



Διερεύνηση της σχέσης των γεωλογικών, γεωμορφολογικών και φυσιογραφικών παραμέτρων των λεκανών απορροής και η επίδραση των μεταβολών τους στο χερσαίο και παράκτιο περιβάλλον. Εφαρμογή στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα.

Ε. ΛΥΚΟΥΔΗ, Α. ΖΑΡΦΗΣ & Α. ΛΑΞΕΥΟΥΔΗ-ΛΕΙΒΑΛΙΤΗ
National Technical University of Athens, Greece

Εισαγωγή
Οι διεργασίες αποσάθρωσης, διάβρωσης και απόθεσης φερτών υλικών στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα, οι οποίες επηρεάζουν και μεταβάλλουν τη μορφή του αναγλύου της περιοχής, εξαρτώνται κυρίως από κλιματικούς, τοπογραφικούς, μορφολογικούς, γεωλογικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί ρυθμίζουν τις συνθήκες ροής του υδρογραφικού δικτύου, ευνοούν τις διεργασίες αποσάθρωσης-διάβρωσης και διαμορφώνουν την γεωμετρία των λεκανών απορροής. Ο αποτελεσματικός έλεγχος της εδαφικής διάβρωσης απαιτεί μια χωρική και ποσοτική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας, όπου τα αποτελέσματα μπορούν να αποτελέσουν οδηγό για την ορθολογική περιβαλλοντική διαχείριση και ανάπτυξη της λεκάνης απορροής του Ευρώτα, και την αποφυγή εκτεταμένων καταστροφών από αιφνίδια και μη αναμενόμενα φαινόμενα. Στην παρούσα εργασία το πρόβλημα της εδαφικής διάβρωσης προσεγγίζεται με τη χρήση δύο μεθόδων.

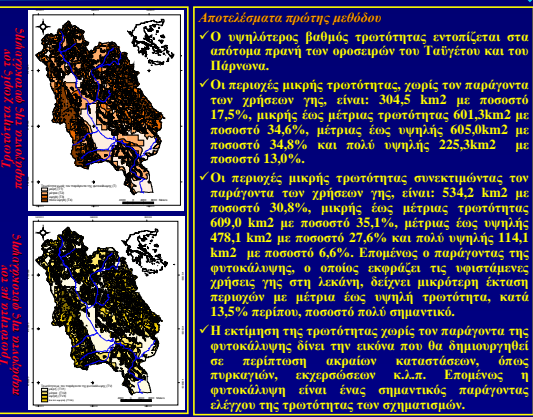
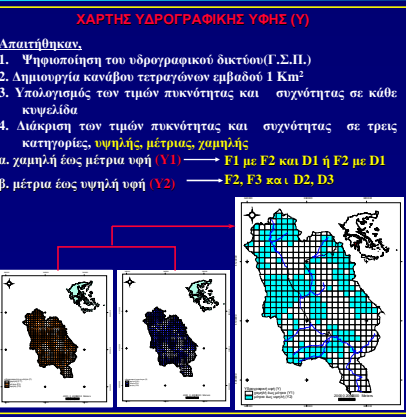
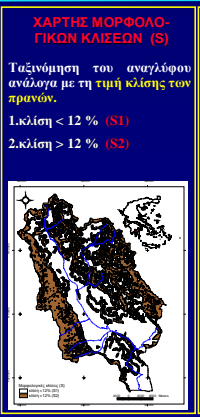
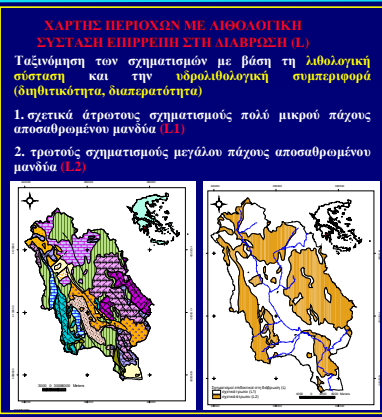
A) Η πρώτη μέθοδος «Διερεύνησης της τριτοβάθμιας των σχηματισμών», που εφαρμόστηκε αφορά στην δημιουργία θεματικών χάρτων και στην αλληλοσυσχέτισή τους. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής είναι ένας θεματικός χάρτης που παρουσιάζει τις περιοχές καταμετρημένες ως προς τον βαθμό τριτοβάθμιας των σχηματισμών.

