

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Δ6

ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΚΘΕΣΕΙΣ

ΕΙΔΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΩΝ

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

- "ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ"
ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
- "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" Α.Ε.
- "ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ" Α.Ε.

ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΕΣ

- Π. ΜΑΡΙΝΟΣ
- Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ
- Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Δ6

**ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ
ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ
ΠΑΤΡΩΝ**

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΕΚΘΕΣΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ
ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

ΣΥΝΤΑΞΗ: Π. ΜΑΡΙΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

- "ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ"
ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
- "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" Α.Ε.
- "ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ" Α.Ε.

ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΕΣ

- Π. ΜΑΡΙΝΟΣ
- Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ
- Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΕΚΘΕΣΗ
ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΜΕ
ΤΗ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ ΠΑΤΡΩΝ

Έκθεση Συμβούλου

1. Εισαγωγή.

Η έκθεση αυτή παρουσιάζει τις πρώτες εκτιμήσεις επί των γεωλογικών συνθηκών της λεκάνης του χειμάρρου Διακονιάρη Πατρών, ανάντη της νέας παρακαμπτήριας οδού της πόλης.

Συντάσσεται για λογαριασμό της «Υδροεξυγιαντικής Α. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ ΕΕ», ύστερα από σύντομη αυτοψία.

Οι εκτιμήσεις εστιάζονται στα έργα διευθέτησης που συζητούνται για την ανάσχεση των πλημμυρών και την συγκράτηση και ελεγχόμενη εκτροπή των φερτών υλών. Συγκεκριμένα έχει προταθεί η εξέταση εκτροπής του χειμάρρου Διακονιάρη με κατασκευή φράγματος σε θέση που θα επιλεγεί κάτω από τον οικισμό του Ρωμανού και σήραγγας εκτροπής μήκους περί το 1km και ικανής κλίσης (π.χ. πάνω από 7 – 8‰) ώστε και να παρασύρονται οι φερτές ύλες που θα καταλήγουν στον χειμάρρο Ελεκύστρας, κατάντη του υπάρχοντος εκεί έργου εκτροπής του τελευταίου αυτού χειμάρρου προς το Γλαυκό ποταμό.

2. Τα χαρακτηριστικά της λεκάνης.

Ανάντη της παρακαμπτηρίας οδού η λεκάνη του κυρίου κλάδου του Διακονιάρη μπορεί να διακριθεί σε τρία μορφολογικά τμήματα:

- Το κάταντες είναι πιο στενό σε εύρος έχει μικρότερη κλίση τόσο στον άξονα της μισγάγγειας όσο και πλευρικά στα πρηνή των κλιτύων που έχουν επί πλέον μικρό ύψος. Γεωλογικώς συντίθεται από πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα κυρίως άργιλους άμμους και αμμούχους άργιλους με φακούς κροκαλοπαγών. Οι σχηματισμοί είναι ευδιάβρωτοι αλλά τα αναφερθέντα μορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, στο τμήμα αυτό, δεν ευνοούν έντονη και επιθετική διάβρωση.

- Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης διευρύνεται και ανορθώνεται. Οι κλίσεις της κυρίας μισγάγγειας και των κλάδων της είναι πλέον υψηλές και οι κλιτύες μεγάλες. Το κάτω τμήμα αποτελείται από την συνέχεια των ίδιων μαλακών ή χαλαρών ιζημάτων και είναι αυτό κυρίως που τροφοδοτεί με φερτές ύλες τον χειμάρρο στα πλημμυρικά επεισόδια. Τα πρηνή γύρω από την κοίτη του χειμάρρου είναι απότομα λόγω της διαβρωτικής δράσης του χειμάρρου. Συνεχώς, λοιπόν, υποσκάπτονται, καταπίπτουν και τροφοδοτούν με λεπτομερή ιλυοαργιλικά υλικά την απορροή του χειμάρρου.
- Το άνω τμήμα της λεκάνης διευρύνεται περαιτέρω αλλά η γεωλογική σύνθεση έχει πια αλλάξει. Εδώ εμφανίζονται τα πετρώματα του αλπικού υπόβαθρου. Αν και υπάρχουν ευδιάβρωτα πετρώματα (σχιστόλιθος, φλυσχής και κορήματα) επικρατούν κατά πολύ οι ασβεστόλιθοι και το σύνολο παρουσιάζεται πιο ανθεκτικό. Το τμήμα αυτό τροφοδοτεί βέβαια τον χειμάρρο με ασβεστολιθικές κροκάλες (που «γεμίζουν» κατά περίπτωση την κοίτη στο άνω και μέσω ρου της) αλλά που σήμερα δεν μπορούν να καταλήγουν μαζικά στο πεδινό τμήμα της λεκάνης.

3. Το φράγμα

Το φράγμα ανάσχεσης – εκτροπής που συζητάται περί την θέση του οικισμού του Ρωμανού, εκτιμάται ότι θα έχει ένα ύψος περί τα 12 ως 15m για εκτροπή της πλημμυρικής απορροής (ή μέρος της) σε σήραγγα. Για κανονική ανάσχεση πλημμύρας απαιτείται φυσικά υψηλότερο φράγμα.

Η περιοχή γεωλογικώς αποτελείται από άργιλους, μαργαϊκούς άργιλους και αμμούχους άργιλους σε ακατάστατες αναλογίες. Οι κλίσεις των στρωμάτων είναι γενικώς προς τα νότια. Η κοίτη και τα πρηνή γύρω από αυτή φαίνονται σταθερά.

Ένα τέτοιο φράγμα θα πρέπει να σχεδιαστεί καταλλήλως αφ' ενός με ασφάλεια για να θεμελιωθεί πάνω στους ασθενείς αυτούς γεωλογικούς σχηματισμούς (εύκαμπτος τύπος) και αφ' ετέρου να αντέχει την διέλευση της πλημμύρας. Η θεμελίωση του θα πρέπει να προστατευθεί από πλευρικές και υπόγειες διαβρώσεις, γεγονός που θα απαιτήσει και την κατασκευή

αντίστοιχου έργου (π.χ. διαφραγματικού τοίχου ή συνεχούς πασσαλοτοιχίας σε βάθος και προστασία της κοίτης ανάντη του έργου).

Για το σχεδιασμό του έργου απαραίτητο είναι ένα μικρό γεωλογικό - γεωτεχνικό ερευνητικό πρόγραμμα με:

- γεωλογική χαρτογράφηση του χώρου του έργου σε κλίμακα 1:500
- εκτέλεση 3 δειγματοληπτικών γεωτρήσεων με δοκιμές περατότητας και δειγματοληψίες για δοκιμές εργαστηρίου (από μια γεώτρηση στα μεσαία τμήματα των πλευρών και μια στην κοίτη). Το βάθος τους θα είναι 10 – 15m.

4. Η σήραγγα

Η σήραγγα εκτροπής προς τον χειμάρρο Ελεκύστρας (διαμέτρου 4 – 5m και μήκους περί το 1km) θα διατρήσει στην αρχή τους αργιλικούς – αργιλοαμμούχους σχηματισμούς αλλά σύντομα φαίνεται ότι θα εισέλθει σε ένα συνεκτικό σύναγμα κροκαλών. Στην έξοδο το έργο θα βρεθεί στα προσχωματικά αδρομερή υλικά του χειμάρρου Ελεκύστρας όπου και η κατασκευή θα γίνει με ανοικτή εκσκαφή.

Οι σχηματισμοί που θα διατρήσει η σήραγγα (είτε οι αμμούχοι άργιλοι είτε οι σχηματισμοί με κροκάλες) έχουν καλή συνοχή γεγονός που θα διευκολύνει την εφαρμογή των μέτρων προσωρινής αντιστήριξης της σήραγγας πριν την τελική της επένδυση. Αυτά φαίνεται να είναι τα ελαφρά πλαίσια (δικτυωτά κατά προτίμηση) και εκτοξευμένο σκυρόδεμα. Τοπικά ίσως χρειασθούν βλήτρα προπορείας για την διατήρηση της γεωμετρίας του μετώπου.

Η στάθμη του νερού μπορεί να είναι πάνω από τη σήραγγα σε μικρό όμως μήκος μετά το αρχικό της, βόρειο, τμήμα στους αργιλούχους σχηματισμούς. Το νερό θα υποβαθμίζει τις άργιλους χωρίς βέβαια να προκαλεί θέματα εισροών. Στο μεγαλύτερο όμως τμήμα της σήραγγας (εφ'όσον επικρατούν οι κροκαλομιγείς σχηματισμοί) λογικώς η στάθμη του νερού θα είναι χαμηλότερα.

Η εκσκαφή μπορεί να γίνει σε μια φάση. Επειδή τα γεωστατικά φορτία δεν θα είναι μεγάλα (30m), πιθανώς να μην απαιτηθεί κλείσιμο του δαπέδου κατά την κατασκευή.

Τα ανωτέρω βέβαια θέματα σχεδιασμού θα πρέπει να μελετηθούν με βάση τα αποτελέσματα ενός γεωλογικού - γεωτεχνικού προγράμματος με :

- γεωλογική χαρτογράφηση 1:1000 της ζώνης της σήραγγας
- εκτέλεση 3 – 4 ερευνητικών δειγματοληπτικών γεώτρησεων (βάθη 15 –35m, με δειγματοληψία για δοκιμές εργαστηρίου

5. Διάφορα


Κλείνοντας την έκθεση αυτή σημειώνουμε ότι χρήσιμη θα είναι μια γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2000 (ή έστω 1:5000) της ζώνης της κοίτης του Διακονιάρη και του χειμάρρου Παναγίτσας (ο οποίος παρουσιάζει αναλογίες στις διαβρώσεις) στο μεσαίο και κάτω τμήμα τους, για τυχόν επισήμανση περιοχών με επικίνδυνη τρωτότητα έναντι διαβρώσεων, ώστε να ληφθούν τοπικά μέτρα προστασίας των πρανών της κοίτης.

Πάυλος Γ. Μαρίνος

ΠΑΥΛΟΣ Γ. ΜΑΡΙΝΟΣ**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ****ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ****ΣΗΜΕΙΩΜΑ***Υστερα από την επίσκεψη της Παρασκευής 05/07/02*

1. Από τη νέα επίσκεψη και την σχετική αυτοψία δεν έχουμε να προσθέσουμε κάτι ιδιαίτερο στις εκτιμήσεις της 1^{ης} έκθεσής μας για τις γεωλογικές – γεωτεχνικές συνθήκες κατασκευής του φράγματος και της πιθανής σήραγγας εκτροπής του χειμάρρου Διακονιάρη.
2. Σχετικώς με τα θέματα διάβρωσης, ο κατ' εξοχήν ευδιάβρωτος σχηματισμός είναι αυτός των Νεογενών μαργών – άμμων – ψαμμιτών που αναπτύσσονται στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης (αμέσως ανάντη του φράγματος, βλέπε χάρτη 1^{ης} έκθεσης). Η διάβρωση στους σχηματισμούς αυτούς παράγει λεπτομερείς φερτές ύλες που διατηρούνται σε μεγάλες διαδρομές και καταλήγουν χαμηλά. Οι αδρομερείς προσχώσεις (κροκάλες) που υπάρχουν στην κοίτη του χειμάρρου έχουν προέλθει από μακροχρόνιες εργασίες διάβρωσης των ασβεστόλιθων του ανάντη τμήματος της λεκάνης. Βέβαια οι κροκάλες της κοίτης μπορεί να «προωθούνται» προς τα κατάντη στις πλημμύρες. Οι κροκάλες αυτές έχουν πληρώσει τις μικρές λεκάνες που έχουν δημιουργήσει οι αναβαθμίδες που έχουν κατασκευασθεί κατά το παρελθόν. Η αφαίρεση αυτού υλικού από την κοίτη θα δημιουργήσει ξανά ωφέλιμο χώρο υποδοχής νέων φερτών κροκάλων ενώ το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τις ανάγκες κατασκευής του φράγματος (εφ' όσον θα είναι δυνατόν να γίνει από συρματοκιβώτια).
3. Ο αγωγός εκτροπής προς το Γλαύκο στο κατάντη τμήμα της λεκάνης, θα διατρέξει τα υλικά του ευρύτερου κώνου του Γλαύκου που συνίστανται από ένα ετερογενές υλικό από ιλύ, άμμους και κροκάλες. Η κατασκευή ερευνητικών σκαμμάτων μπορεί να δώσει γεωτεχνικές πληροφορίες για την κατασκευή της τάφρου του αγωγού.

Αθήνα, 6 Ιουλίου 2002



Παύλος Γ. Μαρίνος

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Δ6

**ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ
ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ
ΠΑΤΡΩΝ**

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΕΚΘΕΣΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ
ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ-ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

ΣΥΝΤΑΞΗ: Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

- "ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ"
ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
- "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" Α.Ε.
- "ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ" Α.Ε.

ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΕΣ

- Π. ΜΑΡΙΝΟΣ
- Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ
- Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – Γ.Γ.Δ.Ε.
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
Δ/ΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Δ6

ΕΚΘΕΣΗ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ
ΣΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ-ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ ΕΡΓΟ

«ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ,
ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΠΑΤΡΩΝ»

Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ, Αναπλ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα Ιούλιος 2002

ΕΚΘΕΣΗ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ-ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ ΕΡΓΟ :
«ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ,
ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΠΑΤΡΩΝ»

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Εισαγωγή.....	2
2	Γεωτεχνικές Συνθήκες στο τελευταίο κατάντη τμήμα του χειμάρρου.....	3
3	Φράγμα ανάσχεσης – εκτροπής στην περιοχή του οικισμού Ρωμανός	7
4	Σήραγγα εκτροπής προς χειμάρρο Ελεκύστρα.....	10
5	Φράγμα απόθεσης φερτών κατάντη του οικισμού Ρωμανός.....	13
6	Μικρά φράγματα εκτροπής των τοπικών χειμάρρων 1 και 2.....	15
7	Συμβολή της εκτροπής μέρους των υδάτων του χειμάρρου Διακονιάρη με τον ποταμό Γλαύκο	16

1 Εισαγωγή

Η παρούσα Εκθεση περιλαμβάνει τις απόψεις και προτάσεις του υπογράφοντος επί των γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν στις θέσεις όπου προβλέπεται η κατασκευή τεχνικών έργων κατά τη Διευθέτηση του Χειμάρρου Διακονιάρη Πατρών στα πλαίσια της υπό εκπόνηση Μελέτης των σχετικών αντιπλημμυρικών έργων στην περιοχή.

Η Εκθεση συντάχθηκε στο πλαίσιο Σύμβασης Παροχής Υπηρεσιών Εμπειρογνώμονος προς το ΥΠΕΧΩΔΕ/Δ6 για το συγκεκριμένο έργο με το από 21-06-2002 Συμφωνητικό μεταξύ της Δ/σης Εργων Υδρευσης και Αποχέτευσης (Δ6) της ΓΓΔΕ και του υπογράφοντος.

