



Πανεπιστήμιο Κύπρου

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
και Μηχανικών Περιβάλλοντος

**ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΤΗΣ
ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ
ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ – ΦΑΣΗ Α΄**

Ερευνητική εργασία

Μάριος Αποστόλου

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτρης Σταγωνάς, Λέκτορας

Λευκωσία, Δεκέμβριος 2023

-ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ-

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	3
3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ	6
4.	ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ - ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	13
4.1	Γενικά Στοιχεία.....	13
4.2	Περιοχές Δυνητικού Σημαντικού Κινδύνου Πλημμύρας (ΠΔΣΚΠ).....	14
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΡΟΩΝ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΤΗΣ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ	16
5.1	Γενικά Στοιχεία.....	16
5.2	Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας	18
6.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ	22
6.1	Εισαγωγή	22
6.2	Γενικά Στοιχεία για το Υδραυλικό Μοντέλο	23
6.3	Γεωμετρία μοντέλου	24
6.4	Υδραυλική Προσομοίωση Υφιστάμενης Κατάστασης	27
6.4.1	Παράμετροι μοντέλου για την υδραυλική προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης	27
6.4.2	Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης υφιστάμενης κατάστασης	28
6.5	Υδραυλική Προσομοίωση Προτεινόμενης Κατάστασης.....	34
6.5.1	Παράμετροι μοντέλου για την υδραυλική προσομοίωση της προτεινόμενης κατάστασης.....	34
6.5.2	Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης προτεινόμενης κατάστασης – Ασφαλτοστρωμένος πυθμένας.....	34
6.5.3	Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης προτεινόμενης κατάστασης – Διαμόρφωση πυθμένα με «πουρί»	39
6.6	Προτεινόμενες Λύσεις για την Επίλυση των Φαινομένων Πλημμυρισμού στην Περιοχή Ανάπλασης.....	43

6.6.1	Αποτελέσματα Λύσης 1 – Διαμόρφωση διαφορετικών κλίσεων του πυθμένα του ποταμού.....	44
6.6.2	Αποτελέσματα Λύσης 2 – Διαμόρφωση περιοχής κερκίδων σε μεταλλικού τύπου κατασκευή	58
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	63
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65
9.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	67
9.1	Παράρτημα Ι – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Υφιστάμενης Κατάστασης	68
9.2	Παράρτημα ΙΙ – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Προτεινόμενης Κατάστασης Με Ασφαλτοστρωμένο Πυθμένα.....	79
9.3	Παράρτημα ΙΙΙ – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Προτεινόμενης Κατάστασης Με Πυθμένα από Πουρί	90
9.4	Παράρτημα ΙV – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης με Μεταλλικής Κατασκευής Κερκίδες	101

Περίληψη

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην εκτίμηση του κινδύνου πλημμύρας κατά μήκος τμήματος του ποταμού της Γερμασόγειας, στο οποίο θα διαμορφωθούν έργα για την ανάπλαση του ποταμού. Το τμήμα της ανάπλασης αφορά την περιοχή αμέσως κατάντη του φράγματος της Γερμασόγειας, μέχρι και το σημείο που ο ποταμός διέρχεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο Λεμεσού, 500m πριν την εκβολή του στη θαλάσσια περιοχή της Γερμασόγειας. Στόχος είναι μέσα από την κατασκευή του έργου αυτού να διαμορφωθεί ένα ενιαίο γραμμικό λειτουργικό πάρκο, το οποίο θα δημιουργήσει χώρο περίπατου, άθλησης και αναψυχής για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της περιοχής. Το ευρύτερο αυτό έργο έχει διαχωριστεί σε 4 Φάσεις και η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη για τη Φάση Α' του έργου.

Η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης (Φάση Α') έχει συνολικό μήκος 340m και εκτείνεται από το σημείο όπου ο ποταμός διέρχεται κάτω από την οδό Δαιδαλίδων μέχρι το σημείο όπου διοχετεύεται κάτω από τη Λεωφόρο Γεωργίου Α' (Παραλιακός δρόμος).

