

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΡΟΓΡ. ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»

Υδρομετεωρολογία – Υδρολογία και
Κλιματική Αλλαγή

Αγγελίδης Π., Καθηγητής

Τεχνικά έργα χειρισμού της διαίτας των υδάτων

1. Ενέργειες πριν τις πλημμύρες με σκοπό τη μείωση της ευπάθειας έναντι των πλημμυρών

- Σχεδιασμός χρήσεων γης
- Καθορισμός ζωνών όπου συγκεκριμένες χρήσεις γης επιτρέπονται ή απαγορεύονται
- Έλεγχος στην ανάπτυξη περιοχών με υψηλό κίνδυνο πλημμυρών, εγκαταλείποντας κατακλυζόμενες περιοχές
- Αποζημίωση γης και ιδιοκτησιών που βρίσκονται σε περιοχές που πλημμυρίζουν, ενθαρρύνοντας επανεγκατάσταση σε άλλες περιοχές
- Αντιπλημμυρική προστασία (μέσω υψομετρικής διαφοράς, αναχωμάτων, στεγανοποίησης, κ.λπ.)
- Συστήματα πρόγνωσης και έγκαιρης προειδοποίησης
- Αύξηση επαγρύπνησης βελτιώνοντας την πληροφόρηση και την εκπαίδευση στις πλημμύρες και στις ενέργειες, που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση ανάγκης, πολιτική προστασία
- Ασφάλιση για τον κίνδυνο πλημμύρας
- Νομοθεσία

2. Αντιπλημμυρικά Έργα

- ❑ Φράγματα και ταμιευτήρες ελέγχου πλημμύρας, αντιπλημμυρικές τάφροι, αναχώματα, έργα εκτροπής
- ❑ Βελτίωση παροχетеυτικότητας ποταμών, ώστε να μπορούν να διοδεύσουν το πλημμυρικό κύμα
- ❑ Έλεγχος στη πηγή μέσω της διαχείρισης της υδρολογικής λεκάνης
- ❑ Αύξηση χώρων προσωρινής αποθήκευσης – κατάκλισης και υγροτόπων
- ❑ Αύξηση διήθησης και διαπερατών επιφανειών
- ❑ Διαχείριση φυτοκάλυψης, δασοκάλυψης και αποφυγή γυμνού εδάφους κατά την περίοδο βροχοπτώσεων
- ❑ Δημιουργία αναβαθμίδων (πεζούλες) και όργωμα παράλληλα με τις ισοϋψεις

3. Ενέργειες μείωσης συνεπειών πλημμυρών (κατά τη διάρκεια και μετά τις πλημμύρες)

□ Εκτίμηση πιθανότητας δημιουργίας πλημμύρας, πρόβλεψη ανώτατης στάθμης νερού στον ποταμό και συνθηκών ροής, γνωστοποίηση στις αρμόδιες αρχές και στο κοινό της έκτασης, της σοβαρότητας και του χρόνου της πλημμύρας, διάχυση της προειδοποίησης, εκκένωση

□ Οικονομική βοήθεια (ασφαλιστικές αποζημιώσεις, δάνεια, έκπτωση φόρων, πάγωμα χρεών), ανακούφιση των πληγέντων.

□ Επανακατασκευή των καταστραφέντων κτιρίων, υποδομών και αντιπλημμυρικών έργων, αποκατάσταση του περιβάλλοντος και των οικονομικών δραστηριοτήτων

□ Επενεξέταση των ενεργειών διαχείρισης πλημμύρας με στόχο τη βελτίωση των διαδικασιών και του σχεδιασμού για μελλοντικά πλημμυρικά γεγονότα (παραπομπή στις 1 & 2)

Τα μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας διακρίνονται σε:

- **Κατασκευαστικά – structural (“hard”)** ή
- **Μη κατασκευαστικά – ήπιες δράσεις (“soft”)**

Τα κατασκευαστικά μέτρα, όπως φράγματα, αναχώματα κ.λπ. έχουν μακρά παράδοση, καθώς κατασκευάζονται εδώ και 4000 χρόνια. Κατασκευάζοντας ταμιευτήρες, όπου το περίσσειμα του νερού μπορεί να αποθηκευτεί προσωρινά, ρυθμίζεται η κατανομή της πλημμυρικής παροχής, και αποφεύγεται η πλημμύρα με τη μείωση της αιχμής.

Συνεπώς ο όρος «**κατασκευαστικά μέτρα – structural**» αναφέρεται σε μεγάλης κλίμακας αντιπλημμυρικά έργα, όπως: φράγματα και ταμιευτήρες ρύθμισης, αναχώματα, εκτροπές, βελτιώσεις της παροχетеυτικής ικανότητας του ποταμού (εκβάθυνση, αύξηση πλάτους, προστασία της όχθης, ευθυγράμμιση άξονα – αύξηση κλίσης, κ.λπ.)

Στρατηγικές αντιπλημμυρικής προστασίας

Έτσι τα υπόλοιπα μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας, που αφορούν καταναεμημένα μέτρα σε όλη την υδρολογική λεκάνη, που είναι μικρής κλίμακας, θεωρούνται ήπιες (soft) δράσεις.

Ήπιες δράσεις αντιπλημμυρικής προστασίας (non-structural measures) είναι πολύ ενδιαφέρουσες εναλλακτικές δράσεις, που είναι συμπληρωματικές των κατασκευαστικών (υδραυλικά έργα μεγάλης κλίμακας) και που μπορεί να οδηγήσουν στην μείωση των απωλειών ζωής και περιουσιών, που προκαλούνται από τις πλημμύρες.

Στόχος μας είναι να διερευνηθεί ο ρόλος των ήπιων δράσεων, ώστε να αυξηθεί η ικανότητά μας στην πρόγνωση, στον μετριασμό των αρνητικών συνεπειών, στην αντιμετώπιση και στην αποκατάσταση των προβλημάτων που σχετίζονται με τις πλημμύρες.