Οι εκτιμήσεις που ακολουθούν βασίζονται σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά την αυτοψία που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή τον Ιούλιο 2002, σε γεωλογικές εκτιμήσεις των Γεωλόγων Μελετητών (Κ. Στεργιόπουλος) και του Τεχνικού Εμπειρογνώμονος Καθηγητή Π. Μαρίνου καθώς και σε επισκόπηση των διαθέσιμων γεωτεχνικών στοιχείων στην περιοχή του έργου (κυρίως παλαιότερες γεωτρήσεις κατά μήκος της διευθετημένης κοίτης του χειμάρρου στην περιοχή της εκβολής του στον Πατραϊκό Κόλπο).

Ειδικότερα, στη παρούσα Εκθεση σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες στις θέσεις της προβλεπόμενης κατασκευής των εξής έργων :

1. Συνθήκες έδρασης του αγωγού (κιβωτιοειδούς διατομής) και της προσωρινής αντιστήριξης των πρανών της εκσκαφής στο τελευταίο κατάντη τμήμα του χειμάρρου (μήκους 1000 μέτρων περίπου), ανάντη της εκβολής του στη θάλασσα και μέχρι την συμβολή με την Ευρεία παράκαμψη Πατρών. Στο κατάντη τμήμα της περιοχής αυτής, η κοίτη του χειμάρρου είναι ήδη διευθετημένη αλλά εκτιμάται ότι η παροχετευτικότητα του αγωγού δεν επαρκεί για την ασφαλή απαγωγή των έντονων πλημμυρικών παροχών του χειμάρρου και θα απαιτηθεί διεύρυνση. Στο υπόλοιπο τμήμα προβλέπεται διευθέτηση της κοίτης με την κατασκευή κλειστού κιβωτιοειδούς αγωγού.
2. Γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης του φράγματος ανάσχεσης – εκτροπής που συζητείται για κατασκευή κατά μήκος της κοίτης του χειμάρρου Διακονιάρη στην περιοχή του οικισμού Ρωμανός. Στην Εκθεση σχολιάζονται και οι δόκιμες εναλλακτικές λύσεις για τον τύπο του φράγματος καθώς και οι απαιτήσεις στεγάνωσης της θεμελίωσης προκειμένου να αποφευχθούν πλευρικές και υπόγειες διαβρώσεις λόγω αυξημένης υδραυλικής κλίσης διήθησης των υπογείων υδάτων σε περιόδους πλημμυρών.
3. Γεωτεχνικές συνθήκες διάνοιξης της σήραγγας εκτροπής του χειμάρρου Διακονιάρη προς τον χείμαρρο Ελεκύστρα. Πρόκειται για σήραγγα εύρους διάνοιξης 4.5-5 μέτρων (με πεταλοειδή διατομή χρήσεως διαστάσεων 3.5 x 3.5 μέτρα) και μήκους 1000 μέτρων περίπου και έργου cut+cover στο τελικό τμήμα (επί μήκους 200 μέτρων περίπου μετά την έξοδο της σήραγγας προς την εκτροπή του Ελεκύστρα). Στην Εκθεση σχολιάζονται οι συνθήκες διαμόρφωσης των στομιών, οι συνθήκες διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας και οι απαιτήσεις τελικής επένδυσης.
4. Γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης του φράγματος απόθεσης φερτών που συζητείται για κατασκευή κατά μήκος της κοίτης του χειμάρρου Διακονιάρη περί τα 400 μέτρα κατάντη του φράγματος ανάσχεσης – εκτροπής Ρωμανού. Στην Εκθεση σχολιάζονται και οι τυχόν απαιτήσεις στεγάνωσης της θεμελίωσης προκειμένου να αποφευχθούν πλευρικές και υπόγειες διαβρώσεις λόγω αυξημένης υδραυλικής κλίσης διήθησης των υπογείων υδάτων.
5. Γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης δύο μικρών φραγμάτων εκτροπής των τοπικών χειμάρρων 1 και 2 προς το τεχνικό Ο2 της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών.
6. Γεωτεχνικές συνθήκες προσωρινής αντιστήριξης του ορύγματος (μέγιστου βάθους 9 μέτρων περίπου) για την κατασκευή αγωγού εκτροπής μέρους των υδάτων του χ. Διακονιάρη προς τον ποταμό Γλαύκο, στη θέση συμβολής της εκτροπής με τον Γλαύκο.

Στα επόμενα σχολιάζονται αναλυτικά τα θέματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.

2 Γεωτεχνικές συνθήκες στο τελευταίο κατάντη τμήμα του χειμάρρου

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι συνθήκες έδρασης του αγωγού (κιβωτιοειδούς διατομής) και της προσωρινής αντιστήριξης των πρανών της εκσκαφής στο τελευταίο κατάντη τμήμα του χειμάρρου (μήκους 1000 μέτρων περίπου), αμέσως ανάντη της εκβολής του στη θάλασσα.

Στα τελευταία κατάντη 50 μέτρα μήκους (ΧΘ¹ 0+000 έως 0+050) ο αγωγός είναι ανοικτός. Στο επόμενο τμήμα μήκους 350 μέτρων περίπου (ΧΘ 0+050 έως 0+400) η

¹ οι ΧΘ μετρώνται από την εκβολή προς τα ανάντη

κοίτη του χειμάρρου είναι ήδη διευθετημένη με δίδυμο κλειστό οχετό διαστάσεων 2 x 6.0 x 2.0m) κάτω από την οδό. Εκτιμάται ότι η παροχετευτικότητα του αγωγού δεν επαρκεί για την ασφαλή απαγωγή των έντονων πλημμυρικών παροχών του χειμάρρου, με αποτέλεσμα να απαιτείται η κατασκευή συμπληρωματικών τεχνικών έργων (κατασκευή δύο οχετών διαστάσεων 4.0 x 2.0 μέτρα περίπου εκατέρωθεν των υφιστάμενων και σε επαφή με αυτούς, μέχρις εξαντλήσεως του εύρους της οδού). Στο επόμενο τμήμα (ΧΘ 0+400 έως 0+908), η κοίτη του χειμάρρου είναι διευθετημένη με κλειστό οχετό διαστάσεων 6.0 x 2.6m κάτω από την οδό, και απαιτείται η κατασκευή δύο πρόσθετων οχετών διαστάσεων 4.0 x 2.6 μέτρα περίπου εκατέρωθεν του υφιστάμενου και σε επαφή με αυτόν, μέχρις εξαντλήσεως του εύρους της οδού. Τέλος, στο τμήμα από ΧΘ 0+908 έως 1+110, η κοίτη του χειμάρρου είναι επίσης διευθετημένη με κλειστό οχετό διαστάσεων 7.5 x 2.6m κάτω από την οδό, και απαιτείται η κατασκευή δύο πρόσθετων οχετών διαστάσεων 3.25 x 2.6 μέτρα περίπου εκατέρωθεν του υφιστάμενου και σε επαφή με αυτόν, μέχρις εξαντλήσεως του εύρους της οδού.

Ανάντη της θέσης αυτής (ΧΘ 1+110 έως περίπου 5+028, δηλαδή μέχρι τη συμβολή με την Ευρεία Παράκαμψη Πατρών), η κοίτη του χειμάρρου δεν είναι διευθετημένη. Στη μελέτη προβλέπεται η κατασκευή κλειστού κιβωτιοειδούς οχετού διαστάσεων 4 x 3 μέτρα έως 8.5 x 3.0 μέτρα. Η εκσκαφή (βάθους 4.5 - 5 μέτρων) για την κατασκευή του οχετού μπορεί να γίνει με πρηνή κλίσης 45 μοιρών (1:1). Η έδραση του οχετού στο έδαφος μπορεί να γίνει με την παρεμβολή στρώσης εξυγίανσης από κοκκώδη υλικά πάχους 0.30-0.50 μέτρων (αναλόγως των συνθηκών).

Στην περιοχή του κατάντη έργου (ΧΘ 0+000 έως ΧΘ 0+900) είχαν διανοιχθεί την περίοδο 1983 και 1984 γεωτρήσεις από το ΥΠΕΧΩΔΕ/ΚΕΔΕ με σκοπό τη διαπίστωση των γεωτεχνικών συνθηκών έδρασης και κατασκευής του σήμερα κατασκευασμένου κιβωτιοειδούς αγωγού της διευθετημένης κοίτης του χειμάρρου. Τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων αυτών σχολιάζονται στο παρόν εδάφιο με τους εξής σκοπούς :

1. Να διαπιστωθεί η επάρκεια των διαθέσιμων γεωτεχνικών στοιχείων και συνεπώς η τυχόν ανάγκη εκτέλεσης συμπληρωματικών γεωτεχνικών ερευνών στο συγκεκριμένο τμήμα του χειμάρρου.
2. Να εκτιμηθούν οι απαιτήσεις της προσωρινής αντιστήριξης των πρηνών της εκσκαφής για την κατασκευή των συμπληρωματικών τεχνικών έργων στην περιοχή (διεύρυνση της διατομής της διευθετημένης κοίτης του χειμάρρου).
3. Να εκτιμηθούν οι συνθήκες έδρασης του νέου κιβωτιοειδούς αγωγού (επιτρεπόμενη τάση έδρασης, σταθερές των ελατηρίων έδρασης και πλευρικής αντιστήριξης, εκτιμώμενες καθιζήσεις του εδάφους λόγω της κατασκευής του αγωγού κλπ).

Ειδικότερα, στην περιοχή είχαν διανοιχθεί οι εξής γεωτρήσεις κατά μήκος του αγωγού (από τα κατάντη προς τα ανάντη) στις οποίες συναντήθηκαν οι παρακάτω περιγραφόμενοι σχηματισμοί :

Γεώ-τρηση	Απόσταση από τη θάλασσα (m)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Γ1 (1983)	10 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 1.20m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-10m συναντήθηκε λεπτόκοκκη χαλαρή ιλυώδης άμμος (SPT N=12-18). Σε βάθη 10-20m συναντήθηκε μαλακή τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία ελαφρά ανώτερη του ορίου υδαρότητας και δείκτη SPT N=5-10.
Γ3' (1984)	15 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 1.20m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-9.5m συναντήθηκε λεπτόκοκκη χαλαρή ιλυώδης άμμος (SPT N=5-8). Σε βάθη 9.5-20m συναντήθηκε μαλακή τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία ελαφρά ανώτερη του ορίου υδαρότητας και δείκτη SPT N=5-10.
Γ2 (1983)	250 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 1.80m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-18m συναντήθηκαν υλικά παλαιάς κοίτης του χειμάρρου που αποτελούνται αργιλομιγή αμμοχάλικα με κροκάλες (SPT N=40-άρνηση κυρίως λόγω της παρουσίας των κροκαλών). Σε βάθη 18-20m συναντήθηκε σπιφρή τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία ελαφρά ανώτερη του ορίου πλαστικότητας και δείκτη SPT N=16-18.
Γ3 (1983)	300 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 2.30m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-12.5m συναντήθηκαν υλικά παλαιάς κοίτης του χειμάρρου που αποτελούνται αργιλομιγή αμμοχάλικα με κροκάλες (SPT N=20-άρνηση, κυρίως λόγω της παρουσίας των κροκαλών). Σε βάθη 12.5-21.8m συναντήθηκε μέση έως σπιφρή τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία ελαφρά κατώτερη του ορίου πλαστικότητας και δείκτη SPT N=9-30.
Γ4 ' (1984)	380 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 6.30m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-8m συναντήθηκαν υλικά παλαιάς κοίτης του χειμάρρου που αποτελούνται αργιλομιγή αμμοχάλικα με κροκάλες (SPT N=12-άρνηση, κυρίως λόγω της παρουσίας των κροκαλών). Σε βάθη 8-18.5m συναντήθηκε μέσης συνεκτικότητας τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία κατώτερη του ορίου πλαστικότητας και δείκτη SPT N=11-14. Σε βάθη 18.5-21.3m συναντήθηκε πυκνό τεφρό αμμοχάλικο με δείκτη SPT N=άρνηση.

Γεώ-τρηση	Απόσταση από τη θάλασσα (m)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Γ4 (1983)	520 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 3.60m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 5m. Σε βάθη 5-18m συναντήθηκε μαλακή έως μέσης συνεκτικότητας τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία περί το όριο υδαρότητας και δείκτη SPT N=1-10. Σε βάθη 18-20.7m συναντήθηκε μέσης πυκνότητας τεφρή αμμώδης ιλύς με δείκτη SPT N=20-25.
Γ5 (1983)	670 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 4.60m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 1m. Σε βάθη 1-21.4m συναντήθηκε μαλακή έως μέσης συνεκτικότητας τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία περί το όριο υδαρότητας και δείκτη SPT N=6-12 με αραιές ενστρώσεις ιλυωδών αμμοχαλίκων και ιλυωδών άμμων με δείκτη SPT N=18-36.
Γ6 (1983)	800 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 4.70m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 1m. Σε βάθη 1-21.5m συναντήθηκε μαλακή έως μέσης συνεκτικότητας τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία περί το όριο υδαρότητας και δείκτη SPT N=5-12 με αραιές ενστρώσεις ιλυωδών αμμοχαλίκων και ιλυωδών άμμων με δείκτη SPT N=20-άρνηση (λόγω της παρουσίας των κροκαλών).
Γ5' (1984)	880 m	Βάθος Στάθμης ΥΟ : 6.50m περίπου. Συναντήθηκαν υλικά επίχωσης έως βάθος 4m. Σε βάθη 4-18m συναντήθηκε μαλακή έως μέση τεφρή άργιλος χαμηλής πλαστικότητας με φυσική υγρασία ελαφρά κατώτερη του ορίου υδαρότητας και δείκτη SPT N=8-15. Σε βάθη 18-22m συναντήθηκε αμμοχάλικο με ασβεστιτικές προσμίξεις με SPT N=άρνηση.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνεται ότι οι εδαφικοί σχηματισμοί στην περιοχή ενδιαφέροντος και στα βάθη επιρροής του έργου (έως 12m περίπου) αποτελούνται από μαλακές αργίλους με χαμηλές τιμές του δείκτη SPT ($N < 10$) που περιλαμβάνουν και χαλαρές ιλυώδεις έως αμμώδεις ενστρώσεις (SPT $N = 5-15$). Σε ορισμένες θέσεις η κοίτη του διευθετημένου χειμάρρου διασταυρώνεται με παλαιοκοίτες που αποτελούνται από αργιλώδη αμμοχάλικα. Η στάθμη του υπογείου ορίζοντα είναι γενικώς υψηλή και κυμαίνεται σε βάθη 1.2m περίπου στα κατάντη έως 6m περίπου στα ανάντη του έργου.

Με βάση τις ανωτέρω παρατηρήσεις, προτείνονται τα εξής για τα υπό μελέτη έργα :

1. Προσωρινή αντιστήριξη των πρανών του ορύγματος

Λόγω της φύσης των σχηματισμών και της υψηλής στάθμης του υπογείου ορίζοντα, ορύγματα με ελεύθερα (κεκλιμένα) πρανά δεν θα είναι ευσταθή.

