

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Τμήμα παράδοσης Κωνσταντίνου Μουτσόπουλου

Υλη-του τμήματος αυτού της παράδοσης

Σκοπός της Τεχνικής Υδρολογίας. Διήθηση και διείσδυση, άλλες απώλειες. Παρουσίαση της μεθόδου του δείκτη Φ. Παρουσίαση της μεθόδου SCS. Υδρογραφήματα. Θεωρία μοναδιαίου υδρογραφήματος. Η ορθολογική μέθοδος. Διόδευση πλημμύρας: Υπολογισμός του βάθους ροής με την εξίσωση Gauckler-Manning-Strickler και την υπόθεση της μόνιμης ροής. Παρουσίαση της μεθόδου Saint Venant .Η διόδευση πλημμυρικού κύματος στην περίπτωση παρουσίας φράγματος –η μέθοδος Puls,. Βασικές αρχές λειτουργίας φραγμάτων. Η διόδευση πλημμυρικού κύματος στην περίπτωση παρουσίας φράγματος –η μέθοδος Puls. Εξάτμιση και διαπνοή. Διήθηση Η μέθοδος Horton. Βασικές αρχές σχεδιασμού δικτύων ύδρευσης

Από τα βιβλία του Εύδοξου προτείνεται το βιβλίο του **Γ. Τσακίρη** *Υδατικοί πόροι, Τόμος Ι Τεχνική Υδρολογία,*

Θα διανεμηθεί επίσης το βιβλίο του Β. Τσιχριτζή *Τεχνική Υδρολογία Λυμένα παραδείγματα.* (δεν υπάρχει στον Εύδοξο), αλλά και σημειώσεις, άλλες λυμένες ασκήσεις, παλιά θέματα εξετάσεων, σύνδεσμοι για εκπαιδευτικά βίντεο με συνοπτικές σημειώσεις κλπ.

Μερικές βασικές έννοιες της υδρολογίας

Ορισμένες βασικές έννοιες της Τεχνικής Υδρολογίας οι οποίες παρουσιάζονται επίσης στα συνοδευτικά βίντεο είναι οι εξής:

Λεκάνη απορροής: Έκταση η οποία μπορεί να οριστεί σαν το σύνολο των σημείων στα οποία αν πέσει μία σταγόνα βροχής θα καταλήξει στο ίδιο σημείο εξόδου. Τα όρια της ορίζονται από τον υδροκρίτη ο οποίος μπορεί να προσδιοριστεί μόνο από τοπογραφικά κριτήρια

Βροχογράφημα (ή υετογράφημα): Η κατανομή της βροχόπτωσης (σε μορφή έντασης ή ύψους βροχής) η οποία πέφτει σε σε μία περιοχή συναρτήσει του χρόνου

Υδρογράφημα: Η κατανομή της παροχής συναρτήσει του χρόνου σε έναν ορισμένο σημείο ενός ποταμού (π.χ. στην έξοδο της λεκάνης απορροής) και για μία ορισμένη χρονική περίοδο

Σημαντικό είναι να κατανοηθεί επίσης ότι το νερό της βροχής από την στιγμή που θα καταλήξει στο έδαφος έχει τρεις διεξόδους:

- -Να μετατραπεί σε αέρια μορφή και να επιστρέψει στην ατμόσφαιρα μέσω των διεργασιών της εξάτμισης και της διαπνοής (φυσιολογική λειτουργία των φυτών) για τις οποίες συχνά χρησιμοποιείται ο όρος **εξατμισοδιαπνοή**
- -Να μετακινηθεί στην επιφάνεια του εδάφους και να καταλήξει σε ένα επιφανειακό αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποταμό, χείμαρρο κλπ). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **επιφανειακή απορροή**
- -Να κατεισχύσει στο υπέδαφος

Αν και τα τρία παραπάνω φαινόμενα είναι αντικείμενα της Τεχνικής Υδρολογίας, ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί (και επίσης δίνεται κατά κανόνα σε αντίστοιχες παραδόσεις σε άλλα τμήματα) **στην επιφανειακή απορροή**.

Το μέρος της βροχόπτωσης το οποίο συνεισφέρει στην επιφανειακή απορροή ονομάζεται *βροχόπτωση επιφανειακής απορροής* ή «*ωφέλιμη βροχόπτωση*» ή «*περίσσειμα βροχής*» κλπ.

Η επιφανειακή απορροή μπορεί να έχει και θετική και αρνητική επίδραση:

-Οι **θετικές επιδράσεις** συνδέονται με την ενδεχόμενη εκμετάλλευση του νερού της βροχής για άρδευση, ύδρευση, βιομηχανικές χρήσεις (συμπεριλαμβόμενης για ψύξη), παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας κλπ.

