



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων

Μάθημα: ΥΔΡΟΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

8^η Διάλεξη : Υδραυλική Τραχύτητα

Φώτιος Π. Μάρης, Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Πηγή:
Τίτλος Συγγράμματος: ΥΔΡΟΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ
Φ.Μάρης, Σπ.Παπαρρίζος, Γ.Καράτζιος
Εκδόσεις: ΔΙΣΙΓΜΑ

➤ Εισαγωγή



Σχήμα: Μεταβατική-χαμηλής θαμνώδους βλάστησης έκταση στην παραποτάμια περιοχή του ποταμού Σπερχειού

➤ Εισαγωγή

- Ένας χάρτης χρήσεων γης μπορεί με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών να ταξινομήσει τη χρήση του εδάφους που παρουσιάζεται στο προηγούμενο σχήμα.
- Ο εδαφολογικός χάρτης ή χάρτης χρήσεων γης έχει τη δυνατότητα να δείξει μια χαρτογραφική ταξινόμηση αλλά πέρα από αυτό μπορεί επίσης να δείξει μια σημαντική πτυχή η οποία είναι η **υδραυλική τραχύτητα** που έχει η απορροή καθώς ρέει πάνω στην επιφάνεια του εδάφους.
- Η μοντελοποίηση της επιφανειακής απορροής, απαιτεί τις υδραυλικές παραμέτρους που να είναι αντιπροσωπευτικές των χρήσεων γης.
- Ένας θεματικός χάρτης που περιέχει πληροφορίες των χρήσεων γης μπορεί να παρουσιάσει αυτή τη χρήση ως γεωργική ή ακόμα και ως μεταβατική ή σαν μικτό δάσος.
- Εντούτοις, ο σωστός υπολογισμός της υδραυλικής τραχύτητας εξαρτάται από τη φυτική κάλυψη στην εδαφολογική επιφάνεια.

➤ Εισαγωγή

- Οι συντελεστές υδραυλικής τραχύτητας χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την επιφανειακή απορροή από περιοχές με ροή εντός της κοίτης και επιφανειακή ροή στις λεκάνες απορροής.
- Ο χρόνος υπολογισμού της συγκέντρωσης, της ταχύτητας ροής και η προσομοίωση των υδρογραφημάτων απορροής, απαιτούν τη χρήση των συντελεστών υδραυλικής τραχύτητας.
- Η ταχύτητα της επιφανειακής απορροής ελέγχεται από την υδραυλική τραχύτητα. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο τύπους απορροής: επιφανειακή ροή και τη ροή της κοίτης.
- Φυσικά, αυτή η διάκριση είναι κάπως τεχνητή δεδομένου ότι η διαβάθμιση των λεκανών και των διαδικασιών της απορροής συχνά μας υπαγορεύει εάν θα αναπαραστήσουμε μικρές χαράδρες και ρέματα ή αποστραγγιστικά δίκτυα, κανάλια, κ.τ.λ..

➤ Εισαγωγή

- Από την προοπτική της μοντελοποίησης, η δυσκολία στην τοποθέτηση των χαρακτηριστικών των καναλιών, από το μικρότερο φαράγγι στο μεγαλύτερο κανάλι ποταμού μέσα στη λεκάνη ενδιαφέροντος, μπορεί να είναι δύσκολη.
- Για αυτόν τον λόγο η επιφανειακή ροή μπορεί να υποτεθεί ακόμη και όπου υπάρχουν μικρά ρέματα.
- Τέτοια λάθη του μοντέλου στην αναπαράσταση της πραγματικότητας εισάγουν αναμφισβήτητα τη διακύμανση και την αβεβαιότητα στη συμπεριφορά του μοντέλου.
- Για να καταλάβουμε και να συμπεριλάβουμε κατάλληλα την υδραυλική της επιφανειακής ροής και της ροής των καναλιών πρέπει να καταλάβουμε την υδραυλική της επικρατούσας ροής στις φυσικές επιφάνειες.

