

3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

3.1. Γραμμές Πλημμύρας

Σύμφωνα με τον Ν. 3010/2002 και σχετική Εγκύκλιο σχετικά με τους υδραυλικούς υπολογισμούς ισχύουν τα παρακάτω:

α. Με τους υδραυλικούς υπολογισμούς προσδιορίζονται οι γραμμές πλημμύρας για την περίοδο επαναφοράς της 50ετίας. Ειδικότερα, υπολογίζεται η κατατομή (profile) της ελεύθερης επιφάνειας του νερού κατά μήκος του υδατορέματος και προσδιορίζονται τα σημεία τομής της με τα πρηνή και τον περιβάλλοντα χώρο της υφισταμένης κοίτης του υδατορέματος.

Οι δύο γραμμές εκατέρωθεν της κοίτης που ορίζονται από τα ως άνω σημεία τομής αποτελούν τις γραμμές πλημμύρας, οι οποίες σημειώνονται στο τοπογραφικό διάγραμμα.

Στην πράξη οι γραμμές πλημμύρας προσδιορίζονται ως οι τεθλασμένες γραμμές που συνδέουν τα σημεία τομής της ελεύθερης επιφάνειας του νερού σε συγκεκριμένες διατομές με το φυσικό ή διαμορφωμένο έδαφος στις ίδιες διατομές.

β. Ο υδραυλικός υπολογισμός της κατατομής (profile) της ελεύθερης επιφάνειας του νερού κατά μήκος του υδατορέματος επιτυγχάνεται με την προσομοίωση της ροής ως μόνιμης (σταθερή παροχή) μεταβαλλόμενης κατά μήκος δύο διαδοχικών διατομών.

γ. Μελετώνται διατομές σε σημεία ελέγχου, της ροής, καθώς και σε χαρακτηριστικές θέσεις του υδατορέματος (υφιστάμενα τεχνικά έργα, τοπικές στενώσεις ή διευρύνσεις, συμβολές κλάδων, περιοχές όπου δεν υπάρχουν διακριτές όχθες, κλπ).

3.2. Πλημμυρικές Παροχές

3.2.1. Μέθοδος υπολογισμού πλημμυρικών παροχών

Ο υπολογισμός των παροχών πλημμύρας καταιγίδας, δηλαδή των παροχών εφαρμογής έγινε με την ορθολογική μέθοδο. Η μέθοδος στηρίζεται στην παραδοχή ότι για συνολική βροχόπτωση, περίπου σταθερής έντασης, η μέγιστη πλημμυρική παροχή θα προκύψει όταν θα απορρέει και το πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης απορροής, δηλαδή η Q_{max} θα συμβεί σε χρόνο t_c = χρόνος συγκέντρωσης = κρίσιμος χρόνος συρροής. Κατά την ορθολογική μέθοδο η μέγιστη παροχή εκτιμάται από τη σχέση :

$$Q_{max} = 0,278 \times C \times i_{κρiσ} \times A \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

Όπου: C ο συντελεστής απορροής

$i_{κρiσ}$ κρίσιμη ένταση για την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς (χλστ/ώρα)

A η έκταση (εμβαδόν) της λεκάνης απορροής (Km²)

3.2.2. Όμβριες Καμπύλες

Στο τεύχος ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ αναλύθηκαν δεδομένα από τους πλησιέστερους μετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής μελέτης.

Τα πιο πλήρη και αξιόπιστα στοιχεία παρέχονται από τον σταθμό της Κέρκυρας. Λαμβάνονται τα παραπάνω στοιχεία για τον πρόσθετο λόγο ότι η βροχομετρική κατάσταση της περιοχής μελέτης στην παραλία του Ιονίου Πελάγους προσιδιάζει περισσότερο με αυτή του πλησιέστερου νησιού της Κέρκυρας.

Οι όμβριες καμπύλες συνδέουν την έκταση (ή το ύψος) μιας βροχής με την διάρκεια της βροχής για διάφορες περιόδους επαναφοράς του συγκεκριμένου αυτού φαινομένου.

Από την υδρολογική μελέτη και το Κεφ. 2 ενιαία έκφραση όμβριας καμπύλης αντιγράφουμε τα αναφερόμενα στο σταθμό της Κέρκυρας.

