σε ετήσια βάση και συμπληρώνεται με νέες στρώσεις σκυροδέματος, ενώ γίνεται επιδιόρθωση παλαιότερων φθορών όποτε χρειάζεται.

Η σειρά των φραγμάτων Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου, καθώς επίσης και το φράγμα Λ. Πλαστήρα στον Ταυρωπό, έχουν δημιουργήσει μια νέου τύπου αύξηση των φυσικών οικοσυστημάτων (φυλλοβόλα είδη δένδρων όπως βελανιδιές, οξιές, καστανιές) και οργανισμών οι οποίοι σχετίζονται με την παραποτάμια βλάστηση. Επιπλέον, τα φράγματα αυτά οδήγησαν σε αύξηση των θηλαστικών και των προστατευόμενων ειδών, όπως είναι η βίδρα, που βρίσκουν καταφύγιο στο δάση γύρω από τις λίμνες. Εντυπωσιακή είναι και η ποικιλότητα στην ορνιθοπανίδα της περιοχής, όπου έχει διαπιστωθεί η παρουσία περισσότερων των 70 ειδών. Όσον αφορά τους ιχθυοπληθυσμούς, οι εμπλουτισμοί που έγιναν με νέα ιχθυοπανίδα, π.χ. στον ταμιευτήρα Λ. Πλαστήρα, οδήγησαν σε αύξηση αυτών από πέντε σε δώδεκα και στον

πολλαπλασιασμό των ειδών της ιχθυοπανίδας που ξεπερνά κάθε προσδοκία, όπως τα χέλια και τα μύδια. Στην περιοχή των ταμιευτήρων μπορεί να συναντήσει κανείς και πολλά είδη ερπετών όπως είναι η σαΐτα, η τρανόσαυρα και η οχιά, ενώ δε λείπουν και τα αμφίβια είδη, όπως είναι ο δένδροβάτραχος.

Γενικώς, η έκταση της περιοχής είναι μεγάλη και παρουσιάζει ποικιλία οικοτόπων, όπου μπορούμε να συναντήσουμε ανάλογη ποικιλία χλωρίδας και πανίδας.

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΤΑΥΡΩΠΟΥ

Χαρακτηριστικά στοιχεία

1. Θέση έργου
Στον παραπόταμο Ταυρωπό, του Αχελώου Νομός Καρδίτσας
2. Λεκάνη απορροής
Έκταση : 167 km^2
Μέση παροχή : $6,4 \text{ m}^3/\text{sec}$
3. Ταμιευτήρας
Ανώτατη στάθμη λειτουργίας (υψόμετρο) : 792 m
Συνολικός όγκος – Χωρητικότητα (Α.Σ.Λ.) : $400 \times 10^6 \text{ m}^3$
Ωφέλιμος όγκος : 300 εκ. m^3
Επιφάνεια - Έκταση (Α.Σ.Λ.) : $25,2 \text{ km}^2$
4. Φράγμα
Τύπος : Τοξωτό από σκυρόδεμα, διπλής καμπυλότητας
Μήκος στέψης : 220 m (απολ. Υψομ.795,20 m)

Υψόμετρο στέψης : 83 m

Όγκος φράγματος : 100.000 m

5. Σήραγγα εκτροπής

Μήκος : 145 m

Διάμετρος : 5,24 m

6. Εκχειλιστής

Τύπος : ανοικτός χωρίς θυροφράγματα

Παροχή: 460 m³/sec

7. Συγκρότημα παραγωγής

- Σύστημα προσαγωγής με σήραγγα μήκους 2625 m και διαμέτρου 3,5 m
- Σταθμός παραγωγής υπαίθριος, τρεις μονάδες Pelton μέγιστο ύψος πτώσης : 577 m

8. Θάλαμος αναπλάσεως

Διάμετρος : 3,5 m

Ύψος : 39,5 m

9. Εγκατεστημένη ισχύς : 130.000 KW(τρεις γεννήτριες)

10. Παραγόμενη ενέργεια

Πρωτεύουσα : 250 GWh

Δευτερεύουσα : -

Συνολική : 250 GWh

Υφιστάμενη κατάσταση περιβάλλοντος

Η περιοχή μελέτης είναι γεωργική, αποτελούμενη από εκτάσεις που καλλιεργούνται εντατικά.

Η βιομηχανική δραστηριότητα δεν είναι ανεπτυγμένη, επομένως δεν υφίσταται ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα.

Οι επιβαρύνσεις που δέχεται το περιβάλλον προέρχονται από τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, τα αστικά λύματα και τα απορρίμματα.

Φυσικό Περιβάλλον

Η περιοχή λίμνης Πλαστήρα χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία ορεινών όγκων, των Αγράφων. Η οικολογική αξία της ευρύτερης περιοχής έγκειται στο έντονο ανάγλυφο, δημιουργώντας τη μέγιστη δυνατή <<ποικιλία τοπίου>> και η οποία με τη σειρά της συντηρεί τη μέγιστη ποικιλία μικροοικοσυστημάτων, χλωρίδας και πανίδας.

Παρατηρείται μεγάλη εναλλαγή στα είδη δέντρων και θάμνων που κυριαρχούν από τα χαμηλότερα προς τα ψηλότερα υψόμετρα. Γενικά, διακρίνονται διάφοροι τύποι φυτικών διαπλάσεων, οι οποίοι σχηματίζουν διακριτές ζώνες βλάστησης, χαρακτηριστικές για το υψόμετρο που τις φιλοξενεί. Οι πιο χαρακτηριστικές είναι οι παρακάτω :

Αείφυλλα σκληρόφυλλα : στις παρυφές των βουνών και στους λόφους της περιοχής (μέχρι το υψόμετρο των 700 m περίπου) συναντούμε θαμνώδεις διαπλάσεις που χαρακτηρίζονται με τον όρο αείφυλλα σκληρόφυλλα, συχνά, ως συνώνυμο του

παραπάνω όρου, ονομάζονται και μακκί. Χαρακτηριστικά φυτικά είδη αυτών των διαπλάσεων είναι το πουρνάρι, το φυλίκι, η κουμαριά. Ο παραπάνω οικότοπος αποτελεί άριστο βοσκότοπο για τα αιγοπρόβατα και συχνά βλέπουμε τέτοιες περιοχές υποβαθμισμένες από την υπερβόσκηση.

Δάση φυλλοβόλων : πάνω από τη ζώνη των αείφυλλων σκληρόφυλλων (υψόμετρα 700 και 900 m), επικρατεί η ζώνη των φυλλοβόλων δέντρων. Στη ζώνη αυτή απαντώνται κυρίως εκτεταμένα δάση πλατύφυλλης δρυός (*Quercus frainetto*) και λιγότερο (χαμηλότερα υψόμετρα) αμιγή ή μικτά δάση τραχείας δρυός (*Quercus pubescens*). Κατά τόπους, στην ίδια ζώνη θα απαντώνται και συστάδες καστανιάς (*Castanea sativa*) ή μικτά δάση δρυός / καστανιάς. Σε άλλες θέσεις κυριαρχούν μικτά δάση φυλλοβόλων δένδρων, τα οποία προσθέτουν στην ποικιλία των φυτικών διαπλάσεων της ζώνης των φυλλοβόλων. Τα δάση φυλλοβόλων αποτελούν ιδανικό βίοτοπο για μεγάλο αριθμό ερπετών, πουλιών και μικρών θηλαστικών.

Δάση ελάτης : μεταξύ των υψομέτρων 900-1.600 m περίπου, αναπτύσσονται δάση υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* ή *Abies hybridogenus*), καθώς και κεφαλλονίτικης ελάτης (*Abies cephalonica*) που μπορεί να συνυπάρχουν ή να σχηματίζουν αμιγή δάση. Τα ελατοδάση είναι πυκνά και σκιερά και δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη πλούσιας ορόφωσης της βλάστησης (ύπαρξη χαμηλότερων δέντρων και θάμνων). Ευνοούνται μόνον ορισμένα σκιοφιλά είδη όπως ο κέδρος, η δασική δάφνη ή το κυκλάμινο. Προς τα κατώτερα όρια εξάπλωσης του ελατοδάσους σχηματίζονται μικτά δάση ελάτης / δρυός ή δρυός

/ ελάτης, ανάλογα με το είδος που κυριαρχεί, δημιουργώντας μια ζώνη με ιδιαίτερο οικολογικό και αισθητικό ενδιαφέρον.

Δάση οξιάς : πάνω από τη ζώνη της ελάτης ή και στα υψόμετρα όπου συναντούμε ακόμη ελατοδάση, βρίσκεται η ζώνη της μοισιακής οξιάς (*Fagus moesiaca*), τα οικοσυστήματα της οποίας περιορίζονται σε μικροσυστάδες και γενικά σε υπολειμματικές εμφανίσεις δασών, λόγω της εκτεταμένης υποβάθμισής τους από τον άνθρωπο. Η μεγαλύτερη και καλύτερα διατηρημένη δασική έκταση της περιοχής εμφανίζεται κοντά στην κορυφή Καράβα (περιοχή Αργιθέας), στο διάσελο του Αγ.Νικολάου (έκταση : 3.500 στρ.).

Δάσος μαύρης Πεύκης : βρίσκεται στα όρια του δάσους Μπελοκομύτη, (έκταση 265 στρ.) και αποτελεί ένα καλά συγκροτημένο και δομημένο δάσος. Εντοπίζεται υψομετρικά μεταξύ των 1440-1700 m. Αποτελεί άριστο καταφύγιο για τα είδη της άγριας πανίδας : πουλιά, θηλαστικά και την αρκούδα, και για τον παραπάνω λόγο συγκαταλέγεται στους προστατευόμενους βιότοπους.

Υποαλπικά λιβάδια : πάνω από το όριο των δασών (υψόμετρο 1.600 m) απαντώνται εκτεταμένα λιβάδια με αγρωστώδη και χαμηλή θαμνώδη βλάστηση που χαρακτηρίζονται ως υποαλπικά ή ψευδαλπικά. Τα υποαλπικά λιβάδια φιλοξενούν πλούσια χλωρίδα, με πολλά ενδημικά είδη. Τα ορεινά αυτά λιβάδια αξιοποιούνται από τον άνθρωπο ως θερινοί βοσκότοποι.

Ορεινά ποτάμια και παραποτάμια δάση

Την περιοχή διασχίζει μεγάλος αριθμός ορεινών ποταμών και ρεμάτων, γεγονός που οφείλεται στο έντονο γεωφυσικό ανάγλυφο. Οι ορεινοί ποταμοί συντηρούν διάφορα είδη πανίδας, άμεσα εξαρτώμενων από το υγρό στοιχείο, όπως η πέστροφα, ο βάτραχος, ο τρίτωνας κ.α. Κυριαρχούν τα δάση πλατάνων της ανατολής (*Platanus orientalis*), ενώ συχνά θα βρούμε ιτιές και κατά τόπους σκλήθρα. Παράλληλα, η βλάστηση των όχθων δημιουργεί αξιόλογα παραποτάμια δάση. Η κοίτη των ορεινών ποταμών είναι συνήθως βραχώδης ή χαλικώδης λόγω της ορμητικότητας του νερού που δεν επιτρέπει την εναπόθεση ιλύος, ενώ το νερό είναι καλά οξυγονωμένο και κρύο όλη τη διάρκεια του έτους.

Φαράγγια και Χαράδρες

Τα φαράγγια και οι χαράδρες είναι συνηθισμένα γεωμορφολογικά στοιχεία του ελληνικού τοπίου λόγω της διάβρωσης των ασβεστολιθικών (κυρίως) πετρωμάτων. Το έντονο ανάγλυφο της περιοχής δικαιολογεί ένα μεγάλο αριθμό τέτοιων τόπων. Πέρα από την υψηλή τους αισθητική αξία, η δυσκολία πρόσβασης σε αυτά από τον άνθρωπο τα διατηρεί σχεδόν αδιατάραχτα και αποτελούν έτσι καταφύγια για την άγρια χλωρίδα και πανίδα. Επιπλέον, οι μεγάλες κλίσεις και η συχνή παρουσία νερού, δημιουργούν μεγάλη ποικιλία μικροθέσεων στις οποίες, αντίστοιχα, επιβιώνει μεγάλος αριθμός φυτών και ζώων.

Βλάστηση

Η βλάστηση στην περιοχή αποτελείται από Ορομεσογειακές διαπλάσεις Οξιάς-υβριδογενούς Ελάτης, δυτικά και νότια. Βόρεια και ανατολικά της περιοχής τις παραπάνω διαπλάσεις διαδέχονται εκτάσεις με διαπλάσεις θερμόφιλων υποηπειρωτικών φυλλοβόλων δρυών.

Χλωρίδα

Η χλωρίδα της ευρύτερης περιοχής περιλαμβάνει περίπου 650 είδη και υποείδη. Χαρακτηριστικό της στοιχείο αποτελεί ο μεγάλος αριθμός φυτικών ειδών της ημιορεινής, ορεινής και υπαλπικής ζώνης. Αξιόλογες χλωριδικές εμφανίσεις συνιστούν :

- η ύπαρξη δύο συγγενών εμφανίσεων του γένους *Anemone*, της *A. blanda* και της *A. arvensis*
- η ύπαρξη τριών υποειδών της *Viola alba* (*scotophylla*, *dehnhardtii* & *thessala*)
- η ύπαρξη τριάντα διαφορετικών ειδών του γένους *Trifolium*
- το γένος *Geranium* που αντιπροσωπεύεται από 11 είδη
- πέντε είδη σφενδάμου (*Acer*)
- η συνύπαρξη κατά θέσεις της *Albies cephalonica* και της *A. hybridogenus*
- η εμφάνιση στην περιοχή πολλών ορχεοειδών
- η ύπαρξη λίγων ενδημικών των Ελληνικών βουνών όπως τα *Trifolium glomeratum*, *Achillea pindicola* κ.α.

Στην ευρύτερη περιοχή κυριαρχεί πυκνό δάσος Ελάτης, ειδικότερα :

- η ευρύτερη περιοχή της υδροληψίας και το μεγαλύτερο τμήμα του αγωγού προσαγωγής (περίπου 3.800 m) έως το σημείο εκτροπής του από τον δασικό δρόμο, καταλαμβάνεται από πυκνό δάσος ελάτης
- το υπόλοιπο τμήμα του αγωγού (περίπου 200 m) προσαγωγής και του σταθμού παραγωγής βρίσκεται στα όρια περιοχής πυκνού δάσους Καστανιάς με δάσος ελάτης.

Το πυκνό δάσος ελάτης διαδέχεται δυτικά σε μεγάλη απόσταση περιοχή που καταλαμβάνεται από βοσκότοπους. Ανατολικά το διαδέχεται το πυκνό δάσος καστανιάς.

Στην παρόχθια ζώνη, ανάμεσα στο δάσος ελάτης και πολύ συχνά στον υπόροφο υπάρχουν τυπικά είδη θάμνων, όπως φτέρες (*Pteridium aquilinum*), πουρνάρια (*Quercus coccifera*) και παραποτάμια βλάστηση, όπως ο πλάτανος (*Platanus orientalis*), διάφορα είδη ιτιάς- όπως η ασιμοιτιά (*Salix alba*) και η βουνοιτιά (*Salix eleagnos*) τα σκλήθρα (*Alnus glutinosa*) και άλλα.

Ενδεικτικά παραθέτονται τα παρακάτω είδη χλωρίδας, τα οποία καταγράφηκαν κατά την επίσκεψη στην περιοχή του έργου :

Μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra*)

Ιτιά (*Salix alba*)

Γαύρος Ανατολικός (*Carpinus orientalis*)

Βάτος (*Robus sp.*)

Λεπτοκαρυά (*Corylus avellana*)

Καρυδιά (*Juglans Regia*)

Καστανιά (*Castanea sativa*)
Πλάτανος (*Platanus orientalis*)
Έλατο (*Abies Cephalonica*)

Πανίδα

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η βιοποικιλότητα που παρουσιάζει. Στο μωσαϊκό των βιοτόπων φιλοξενείται εξαιρετικά πλούσια πανίδα τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά.

Πολλά σημαντικά είδη ασπόνδυλων και σπονδυλωτών έχουν καταγραφεί στην περιοχή. Δώδεκα είδη πτηνών περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Η περιοχή φιλοξενεί επίσης επτά είδη ζώων δηλ. δύο είδη εντόμων, ένα είδος αμφιβίου, ένα είδος ερπετού, δύο είδη θηλαστικών και ένα ενδημικό είδος ιχθύος (*Pseudophoxinus pleurobipunctatus*, το οποίο περιλαμβάνεται στο 3.2.e με το συνώνυμο *Phoxinellus ssp.*), τα οποία αναφέρονται στο Παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Άλλα πενήντα έξι είδη ζώων που υπάρχουν στην περιοχή, δηλ. ένα είδος αμφιβίου, δύο είδη ερπετών, πενήντα είδη πτηνών και τρία είδη θηλαστικών, προστατεύονται από τη Συνθήκη της Βέρνης.

Επίσης η ιχθυοπανίδα της λίμνης Ταυρωπού περιλαμβάνει τρία μάλλον σπάνια είδη, τα οποία είναι ενδημικά ή ενδημικά με ευρεία περιοχή εξάπλωσης.

Τα προαναφερθέντα είδη καθώς και δύο θηλαστικά περιλαμβάνονται στο Εθνικό Κόκκινο Βιβλίο ως τοπικώς τρωτά ή ανεπαρκώς γνωστά είδη.

Τα σημαντικότερα είδη πανίδας που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 5.1

Πανίδα της ευρύτερης περιοχής

	Ελληνική ονομασία	Λατινική Ονομασία
Ψάρια	Πέστροφα	<i>Salmo trutta</i>
	Πέστροφα	<i>Salmo macrostigma</i>
	Κέφαλος	<i>Leuciscus cephalus</i>
Αμφίβια	Φρύνος κοινός	<i>Bufo bufo</i>
	Πράσινος φρύνος	<i>Bufo viridis</i>
	Βάτραχος ο υδρόβιος	<i>Rana ridibunda</i>
Ερπετά	Χελώνα	<i>Testudo graeca</i>
	Νεροχελώνα	<i>Emys orbicularis</i>
	Νεροχελώνα	<i>Mauremys caspica</i>
	Σαμιαμίδι	<i>Cyrtodactylus kotschy</i>
	Αβλέφαρος	<i>Ablepharus kitaibelii</i>
	Κονάκι	<i>Anguis fragilis</i>
	Σμαραγδόσαυρα	<i>Lacerta viridis</i>
	Γουστέρα	<i>Podarcis taurica</i>
	Σαπίτης	<i>Malpolon monspessulanus</i>
	Ζαμενίς	<i>Caluber jugularis</i>
	Σαΐτα	<i>Caluber najadum</i>

	Νερόφιδο	<i>Natrix tessellata</i>
Θηλαστικά	Σκαντζόχοιρος	<i>Erinaceus concolor</i>
	Νανομυγαλίδα	<i>Sorex minutus</i>
	Αρκούδα	<i>Ursus arctos</i>
	Λύκος	<i>Canis lupus</i>
	Αλεπού	<i>Vulpes vulpes</i>
	Νυφίτσα	<i>Mustella nivalis</i>
	Κουνάβι	<i>Martes foina</i>
	Ασβός	<i>Meles meles</i>
	Αγριογούρουνο	<i>Sus scrofa</i>
	Ζαρκάδι	<i>Capreolus capreolus</i>
	Αγριόγατα	<i>Felis sylvestris</i>
	Σπερμόφιλος	<i>Cricetulus migratorius</i>
	Μικροτυφλοποντικός	<i>Nanospalax leucodon</i>
	Αρουραίος	<i>Microtus arvalis</i>
	Αρουραίος της μεσογείου	<i>Microtus socialis</i>
	Βραχοποντικός	<i>Apodemus mystacinus</i>
	Δασοποντικός	<i>Apodemus sylvaticus</i>
	Κρικοποντικός	<i>Apodemus flavicollis</i>
	Αρουραίος	<i>Ratus ratus</i>
	Σταχτοποντικός	<i>Mus musculus</i>
Σκίουρος	<i>Sciurus vulgaris</i>	

	Δασομυωξός	Glis glis
--	------------	-----------

Στην ευρύτερη περιοχή ενδημεί ή περνάει μία περίοδο του έτους ένας μεγάλος αριθμός ενδημικών και αποδημητικών πουλιών. Η περιοχή φιλοξενεί πάνω από 67 διαφορετικά είδη πτηνών, όπως: κίσσες, καρδερίνες, σπίνους, κοκκινολαίμηδες, ελατοπαπαδίτσες και χρυσοβασιλίσκους. Από τα πιο σπάνια πτηνά της περιοχής είναι ο λευκοτσικνιάς, το όρνιο, ο χρυσαετός και ο πετρίτης. Στον πίνακα 5.2 αναφέρονται ενδεικτικά μερικά από αυτά.

Πίνακας 5.2

Ορνιθοπανίδα της ευρύτερης περιοχής

Ελληνική ονομασία	Λατινική Ονομασία
Καρδερίνα	Carduelis niediecki
Ελατοπαπαδίτσα	Parus afer
Χρυσοβασιλίσκος	Regulus regulus
Όρνιο	Gyps fulvus
Χρυσαετός	Aquila chrysaetos
Σταυραετός	Hieraetus pennatus
Φιδαετός	Circaetus gallicus
Γεράκι ή πετρίτης	Falco peregrinus
Ποντικοβαρβακίνα	Buteo buteo
Αετοβαρβακίνα	Buteo rufinus
Βραχοκιρκίνεζο	Falco tinnuculus
Μπεκάτσα	Scolopax rusticola
Κούκος	Cuculus canorus
Πετροπέρδικα	Alectoris graeca

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Ορτύκι	<i>Coturnix coturnix</i>
Αλκούονα	<i>Alcedo atthis</i>
Τσαλαπετεινός ή αγριοκοράκι	<i>Upupa epops</i>
Παρδαλοσικλιτάρα	<i>Dendrocopos major</i>
Μαυροτσικλιτάρα	<i>Dryocopus martius</i>
Στραβολαίμης	<i>Jynx torquilla</i>
Λευκοτσικνιάς	<i>Egretta garzetta</i>
Λευκοπελαργός	<i>Ciconia ciconia</i>
Μαυροπελαργός	<i>Cicinia nigra</i>
Μπούφος	<i>Bubo bubo</i>
Κουκουβάγια	<i>Athene noctua</i>
Χουχουριστής	<i>Strix aluco</i>
Γκιώνης	<i>Otus scops</i>
Κοράκι	<i>Corvus corax</i>
Μαυροκουρούνα	<i>Corvus corone</i>
Σταχτοκουρούνα	<i>Corvus corone cornix</i>
Κίσσα ή βαλανοφάγος	<i>Garrulus glandarius</i>
Καρακάξα	<i>Pica pica</i>
Συκοφάγος	<i>Oriolus oriolus</i>
Τσοπανάκος	<i>Sitta spp.</i>
Νεροκότσιφας	<i>Cinclus cinclus</i>
Κατσουλιέρης	<i>Galerida cristata</i>
Γαλιάντρ	<i>Melanocorypha calandra</i>
Σπίνος	<i>Fringilla coelebs</i>
Φλώρος	<i>Carduelis chloris</i>
Χοντρομύτης	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
Ελατοπαπαδίτσα	<i>Parus ater</i>
Καλόγερος	<i>Parus major</i>
Λευκοσουσουράδα	<i>Motacilla alba</i>

Κοκκινολαίμης	<i>Erithacus rubecula</i>
Αηδόني	<i>Lucinica megarhynchos</i>

Άλλα σημαντικά είδη

Φυτά : Το είδος *Aesculus hippocastanum* είναι ενδημικό της Ανατολικής Μεσογείου και στην Ευρώπη υπάρχει ως ιθαγενές μόνο στη Βαλκανική χερσόνησο (Ελλάδα, Γιουγκοσλαβία, Αλβανία και Βουλγαρία).