Για βάθη εκσκαφής μέχρι 5 μέτρα περίπου, η αντιστήριξη των πρανών μπορεί να γίνει με πασσαλοσανίδες, εφόσον τα κτίρια βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 30 μέτρων από το σημείο έμπηξης των σανίδων προκειμένου

να αποφευχθούν ζημιές από τις δονήσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, η αντιστήριξη μπορεί να γίνει με πασσαλοτοίχους που τυπικά αποτελούνται από πασσάλους Φ60 – Φ70 ανά 1.00-1.20m (αναλόγως του βάθους εκσκαφής). Το βάθος έμπηξης των στοιχείων αντιστήριξης κάτω από τη στάθμη του πυθμένα της εκσκαφής (για βάθος εκσκαφής H) εκτιμάται σε H+3m. Επίσης σημειώνεται ότι σε ορισμένες θέσεις κατά μήκος του αγωγού, οι γεωτρήσεις έδειξαν στρώσεις αμμοχάλικων με κροκάλες (θαμμένες παλαιοκοίτες του χ. Διακονιάρη). Στις θέσεις αυτές η έμπηξη των πασσαλοσανίδων θα είναι δυσχερής έως αδύνατη και η αντιστήριξη των πρανών θα πρέπει να γίνει με πασσαλοτοίχους, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Για βάθη εκσκαφής άνω των 5 μέτρων περίπου, το σύστημα αντιστήριξης μπορεί να είναι ανάλογο (πασσαλοσανίδες ή πασσαλότοιχοι), όμως θα απαιτηθεί και η χρήση οριζόντιων αντηρίδων για τη μείωση του ύψους του προβόλου των τοίχων (μια σειρά αντηρίδων – τυπικά σωλήνες Φ400mm σε οριζόντιες αποστάσεις 4-6 μέτρα που θα εδράζονται σε κεφαλόδεσμο στη στέψη των τοίχων).

Στην παρούσα φάση εκπόνησης της μελέτης, η εκτίμηση των ωθήσεων γαιών στα έργα αντιστηρίξεως μπορεί να γίνει με θεώρηση ενεργητικών ωθήσεων και μέση γωνία τριβής του εδάφους ίση με 30 μοίρες (και μηδενική συνοχή), με το σκεπτικό ότι εμφανίζονται στρώσεις ιλυωδών άμμων και αμμοχάλικων (που έχουν γωνία τριβής 32-36 μοίρες) αλλά και ιλυωδών αργίλων (που έχουν γωνία τριβής 24-28 μοίρες). Βεβαίως, στην εκτίμηση των ωθήσεων γαιών θα ληφθούν υπόψη και τα φορτία κυκλοφορίας καθώς και τα φορτία από παρακείμενες κατασκευές (κτίρια).

Λόγω της παρουσίας των μαλακών αργίλων, εκτιμάται ότι η εισροή υπογείων υδάτων στο εσωτερικό της εκσκαφής θα είναι πολύ περιορισμένη. Εξαιρεση αποτελούν οι θέσεις συμβολής του έργου με παλαιοκοίτες του Διακονιάρη (π.χ. στην περιοχή των γεωτρήσεων Γ2, Γ3 και Γ4') όπου λόγω της αυξημένης περατότητας των κροκαλών είναι πιθανή η αυξημένη εισροή υπογείων υδάτων. Εκτιμάται ότι λόγω της απόστασης των ανωτέρω θέσεων από τη θάλασσα η υδροφορία εντός των παλαιοκοιτών θα είναι ελέγξιμη με συνήθη μέτρα άντλησης των εισρεόντων υδάτων από το εσωτερικό της εκσκαφής (περιμετρικές τάφροι και αντλίες σε αβαθή φρεάτια σε αποστάσεις 30-50 μέτρα).

2. Έδραση του κιβωτίου της διευθετημένης κοίτης

Η έδραση του κιβωτίου μπορεί να γίνει επιφανειακά σε στρώση εξυγείανσης από θραυστό υλικό λατομείου (σκύρα 20-65mm) ή συμπυκνωμένο αμμοχάλικο πάχους 0.50m περίπου. Κατά την ανάλυση της έδρασης του κιβωτίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ελατήρια έδρασης τύπου Winkler με σταθερά $k = 0.5 \text{ kg/cm}^3 = 500 \text{ t/m}^3 = 5 \text{ MPa/m}$.

3 Φράγμα ανάσχεσης – εκτροπής στην περιοχή του οικισμού Ρωμανός

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης του φράγματος ανάσχεσης – εκτροπής που συζητείται για κατασκευή κατά μήκος της κοίτης του

χειμάρρου Διακονιάρη στην περιοχή του οικισμού Ρωμανός. Επίσης σχολιάζονται και οι απαιτήσεις στεγάνωσης της θεμελίωσης προκειμένου να αποφευχθούν πλευρικές και υπόγειες διαβρώσεις λόγω αυξημένης υδραυλικής κλίσης διήθησης των υπογείων υδάτων σε περιόδους έντονων πλημμυρών.

Η περιοχή έδρασης του φράγματος αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς και ειδικότερα στιφρές έως σκληρές αργίλους, μαργαϊκές αργίλους και αμμούχες αργίλους σε τυχαίες εναλλαγές. Σύμφωνα με τα στοιχεία που αναφέρονται στην Εκθεση του καθ. Π. Μαρίνου, οι κλίσεις των στρωμάτων είναι ελαφρώς προς νότον, με αποτέλεσμα να είναι ευμενείς για την ευστάθεια του αριστερού αντερείσματος και δυσμενείς για την ευστάθεια του δεξιού αντερείσματος. Παρά ταύτα, λόγω της μικρής κλίσης των στρωμάτων εκτιμάται ότι δεν τίθενται ουσιώδη θέματα ευστάθειας του δεξιού αντερείσματος.

Αν και γενικώς ευσταθείς, οι νεογενείς σχηματισμοί της περιοχής έδρασης του φράγματος είναι αρκετά συμπιεστοί για την θεμελίωση ενός δύσκαμπτου φορέα φράγματος, έστω και για ύψος 9 μέτρων περίπου (που εκτιμάται ότι θα είναι το ύψος του φράγματος). Συνεπώς, θα πρέπει να προτιμηθεί ένα εύκαμπτο φράγμα που θα επιτρέπει να αναληφθούν ασφαλώς (χωρίς ρηγματώση του σώματος του φράγματος) οι αναμενόμενες διαφορικές υποχωρήσεις της θεμελίωσης λόγω ετερογένειας των σχηματισμών του υποβάθρου.

Το φράγμα εκτιμάται ότι θα έχει ύψος 9 μέτρα περίπου και θα έχει σκοπό να εκτρέψει μέρος των πλημμυρικών παροχών του Διακονιάρη προς την σήραγγα εκτροπής που έχει είσοδο στην λεκάνη ταμίευσης ανάντη του φράγματος (αριστερό αντέρεισμα) και, διαμέσου αυτής, στον παρακείμενο χειμάρρο Ελεκύστρα. Λόγω του μικρού ύψους του φράγματος (σε σχέση με την αναμενόμενη πλημμυρική παροχή του χειμάρρου και την χωρητικότητα της ανάντη λεκάνης ταμίευσης) το φράγμα θα πρέπει να είναι υπερπηδητό. Τούτο σημαίνει ότι οι εναλλακτικές δυνατότητες κατασκευής του φράγματος είναι οι εξής :

1. Φράγμα βαρύτητας από σκυρόδεμα :

Το φράγμα αυτό μπορεί να είναι υπερπηδητό και επι πλέον τα διαθέσιμα αμμοχάλικα της κοίτης του χειμάρρου φαίνεται να είναι κατάλληλα για την κατασκευή σκυροδέματος με τις απαιτήσεις αντοχών ενός φράγματος βαρύτητας. Αντιθέτως, ένα φράγμα από σκυρόδεμα είναι σχετικώς άκαμπτο για τις συγκεκριμένες συνθήκες θεμελίωσης. Επι πλέον, εκτιμάται ότι το κόστος του θα είναι αρκετά υψηλό κυρίως λόγω των απαιτούμενων έργων στεγάνωσης του εδάφους θεμελίωσης όπως περιγράφεται παρακάτω.

Η ευστάθεια του φράγματος βαρύτητας από σκυρόδεμα έναντι ολίσθησης κατά μήκος της βάσης του απαιτεί την κατασκευή έργου στεγάνωσης του εδάφους θεμελίωσης στο ανάντη όριο της βάσης του φράγματος (κατά μήκος του άξονα του φράγματος). Σκοπός του έργου στεγάνωσης είναι η αποτόνωση των υπερπιέσεων πόρων στο έδαφος θεμελίωσης (κατάντη του έργου στεγάνωσης) στην περίπτωση υψηλής στάθμης του ταμιευτήρα, ώστε η διατμητική αντοχή του εδάφους θεμελίωσης να μην απομειωθεί (λόγω υψηλών πιέσεων πόρων). Οι σχηματισμοί του εδάφους θεμελίωσης του φράγματος δεν είναι ενέσιμοι με τσιμεντενέσεις, και συνεπώς για την στεγάνωση θα απαιτηθεί η κατασκευή διαφράγματος τσιμεντο-μπεντονίτη (concrete-bentonite CB) εύρους 0.70-0.80m

και βάθους της τάξεως του (1.25 – 1.50) Η, όπου Η είναι το ύψος του φράγματος. Εναλλακτικά μπορεί να κατασκευασθεί διάφραγμα από αλληλοτεμνόμενους έγχυτους πασσάλους (πληρωμένους με πλαστικό σκυρόδεμα – μίγμα τσιμέντου, άμμου και μπεντονίτη) ελάχιστου εύρους 60 εκατοστών (στη θέση της αλληλοτομίας, και λαμβανόμενης υπόψη τυχόν απόκλιση των πασσάλων από την κατακόρυφη διεύθυνση κατά τη διάτρηση).

Στην περίπτωση που επιλεγεί φράγμα αυτού του τύπου, οι κλίσεις των πρανών του θα προσδιορισθούν από τις αναλύσεις ευστάθειας. Πάντως, για προεκτίμηση του κόστους μπορεί να θεωρηθεί κλίση του κατόντη πρανούς 1 : 0.7 (υ : β) και πρακτικώς κατακόρυφο ανάντη πρανές.

2. Φράγμα βαρύτητας από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (RCC) :

Τα διαθέσιμα αμμοχάλικα της κοίτης του χειμάρρου φαίνεται να είναι κατάλληλα για την κατασκευή επιτόπου κυλινδρούμενου σκυροδέματος (Roller Compacted Concrete – RCC) των απαιτήσεων του συγκεκριμένου έργου. Επι πλέον, το φράγμα μπορεί να είναι υπερπηδητό, όπως απαιτείται σε περίπτωση πολύ μεγάλων πλημμυρών. Τέλος, το φράγμα του συγκεκριμένου τύπου είναι αρκετά εύκαμπτο ώστε να μπορεί να αναλάβει τις διαφορικές υποχωρήσεις που αναμένονται (για το ύψος των 9 μέτρων περίπου).

Το κόστος του έργου αυτού θα είναι μικρότερο από το κόστος ανάλογου έργου από σκυρόδεμα, όμως η τεχνολογία κατασκευής φράγματος από RCC δεν είναι πολύ διαδεδομένη στην Ελλάδα για φράγματα τόσο μικρού ύψους (της τάξεως των 9 μέτρων). Συνεπώς, λόγω του μικρού μεγέθους του φράγματος για την συγκεκριμένη τεχνολογία, πιθανώς να μην αποτελεί βέλτιστη επιλογή η κατασκευή φράγματος από RCC.

Η ευστάθεια του φράγματος από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα έναντι ολίσθησης κατά μήκος της βάσης του απαιτεί την κατασκευή έργου στεγάνωσης του εδάφους θεμελίωσης στο ανάντη όριο της βάσης του φράγματος (κατά μήκος του άξονα του φράγματος). Σκοπός του έργου στεγάνωσης είναι η αποτόνωση των υπερπίεσεων πόρων στο έδαφος θεμελίωσης (κατόντη του έργου στεγάνωσης) στην περίπτωση υψηλής στάθμης του ταμιευτήρα, ώστε η διατμητική αντοχή του εδάφους θεμελίωσης να μην απομειωθεί (λόγω υψηλών πιέσεων πόρων). Οι σχηματισμοί του εδάφους θεμελίωσης του φράγματος δεν είναι ενέσιμοι με τσιμεντενέσεις, και συνεπώς για την στεγάνωση θα απαιτηθεί η κατασκευή διαφράγματος αλληλοτεμνόμενων πασσάλων ανάλου με αυτό που αναφέρθηκε παραπάνω (για την περίπτωση του φράγματος από σκυρόδεμα).

Στην περίπτωση που επιλεγεί φράγμα αυτού του τύπου, οι κλίσεις των πρανών του θα προσδιορισθούν από τις αναλύσεις ευστάθειας. Πάντως, για προεκτίμηση του κόστους μπορεί να θεωρηθεί κλίση του κατόντη πρανούς 1 : 0.7 (υ : β) και πρακτικώς κατακόρυφο ανάντη πρανές.

3. Εύκαμπτο φράγμα από συρματοκιβώτια και αδιαπέρατη μεμβράνη στο ανάντη πρανές :

Η λειτουργία αυτού του έργου βασίζεται στην ανάσχεση των πλημμυρικών παροχών μέχρι κάποιου μεγέθους, την ασφαλή υπερπήδηση του φράγματος σε περίπτωση πολύ μεγάλων πλημμυρών και στη συγκράτηση των φερτών υλικών

του χειμάρρου ανάντη του φράγματος (με απαίτηση τακτικού καθαρισμού). Για την ικανοποιητική ανάσχεση των πλημμυρών αλλά και για την ευστάθεια του φράγματος απαιτείται στεγάνωση του ανάντη πρανού με μεμβράνη, η οποία όμως θα πρέπει να προστατεύεται επιμελώς (ανάντη και κατόντη) προκειμένου να αποφευχθούν βλάβες κατά τον καθαρισμό της περιοχής ανάντη του φράγματος από τα συγκεντρωμένα φερτά υλικά αλλά και λόγω διάτρησης της μεμβράνης υπό την υδροστατική πίεση εάν η έδρασή της στα κατόντη δεν είναι επαρκώς ομαλή (π.χ. κατάλληλη στρώση αμμοχάλικου και διαχωριστικό γεωύφασμα).

Το φράγμα από συρματοκιβώτια θα πρέπει να είναι ασφαλώς υπερπηδητό για τις αναμενόμενες ταχύτητες του νερού στις πλημμυρικές παροχές σχεδιασμού. Σήμερα υφίσταται η τεχνολογία κατασκευής τέτοιων φραγμάτων από συρματοκιβώτια για αρκετά μεγάλες ταχύτητες υπερπήδησης.