➤ Εισαγωγή

- Η υδροδυναμική αντίσταση της επιφάνειας του εδάφους, το μόνιμο φυτικό υλικό, τα υπολείμματα των καλλιεργειών, τα πετρώματα που βρίσκονται στην επιφάνεια, ο αντίκτυπος των σταγόνων της βροχής καθώς και άλλοι παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την αντίσταση της ροής στις ορεινές περιοχές.
- Οι συντελεστές υδραυλικής τραχύτητας αιτιολογούνται από κάθε έναν από τους παραπάνω παράγοντες που συμβάλλουν στη συνολική υδραυλική αντίσταση.
- Μπορούμε να θεωρήσουμε την υδραυλική τραχύτητα σαν μια ιδιότητα που προσδιορίζεται από την ταξινόμηση των χρήσεων γης.
- Μπορούμε να παράγουμε χάρτες υδραυλικής τραχύτητας από ποικίλες πηγές συμπεριλαμβανομένης της αεροφωτογραφίας, γενικά από διαθέσιμους χάρτες χρήσεων γης καθώς και μέσω της τηλεπισκόπησης με την φυτοκάλυψη.

➤ Εισαγωγή

- Κάθε μια από αυτές τις πηγές μας επιτρέπει να καθιερώσουμε την υδραυλική τραχύτητα σε ευρείες περιοχές όπως οι λεκάνες απορροής των ποταμών.
- Η λεπτομερής μέτρηση της υδραυλικής τραχύτητας σε έναν οποιοδήποτε μεγάλο χωρικό βαθμό είναι μη πρακτική.
- Κατά συνέπεια, η αναταξινόμηση ενός χάρτη χρήσεων γης που έχει δημιουργηθεί με τα Γ.Σ.Π. σε έναν χάρτη παραμέτρων υδραυλικής τραχύτητας είναι θεμιτή παρά τα λάθη που είναι υπαρκτά σε μια τέτοια λειτουργία.

➤ Υδραυλική της επιφανειακής απορροής

- Η υδραυλική της ροής στις φυσικές επιφάνειες είναι βασισμένη στην παραδοσιακή ρευστομηχανική.
- Οι εξισώσεις που αφορούν το βάθος και την ταχύτητα ροής είναι αρκετά απλές στη μορφή.
- Η δυσκολία βρίσκεται στον καθορισμό των κατάλληλων τιμών της παραμέτρου της τραχύτητας για μια συγκεκριμένη μορφή χρήσης γης ή διάφορων εδαφολογικών συνθηκών που επικρατούν σε κάποια συγκεκριμένη επιφάνεια.
- Οι εξισώσεις του **Darcy-Weisbach** και του **Manning**, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για να περιγράψουν τα χαρακτηριστικά της ροής.
- Και οι δύο σχέσεις περιέχουν έναν συντελεστή υδραυλικής τραχύτητας.

➤ Υδραυλική της επιφανειακής απορροής

- Κάτω από ομοιόμορφες συνθήκες ροής, ο συντελεστής υδραυλικής τραχύτητας **f** σύμφωνα με την εξίσωση Darcy-Weisbach, ορίζεται ως:

$$f = \frac{8gRS}{V^2}$$

Όπου:

g είναι η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας

S είναι η μέση κλίση

V είναι η ταχύτητα ροής υπολογισμένη κατά μέσο όρο με το βάθος

R είναι η υδραυλική ακτίνα

- Σε μετρικές μονάδες, ο συντελεστής υδραυλικής τραχύτητας **n**, σύμφωνα με την εξίσωση Manning, ορίζεται ως:

$$n = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{V}$$

- Οι συντελεστές υδραυλικής τραχύτητας του Manning (**n**) και των Darcy-Weisbach (**f**) σχετίζονται μεταξύ τους με την ακόλουθη εξίσωση:

$$n = \left[\frac{fR^{1/3}}{8g} \right]^{1/2}$$

➤ Υδραυλική της επιφανειακής απορροής

- Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τις τιμές n του Manning για τις διάφορες επιτόπιες συνθήκες.