Το είδος *Dianthus formanekii* είναι ένα ενδημικό των Βαλκανίων (Γιουγκοσλαβία, Μακεδονία, Θεσσαλία). Το είδος *Helleborus cyclophyllus* είναι ενδημικό της νότιας Βαλκανικής ενώ το είδος *Rosa arvensis* περιλαμβάνεται στον Κατάλογο απειλούμενων ειδών της IUCN (1993) ως κινδυνεύουν είδος των Rosaceae σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ζώα : Υπάρχουν δύο σπονδυλόζωα, *Ablepharus kitaibeli* (ερπετό), *Erinaceus concolor* (θηλαστικό), τα οποία προστατεύονται από την Ελληνική Νομοθεσία (Προεδρικό Διάταγμα 67/81).

Τρωτότητα

Δεν παρατηρείται κάποιου είδους υποβάθμιση στην περιοχή. Η ποιότητα των συστάδων των δένδρων είναι πολύ καλή και τοπικά εξαιρετική. Παρά τις ανθρώπινες δραστηριότητες η δομή των δασικών εκτάσεων και της πανίδας διατηρείται σε “υγιή” κατάσταση.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Κλίμα

Το κλίμα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή δύο περιόδων : ψυχρής-υγρής και θερμής-ξηρής.

Θερμοκρασία αέρα

Από τον πίνακα που ακολουθεί, εμφανίζεται ομοιομορφία των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών σε ότι αφορά τη γεωγραφική κατανομή. Ο ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Ιανουάριος και ο θερμότερος ο Ιούλιος.

Πίνακας 5.3: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (°C)

ΜΗΝΕΣ	ΈΤΟΣ 2004	ΈΤΟΣ 2005	ΈΤΟΣ 2006
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	4,3	5,5	3,3
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	7,2	5,5	5,6
ΜΑΡΤΙΟΣ	10,7	11,4	11,6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	14,9	15,5	16,5
ΜΑΙΟΣ	18,6	21,9	21,8
ΙΟΥΝΙΟΣ	25,9	25,3	25,5
ΙΟΥΛΙΟΣ	27,5	28,6	26,2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	26,7	27,3	28,2
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,9	23,2	23,7
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	18,0	16,1	17,3
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	11,0	9,1	9,9
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	8,4	7,2	6,2
ΣΥΝΟΛΟ	195,1	196,6	195,8

ΠΗΓΗ : Καπνικός Σταθμός Έρευνας Καρδίτσας

Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις της περιοχής παρουσιάζουν σχετική ανομοιομορφία ως προς την κατανομή τους. Στον πίνακα που ακολουθεί δίδονται οι βροχοπτώσεις για τα έτη 2004 και 2005, καθώς και οι μέρες βροχής.

Πίνακας 5.4 : Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm)- ημέρες βροχής

ΜΗΝΕΣ	ΕΤΟΣ 2004		ΕΤΟΣ 2005/2006	
	Βροχή	Ημ.βροχής	Βροχή	Ημ.βροχής
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	140,2	12	71,5/126,8	9/8
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	36,3	5	124,8/110,4	9/7
ΜΑΡΤΙΟΣ	68,5	10	69,3/51,4	7/11
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	90,5	13	5,5/91,3	1/7
ΜΑΙΟΣ	69,9	7	42,5/7,9	6/2
ΙΟΥΝΙΟΣ	42,1	3	10,7/27,5	2/4
ΙΟΥΛΙΟΣ	58,0	2	12,5/10,0	1/4
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1,5	1	2,5/8,5	1/1
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	13,6	4	46,1/	8/
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	130,0	5	22,3/108,5	4/7
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	34,1	7	45,8/40,9	7/3
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	83,2	7	95,5/33,1	7/4

ΠΗΓΗ : Καπνικός Σταθμός Έρευνας Καρδίτσας

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι οι περισσότερες βροχοπτώσεις εντοπίστηκαν από τον Οκτώβριο έως και τον

Ιανουάριο και οι λιγότερες από τον Ιούνιο έως και τον Αύγουστο.

Κατά τη χειμερινή περίοδο λόγω του ύψους των βροχοπτώσεων και της χαμηλής θερμοκρασίας, η εξατμισοδιαπνοή είναι σχετικά μικρή με αποτέλεσμα την περίσσεια ύδατος. Αυτή με τη σειρά της δημιουργεί συνθήκες επιφανειακής απορροής ή και έκπλυσης των εδαφών ανάλογα με τη διηθητικότητα και την περατότητά τους.

Αντιθέτως το καλοκαίρι η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγαλύτερη, οι βροχοπτώσεις ελάχιστες με αποτέλεσμα την έλλειψη ύδατος.

Σχετική υγρασία

Από μετρήσεις που έχουν γίνει, προκύπτει ότι αυτή κατανέμεται ανομοιόμορφα. Η μέγιστη τιμή της εμφανίζεται τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο, ενώ η ελάχιστη τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

Η ανομοιόμορφη κατανομή των βροχοπτώσεων με ελάχιστες το καλοκαίρι, επιβάλλει την εξασφάλιση αρδευτικού νερού για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων καλλιεργειών.

Απασχόληση

Οι κάτοικοι της περιοχής ασχολούνται κατά κύριο λόγο με τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Το εισόδημά τους παρέχεται βασικά από τον πρωτογενή τομέα. Μικρότερο είναι το ποσοστό αυτών που απασχολούνται σε Υπηρεσίες και διάφορα ελεύθερα επαγγέλματα.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπίου

- Έκπληξη και μοναδικότητα
- 9 φυσικές λίμνες σε ορεινό και πεδινό τοπίο με επιφάνεια μεγαλύτερη των 15Km²(επιφάνεια της λίμνης Πλαστήρα στη στάθμη υδροληψίας, 776m)
- Δεν υπάρχει φυσική λίμνη στην Ελλάδα η οποία να παρουσιάζει την σύνθεση μεταξύ του βουνού και του νερού που παρουσιάζει η λίμνη Πλαστήρα
- Εύκολη πρόσβαση
- Κεντρική θέση στον Ελλαδικό χώρο
- Τουριστική υποδομή

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΛΑΣΤΗΡΑ: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Τουρίστες

Οι βασικοί παράγοντες για τους οποίους επισκέφτηκαν τη λίμνη Πλαστήρα ήταν : 1) η φήμη της λίμνης, 2) οι συστάσεις από γνωστούς και φίλους και 3) από προηγούμενη εμπειρία. Οι επισκέπτες θεωρούν την περιοχή έρευνας πολύ ελκυστική (81,4%), με δύσκολη όμως πρόσβαση (60,4%) όσο και το κόστος του καταλύματος σε σχέση με τις παρεχόμενες υπηρεσίες (44,1%). Η πλειοψηφία των επισκεπτών μένει ικανοποιημένη από το κατάλυμα που διέμεινε (85,9%).

Με βάση τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης μία λύση με την εξαγωγή έξι παραγόντων κρίθηκε ως η προτιμότερη, η οποία και εξηγεί το 64,3% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων. Οι παράγοντες που προέκυψαν από αυτή την μέθοδο ήταν ασυσχέτιστοι μεταξύ τους και

διατάχθηκαν με σειρά μειωμένων διακυμάνσεων. Οι έξι παράγοντες που εξήχθησαν ονομάστηκαν ως εξής : “Ιστορία και πολιτισμός”, “Δραστηριότητες”, “Τοπικά προϊόντα και παράδοση”, “Προορισμός και φιλοξενία”, “Κλίμα και περιβάλλον” και “Διασκέδαση και κουζίνα”.

Η λίμνη Πλαστήρα είναι και μπορεί ακόμα να αναπτυχθεί ως ένας μοναδικός εναλλακτικός προορισμός, δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να προσφέρουν διάφορους τύπους διαμονής για όλες τις προτιμήσεις, για όλες τις οικονομικές τάξεις και για όλες τις ηλικιακές ομάδες. Ακόμη, η περιοχή μπορεί να προσφέρει γαστρονομικές απολαύσεις, αθλητικές δραστηριότητες, τόσο στο βουνό όσο και στη λίμνη, καθώς και πολλαπλής φύσεως πολιτιστικές εκδηλώσεις

Η μέση ετήσια ωφελιμότητα του έργου μπορεί να προσδιορισθεί (προσεγγιστικά) σαν άθροισμα των παρακάτω παραγόντων :

- **Ενέργεια**

Με όγκο νερού $140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και ύψος πτώσης 575m το Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο παράγει περίπου $210 \cdot 10^6 \text{ Kwh}$ το χρόνο που αποδίδουν περίπου $20 \cdot 10^6 \text{ €}$.

- **Υδρευση**

Παρέχει περίπου $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως για ύδρευση αστικών και ημιαστικών περιοχών

- **Άρδευση**

Αρδεύονται πάνω από 200.000 στρέμματα

- **Συμβολή στην οικονομική – κοινωνική ανάπτυξη της παραλίμνιας περιοχής.**

Η μετατροπή μιας φτωχής ορεινής περιοχής σε σύγχρονο παραθεριστικό ορεινό θέρετρο έγινε με καταλύτη τη λίμνη Πλαστήρα και σημαντικές επενδύσεις στον τουριστικό τομέα. Σήμερα στην περιοχή της λίμνης Πλαστήρα λειτουργούν πολλά καταλύματα με πάνω από 5000 κλίνες και τα έσοδα που έρχονται στην περιοχή ξεπερνούν τα $50 \cdot 10^6$ €.

Συνοψίζοντας μπορούμε, χωρίς να αυθαιρετούμε, να κατανειμούμε σε ποσοστά το όφελος του συγκεκριμένου ταμειυτήρα ως εξής :

- Ύδρευση 15%
- Άρδευση 35%
- Ενέργεια αντιπλημμυρική προστασία 20%
- Συνεισφορά από την οικονομική ανάπτυξη της περιοχής 30%

Λόγω της αξίας του έργου που ενώ σχεδιάστηκε ως υδροηλεκτρικό, λειτουργεί ως πολλαπλής σκοπιμότητας, οι λύσεις αναβάθμισής του με εμπλουτισμό της λίμνης (ήδη λειτουργεί το έργο Κερασιώτη) είναι πολύ δελεαστικές και επιτυγχάνουν καλές αποδόσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5⁰

<<ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA>>

5.1. Εισαγωγή

Το μοντέλο περιλαμβάνει τα εξής φύλλα Microsoft Excel :

- ❖ Κύριο (main)
- ❖ Διάβρωση (πρόκειται για διάγραμμα) (erosion)
- ❖ Νερό (πρόκειται για διάγραμμα) (water balance)
- ❖ Βλάστηση (πρόκειται για διάγραμμα) (vegetation)
- ❖ Πίνακας φυτοκάλυψης (cover table)
- ❖ Στοιχεία αρχείων (file data)
- ❖ Υπολογισμοί προφίλ (profile calculations)

Στο “main” γίνεται η εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων για την εκτέλεση του μοντέλου και εκεί φαίνονται και τα αποτελέσματα που παράγονται. Η προβλεφθείσα εδαφική διάβρωση, η υδατική ισορροπία και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης που παράγονται από το μοντέλο παρουσιάζονται στο διάγραμμα “erosion”, “water balance” και “vegetation” αντίστοιχα. Το “cover table” περιλαμβάνει στοιχεία όσον αφορά τη φυτοκάλυψη, την τραχύτητα του εδάφους, το βάθος ριζοβολίας, τη διάβρωση, τη δημιουργία κρούστας, την ικανότητα αποθήκευσης του εδαφικού νερού, ανάλογα με το εδαφικό βάθος και το βάθος της υδραυλικής κλίμακας (hydraulic scale depth). Το “climate data” χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τις διάφορες περιοχές μελέτης. Το “profile calculation” περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με το προφίλ των κλίσεων.

Για να εισαχθούν τα νέα στοιχεία στο μοντέλο, ο χρήστης πρέπει να τροποποιήσει τις τιμές στα κόκκινα κελιά. Οι

πληροφορίες που έχουν μπλε χρώμα και οι οποίες υπάρχουν ήδη δεν πρέπει να αλλάξουν. Επιπλέον, υπάρχουν σχόλια σε πολλά κελιά του λογιστικού φύλλου. Τα σχόλια αυτά βοηθούν το χρήστη παρέχοντάς του χρήσιμες πληροφορίες για τις μονάδες των παραμέτρων για τους υπολογισμούς, για τις κατάλληλες τιμές που πρέπει να εισαχθούν και πως λειτουργεί το μοντέλο. Σε ορισμένες περιπτώσεις επισημαίνεται με κόκκινο να αγνοήσουμε τις τιμές στα κελιά που ακολουθούν. Επίσης, παράμετροι που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο μπορούν να αλλάξουν στο “cover table”.

Select Land cover type	Enter Code	Ignore cell below		
Chosen Land Cover >>>	W			
Uncultivated (Natural Vegetation)	X	Ignore cells below		
Cereal – Dry Farmed	C	3	10	
N. Hemisphere Arable		Runoff Threshold	50	%
Winter Sown	W	Erodibility Class	High	10
Spring Sown	S	Erodibility Class for Vegetation		0,5
Both (in 1 year)	B	Crusting Class Root	High	2

Permanent Pasture	P	Depth (mm)	30	
Vineyards, Tree crops etc.	V	Soil Storage (mm)	60	mm
Forest (Closed Canopy)	F	Roughness store	10	50

Εικόνα 5.1: Τμήμα της υποσελίδας “main” του μοντέλου, στο οποίο εισάγονται δεδομένα

Τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιούνται προέρχονται από διαφορετικές πηγές, έχουν διαφορετική μορφή και είναι αποθηκευμένα σε διαφορετικά μέσα, δηλαδή χωρικά δεδομένα, δεδομένα πινάκων, δεδομένα τηλεπισκόπησης που βρίσκονται πάνω σε ψηφιακά ή σε τυπωμένα αρχεία.

Κάθε χαρτογραφική μονάδα του χάρτη γαιών περιγράφεται με ένα σύμβολο που εκφράζει κύρια και σταθερά οικολογικά χαρακτηριστικά όπως η γεωμορφολογία, το βάθος του εδάφους, η διάβρωση, η κλίση, η έκθεση, το είδος και η κατάσταση της βλάστησης.

Τα δεδομένα (παραμετρικά στοιχεία) που εισήχθησαν στο ArcMap ύστερα από την ψηφιοποίηση είναι αυτά που απαιτούνται από το PESERA για να τρέξει και είναι τα εξής:

- τα δεδομένα βλάστησης περιλαμβάνουν:
 - Τύπος φυτοκάλυψης

- τα **κλιματικά δεδομένα** περιλαμβάνουν:
 - Μηνιαία βροχόπτωση,
 - Συντελεστής παραλλακτικότητας της βροχόπτωσης για όλες τις βροχερές ημέρες του μήνα
 - Μέση βροχόπτωση ανά ημέρα το μήνα,
 - Μέση ικανότητα εξατμισοδιαπνοής

- τα **εδαφικά δεδομένα** περιλαμβάνουν:
 - Κλάση τύπου εδάφους
 - Τύπος κλίσεων
 - Προφίλ πλαγιάς
 - Μήκος κλίσεων
 - Ποσοστό επί % κυρτότητα
 - Δείκτης μεταφοράς ιζημάτων
 - Ποσοστό απορροής μετά από υπέρβαση του κατώτερου ορίου αποθήκευσης

Η κλάση εδάφους αντιστοιχεί στη σύσταση του ορίζοντα επιφανείας. Το πάχος του ορίζοντα επιφανείας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του χώματος, της βλάστησης και της διαχείρισης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια από τις κλάσεις που περιλαμβάνονται στην εικόνα 5.2 :

Soil texture type	Code
Coarse	C
Fine	F
Medium	M
Medium Fine	MF
Organic Soils	O

Very Fine	VF
-----------	----

Εικόνα 5.2 : “Soil texture class”

Οι τιμές των παραμέτρων εδαφική διαβρωσιμότητα, κατηγορία κρούστας και εδαφική ικανότητα αποθήκευσης που σχετίζονται με την εδαφική δομή εμφανίζονται στο “cover table” στο φύλλο εργασίας (εικόνα 5.3). Οι τιμές αυτές μπορούν να αλλάξουν αν αυτά τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στο γράφημα του “cover table”.

Πίνακας 5.3 : Αντιστοίχιση εδαφολογικών δεδομένων						
Soil Type	Erodibility Class	Value	Crusting Class	Value (cm)	m (mm)	Soil Storage
C (coarse)	High	10	Moderate	6	30	109
F (fine)	Low	1	Low	12	10	48
M (medium)	High	10	High	2	20	60
MF (medium fine)	Moderate	3	High	2	15	24
O (organic)	Nil	0	Nil	100	10	58
VF (very fine)	Low	1	Low	12	5	47
M (medium)	High	10	High	2	20	60

Εικόνα 5.3 : Τιμές για τις παραμέτρους εδαφική διαβρωσιμότητα, κρουστοποίηση και εδαφική ικανότητα αποθήκευσης νερού σε σχέση με την υφή του εδάφους του επιφανειακού ορίζοντα.

Ο τύπος κάλυψης εδάφους σχετίζεται με τον τύπο βλάστησης ή με την κατηγορία χρήσης του εδάφους που καθορίζει το ποσοστό φυτοκάλυψης κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου, καθώς και την αρχική επιφάνεια του εδάφους (initial soil surface) και το βάθος του ριζοστρώματος. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει έναν από τους τύπους χρήσεων εδάφους που δίνονται στην εικόνα 5.4 :

Land cover type	Code
Uncultivated (Natural Vegetation)	X
Cereal – Dry Farmed	C
N. Hemisphere Arable	-
Winter Sown	W
Spring Sown	S
Both (in 1 year)	B
Permanent Pasture	P
Vineyards, Tree crops etc.	V
Forest (Closed Canopy)	F
Heterogeneous (Tree crops, Pasture and Arable)	H
Natural Degraded	D
Rock, urban, wetlands etc.	R
Zero (Bare Unvegetated)	Z

Εικόνα 5.4 : Ταξινόμηση των διάφορων τύπων χρήσεων εδάφους με τους αντίστοιχους κωδικούς που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο.

Το επί τοις εκατό ποσοστό απορροής (Percentage of runoff after storage threshold) σχετίζεται με την εδαφολογική σύσταση, το εδαφολογικό βάθος, την υδραυλική αγωγιμότητα κ.λ.π. αυτό το μέγεθος υπολογίζει το ποσοστό του πλεονάζοντος νερού που θα απορρεύσει στην επιφάνεια του εδάφους ως νερό επιφανειακής απορροής. Αφού ξεπεραστεί η ικανότητα αποθήκευσης, μέρος από το νερό της βροχής θα διατρέξει προς τα βαθύτερα εδαφολογικά στρώματα και το υπόλοιπο θα συγκεντρωθεί στην επιφάνεια του εδάφους και η επιφανειακή απορροή θα ξεκινήσει. Το ποσοστό (P) της απορροής υπολογίζεται με εύρος 0.3 – 0.85.

Η τοπογραφία περιλαμβάνεται στο μοντέλο με τις ακόλουθες παραμέτρους :

- ❖ Σχεδιάγραμμα κλίσεων
- ❖ Προφίλ κλίσεων
- ❖ Μήκος κλίσεων
- ❖ Ποσοστό επί % της κυρτότητας

Το προφίλ κλίσεων σχετίζεται με την ομοιομορφία της κλίσης. Εάν το τμήμα στο οποίο εφαρμόζεται το μοντέλο έχει ομοιόμορφη κλίση, τότε χρησιμοποιείται ο κωδικός U. Στην περίπτωση που υπάρχουν αλλαγές της κλίσης, χρησιμοποιείται ο κωδικός F. Τέλος, στην περίπτωση που η κλίση κατά μήκος

του εξεταζόμενου τμήματος μεταβάλλεται απότομα, επιλέγεται ο κωδικός S (εικόνα 5.5).

Profile type	Code
Full profile	F
Uniform profile	U
Summary profile	S

Εικόνα 5.5 : Χαρακτηριστικά τύπων κλίσεων που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο με τους αντίστοιχους κωδικούς.

Αφού καθοριστεί το προφίλ της κλίσης και προσδιοριστούν οι τιμές του αναγλύφου και του μήκους κλίσεων, το μοντέλο υπολογίζει τη μέση κλίση της περιοχής μελέτης.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του προφίλ κλίσεων είναι το ποσοστό της κλίσης που είναι κυρτή ή κοίλη ή γραμμική. Για “summary profile” εισάγεται τιμή μικρότερη από 100% για το ποσοστό επί τοις εκατό του μήκους κλίσεων που είναι κοίλο ή κυρτό. Για το ομοιόμορφο προφίλ μπορεί να εισαχθεί τιμή μεταξύ +100% μέχρι -100%, για μηδενική κλίση κατά τμήματα και για μηδενική κλίση στη βάση, αντίστοιχα. Αφού εισαχθούν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για το προφίλ των κλίσεων, το μοντέλο δίνει το προφίλ των κλίσεων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει τη μορφή του σχεδιαγράμματος κλίσεων με την αλλαγή των δεδομένων εισόδου που αφορούν στη τοπογραφία.

Οι παράγοντες m και n χρησιμοποιούνται στην εξίσωση μεταφοράς ιζήματος και σχετίζονται με το κλίμα και την

τοπογραφία, αντίστοιχα. Οι προτεινόμενες τιμές κυμαίνονται από 1.5 – 3 για το m και 1 – 3 για το n. Αυτοί οι εκθέτες βαθμονομούνται χρησιμοποιώντας υπάρχοντα στοιχεία εδαφικής διάβρωσης. Εάν, τα στοιχεία της εδαφικής διάβρωσης δεν είναι διαθέσιμα, τότε οι τιμές 2 και 1 μπορεί να εισαχθούν στο μοντέλο για τους m και n, αντίστοιχα.

Τα χαρακτηριστικά του κλίματος που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο είναι :

- ❖ Μέση μηνιαία βροχόπτωση (R)
- ❖ Μέση βροχόπτωση ανά ημέρα βροχόπτωσης το μήνα (r_0)
- ❖ Συντελεστής παραλλαγής (cv) της βροχόπτωσης για όλες τις ημέρες της βροχής στο μήνα
- ❖ Μηνιαία εξατμισοδιαπνοή (Pot E-T)

Η μηνιαία βροχόπτωση εισάγεται σε mm. Η μέση βροχόπτωση ανά ημέρα σε κάθε μήνα υπολογίζεται διαιρώντας τη μηνιαία βροχόπτωση με τον αριθμό των ημερών βροχής και εισάγεται για κάθε μήνα στο μοντέλο. Ο χρήστης εισάγει το συντελεστή της παραλλαγής (cv) για τις βροχοπτώσεις που υπολογίζονται για όλες τις ημέρες βροχής του μήνα και δίνεται από την εξίσωση :

$$cv = SD / \text{mean}, \quad (5.1)$$

όπου :

SD είναι η τυπική απόκλιση των καθημερινών βροχοπτώσεων στο μήνα και

Mean είναι η μέση ημερήσια βροχόπτωση στο μήνα.

Αυτές οι τιμές είναι συνήθως μεγαλύτερες από 1 (συχνά κυμαίνονται μεταξύ 1.2 και 1.8). Το εύρος της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται με τη χρήση υπαρχόντων μετεωρολογικών στοιχείων (καθημερινά στοιχεία είναι προτιμητέα) και εφαρμόζοντας τις υπάρχουσες μεθόδους (π.χ. **εξίσωση Hargreaves – Samani**). Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή και το ποσοστό επί % της φυτοκάλυψης υπολογίζεται επίσης, και οι τιμές τους μπορούν να εισαχθούν στον πίνακα αναφοράς.