Σταθμός Κέρκυρας

Σύμφωνα με το τεύχος της υδρολογικής μελέτης η όμβρια καμπύλη προσεγγίζεται με την κάτωθι σχέση:

$$i = \frac{(15.622 \times 1.861) - [15.622 \times \ln(-\ln(1 - \frac{1}{T}))]}{(t + 0.122)^{0.81}}$$

όπου:

i = η ένταση της βροχόπτωσης (μμ/ώρα)

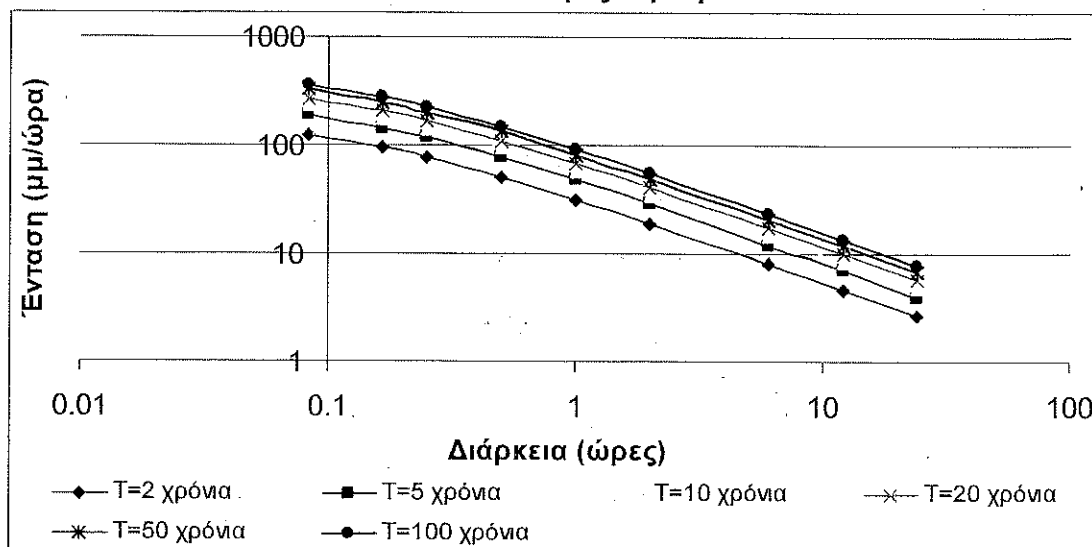
t = ο χρόνος συρροής (ώρες)

T = η περίοδος επαναφοράς του φαινομένου (Χρόνια)

Με εφαρμογή του παραπάνω τύπου για διάφορες περιόδους επαναφοράς T προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

$i = 37.134 \times (t+0.1739)^{-0.8175}$	για $T = 2$ χρόνια
$i = 53.045 \times (t+0.1318)^{-0.8108}$	για $T = 5$ χρόνια
$i = 63.731 \times (t+0.1191)^{-0.8091}$	για $T = 10$ χρόνια
$i = 74.028 \times (t+0.1112)^{-0.8081}$	για $T = 20$ χρόνια
$i = 87.393 \times (t+0.1044)^{-0.8073}$	για $T = 50$ χρόνια
$i = 97.425 \times (t+0.1007)^{-0.807}$	για $T = 100$ χρόνια

Εικόνα 1. Γραφική παράσταση έντασης διάρκειας συνεπούς σχέσης σε λογαριθμική κλίμακα – Σταθμός Κέρκυρα



3.2.3. Εκτίμηση του συντελεστή απορροής

Οι συντελεστές απορροής αιχμής πλημμύρας για τις διάφορες λεκάνες απορροής, σύμφωνα με το άρθρο 187 του Π.Δ. 696/74 εκτιμώνται ως εξής :