-Οι **αρνητικές επιδράσεις** συνδέονται κυρίως με τα πλημμυρικά φαινόμενα

Ο σκοπός των Μηχανικών αλλά και ειδικότερα των Μηχανικών Περιβάλλοντος είναι να μεγιστοποιήσουν τις πρώτες, τις θετικές επιδράσεις και να ελαχιστοποιήσουν τις δεύτερες, αλλά και να συμβάλουν στον ορθολογικό σχεδιασμό τεχνικών έργων (π.χ. φραγμάτων), αλλά και σε θέματα γενικότερου σχεδιασμού κυρίως της διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Τα πιο σημαντικά ίσως μεγέθη τα οποία πρέπει να εκτιμήσει ένας Μηχανικός, για να περύχει τους προαναφερθέντες σκοπούς είναι:

- Ο **όγκος του νερού** ο οποίος θα απορρεύσει επιφανειακά και θα μπορέσει να τον εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος, είτε αποθηκεύοντας τον (π.χ. σε φράγματα) είτε αντλώντας τον απευθείας από έναν ποταμό

- Οι τιμές της παροχής σε έναν ποταμό ώστε να μπορέσει ο Μηχανικός να εκτιμήσει αν υπάρχει κίνδυνος πλημμύρας και αν ναι τι μέτρα θα πρέπει να ληφθούν (κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων, κατασκευή αναχωμάτων, περιορισμός δραστηριοτήτων σε ορισμένες ζώνες)

Σημαντικό επίσης για έναν Μηχανικό Περιβάλλοντος είναι να εκτιμήσει αν ένα ποτάμιο σύστημα εξασφαλίζει την ελάχιστη παροχή για την διατήρηση ορισμένων ειδών (οικολογική η περιβαλλοντική παροχή). Η εξασφάλιση της οικολογικής η περιβαλλοντικής παροχής μπορεί να συνδέεται και με την λειτουργία φραγμάτων.

Οι παρακάτω παράγοντες επηρεάζουν το ποσοστό της μετατροπής της βροχόπτωσης σε επιφανειακή απορροή:

1. **-Ένταση βροχόπτωσης.** Στην περίπτωση μεγάλης έντασης βροχόπτωσης το νερό θα κυλίσει γρηγορότερα προς έναν επιφανειακό αποδέκτη και δεν θα προλάβει να κατεισχύσει στον υπόγειο υδροφόρα ούτε να εξατμιστεί. Κατά συνέπεια οι μεγάλες εντάσεις βροχής ευνοούν την επιφανειακή απορροή. (Στην παραπάνω ανάλυση υποθέτουμε ότι η ίδια ποσότητα νερού θα καταλήξει στο έδαφος σε δύο υποθετικά επεισόδια βροχής το ένα με μεγάλη ένταση το άλλο με μικρότερη. Προφανώς το δεύτερο επεισόδιο θα διαρκέσει περισσότερο)
2. **-Χρονικό σημείο στο οποίο πέφτει μία ποσότητα βροχής.** Στην αρχή ενός επεισοδίου βροχής το έδαφος ενδεχόμενα να είναι στεγνό, και κατά συνέπεια ακόρεστο, οπότε είναι πιθανό ένα μεγάλο μέρος του νερού της βροχής να κατεισχύσει στο υπέδαφος και να μην έχουμε επιφανειακή απορροή. Αντίθετα προς το τέλος ενός επεισοδίου βροχής το έδαφος θα είναι κορεσμένο, οπότε θα κατεισχύσει σε μικρότερο ρυθμό και κατά συνέπεια θα είναι πιο έντονο το φαινόμενο της επιφανειακής απορροής.
3. **-Ποσότητα βροχόπτωσης των προηγούμενων ημερών.** Στην περίπτωση κατά την οποία δεν είχε βρέξει τις προηγούμενες ημέρες ή δεν είχε βρέξει έντονα, το έδαφος θα είναι ακόρεστο ή σχετικά ακόρεστο και το νερό της βροχής θα κατεισχύσει εύκολα και σε μεγάλη ποσότητα. Κατά συνέπεια η επιφανειακή απορροή θα είναι μειωμένη. Στην αντίθετη περίπτωση (κατά την οποία είχαν σημειωθεί έντονες βροχοπτώσεις) το έδαφος θα είναι κορεσμένο και θα μειωθεί η κατείσδυση. Κατά συνέπεια έντονες βροχοπτώσεις τις τελευταίες ημέρες πριν το εξεταζόμενο επεισόδιο βροχής ευνοούν την επιφανειακή απορροή
4. **-Κλίσεις εδάφους.** Όσο μεγαλύτερες είναι οι κλίσεις του εδάφους, τόσο γρηγορότερα θα κυλίσει το νερό προς έναν επιφανειακό αποδέκτη, άρα δεν θα προλάβει να κατεισχύσει στον υπόγειο υδροφόρα ούτε να εξατμιστεί. Κατά συνέπεια οι μεγάλες κλίσεις ευνοούν την επιφανειακή απορροή
5. **-Γεωλογία εδάφους.** Εδάφη με μεγάλη διαπερατότητα π.χ. χνδρόκοκκη άμμος ευνοούν την κατείσδυση. Αντίθετα εδάφη τα οποία είναι πρακτικά αδιαπέρατα, όπως άργιλος, δεν την ευνοούν και κατά συνέπεια ευνοούν την επιφανειακή απορροή