Κύριο αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η υδραυλική προσομοίωση του ποταμού, με σκοπό να διαφανεί κατά πόσο οι αλλαγές που προτείνεται να διαμορφωθούν στην περιοχή ανάπλασης, μπορούν να διοχετεύουν με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές του ποταμού, χωρίς να προκαλούν τον πλημμυρισμό της περιοχής. Σε περίπτωση που διαφανεί ότι τα προτεινόμενα έργα προκαλούν τον πλημμυρισμό της περιοχής, τότε θα εξεταστούν/προσομοιωθούν διάφορες εναλλακτικές λύσεις, με σκοπό να διαφανεί κατά πόσο μπορούν να επιλυθούν τα φαινόμενα αυτά. Η υδραυλική προσομοίωση γίνεται με την χρήση του λογισμικού HEC-RAS για συνθήκες μονοδιάστατης ανάλυσης μόνιμης ροής (steady flow).

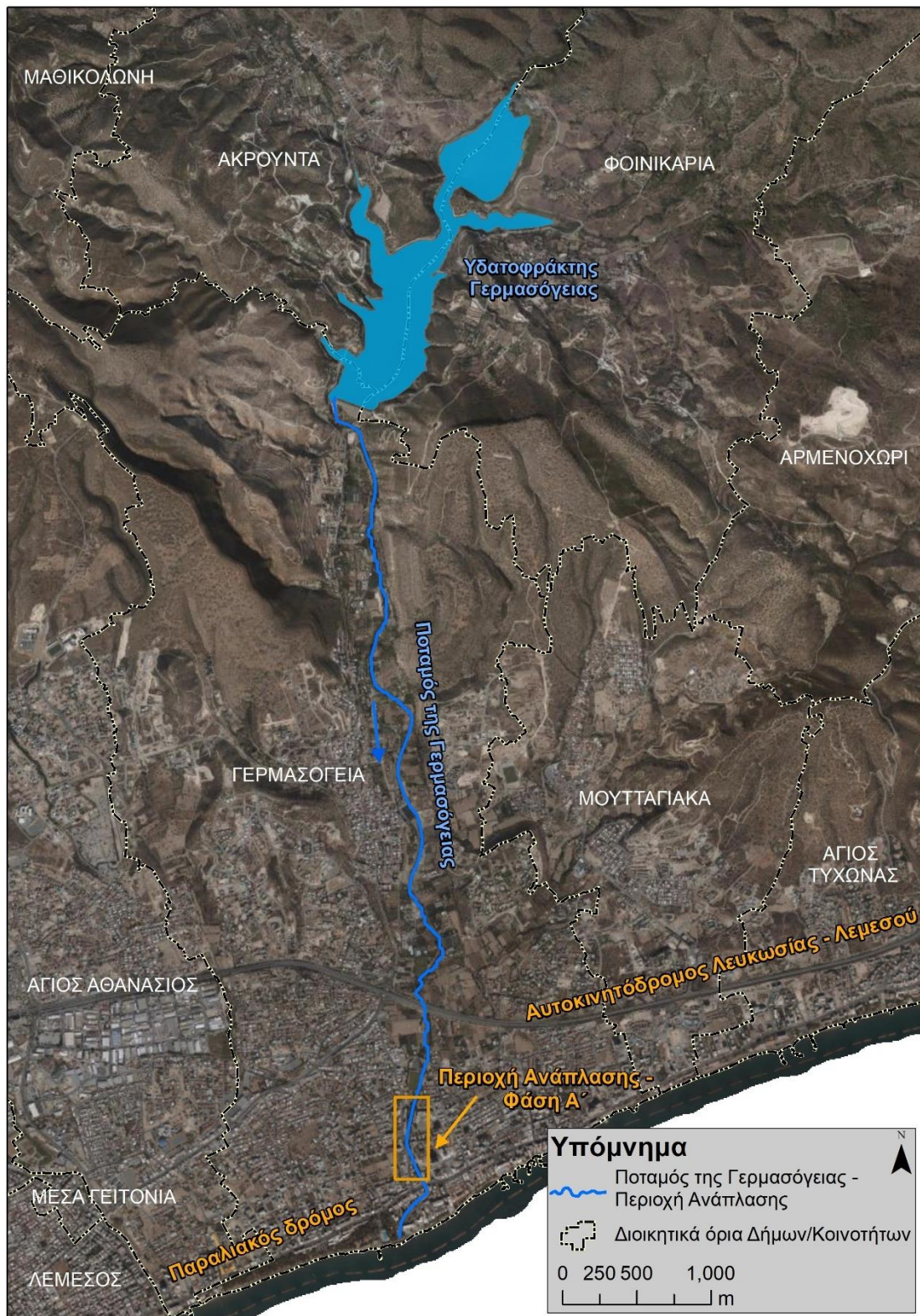
Τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης κατέδειξαν ότι, κατά μήκος της περιοχής ανάπλασης παρουσιάζονται περιοχές οι οποίες πλημμυρίζουν. Παρόλα αυτά οι λύσεις που προτείνονται για την επίλυση των προβλημάτων πλημμυρισμού, δεν αποφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας σε τμήμα κατά μήκος του ποταμού της Γερμασόγειας, όπου προτείνεται να πραγματοποιηθούν κατασκευαστικά έργα για την ανάπλαση της περιοχής. Στα πλαίσια του έργου αυτού, θα πραγματοποιηθεί ανάπλαση της περιοχής του ποταμού, συγκεκριμένα από την περιοχή αμέσως κατάντη του φράγματος της Γερμασόγειας μέχρι και το σημείο που ο ποταμός διέρχεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο Λεμεσού, 500m πριν την εκβολή του στη θαλάσσια περιοχή της Γερμασόγειας. Στόχος είναι μέσα από την κατασκευή του έργου αυτού να διαμορφωθεί ένα ενιαίο γραμμικό λειτουργικό πάρκο, το οποίο θα δημιουργήσει χώρο περίπατου, άθλησης και αναψυχής για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της περιοχής. Το έργο αυτό έχει διαχωριστεί σε 4 Φάσεις και η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη για τη Φάση Α' του έργου.