$$c = 1 - c' \text{ όπου } c' = c'_1 + c'_2 + c'_3$$

c'_1 : Συντελεστής εξαρτώμενος από τις τοπογραφικές συνθήκες

Για πεδινά – λοφώδη εδάφη $c'_1 = 0,15$

c'_2 : Συντελεστής εξαρτώμενος από την φύση του εδάφους

Για αμμοπηλούς και μέσες συνθήκες αργίλων $c'_2 = 0,30$

c'_3 : Συντελεστής εξαρτώμενος από την φυτική κάλυψη

Για δενδροκάλυψη $c'_3 = 0,20$

Από τα παραπάνω προκύπτει

$$c = 1 - c' = 1 - (0,15 + 0,30 + 0,20) = 0,35$$

3.2.4. Υπολογισμός του χρόνου συρροής

Σύμφωνα με το άρθρο 187 του Π.Δ. 696/74 ο χρόνος συρροής μπορεί να υπολογίζεται με εφαρμογή του τύπου Kirpich, ήτοι:

$$t = 0,02 \times \kappa^{0,77}, \text{ ένθα}$$

t = ο χρόνος συρροής (min)

$$\kappa = L / \sqrt{J}$$

$$\zeta = \frac{H}{L} \text{ η κλίση}$$

L = το μήκος διαδρομής της φυσικής κοίτης (m)

H = Η μέγιστη υψομετρική διαφορά (m)

Η εφαρμογή του παραπάνω τύπου για μικρού και μεσαίου μεγέθους λεκάνες συνιστάται τόσο από τις ΟΜΟΕ (ΥΠΟΜΕΔΙ) όσο και τις ΟΣΜΕΟ (ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ).

Για L = 7.63 Km, H = 0.811 Km και $\zeta = 0,10629$

Προκύπτει χρόνος συρροής $t = 46.27$ λεπτά = 0.77 ώρες

3.2.5. Παροχές πλημμύρας

Σύμφωνα με την ορθολογική μέθοδο και τις τιμές των συντελεστών όπως αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια προκύπτει μία παροχή σχεδιασμού:

$$Q = 0.278 \times c \times i \times A$$

όπου :

c : ο μέσος συντελεστής απορροής $c = 0,35$ (βλ. 3.2.3)

i : η μέση ένταση βροχόπτωσης (mm/h) διάρκειας ίσης προς τον χρόνο συρροής ($t=0.77h$) των υδάτων εκ της επιφάνειας F μέχρι της εξεταζόμενης διατομής του ρεύματος.

Για περίοδο επαναφοράς $T=50$ χρόνια τύπος του κεφαλαίου 3.2.2 γίνεται

$$i = 87.393 \times (t+0.1044)^{-0.8073} = 98 \text{ mm/h}$$

A : Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής (km^2) $A = 10.813 \text{ km}^2$

Με εφαρμογή των παραπάνω τιμών προκύπτει $\max Q = 102,50 \text{ m}^3/\delta$ (στην εκβολή).

3.2.6. Σχόλια πάνω στις μεθόδους υπολογισμού της παροχής

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι παροχές όπως υπολογίστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Σε αυτό το κεφάλαιο συνοψίζονται και σχολιάζονται οι μέθοδοι υπολογισμού.

α. Χρόνος συρροής

Ο χρόνος συρροής προέκυψε από την εξίσωση του Kirpich. Το άρθρο 187 του Π.Δ. 696/74 μεταξύ άλλων αναφέρει ότι ο χρόνος συρροής μπορεί να υπολογίζεται με την εξίσωση του Kirpich καθώς και με την εξίσωση του Giandotti. Σύμφωνα με το κεφάλαιο 8 των Οδηγιών Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας (ΟΣΜΕΟ) της Εγνατίας Οδού η εξίσωση του Giandotti μπορεί να εφαρμόζεται για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής λεκανών χωρίς διαμορφωμένη μισγάγγεια, με ασχημάτιστη διατομή κοίτης και μη αποτελούμενες από περισσότερες της μίας σημαντικές υπολεκάνες (κεφ. Α2-(2)).