Εκτιμάται ότι για την ευστάθεια (κυρίως έναντι ολίσθησης στη βάση του με υψηλές πιέσεις πόρων² στο έδαφος θεμελίωσης) ένα φράγμα αυτού του τύπου θα έχει σχετικώς ήπια πρανή. Απόρροια των σχετικώς ήπιων πρανών είναι ότι δεν απαιτείται στεγάνωση του εδάφους θεμελίωσης για απομείωση των πιέσεων πόρων αφού η αυξημένη διατμητική αντοχή έναντι ολίσθησης διασφαλίζεται με την μεγάλη επιφάνεια εδράσεως. Εναλλακτικά, μπορεί να κατασκευασθεί φράγμα με περισσότερες απότομες κλίσεις πρανών (π.χ. 1:2 στο ανάντη πρανές και 1:1 στο κατόντη) εφόσον γίνει κάποια στεγάνωση του υπεδάφους με αβαθές διάφραγμα κυρίως στο κεντρικό τμήμα της κοίτης του χειμάρρου. Το κόστος ενός τέτοιου τύπου φράγματος εκτιμάται ότι είναι μικρότερο από τους άλλους δύο τύπους φραγμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω ακόμη και στην περίπτωση ανάγκης στεγάνωσης του υπεδάφους με το σκεπτικό ότι οι απαιτήσεις στεγάνωσης αυτού του τύπου φράγματος είναι πολύ μικρότερες.

Για τον προσδιορισμό των γεωτεχνικών συνθηκών έδρασης του φράγματος απαιτείται γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής του φράγματος σε κλίμακα 1:500 και διάνοιξη τριών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων βάθους 15-20 μέτρων περίπου (για ύψη φράγματος 12-15 μέτρα). Στις γεωτρήσεις θα εκτελεσθούν δοκιμές περατότητας και δοκιμές εδαφομηχανικής σε επιλεγμένα εδαφικά δείγματα.

4 Σήραγγα εκτροπής προς χείμαρρο Ελεκύστρα

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες διάνοιξης της σήραγγας εκτροπής του χειμάρρου Διακονιάρη προς τον χείμαρρο Ελεκύστρα που συζητείται να κατασκευασθεί νοτίως του φράγματος ανάσχεσης Ρωμανού. Πρόκειται για σήραγγα εύρους διάνοιξης 4.5-5 μέτρων και μήκους 1000 μέτρων περίπου και έργου cut+cover στο τελικό τμήμα (επί μήκους 200 μέτρων περίπου, μετά την έξοδο της σήραγγας προς την εκτροπή του Ελεκύστρα). Το μέγιστο βάθος των υπερκειμένων γαιών κατά μήκος της σήραγγας είναι 30 μέτρα περίπου (36 μέτρα από τον πυθμένα). Στο έργο cut+cover, το μέγιστο βάθος του δημιουργούμενου ορύγματος είναι 12 μέτρα περίπου (στην περιοχή του στομίου της σήραγγας).

² με το σκεπτικό ότι φράγμα αυτού του τύπου δεν συνδυάζεται με διάφραγμα στεγάνωσης του υπεδάφους

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι συνθήκες διαμόρφωσης των στομιών, οι συνθήκες διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας και οι απαιτήσεις τελικής επένδυσης καθώς και οι κλίσεις των πρανών της προσωρινής εκσκαφής του έργου Cut+cover.

Σύμφωνα με γεωλογικές εκτιμήσεις που βασίζονται σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά την επιτόπου αυτοψία, στο αρχικό τμήμα της (προς Διακονιάρη) η σήραγγα θα διασχίσει αργιλικούς και αργιλο-αμμούχους νεογενείς σχηματισμούς με την μορφή ελαφρά συγκολλημένων άμμων, στιφρών ιλυωδών και αμμούχων αργίλων και στιφρών έως σκληρών μαργαϊκών αργίλων. Στο μεσαίο και τελικό τμήμα (προς Ελεκύστρα) η σήραγγα θα διασχίσει σχηματισμούς αργιλομιγών αμμοχαλικών με κροκάλες έως σύναγμα κροκαλών ελαφρώς συγκολλημένων με αργιλικά υλικά. Στο τελευταίο τμήμα του αγωγού προς τον χείμαρρο Ελεκύστρα, όπου η εκσκαφή προβλέπεται να γίνει με τη μέθοδο cut+cover, το όρυγμα θα διασχίσει προσχωματικά αδρομερή υλικά του χείμαρρου Ελεκύστρα (αμμοχάλικα και κροκάλες, κυρίως ασύνδετα).

Οι ανωτέρω εκτιμήσεις βασίζονται σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις και θα πρέπει να επιβεβαιωθούν με τη διάνοιξη γεωτρήσεων σε μεταγενέστερη φάση της μελέτης. Εκτιμάται ότι απαιτείται να διανοιχθούν 3-4 γεωτρήσεις κατά μήκος της σήραγγας και 1-2 γεωτρήσεις στο τμήμα του έργου cut+cover. Το βάθος των γεωτρήσεων θα πρέπει να είναι περί τα 6 μέτρα κάτω από τη στάθμη του δαπέδου των έργων. Κυριότερος σκοπός των γεωτρήσεων, πέραν του προσδιορισμού της στρωματογραφίας, θα είναι ο εντοπισμός τυχόν υδροφόρων στρώσεων (π.χ. αμμοχαλικών) εντός της μάζας των σχετικώς αδιαπέρατων νεογενών σχηματισμών που δομούν την περιοχή του έργου.

Διάνοιξη και προσωρινή υποστήριξη της σήραγγας

Οι σχηματισμοί που θα διατρήσει η σήραγγα έχουν γενικώς καλή συνοχή και δεν αναμένονται σημαντικά προβλήματα κατά τη διάνοιξη της σήραγγας με αυτές τις διαστάσεις.

Η διάνοιξη της σήραγγας μπορεί να γίνει σε μία φάση και η εκσκαφή μπορεί να γίνει με συμβατικά μέσα (back-hoe excavator), ενώ σε ελάχιστες θέσεις θα απαιτηθεί η χρήση υδραυλικής σφύρας.

Για την προσωρινή υποστήριξη της διατομής προτείνεται να προβλεφθούν τρεις τυπικές διατομές υποστήριξης ως εξής :

1. Διατομή στομίου, με εφαρμογή κυρίως στην περιοχή των στομιών :

Προεκτιμάται μήκος εφαρμογής της διατομής αυτής 50-100 μέτρα.

Μήκος βήματος εκσκαφής ίσο με 0.75-1.0 μέτρο.

Μέτρα υποστήριξης :

- Δικτυωτά πλαίσια σε αποστάσεις 0.75-1.00 μέτρο εγκιβωτισμένα σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πάχους 20 cm, οπλισμένο με διπλό πλέγμα T131.
- Ράβδοι προπορείας Φ25mm S500, μήκους 8 μέτρων. Τοποθετούνται 30-40 ράβδοι στην περιοχή της στέψης (γωνία 140 μοιρών), κατά μήκος του άξονα της σήραγγας. Οι ράβδοι τοποθετούνται εντός «τσιμενταρισμένων» οπών με επικάλυψη 3 μέτρα (δηλαδή επαναλαμβάνονται ανά 5 μέτρα προώθησης της σήραγγας).

- Παθητικά βλήτρα (ράβδοι σιδηροπλισμού Φ25mm S500) μήκους 3.5 μέτρων. Τοποθετούνται τρία τέτοια βλήτρα σε κάθε παρειά της σήραγγας, σε αποστάσεις 0.75-1.0 μέτρο κατά μήκος (όσο το βήμα εκσκαφής).
- Δεν απαιτείται επένδυση του δαπέδου (δηλαδή δεν απαιτείται κλειστό invert).

2. Ελαφρά Διατομή :

Προεκτιμάται μήκος εφαρμογής της διατομής αυτής 450-500 μέτρα.

Μήκος βήματος εκσκαφής ίσο με 1.5 μέτρο.

Μέτρα υποστήριξης :

- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πάχους 15 cm, οπλισμένο με πλέγμα T131.
- Παθητικά βλήτρα (ράβδοι σιδηροπλισμού Φ25mm S500) μήκους 3.5 μέτρων. Τοποθετούνται πέντε τέτοια βλήτρα στο σύνολο της διατομής της σήραγγας, σε αποστάσεις 1.5 μέτρα κατά μήκος (όσο το βήμα εκσκαφής).
- Δεν απαιτείται επένδυση του δαπέδου (δηλαδή δεν απαιτείται κλειστό invert).

3. Βαρύτερη διατομή :

Προεκτιμάται μήκος εφαρμογής της διατομής αυτής 450-500 μέτρα.

Μήκος βήματος εκσκαφής ίσο με 1.25 μέτρο.

Μέτρα υποστήριξης :

- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πάχους 20 cm, οπλισμένο με διπλό πλέγμα T131.
- Παθητικά βλήτρα (ράβδοι σιδηροπλισμού Φ25mm S500) μήκους 3.5 μέτρων. Τοποθετούνται επτά τέτοια βλήτρα στο σύνολο της διατομής της σήραγγας, σε αποστάσεις 1.25 μέτρα κατά μήκος (όσο το βήμα εκσκαφής).
- Δεν απαιτείται επένδυση του δαπέδου (δηλαδή δεν απαιτείται κλειστό invert).

Σημείωση : κατά την προμέτρηση των ποσοτήτων, στο θεωρητικό πάχος του εκτοξ. σκυροδέματος να προστεθεί και ένα πρόσθετο μέσο πάχος 12.5-15cm λόγω ανάγκης πλήρωσης των υπερ-εκσκαφών (απόσταση γραμμών A-B = 20-25 cm).

Τελική επένδυση της σήραγγας

Προτείνεται πάχος τελικής επένδυσης της σήραγγας ίσο με 30cm από οπλισμένο σκυρόδεμα (εκτιμάται μέσο ποσοστό οπλισμού 1%). Το πάχος αυτό είναι το ελάχιστο δυνατό για οπλισμένη διατομή λαμβανομένων υπόψη των ελάχιστων απαιτήσεων (7.5 cm σε κάθε πλευρά). Το πάχος των 30 cm αρκεί για την ανάληψη των φορτίων της σήραγγας τα οποία προεκτιμώνται ως εξής :

Φορτίζον ύψος γαιών : $H = 2.5 D = 2.5 \times 5 = 12.5\text{m}$.

Γεωστατική πίεση στη στέψη : $\sigma_v = \gamma H = 21 \times 12.5 = 262 \text{ kPa}$.

Φορτίο στην τελική επένδυση : $P = \sigma_v R = 262 \times 2.5 = 656 \text{ kN/m}$.

Μέση τάση στην τελική επένδυση : $\sigma = P / t = 656 / 0.25 = 2625 \text{ kPa} = 2.6 \text{ MPa}$.

Η παραπάνω μέση τάση είναι αποδεκτή για φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα (δεν είναι πολύ μικρή, λόγω των πρόσθετων καμπτικών ροπών που θα την προσυζητήσουν).

Διαμόρφωση των στομιών

Τα στόμια της σήραγγας προτείνεται να διαμορφωθούν με κλίσεις μόνιμων πρανών ως εξής :

- (α) Επάλληλες βαθμίδες ύψους 10 μέτρων με κλίση πρηνούς κάθε βαθμίδας 1:1 (45 μοίρες) και ενδιάμεσους αναβαθμούς εύρους 3 μέτρων. Στην ανώτερη βαθμίδα (κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα ανώτερα 4 μέτρα ύψους θα διαμορφωθούν με κλίση ηπιότερη 2:3 (υ:β) λόγω της αυξημένης αποσάθρωσης των επιφανειακών σχηματισμών και τα υπολειπόμενα κατώτερα 6 μέτρα με την γενική κλίση 1:1.
- (β) Οι βαθμίδες σε βάθη μεγαλύτερα των 10 μέτρων (δηλαδή εκτός της ανώτερης επιφανειακής βαθμίδας) θα καλυφθούν με 10 cm εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ενισχυμένο με δομικό πλέγμα T131 και παθητικά βλήτρα των 200 kN (χαλύβδινες ράβδοι οπλισμού Φ25 – χάλυβας S500/550) μήκους 10 μέτρων σε κάναβο 4 x 4 μέτρα περίπου (αναλόγως των συνθηκών), με πλήρη ενεμάτωση της οπής διάτρησης. Σε περίπτωση που οι οπές διάτρησης δεν διατηρούνται ανοικτές για όσο χρόνο απαιτείται για την ενεμάτωση και την τοποθέτηση του οπλισμού, θα κατασκευάζονται αυτο-διατρύμενα βλήτρα (self-drilling) ισοδύναμης αντοχής (200 kN) αντί των απλών παθητικών βλήτρων.
- Το αρχικό τμήμα της σήραγγας (σε κάθε στόμιο), επί μήκους 8 μέτρων κατ' ελάχιστον θα διανοίγεται με χρήση της «τυπικής διατομής στομίου» όπως περιγράφεται αναλυτικά παραπάνω.

Προσωρινά πρηνή ορύγματος Cut+cover

Τα προσωρινά πρηνή του ορύγματος του έργου cut+cover έχουν μέγιστο ύψος έως 12 μέτρα. Προτείνεται να διαμορφωθούν με κλίση 1:1 (45 μοίρες). Τα ανώτερα 4 μέτρα ύψους (κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, προτείνεται να διαμορφωθούν με κλίση ηπιότερη 2:3 (υ:β) λόγω της αυξημένης αποσάθρωσης των επιφανειακών σχηματισμών και το υπολειπόμενο κατώτερο τμήμα του πρηνούς με την γενική κλίση 1:1.

5 Φράγμα απόθεσης φερτών κατάντη του οικισμού Ρωμανός

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης του φράγματος απόθεσης φερτών που συζητείται για κατασκευή κατά μήκος της κοίτης του χειμάρρου Διακονιάρη περί τα 400 μέτρα κατάντη του φράγματος ανάσχεσης – εκτροπής Ρωμανού. Επίσης σχολιάζονται και οι τυχόν απαιτήσεις στεγάνωσης της θεμελίωσης προκειμένου να αποφευχθούν πλευρικές και υπόγειες διαβρώσεις λόγω αυξημένης υδραυλικής κλίσης διήθησης των υπογείων υδάτων.

Το φράγμα εκτιμάται ότι θα έχει ύψος 5 μέτρα περίπου και θα έχει σκοπό την συγκράτηση των φερτών υλικών του χειμάρρου Διακονιάρη και των ανάντη αυτού μικρών χειμάρρων. Λόγω του μικρού ύψους του φράγματος (σε σχέση με την αναμενόμενη πλημμυρική παροχή του χειμάρρου και την χωρητικότητα της ανάντη λεκάνης ταμίευσης) το φράγμα θα πρέπει να είναι υπερπηδητό.