MONTH	Rainfall (mm)	r0= Mean Rain/Rain-Day	CV of r0 (SD/Mean)	Pot E-T
January	83	16,6	2,59	22
February	188,5	17,1	1,91	21,5
March	117,5	29,4	3,22	55,2
April	44,5	11,1	2,91	83,8
May	92	15,3	2,54	128,9
June	23	5,8	3,4	143,7
July	1	1	1	167,3
August	5,5	2,8	3,88	151
September	22,5	5,6	3,08	100
October	85	14,2	2,3	55,8
November	147	14,7	2,55	30,3
December	382,5	25,5	1,65	19,6
ANNUAL	Total = 1192			Total = 979

Εικόνα 5.6 : Κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο PESERA, λεκάνη απορροής λίμνης Πλαστήρα, για την παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη.

SLOPE PROFILE	
Type	U
Relief (m)	42
Slope length (m)	100
% Convexity	20
Mean gradient	42%
Slope – based gradient	50%
TRANSPORT LAW EXPONENTS	
Distance	1,8
Gradient	1,5

Εικόνα 5.7 : Παράδειγμα εισαγωγής δεδομένων τοπογραφικού αναγλύφου στο μοντέλο.

Αφού εισάγουμε τις απαραίτητες παραμέτρους στο φύλλο εργασίας του μοντέλου, το πρόγραμμα εκτελείται πατώντας τα πλήκτρα “control” και “G” ταυτόχρονα. Όταν ολοκληρωθούν όλοι οι υπολογισμοί, τότε στην οθόνη εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα|: “Land cover and Erosion have now been updated”, δηλώνοντας επίσης τον αριθμό των ετών που απαιτούνται για να επανέλθει ισορροπία.

Εάν τα δεδομένα εισόδου δεν εισαχθούν με τον κατάλληλο τρόπο, τότε εμφανίζεται στην οθόνη το μήνυμα λάθους|: “Run-time error”. Σε αυτή την περίπτωση στοιχεία για τη βροχόπτωση R, τη μέση βροχόπτωση ανά ημέρα βροχόπτωσης (r_0) ή το

συντελεστή της παραλλαγής (cv) έχουν τεθεί εσφαλμένα ή ίσα με το μηδέν.

Τα δεδομένα εξόδου παρουσιάζονται στην υποσελίδα “main” και στα διαγράμματα “erosion”, “vegetation” και “water balance”. Συγκεκριμένα ο χρήστης μπορεί να βρει στα αποτελέσματα του μοντέλου την ακόλουθη σειρά στοιχείων όσον αφορά στη μηνιαία βάση :

- ❖ Actual Evapotranspiration Rate (mm) (πραγματικός ρυθμός εξατμισοδιαπνοής)
- ❖ Plant cover (%) (φυτοκάλυψη)
- ❖ Water runoff (mm) (απορροή)
- ❖ Soil erosion rate (t/ha/month and t/ha year) (ρυθμός διάβρωσης)
- ❖ Soil erosion rate distribution along the slope profile (t/ha) (ρυθμός διάβρωσης ανάλογα με το προφίλ κλίσης)
- ❖ Total water surface storage (mm) (συνολική τιμή ικανότητας αποθήκευσης νερού στην επιφάνεια)
- ❖ Vegetation biomass (Kg/m²) (βιομάζα φυτοκάλυψης)
- ❖ Humus biomass (Kg/m²) (χούμος βιομάζας)
- ❖ Rain interception (%) (αναχαίτηση βροχής)
- ❖ Climate scenario and erosion rates (σενάρια κλίματος και ρυθμοί διάβρωσης)

Η αλλαγή στην πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ρυθμός) και στη φυτοκάλυψη, σε μηνιαία βάση, δίνονται στην υποσελίδα “main” και στο διάγραμμα “water balance”. Εάν οποιαδήποτε αλλαγή κλίματος εισήχθηκε στο “main” ως ποσοστό αλλαγής της υπάρχουσας βροχόπτωσης, τότε το μοντέλο υπολογίζει τις αντίστοιχες αλλαγές στην εδαφική διάβρωση, στη βλάστηση και

στην πραγματική εξατμισοδιαπνοή. Δεδομένα εξόδου για σενάρια κλίματος υπολογίζονται από το μοντέλο μόνο για τη φυτοκάλυψη στις περιπτώσεις ξηρικών καλλιεργειών και των ακαλλιέργητων τύπων χρήσης εδάφους. Αποτέλεσμα για τα σενάρια κλίματος υπολογίζονται για την εδαφική διάβρωση και την επιφανειακή απορροή υδάτων για όλους τους τύπους χρήσεων γης.

Η απορροή από την επιφάνεια δίνεται στην υποσελίδα “main” και υπολογίζεται σε μηνιαία και ετήσια βάση. Αυτή η παράμετρος εξαρτάται κυρίως από το συντελεστή απορροής (P), το όριο (κατώφλι) απορροής (h), τη βροχόπτωση (daily runoff), όπως και τη βιομάζα βλάστησης και τη βιομάζα φυτοχώματος.

Οι παράγοντες ρυθμός διάβρωσης και κατανομή διάβρωσης κατά μήκος του προφίλ της κλίσης δίνονται στο “main” και στο διάγραμμα “erosion”. Η εδαφική διάβρωση υπολογίζεται χωριστά για κάθε μήνα στο σχεδιάγραμμα κλίσεων μελέτης και για κάθε τμήμα του προφίλ κλίσεων έχει επιλεγεί ολόκληρο το προφίλ.

MONTH	Weighted Total Storage	Erosion Rate (T/Ha/y)	Veg'n Biomass (kg/sq.m)	Humus Biomass (kg/sq.m)	Inter-ception (%)	Runoff (mm)
January	40,9	0,106	7,91	1,22	79%	4,06
February	41,0	0,056	7,94	1,24	80%	3,30
March	41,0	3,043	8,05	1,25	80%	58,75
April	44,6	0,055	8,19	1,25	81%	2,60
May	48,2	0,077	8,32	1,24	81%	3,86
June	51,8	0,004	8,24	1,21	81%	0,31
July	55,4	0,000	7,98	1,17	80%	0,00
August	55,4	0,000	7,78	1,15	79%	0,01
September	44,6	0,005	7,73	1,15	79%	0,30
October	41,0	0,064	7,82	1,16	79%	3,29
November	39,2	0,307	7,86	1,18	79%	12,72
December	39,2	0,196	7,89	1,20	79%	10,00
ANNUAL	Mean = 45	3,913	Mean = 08	Mean = 01	Mean = 80%	Total = 99
		04 T/Ha				

Εικόνα 5.8 : Εκτιμήσεις για την μηνιαία αποθήκευση ύδατος, το ποσοστό διάβρωσης, τη βλάστηση και τη βιομάζα χούμου, καθώς και την παρεμπόδιση βροχοπτώσεων από τα φυτά και την επιφανειακή απορροή του νερού όπως φαίνεται στο μοντέλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6⁰

<<ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ>>

6.1. Δεδομένα που χρειάζονται για να «τρέξει» το Μοντέλο

- Μετεωρολογικά - κλιματικά δεδομένα (χρειαζόμαστε ημερήσιες και μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης για την υπό μελέτη περιοχή, για ένα χρόνο).
- Δεδομένα βλάστησης (χρειαζόμαστε τον τύπο βλάστησης και τα ποσοστά φυτοκάλυψης)
Υπάρχει αρχείο Corine (σε μορφή GIS) με αυτά τα δεδομένα.
- Τοπογραφικά δεδομένα και χάρτης κλίσεων της περιοχής
Υπάρχει αρχείο με τις ισοϋψείς (σε μορφή GIS).
- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής (κοκκομετρική σύσταση και γεωλογικός χάρτης)
Υπάρχει αρχείο με τη γεωλογία της περιοχής (σε μορφή GIS).
- Χάρτης με τις υπάρχουσες χρήσεις γης (κυρίως από Corine και αεροφωτογραφίες)
- Το μέγεθος της υπό μελέτης λεκάνης απορροής, για να καθοριστούν οι διαστάσεις και τελικά ο αριθμός των απαιτούμενων Grids.

6.2. Κωδικοί που χρησιμοποιούνται από το αρχείο Corine

1. Artificial surfaces
2. Agricultural areas

3. Forests and semi – natural areas

4. Wetlands

5. Water bodies

1. Artificial surfaces

1.1 Urban fabric

1.2 Industrial, commercial and transport units

1.3 Mine, dump and construction sites

1.4 Artificial non – agricultural vegetated areas

1.1 Urban fabric

1.1.1 Continuous urban fabric

1.1.2 Discontinuous urban fabric

1.2 Industrial, commercial and transport units

1.2.1 Industrial or commercial units

1.2.2 Road and rail networks and associated land

1.2.3 Port areas

1.2.4 Airports

1.3 Mine, dump and construction sites

1.3.1 Mineral extraction sites

1.3.2 Dump sites

1.3.3 Construction sites

1.4 Artificial non – agricultural vegetated areas

1.4.1 Green urban areas

1.4.2 Sport and leisure facilities

2. Agricultural areas

2.1 Arable land

2.2 Permanent crops

2.3 Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

2.1 Arable land

2.1.1 Non – irrigated arable land

2.1.2 Permanently irrigated land

2.1.3 Rice field

2.2 Permanent crops

2.2.1 Vineyards

2.2.2 Fruit trees and berry plantations

2.2.3 Olive groves

2.3 Pastures

2.3.1 Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

2.4.1 Annual crops associated with permanent crops

2.4.2 Complex cultivation patterns

2.4.3 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation

2.4.4 Agro – forestry areas

3. Forests and semi – natural areas

3.1 Forests

3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations

3.3 Open spaces with little or no vegetation

3.1 Forests

3.1.1 Broad – leaved forest

3.1.2 Coniferous forest

3.1.3 Mixed forest

3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations

3.2.1 Natural grassland

3.2.2 Moors and healthland

3.2.3 Sclerophyllous vegetation

3.2.4 Transitional woodland/shrub

3.3 Open spaces with little or no vegetation

3.3.1 Beaches, dunes, sands

3.3.2 Bare rock

3.3.3 Sparsely vegetated areas

3.3.4 Burnt areas

3.3.5 Glaciers and perpetual snow

4. Wetlands

4.1 Inland wetlands

4.2 Coastal wetlands

4.1 Inland wetlands

4.1.1 Inland marshes

4.1.2 Peat bogs

4.2 Coastal wetlands

4.2.1 Salt marshes

4.2.2 Salines

4.2.3 Intertidal flats

5. Water bodies

5.1 Inland waters

5.2 Marine waters

5.1 Inland waters

5.1.1 Water courses

5.1.2 Water bodies

5.2 Marine waters

5.2.1 Coastal lagoons

5.2.2 Estuaries

5.2.3 Sea and ocean

6.3. Δημιουργία των Grids

Η παρακάτω διαδικασία πρέπει να ακολουθηθεί για όλα τα shape files που έχουμε, δηλαδή για τα αρχεία idrolith, corine, contours και τη λεκάνη απορροής.

Βήμα 1°

Δημιουργία clip για κάθε shape file ξεχωριστά, με βάση τη λεκάνη απορροής του Ταυρωπού.

Διαδικασία:

Arc toolbox- Clip-Input feature (το κάθε shape file) – Clip feature (Tauropos_all_Erase)- Output feature (..._clip01.shp)

Βήμα 2°

ArcMap tools – Data Management Tools – Projection and Transformation – Define Projection – Input (το shape file) – Coordinate system – Select – EGSA 87 – Projected Coordinate System – National Grids – Greek Grid.prj

Βήμα 3°

View – Data Frame Properties – General -Meters

Βήμα 4°

Σώζω το κάθε project που δημιουργήσα, π.χ **idrolith.mxd**

Βήμα 5°

Δημιουργία Fishnet (Grids)

Data Management Tools – Feature Class – Create Fishnet

-Στο πινακάκι που εμφανίζεται, εισάγουμε τα δεδομένα για το fishnet: Εκεί που ζητάει Top, Left, Bottom & Right, χρησιμοποιώ τις τιμές από τις ιδιότητες (χωρική έκταση σε συντεταγμένες) του αρχείου shape file που επεξεργάζομαι κάνοντας δεξί κλικ και επιλέγοντας την εντολή "Properties".

Για το X - Coordinate: Βάζω τον κέρσορα από το ποντίκι λίγο πιο κάτω από το αριστερό άκρο του χαρτί.

Για το Y - Coordinate: Βάζω τον κέρσορα από το ποντίκι λίγο πιο μέσα από εκεί που αρχίζει ο χάρτης, ώστε να δηλώσω στο πρόγραμμα τη διεύθυνση προς την οποία θα δημιουργηθεί το fishnet.

X₁: 294647.331

Y₁: 4342055.214

X₂: 344647.331

Y₂: 4392055.214

Cell size width: 250

Cell size height: 2000

Row: 25

Columns: 200

Τελικά θα δημιουργήσω Grids των 500 στρεμμάτων.

6.4. Μετατροπή του Fishnet από Polyline σε Polygon αρχείο, έτσι ώστε όλα τα αρχεία που θα χρησιμοποιήσω να είναι σε συμβατή μεταξύ τους μορφή, προκειμένου να καταστεί δυνατή η χωρική τους επεξεργασία.

Δημιουργία αρχείου Border_final.

Από το περιβάλλον του Arc Map ανοίγουμε το Arc Catalogue. Στο task bar πατάμε File – New –Shape file –Polygon. Στο

παραθυράκι που εμφανίζεται πληκτρολογούμε το όνομα του αρχείου Border_final και πατάμε ok. Έχοντας τώρα ανοιχτό το Arc Map, πατάμε το add και φέρνουμε στην επιφάνεια εργασίας το αρχείο που δημιουργήσαμε. Στη συνέχεια, πατάμε Editor – Start Editing και επιλέγουμε τη διαδρομή (δηλαδή το φάκελο στον οποίο υπάρχει το αρχείο που δημιουργήσαμε (Border_final). Ακριβώς δίπλα, υπάρχει ένα κουτάκι με το όνομα "Target" και εκεί βάζουμε το Border_final. Γενικά στο κουτάκι "Target" βάζουμε το Shape file που θέλουμε να επεξεργαστούμε κάθε φορά.

Έχοντας τώρα ενεργοποιήσει την εντολή Start Editing - Snapping τικάρουμε τα κουτάκια των αρχείων Border_final και Fishnet_final, τα οποία βρίσκονται στην αριστερή πλευρά της επιφάνειας εργασίας. Επιλέγουμε το εργαλείο ψηφιοποίησης (εικονίζεται ως μολύβι) και κλικάρουμε τις τέσσερις γωνίες του Fishnet_final, ώστε να δημιουργηθεί το Border_final που χρειαζόμαστε. Έτσι με το εργαλείο (από το toolbox) Feature To Polygon, μετατρέπουμε το Border_final από αρχείο Polyline σε Polygon, έτσι ώστε να είναι συμβατό με τα υπόλοιπα αρχεία που έχουμε (Shape files), τα οποία είναι σε μορφή Polygon. Τα αρχεία αυτά (Shape files: corine, geology and slope) περιέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για να τρέξουμε το μοντέλο. Αφού τώρα έχουμε όλα τα απαραίτητα σε συμβατή μεταξύ τους μορφή, από τα "tools" των GIS, δημιουργούμε το τελικό αρχείο, στο οποίο ο χάρτης θα είναι χωρισμένος σε grids και κάθε grid θα περιέχει τις τρεις βασικές πληροφορίες, που είναι:

α) Κοκκομετρία

β) Τύπος βλάστησης

γ) Κλίση

Η διαδικασία ενσωμάτωσης των τριών αυτών κατηγοριών πληροφοριών σε ένα χάρτη γίνεται με τη χρήση της εντολής "intersect" από τη γραμμή εντολών "toolbox", όπου σαν "inputs" θεωρούμε τα εξής δύο αρχεία:

α) geology_Intersect_corine_Int2

β) Fishnet_final_FeatureToPolygon

και προκύπτει το τελικό αρχείο με βάση το οποίο θα τρέξουμε το PESERA, για κάθε ένα Grid ξεχωριστά. Το "output" αρχείο θα είναι: Fishnet_final_FeatureToPolygon1.shp (το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο στον φάκελο thesis.mxd).

6.5 Κοκκομετρία με βάση τη γεωλογία της λεκάνης απορροής της λίμνης Πλαστήρα (σύμφωνα με τις υποδείξεις του Καθηγητή κ. Κοσμά)

- Αλλουβιακές αποθέσεις : CL
- Αλλουβιακές και δилουβιακές αποθέσεις : CL
- Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι : C
- Ανώτεροι ασβεστόλιθοι δρυμού : C
- Αργιλοπυριτικοί σχηματισμοί : C
- Ασβεστόλιθοι : CL
- Ασβεστόλιθοι θυμιάματος : C
- Ασβεστόλιθοι και κερατόλιθοι : CL

- Ασβεστόλιθοι με καλπιονέλλες : C
- Κατώτεροι ασβεστόλιθοι δρυμού : C
- Κερατόλιθοι : L
- Κλαστικός σχηματισμός : SCL
- Κορήματα και κώνοι κορημάτων : CL
- Λευκοί μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι – ψαμμίτες : C
- Λίμνη : SiCL
- Πλακώδεις ασβεστόλιθοι : C
- Πρώτος φλύσχης και ερυθρές μάργες με ακτινόζωα : SiCL
- Στρώματα μετάβασης : CL
- Σύγχρονες προσχώσεις : L
- Φλύσχης : CL

6.6. Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους

α) Χονδρόκοκκα

1) Αμμώδη (Sand): S

2) Πηλοαμμώδη (Loamy Sand) : LS

β) Μετρίως Χονδρόκοκκα

3) Αμμοπηλώδη(SandyLoam):LS

γ) Μέσα

4) Πηλώδη (Loam): L

5) Ιλυοπηλώδη (Silty Loam): SiL

6) Ιλυώδη (Silt): Si

δ) Μετρίως Λεπτόκοκκα

7) Αμμοαργιλλοπηλώδη (Sandy Clay Loam): SCL

- 8) Αργιλλοπηλώδη (Clay Loam): CL
- 9) Ιλυοαργιλλοπηλώδη (Silty Clay Loam): SC

ε) Λεπτόκοκκα

- 10) Αμμοαργιλλώδη (Sandy Clay): SC
- 11) Ιλυοαργιλλώδη (Silty Clay): SiC
- 12) Αργιλλώδη (Clay): C

6.7. Slope Classes

- 1) 0-4,7
- 2) 4,7-14
- 3) 14-28.2
- 4) 28.2-42.25
- 5) 42.25-61
- 6) 61-79.8
- 7) 79.8-100

Σημείωση: Όταν τρέξω το μοντέλο, θεωρώ ως αντιπροσωπευτική τιμή της κλίσης του κάθε parcel τη μέση τιμή κάθε κλάσης.

6.8. Κωδικοί που χρησιμοποιεί το μοντέλο PECERA

6.8.1. Select Soil Texture

- 1) Coarse (Χονδρόκοκκα): C
- 2) Medium (Μέσα): M
- 3) Medium Fine (Μετρίως Λεπτόκοκκα): MF
- 4) Fine (Λεπτόκοκκα): F

5) X (Πολύ Λεπτόκοκκα): VF

6) Organic Soils (Οργανικά Εδάφη): O

6.8.2. Select Land Cover Type

1) Uncultivated (X)

2) Cereal – Dry Farmed (C)

3) Winter Sown (W)

4) Spring Sown (S)

5) Both (in one year) (B)

6) Permanent Pasture (P)

7) Vineyards, Tree Crops, etc (V)

8) Forest (F)

9) Heterogeneous (Tree Crops, Pasture, and Arable) (H)

10) Natural Degraded (D)

11) Rock, Urban, Wetlands, etc (R)

12) Zero (Bare unvegetated (Z)

6.9 Τυποποίηση των δεδομένων με βάση τα σύμβολα του μοντέλου PESERA

6.9.1. Τύπος βλάστησης

1) Permanently irrigated land (S)

2) Sea and ocean (R)

3) Salt marshes (R)

- 4) Sclerophyllous vegetation (P)
- 5) Non – irrigated land (W)
- 6) Coastal lagoons (R)
- 7) Beaches, dunes, sands (R)
- 8) Natural grassland (P)
- 9) Sparcely vegetated areas (X)
- 10) Complex cultivation patterns (H)
- 11) Olive groves (V)
- 12) Burnt areas (D)
- 13) Land principally occupied by agriculture (H)
- 14) Coniferous forest (F)
- 15) Broad – leaved forest (F)
- 16) Mixed forest (F)
- 17) Transitional woodland / shrub (X)
- 18) Agro – forestry areas (H)
- 19) Moors and healthland (X)
- 20) Bare rock (Z)

6.9.2. Μέση κλίση (%)

- (1) – 2,35
- (2) – 9,39
- (3) – 21,13
- (4) – 35,21

(5) – 51,64

(6) – 70,42

6.9.3. Σύμβολα κοκκομετρικής κλάσης

C – F

S – C

CL – M

L – M

6.10. Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων

MONTH	Rainfall (mm)	r0= Mean Rain/Rain- Day	CV of r0 (SD/Mean)	Pot E-T
January	83	16,6	2,59	22
February	188,5	17,1	1,91	21,5
March	117,5	29,4	3,22	55,2
April	44,5	11,1	2,91	83,8
May	92	15,3	2,54	128,9
June	23	5,8	3,4	143,7
July	1	1	1	167,3
August	5,5	2,8	3,88	151
September	22,5	5,6	3,08	100
October	85	14,2	2,3	55,8
November	147	14,7	2,55	30,3
December	382,5	25,5	1,65	19,6
ANNUAL	Total = 1192			Total = 979

6.11. Επεξεργασία του Slope Profile

Relief: βάζουμε τη κλίση (τη μέση κλίση της κλάσης που ανήκει το κάθε Parcel).

% Convexity : 20, σταθερό για όλα τα Parcels.

6.12. Για την περιοχή του φράγματος (έκταση περιοχής 154.466 στρέμματα)

Συνδυασμοί Βλάστησης – Κοκκομετρίας – Κλίσης, για τους οποίους έτρεξα το μοντέλο PESERA, με τα αντίστοιχα αποτελέσματα (Erosion σε ton/ha).