Στα σχέδια οριζοντιογραφιών του ρέματος καθώς και στις φωτογραφίες του παραρτήματος της τεχνικής αυτής έκθεσης φαίνεται ξεκάθαρα η σχηματισμένη κοίτη του ρέματος. Στο σχέδιο 1 'Λεκάνη Απορροής' φαίνεται η ύπαρξη περισσότερων από μίας σημαντικών υπολεκανών. Οι ίδιες οδηγίες αναφέρουν ότι για διευθετήσεις χειμάρρων και εξωτερικές λεκάνες εκτός σχεδίου πόλης ο χρόνος συρροής να υπολογίζεται με την εφαρμογή της σχέσης του Kirpich. Όσον αφορά λοιπόν τον χρόνο συρροής του ρέματος η εξίσωση του Kirpich κρίνεται πιο κατάλληλη και με αυτό το σκεπτικό χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη αυτή. Παρακάτω γίνεται ο υπολογισμός του χρόνου συρροής με την εξίσωση του Giandotti για σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων. Κατά Giandotti ο χρόνος συρροής προκύπτει από την

$$\text{σχέση: } t = \frac{(4\sqrt{A}) + (1.5 \times L)}{0.8 \times \sqrt{Z}}$$

Όπου: t = ο χρόνος συρροής σε ώρες

A = η επιφάνεια της λεκάνης σε Χλμ²

L = το μήκος της γραμμής φυσικής απορροής σε Χλμ.

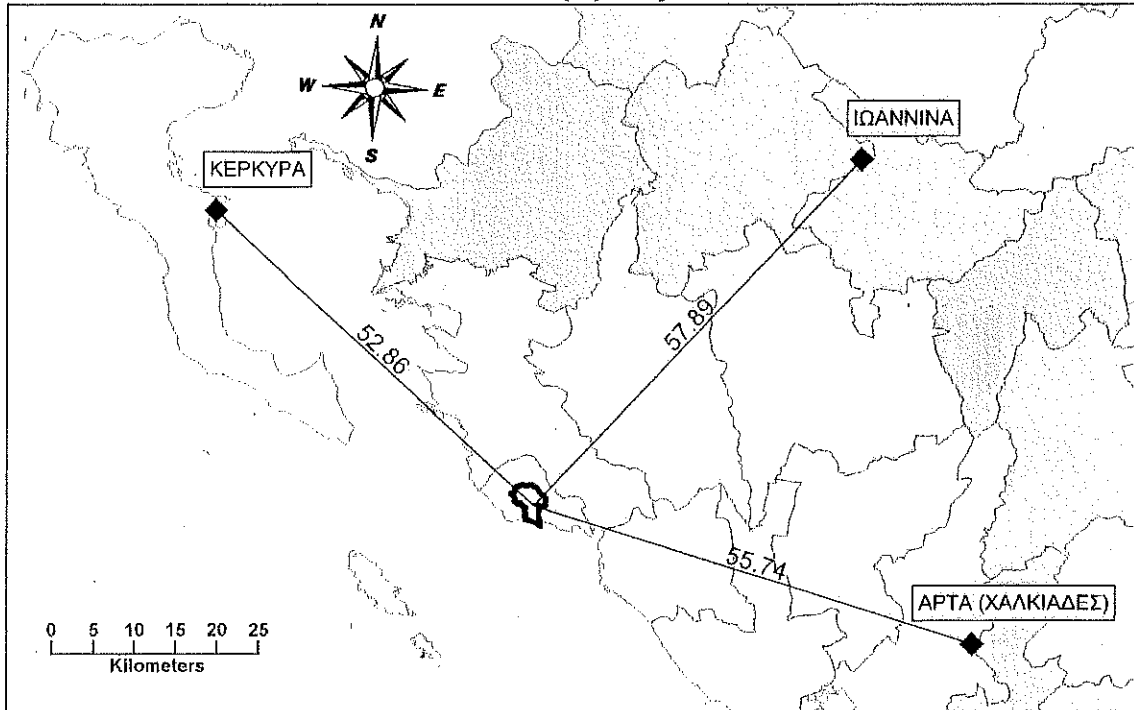
Z = Η υψομετρική διαφορά του κεντροβαρικού μέσου υψομέτρου της λεκάνης απορροής και του σημείου ελέγχου σε μ. Με τη χρήση της εξίσωσης του Giandotti και της Ορθολογικής μεθόδου προκύπτουν οι παροχές των λεκανών όπως φαίνονται στον αντίστοιχο πίνακα υπολογισμού του παραρτήματος.