6. -**Χρήσεις Γής.** Έντονη φυτοκάλυψη μπορεί να ευνοεί την διαπνοή ή και την κατείδυση του νερού μέσω του συστήματος των ριζών και κατά συνέπεια να μειώνει την επιφανειακή απορροή. Αντίθετα έντονη αστικοποίηση και υψηλά ποσοστά δόμησης καθιστούν το έδαφος αδιαπέρατο και αυξάνουν το ποσοστό της επιφανειακής απορροής.
7. -**Θερμοκρασία** (και αλλά μετεωρολογικά φαινόμενα όπως υγρασία, άνεμοι κλπ) Μπορούν να επηρεάσουν την εξατμισοδιαπνοή και κατά συνέπεια την επιφανειακή απορροή. Π.χ. το καλοκαίρι ένα μεγάλο μέρος του νερού εξατμίζεται, φαινόμενο το οποίο μειώνει την επιφανειακή απορροή

Στην παράδοση θα παρουσιαστούν κυρίως 4 μέθοδοι για τον προσδιορισμό της επιφανειακής απορροής

- **Μέθοδος του δείκτη ϕ** (Βιβλίο Γ. Τσακίρη *Υδατικοί πόροι, Τόμος Ι Τεχνική Υδρολογία*, θεωρία σ.295-296, παράδειγμα σ. 297-298)
- **Μέθοδος SCS; ή μέθοδος αριθμού καμπύλης ή . αριθμού καμπύλης CN** (Βιβλίο Γ. Τσακίρη *Υδατικοί πόροι, Τόμος Ι Τεχνική Υδρολογία*, κεφάλαιο 8.5, σ.299-306. Βιβλίο Α. Τσιχριτζή *Τεχνική Υδρολογία Λυμένα παραδείγματα* , παράδειγμα 3, σ. 6-10)
- **Ορθολογική μέθοδος** (Βιβλίο Γ. Τσακίρη *Υδατικοί πόροι, Τόμος Ι Τεχνική Υδρολογία*, σ. 411-414, βλ. και πίνακα 8.1 στην σ. 297.)
- **Μέθοδος του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος** (Βιβλίο Γ. Τσακίρη *Υδατικοί πόροι, Τόμος Ι Τεχνική Υδρολογία*, θεωρία σ. 397-402, παράδειγμα σ. 407-408, Βιβλίο Α. Τσιχριτζή *Τεχνική Υδρολογία Λυμένα παραδείγματα* ,σ. 21-23).

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε προσέγγισης θα αναλυθούν ενδελεχώς.

Περισσότερες πληροφορίες για την διδακτέα ύλη θα δοθούν κατά την διάρκεια της παράδοσης.

Χαρακτηριστικά προβλήματα τα οποία θα εξεταστούν κατά την διάρκεια της παράδοσης:

-Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του περισσεύματος βροχής (δηλ. της βροχόπτωσης επιφανειακής απορροής) αν δίνονται τα χαρακτηριστικά (π.χ. βροχογράφημα) της συνολικής βροχόπτωσης. Από τα παραπάνω είναι δυνατόν να προσδιοριστεί **ο όγκος του νερού** της βροχής ο οποίος θα απορρεύσει επιφανειακά, θα καταλήξει σε έναν ποταμό και ενδεχόμενα θα μπορέσει να αποθηκευτεί με την βοήθεια ενός φράγματος

-Προσδιορισμός του υδρογραφήματος (δηλ. της μεταβολής της παροχής συναρτήσει του χρόνου σε έναν ποταμό) εάν δίνεται ένα βροχογράφημα (δηλ η σχέση της έντασης

βροχόπτωσης -ή του ύψους βροχής- συναρτήσει του χρόνου). Με την βοήθεια του παραπάνω υδρογραφήματος και αφού γίνουν οι απαραίτητοι υδραυλικοί υπολογισμοί, θα μπορέσει να υπολογιστεί το **βάθος ροής** σε έναν ποταμό. Έτσι μπορεί να ερευνηθεί αν υπάρχει κίνδυνος πλημμύρας και τι έργα ενδεχόμενα απαιτούνται π.χ. η κατασκευή αναχωμάτων και το απαραίτητο ύψος τους.