Η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης (Φάση Α') έχει συνολικό μήκος 340m και εκτείνεται από το σημείο όπου ο ποταμός διέρχεται κάτω από την οδό Δαιδαλίδων μέχρι το σημείο όπου διοχετεύεται κάτω από τη Λεωφόρο Γεωργίου Α' (Παραλιακός δρόμος). Στο Χάρτη 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης που αφορά τη Φάση Α', καθώς και η περιοχή της ευρύτερης ανάπλασης, συνολικού μήκους 6,2km.

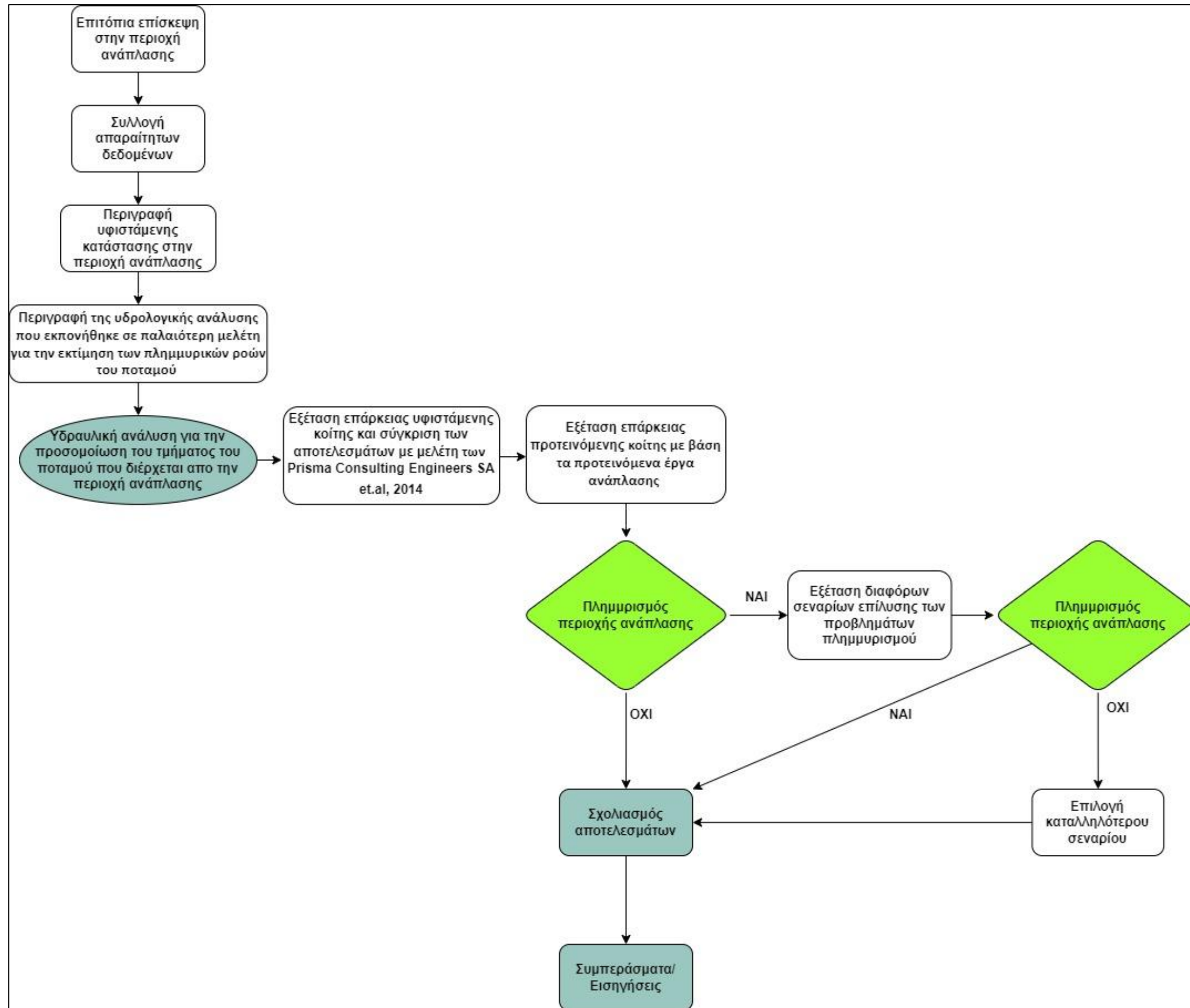
Κύριο αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η υδραυλική προσομοίωση του τμήματος του ποταμού στο οποίο θα διαμορφωθούν τα προτεινόμενα έργα ανάπλασης, με σκοπό να διαφανεί κατά πόσο οι αλλαγές που προτείνεται να διαμορφωθούν στην περιοχή ανάπλασης, μπορούν να διοχετεύουν με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές του ποταμού, χωρίς να προκαλούν τον πλημμυρισμό της περιοχής. Σε περίπτωση που διαφανεί ότι τα προτεινόμενα αυτά έργα προκαλούν τον πλημμυρισμό της περιοχής, τότε θα εξεταστούν υδραυλικά διάφορες εναλλακτικές λύσεις, με σκοπό να διαφανεί κατά πόσο μπορούν να επιλυθούν προβλήματα πλημμυρισμού στις περιοχές αυτές. Σημειώνεται ότι στην παρούσα εργασία, δεν θα πραγματοποιηθεί υδρολογική ανάλυση για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών του ποταμού, αλλά θα υιοθετηθούν οι ροές οι οποίες εκτιμήθηκαν σε παλαιότερη μελέτη για τον συγκεκριμένο ποταμό, η οποία περιγράφεται αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 4.



Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα της ευρύτερης περιοχής όπου απεικονίζεται το τμήμα του ποταμού κατά μήκος του οποίου θα γίνει η προτεινόμενη ανάπλαση καθώς και η περιοχή ανάπλασης που αφορά τη Φάση Α'

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και με σκοπό την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας στη περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης από τις πλημμυρικές ροές του ποταμού, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στο Διάγραμμα Ροής (βλ. Διάγραμμα 1) και το οποίο επεξηγείται αναλυτικότερα στην παρούσα παράγραφο.