Υπολεκάνη ρέμ.	Κατά Giandotti		Κατά Kirpich	
	Χρόνος συρροής (Ωρες)	Παροχή (μ ³ /δευτ.)	Χρόνος συρροής (Ωρες)	Παροχή (μ ³ /δευτ.)
ΥΛ1	1.16	53.8	0.48	100.3
ΥΛ1+ΥΛ2	1.21	55.3	0.51	101.7
ΥΛ1+ΥΛ2+ΥΛ3	1.29	58.8	0.60	102.3
ΥΛ1+ΥΛ2+ΥΛ3+ΥΛ4	1.52	62.2	0.77	102.5

β. Επιλογή σταθμού βροχομετρικών δεδομένων

Από την υδρολογική μελέτη προκύπτει ότι στην περιοχή έχουν λειτουργήσει οι σταθμοί Κέρκυρας, Άρτας και Ιωαννίνων. Μετά από προσεκτική έρευνα προέκυψε ότι οι σταθμοί αυτοί είναι οι πλησιέστεροι παραγωγής βροχομετρικών δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην μελέτη αυτή. Η εικόνα που ακολουθεί έχει προκύψει από την υδρολογική μελέτη και δείχνει την απόσταση του κάθε σταθμού από το κέντρο της λεκάνης απορροής του ρέματος της Πάργας.

Εικόνα 2. Αποστάσεις των βροχομετρικών σταθμών από το κέντρο της λεκάνης απορροής του ρέματος



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- A ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΘΜΟΥ - ΛΕΚΑΝΗΣ (ΧΛΜ)
- ΛΕΚΑΝΗ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΑΡΓΑΣ
- ◆ ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΜΥ

Όπως φαίνεται οι σταθμοί αυτοί απέχουν περίπου το ίδιο από το κέντρο της λεκάνης απορροής. Οι σταθμοί αυτοί παράγουν δεδομένα χρονικού βήματος που αρχίζει από 5λεπτά και φτάνουν μέχρι τις 24ώρες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο χρόνος συρροής του ρέματος είναι της τάξεως των 0.77ωρών = 46.2 λεπτά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σταθμοί που παράγουν αποκλειστικά δεδομένα 24ώρου (π.χ. Καναλλάκι, Παραμυθιά κτλ.).

Εκτός από την απόσταση, ένα ακόμα κριτήριο επιλογής του σταθμού από το οποίο θα χρησιμοποιηθεί η όμβρια καμπύλη, είναι το εύρος των ετών συλλογής δεδομένων. Είναι υπέρ της ασφαλείας να χρησιμοποιούνται δεδομένα που προέκυψαν από παρατηρήσεις διάρκειας όσο το δυνατόν πιο κοντά στα έτη της περιόδου επαναφοράς του πλημμυρικού φαινομένου που θα χρησιμοποιηθεί στην υδραυλική ανάλυση. Στην ανάλυση έχουν χρησιμοποιηθεί τα 50 έτη όπως αναφέρεται και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι σταθμοί Κέρκυρας, Άρτας και Ιωαννίνων έχουν καταγεγραμμένα 27, 13 και 15 έτη αντίστοιχα. Τα δεδομένα 30 λεπτών του σταθμού Πεντόλακκου και Λούρου είναι αντίστοιχα 22 και 10 ετών. Είναι σαφές ότι τα δεδομένα του σταθμού της Κέρκυρας είναι τα πιο κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν. Όσον αφορά το εύρος του δείγματος.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιήσουμε την όμβρια καμπύλη των 50 ετών άλλων σταθμών θα προκύψουν οι παρακάτω παροχές με εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου και λοιπές τιμές όπως δίνονται στο κεφάλαιο 3.2.4:

Σταθμός	Όμβρια καμπύλη	Παροχή στην εκβολή
Κέρκυρα	$i = 87.393 \times (t+0.1044)^{-0.8073}$	102.5 μ ³ /δευτ.
Πεντόλακκος	$i = 58.258 \times (d+0.0947)^{-0.6294}$	67.2 μ ³ /δευτ.
Άρτα	$i = 76.007 \times (d+0.3145)^{-0.9125}$	74.2 μ ³ /δευτ.
Ιωάννινα	$i = 55.58 \times (d+0.044)^{-0.8312}$	69.4 μ ³ /δευτ.
Λούρος	$i = 36.569 \times (d+0.0833)^{-0.5482}$	41.9 μ ³ /δευτ.