Η περιοχή έδρασης του φράγματος αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς και ειδικότερα στιφρές έως σκληρές αργίλους, μαργαϊκές αργίλους και αμμούχες αργίλους σε τυχαίες εναλλαγές. Σύμφωνα με τα στοιχεία που αναφέρονται στην Εκθεση του καθ. Π. Μαρίνου, οι κλίσεις των στρωμάτων είναι ελαφρώς προς νότον, με αποτέλεσμα να είναι ευμενείς για την ευστάθεια του αριστερού αντερείσματος και δυσμενείς για την ευστάθεια του δεξιού αντερείσματος. Παρά ταύτα, λόγω της μικρής

κλίσης των στρωμάτων εκτιμάται ότι δεν τίθενται ουσιώδη θέματα ευστάθειας του δεξιού αντερείσματος.

Για τα πολύ μικρά ύψη φράγματος που προβλέπονται (της τάξεως των πέντε μέτρων), μπορεί να κατασκευασθεί είτε υπερπηδητό φράγμα από σκυρόδεμα είτε εύκαμπτο φράγμα από συρματοκιβώτια.

Τα διαθέσιμα αμμοχάλικα της κοίτης του χειμάρρου φαίνεται να είναι κατάλληλα για την κατασκευή σκυροδέματος με τις απαιτήσεις αντοχών ενός φράγματος βαρύτητας αυτού του ύψους (5 μέτρα περίπου). Επί πλέον, λόγω του πολύ μικρού ύψους του φράγματος δεν απαιτείται η στεγάνωση του υπεδάφους για τη βελτίωση της αντοχής έναντι ολίσθησης στη βάση του. Για τόσο μικρά ύψη, η ευστάθεια αυτή εξασφαλίζεται με χρήση ηπιότερων κλίσεων των πρανών. Σε περίπτωση που επιλεγεί φράγμα αυτού του τύπου, οι κλίσεις των πρανών του θα προσδιορισθούν από τις αναλύσεις ευστάθειας. Πάντως, για προεκτίμηση του κόστους μπορεί να θεωρηθεί κλίση 1 : 1 (υ : β) τόσο στο ανάντη όσο και στο κατόντη πρανές.

Στην περίπτωση επιλογής φράγματος από συρματοκιβώτια, τούτο θα πρέπει να είναι ασφαλώς υπερπηδητό για τις αναμενόμενες ταχύτητες του νερού στις πλημμυρικές παροχές σχεδιασμού. Σήμερα υφίσταται η τεχνολογία κατασκευής τέτοιων φραγμάτων από συρματοκιβώτια για αρκετά μεγάλες ταχύτητες υπερπήδησης.

Η λειτουργία ενός έργου από συρματοκιβώτια αυτού του μεγέθους βασίζεται στην ανάσχεση των πλημμυρικών παροχών μέχρι κάποιου μεγέθους, την ασφαλή υπερπήδηση του φράγματος σε περίπτωση πολύ μεγάλων πλημμυρών και, κυρίως, στη συγκράτηση των φερτών υλικών του χειμάρρου ανάντη του φράγματος. Λόγω της αναμενόμενης απόθεσης μεγάλων ποσοτήτων φερτών υλικών, θα υπάρξει ανάγκη τακτικού καθαρισμού της ανάντη λεκάνης. Κατά τον καθαρισμό θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας της μεμβράνης στεγάνωσης του ανάντη πρανούς (βλέπε κατωτέρω).

Για την ευστάθεια του φράγματος έναντι ολίσθησης στη βάση του³ απαιτείται στεγάνωση του ανάντη πρανούς με μεμβράνη, η οποία όμως θα πρέπει να προστατεύεται επιμελώς (ανάντη και κατόντη) προκειμένου να αποφευχθούν βλάβες κατά τον καθαρισμό της περιοχής ανάντη του φράγματος από τα συγκεντρωμένα φερτά υλικά αλλά και λόγω διάτρησης της μεμβράνης υπό την υδροστατική πίεση εάν η έδρασή της στα κατόντη δεν είναι επαρκώς ομαλή (π.χ. κατάλληλη στρώση αμμοχάλικου και διαχωριστικό γεωύφασμα).

Στην περίπτωση που επιλεγεί ένας τέτοιος τύπος φράγματος, για την προμέτρηση ποσοτήτων και κοστολόγηση, στην παρούσα φάση της μελέτης μπορεί να θεωρηθεί κλίση ανάντη πρανούς 1:2 και κατόντη πρανές πρακτικώς κατακόρυφο. Επί πλέον συνιστάται τα συρματοκιβώτια του ανάντη τμήματος του έργου να έχουν κροκάλες μικρότερων διαστάσεων και καλύτερη κοκκομετρική διαβάθμιση απ' ό,τι τα συρματοκιβώτια του κατόντη τμήματος. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται ότι ακόμη και στην περίπτωση διάτρησης της μεμβράνης, η αρχική διαπερατότητα του ανάντη

³ Θα πρέπει να εξασφαλισθεί η τεχνητή ή φυσική στεγάνωση του φράγματος στο ανάντη τμήμα του επειδή στην αντίθετη περίπτωση το φράγμα θα αστοχήσει. Πράγματι, εάν η απόθεση φερτών γίνει στο κατόντη τμήμα του αναχώματος (π.χ. επειδή η κοκκομετρία εκεί ευνοεί μια τέτοια απόθεση), οι ασκούμενες υδροστατικές πιέσεις θα παρασύρουν το κατόντη τμήμα του φράγματος.

τμήματος του φράγματος θα είναι μικρότερη απ' ό τι του κατάντη τμήματος και συνεπώς η με την πάροδο του χρόνου μείωση της διαπερατότητας θα είναι αντίστοιχη.

6 Μικρά φράγματα εκτροπής των τοπικών χειμάρρων 1 και 2

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες έδρασης δύο μικρών φραγμάτων εκτροπής των τοπικών χειμάρρων 1 και 2 προς το τεχνικό Ο2 της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών.

Η περιοχή έδρασης των φραγμάτων αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς και ειδικότερα σιφρές έως σκληρές αργίλους, μαργαϊκές αργίλους και αμμούχες αργίλους σε τυχαίες εναλλαγές.

Για τα πολύ μικρά ύψη φράγματος που προβλέπονται (της τάξεως των τεσσάρων μέτρων), μπορεί να κατασκευασθεί είτε φράγμα από σκυρόδεμα είτε εύκαμπτο φράγμα από συρματοκιβώτια.

Τα διαθέσιμα αμμοχάλικα της κοίτης του παρακείμενου χειμάρρου Διακονιάρη φαίνεται να είναι κατάλληλα για την κατασκευή σκυροδέματος με τις απαιτήσεις αντοχών ενός φράγματος βαρύτητας αυτού του ύψους (4 μέτρα περίπου). Επι πλέον, λόγω του πολύ μικρού ύψους του φράγματος δεν απαιτείται η στεγάνωση του υπεδάφους για τη βελτίωση της αντοχής έναντι ολίσθησης στη βάση του. Για τόσο μικρά ύψη, η ευστάθεια αυτή εξασφαλίζεται με χρήση ηπιότερων κλίσεων των πρανών. Σε περίπτωση που επιλεγεί φράγμα αυτού του τύπου, οι κλίσεις των πρανών του θα προσδιορισθούν από τις αναλύσεις ευστάθειας. Πάντως, για προεκτίμηση του κόστους μπορεί να θεωρηθεί κλίση 1 : 1 (υ : β) τόσο στο ανάντη όσο και στο κατάντη πρανές.

Στην περίπτωση επιλογής φράγματος από συρματοκιβώτια, τούτο θα πρέπει να είναι ασφαλώς υπερπηδητό για τις αναμενόμενες ταχύτητες του νερού στις πλημμυρικές παροχές σχεδιασμού. Σήμερα υφίσταται η τεχνολογία κατασκευής τέτοιων φραγμάτων από συρματοκιβώτια για αρκετά μεγάλες ταχύτητες υπερπήδησης.

Η λειτουργία ενός έργου από συρματοκιβώτια αυτού του μεγέθους βασίζεται στην ανάσχεση των πλημμυρικών παροχών μέχρι κάποιου μεγέθους, την ασφαλή υπερπήδηση του φράγματος σε περίπτωση πολύ μεγάλων πλημμυρών και στη συγκράτηση των φερτών υλικών του χειμάρρου ανάντη του φράγματος. Λόγω της αναμενόμενης απόθεσης μεγάλων ποσοτήτων φερτών υλικών, θα υπάρχει ανάγκη τακτικού καθαρισμού της ανάντη λεκάνης. Κατά τον καθαρισμό θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας της μεμβράνης στεγάνωσης του ανάντη πρανούς (βλέπε κατωτέρω).

Για την ευστάθεια του φράγματος έναντι ολίσθησης στη βάση του⁴ απαιτείται στεγάνωση του ανάντη πρανούς με μεμβράνη, η οποία όμως θα πρέπει να προστατεύεται επιμελώς (ανάντη και κατάντη) προκειμένου να αποφευχθούν βλάβες

⁴ Θα πρέπει να εξασφαλισθεί η τεχνητή ή φυσική στεγάνωση του φράγματος στο ανάντη τμήμα του επειδή στην αντίθετη περίπτωση το φράγμα θα αστοχήσει. Πράγματι, εάν η απόθεση φερτών γίνει στο κατάντη τμήμα του αναχώματος (π.χ. επειδή η κοκκομετρία εκεί ευνοεί μια τέτοια απόθεση), οι ασκούμενες υδροστατικές πιέσεις θα παρασύρουν το κατάντη τμήμα του φράγματος.

κατά τον καθαρισμό της περιοχής ανάντη του φράγματος από τα συγκεντρωμένα φερτά υλικά αλλά και λόγω διάτρησης της μεμβράνης υπό την υδροστατική πίεση εάν η έδρασή της στα κατάντη δεν είναι επαρκώς ομαλή (π.χ. κατάλληλη στρώση αμμοχάλικου και διαχωριστικό γεωύφασμα).

Στην περίπτωση που επιλεγεί ένας τέτοιος τύπος φράγματος, για την προμέτρηση ποσοτήτων και κοστολόγηση, στην παρούσα φάση της μελέτης μπορεί να θεωρηθεί κλίση ανάντη πρανούς 1:2 και κατάντη πρανές πρακτικώς κατακόρυφο. Επι πλέον συνιστάται τα συρματοκιβώτια του ανάντη τμήματος του έργου να έχουν κροκάλες μικρότερων διαστάσεων και καλύτερη κοκκομετρική διαβάθμιση απ' ότι τα συρματοκιβώτια του κατάντη τμήματος. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται ότι ακόμη και στην περίπτωση διάτρησης της μεμβράνης, η αρχική διαπερατότητα του ανάντη τμήματος του φράγματος θα είναι μικρότερη απ' ότι του κατάντη τμήματος και συνεπώς η με την πάροδο του χρόνου μείωση της διαπερατότητας θα είναι αντίστοιχη.

7 Συμβολή της εκτροπής μέρους των υδάτων του χειμάρρου

Διακονιάρη με τον ποταμό Γλαύκο

Στο εδάφιο αυτό σχολιάζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες της προσωρινής αντιστήριξης του ορύγματος στη συμβολή της του έργου εκτροπής μέρους των υδάτων του χ. Διακονιάρη προς τον ποταμό Γλαύκο, στη θέση συμβολής της εκτροπής με τον Γλαύκο.

Στην περιοχή δεν υφίστανται στοιχεία από γεωτρήσεις και συνεπώς δεν μπορούν να γίνουν αξιόπιστες εκτιμήσεις για τις γεωτεχνικές συνθήκες και προτάσεις για τη θεμελίωση των τεχνικών. Παρά ταύτα, στα πλαίσια προκαταρκτικών εκτιμήσεων παρουσιάζονται παρακάτω κάποια στοιχεία που προέκυψαν από μακροσκοπικές γεωλογικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά την επιτόπου αυτοψία. Από αυτά προκύπτει ότι μέχρι το βάθος ενδιαφέροντος, η περιοχή πρέπει να δομείται από υλικά αλλουβιακού κώνου χειμάρρων (ριπίδια) που αποτελούνται από αργιλομιγή αμμοχάλικα ποικίλης σύνθεσης. Επίσης εκτιμάται ότι μέχρι το βάθος της εκσκαφής οι σχηματισμοί βρίσκονται πάνω από τη στάθμη του υπογείου ορίζοντα και συνεπώς οι εκσκαφές δεν θα επηρεασθούν από την παρουσία υπογείων υδάτων.

Με βάση τα ανωτέρω, και με γνωστές τις αβεβαιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω, δίνονται κάποιες προκαταρκτικές γεωτεχνικές εκτιμήσεις των υπό μελέτη έργων ως ακολούθως) :

1. Προσωρινή αντιστήριξη των πρανών του ορύγματος

Το προβλεπόμενο βάθος της εκσκαφής του ορύγματος κυμαίνεται μεταξύ 6 και 9.5 μέτρων.

Λόγω της εκτιμώμενης χαμηλής στάθμης του υπογείου ορίζοντα, ορύγματα με ελεύθερα (κεκλιμένα) πρανή θα είναι ευσταθή με κλίσεις της τάξεως του 2:3 (υ:β) μέχρι βάθους 10 μέτρων περίπου. Βεβαίως, οι κλίσεις αυτές απαιτούν εκσκαφές μεγάλου όγκου και σε σημαντικό πλάτος το οποίο συχνά είτε δεν είναι διαθέσιμο είτε προκαλεί μεγάλες δυσχέρειες στην κυκλοφορία και λοιπές χρήσεις γης. Συνεπώς, σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τη

διαμόρφωση ελεύθερων πρανών με την ανωτέρω κλίση, προτείνεται η αντιστήριξη των πρανών να γίνει ως εξής :

- (α) Διαμόρφωση πρανών με κλίση 2:3 (υ:β) μέχρι βάθος 4 μέτρων περίπου.
(β) Κατασκευή πασσαλοτοίχων από τη στάθμη αυτή, ώστε η περαιτέρω εκσκαφή να γίνει με κατακόρυφα μέτωπα. Για λόγους προμέτρησης και για βάθη εκσκαφής έως 7 μέτρα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν πασσαλότοιχοι με πασσάλους Φ60 – Φ80 ανά 1.00-1.50m (αναλόγως του βάθους εκσκαφής). Το βάθος διείδυσης των στοιχείων αντιστήριξης κάτω από τη στάθμη του πυθμένα της εκσκαφής (για συνολικό βάθος εκσκαφής H) εκτιμάται σε $H + 2m$.

Για βάθη εκσκαφής άνω των 7 μέτρων, απαιτείται η χρήση οριζόντιων αντηρίδων για τη μείωση του ύψους του προβόλου των πασσαλοτοίχων (μια σειρά αντηρίδων – τυπικά σωλήνες Φ400mm σε οριζόντιες αποστάσεις 5-6 μέτρα που θα εδράζονται σε κεφαλόδεσμο στη στέψη των πασσαλοτοίχων). Στην περίπτωση αυτή το βάθος διείδυσης των στοιχείων αντιστήριξης κάτω από τη στάθμη του πυθμένα της εκσκαφής (για συνολικό βάθος εκσκαφής H) εκτιμάται σε $H - 2m$.