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην μελέτη

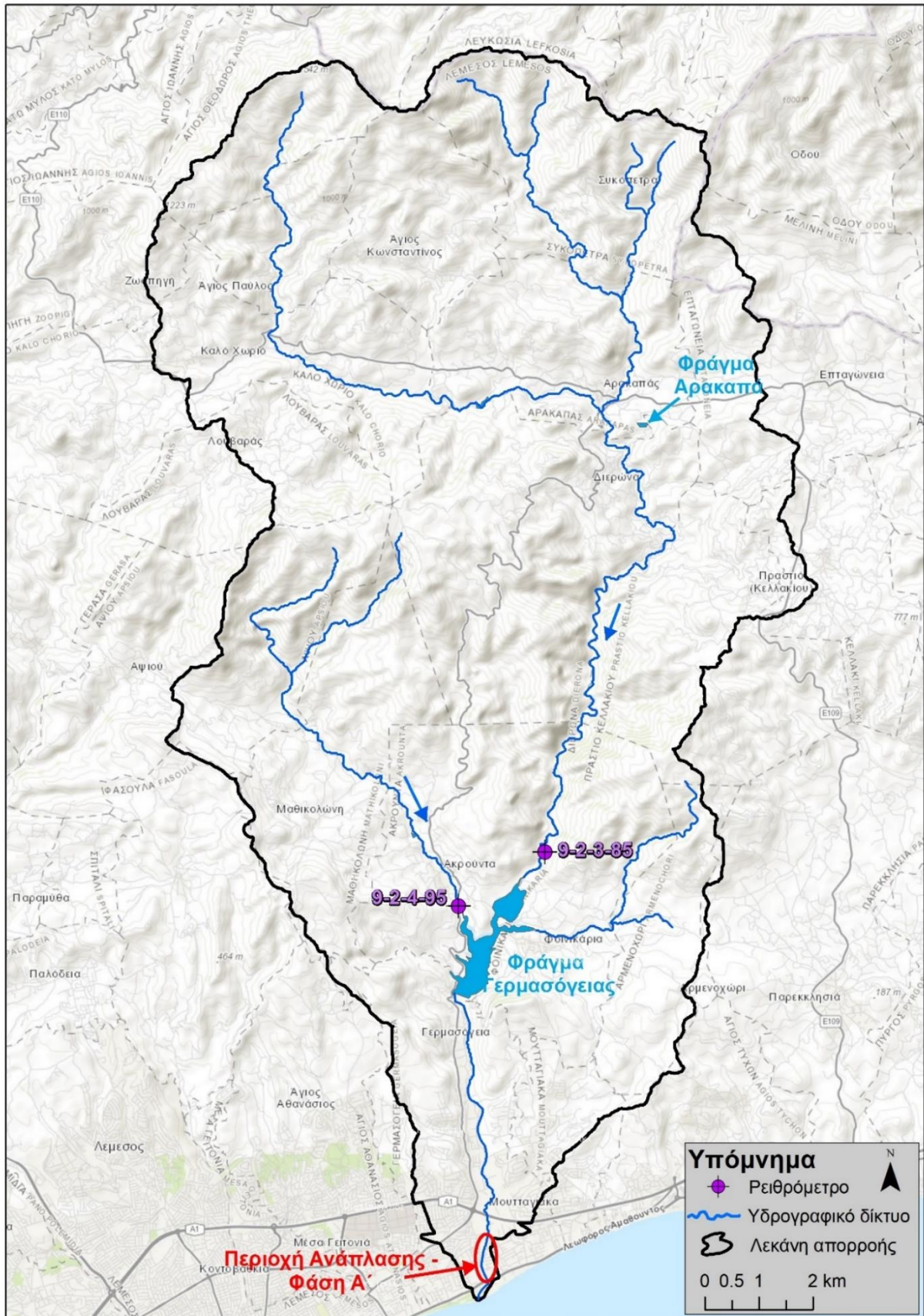
- **Επιτόπια επισκόπηση** στην περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης, συνολικού μήκους 340m, με σκοπό την κατανόηση των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή καθώς και καταγραφή των υδραυλικών έργων που εντοπίζονται σε αυτήν.
- **Συλλογή δεδομένων** που χρειάζονται για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας:
 - Αρχιτέκτονες μηχανικοί: Παραχώρηση των αρχιτεκτονικών τομών στις οποίες απεικονίζονται οι προτεινόμενες αλλαγές κατά μήκος της περιοχής ανάπλασης καθώς και η τοπογραφία της περιοχής.
- **Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης – Κεφάλαιο 3** στην περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης καθώς και των υδραυλικών έργων που εντοπίζονται σε αυτή.
- **Περιγραφή της Υδρολογικής ανάλυσης και της μεθοδολογίας - Κεφάλαιο 4** που χρησιμοποιήθηκε από την μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών του ποταμού για περιόδους επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια μέχρι το σημείο εκβολής του ποταμού στη θάλασσα, στα πλαίσια της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ της ΕΕ.
- **Υδραυλική ανάλυση - Κεφάλαιο 5** στην οποία χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστες πλημμυρικές ροές που εκτιμήθηκαν στη μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#), έτσι ώστε να εισαχθούν στο υδραυλικό μοντέλο και να πραγματοποιηθεί η υδραυλική προσομοίωση του ποταμού. Για τους σκοπούς της προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό HEC-RAS, το οποίο έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει την υδατική στάθμη και την ικανότητα διόδευσης πλημμυρών στην παρουσία ή μη διαφόρων υδραυλικών έργων, όπως περιγράφεται και αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 5. Στόχος είναι, μέσα από την υδραυλική ανάλυση να διαφανεί ο κίνδυνος πλημμυρισμού της περιοχής ανάπλασης, μετά και τις αλλαγές που προτείνεται να πραγματοποιηθούν κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Ακολούθως εάν διαφανεί ότι τα έργα αυτά προκαλούν τον πλημμυρισμό σε περιοχές που σήμερα δεν εμφανίζουν φαινόμενα πλημμυρισμού, τότε θα εξεταστούν εναλλακτικά σενάρια με σκοπό την επίλυση των προβληματικών περιοχών.
- **Συμπεράσματα / Εισηγήσεις**