Πίνακας 1: Οι τιμές του Manning για διάφορες επιτόπιες συνθήκες

Επιτόπιες συνθήκες	Τιμή n του Manning
Χέρσα Γη:	
Ομαλή	0.01 - 0.03
Μέτρια	0.1 - 0.3
Τραχεία	0.4 - 0.7
Καλλιεργημένη:	
Χλόη - Λιβάδι - Βοσκότοπος	0.05 - 0.15
Τριφύλλι	0.08 - 0.25
Μικροί Σπόροι	0.1 - 0.4
Καλλιέργειες	0.07 - 0.2

Υδραυλική της επιφανειακής απορροής

- Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 2 ο οποίος συνοψίζει τις τιμές του συντελεστή τραχύτητας του Manning για ένα εύρος χρήσεων γης.
- **Πίνακας 2:** Προτεινόμενες τιμές συντελεστών από τον Manning για επιφανειακή ροή

Χρήση γης	Προτεινόμενη τιμή n	Εύρος τιμών
Τσιμέντο ή άσφαλτος	0.011	0.010 - 0.013
Άμμος	0.01	0.010 - 0.016
Χαλικώδης επιφάνεια	0.02	0.012 - 0.030
Γυμνό έδαφος με Άργιλος- πηλό (διαβρωμένο)	0.02	0.012 - 0.033
Χέρσα χωρίς καλλιέργειες	0.05	0.006 - 0.16
Χλόη (Χλοοτάπητας)	0.45	0.39 - 0.63
Κοντή χλόη (Λειμώνας)	0.15	0.10 - 0.20
Πυκνή χλόη	0.24	0.17 - 0.30
Αγριάδα	0.41	0.30 - 0.46

➤ Υδραυλική της επιφανειακής απορροής

- Ο καθορισμός των φυσικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας που επιδρούν στην υδραυλική της επιφανειακής απορροής καθώς και στην εκτίμηση της υδραυλικής τραχύτητας είναι αρκετά δύσκολος.
- Επιπρόσθετα, αυτά τα φυσικά χαρακτηριστικά μπορεί να είναι δύσκολο να τα γνωρίζουμε για μια επιφάνεια με μεγάλη έκταση ή για μια συγκεκριμένη χρονική βάση.
- Επειδή η μέτρηση της υδραυλικής τραχύτητας είναι δύσκολη σε μια πειραματική επιφάνεια η άντληση αυτής της παραμέτρου από τους χάρτες χρήσης γης είναι μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση.