	Βλάστηση	Κοκκομ.	Κλίση (%)	Erosion (ton/ha)
Pes 1	X	F	51	22,55
Pes 2	R	F	50	17,23
Pes 3	R	F	55	19,88
Pes 4	H	F	85	11,26
Pes 5	H	F	75	9,33
Pes 6	R	F	43	13,74
Pes 7	H	F	42	3,91
Pes 8	X	F	52	23,22
Pes 9	H	F	40	3,63

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 10	X	F	47	19,95
Pes 11	X	F	41	16,25
Pes 12	X	F	58	27,35
Pes 13	X	F	43	17,46
Pes 14	R	F	15	2,83
Pes 15	R	F	44	14,22
Pes 16	X	F	41	16,25
Pes 17	F	F	46	1,76
Pes 18	F	M	52	1,55
Pes 19	F	M	60	1,92
Pes 20	X	F	58	27,35
Pes 21	F	M	15	0,24
Pes 22	F	M	15	0,24
Pes 23	F	M	16	0,26
Pes 24	F	M	17	0,29
Pes 25	F	M	14	0,21
Pes 26	F	M	20	0,37
Pes 27	F	M	30	0,68
Pes 28	F	M	27	0,58
Pes 29	F	M	15	0,24
Pes 30	F	M	21	0,39
Pes 31	F	M	18	0,31
Pes 32	F	M	5	0,04
Pes 33	F	M	6	0,06
Pes 34	F	M	8	0,09
Pes 35	F	M	7	0,07
Pes 36	F	M	9	0,11
Pes 37	F	M	10	0,13
Pes 38	F	M	5	0,04

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 39	F	M	13	0,19
Pes 40	F	M	6	0,06
Pes 41	X	M	30	31,9
Pes 42	X	F	32	11,21
Pes 43	X	F	29	9,67
Pes 44	X	F	65	32,45
Pes 45	X	F	61	29,5
Pes 46	F	M	70	2,43
Pes 47	F	F	2	0,01
Pes 48	F	F	43	1,59
Pes 49	F	F	45	1,7
Pes 50	X	F	61	29,5
Pes 51	F	F	67	3,09
Pes 52	X	F	65	32,45
Pes 53	X	F	43	17,46
Pes 54	X	F	44	18,07
Pes 55	F	F	50	1,99
Pes 56	F	M	43	1,17
Pes 57	F	M	55	1,69
Pes 58	F	M	4	0,03
Pes 59	F	M	43	1,17
Pes 60	F	F	65	2,96
Pes 61	F	F	47	1,82
Pes 62	F	F	63	2,82
Pes 63	F	F	30	0,92
Pes 64	F	F	70	3,3
Pes 65	F	M	51	1,51
Pes 66	F	M	44	1,21
Pes 67	F	M	29	0,64

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 68	F	M	31	0,71
Pes 69	F	M	57	1,78
Pes 70	F	M	45	1,25
Pes 71	F	M	51	1,51
Pes 72	F	M	31	0,71
Pes 73	P	M	29	4,95
Pes 74	F	M	37	0,93
Pes 75	F	M	2	0,01
Pes 76	F	M	3	0,02
Pes 77	X	M	4	1,55
Pes 78	X	M	3	1
Pes 79	F	M	4	0,03
Pes 80	F	M	15	0,24
Pes 81	H	M	18	7,46
Pes 82	H	M	2	0,27
Pes 83	F	M	3	0,02
Pes 84	F	M	4	0,03
Pes 85	P	M	2	0,09
Pes 86	F	M	3	0,02
Pes 87	X	M	4	1,55
Pes 88	X	M	14	10,17
Pes 89	X	M	5	2,17
Pes 90	X	F	43	17,46
Pes 91	F	F	45	1,7
Pes 92	F	F	30	0,92
Pes 93	F	F	32	1,02
Pes 94	F	F	31	0,97
Pes 95	F	M	35	0,85
Pes 96	P	M	40	8,01

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 97	P	M	17	2,22
Pes 98	X	M	15	11,27
Pes 99	X	M	29	30,32
Pes 100	F	M	43	1,17
Pes 101	F	M	44	1,21
Pes 102	F	M	18	0,31
Pes 103	F	M	16	0,26
Pes 104	F	M	31	0,71
Pes 105	X	F	44	18,07
Pes 106	X	F	45	18,69
Pes 107	X	F	47	19,95
Pes 108	F	M	48	1,38
Pes 109	F	M	30	0,68
Pes 110	F	F	44	1,64
Pes 111	F	F	47	1,82
Pes 112	F	F	51	2,05
Pes 113	H	M	30	16,06
Pes 114	F	M	35	0,85
Pes 115	F	M	32	0,75
Pes 116	F	M	33	0,78
Pes 117	F	M	16	0,26
Pes 118	F	M	15	0,24
Pes 119	F	M	2	0,01
Pes 120	F	M	3	0,02
Pes 121	F	M	4	0,03
Pes 122	F	M	4	0,03
Pes 123	F	M	17	0,29
Pes 124	F	M	6	0,06
Pes 125	H	M	18	7,46

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 126	H	M	32	17,7
Pes 127	X	M	4	1,55
Pes 128	F	M	3	0,02
Pes 129	F	M	27	0,58
Pes 130	F	M	19	0,34
Pes 131	F	M	4	0,03
Pes 132	F	M	2	0,01
Pes 133	F	M	1	0
Pes 134	R	M	3	4,41
Pes 135	F	M	4	0,03
Pes 136	F	M	2	0,01
Pes 137	P	M	3	0,16
Pes 138	X	M	2	0,54
Pes 139	X	M	4	1,55
Pes 140	P	M	3	0,16
Pes 141	P	M	1	0,03
Pes 142	P	M	2	0,09
Pes 143	P	M	3	0,16
Pes 144	P	M	7	0,58
Pes 145	P	M	10	1
Pes 146	X	M	17	13,6
Pes 147	X	M	43	54,74
Pes 148	X	M	30	31,9
Pes 149	X	M	40	49,11
Pes 150	X	M	43	54,74
Pes 151	X	M	45	58,61
Pes 152	X	M	43	54,74
Pes 153	X	M	51	70,71
Pes 154	P	M	30	5,2

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 155	P	M	32	5,73
Pes 156	P	M	35	6,56
Pes 157	P	M	16	2,02
Pes 158	F	M	40	1,05
Pes 159	P	F	29	1,37
Pes 160	P	F	30	1,45
Pes 161	F	F	31	0,97
Pes 162	F	F	36	1,22
Pes 163	F	F	34	1,12
Pes 164	X	F	37	13,93
Pes 165	X	M	4	1,55
Pes 166	X	M	3	1
Pes 167	F	M	4	0,03
Pes 168	F	M	2	0,01
Pes 169	F	M	46	1,29
Pes 170	F	M	37	0,93
Pes 171	F	M	31	0,71
Pes 172	X	M	29	30,32
Pes 173	F	M	30	0,68
Pes 174	X	M	40	49,11
Pes 175	F	M	41	1,09
Pes 176	F	M	15	0,24
Pes 177	F	M	16	0,26
Pes 178	F	M	14	0,21
Pes 179	F	M	15	0,24
Pes 180	F	M	17	0,29
Pes 181	F	M	18	0,31
Pes 182	F	M	19	0,34
Pes 183	H	M	20	8,74

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 184	H	M	25	12,22
Pes 185	H	M	14	5,12
Pes 186	H	M	20	8,74
Pes 187	R	M	4	6,78
Pes 188	H	M	2	0,27
Pes 189	R	M	1	0,84
Pes 190	R	M	2	2,4
Pes 191	R	M	3	4,41
Pes 192	R	M	1	0,84
Pes 193	R	M	2	2,4
Pes 194	R	M	3	4,41
Pes 195	F	M	1	0
Pes 196	F	M	2	0,01
Pes 197	F	M	3	0,02
Pes 198	F	M	4	0,03
Pes 199	H	M	4	0,78
Pes 200	H	M	1	0,09
Pes 201	X	M	30	31,9
Pes 202	X	M	29	30,32
Pes 203	X	M	40	49,11
Pes 204	X	M	29	30,32
Pes 205	X	M	43	54,74
Pes 206	X	M	31	33,51
Pes 207	X	M	29	30,32
Pes 208	X	M	40	49,11
Pes 209	X	M	31	33,51
Pes 210	X	M	33	36,8
Pes 211	X	M	37	43,69
Pes 212	X	M	43	54,74

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 213	X	M	45	58,61
Pes 214	X	M	47	62,56
Pes 215	X	M	43	54,74
Pes 216	X	M	45	30,32
Pes 217	X	M	47	31,9
Pes 218	F	M	43	0,75
Pes 219	F	M	29	0,85
Pes 220	F	M	30	0,93
Pes 221	F	M	32	0,78
Pes 222	F	M	35	1,05
Pes 223	F	M	37	0,64
Pes 224	F	M	33	0,24
Pes 225	F	M	40	0,26
Pes 226	F	M	29	0,29
Pes 227	F	M	15	0,21
Pes 228	F	M	16	0,37
Pes 229	F	M	17	0,51
Pes 230	F	M	14	0,61
Pes 231	F	M	20	0,58
Pes 232	F	M	25	0,24
Pes 233	F	M	28	0,26
Pes 234	F	M	27	0,21
Pes 235	H	M	15	5,12
Pes 236	H	M	16	6,25
Pes 237	H	M	14	5,68
Pes 238	H	M	14	5,68
Pes 239	H	M	16	6,85
Pes 240	H	M	15	0,27
Pes 241	H	M	15	0,5

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 242	R	M	17	0,84
Pes 243	R	M	2	4,41
Pes 244	R	M	3	0,84
Pes 245	R	M	1	0,84
Pes 246	R	M	3	0,84
Pes 247	R	M	1	2,4
Pes 248	R	M	1	4,41
Pes 249	R	M	1	6,78
Pes 250	R	M	2	4,41
Pes 251	R	M	3	2,4
Pes 252	H	M	4	0,5
Pes 253	H	M	3	0,27
Pes 254	H	M	2	0,5
Pes 255	H	M	2	0,27
Pes 256	F	M	1	0
Pes 257	F	M	1	0
Pes 258	F	M	14	0,21
Pes 259	F	M	15	0,24
Pes 260	F	M	14	0,21
Pes 261	F	M	16	0,26
Pes 262	F	M	10	0,13
Pes 263	F	M	5	0,04
Pes 264	F	M	6	0,06
Pes 265	X	M	13	9,1
Pes 266	X	M	29	30,32
Pes 267	X	M	30	31,9
Pes 268	X	M	32	35,14
Pes 269	X	M	31	33,51
Pes 270	X	M	35	40,2

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 271	X	M	36	41,93
Pes 272	X	F	43	17,46
Pes 273	X	F	45	18,69
Pes 274	F	F	44	1,64
Pes 275	X	F	46	19,32
Pes 276	X	M	29	30,32
Pes 277	X	M	30	31,9
Pes 278	X	M	31	33,51
Pes 279	X	M	29	30,32
Pes 280	X	M	15	11,27
Pes 281	F	M	29	0,64
Pes 282	H	M	30	16,06
Pes 283	H	M	29	15,27
Pes 284	H	M	17	6,85
Pes 285	H	M	4	0,11
Pes 286	H	M	20	1,28
Pes 287	H	M	29	15,27
Pes 288	F	M	29	0,64
Pes 289	F	M	17	0,29
Pes 290	F	M	15	0,24
Pes 291	F	M	16	0,26
Pes 292	F	M	14	0,21
Pes 293	H	M	14	5,12
Pes 294	H	M	5	1,09
Pes 295	H	M	6	1,43
Pes 296	H	M	7	1,81
Pes 297	H	M	5	1,09
Pes 298	H	M	8	2,21
Pes 299	F	M	4	0,03

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 300	W	M	1	1,68
Pes 301	W	M	2	4,75
Pes 302	R	M	3	4,41
Pes 303	R	M	3	4,41
Pes 304	R	M	1	0,84
Pes 305	R	M	2	2,4
Pes 306	R	M	1	0,84
Pes 307	R	M	2	2,4
Pes 308	R	M	3	4,41
Pes 309	R	M	4	6,78
Pes 310	R	M	2	2,4
Pes 311	R	M	3	4,41
Pes 312	R	M	4	6,78
Pes 313	R	M	2	2,4
Pes 314	R	M	3	4,41
Pes 315	R	M	1	0,84
Pes 316	R	M	2	2,4
Pes 317	F	M	1	0
Pes 318	F	M	3	0,02
Pes 319	F	M	1	0
Pes 320	F	M	5	0,04
Pes 321	F	M	5	0,04
Pes 322	F	M	6	0,06
Pes 323	X	M	14	10,17
Pes 324	X	F	15	3,59
Pes 325	X	F	17	4,34
Pes 326	X	M	29	30,32
Pes 327	X	M	30	31,9
Pes 328	X	F	1	0,06

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 329	X	F	29	9,67
Pes 330	X	F	28	9,17
Pes 331	X	F	30	10,17
Pes 332	F	M	32	0,75
Pes 333	F	M	31	0,71
Pes 334	F	M	35	0,85
Pes 335	F	M	31	0,71
Pes 336	F	M	36	0,89
Pes 337	F	M	30	0,68
Pes 338	F	M	1	0
Pes 339	F	M	14	0,21
Pes 340	F	M	15	0,24
Pes 341	F	M	16	0,26
Pes 342	F	M	17	0,29
Pes 343	F	M	5	0,04
Pes 344	F	M	7	0,07
Pes 345	W	M	6	24,7
Pes 346	W	M	8	38,03
Pes 347	W	M	4	13,44
Pes 348	H	M	3	0,5
Pes 349	H	M	2	0,27
Pes 350	H	M	1	0,09
Pes 351	R	M	2	2,4
Pes 352	R	M	1	4,41
Pes 353	R	M	2	6,78
Pes 354	R	M	3	0,84
Pes 355	R	M	4	0,84
Pes 356	R	M	1	2,4
Pes 357	R	M	1	4,41

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

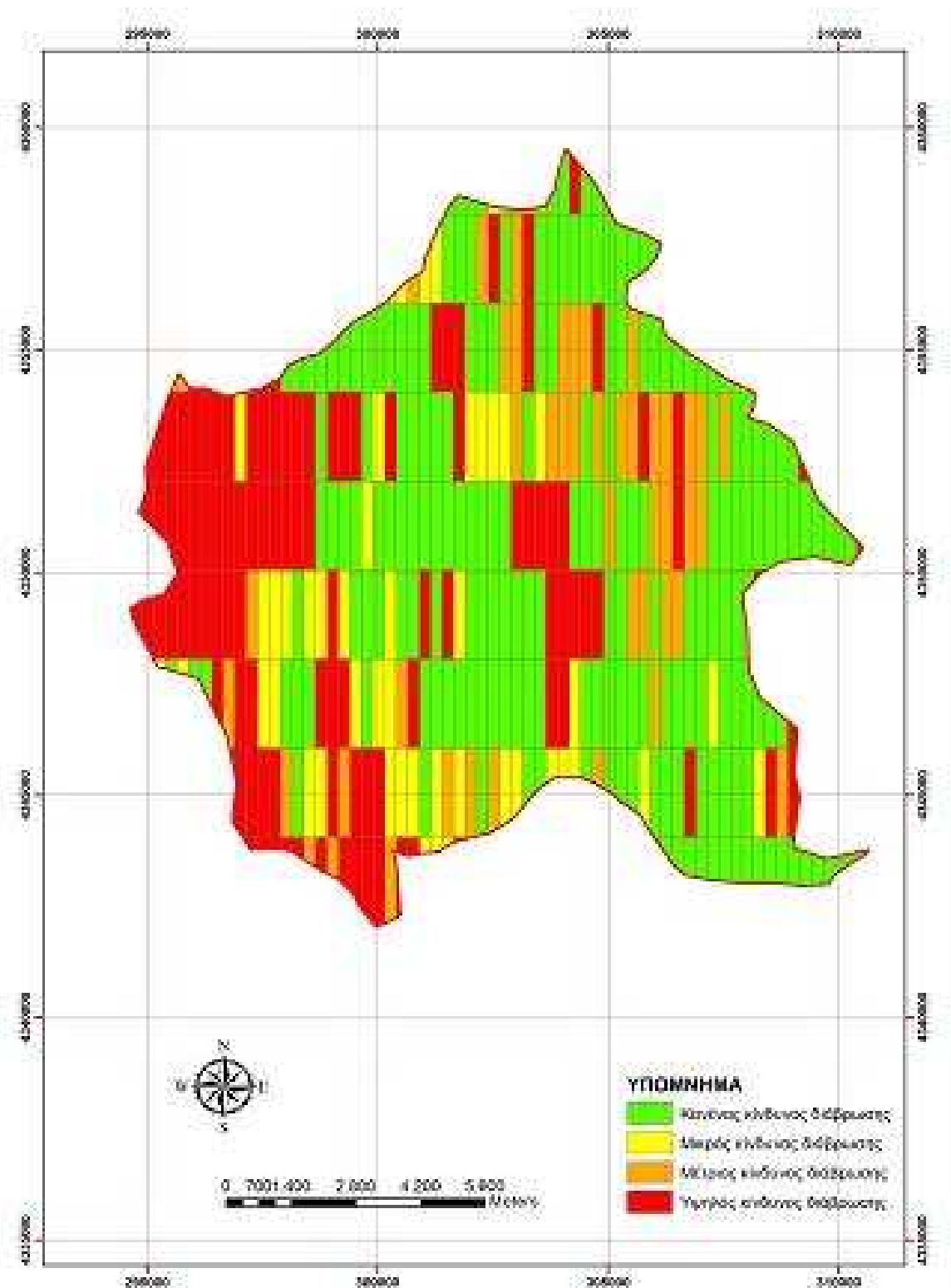
Pes 358	R	M	2	2,4
Pes 359	R	M	3	6,78
Pes 360	F	M	2	0
Pes 361	F	M	4	0,03
Pes 362	R	M	2	2,4
Pes 363	F	M	2	0,01
Pes 364	F	M	1	0
Pes 365	F	M	3	0,02
Pes 366	F	M	1	0
Pes 367	F	M	2	0,01
Pes 368	F	M	2	0,01
Pes 369	F	M	1	0
Pes 370	F	M	3	0,02
Pes 371	F	M	5	0,04
Pes 372	H	M	5	1,09
Pes 373	H	M	5	1,09
Pes 374	H	M	7	1,81
Pes 375	H	M	8	2,21
Pes 376	H	M	6	1,43
Pes 377	H	M	5	1,09
Pes 378	F	M	3	0,02
Pes 379	F	M	2	0,01
Pes 380	R	M	1	0,84
Pes 381	R	M	3	4,41
Pes 382	R	M	4	6,78
Pes 383	R	M	1	0,84
Pes 384	R	M	2	2,4
Pes 385	R	M	4	6,78
Pes 386	F	M	1	0

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

Pes 387	F	M	4	0,03
Pes 388	F	M	14	0,21
Pes 389	F	M	15	0,24
Pes 390	F	M	13	0,19
Pes 391	F	M	7	0,07
Pes 392	F	M	8	0,09
Pes 393	F	M	10	0,13
Pes 394	F	M	4	0,03
Pes 395	F	M	4	0,03
Pes 396	F	M	6	0,06
Pes 397	F	M	7	0,07
Pes 398	F	M	9	0,11
Pes 399	F	M	5	0,04
Pes 400	F	M	7	0,07
Pes 401	H	M	6	1,43
Pes 402	H	M	9	2,64
Pes 403	F	M	10	0,13
Pes 404	X	M	5	2,17
Pes 405	X	M	7	3,59
Pes 406	F	M	11	0,15
Pes 407	F	M	8	0,09
Pes 408	H	M	14	5,12
Pes 409	F	M	15	0,24
Pes 410	F	M	14	0,21

Με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου PESERA, δημιουργήσαμε τον χάρτη **ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ** του φράγματος περιοχής. Όπως φαίνεται και από τον χάρτη, η περιοχή έχει χωριστεί σε ζώνες επικινδυνότητας, ανάλογα με τη κλίση και τη διάβρωση (ton/ha).

“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”



6.13. Επεξήγηση υπομνήματος χάρτη

Κλάσεις Επικινδυνότητας Διάβρωσης	Μονάδες Μέτρησης	Κίνδυνος Διάβρωσης	Χρώμα
0 – 1	ton/year	no risk	πράσινο
1 – 2	ton/year	low risk	κίτρινο
2 – 5	ton/year	moderate risk	πορτοκαλί
5 – 71	ton/year	high risk	κόκκινο

6.14. Υπολογισμός σε στρέμματα των εκτάσεων κάθε ζώνης επικινδυνότητας διάβρωσης

- α) Ζώνη : no risk – 71.718 στρ.
- β) Ζώνη : low risk – 18.235 στρ.
- γ) Ζώνη : moderate risk – 20.678 στρ.
- δ) Ζώνη : high risk – 43.835 στρ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7⁰

<<ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ>>

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι ο **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΤΑΥΡΩΠΟΥ**. Με άλλα λόγια, ο υπολογισμός του όγκου των φερτών υλικών, που παράγονται λόγω του φαινομένου της διάβρωσης και μεταφέρονται με την επιφανειακή απορροή στο υδάτινο σώμα (λίμνη Πλαστήρα) και τέλος στον ταμιευτήρα.

Αφού υπολογίστηκε ο ρυθμός διάβρωσης της παραπάνω περιοχής με τη βοήθεια του μοντέλου **PESERA**, σε τόνους ανά εκτάριο ανά έτος, (ton/ha/year), έπρεπε τα αποτελέσματα αυτά να αναχθούν στην έκταση της περιοχής που αντιπροσωπεύουν και η οποία έκταση όπως έχει αναφερθεί ήδη σε προηγούμενο κεφάλαιο καθορίστηκε στα πεντακόσια στρέμματα (500 στρ.), χωρίστηκε δηλαδή η όλη περιοχή μελέτης, με τη βοήθεια του εργαλείου **FISHNET** των **ARCGIS** σε τετρακόσια δέκα (410) **PARCELS** των πεντακοσίων στρεμμάτων το καθένα. Το συνολικό αποτέλεσμα που προέκυψε από αυτή την αναγωγή είναι : **146.606 ton/year** ή **112,773 Mm³/year**, λαμβάνοντας ως μέσο ειδικό βάρος των φερτών υλικών το **1,3 kg/m³**. Επομένως, κάθε χρόνο καταλήγουν στον ταμιευτήρα του Ταυρωπού **146.606 τόνοι** ή **112,773 Mm³** φερτών υλικών. Ο όγκος αυτών των φερτών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την συσσώρευση με τα χρόνια των φερτών υλικών στο ταμιευτήρα και κατ'επέκταση τη σταδιακή μείωση του όγκου της τεχνητής λίμνης που δημιουργήθηκε από το φράγμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

<<ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ>>

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση του μοντέλου PESERA, κάθε χρόνο ένας μεγάλος όγκος φερτών υλικών θα καταλήγει στον ταμιευτήρα. Συγκεκριμένα θα καταλήγουν στον ταμιευτήρα του Ταυρωπού **146.606 τόνοι** ή **112,773 Mm³** φερτών υλικών. Ο όγκος αυτών των φερτών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την συσσώρευσή τους με τα χρόνια στο ταμιευτήρα και κατ'επέκταση τη σταδιακή μείωση του όγκου της τεχνητής λίμνης που δημιουργήθηκε από το φράγμα. Ο κατά πολύ οικονομικότερος τρόπος εύρεσης μίας περιοχής παγίδευσης αυτών των στερεών είναι η αύξηση του όγκου του ταμιευτήρα.

Μια άλλη έμμεση λύση, θα ήταν η προστασία του εδάφους από την διάβρωση. Αυτή θα μπορούσε να επιτευχθεί με σαφώς μικρότερη δαπάνη χρημάτων από την πρώτη. Γενικά θα μπορούσε να γραφτεί ότι οι σύγχρονες τάσεις για την αντιμετώπιση της διάβρωσης σε επίπεδο λεκάνης απορροής είναι οι ακόλουθες:

- 1) Η εκπόνηση μελετών διαχείρισης καθώς και δάσωσης. Αυτές θα συμβάλλουν άμεσα στη συγκράτηση και αποτελεσματική αξιοποίηση των υδάτων των λιμνών και έμμεσα στην αποτροπή της διάβρωσης, της απειλής εγκατάλειψης της υπαίθρου καθώς επίσης και στην ανάπτυξη του τουρισμού, της απασχόλησης και συνολικά της τοπικής οικονομίας.
- 2) Προτείνονται αντιπλημμυρικά τεχνικά έργα, εγκάρσια (σωληνωτοί και πλακοσκεπέις οχετοί, γέφυρες) και κατά μήκος (τάφροι) αναγκαία για να απομακρύνουν τα κατακρημνίσματα που ευθύνονται για επιφανειακές διαβρώσεις.