Στρατηγικές αντιπλημμυρικής προστασίας

Μέχρι πριν από 50 χρόνια, η επιστήμη του νερού κυριαρχούνταν από το δόγμα της «τιθάσευσης της φύσης» και η αντιμετώπιση των κινδύνων των πλημμυρών γίνονταν με κατασκευές έργων μηχανικού, ολοένα αυξανόμενου μεγέθους, κλίμακας εφαρμογής και σπουδαιότητας: αναχώματα, τάφροι, επεμβάσεις στις κοίτες των ποταμών, φράγματα και ταμιευτήρες, κ.λπ.

Όλες αυτές οι κατασκευές φτιάχνονταν για την μείωση της συχνότητας πλημμύρας των προστατευόμενων περιοχών, και πολύ λιγότερο για τον μετριασμό των προκαλούμενων ζημιών.

Ο άνθρωπος πρέπει να αποδεχτεί, ότι τα τεχνικά έργα, όσο ακριβά και να είναι, πρέπει να συνδυαστούν με άλλες, μη-κατασκευαστικές ήπιες παρεμβάσεις για την καλύτερη αντιμετώπιση και την συνύπαρξη με τους αναπόφευκτους κινδύνους.

Σήμερα αναπτύσσεται ένας προβληματισμός σχετικά με τα υπέρ και τα κατά των μεγάλων κατασκευαστικών παρεμβάσεων.

Υπάρχει μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση, ότι οι κατασκευαστικές παρεμβάσεις μπορεί να μην είναι κατάλληλες για μακροπρόθεσμη ανάπτυξη, δεδομένης της περιορισμένης διαθεσιμότητας χρηματοδοτικών πόρων σε συνδυασμό με την ευαισθησία για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η σύγχρονη τάση είναι η εφαρμογή ενός μικτού σχήματος τόσο από κατασκευαστικές όσο και από ήπιες παρεμβάσεις.

Μερικοί «μύθοι» σχετικά με τις πλημμύρες και την αντιπλημμυρική προστασία

Τα συστήματα αντιπλημμυρικής προστασίας εγγυώνται απόλυτη ασφάλεια:

Επειδή τα φράγματα και τα αναχώματα κοστίζουν τόσα πολλά χρήματα, πρέπει να αντιστέκονται με επιτυχία σε μεγάλες πλημμύρες

Οι πλημμύρες συμβαίνουν σε σχεδόν κανονικά (περιοδικά) χρονικά διαστήματα:

Πολλοί πιστεύουν, ότι αφού μια πλημμύρα με περίοδο επαναφοράς 100 ετών συνέβη πρόσφατα, η επόμενη ίδια πλημμύρα δεν θα συμβεί κατά τη διάρκεια ζωής αυτής της γενιάς

Μερικοί «μύθοι» σχετικά με τις πλημμύρες και την αντιπλημμυρική προστασία

Αμετάβλητος κόσμος: οι γεωφυσικές διαδικασίες στο μέλλον θα είναι όμοιες με αυτές στο παρελθόν:

Έχοντας ζήσει σε ένα μέρος για κάποιο διάστημα, κάποιος έχει την αίσθηση του τι αναμένεται. Κάποιοι δύσκολα μπορούν να αντιληφθούν, ότι ένα επόμενο πλημμυρικό κύμα μπορεί να έχει διάσταση, που θα ξεπερνάει σημαντικά όλα τα προηγούμενα καταγραφέντα

Πλημμύρες δεν συμβαίνουν σε όλους τους ποταμούς:

Πολλοί πιστεύουν, ότι πλημμύρες συμβαίνουν συχνά σε «υγρές» περιοχές, όπως π.χ. στο Bangladesh. Δεν είναι αντιληπτό, ότι καταστροφικές πλημμύρες συμβαίνουν επίσης και σε περιοχές με ξηρασία, όπου ο πληθυσμός είναι απροετοίμαστος

Ήπιες δράσεις (non-structural measures) αντιπλημμυρικής προστασίας

❖ Πρόγνωση πλημμύρας και έγκαιρη προειδοποίηση

- Είναι πολύ σημαντική και είναι πιθανόν να σώσει ζωές
- Βασίζεται σε μαθηματική προσομοίωση και επιτρέπει στους ειδικούς επιστήμονες να συνδυάσουν δεδομένα από το παρελθόν, με την σημερινή κατάσταση εδαφικής υγρασίας και την πρόγνωση της επερχόμενης βροχής και να προβλέψουν παροχές, στάθμες νερού, κ.λπ. στο χώρο και το χρόνο
- Γίνονται πολλές προσπάθειες για τη βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων και για την επιμήκυνση του χρονικού ορίζοντα
- Μια σημερινή πρόκληση αποτελεί η διασύνδεση των μοντέλων με ατμοσφαιρικά και υδρολογικά δεδομένα

Ήπιες δράσεις (non-structural measures) αντιπλημμυρικής προστασίας

❖ Διαχείριση υδρολογικής λεκάνης

- Πρόκειται για σημαντικά μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας, καθώς τροποποιείται ο σχηματισμός πλημμύρας με έλεγχο στην πηγή
- Αφορά τις χρήσεις γης και τη συγκράτηση του εδαφικού υλικού με στόχο τη μείωση της επιφανειακής απορροής, της διάβρωσης και της μεταφοράς φερτών, μέσω δημιουργίας αναβαθμίδων (πεζούλες) και οργώματος παράλληλα με τις ισοϋψείς, και μέσω της διαχείρισης της φυτοκάλυψης και της δασοκάλυψης
- Η ιδέα της «συγκράτησης του νερού στη θέση που πέφτει» υλοποιείται με μέτρα όπως η αύξηση της διήθησης, η μείωση των αδιαπέρατων επιφανειών, η αύξηση της αποθήκευσης σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες

Ήπιες δράσεις (non-structural measures) αντιπλημμυρικής προστασίας

❖ Διαχείριση υδρολογικής λεκάνης

- Αυξάνοντας τη συγκράτηση, εξουδετερώνονται οι αντίθετες επιδράσεις της αστικοποίησης, καθώς η συγκρατούμενη ποσότητα νερού θα αύξανε την αιχμή του υδρογραφήματος
- Η διαχείριση της υδρολογικής λεκάνης περιλαμβάνει επίσης την αύξηση των χώρων αποθήκευσης μέσα στο υδρογραφικό δίκτυο (χώροι κατάκλισης δίπλα στο ποτάμι, αποξηραμένες εκτάσεις προστατευόμενες με αναχώματα, κ.λπ.)