B) Η δεύτερη μέθοδος αφορά σε μια απλή εμπειρική μέθοδο εκτίμησης της εδαφικής απώλειας. Η μέθοδος αυτή είναι η «Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ)» (Universal Soil Loss Equation, USLE)

Πρώτη μέθοδος: Διερεύνηση της τριτοβάθμιας των σχηματισμών

Κατηγοριοποίηση των μεταβλητών παραγόντων τριτοβάθμιας

1α) Υδρογραφική συχνότητα (F)	χαμηλή F1: F ≤ 1.9	μέτρια F2: 1.9 < F ≤ 3.3	υψηλή F3: 3.3 < F
1β) Υδρογραφική πυκνότητα (D)	χαμηλή D1: D ≤ 6.9	μέτρια D2: 6.9 < D ≤ 14.0	υψηλή D3: 14.0 < D
1) Υδρογραφική υψή (V)	χαμηλή έως μέτρια V1: Συνδυασμός των F1, F2 και D1, D2	μέτρια έως υψηλή V2: Συνδυασμός των F2, F3 και D2, D3	
2) Γεωλογικοί σχηματισμοί επικρατούν στη διάβρωση (L)	L1: ασβεστόλιθοι, δολομίτες, φυλλίτες, γρανιτικές, κροκαλοπάγι κ.α.	L2: σύγχρονες προσχώσεις, άργιλοι, πηλό, άμμοι, κροκαλοπάγι, κλαστικά έδαφη, φάλλες κ.α.	
3) Κλίση αναγλύου (S)	S1: <12%	S2: >12%	
4) Χρήσεις γης (C)	C1: αραιά θάμνοι, βουκατόνια και χωρίς βλάστηση περιοχές	C2: ελιές και διάφορες καλλιέργειες	C3: δάση



Δεύτερη μέθοδος: Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ)

Στη δεύτερη μέθοδο γίνεται χρήση μιας απλής εμπειρικής μεθόδου εκτίμησης της Εδαφικής Απώλειας, με την υιοθέτηση της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ) (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier and Smith, 1965, 1978; Schwertmann et al., 1990), η οποία αναπτύχθηκε ως μια γενική εκτίμηση της εδαφικής διάβρωσης και αποτίμησης του διαφόρων πρακτικών διατήρησης του εδαφικού στρώματος. Στην παρούσα εργασία αν και από τον υπολογισμό της ΠΕΕΑ θα προκύψει ποσοτική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας, εντούτοις τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνευθούν περισσότερο ως διαφοροποίηση της εδαφικής απώλειας μεταξύ των περιοχών, από ότι ως ακριβής ποσότητα διαβρωμένου υλικού, δεδομένου ότι η βιβλιογραφία ορισμένων συντελεστών της ΠΕΕΑ είναι προσεγγιστικοί και δεν αντιπροσωπεύει σε κάποιες μετρήσεις. Παρόλα αυτά μπορεί να δοθεί και μια πρώτη ποσοτική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας της λεκάνης απορροής.