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ

Ο ποταμός της Γερμασόγειας πηγάζει από τις ορεινές περιοχές της επαρχίας Λεμεσού και μέχρι το σημείο που εκβάλλει στη θάλασσα έχει λεκάνη απορροής με συνολική έκταση περίπου 178km², και μήκος ποταμού της τάξεως των 37,0km. Εντός της λεκάνης απορροής περιλαμβάνεται μεγάλος αριθμός ορεινών και ημιορεινών Κοινοτήτων της επαρχίας Λεμεσού (Άγ. Παύλο, Άγ. Κωνσταντίνο, Συκόπετρα, Αρακαπά, Διερώνας, Μαθηκολώνη, Ακρούντα, Γερμασόγεια και Φοινικάρια), καθώς και 2 (δύο) εμπλουτιστικά φράγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται ώστε να παρέχουν νερού σε κατοικημένες και αγροτικές περιοχές. Συγκεκριμένα, το 1968 ολοκληρώθηκε και τέθηκε σε λειτουργία το φράγμα της Γερμασόγειας, χωρητικότητας 13,5 εκατ. m³, καθώς και το φράγμα του Αρακαπά, το οποίο ολοκληρώθηκε το 1975 με χωρητικότητα 129.000m³. Ανάντη του φράγματος της Γερμασόγειας υπάρχουν τα ρειθρόμετρα με κωδικό «r9-2-4-95» και «r9-2-3-85», τα οποία καταγράφουν τις ροές των ποταμών που εκβάλλουν εντός του φράγματος.

Στο Χάρτη 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται η λεκάνη απορροής του ποταμού, το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής, τα ρειθρόμετρα που βρίσκονται ανάντη του φράγματος καθώς και η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης.

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Χάρτης 2: Λεκάνη απορροής ποταμού της Γερμασόγειας

Όπως είναι διαμορφωμένη σήμερα η κατάσταση στην περιοχή, το μεγαλύτερο μέρος του ποταμού, κυρίως ανάντη του φράγματος, διέρχεται απρόσκοπτα από τη φυσική του κοίτη.

Ο ποταμός κατάντη του φράγματος διέρχεται δίπλα από την Κοινότητα της Γερμασόγειας, και με νότια κατεύθυνση, περίπου 4,0km κατάντη του φράγματος, οδηγείται κάτω από τον αυτοκινητόδρομο Λεμεσού-Πάφου. Στη συνέχεια εισέρχεται εντός της τουριστικής περιοχής «Ποταμός Γερμασόγειας» όπου διανύοντας απόσταση 1,0km, προς τα νότια, εκβάλλει στη θάλασσα.

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε επιτόπια επίσκεψη (18/05/2023) στη περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης, με σκοπό την κατανόηση των υδρολογικών και υδραυλικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή καθώς και την καταγραφή των υφιστάμενων υδραυλικών έργων. Στο Χάρτη 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται σε δορυφορική εικόνα η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης (Φάση Α') καθώς και η θέση και προσανατολισμός των Φωτογραφιών 1-6 που αναφέρονται στη συνέχεια.