❖ Ασφάλιση, αρωγή του δημοσίου και αποκατάσταση μετά την πλημμύρα

Ήπιες δράσεις (non-structural measures) αντιπλημμυρικής προστασίας

❖ Επανεγκατάσταση σε ασφαλείς περιοχές

➤ Εάν οι άνθρωποι έχουν οικοδομήσει μέσα στην ευρύτερη πλημμυρική κοίτη του ποταμού, τότε δεν υπάρχει λύση. Γι' αυτό προληπτικά μέτρα, όπως καθορισμός ζωνών και οριοθέτηση της πλημμυρικής ζώνης είναι αναγκαία.

➤ Ωστόσο μερικές φορές, μόνιμη εκκένωση τέτοιων κατακλυζόμενων περιοχών είναι αδιανόητη π.χ. στο Bangladesh – μια πυκνοκατοικημένη περιοχή σε μια υποανάπτυκτη χώρα, ίσως την περισσότερο πληττόμενη από τις πλημμύρες χώρα του κόσμου.

➤ Η χώρα του Bangladesh πρέπει κυριολεκτικά να ζει με τις καταστροφικές πλημμύρες, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργήσιμης γης αποτελείται από κατακλυζόμενες εκτάσεις, η γονιμότητα των οποίων εξαρτάται από την «επίσκεψη» των πλημμυρών.

➤ Νέα αναχώματα, ακόμα και αν μπορούσαν οικονομικά να κατασκευαστούν, θα στερούσαν πολύτιμη γη.

Πλημμύρα είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η κοίτη ενός ποταμού δεν επαρκεί για την παροχέτευση μιας αυξημένης παροχής νερού με αποτέλεσμα την εξάπλωση του νερού στις παρακείμενες περιοχές με καταστρεπτικές συνέπειες. Η ανεπάρκεια της κοίτης μπορεί να οφείλεται:

- στο μέγεθος τη διατομής
- στη μικρή κλίση
- στην τραχύτητα του πυθμένα

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

Αντιπλημμυρικά Έργα

Αντιπλημμυρική προστασία

Για την ομοιόμορφη ροή η παροχή δίδεται από τη γνωστή εξίσωση Manning

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

όπου A = εμβαδόν της υγρής διατομής, $R = A/P$ = υδραυλική ακτίνα, P = βρεχόμενη περίμετρος n = συντελεστής τραχύτητας και S_0 = η κλίση πυθμένα.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

Στην περίπτωση της πλημμυρικής παροχής η ροή απέχει πολύ από την ομοιόμορφη, ωστόσο από την εξίσωση του Manning μπορεί να προκύψει πως είναι δυνατόν να επιτευχθεί η αντιπλημμυρική προστασία μιας περιοχής με επέμβαση στους όρους που επιδρούν στην επιδείνωση της πλημμύρας. Η επέμβαση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

1) **Μείωση της παροχής αιχμής της πλημμύρας** η οποία επιτυγχάνεται:

α) Με τη διαχείριση της ορεινής ζώνης της λεκάνης απορροής

β) Με την κατασκευή ταμιευτήρων ανασχέσεως ή αποθηκεύσεως

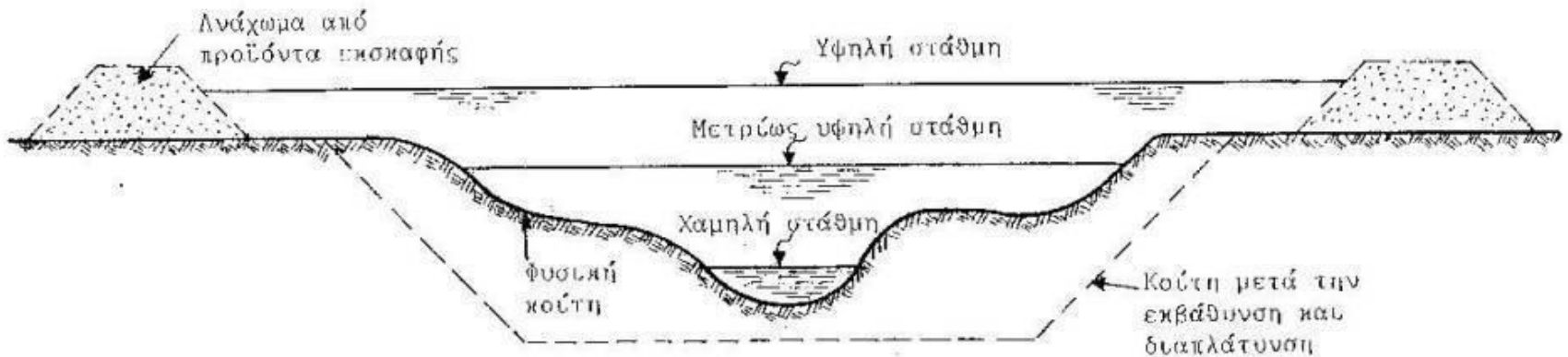
γ) Με την κατασκευή παραλλήλων προς την κυρία κοίτη διόδων ανακούφισης πλημμυρών