Μια γενική παρατήρηση για τους σταθμούς και την επιλογή του πιο κατάλληλου για να χρησιμοποιηθεί για την παροχή του ρέματος της Πάργας είναι ότι στην Ελλάδα οι βροχοπτώσεις προέρχονται κυρίως από τα δυτικά. Αυτό εξηγεί και τις αυξημένες τιμές του σταθμού της Κέρκυρας σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς. Όσο προχωράμε προς την κεντρική Ελλάδα οι γεωμορφολογία του εδάφους αποκόπτει ένα μέρος των βροχοπτώσεων. Η θέση του ρέματος της Πάργας είναι ξεκάθαρο ότι επηρεάζεται από τις βροχοπτώσεις που προέρχονται από τα δυτικά καθότι αγγίζει σχεδόν την δυτική πλευρά της ακτογραμμής της χώρας. Η επιλογή του σταθμού της Κέρκυρας λοιπόν δείχνει να είναι η πλέον κατάλληλη για το �έμα αυτό.

3.3. Υδραυλικοί Υπολογισμοί

α. Συντελεστής τραχύτητας 'n' υδραυλικών έργων (manning)

Εφαρμόζονται οι κάτωθι τιμές του συντελεστή τραχύτητας n για τα υδατορέματα:

- Επενδεδυμένες τάφροι με συρματοκιβώτια/συρματοστρώματα n = 0.025
- Κύρια κοίτη χειμάρρου n = 0.030
- Κοίτη ευρείας πλημμύρας χειμάρρων (εκτός όχθης) n = 0.040

β. Έλεγχος σε ανομοιόμορφη ροή

Η ροή σε ένα �έμα είναι συνήθως ανομοιόμορφη. Η ανομοιομορφία παρατηρείται κυρίως για λόγους αλλαγών στην κλίση και τη διατομή.

Έγινε έλεγχος σε ανομοιόμορφη ροή στα οριοθετούμενα υδατορέματα. Στο σχέδιο των κατά μήκος τομές ρευμάτων φαίνεται το προφίλ της ελεύθερης επιφάνειας και τα άλλα υδραυλικά στοιχεία από τον έλεγχο σε ανομοιόμορφη ροή.

γ. Υπολογισμός σε ανομοιόμορφη ροή

Για την αναλυτικό προσδιορισμό της κατάστασης της ροής στα εξεταζόμενα υδατορέματα γίνεται υδραυλική επίλυση σε ανομοιόμορφη ροή. Η διαρκώς μεταβαλλόμενη διατομή των υδατορεμάτων απαιτεί τέτοιου είδους επίλυση για τον σωστό προσδιορισμό των υδραυλικών στοιχείων. Καθώς απομακρυνόμαστε από τις μεταβαλλόμενες διατομές και θεωρώντας ότι διατηρούμε ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά (κατά μήκος κλίση, διατομή) η ροή τείνει προς την ομοιόμορφη.

Στο μεγαλύτερο μήκος της, η ανομοιόμορφη ροή είναι βαθμιαία μεταβαλλόμενη. Διακόπτεται όμως σε ορισμένες θέσεις από μικρά τμήματα απότομα (ταχέως) μεταβαλλόμενης ροής. Τέτοια τμήματα εντοπίζονται στις περιοχές απότομων καταπτώσεων όπου η ροή υποχρεώνεται να μεταβεί από υποκρίσιμη σε υπερκρίσιμη και στη συνέχεια σε υποκρίσιμη με τον σχηματισμό υδραυλικού άλματος.

Στα τμήματα βαθμιαίας μεταβαλλόμενης ροής η επίλυση έγινε με εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ενέργειας (εξίσωση του Bernoulli). Στα τμήματα ταχέως μεταβαλλόμενης ροής επιβάλλεται η εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ορμής (εξίσωση ποσότητας κινήσεως). Η επίλυση για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις έγινε με εφαρμογή του προγράμματος HEC-RAS όπως αναλύεται στη συνέχεια.

Παρακάτω αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο με βάση το οποίο έγιναν οι υδραυλικοί έλεγχοι. Έγιναν οι υπολογισμοί και σε πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε διατομή. Το προφίλ της επιφάνειας του νερού με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς για εποπτικούς λόγους παρουσιάζεται στη μηκοτομή των ρεμάτων.