- 3) Επίσης φυτοκομικά και φυτοτεχνικά έργα στα πλαίσια της διευθέτησης των λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων που θα αποβλέπουν στον έλεγχο της μεταφοράς φερτών υλικών και πλημμυρικών απορροών, στον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και κυρίως στην αποκατάσταση του διαταραγμένου περιβάλλοντος.
- 4) Η οργάνωση σεμιναρίων στα οποία οι αγρότες θα διδάσκονται τις τεχνικές προστασίας των εδαφών.
- 5) Χρήση αναβαθμίδων και περιμετρικής καλλιέργειας.
- 6) Μετατροπή των επικλινών εδαφών σε χορτολίβαδα καθώς τα λιβάδια και τα βοσκοτόπια παρουσιάζουν σχεδόν μηδενική διάβρωση.
- 7) Τέλος, η αύξηση της φυσικής βλάστησης στη λεκάνη απορροής γιατί βοηθά στη διατήρηση του υδρολογικού κύκλου και στη ρύθμιση και τη σταθεροποίηση του υδατικού ισοζυγίου. Επίσης, προστατεύει από ακραία φαινόμενα όπως οι πλημμύρες και η ξηρασία. Η απομάκρυνση της βλάστησης οδηγεί στην αύξηση των φερτών υλών, στην υποβάθμιση της απόδοσης σε νερό και της ποιότητας του νερού και μεταξύ άλλων στην υποβάθμιση υδροχαρών οικοτόπων. Η βλάστηση βοηθά επίσης στη ρύθμιση του υπόγειου υδροφορέα και στην πρόληψη της αλάτωσης των εδαφών η οποία επηρεάζει τις μεγάλες εκτάσεις των γεωργικών εδαφών, με μεγάλο κατά συνέπεια αντίκτυπο για την κοινωνία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο
<<ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ>>

Καραβίτης Χρ., 2009. «Σημειώσεις μαθήματος Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αλεξανδρής Στ., 2009. «Σημειώσεις εργαστηρίου Μικρομετεωρολογίας», Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μιγκίρος Γ., 2009. «Σημειώσεις Υδρονομικά έργα», Τμήμα Ορυκτολογίας και Γεωλογίας, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Grigg N.S., 1996. Water Resources Management.

Μουστακίδης Ι., 2008. «Υπολογισμός της Στερεοπαροχής στη Λεκάνη Απορροής του Ποταμού Ευήνου με τη χρήση του μοντέλου PESERA». Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2009. «Τα πουλιά της Ελλάδας», «Οι σημαντικότεροι βιότοποι της Ελλάδας», Δασική Υπηρεσία Τμήμα Αισθητικών Δασών και Δρυμών, Αθήνα.

Κώνστας Ι., 2004. «Διαχείριση Υδατικών Πόρων»

Kirkby et al., 2000. «Μοντέλο PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment)».

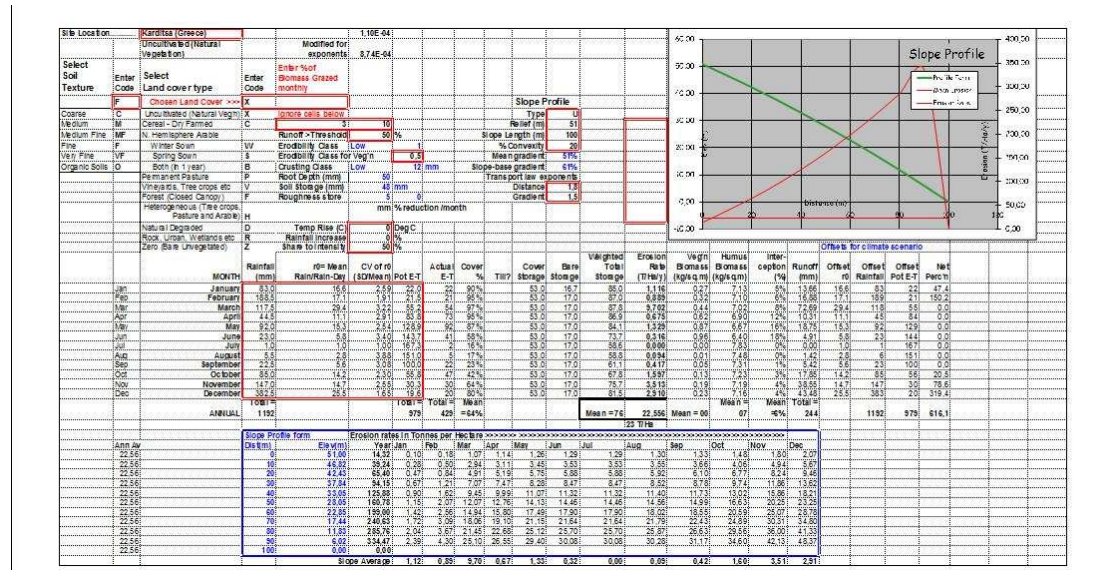
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

<<ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA>>

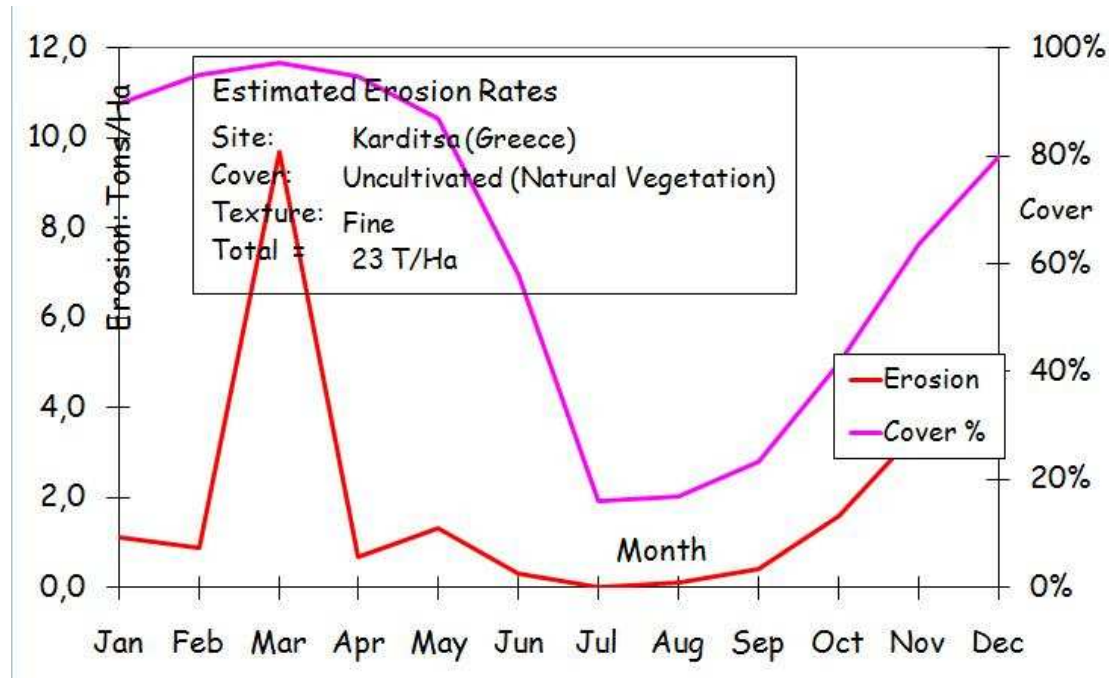
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 1:

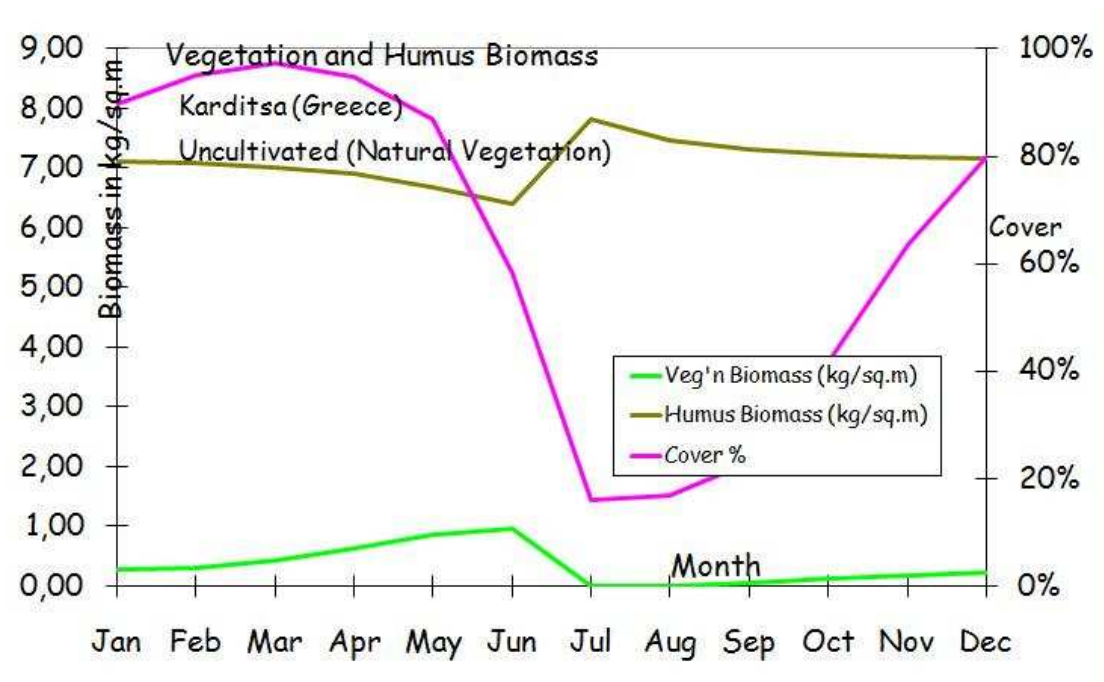
Εικόνα 1 : Πίνακας main για PES 1



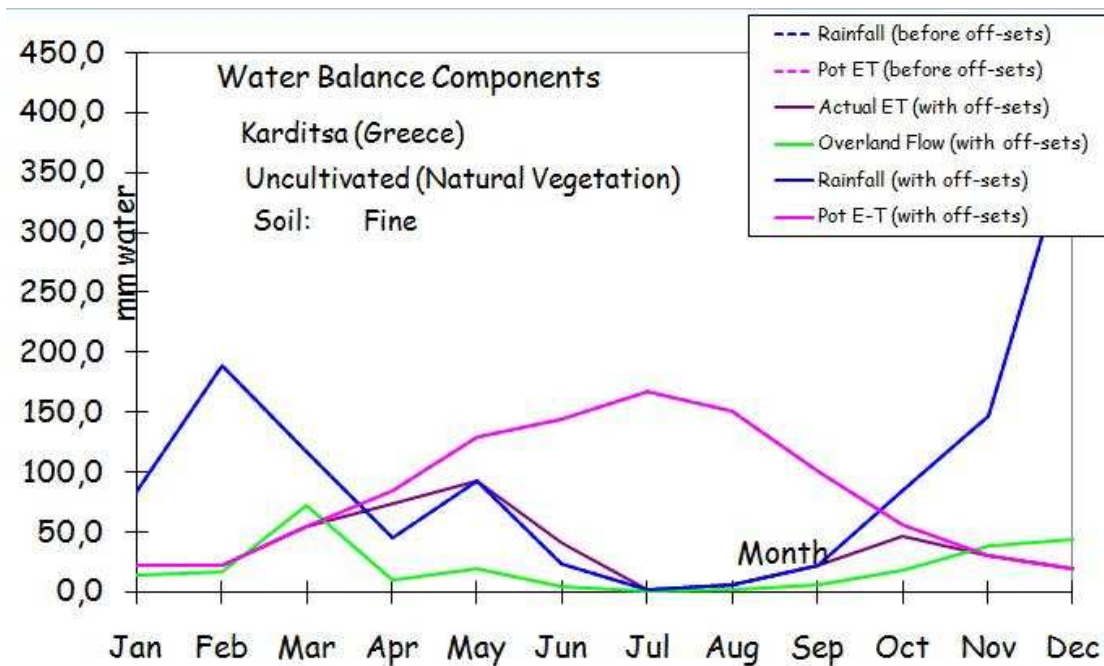
Σχήμα 1: Ρυθμός διάβρωσης για PES 1



Σχήμα 2: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 1



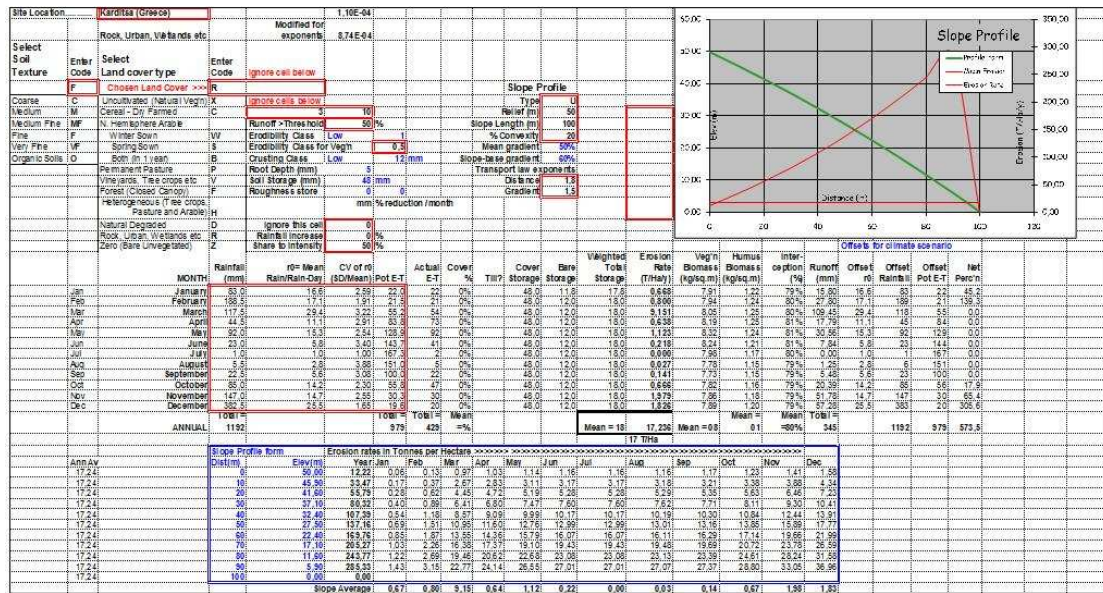
Σχήμα 3: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 1



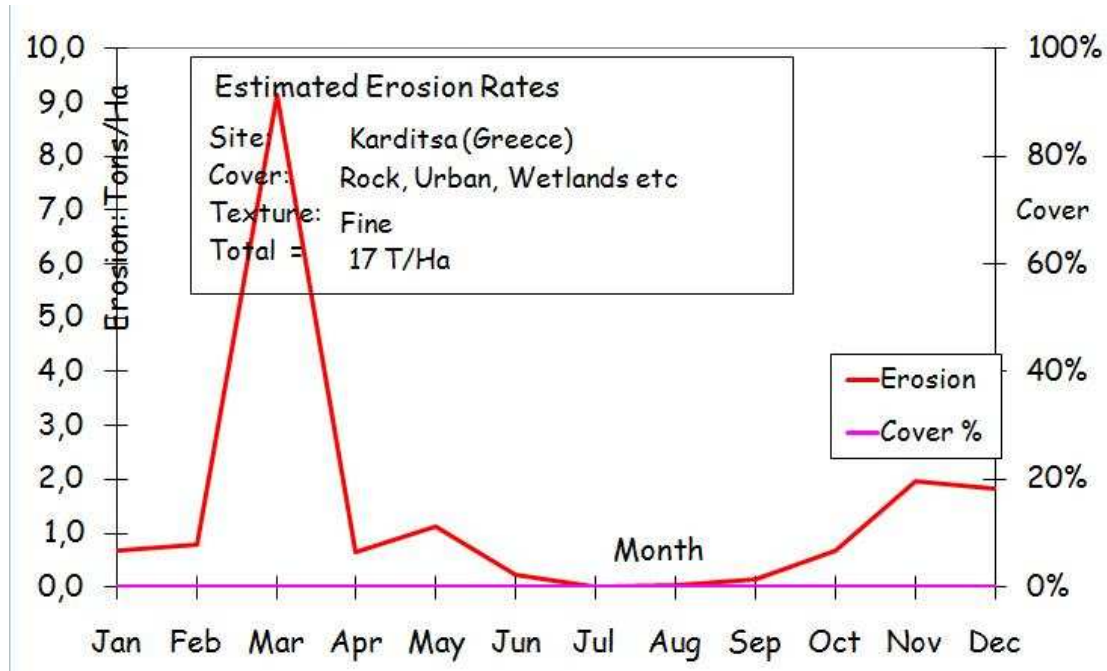
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 2 :

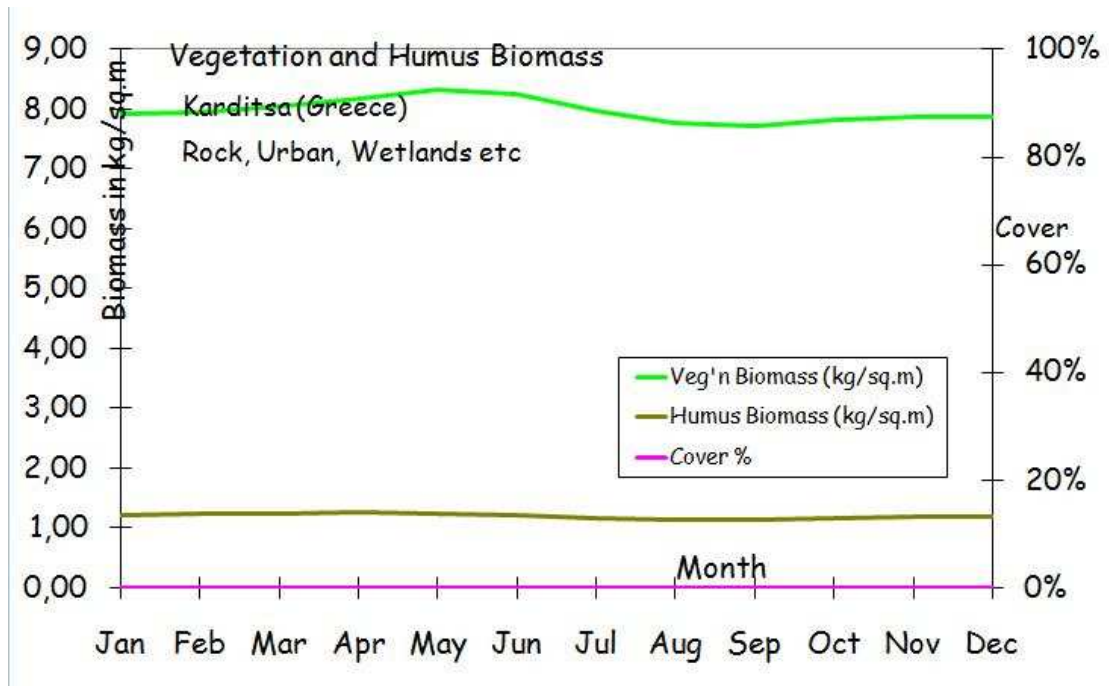
Εικόνα 2 : Πίνακας main για PES 2



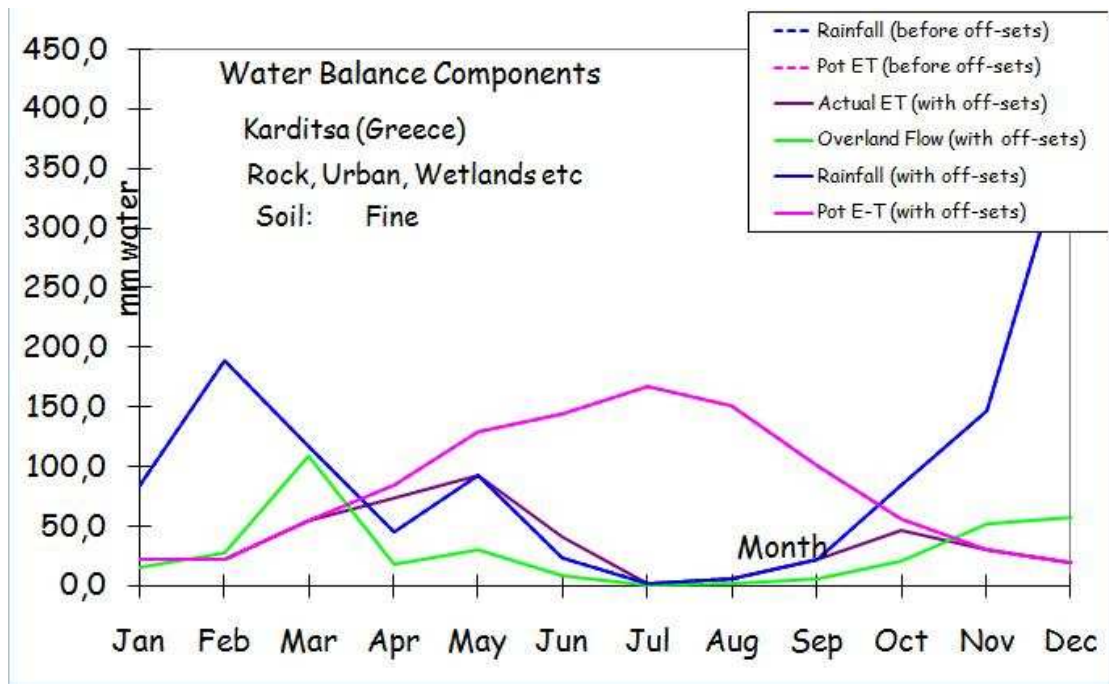
Σχήμα 4: Ρυθμός διάβρωσης για PES 2



Σχήμα 5: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 2



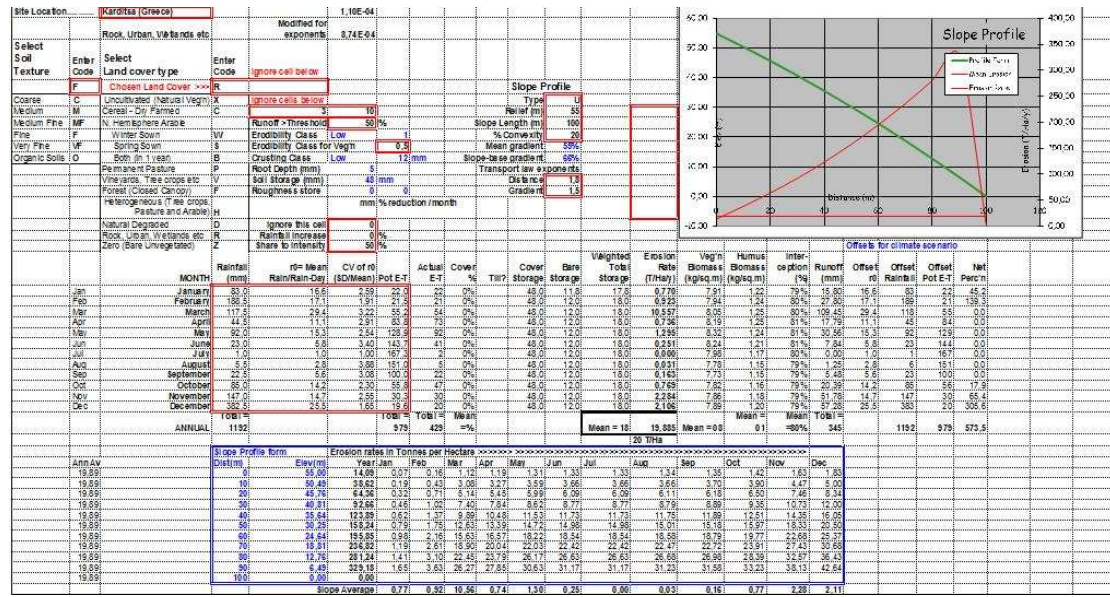
Σχήμα 6: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 2