➤ Εφαρμογή

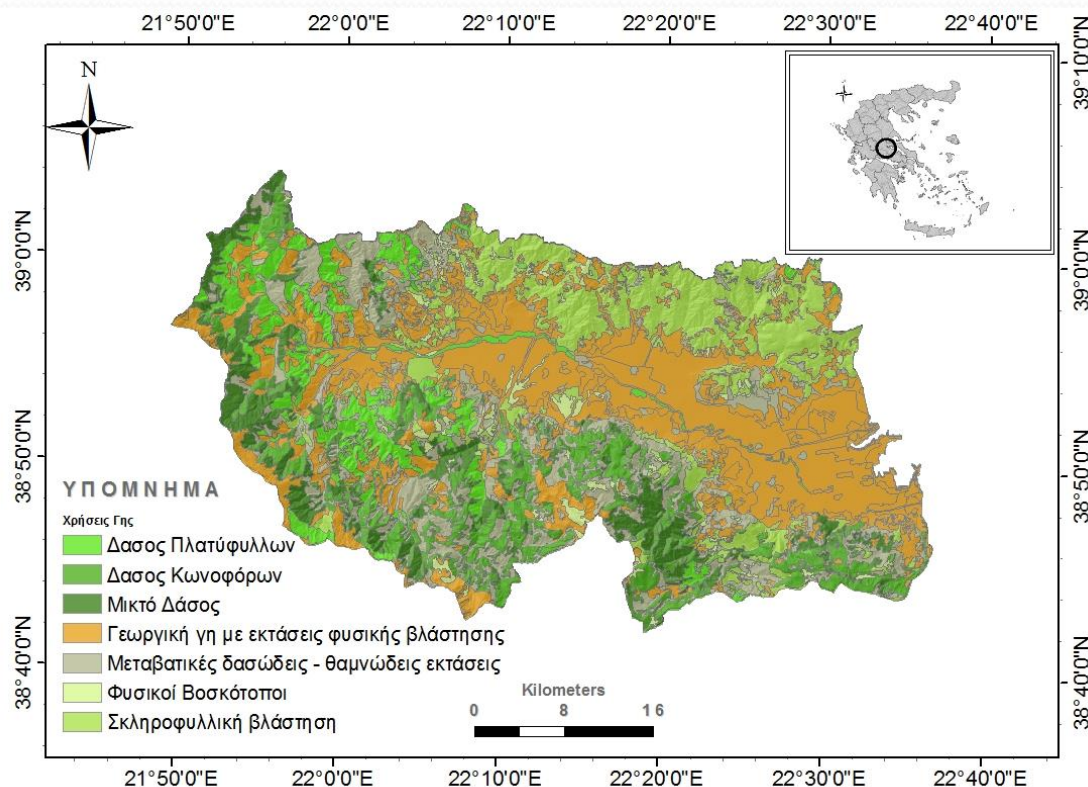
- Προκειμένου να γίνει εδαφολογική ανάλυση των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Corine Land Cover 2000 με χρήση της βασικής κλίμακας του CLC, 1:100.000.
- Οι μορφές της βλάστησης καθώς και οι κωδικοί σύμφωνα με το Corine 2000 και μετά την επεξεργασία τους με τα Γ.Σ.Π., παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: Χρήσεις γης της λεκάνης απορροής του π. Σπερχειού σύμφωνα με το Corine 2000

Χρήσεις Γης	Κωδικός Corine 2000
Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	243
Δάσος Πλατύφυλλων	311
Δάσος Κωνοφόρων	312
Μικτό Δάσος	313
Φυσικοί Βοσκότοποι	321
Σκληροφυλλική Βλάστηση	323
Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις	324

➤ Εφαρμογή

- Το σχήμα παρουσιάζει έναν χάρτη με της χρήσεις γης σύμφωνα με το Corine 2000 για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Σπερχειού.



Σχήμα: Χάρτης φυτοκάλυψης της λεκάνης απορροής του ποταμού Σπερχειού με τη χρήση του CORINE 2000 (CLC, 2000)

➤ Εφαρμογή

- Οι ταξινομήσεις είναι ευρείες υπό την έννοια ότι τα υδρολογικά χαρακτηριστικά των χρήσεων γης, δεν είναι ευδιάκριτα από την ταξινόμηση.
- Προκειμένου να υπολογιστούν τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας τα οποία έχουν επιπτώσεις στην επιφανειακή απορροή είναι συχνά απαραίτητες έρευνες στην ύπαιθρο.
- Για παράδειγμα, η ταξινόμηση «Μικτό Δάσος» στο χάρτη χρήσεων γης μας λέει ελάχιστα για την ποώδη βλάστηση και την εξέλιξη της φυτοκάλυψης του υπορόφου.
- Εάν υφίσταται, η φυτοκάλυψη αυτή θα συμπεριφερθεί σαν στοιχείο τραχύτητας, επιβραδύνοντας την ταχύτητα της επιφανειακής απορροής.
- Το ίδιο πράγμα θα μπορούσε να λεχθεί και από την ταξινόμηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και γενικά των γεωργικών εκτάσεων.
- Με άλλα λόγια, δε ξέρουμε τίποτα από το χάρτη ως προς τον τύπο της καλλιέργειας.