Η ΠΕΕΑ (USLE) στην αρχική της μορφή εκφράζεται ως το απόλυτο γινόμενο διαφόρων παραγόντων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$SE = R \cdot K \cdot L \cdot C \cdot P$$

όπου,

- SE, η εδαφική απώλεια ανά μονάδα επιφάνειας (soil loss per unit area) [t/ha],
- R, ο συντελεστής διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης (rainfall erosivity factor) [MJ mm h⁻¹ h⁻¹],
- K, ο συντελεστής εδαφικής διαβρωσιμότητας (soil erodibility factor) [t/ha MJ⁻¹mm⁻¹h⁻¹],
- L, ο τοπογραφικός συντελεστής (topographic factor) που αποτελείται από το γινόμενο του συντελεστή μήκους κλίσης (L) (slope-length factor) και του συντελεστή κλίσης κλίσης (S) (slope-gradient factor) [-],
- C, ο συντελεστής φυτοκάλυψης (cropping management factor) [-], και
- P, ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης (erosion control practice factor) [-].

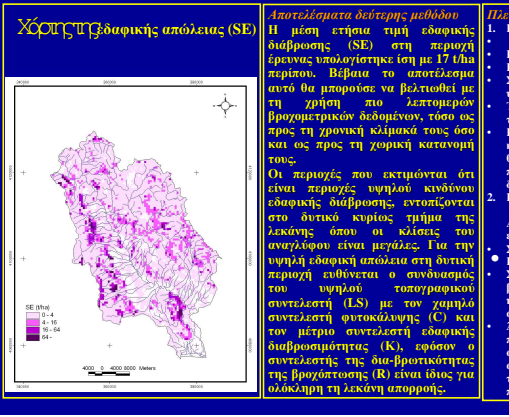
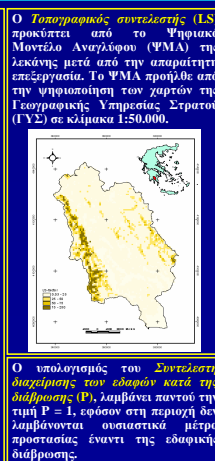
Η υλοποίηση των παραπάνω βασίζεται σε ένα σύστημα περιβλέποντας τους Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS). Το ΣΓΠ από ελαττώματα στην πλατφόρμα ArcView 3.2 της ESRI. Το υδρολογικό μοντέλο αναπτύχθηκε SEAGIS (Soil Erosion Assessment using GIS) (version 1.0) της Danish Hydraulic Institute (DHI) και βασίζεται ακόμα σε δοκιμαστική περίοδο (beta-version). Ο υπολογισμός των συντελεστών απαιτεί διάφορα υδρολογικά χρονο και είναι αξιόπιστος. Η τοπική εδαφική διάβρωση υπολογίζεται για κάθε ψηφιακό τμήμα (grid cell) της λεκάνης απορροής.

Αν υπάρχει στην ελληνική βιβλιογραφία σχέση που να συνδέει το Συντελεστή διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης (R) με τη μέση ετήσια βροχόπτωση N για τις ελληνικές συνθήκες. Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση, που αναπτύχθηκε στην Γαλλία [van der Knijff et al., 2000]:

$$R = a \cdot P^b$$

όπου,

- P [mm] η μέση ετήσια βροχόπτωση και a = 1.3.
- Η αριθμητική τιμή του συντελεστή a προκύπτει από απλή γραμμική συνάντηση μεταξύ του συντελεστή R και της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για τη υδρολογική έτη 1979-80 έως 1996-97, με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) για το βροχομετρικό σταθμό του Μοιδαίου, υπολογίστηκε ίση με 900.00 mm.



Προσυνθήματα και μειονεκτήματα των δύο μεθόδων.