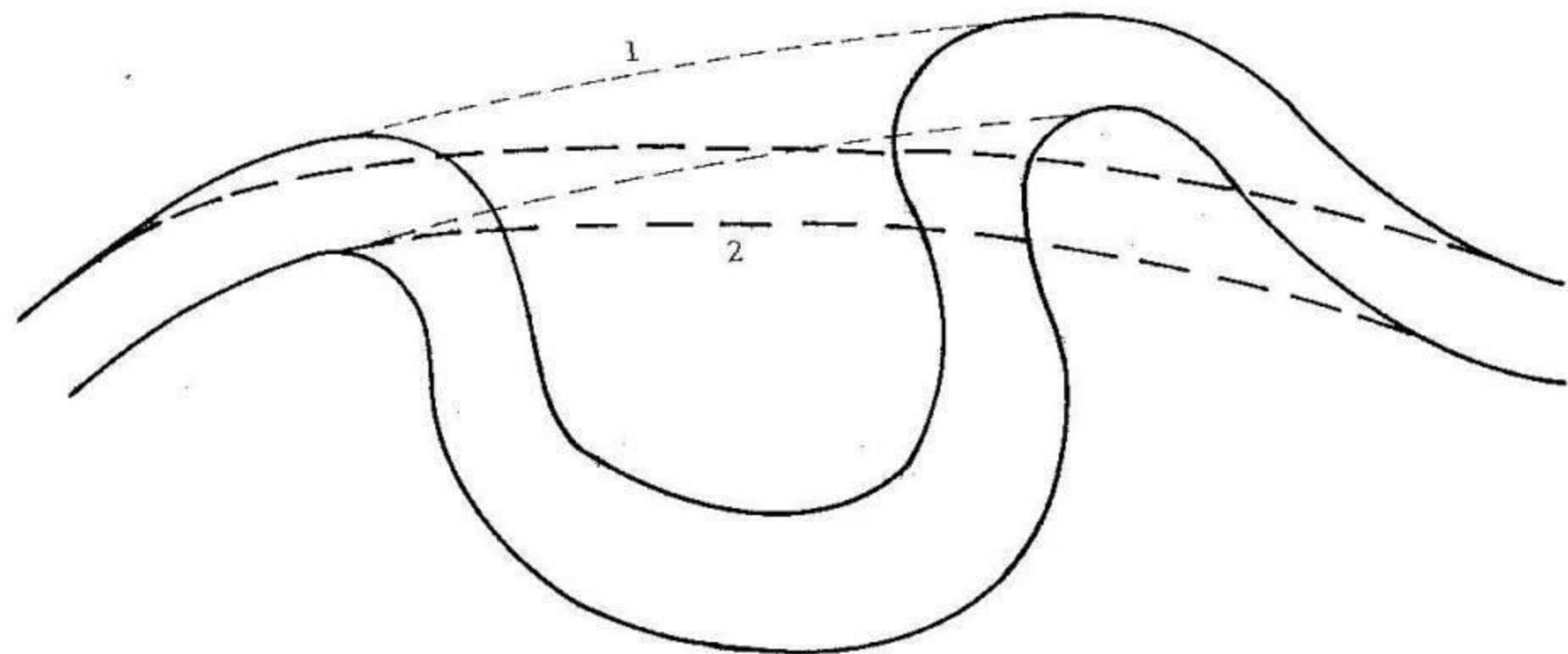
2) **Αύξηση της διοχετευτικής ικανότητας** της κοίτης του ποταμού η οποία μπορεί να επιτευχθεί:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

α) Με την αύξηση της διατομής της κυρίας με κατάλληλες εκσκαφές ή της πλημμυρικής κοίτης με την κατασκευή αναχωμάτων

β) Με την αύξηση της ταχύτητας ροής η οποία επιτυγχάνεται με τη μείωση του συντελεστή τραχύτητας ή την αύξηση της κλίσης πυθμένα





Σχ. 9.10 Αύξηση της κλίσης του πυθμένα μαιωνδρίζοντα ποταμοί: (1) με σύντηξη κατά τον λαιμό ενός μαιάνδρου ή (2) με δραστικότερη διευθέτηση κατά ελαφρώς καμπυλόγραμμη διαδρομή.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΙΤΗΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ



Παράδειγμα: Για την αντιπλημμυρική προστασία πεδινής περιοχής κλίσεως $S_0 = 0,001$ ζητείται να διαμορφωθεί κοίτη σύνθετης τραπεζοειδούς διατομής με συνολική παροχτευτικότητα $Q_{max} = 730 \text{ m}^3/\text{sec}$ με τα εξής χαρακτηριστικά :