Η Φάση Α' της προτεινόμενης ανάπλασης, έχει συνολικό μήκος 340m και ξεκινά από το σημείο που ο ποταμός διέρχεται κάτω από την οδό Δαιδαλίδων και εκτείνεται μέχρι το σημείο που διοχετεύεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (Λεωφόρος Γεωργίου Α'). Ο ποταμός αφού εισέλθει στην περιοχή ανάπλασης διοχετεύεται κάτω από παλαιό Ενετικό γεφύρι, το οποίο αποτελείται από 3 τοξωτά ανοίγματα διαστάσεων όπως φαίνεται στη Φωτογραφία 1. Στη συνέχεια ο ποταμός διέρχεται μέσα από διευθετημένη, ορθογωνική διατομή μεγάλου πλάτους με επένδυση από σκυρόδεμα, τμήμα το οποίο ουσιαστικά έχει ενταχθεί στον αστικό ιστό της πόλης, και σήμερα χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης, ως οδός πρόσβασης προς την παραλία και ως κοινόχρηστος χώρος (βλ. Φωτογραφίες 2-4). Ακολούθως ο ποταμός εξέρχεται από την περιοχή μελέτης, μέσω γέφυρας που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (Λεωφόρο Γεωργίου Α') η οποία αποτελείται