➤ Εφαρμογή

- Όπως έχουμε δει, όλοι αυτοί οι παράγοντες έχουν σημαντικές συνέπειες στην υδραυλική τραχύτητα.
- Αποδίδοντας τις παραμέτρους υδραυλικής τραχύτητας σε κάθε ταξινόμηση χρήσης γης, προϋποθέτει ότι έχουμε τη γνώση της σχετικής τραχύτητας για κάθε ταξινόμηση.
- Δηλαδή, η ταξινόμηση των χρήσεων γης είναι επαρκής για τη διάκριση μεταξύ των υδραυλικά τραχιών και ομαλών περιοχών.
- Από αυτή την άποψη, η επαναταξινόμηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια απόδοση των σχετικών τιμών της τραχύτητας με απόλυτες τιμές που λαμβάνονται μέσω της βαθμονόμησης του χάρτη που προκύπτει από τις παραμέτρους.

➤ Εφαρμογή

- Ο πίνακας 4 δίνει τις προτεινόμενες τιμές για τους συντελεστές τραχύτητας n του Manning.
- Αυτός ο πίνακας χρησιμοποιούνται σε μια εφαρμογή των Γ.Σ.Π. για να μετασχηματίσει ένα χάρτη χρήσεων γης, σε έναν χάρτη παραμέτρου.
- Στη συγκεκριμένη περίπτωση, θα δημιουργήσουμε ένα θεματικό χάρτη με το συντελεστή υδραυλικής τραχύτητας n του Manning, σύμφωνα με τον πίνακα 3.

Πίνακας 4: Συντελεστές τραχύτητας n του Manning για συγκεκριμένες μορφές χρήσεων γης