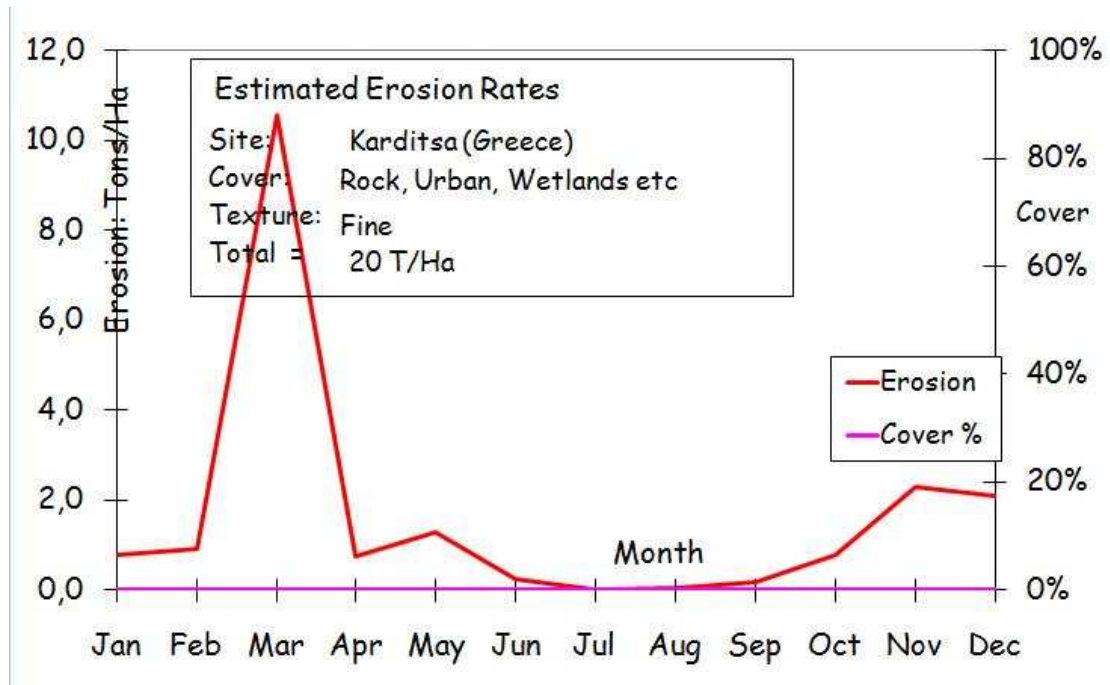
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 3 :

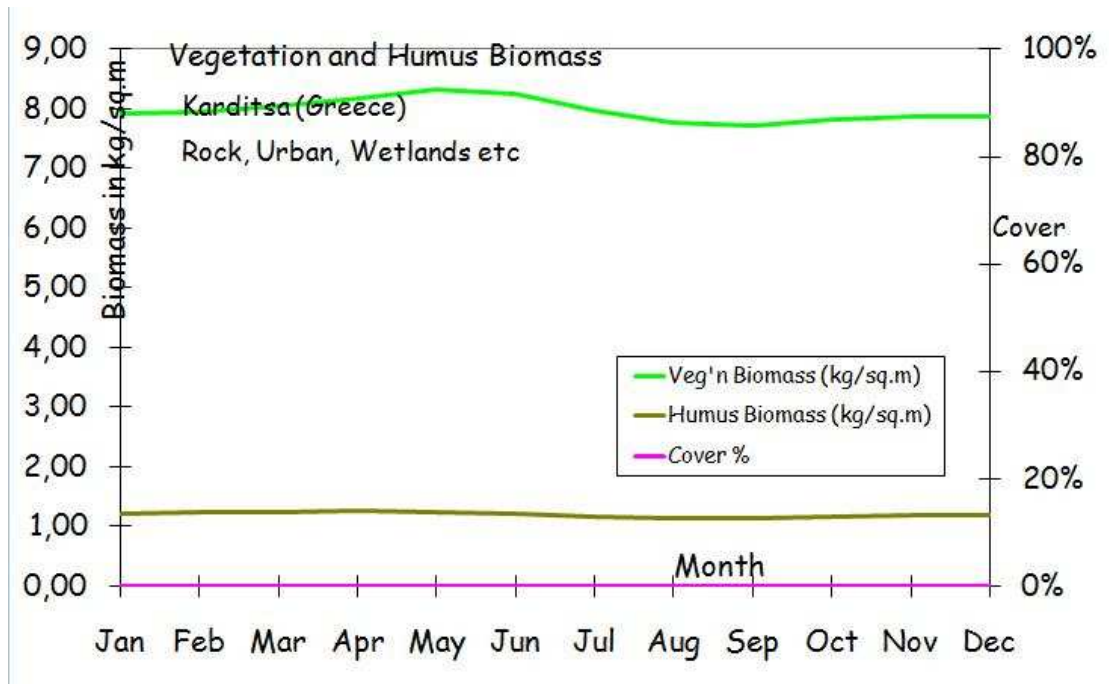
Εικόνα 3 : Πίνακας main για PES 3



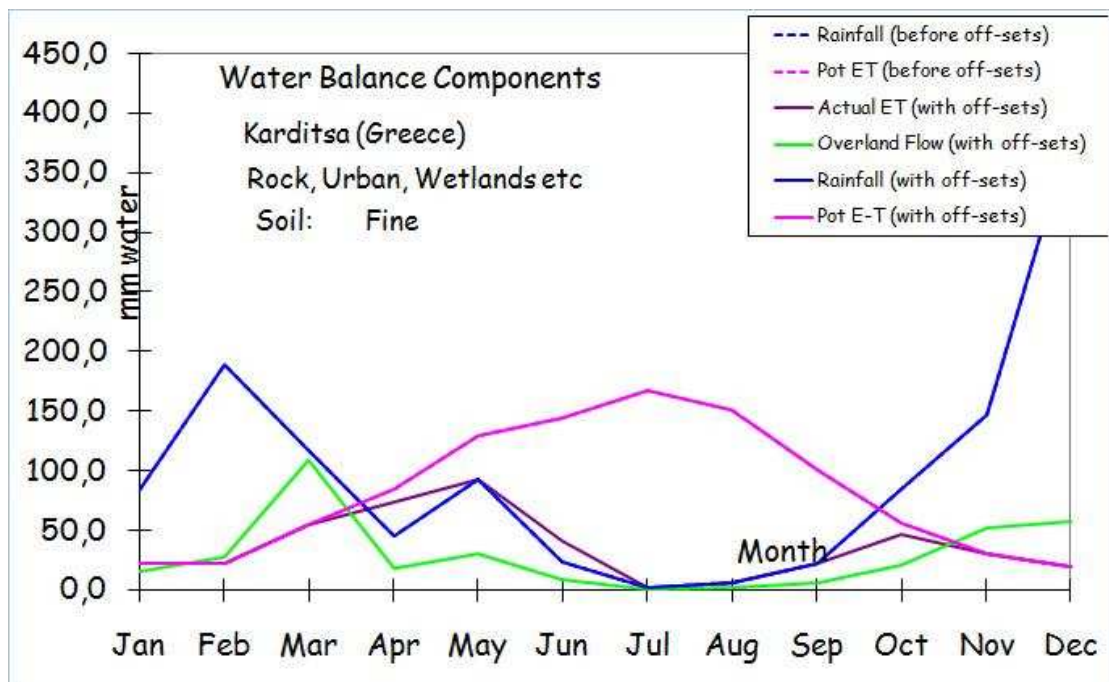
Σχήμα 7: Ρυθμός διάβρωσης για PES 3



Σχήμα 8: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 3



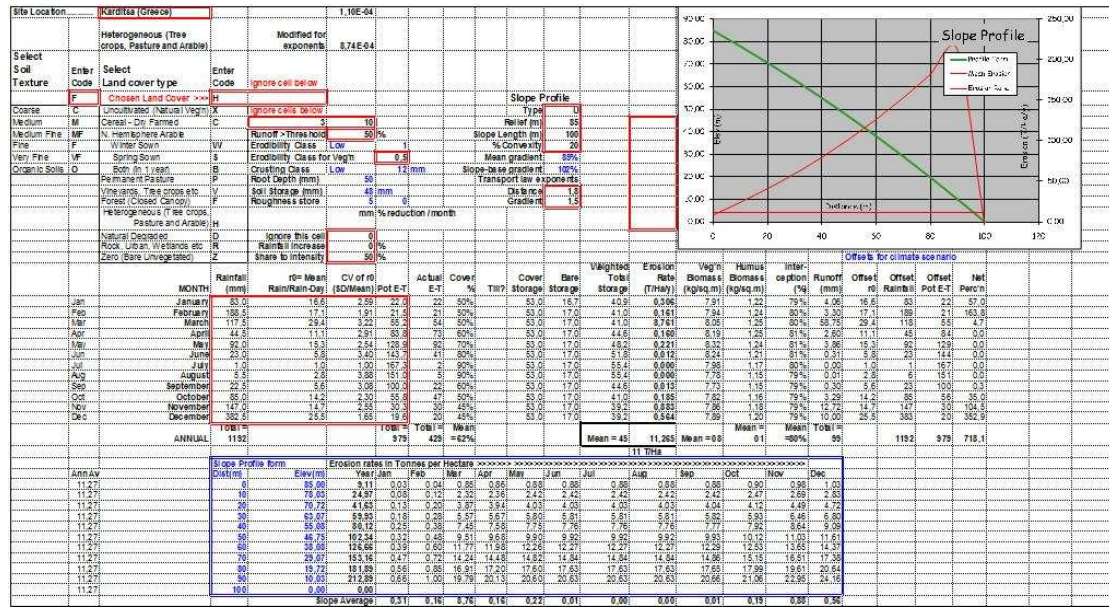
Σχήμα 9: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 3



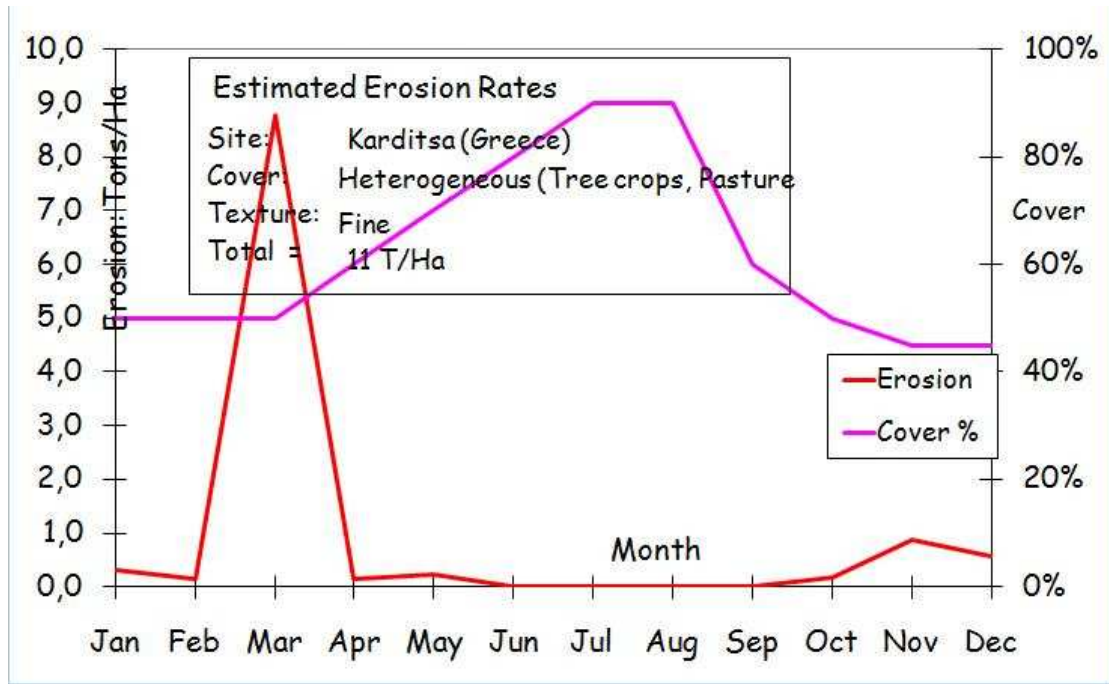
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 4 :

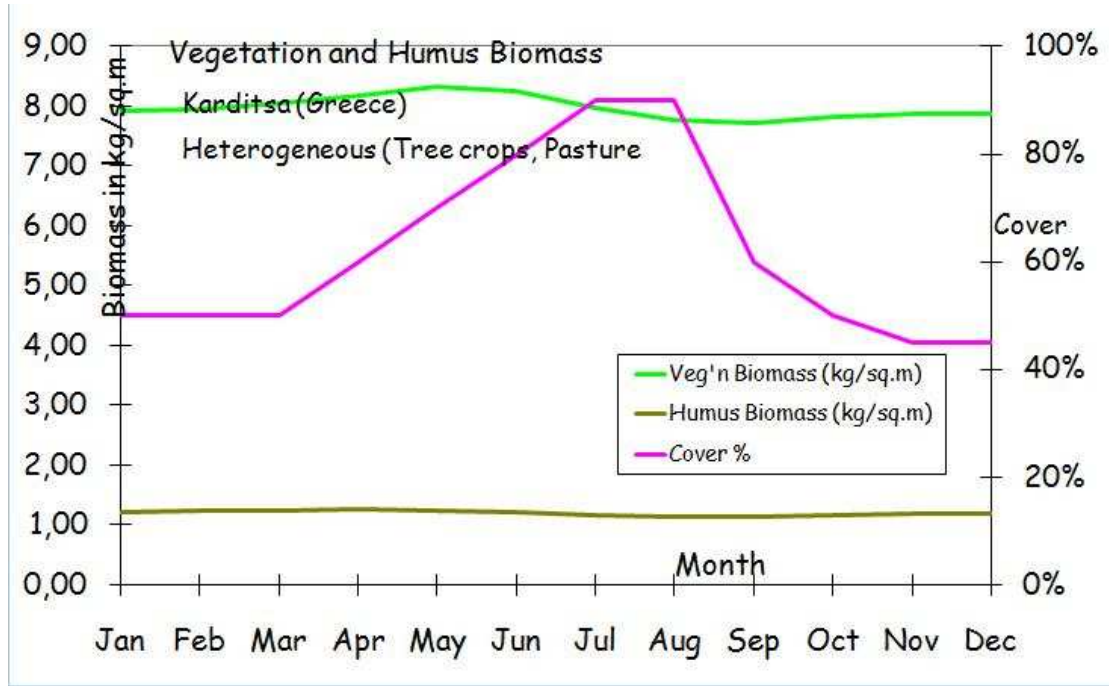
Εικόνα 4 : Πίνακας main για PES 4



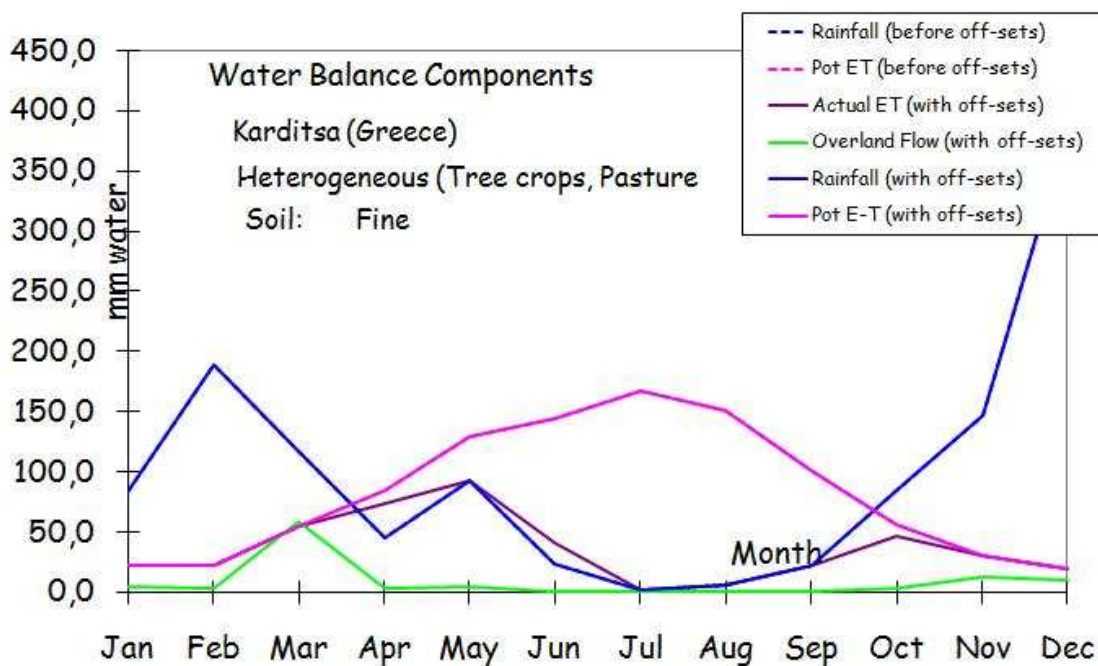
Σχήμα 10: Ρυθμός διάβρωσης για PES 4



Σχήμα 11: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 4



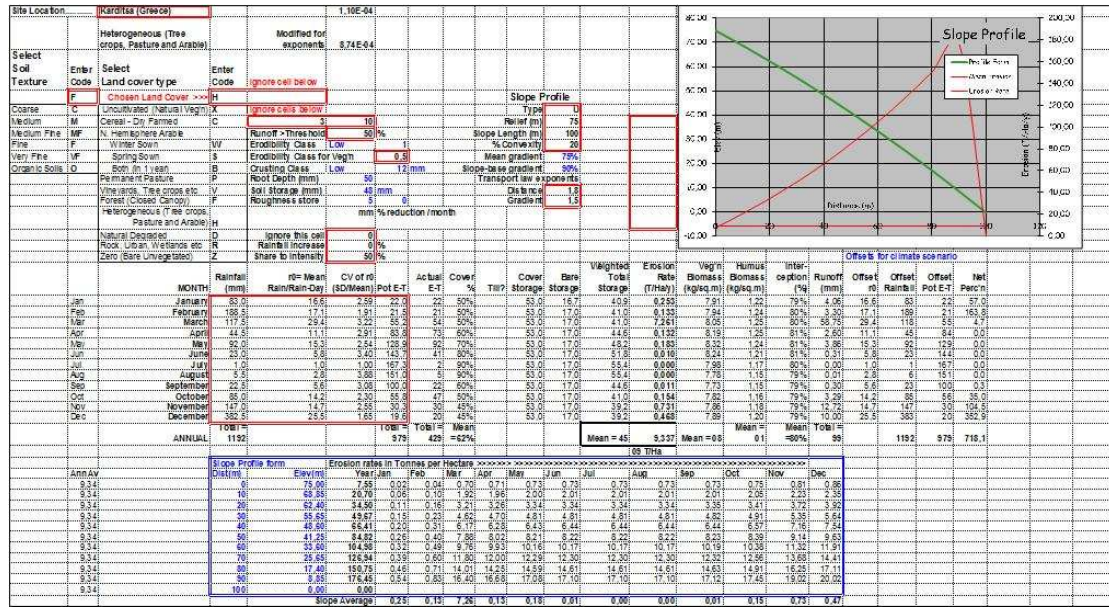
Σχήμα 12: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 4



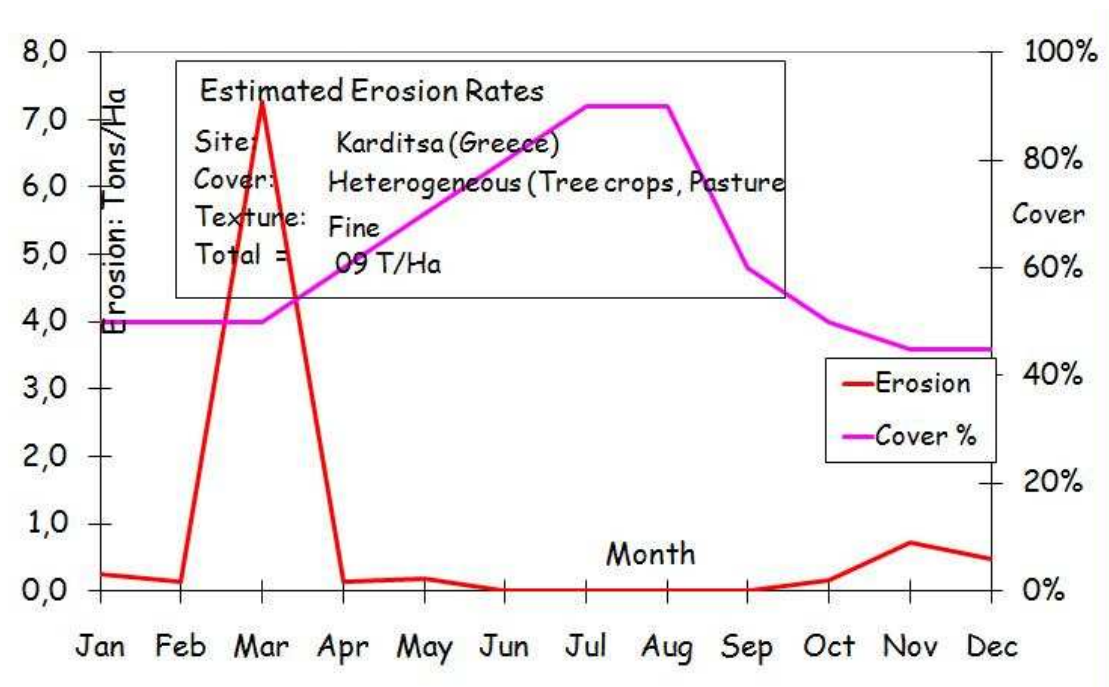
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 5 :