Στην παρούσα φάση εκπόνησης της μελέτης, η εκτίμηση των ωθήσεων γαιών στα έργα αντιστηρίξεως μπορεί να γίνει με θεώρηση ενεργητικών ωθήσεων και μέση γωνία τριβής του εδάφους ίση με 34 μοίρες και μηδενική συνοχή. Βεβαίως, στην εκτίμηση των ωθήσεων γαιών θα ληφθούν υπόψη και τα φορτία κυκλοφορίας καθώς και τα φορτία από τυχόν παρακείμενες κατασκευές (κτίρια).

2. Έδραση του κιβωτίου της διευθετημένης κοίτης

Η έδραση του κιβωτίου μπορεί να γίνει επιφανειακά σε στρώση εξυγείανσης από θραυστό υλικό λατομείου (σκύρα 20-65mm) πάχους 0.30-0.40m. Κατά την ανάλυση της έδρασης του κιβωτίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ελατήρια έδρασης τύπου Winkler με σταθερά $k = 1.0 \text{ kg/cm}^3 = 1000 \text{ t/m}^3 = 10 \text{ MPa/m}$.

M. Καβαδάς

M. Καβαδάς
31 Ιουλίου 2002

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Δ6

ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ
ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ
ΠΑΤΡΩΝ

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΚΘΕΣΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ
ΣΕ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΛΠ. ΘΕΜΑΤΑ

ΣΥΝΤΑΞΗ: Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

- "ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ"
ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
- "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" Α.Ε.
- "ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ" Α.Ε.

ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ - ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΕΣ

- Π. ΜΑΡΙΝΟΣ
- Μ. ΚΑΒΒΑΔΑΣ
- Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

Έκθεση συμβούλου σχετικά με τις πλημμύρες και τα φερτά υλικά του χειμάρρου Διακονιάρη

Δημήτρης Κουτσογιάννης
Επ. Καθηγητής Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Εισαγωγή-Ιστορικό

Η έκθεση αυτή συντάσσεται στα πλαίσια της μελέτης «Αντιπλημμυρικά έργα χειμάρρου Διακονιάρη ανάντη και κατόντη της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών». Η μελέτη ανατέθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων στα συμπράττοντα Γραφεία Μελετών Υδροεξυγιαντική – Λ. Λαζαρίδης και ΣΙΑ ΕΕ, Γραφείο Μαχαίρα ΑΕ και Υδροέρευνα ΑΕ, με ειδικούς συμβούλους – εμπειρογνώμονες τους Π. Μαρίνο, Μ. Καββαδά και Δ. Κουτσογιάννη.

Γενική περιγραφή

Ο χειμάρρος Διακονιάρης με τους παραποτάμους του (Μαλαμούτη, Παναγίτσα, Ρωμανό, πεδινό Ελεκύστρα κ.ά) αποχετεύει μεγάλη αστική και ημιαστική έκταση της ευρύτερης πόλης των Πατρών, καθώς και ημιορεινές και ορεινές εκτάσεις εκτός της πόλης.



Φωτ. 1 Η κοίτη του Διακονιάρη στο κατόντη μη διευθετημένο τμήμα του.

Το αστικό τμήμα του χειμάρρου έχει διευθετηθεί σε μικρό τμήμα του, χωρίς όμως να έχει υδραυλικά επαρκή διατομή για διοχέτευση των εξαιρετικών πλημμυρών. Στο μεγαλύτερο μήκος της, η κοίτη του αστικού τμήματος του χειμάρρου έχει περιοριστεί δραματικά με καταπάτησή της και ανέγερση οικοδομών. Είναι χαρακτηριστική η Φωτ. 1 που δείχνει το μέγεθος του στενέματος που έχει υποστεί η κοίτη. Είναι δε εμφανής, ακόμη και από την οπτική εντύπωση, η ανεπάρκεια της διατομής για τη διοχέτευση των πλημμυρών του χειμάρρου. Πιο ανάντη, η διατομή διευρύνεται προοδευτικά, όπως δείχνουν οι Φωτ. 2-Φωτ. 3, χωρίς όμως να γίνεται υδραυλικά επαρκής.



Φωτ. 2 Η κοίτη του Διακονιάρη στο μέσο αστικό τμήμα του.



Φωτ. 3 Η κοίτη του Διακονιάρη στο μέσο αστικό τμήμα του.

Στη θέση που ο χειμάρρος συναντά το οδικό έργο της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών, έχει διευθετηθεί η κοίτη του με κλειστή διατομή που περνά κάτω από τον οδικό κόμβο (βλ. Φωτ. 4-Φωτ. 5). Ανάντη της θέσης αυτής (Φωτ. 6) ο χειμάρρος είναι πλέον εξωαστικός και δεν υπάρχει πρόβλημα υδραυλικής επάρκειας. Ωστόσο, είναι εμφανές από τη Φωτ. 6 το πρόβλημα της μεταφοράς χονδρόκοκκων φερτών υλικών. Παλιότερα είχαν κατασκευαστεί εγκάρσια έργα διευθέτησης του χειμάρρου που συγκρατούσαν τα φερτά υλικά, τα οποία όμως σήμερα έχουν γεμίσει με φερτά με αποτέλεσμα να επανέλθει η κλίση του χειμάρρου στη φυσική της τιμή και να μη γίνεται περαιτέρω συγκράτηση φερτών. Το μικρό έργο εισόδου του οχετού και τα ανάντη έργα που φαίνονται που φαίνονται στις Φωτ. 4-5, μικρές μόνο ποσότητες φερτών μπορούν να συγκρατήσουν. Επομένως, υπάρχει σοβαρό πρόβλημα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί με ένα συνδυασμό κατασκευαστικών και μη λύσεων, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει: αφαίρεση του υλικού που έχει αποτεθεί ανάντη των εγκάρσιων έργων· ανύψωση των εγκάρσιων έργων ώστε να δημιουργηθεί πρόσθετος αποθηκευτικός όγκος· και κατασκευή νέων αποθηκευτικών όγκων με φράγματα μεγαλύτερων διαστάσεων.



Φωτ. 4 Η είσοδος του τεχνικού έργου διάβασης του Διακονιάρη κάτω από τον κόμβο της Ε. Π. Π.



Φωτ. 5 Η είσοδος του τεχνικού έργου διάβασης του Διακονιάρη κάτω από τον κόμβο της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών και το έργο συγκράτησης φερτών ανάντη (Ιανουάριος 2002).

Αλλά και τα πιο λεπτόκοκκα υλικά, τα οποία μεταφέρονται κυρίως σε αιώρηση, φαίνεται ότι αποτελούν σημαντικό πρόβλημα, στην περίπτωση του Διακονιάρη. Αυτά δεν είναι δυνατό να συγκρατηθούν σε μικρά έργα της ορεινής κοίτης και προωθούνται προς τα κατάντη (βλ. Φωτ. 1-3), μεγάλο δε μέρος της ποσότητας που μεταφέρεται καταλήγει στη θάλασσα. Η αντιμετώπιση των πιο λεπτόκοκκων φερτών κατ' αρχάς συνδυάζεται με τη σχεδιαζόμενη εκτροπή του ορεινού Διακονιάρη προς την υπάρχουσα τάφρο εκτροπής του Ελεκύστρα και θα πρέπει να περιλάβει ακόμη την πρόβλεψη και οργάνωση του καθαρισμού της κοίτης του αστικού διευθετούμενου τμήματος του χειμάρρου.

Η αντιμετώπιση του μεγέθους των πλημμυρών έχει γίνει στη σχετική μελέτη με τρόπο όσο πιο αξιόπιστο επιτρέπουν τα λίγα διαθέσιμα υδρολογικά δεδομένα, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Η αξιόπιστη ποσοτική εκτίμηση των φερτών υλικών που μεταφέρονται από το Διακονιάρη είναι πρακτικώς αδύνατη εξαιτίας της παντελούς έλλειψης κατάλληλων μετρήσεων. Ωστόσο, παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια προσεγγιστικής εκτίμησης της τάξης μεγέθους των ποσοτήτων φερτών υλικών, ξεχωριστά για τα λεπτόκοκκα και τα χονδρόκοκκα φερτά.



Φωτ. 6 Η κοίτη του Διακονιάρη ανάντη της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών.

Μέγεθος πλημμυρών

Όμβριες καμπύλες

Βασική προϋπόθεση της ασφαλούς εκτίμησης των πλημμυρών σχεδιασμού αποτελεί η αξιόπιστη εκτίμηση των όμβριων καμπυλών (ή καμπυλών έντασης-διάρκειας-περιόδου επαναφοράς των βροχοπτώσεων) στην περιοχή μελέτης. Στην υπόψη περιοχή έχουν καταρτιστεί στο παρελθόν, στα πλαίσια μελετών δημόσιων έργων, διάφορες ομάδες όμβριων καμπυλών, σύγκριση των οποίων γίνεται στο σχετικό τεύχος της μελέτης. Γενικώς παρατηρούνται περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές αποκλίσεις ανάμεσα στις διάφορες ομάδες καμπυλών. Με βάση την υπάρχουσα εμπειρία από όμβριες καμπύλες του ευρύτερου ελλαδικού χώρου, και ειδικότερα μετά από σύγκριση με αξιόπιστες όμβριες καμπύλες περιοχών σχετικά κοντινών στην Πάτρα, προκύπτει ότι οι καμπύλες που μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστη βάση σχεδιασμού των αντιπλημμυρικών έργων του Διακονιάρη, είναι αυτές του Δάλλα (1985, 1986), οι οποίες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί και στο σχεδιασμό των αντιπλημμυρικών έργων της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών (στα πλαίσια του αυτοκινητόδρομου ΠΑΘΕ) (Ζέρης – Αντωνρόπουλος, 1999). Οι εν λόγω καμπύλες μπορεί να εκφραστούν από την ακόλουθη παραμετρική σχέση:

$$i(d, T) = 20.31 T^{0.25} d^{-0.59} \quad (1)$$

όπου i η ένταση βροχής σε mm/h, d η διάρκεια της βροχής σε h και T η περίοδος επαναφοράς σε έτη.

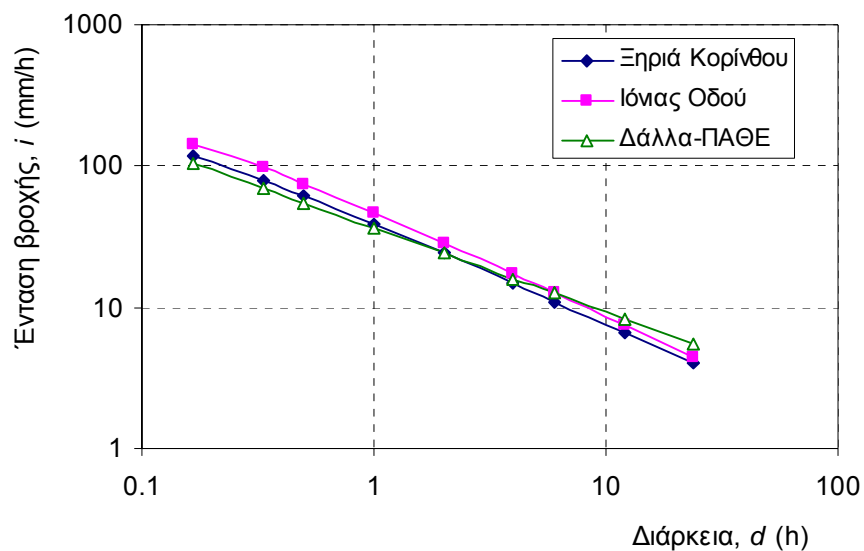
Στα Σχ. 1-3 παρουσιάζεται γραφική απεικόνιση των εντάσεων που προκύπτουν από την (1) για περιόδους επαναφοράς 10, 50 και 100 χρόνια, σε σύγκριση και με τις αντίστοιχες εντάσεις που προκύπτουν από όμβριες καμπύλες που έχουν χρησιμοποιηθεί αφενός για τη διευθέτηση του χειμάρρου Ξηριά Κορίνθου, και αφετέρου για τα αντιπλημμυρικά έργα της Ιόνιας Οδού (Τμήμα Αντίρριο – Κεφαλόβρυσο). Οι καμπύλες του Ξηριά Κορίνθου (Υδροεξυγιαντική, 1998) προέκυψαν από επεξεργασία δεδομένων βροχής από τους σταθμούς Κορίνθου, Βέλου και Σπαθοβουνίου, και εκφράζονται από τη σχέση

$$i(d, T) = \frac{50.44 (T^{0.16} - 0.636)}{(d + 0.0679)^{0.732}} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (2)$$

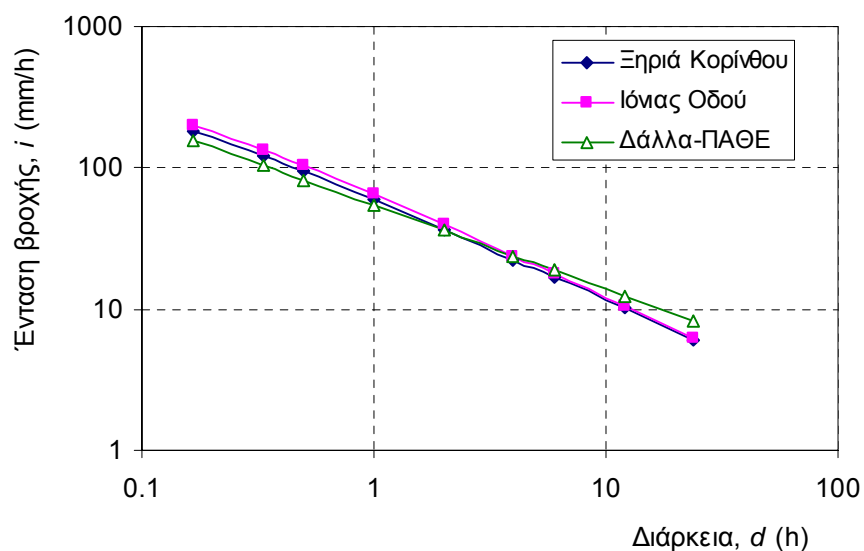
Οι καμπύλες της Ιόνιας Οδού (NAMA-ΚΑΣΤΟΡ, 2001) προέκυψαν από επεξεργασία δεδομένων βροχής από τους βροχογραφικούς σταθμούς Αγρινίου και Πάτρας και τους βροχομετρικούς σταθμούς Μεσολογγίου, Ναυπάκτου και Σταμνών και δίνονται από τη σχέση

$$i(d, T) = \frac{57.13 (T^{0.144} - 0.458)}{(d + 0.089)^{0.761}} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (3)$$

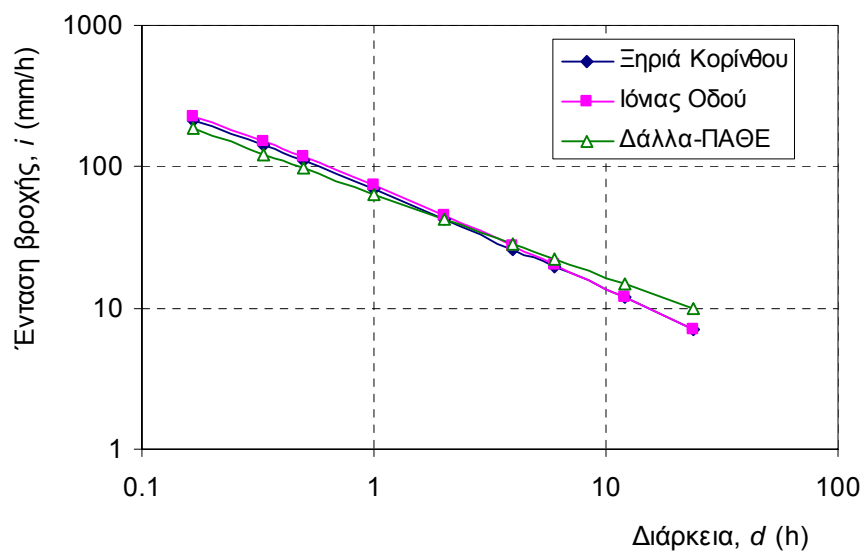
Στη μελέτη των NAMA-ΚΑΣΤΟΡ (2001) συστήνεται η μείωση κατά 6% των εντάσεων βροχής για το νοτιότερο τμήμα (Αντίρριο-Μεσολόγγι), κάτι που έχει υιοθετηθεί στις απεικονίσεις των Σχ. 1-3.