δ. Γενικά

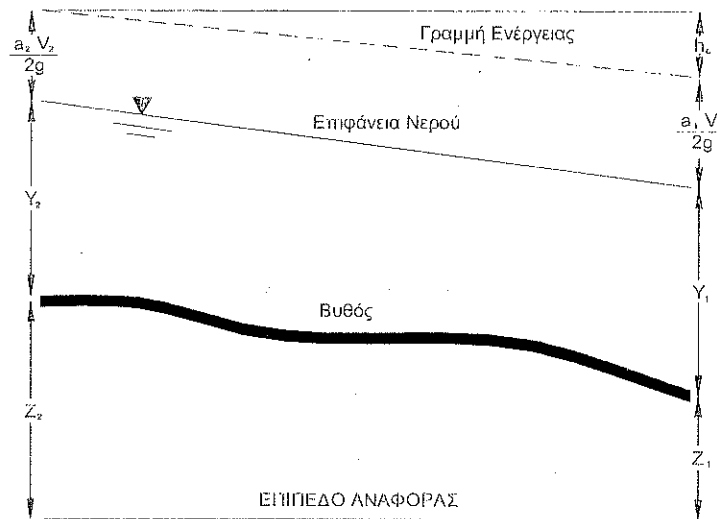
Το HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό, μέρος του πακέτου HEC Pack της U.S.A.C.E. (U.S. Army Corps of Engineers). Επιτρέπει τη γεωμετρική προσομοίωση ποταμών/ρεμάτων και κάνει μονοδιάστατη υδραυλική ανάλυση.

Χρησιμοποιεί την εξίσωση ενέργειας για τον υπολογισμό του υψομέτρου της επιφάνειας του νερού. Με την εισαγωγή διάφορων παραμέτρων και της γεωμετρίας του υδραυλικού έργου υπολογίζεται το προφίλ της ροής μαζί με διάφορα άλλα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τη φυσιολογική λειτουργία του έργου. Η εξίσωση ενέργειας ή εξίσωση του Bernoulli, είναι η ακόλουθη:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 \times V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 \times V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Όπου:

Παράμετροι της εξίσωσης ενέργειας



$$h_e = L \times \overline{S_f} + C \left| \frac{a_2 \times V_2^2}{2g} - \frac{a_1 \times V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

L = το μήκος ανάπτυξης της διαφοράς ενέργειας

$\overline{S_f}$ = η αντιπροσωπευτική τιμή της κλίσης της τριβής μεταξύ των διατομών 1, 2 η οποία

προκύπτει από τον τύπο Manning $\overline{S_f} = \frac{n^2 \times u^2}{R^{4/3}} \quad (3)$

$a_{1,2}$ = συντελεστής ενέργειας που λαμβάνει υπόψη την ανομοιόμορφη κατανομή της ταχύτητας στις διατομές

C = ο συντελεστής απωλειών συστολών και εκτονώσεων

Η εξίσωση ενέργειας υπολογίζει διάφορα στοιχεία ροής με τον τρόπο που περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο (Μέθοδος Υπολογισμού).

ε. Απώλειες εξαιτίας των συστολών και των εκτονώσεων της γεωμετρίας

Το εγχειρίδιο του HEC – RAS περιέχει πίνακες για τους συντελεστές συστολών και εκτονώσεων της γεωμετρίας υδραυλικών στοιχείων.

Πίνακας 1.1 Συντελεστές απωλειών των συστολών και των εκτονώσεων της γεωμετρίας

	Συστολή	Εκτόνωση
Καμία μεταβολή στη γεωμετρία	0,0	0,0
Βαθμιδωτές μεταβολές	0,1	0,3
Τυπική διατομή γέφυρας	0,3	0,5
Απότομες μεταβολές	0,6	0,8

Στα μελετώμενα τμήματα φυσικής κοίτης οι μεταβολές στη γεωμετρία μπορούν να χαρακτηριστούν βαθμιδωτές και λαμβάνονται συντελεστές 0,1 και 0,3. Για το διευθετημένο τμήμα θεωρείτε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στη γεωμετρία και λαμβάνονται συντελεστές ίσοι με το 0.