από 4 ορθογωνικούς οχετούς διαστάσεων 5,60m (πλάτος) x 2,75m (ύψος) έκαστος (βλ. Φωτογραφία 5). Ο ποταμός αφού εξέλθει του γεφυριού συνεχίζει την πορεία του προς τα κατάντη και με νότια κατεύθυνση όπου σε απόσταση 500m εκβάλλει στη θάλασσα (βλ. Φωτογραφία 6).



Φωτογραφία 1: Άποψη του ποταμού στην είσοδο της περιοχής ανάπλασης όπου διέρχεται από παλαιό Ενετικό γεφύρι (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς βόρειοδυτικά)



Φωτογραφία 2: Άποψη της περιοχής εισόδου του ποταμού στην περιοχή ανάπλασης αμέσως κατάντη του Ενετικού γεφυριού (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς νοτιοανατολικά)



Φωτογραφία 3: Άποψη της περιοχής ανάπλασης και της πορείας του ποταμού (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς νότια)



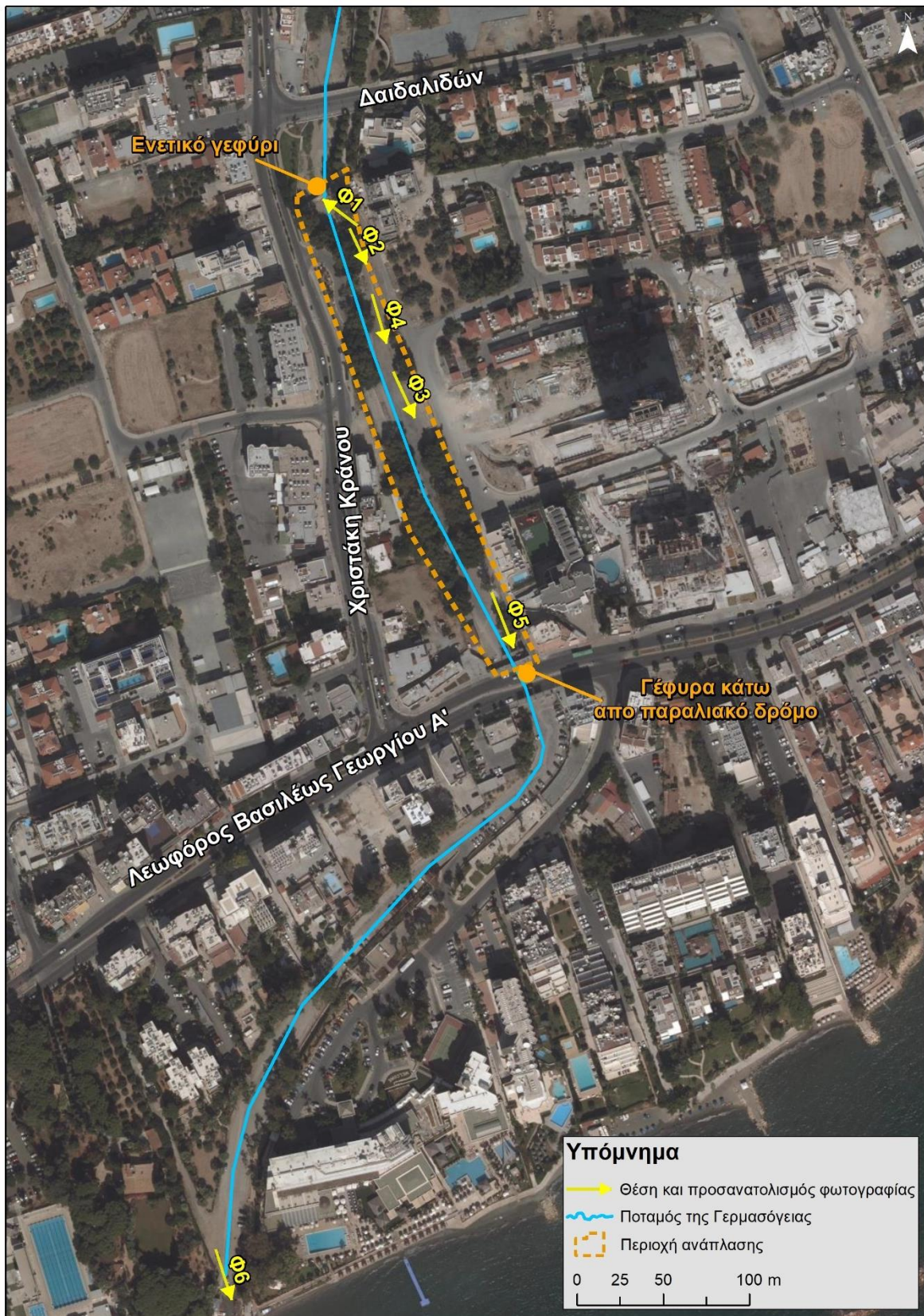
Φωτογραφία 4: Άποψη της περιοχής ανάπλασης και της πορείας του ποταμού (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς βόρεια)