Σχ. 1 Σύγκριση όμβριων καμπυλών για περίοδο επαναφοράς $T = 10$.



Σχ. 2 Σύγκριση όμβριων καμπυλών για περίοδο επαναφοράς $T = 50$.



Σχ. 3 Σύγκριση όμβριων καμπυλών για περίοδο επαναφοράς $T = 100$.

Οι συγκρίσεις δείχνουν αξιοσημείωτη συμφωνία των όμβριων καμπυλών Ξηριά και Ιόνιας Οδού, παρά το γεγονός ότι οι βροχοπτώσεις στις δύο περιοχές υπάγονται σε διαφορετικό υδροκλιματικό καθεστώς. Οι καμπύλες Δάλλα-ΠΑΘΕ, επίσης συμφωνούν ικανοποιητικά με τις άλλες δύο ομάδες καμπυλών, δίνοντας ελαφρώς μικρότερες εντάσεις για μικρές διάρκειες βροχής (< 1 h) και ελαφρώς μεγαλύτερες για μεγαλύτερες διάρκειες βροχής. Επισημαίνεται ότι οι καμπύλες Δάλλα-ΠΑΘΕ που τελικώς επελέγησαν δεν είναι κατάλληλες για πιο μεγάλες περιόδους επαναφοράς (> 100 έτη).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι η σοβαρότητα των υπό μελέτη έργων (αλλά και άλλων σημαντικών υπό κατασκευή έργων) κανονικά θα επέβαλε την εκ νέου κατάρτιση όμβριων καμπυλών χρησιμοποιώντας βροχομετρικά και βροχογραφικά δεδομένα από όσο το δυνατόν ευρύτερη γεωγραφική βάση και υιοθετώντας τις πλέον σύγχρονες τεχνικές επεξεργασίας ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων. Ωστόσο, τα στενά χρονικά περιθώρια της μελέτης σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα χρονοβόρες διαδικασίες απόκτησης των δεδομένων δεν επέτρεψαν την εκ νέου κατάρτιση όμβριων καμπυλών. Γενικότερα, επισημαίνεται η σοβαρότητα του ζητήματος της κατάρτισης αξιόπιστων όμβριων καμπυλών, και τονίζεται η απαραίτητη προϋπόθεση του ενιαίου τρόπου αντιμετώπισής του για το σύνολο της χώρας (αντί των αποσπασματικών μελετών με διαφορετικά κατά περίπτωση κριτήρια, μεθοδολογίες και παραδοχές), κάτι που ως τώρα δυστυχώς δεν έχει δρομολογηθεί.

Εκτίμηση πλημμυρών σχεδιασμού

Θα πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι η ορθολογική μέθοδος ($Q = c i A$) που κατά κόρον έχει εφαρμοστεί σε ανάλογα αντιπλημμυρικά έργα στην Ελλάδα, είναι εντελώς ακατάλληλη για τέτοιου είδους σημαντικά έργα. Αντίθετα, θεωρείται ικανοποιητική μια προσέγγιση βασισμένη σε υδρογραφήματα και διοδεύσεις τους μέσω των διάφορων τμημάτων του φυσικού υδρογραφικού δικτύου και των αντιπλημμυρικών έργων. Η παρούσα μελέτη (βλ. σχετικό τεύχος) ορθώς βασίστηκε σε αυτή την προσέγγιση και ειδικότερα στο καθιερωμένο Αμερικανικό μαθηματικό μοντέλο HEC-HMS που υλοποιεί αυτή την προσέγγιση. Το εν λόγω μοντέλο παρέχει ευκολία προσομοίωσης των επί μέρους λεκανών και σύνθεσης υδρογραφημάτων. Ειδικότερα, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει σύνθεση υετογραφημάτων καταγίδας με επιλογή του χρόνου πραγματοποίησης της αιχμής στο 50% της διάρκειας (η οποία θεωρήθηκε 12 ώρες και σε εναλλακτικά σενάρια 6 και 24 ώρες), σύνθεση υδρογραφημάτων κατά SCS, υπολογισμό απωλειών βροχής κατά SCS, καθορισμό του χρόνου υστέρησης με βάση τα δεδομένα των υδρογραφημάτων που περιγράφονται στο USBR (1987) και διόδευση πλημμύρας στα διευθετούμενα τμήματα με τη μέθοδο Muskingum-Cunge.

Με βάση το μοντέλο HEC-HMS εκτιμήθηκαν παροχές σχεδιασμού για μια σειρά θέσεων στο δίκτυο των αντιπλημμυρικών έργων και για μια σειρά εναλλακτικών διατάξεων των έργων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η πλημμύρα σχεδιασμού για $T = 50$ στο εξωαστικό τμήμα της

λεκάνης του Διακονιάρη έκτασης 3.89 km^2 , για το οποίο δεν προβλέπονται παρεμβάσεις, φτάνει τα $32.8 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ το αντίστοιχο μέγεθος για το σύνολο της λεκάνης, έκτασης 20.83 km^2 , φτάνει τα $214 \text{ m}^3/\text{s}$ αν δεν κατασκευαστεί κανένα ανακουφιστικό έργο και μπορεί να μειωθεί μέχρι και κατά 31%, ανάλογα με το σενάριο έργων που τελικώς θα υιοθετηθεί.

Μέγεθος στερεοαπορροής

Λεπτόκοκκα φερτά

Η εκτίμηση της στερεοαπορροής των λεπτόκοκκων φερτών, τα οποία μεταφέρονται κυρίως με το μηχανισμό της αιώρησης, είναι ιδιαίτερα δυσχερής λόγω των πολλών παραμέτρων που υπεισέρχονται και των ιδιαίτερα πολύπλοκων γεωφυσικών διεργασιών που συμμετέχουν στο φαινόμενο. Ειδικότερα σημειώνεται ότι η στερεοαπορροή με αιώρηση των υλικών απόπλυσης (wash load) της λεκάνης δεν καθορίζεται από τις υδραυλικές συνθήκες της ροής στο υδατόρευμα αλλά κυρίως από το ρυθμό διάβρωσης στο σύνολο της λεκάνης απορροής. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι το γεγονός ότι η μεταφορική ικανότητα λεπτόκοκκων φερτών σε αιώρηση του υδατορεύματος είναι κατά κανόνα πολύ μεγάλη, ώστε να μην αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στη μεταφορά αυτών των φερτών. Αντίθετα, περιοριστικό παράγοντα στην περίπτωση αυτή αποτελεί ο ρυθμός εδαφικής διάβρωσης, ο οποίος εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως είναι η διαβρωτική ικανότητα της βροχής και της επιφανειακής απορροής, η διαβρωσιμότητα του εδάφους, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του εδάφους, η φυτοκάλυψη, οι χρήσεις γης κ.ά. Πρόσφατα, έχουν γίνει προσπάθειες για την ανάπτυξη μεθοδολογίας εκτίμησης του ρυθμού εδαφικής διάβρωσης με μαθηματική αναπαράσταση όλων των διεργασιών που υπεισέρχονται στο φαινόμενο, με τη μορφή κατανεμημένου προσδιοριστικού μαθηματικού μοντέλου, βασισμένου και σε τεχνικές Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ). Προς το παρόν και αυτός ο τρόπος προσέγγισης είναι σε πειραματικό στάδιο και η αβεβαιότητα που ενέχει είναι πολύ υψηλή. Έτσι, εξακολουθεί να παραμένει, ως μόνη σχετικά αξιόπιστη μεθοδολογία εκτίμησης της στερεοαπορροής με αιώρηση, αυτή που βασίζεται σε μετρήσεις της συγκέντρωσης αιωρούμενων φερτών, η οποία όμως δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην υπό μελέτη περίπτωση εφόσον δεν έχουν γίνει μετρήσεις. Είμαστε λοιπόν αναγκασμένοι να καταφύγουμε σε μια χονδροειδώς προσεγγιστική εκτίμηση, βασισμένη σε μετρήσεις που έχουν γίνει σε άλλες περιοχές της χώρας, με την οποία μόνο μια τάξη μεγέθους της στερεοαπορροής με αιώρηση μπορούμε να συναγάγουμε.

Για την εκτίμηση αυτή χρησιμοποιείται μια εμπειρική εξίσωση, η οποία έχει εξαχθεί με βάση δεδομένα μετρήσεων στερεοαπορροής σε 7 μετρητικούς σταθμούς που έχουν λειτουργήσει σε 3 ποταμούς της βορειοδυτικής Ελλάδας (Κουτσογιάννης και Ταρλά, 1987). Η εν λόγω εξίσωση έχει τη μορφή:

$$G = 15 \gamma e^{3P} \quad (4)$$

όπου G η μέση ετήσια στερεοαπορροή σε αιώρηση σε t/km^2 , P η μέση ετήσια βροχόπτωση σε m και γ συντελεστής που εξαρτάται από τη γεωλογία της λεκάνης και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\gamma = \kappa_1 p_1 + \kappa_2 p_2 + \kappa_3 p_3 \quad (5)$$

όπου με p_i ($i = 1, 2, 3$) συμβολίζονται τα ποσοστά εμφάνισης των διάφορων κατηγοριών πετρωμάτων στην υπό μελέτη λεκάνη και κ_i οι αντίστοιχοι εμπειρικοί συντελεστές διαβρωσιμότητας. Συγκεκριμένα, p_1 είναι το ποσοστό εμφάνισης στη λεκάνη των πετρωμάτων υψηλής διαβρωσιμότητας (αλλούβια, φλύσχης), για τα οποία θεωρείται $\kappa_1 = 1$. p_2 είναι το ποσοστό εμφάνισης στη λεκάνη των πετρωμάτων μέτριας διαβρωσιμότητας (μάργες, ψαμμίτες, σχιστόλιθοι) για τα οποία θεωρείται $\kappa_2 = 0.5$ και p_3 είναι το ποσοστό εμφάνισης στη λεκάνη των πετρωμάτων χαμηλής διαβρωσιμότητας (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, μεταμορφωμένα, εκριξηγενή) για τα οποία θεωρείται $\kappa_3 = 0.1$.

Η εν λόγω μαθηματική εξίσωση έχει εξαχθεί με βάση δεδομένα λεκανών απορροής με επιφάνειες της τάξης των $1000 km^2$, ενώ η εξωαστική υπολεκάνη απορροής του Διακονιάρη έχει επιφάνεια περί τα $4 km^2$. Είναι δε γνωστό ότι ο συντελεστής στερεοαπορροής (sediment delivery factor) είναι φθίνουσα συνάρτηση της επιφάνειας της λεκάνης που εκφράζεται με αναλογία της μορφής $D \sim A^{-0.2}$, όπου D ο συντελεστής στερεοαπορροής και A η έκταση της λεκάνης. Κατά συνέπεια, αναμένεται ότι στην υπό εξέταση υπολεκάνη απορροής, ο συντελεστής στερεοαπορροής θα είναι μεγαλύτερος κατά $(4/1000)^{-0.2}$ ή περίπου κατά 3 φορές. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος που υπολογίζεται από την εξίσωση (4), τριπλασιάζεται.

Ο υπολογισμός που έγινε για την υπολεκάνη απορροής του Διακονιάρη στη θέση της υπό μελέτη εκτροπής του, παρουσιάζεται στον Πίν. 1. Η κατάταξη των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην υπολεκάνη στις τρεις κατηγορίες (υψηλής, μέσης και χαμηλής διαβρωσιμότητας) έγινε με προσεγγιστικό τρόπο και βασίστηκε στο γεωλογικό χάρτη 1:50 000 της περιοχής, καθώς και σε σχετική έκθεση του συμβούλου της μελέτης Π. Μαρίνου. Ο υπολογισμός δείχνει ότι η ποσότητα στερεοαπορροής με αιώρηση στη θέση της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών φτάνει τους 1050 $t/\acute{e}τος$. Αν προστεθεί και η εδαφική διάβρωση στην κατάντη περιοχή της Εγλυκάδας, καθώς και αυτή των άλλων χειμάρρων που συμβάλλουν στο Διακονιάρη, για το σύνολο της λεκάνης η ετήσια στερεοαπορροή θα πρέπει να ξεπερνά τους 1500 $t/\acute{e}τος$: το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ποσότητας καταλήγει στη θάλασσα.

Πίν. 1 Εκτίμηση στερεοαπορροής ανά λεκάνη

Έκταση λεκάνης (km ²)	3.89
Ποσοστό εμφάνισης σχηματισμών υψηλής διαβρωσιμότητας (%)	25
Ποσοστό εμφάνισης σχηματισμών μέσης διαβρωσιμότητας (%)	50
Ποσοστό εμφάνισης σχηματισμών χαμηλής διαβρωσιμότητας (%)	25
Γεωλογικός συντελεστής	0.53
Ετήσια βροχόπτωση (m)	0.8
Ειδική στερεοαπορροή σε αιώρηση – αρχική τιμή (t/km ² /έτος)	90
Συντελεστής προσαύξησης λόγω αυξημένου συντελεστή στερεοαπορροής	3
Ειδική στερεοαπορροή σε αιώρηση – τελική τιμή (t/km ² /έτος)	270
Ειδική στερεοαπορροή σε αιώρηση (t/έτος)	1050

Χονδρόκοκκα φερτά

Τα χονδρόκοκκα φερτά έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον κυρίως στην ορεινή κοίτη του χειμάρρου, όπου λόγω της μεγάλης κλίσης η ροή έχει τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων κροκαλών και χαλικιών με το μηχανισμό της σύρσης. Η εκτίμηση των ποσοτήτων των φερτών κοίτης που μεταφέρονται με σύρση βασίζεται στα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής και στα μηχανικά χαρακτηριστικά των φερτών υλικών της κοίτης. Απαραίτητη επίσης προϋπόθεση για την ποσοτική εκτίμηση είναι να υπάρχουν και υδρομετρήσεις στο υδατόρευμα, ώστε να μπορεί να καταρτιστεί ιστορικό δείγμα παροχών. Τονίζεται ότι η στερεοπαροχή με σύρση πρακτικώς μηδενίζεται τις περιόδους των χαμηλών παροχών και παρουσιάζει έξαρση μόνο κατά τη διάρκεια έντονων πλημμυρικών επεισοδίων. Στην περίπτωση του χειμάρρου Διακονιάρη, δεν υπάρχει η αναγκαία υποδομή μετρήσεων, στις οποίες θα μπορούσαν να βασιστούν αξιόπιστες ποσοτικές εκτιμήσεις συρόμενων φερτών. Έτσι, θα περιοριστούμε και πάλι σε ενδεικτικές χονδροειδείς εκτιμήσεις.