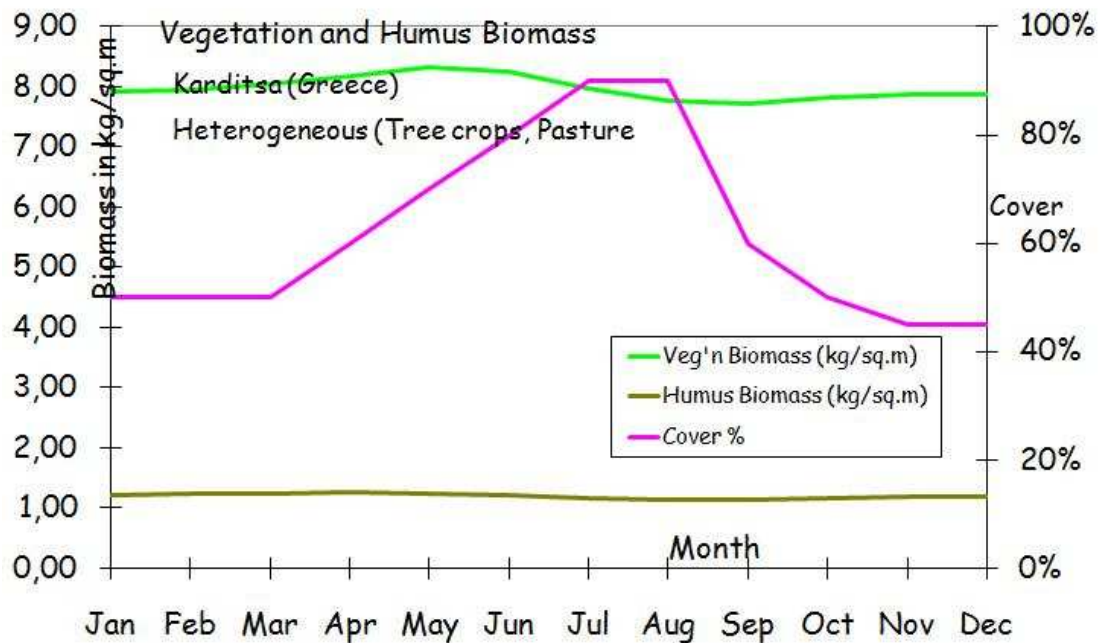
Εικόνα 5 : Πίνακας main για PES 5



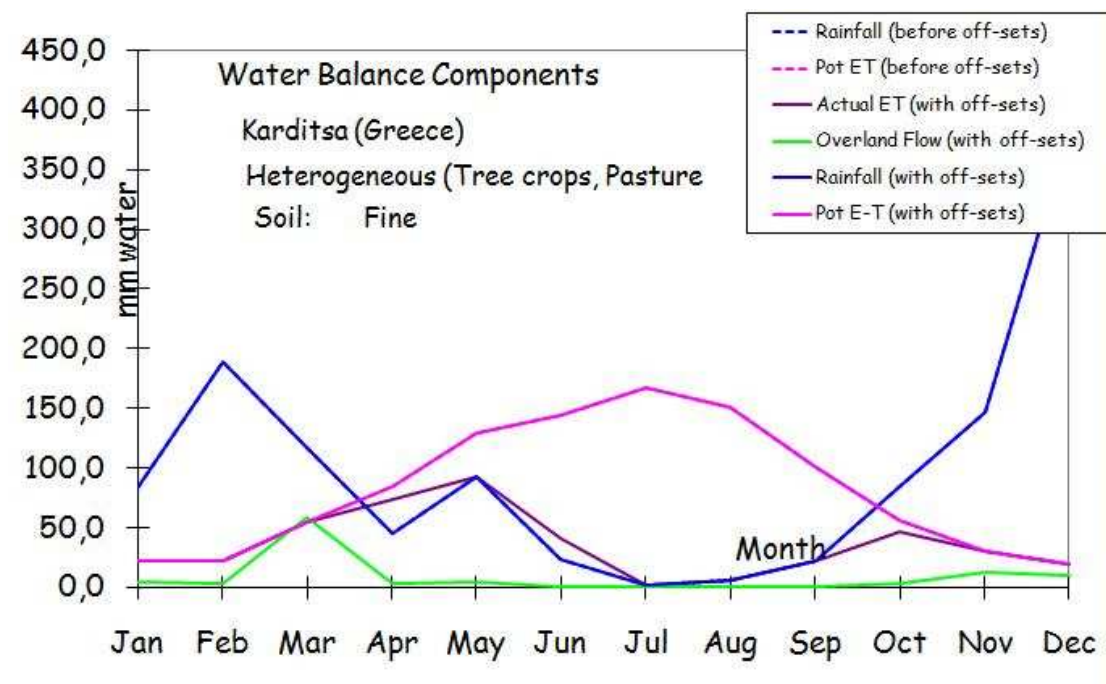
Σχήμα 13: Ρυθμός διάβρωσης για PES 5



Σχήμα 14: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 5



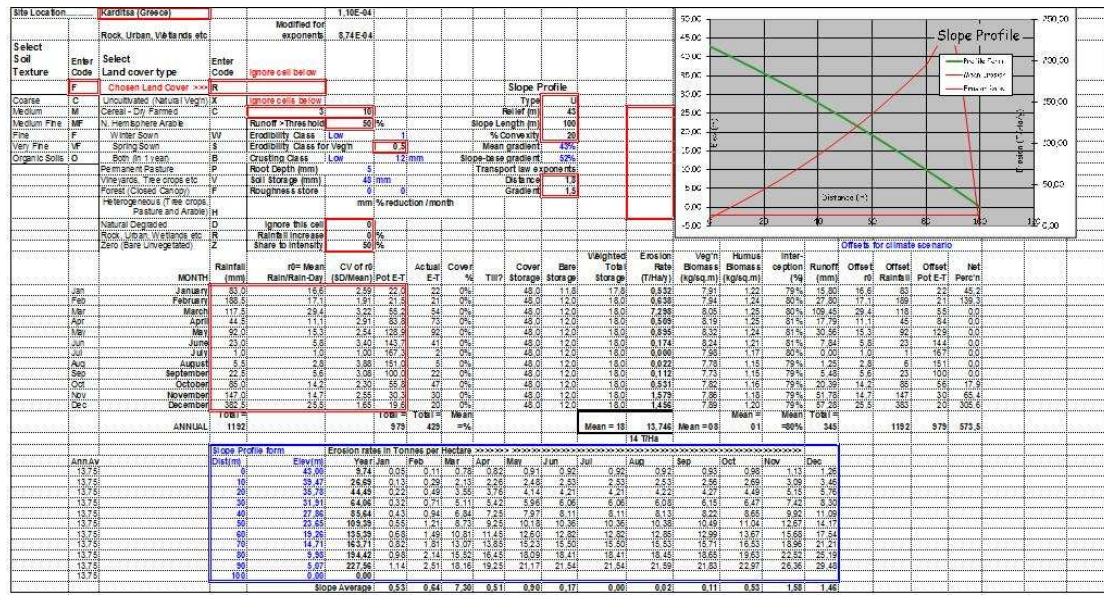
Σχήμα 15: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 5



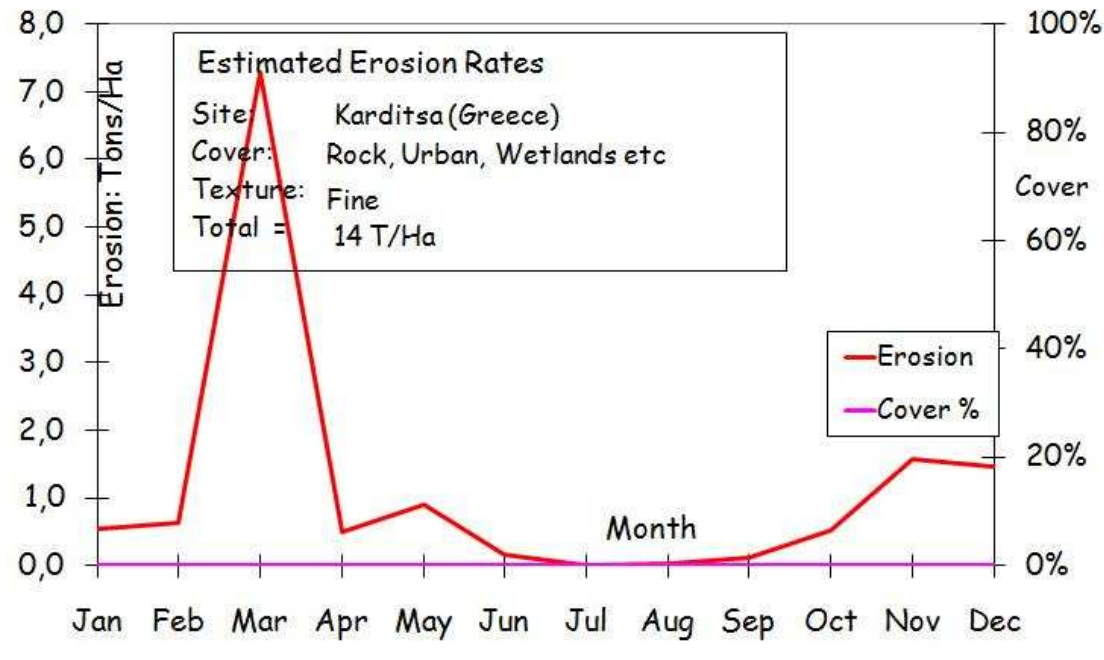
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 6 :

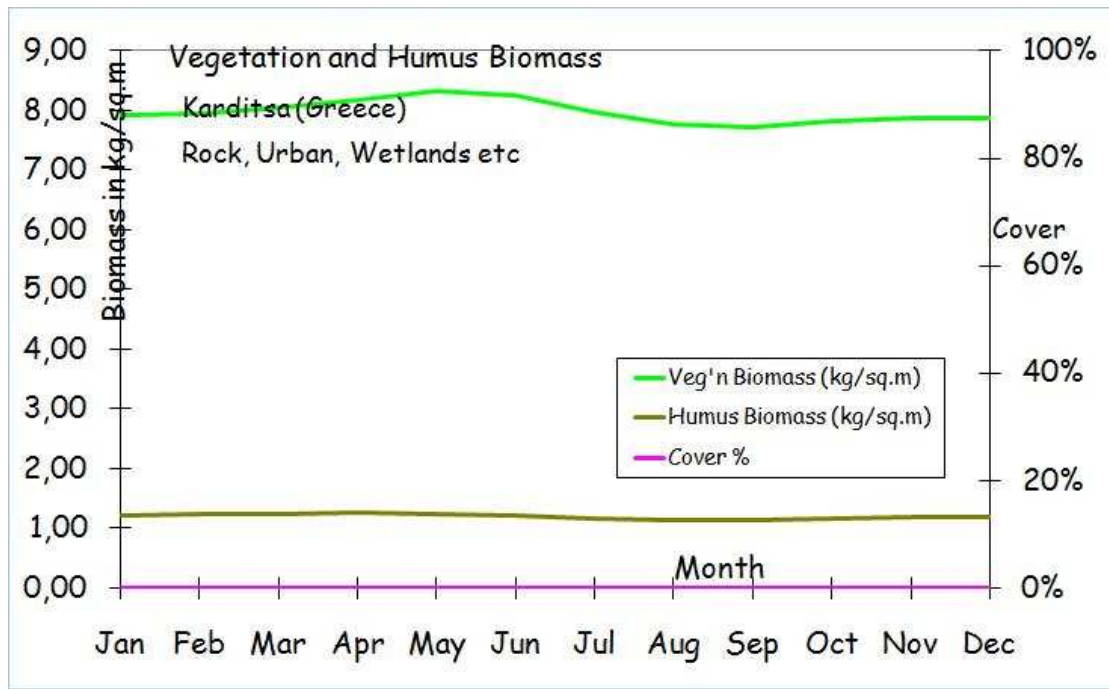
Εικόνα 6 : Πίνακας main για PES 6



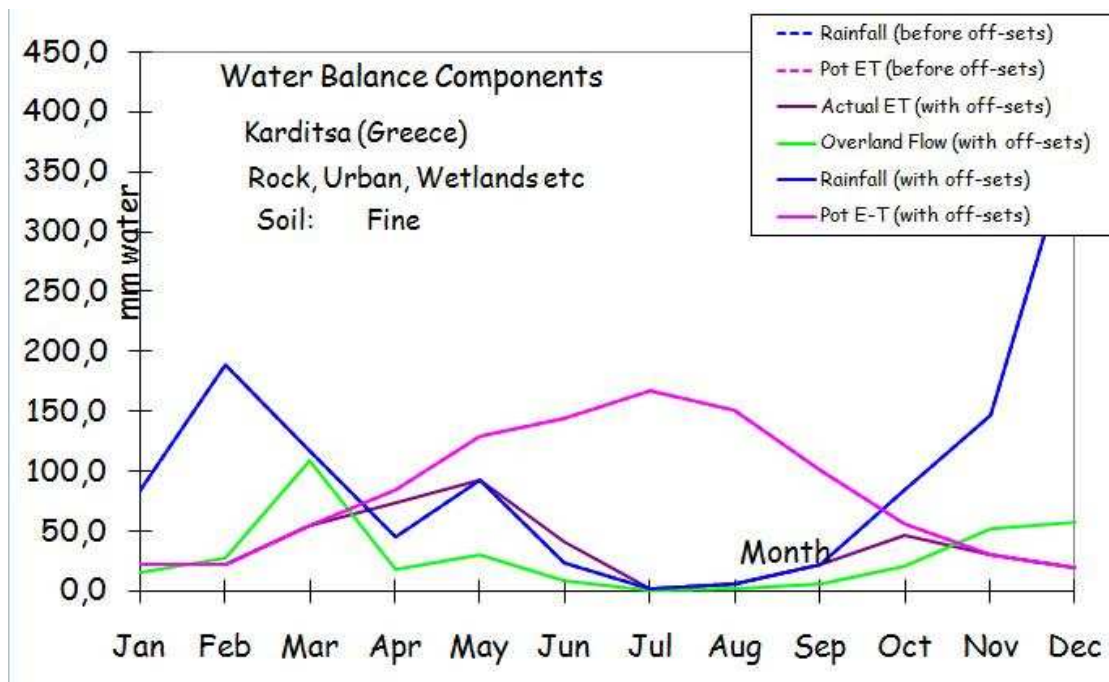
Σχήμα 16: Ρυθμός διάβρωσης για PES 6



Σχήμα 17: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 6



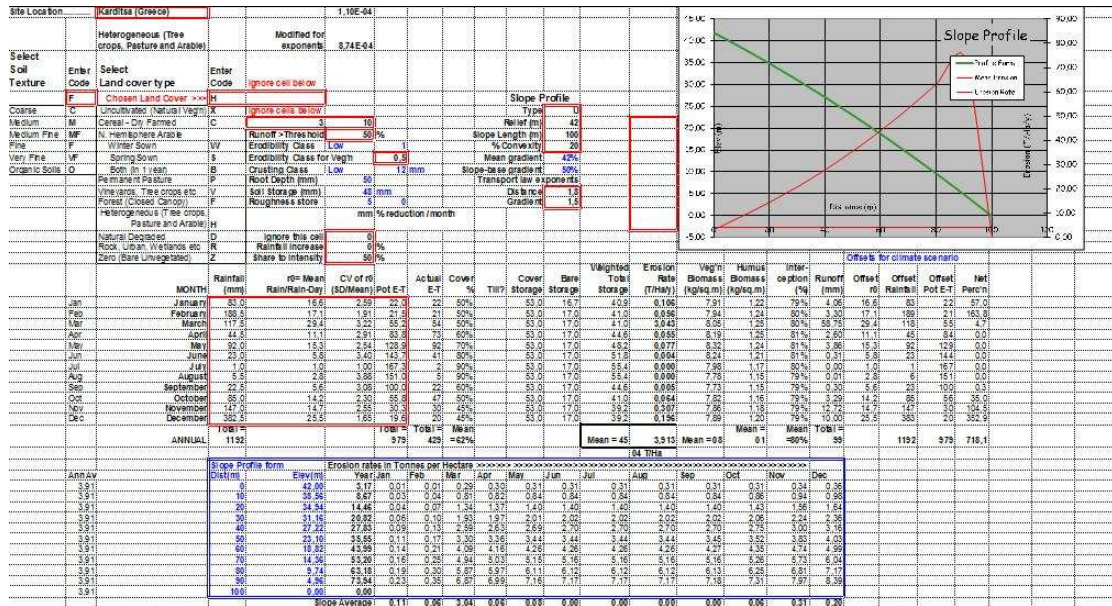
Σχήμα 18: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 6



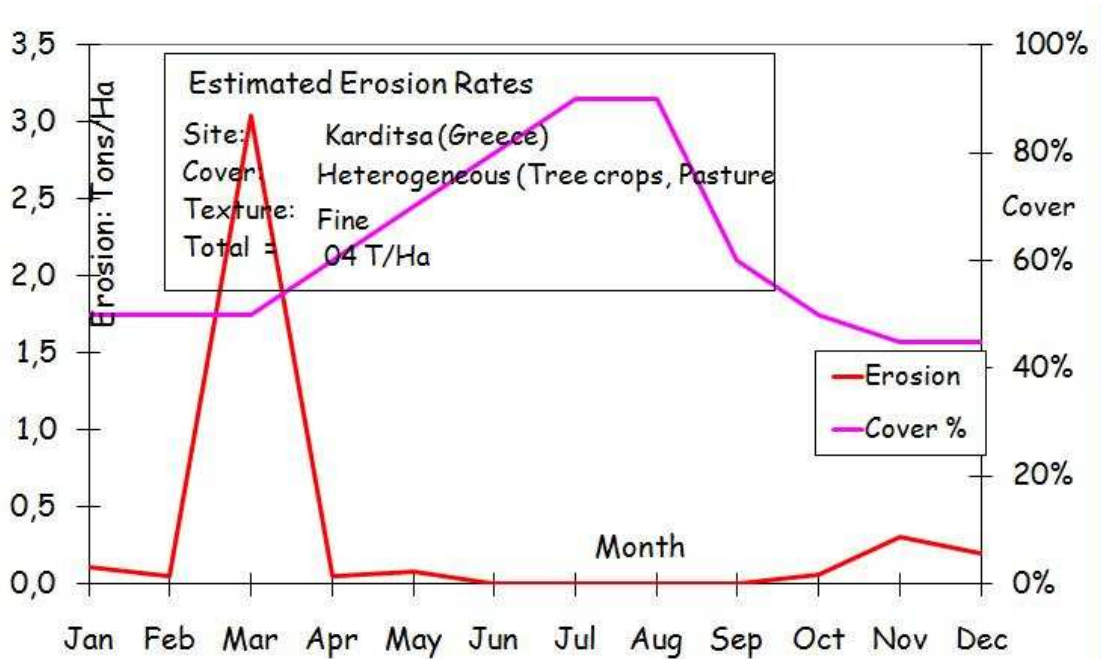
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 7 :

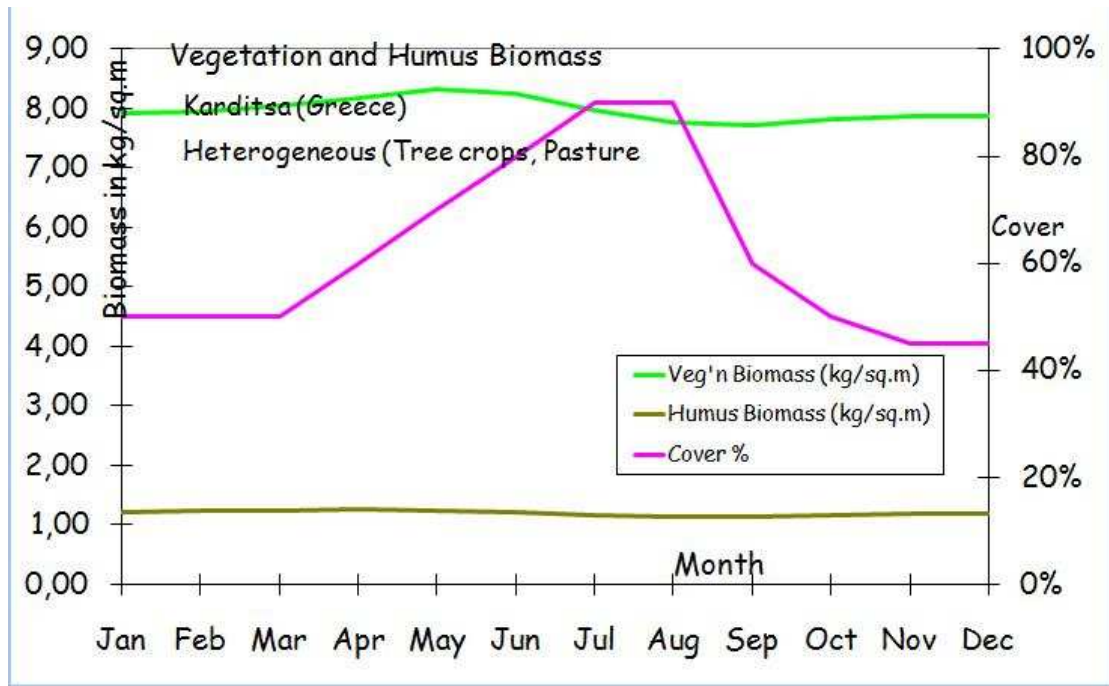
Εικόνα 7 : Πίνακας main για PES 7



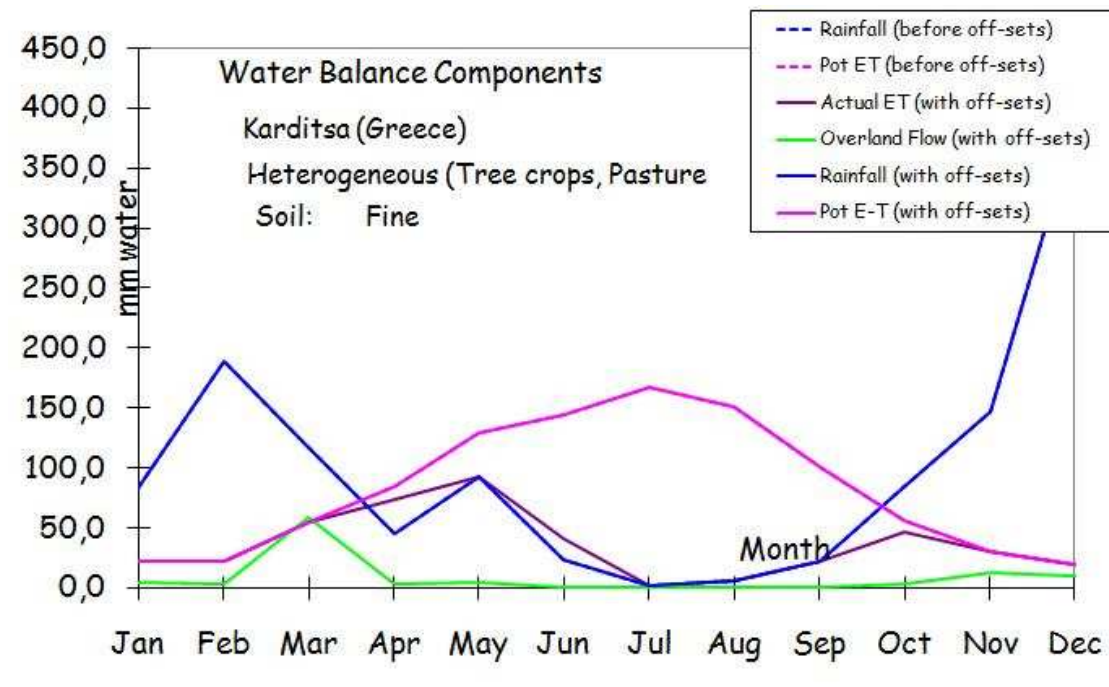
Σχήμα 19: Ρυθμός διάβρωσης για PES 7



Σχήμα 20: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 7



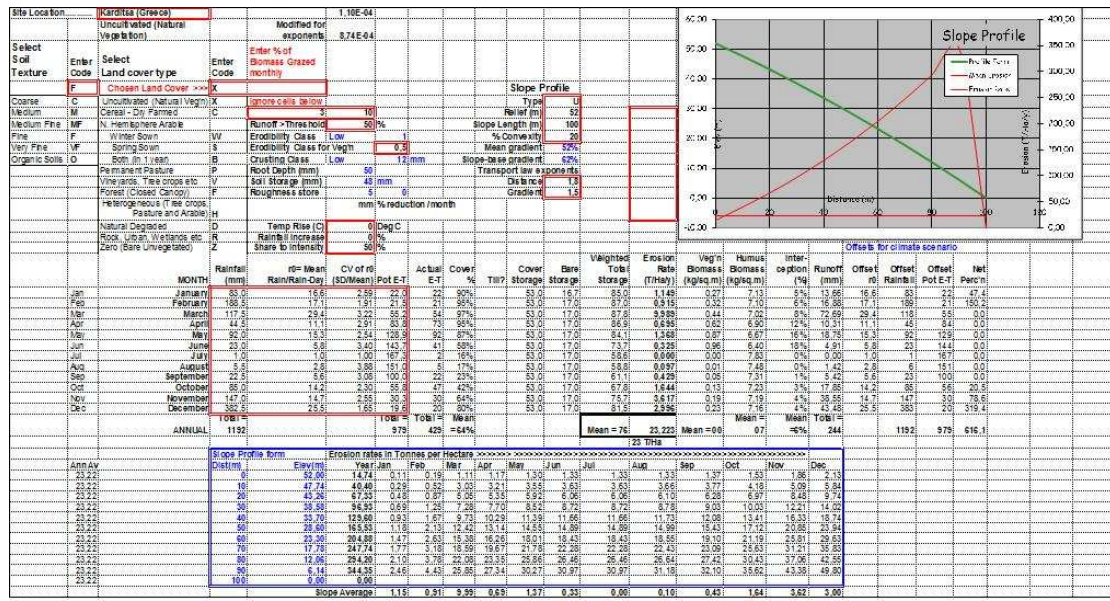
Σχήμα 21: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 7