Κλίση πρανών ελάσσονος κοίτης

$$m_1 = 1.5$$

Πλάτος πυθμένα ελάσσονος κοίτης

$$b_1 = 25 \text{ m}$$

Συντελεστής Manning ελάσσονος κοίτης

$$n_1 = 0.035$$

Κλίση πρανών αναχώματος μείζονος εσωτερική

$$m_2 = 2.5$$

Κλίση πρανών αναχώματος μείζονος εξωτερική

$$m_3 = 3.0$$

Μήκος οριζοντίου τμήματος μείζονος κοίτης

$$b_2 = 40 \text{ m}$$

Συντελεστής Manning μείζονος κοίτης

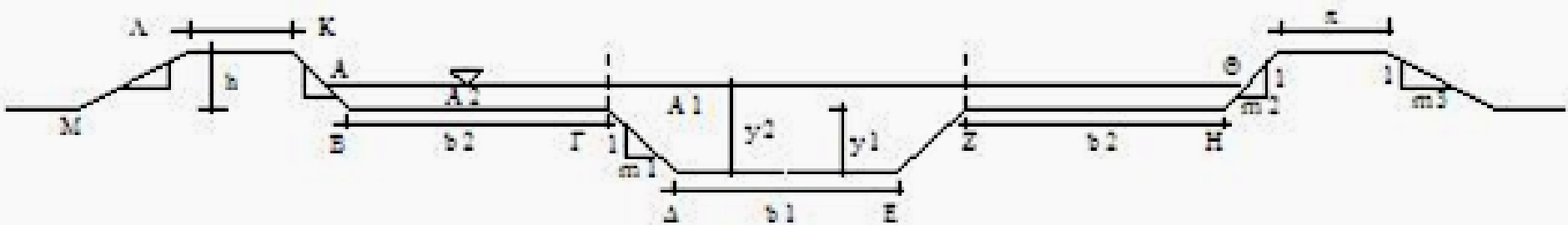
$$n_2 = 0.100$$

Πλάτος στέψης αναχώματος

$$\pi = 3 \text{ m}$$

Περιθώριο ασφαλείας αναχώματος

$$f = 0.5 \text{ m}$$



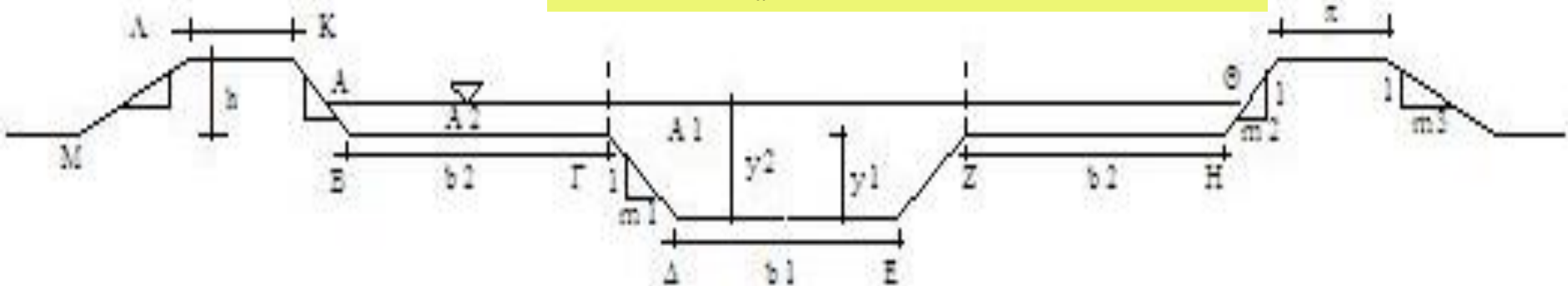
- α. Το βάθος ελάσσονος κοίτης ώστε να έχει παροχαρακτηριστικότητα $Q = 0.2Q_{max}$
- β. Το ύψος των αναχωμάτων ώστε η ευρύτερη κοίτη να έχει τη ζητούμενη παροχαρακτηριστικότητα σε συνθήκες ομοιόμορφης ροής.
- γ. Το κόστος ανά τρέχον μέτρο των έργων της διευθέτησης της ευρύτερης κοίτης αν η αξία γης είναι 80.000 δραχ/στρέμμα και το κόστος κατασκευής των αναχωμάτων είναι 150 δραχ/m³.

Λύση

α) Για τον υπολογισμό του βάθους ροής της ελάσσονος κοίτης γίνεται δεκτό ότι η ροή είναι ομοιόμορφη και ισχύει η εμπειρική σχέση του Manning :

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

$$Q = 0,2Q_{max} = 0,2 * 730 = 146m^3 / sec$$



Εμβαδόν υγρής διατομής $A = y(b + my)$

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_0^{1/2}$$

Βρεχόμενη περίμετρος

$$P = b + 2\sqrt{1 + m^2} y$$

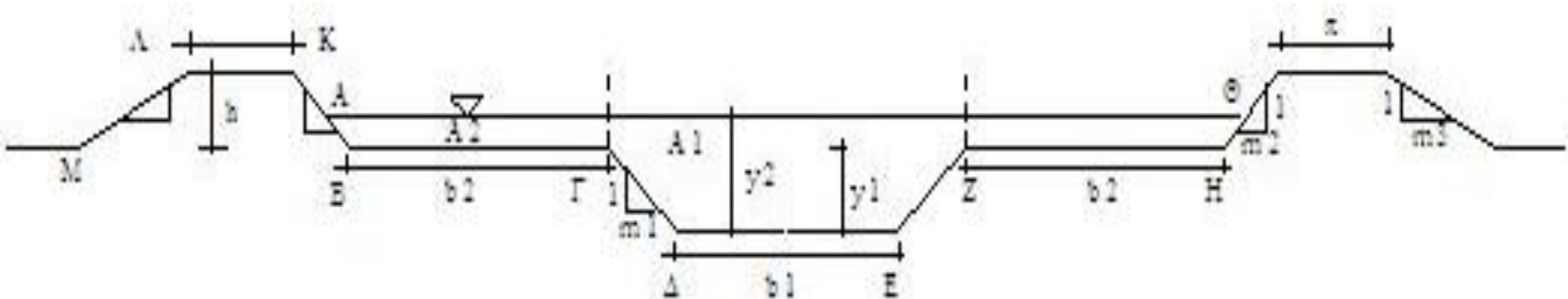
Υδραυλική ακτίνα

$$R = \frac{A}{P} = \frac{y(b + my)}{b + 2\sqrt{1 + m^2} y}$$

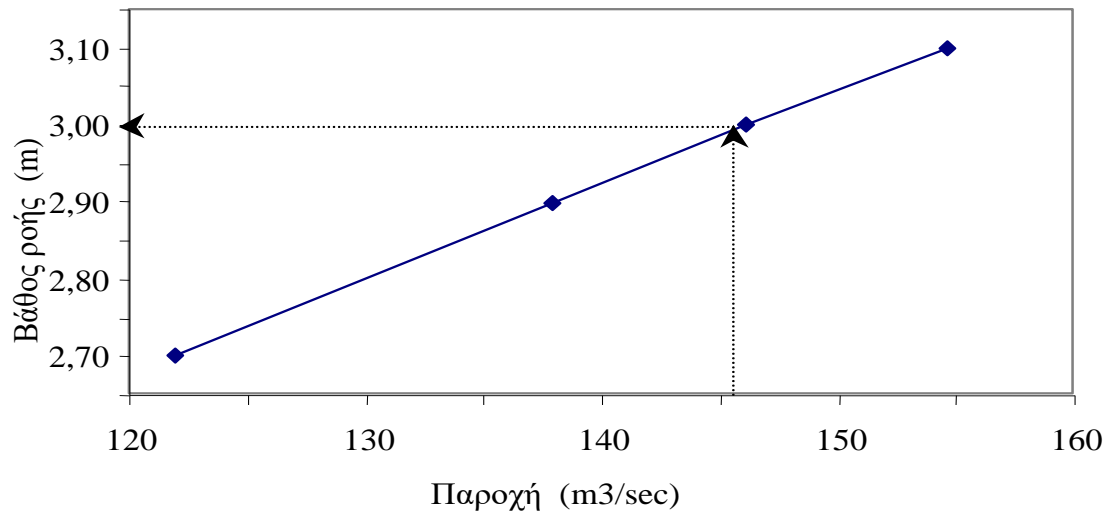
$$Q = 0,2Q_{\max} = 0,2 * 730 = 146 m^3 / \text{sec}$$

Α' ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Επειδή από τις παραπάνω εξισώσεις δεν είναι δυνατή μια ρητή έκφραση του βάθους y ο υπολογισμός του γίνεται με δοκιμές. Με βάση τις εξισώσεις αυτές υπολογίζεται η παροχή για διάφορα βάθη όπως στον ακόλουθο πίνακα.