1. Η πρώτη μέθοδος «Διερεύνηση της τριτοβάθμιας των σχηματισμών»,
 - Είναι χωρική και όχι ποσοτική αποτελεσματική.
 - Είναι απλή στη χρήση και η σύλληψη των δεδομένων γίνεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.
 - Εφαρμόζεται σε όλες τις λεκάνες απορροής ανεξάρτητα από την έκτασή τους.
 - Στη μέθοδο αυτή δεν λαμβάνονται υπόψη τα βροχομετρικά δεδομένα, βασική γεωμετρική παράμετρος, αντ' αυτής όμως λαμβάνεται υπόψη η υδρογραφική υψή, η οποία είναι αποτέλεσμα κυρίως της όρασης του κατακρημνισμένου.
 - Τα αποτελέσματα της μεθόδου εξαρτώνται άμεσα από τον ερευνητή και την εμπειρία του, επειδή στην ταξινόμηση των περιοχών ως προς την τριτοβάθμια τους, απαιτείται ο υποκειμενικός παράγοντας του ερευνητή, λόγω της πιθανής διαφορετικής εκτίμησης των επί μέρους παραγόντων.
 - Η μέθοδος αυτή έχει τη δυνατότητα να προσεγγίσει στις ανάγκες παραμετρικής ανάλυσης σε τυχόν μελλοντικές ακριβείς συνθήκες (π.χ. καταστροφή της φυσιοκάλυψης εξαιτίας πυρκαγιών) και να προσφέρει, στην επίδραση της αλλαγής αυτής στο φυσικό περιβάλλον. Κατόπιν αυτού θα είναι δυνατή η διατύπωση νέων έργων, την ορθολογική οριοθέτηση χερσών γης και την ελαττωποίηση του περιβαλλοντικών επιπτώσεων από αυτές, την διατύπωση πρότασης εναποφθονικών μέτρων κ.ά. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτο στάδιο διαίρεσης κατά την πρόταση μελέτης και ποσοτικής έρευνας.
2. Η δεύτερη μέθοδος «Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας» (ΠΕΕΑ) βασίζεται στην ανάπτυξη ενός Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας. Όσοι μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο καταρχήν, για τον υπολογισμό της τοπικής εδαφικής διάβρωσης χωρικά και ποσοτικά. Αν και από τον υπολογισμό της ΠΕΕΑ, η ποσοτική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας, σε πρέπει να ερμηνευθεί περισσότερο ως διαφοροποίηση της εδαφικής απώλειας μεταξύ των περιοχών, παρά ως ακριβής ποσότητα διαβρωμένου υλικού, λόγω της Έλλειψης βροχομετρικών στοιχείων.
 - Σε εξαιρετικά μεγάλα ποσότητα μελέτης, όπου είναι η περίπτωση, η απλότητα στην σύλληψη ορισμένων δεδομένων.
 - Σημαντική αδυναμία της ΠΕΕΑ είναι ότι υπολογίζει την εδαφική διάβρωση πολλαπλασιάζοντας εντάδες διαφορετικά μεγέθη, τα οποία εκφράζουν διαφορετικά, εδαφολογικά χαρακτηριστικά, τοπογραφικές, φυσιοκάλυψη και πρακτικές έλεγχου της διάβρωσης ενώ στην πραγματικότητα η διάβρωση δεν μπορεί να προσεγγιστεί με τόσο απλοποιημένο τρόπο. Σε κάθε περίπτωση όμως η εξίσωση αυτή είναι καινοπονητική αποτέλεσμα ως μια αρχική προσέγγιση.
 - Άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι επίσης ο υπολογισμός του συντελεστή της διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης ο οποίος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη σωστή και αποτελεσματική χρήση της εξίσωσης. Για τον υπολογισμό του Ε130 κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους απαιτείται η ύπαρξη δεδομένων από βροχομετρία με χρονική κλίμακα 30 min. Σε πολλές περιπτώσεις η πληροφορία αυτή δεν είναι διαθέσιμη, ακόμα και σε προηγμένες τεχνολογικές χώρες, όπως και στην Ελλάδα όπου δύσκολο είναι να αναπτυχθεί τέτοιο είδος συστήματος, δείγμα ίσως της συνολικής καθυστέρηση στην έρευνα της στερεομετρικής στη χώρα. Για τον παραπάνω αυτού τον πρόβλημα έχουν αναζητηθεί τεχνικές που συσχετίζουν το συντελεστή R με άλλες μεταβλητές που είναι πιο εύκολα μετρήσιμες και διαθέσιμες.