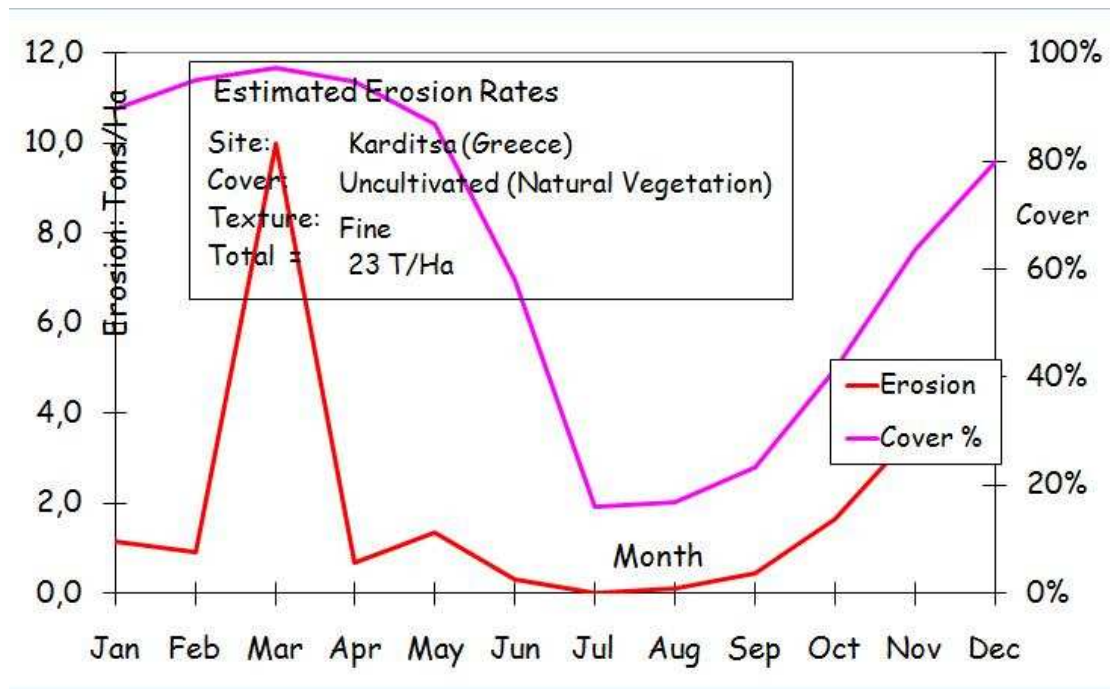
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 8 :

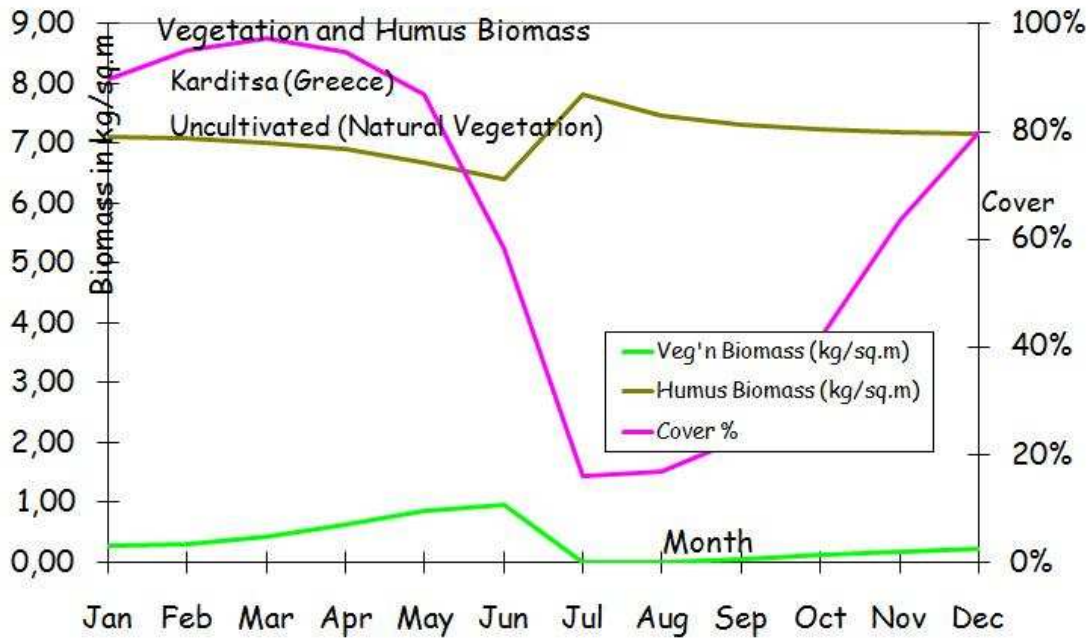
Εικόνα 8 : Πίνακας main για PES 8



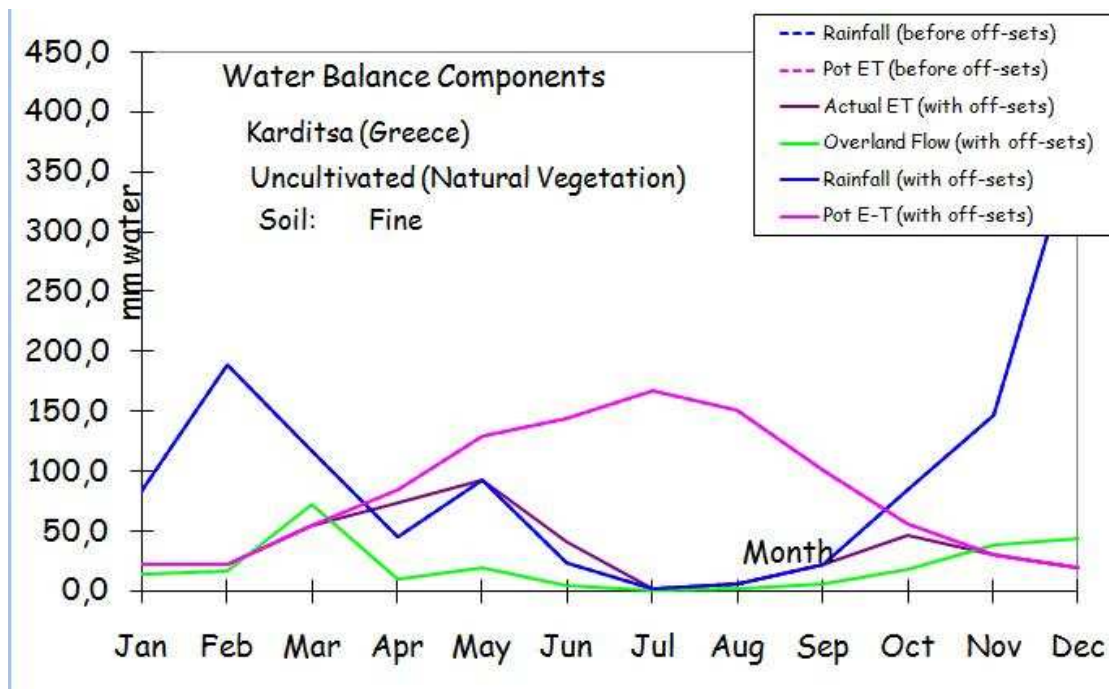
Σχήμα 22: Ρυθμός διάβρωσης για PES 8



Σχήμα 23: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 8



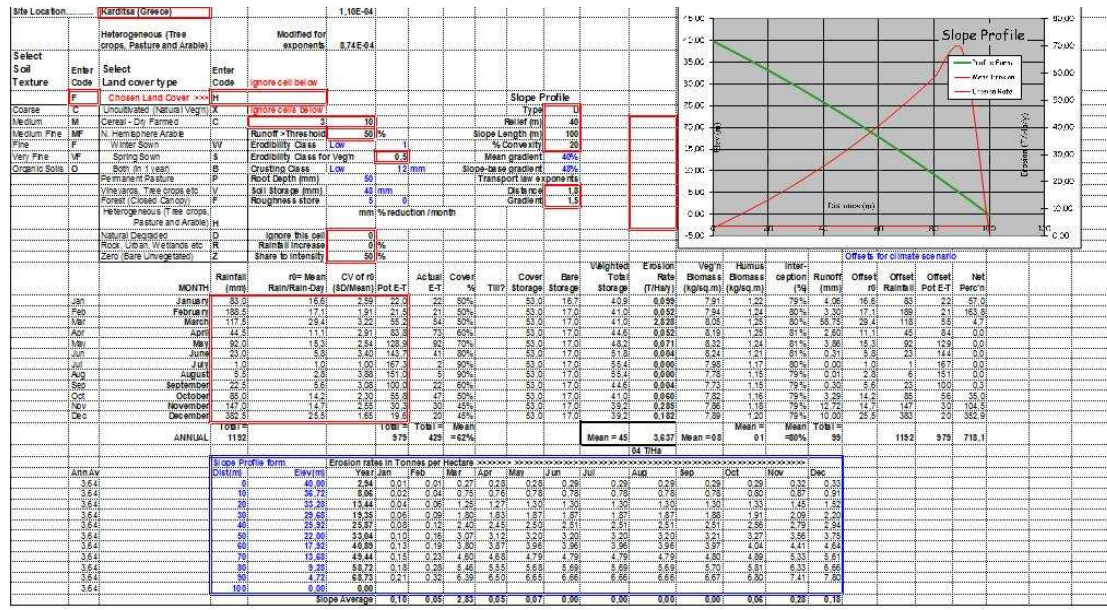
Σχήμα 24: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 8



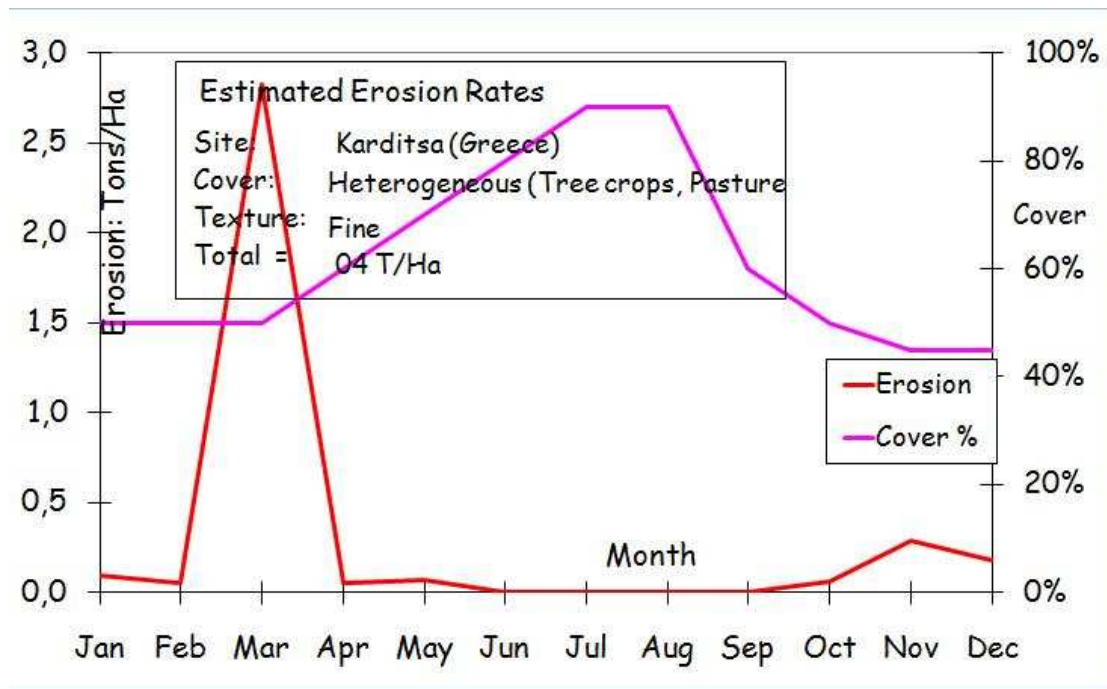
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 9 :

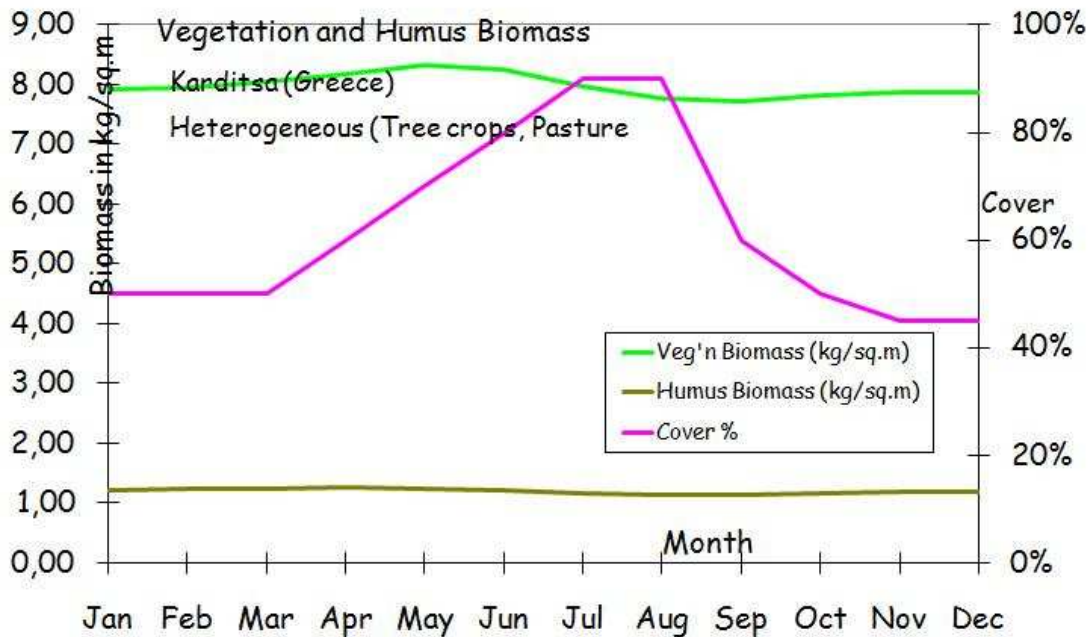
Εικόνα 9 : Πίνακας main για PES 9



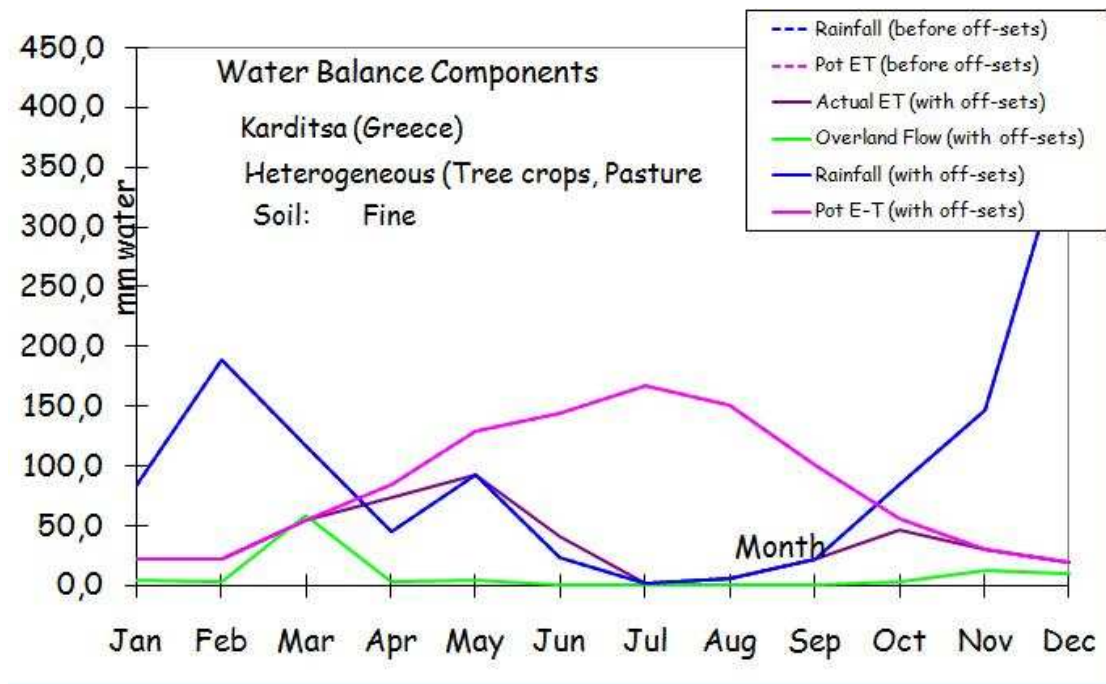
Σχήμα 25: Ρυθμός διάβρωσης για PES 9



Σχήμα 26: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 9



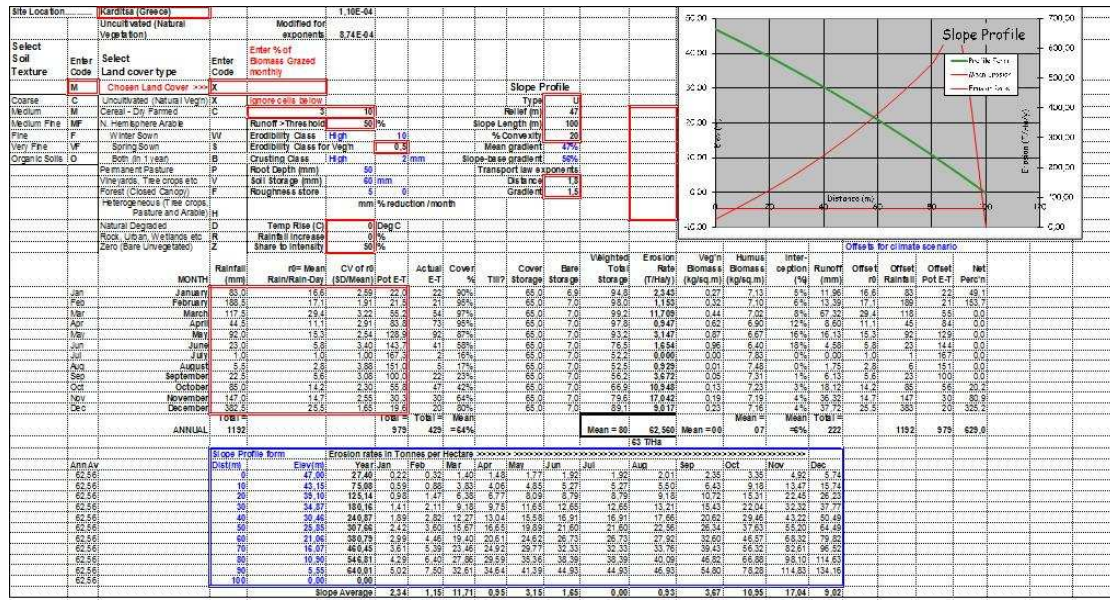
Σχήμα 27: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 9



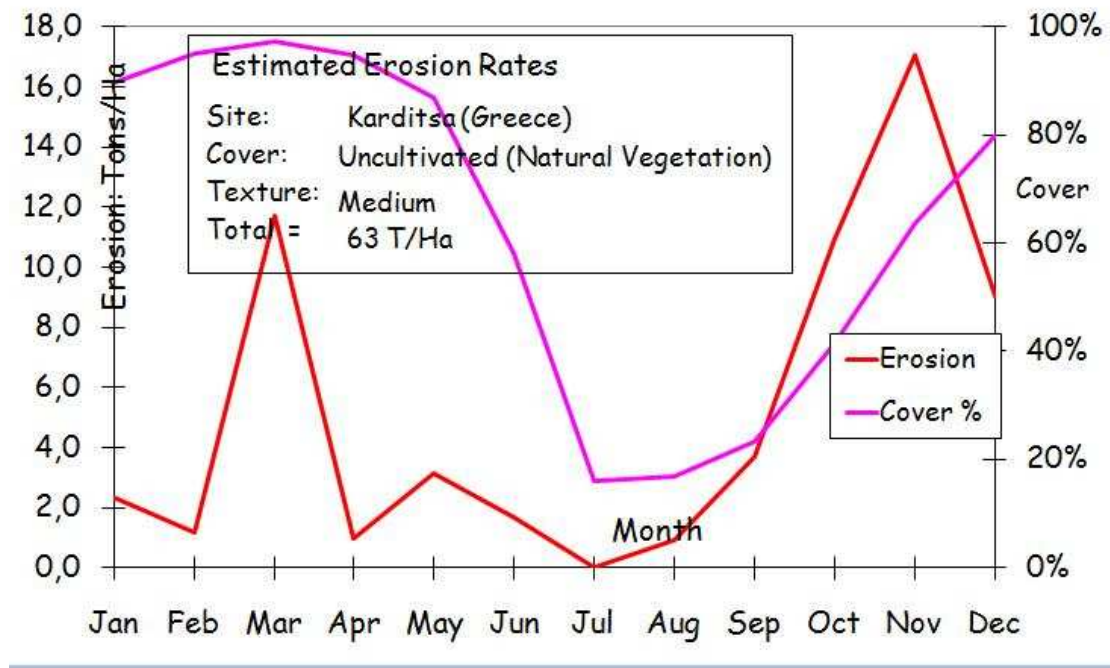
“ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ PESERA”

PES 10 :

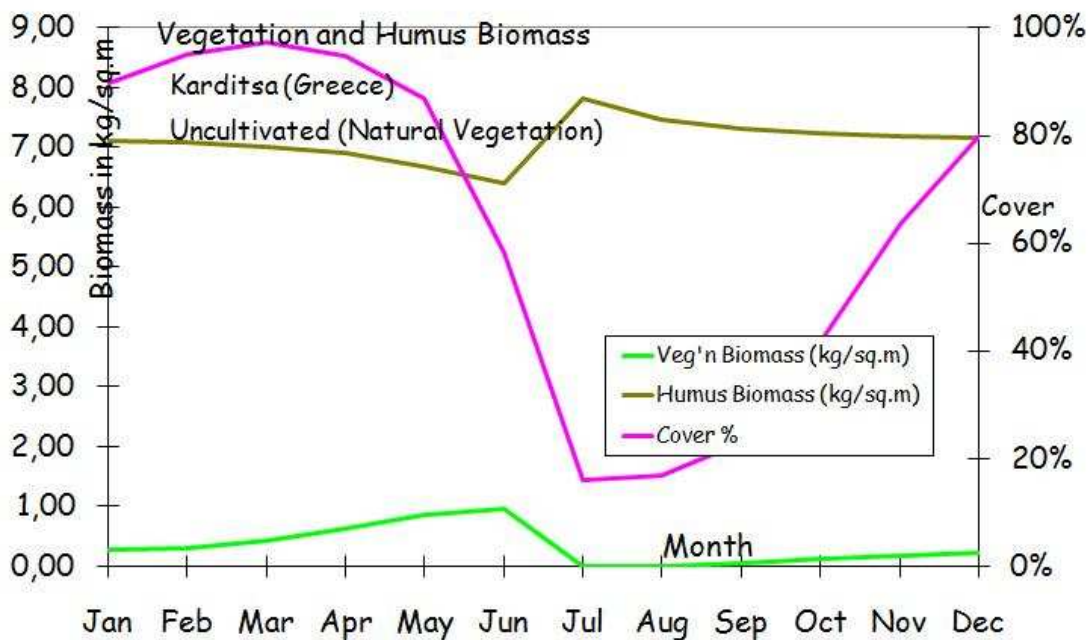
Εικόνα 10 : Πίνακας main για PES 10



Σχήμα 28: Ρυθμός διάβρωσης για PES 10



Σχήμα 29: Βιομάζα Χούμου, Φυτοκάλυψη & Βιομάζα Βλάστησης για PES 10



Σχήμα 30: Υδατικό Ισοζύγιο για PES 10