A/ α	ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ y_1 (m)	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A (m ²)	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P (m)	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R (m)	ΠΑΡΟΧΗ Q (m ³ /sec)
1	2,700	78,435	34,735	2,258	121,975
2	2,900	85,115	35,456	2,401	137,874
3	3,000	88,500	35,817	2,471	146,144
4	3,100	91,915	36,177	2,541	154,627



Όπως φαίνεται στο σχήμα με τη γραφική παράσταση των $Q - y$ υπολογίζεται γραφικά το βάθος y που αντιστοιχεί στη ζητούμενη παροχή $Q = 146 \text{ m}^3/\text{sec}$ και που είναι τελικά $y_1 = 3 \text{ m}$.

Β' ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Θα χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα επίλυσης εξισώσεων του EXCEL. Σε ένα φύλλο **EXCEL** εισάγονται οι συναρτήσεις του εμβαδού υγρής διατομής A, της βρεχόμενης περιμέτρου P, της υδραυλικής ακτίνας R, και της παροχής Q ως συναρτήσεις του άγνωστου βάθους y (κελί B1) στο οποίο δίνεται μια τυχαία τιμή, π.χ. 1. Στο κελί B6 γράφεται το α' μέλος της προς επίλυση εξίσωσης, δηλαδή =B5-146, καθώς η προς επίλυση εξίσωση είναι $Q-146=0$.

ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΘΟΣ Y=	1
ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A=	26.5
ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P=	28.60555
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R=	0.926394
ΠΑΡΟΧΗ Q=	22.75315
ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q-146=0	-123.247

Στη συνέχεια από τις επιλογές του EXCEL **Εργαλεία/πρόσθετα** επιλέγεται **Επίλυση**. Αφού πατηθεί OK, εμφανίζεται στο μενού **Εργαλεία** η νέα πρόσθετη επιλογή **Επίλυση**, την οποία και καλούμε.

Θέτουμε ως κελί προορισμού το B6, επιλέγουμε Τιμή 0, και Με αλλαγή των κελιών B1, και πατάμε Επίλυση. Το EXCEL αλλάζει την τιμή του B1 όπου αποθηκεύεται η λύση της εξίσωσης.

Microsoft Excel - ANTIPLYMMYRIKA1.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια Adobe PDF

L5 = =B5-146

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΘΟΣ Υ=	1									
2	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Α=	26.5									
3	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ Ρ=	28.60555									
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R=	0.926394									
5	ΠΑΡΟΧΗ Q=	22.75315									
6	ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q-146=0	-123.247									
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Παράμετροι επίλυσης

Κελί προορισμού:

Τιμή: (Με αλλαγή των κελιών:)

Περιορισμοί:

Επίλυση
Κλείσιμο
Επιλογές
Επαναφορά όλων
Βοήθεια

Η λύση είναι $y=2.9982m$

Microsoft Excel - ANTIPLYMMYRIKA1.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια Adobe PDF

Σ 100% Arial Greek 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΘΟΣ Y=	2.998282							
2	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A=	88.44158							
3	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P=	35.81046							
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R=	2.469714							
5	ΠΑΡΟΧΗ Q=	146							
6	ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q-146=0	-3.8E-07							
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Αποτελέσματα επίλυσης

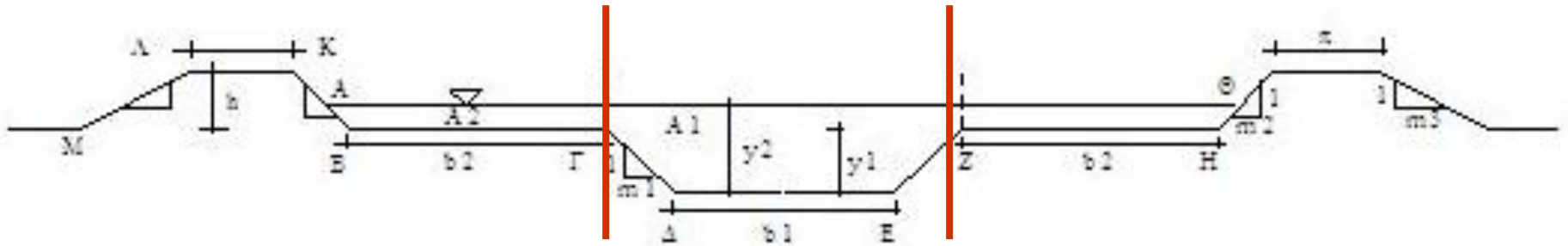
Βρέθηκε λύση. Ικανοποιούνται όλοι οι περιορισμοί και οι συνθήκες βελτιστοποίησης.

Διατήρηση της λύσης της επίλυσης
 Επαναφορά των αρχικών τιμών

Αναφορές
Απάντηση
Ευσαιθησία
Όρια

OK Ακυρο Αποθήκευση σεναρίου... Βοήθεια

β. Η συνολική παροχή που διέρχεται από την σύνθετη διατομή του σχήματος, υπολογίζεται τμηματικά ως εξής .



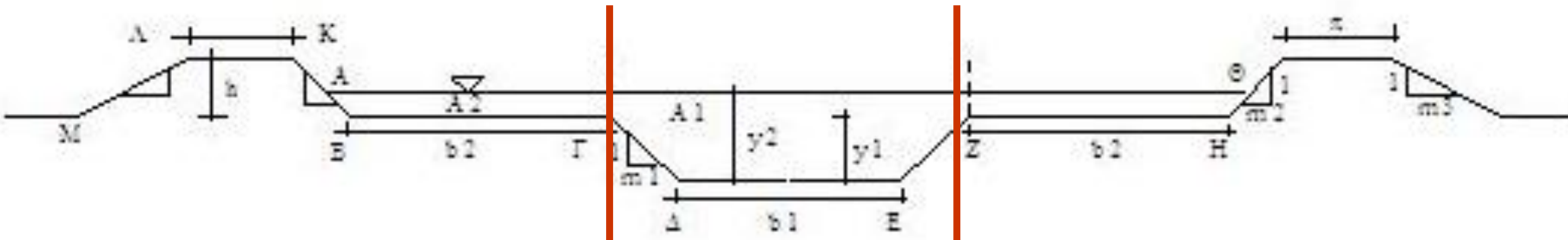
Η διατομή διαιρείται με κατακόρυφες ευθείες σε τρία τμήματα , το κεντρικό εμβαδόν A_1 και τα δύο ίσα πλευρικά εμβαδά A_2 .