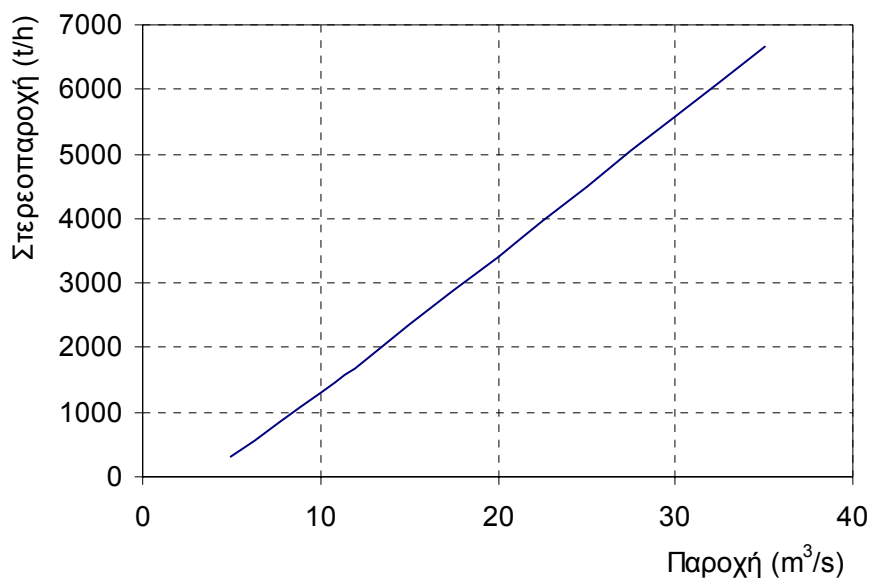
Για τις εκτιμήσεις αυτές θα χρησιμοποιήσουμε μια από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους, τη μέθοδο εκτίμησης της στερεοπαροχής με σύρση των Meyer-Peter & Muller (1948). Πρόκειται για μια εμπειρική μέθοδο, που στηρίζεται στη μαθηματική εξίσωση

$$\left(\frac{n_d}{n}\right)^{3/2} \frac{Ri}{d_s} = 0.047 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} + 0.25 \left(\frac{q_s}{\rho_s}\right)^{2/3} \frac{1}{g^{1/3} d_s} \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho}\right)^{2/3} \quad (6)$$

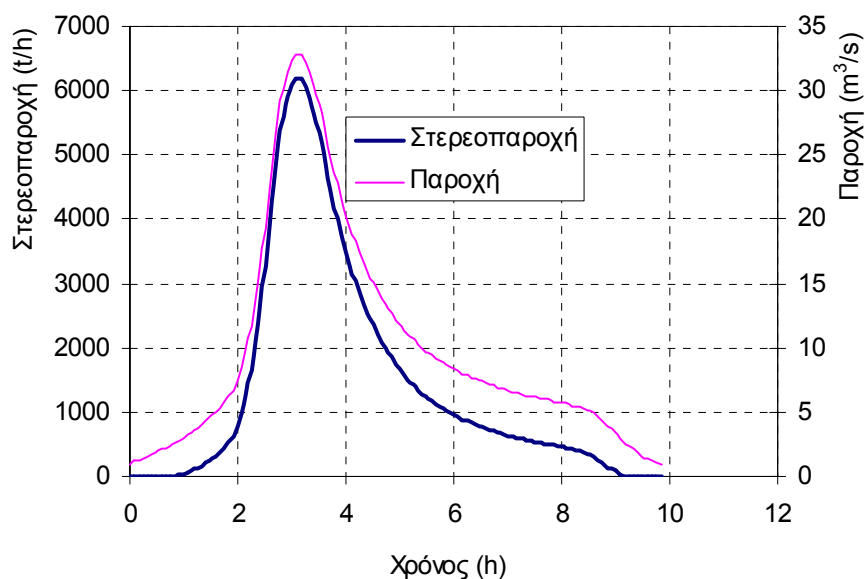
όπου q_s η στερεοπαροχή με σύρση (μάζα ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα πλάτους, π.χ. kg s⁻¹ m⁻¹), n_d ο συντελεστής Manning που αναφέρεται στην τραχύτητα των φερτών ($n_d = d_{90}^{1/6} / 26$, όπου d_{90} η διάμετρος της κοκκομετρικής καμπύλης για την οποία το 90% των φερτών είναι λεπτότερα, σε m), n ο συντελεστής Manning που αναφέρεται στην ολική τραχύτητα της κοίτης (φερτών και σχηματισμών), R η υδραυλική ακτίνα, i η κλίση ενέργειας, g η επιτάχυνση βαρύτητας, d_s μια χαρακτηριστική διάμετρος του μείγματος των φερτών κοίτης (συνήθως χρησιμοποιείται η αριθμητική μέση τιμή των διαμέτρων με βάση την

κοκκομετρική καμπύλη), ρ_s η πυκνότητα των φερτών και ρ η πυκνότητα του νερού. Η εν λόγω εξίσωση βασίστηκε σε μετρήσεις με διαμέτρους φερτών 0.4 - 30 mm, πυκνότητες φερτών 1250 - 4220 kg/m³, βάθη ροής 0.01 - 1.2 m και κλίσεις 4×10^{-4} - 2×10^{-2} .

Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του χειμάρρου Διακονιάρη, στην περιοχή ανάντη της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών, δεν εμπίπτουν ακριβώς στα παραπάνω διαστήματα τιμών, ούτε όμως απέχουν υπερβολικά και έτσι μπορεί να θεωρηθεί ότι η εξίσωση μπορεί κατά προσέγγιση να χρησιμοποιηθεί. Ελλείπει μετρήσεων, θεωρούμε προσεγγιστικά (με βάση τις επί τόπου παρατηρήσεις μας) ότι $d_s = 5$ cm, $d_{90} = 15$ cm, $\rho_s = 2650$ kg/m³, $n_d/n = 0.75$ και $i = 0.08$. Επιπλέον υποτίθεται υδραυλική διατομή ορθογωνική μεγάλου πλάτους, $b = 25$ m. Επισημαίνεται ότι τα κάθετα έργα (αναβαθμοί) που έχουν κατασκευαστεί παλιότερα έχουν πλέον πληρωθεί με φερτά εξ ολοκλήρου, οπότε δεν επηρεάζουν τους υπολογισμούς. Με αυτά τα δεδομένα η εφαρμογή της εξίσωσης Meyer-Peter & Muller, για διάφορες τιμές της πλημμυρικής παροχής δίνει αντίστοιχες τιμές της στερεοπαροχής που απεικονίζονται στο Σχ. 4. Παρατηρούμε ότι για το επίπεδο της παροχής σχεδιασμού (32.8 m³/s για $T = 50$) η αντίστοιχη στερεοπαροχή είναι της τάξης των 6000 t/h. Το υδρογράφημα για $T = 50$ με το αντίστοιχο στερεοϋδρογράφημα, όπως προκύπτει με τη μέθοδο Meyer-Peter & Muller απεικονίζονται στο Σχ. 5. Από το στερεοϋδρογράφημα προκύπτει ότι η συνολική μάζα φερτών υλικών που εκτιμάται ότι θα μεταφερθεί κατά την πλημμύρα 50ετίας είναι περί τους 15 000 t που αντιστοιχεί σε όγκο περίπου 10 000 m³.



Σχ. 4 Μεταβολή της στερεοπαροχής με σύρση συναρτήσεως της παροχής του Διακονιάρη ανάντη της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών.



Σχ. 5 Υδρογράφημα και στερεοϋδρογράφημα 50ετίας.

Με παρόμοιο τρόπο, για την πλημμύρα 10ετίας προκύπτει μέγιστη στερεοπαροχή 3000 t/h, ολική μάζα φερτών 5300 t και αντίστοιχος όγκος 3000 m³. Η εκτίμηση αυτή είναι συμβατή, υπό την έννοια της τάξης μεγέθους, με την παρατήρηση που έγινε ότι σε όλη την 4ωρη διάρκεια της περσινής μεγάλης πλημμύρας της 16/12/2001 (το μέγεθος της οποίας δεν είναι γνωστό αλλά πάντως ήταν σαφώς μικρότερο της παροχής 50ετίας και ίσως πλησίαζε την παροχή 10ετίας) η ποσότητα των χονδρόκοκκων φερτών υλικών υπερέβη τα 2500 m³ (ή τους 3800 t) περίπου.

Η αναγωγή του μεγέθους της στερεοπαροχής σε ετήσια ποσότητα στερεοαπορροής, όπως προαναφέραμε, θα απαιτούσε να είναι διαθέσιμα ιστορικά υδρογραφήματα πλημμυρών, πράγμα που δεν συμβαίνει. Μια ένδειξη μπορεί να δώσει μια σημαντική παρατήρηση που έχει γίνει παλιότερα (Μαργαρόπουλος, 1963) στον παρακείμενο ποταμό Γλαύκο. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι στη διάρκεια 25 ετών, τα φερτά που μεταφέρθηκαν ανήλθαν σε 4×10⁶ m³. Αν η τιμή αυτή αναχθεί σε μέση ετήσια βάση και στην μονάδα της έκτασης της λεκάνης απορροής των 75 km², προκύπτει η τιμή των 2133 m³/km²/έτος. Αν η τιμή αυτή μεταφερθεί στην ορεινή υπολεκάνη του Διακονιάρη έκτασης 3.89 km², δίνει το μέγεθος των 8300 m³/έτος. Εκτιμάται ωστόσο, ότι οι συνθήκες στο Διακονιάρη είναι λιγότερο ευνοϊκές, σε σχέση με το Γλαύκο, ως προς την παραγωγή και μεταφορά χονδρόκοκκων φερτών, οπότε η ετήσια ποσότητα χονδρόκοκκων φερτών υλικών θα πρέπει να είναι χαμηλότερη, ίσως της τάξης των 3000-4000 m³/έτος (ή των 5000-6000 t/έτος).

Η αποθηκευτική ικανότητα των έργων συγκράτησης φερτών, κανονικά θα έπρεπε να είναι σημαντικό πολλαπλάσιο της μέσης ετήσιας ποσότητας φερτών, ώστε να μπορούν να αποθηκευτούν οι όγκοι φερτών μιας πολυετούς περιόδου (π.χ. 40 ετών). Εφόσον στην προκειμένη περίπτωση αυτό δεν είναι δυνατό, μπορεί να επιλεγεί μικρότερη αποθηκευτική ικανότητα, με την προϋπόθεση ότι θα γίνεται τακτική αποκομιδή των φερτών, π.χ. σε ετήσια

βάση. Με αυτή τη λογική, είναι δυνατό να δεχτούμε ως βάση διαστασιολόγησης τον όγκο φερτών της πλημμύρας 50ετίας ($10\ 000\ m^3$) προσαυξημένο για λόγους ασφάλειας (για την κάλυψη των αβεβαιοτήτων των εκτιμήσεων, τον συνυπολογισμό και άλλων μικρότερων πλημμυρών κατά το ίδιο υδρολογικό έτος, καθώς και την κάλυψη των ενδεχομένων όχι τακτικής και επιμελούς αποκομιδής) κατά τουλάχιστον 50%, οπότε καταλήγουμε στον αποθηκευτικό όγκο των $15\ 000\ m^3$.

Αναγνωρίσεις

Για τα θέματα που τίγονται στην έκθεση έγιναν διεξοδικές συζητήσεις με τους Λ. Λαζαρίδη, Π. Μαρίνο και Αικ. Δανιήλ, ιδίως κατά τη διάρκεια της επί τόπου επίσκεψης στις 6/7/2002. Οι φωτογραφίες που περιέχονται στην παρούσα έκθεση έχουν τραβηχτεί από την Αικ. Δανιήλ στη διάρκεια αυτής της επίσκεψης.

Αναφορές

Δάλλας κ.ά., Μελέτη Εξυγιαντικών Έργων Περιοχής Πατρών και Απορρυπαντικών Έργων Πατραϊκού κόλπου, ΥΠΕΧΩΔΕ,, Οριστική Μελέτη χ. Διακονιάρη και Συμβολών Βασικών Συλλεκτών Ομβρίων, Τμήμα 1.1 Τμήμα 0+900 - κόμβος Κ4, Οκτώβριος 1985.

Δάλλας κ.ά., Μελέτη Εξυγιαντικών Έργων Περιοχής Πατρών και Απορρυπαντικών Έργων Πατραϊκού κόλπου, ΥΠΕΧΩΔΕ,, Οριστική Μελέτη χ. Διακονιάρη και Συμβολών Βασικών Συλλεκτών Ομβρίων, Τμήμα 1.2 Μελέτη Συλλεκτών, Αύγουστος 1986.

Ζέρης – Αντωνάρουλος, ΠΑΘΕ, Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης - Αποστράγγισης, Τμήμα Κ4-Κ5, Απρίλιος 1999.

Κουτσογιάννης, Δ., και Κ. Ταρλά, Εκτιμήσεις στερεοαπορροής στην Ελλάδα, *Τεχνικά Χρονικά*, Α-7(3), 127-154, 1987.

NAMA - ΚΑΣΤΟΡ Υδραυλική Μελέτη Περιοχής Οδικού Άξονα Ιόνιας Οδού, Τμήμα Αντίρριο - Κεφαλόβρυσο (2001), ΕΥΔΕ-ΜΕΔΕ, 2001.

Μαργαρόπουλος, *Υδατική Διάβρωση και το Χειμαρρικό Φαινόμενο*, 1963.

Υδροεξυγιαντική, Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης Κορίνθου, Μελέτη Χειμάρρου Ξηριά, Εισαγωγικό μέρος, Υδρολογική Μελέτη Πλημμυρών, ΥΠΕΧΩΔΕ/Δ6, 1998.

Meyer-Peter, E., and R. Muller, Formulas for bed-load transport, *Intern. Assoc. Hydraul. Res. Meeting*, Stockholm, 1948.

USBR (US Department of the Interior, Bureau of Reclamation), *Design of Small Dams*, US Government Printing Office, Denver, CO, 1987.