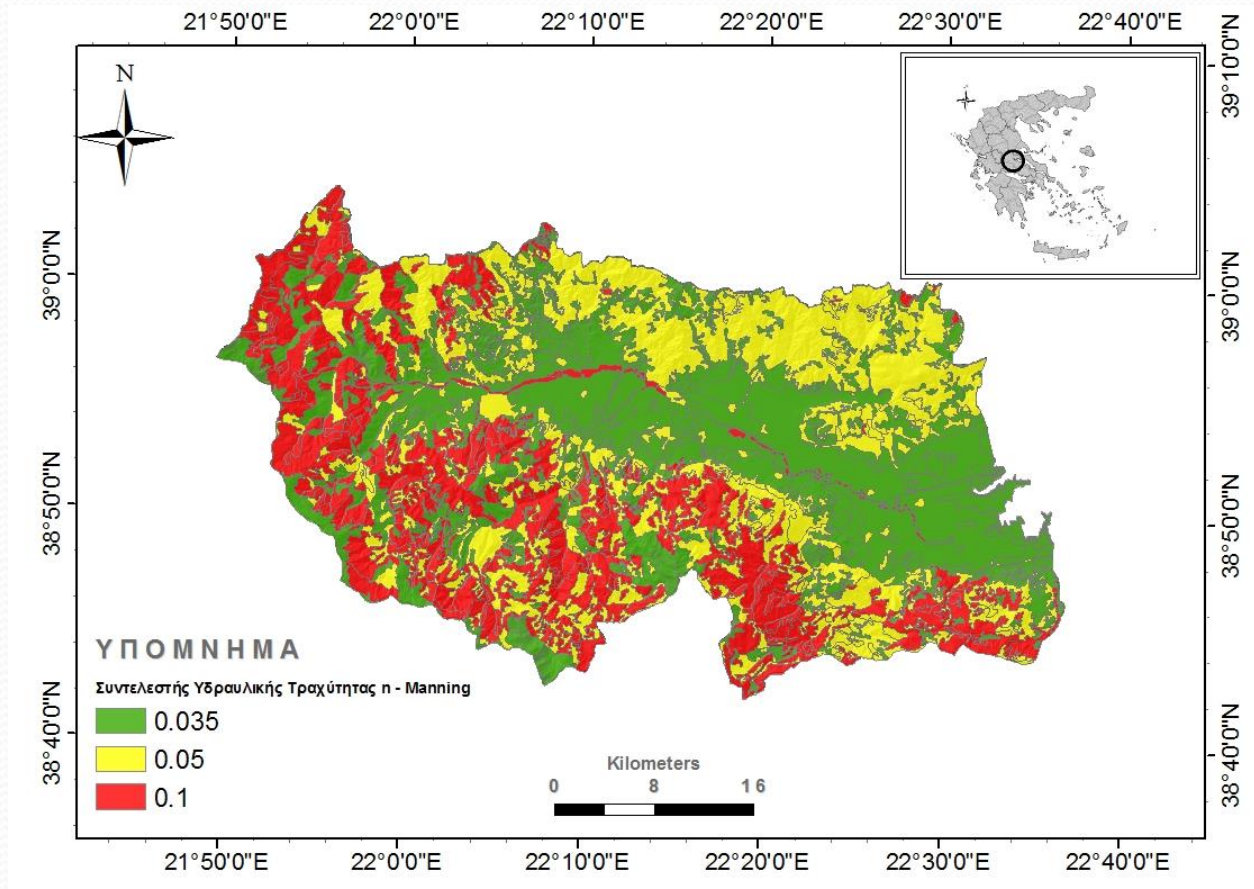
Χρήσεις Γης	Τιμή n του Manning
Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	0.035
Δάσος Πλατύφυλλων	0.1
Δάσος Κωνοφόρων	0.1
Μικτό Δάσος	0.1
Φυσικοί Βοσκότοποι	0.035
Σκληροφυλλική Βλάστηση	0.05
Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις	0.05

➤ Εφαρμογή

- Τρεις κύριες τιμές της τιμής n του Manning διακρίνονται στον πίνακα 4.
- Οι κατηγορίες των δασών με $n = 0.035$, οι κατηγορίες της γεωργικής γης και των φυσικών εκτάσεων με $n = 0.035$ και η τρίτη κατηγορία που αποτελείται από την σκληροφυλλική βλάστηση και τις μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις.
- Η κύρια επίδραση που μπορεί να έχει ένας τέτοιος χάρτης στην υδραυλική της επιφανειακής ροής, είναι ότι η βροχή που παράγει την απορροή στα λιβάδια και τους βοσκότοπους, θα κάνει την πορεία της πάνω στο έδαφος πιο αργά, από την απορροή που παράγεται στις δασικές περιοχές.

Εφαρμογή

Σχήμα: Χάρτης συντελεστή υδραυλικής τραχύτητας n του Manning της λεκάνης απορροής του ποταμού Σπερχειού



➤ Εφαρμογή

- Τέλος, η σιωπηρή παραδοχή στην απόδοση του συντελεστή υδραυλικής τραχύτητας n του Manning στα σχέδια ταξινόμησης των χρήσεων γης είναι ότι η σκληρόφυλλη βλάστηση και τις μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις μπορεί να έχουν πολλές φορές μεγαλύτερη πυκνότητα από την υποβλάστηση των δασικών περιοχών.
- Αυτή η παραδοχή μπορεί όμως και να μην ισχύει.
- Ελλείψει ερευνών υπαίθρου είναι προτιμότερο σε αντίστοιχες έρευνες όπου αναζητείται η υδραυλική τραχύτητα της λεκάνης να υποτίθεται μια μέση τιμή, παρά να παρουσιάζεται εκ των υστέρων κάποιο σφάλμα βασισμένο σε μια ανακριβή παραδοχή.