Η βρεχόμενη περίμετρος λαμβάνεται για μεν το κεντρικό τμήμα το μήκος $\Gamma\Delta EZ$ για δε τα πλευρικά το μήκος $AB\Gamma$ και $ZH\Theta$ αντίστοιχα.

$$A_1 = (b_1 + m y_1) y_1 + (b_1 + 2m y_1)(y_2 - y_1)$$

$$P_1 = b_1 + 2\sqrt{1 + m_1^2} y_1$$

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1}$$



$$A_2 = \left(b_2 + \frac{m_2}{2}(y_2 - y_1)\right)(y_2 - y_1)$$

$$P_2 = b_2 + \sqrt{1 + m_2}(y_2 - y_1)$$

$$R_2 = \frac{A_2}{P_2}$$

$$Q_1 = \frac{1}{n_1} A_1 R_1^{2/3} S_0^{1/2}$$

$$Q_2 = \frac{1}{n_2} A_2 R_2^{2/3} S_0^{1/2}$$

$$Q_{ολ} = Q_1 + 2Q_2$$

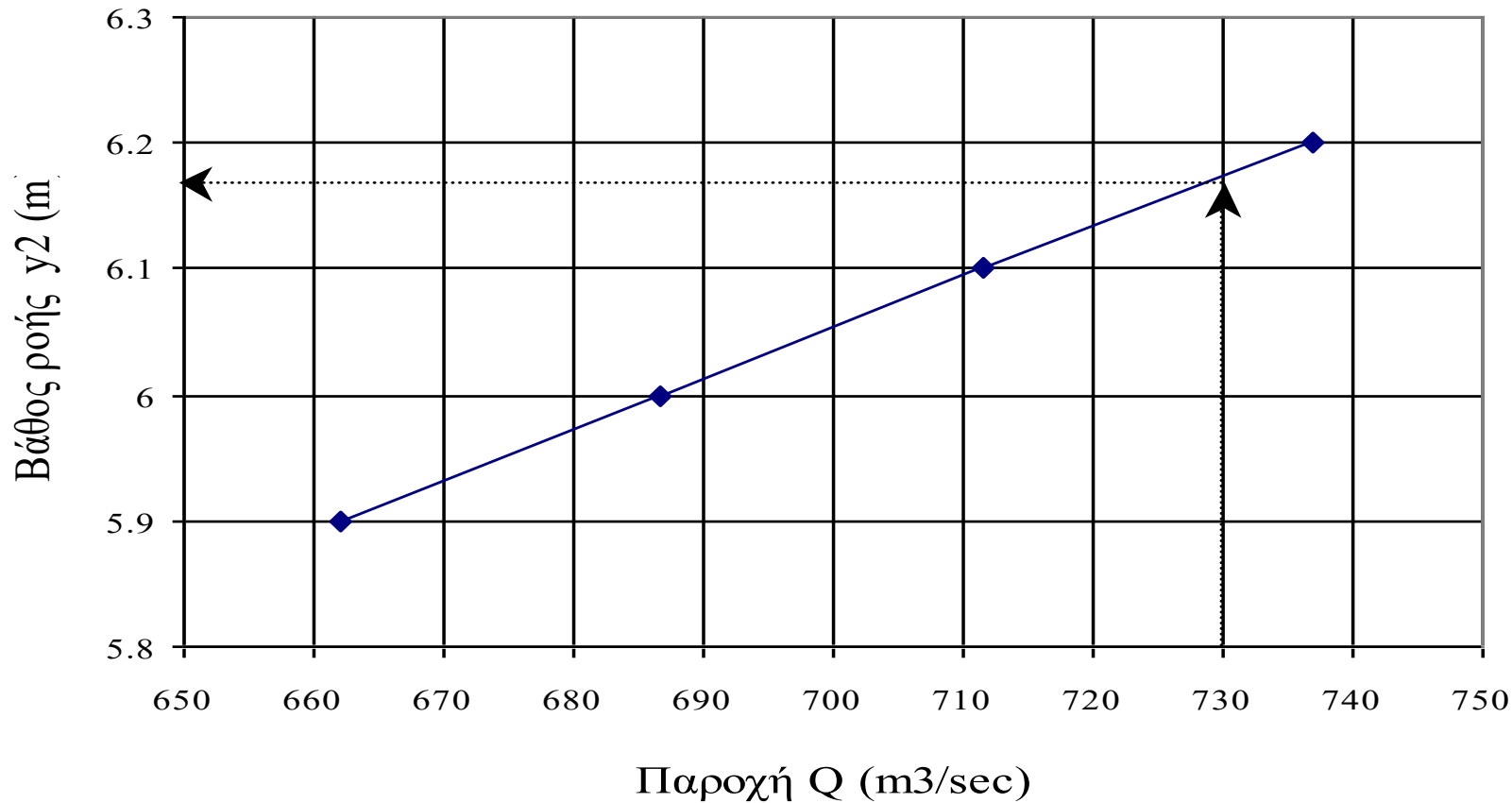
Α' ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Με βάση τις παραπάνω εξισώσεις σχηματίζεται ο ακόλουθος πίνακας, όπου προκύπτει η συνολική παροχή Q σαν συνάρτηση του ολικού βάθους y_2 . Τα ζεύγη τιμών $Q - y$ παριστάνονται γραφικά Σχήμα 3 όπου υπολογίζεται το βάθος y_2 που αντιστοιχεί σε παροχή ίση με $Q = 730 \text{ m}^3/\text{sec}$. Το βάθος αυτό είναι τελικά $y_2 = 6,15 \text{ m}$ άρα το ύψος των αναχωμάτων πρέπει να είναι $h = 6,15 - 3 + 0,5 = 3,65 \text{ m}$.