ζ. Μέθοδος υπολογισμού

Το άγνωστο υψόμετρο της επιφάνειας του νερού σε μία διατομή, προκύπτει από μια διαδικασία δοκιμών στις άγνωστες παραμέτρους, αυτής και μιας άλλης διατομής, έτσι ώστε τα δύο μέλη της εξίσωσης ενέργειας να γίνουν ίσια. Η μέθοδος υπολογισμού (μέθοδος σταθερού βήματος) ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

- I. Υποθέτουμε ένα υψόμετρο επιφάνειας της ροής του νερού (Y_2) στην ανάντη από τις δυο διατομές που λαμβάνονται υπόψη (ή στην κατάντη διατομή εφόσον επιλύουμε σε υπερκρίσιμη ροή).
- II. Βασιζόμενοι σε αυτό το υψόμετρο, υπολογίζουμε το αντίστοιχο ύψος κινητικής ενέργειας.
- III. Με τις τιμές από το βήμα II, υπολογίζουμε τις απώλειες εξαιτίας της μέσης τριβής \bar{S}_f και λύνουμε την εξίσωση απωλειών ενέργειας (h_e) μεταξύ των διατομών.
- IV. Με τις τιμές από τα βήματα II & III, λύνουμε την εξίσωση της ενέργειας με την μέθοδο δοκιμών για το υψόμετρο της επιφάνειας της ροής του νερού στην ανάντη διατομή.
- V. Συγκρίνουμε την τιμή του υψόμετρου της επιφάνειας του νερού που προέκυψε από τους υπολογισμούς με την υποτιθέμενη του βήματος I. Τα βήματα I έως V, επαναλαμβάνονται έως ότου οι δυο τιμές να διαφέρουν, το πολύ, κατά 0,003μ.

η. Ειδικές περιπτώσεις

Η μετάβαση της ροής από το κρίσιμο βάθος συσχετίζεται με μεγάλη μεταβολή της τιμής της ενέργειας. Οι εσωτερικές δυνάμεις της ροής παύουν να είναι πρωτεύουσας σημασίας, και επικρατούν οι εξωτερικές δυνάμεις του συστήματος οπότε και λέγεται ότι επικρατούν συνθήκες ταχέως μεταβαλλόμενης ροής. Η εξίσωση του Bernoulli δεν είναι ιδανική για τέτοια τμήματα καθώς η χρήση της, για την εύρεση του υψόμετρου ροής, ενδείκνυται για τμήματα βραδέως μεταβαλλόμενης ροής.

Το HEC-RAS εφαρμόζει την εξίσωση της αρχής διατήρησης της ορμής (νόμος διατήρησης της ποσότητας κίνησης) στα τμήματα ταχέως μεταβαλλόμενης ροής. Αυτή είναι η

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \bar{S}_1 = \frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 \bar{Y}_1$$

και εφαρμόζεται μεταξύ δύο διατομών όπως και η εξίσωση ενέργειας.

ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΗΤΣΙΟΣ του ΑΧΙΛΛΕΑ - ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ - ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΝΤΑΛΑΣ του ΧΡΗΣΤΟΥ

Έργο: Οριοθέτηση ρέματος στον Δήμο Πάργας (Ρέμα Τούση) – Μελέτη Οριοθέτησης Ρεύματος

Έκδοση: 5η/10-15

Αρχείο: TEX_EKTH_5η_εκδοση.doc

Κωδικός Μελέτης: T1205.21

Όπου:

$\beta_{1,2}$ = Συντελεστής της ορμής για την μεταβαλλόμενη κατανομή της ταχύτητας

$Q_{1,2}$ = Παροχή στις δύο διατομές

$A_{1,2}$ = Βρεχόμενη επιφάνεια των διατομών

L = Μήκος μεταξύ των διατομών

\bar{S}_f = Η μέση τιμή της κλίσης της τριβής μεταξύ των διατομών. Υπολογίζονται όπως στο (α)

S_0 = Η κλίση του πυθμένα μεταξύ των δύο διατομών

$\bar{Y}_{1,2}$ = Η υψομετρική διαφορά μεταξύ της επιφάνειας και του κέντρου βάρους της κάθε διατομής.

g = Επιτάχυνση της βαρύτητας