Υπολογισμός συνολικού βάθους για σύνθετη τραπεζοειδή διατομή

ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ y^2 (m)	ΕΜΒΑΔΟΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A_1 (m²)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P_1 (m)	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R_1 (m)	ΠΑΡΟΧΗ Q_1 (m³/sec)
5,9	187,100	35,817	5,224	508,938
6	190,500	35,817	5,319	524,445
6,1	193,900	35,817	5,414	540,138
6,2	197,300	35,817	5,509	556,016

ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A_2 (m²)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ P_2 (m)	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R_2 (m)	ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Q_2 (m³/sec)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ Q (m³/sec)
126,513	47,808	2,646	76,540	662,017
131,250	48,078	2,730	81,072	686,589
136,013	48,347	2,813	85,714	711,566
140,800	48,616	2,896	90,466	736,947



Προσδιορισμός του βάθους ροής σύνθετης διατομής

Β' ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Θα χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα επίλυσης εξισώσεων του EXCEL. Σε ένα φύλλο **EXCEL** εισάγονται οι προαναφερθείσες συναρτήσεις ως ακολούθως:

Microsoft Excel - ANTIPLYMMYRIKA1.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια

D12 =

	A	B	C	D	E
1	ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΘΟΣ Y2=	10			
2	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A1=	326.5			
3	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P1=	35.81665			
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R1=	9.115871			
5	ΠΑΡΟΧΗ Q1=	1287.302			
6					
7	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ A2=	341.25			
8	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ P2=	58.84808			
9	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R2=	5.79883			
10	ΠΑΡΟΧΗ Q2=	348.3102			
11					
12	ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q1+2*Q2-730=0	1253.923			
13					
14					

Θέτουμε ως κελί προορισμού το B12, επιλέγουμε Τιμή 0, και Με αλλαγή των κελιών B1, και πατάμε Επίλυση. Το EXCEL αλλάζει την τιμή του B1 όπου αποθηκεύεται η λύση της εξίσωσης.

Microsoft Excel - ANTIPLYMMYRIKA1.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια Adobe PDF

100% Arial Greek 10 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ZHTOYMEENO BATHOS Y2=	10								
2	EMBADON YGRHS DIATOMHS A1=	326.5								
3	BREXOMENH PERIMETROS P1=	35.81665								
4	YDRAΥΛIKH AKTINA R1=	9.115871								
5	PAROXH Q1=	1287.302								
6										
7	EMBADON YGRHS DIATOMHS A2=	341.25								
8	BREXOMENH PERIMETROS P2=	58.84808								
9	YDRAΥΛIKH AKTINA R2=	5.79883								
10	PAROXH Q2=	348.3102								
11										
12	ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q1+2*Q2-730=0	1253.923								
13										
14										
15										
16										

Παράμετροι επίλυσης

Κελί προορισμού:

Τσο με: Μέγιστο Ελάχιστο Τιμή:

Με αλλαγή των κελιών:

Περιορισμοί:

Επίλυση
Κλείσιμο
Επιλογές
Επαναφορά όλων
Βοήθεια

Υπόθεση
Προσθήκη
Αλλαγή
Διαγραφή

Η λύση είναι $y=6.17m$, άρα το ύψος των αναχωμάτων πρέπει να είναι $h = 6,17 - 3 + 0,5 = 3,65 m$.

Microsoft Excel - ANTIPLYMMYRIKA1.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παρόθυρο Βοήθεια Adobe PDF

Σ f_x A↓ A↑ 100% Arial Greek 10 B

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΘΟΣ Υ2=	6.172786								
2	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Α1=	196.3747								
3	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ Ρ1=	35.81665								
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R1=	5.482777								
5	ΠΑΡΟΧΗ Q1=	551.6766								
6										
7	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΓΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Α2=	139.4947								
8	ΒΡΕΧΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ Ρ2=	48.54299								
9	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ R2=	2.873631								
10	ΠΑΡΟΧΗ Q2=	89.16168								
11										
12	ΕΞΙΣΩΣΗ: :Q1+2*Q2-730=0	-2E-07								
13										
14										

Αποτελέσματα επίλυσης

Βρέθηκε λύση. Ικανοποιούνται όλοι οι περιορισμοί και οι συνθήκες βελτιστοποίησης.

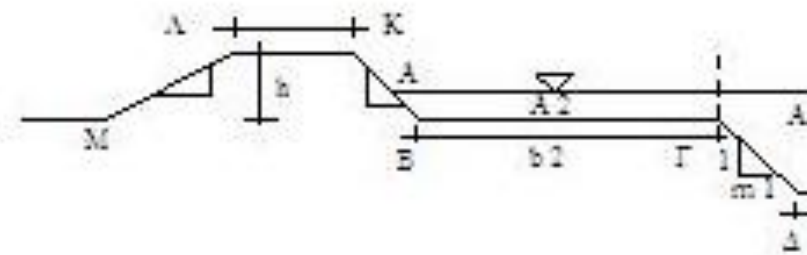
Διατήρηση της λύσης της επίλυσης
 Επαναφορά των αρχικών τιμών

Αναφορές
Απάντηση
Ευαισθησία
Όρια

OK Ακυρο Αποθήκευση σεναρίου... Βοήθεια

γ. Το κόστος των έργων της διευθέτησης της ευρύτερης κοίτης είναι

όγκος αναχωμάτων ανά τρέχον μέτρο :



$$V = 1 * E_{(K\Lambda MB)} = \left(\frac{K\Lambda + MB}{2} \right) * h$$

$$V = \frac{(3 + 3 + hm_2 + hm_3)}{2} h = \frac{3.65 * (6 + 3.65 * (2.5 + 3))}{2} = 47,59 m^3$$

κόστος αναχωμάτων $K_1 = 47,59 * 150 = 7138,5 \text{ } \delta\rho\chi/m$

κόστος γης ανά τρέχον μέτρο :

$$K_2 = l * (M\Gamma) * 80 \text{ } \acute{\eta}$$

$$K_2 = (40 + 3 + hm_2 + hm_3) 80 = 5046 \text{ } \delta\rho\chi/m$$

Συνολικό κόστος $K = 2(K_1 + K_2) = 2(7138,5 + 5046) = 24369 \text{ } \delta\rho\chi/m$