Φωτογραφία 5: Άποψη της γέφυρας που βρίσκεται στην έξοδο του ποταμού από την περιοχή ανάπλασης (Παραλιακός δρόμος) που αποτελείται από 4 ορθογωνικούς οχετούς διαστάσεων 5,60m πλάτους και 2,75m ύψους (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς βόρεια)



Φωτογραφία 6: Άποψη του σημείο εκβολής του ποταμού στη θάλασσα (προσανατολισμός φωτογραφίας: προς νότια)



Χάρτης 3: Απεικόνιση της περιοχής ανάπλασης καθώς και της θέσης και τον προσανατολισμό των φωτογραφιών Φ1-Φ6

4. ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ - ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

4.1 Γενικά Στοιχεία

Οι πλημμύρες είναι τα πιο συχνά φυσικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα παγκοσμίως και είναι αδύνατον να προληφθούν (CRED, 2022). Τέτοια φαινόμενα μπορεί να προκαλέσουν θανάτους, μετακινήσεις πληθυσμών και ζημιές στο περιβάλλον, και παράλληλα να θέσουν σε κίνδυνο την οικονομική ανάπτυξη και να υπονομεύσουν τις οικονομικές δραστηριότητες της Κοινότητας. Ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αύξηση των ανθρωπίνων οικισμών και περιουσιακών στοιχείων στις πλημμυρικές περιοχές καθώς και η μείωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους λόγω αλλαγών στη χρήση γης καθώς και η αλλαγή του κλίματος, συμβάλλουν στην αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης φαινομένων πλημμύρας και των αρνητικών επιπτώσεων της. Ως εκ τούτου προκειμένου να αποφευχθούν και να μειωθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις που απορρέουν από πλημμύρες στην εκάστοτε περιοχή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προχώρησε στην έκδοση της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ που προνοεί για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Η Κυπριακή Δημοκρατία ως Κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ήδη μεταφέρει τις πρόνοιες της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ στο Κυπριακό δίκαιο με τους εναρμονιστικούς περί Αξιολόγησης, Διαχείρισης και Αντιμετώπισης των Κινδύνων Πλημμύρας Νόμους του 2010 και 2012¹. Η εναρμονιστική νομοθεσία που τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2010 καθορίζει ως “Αρμόδια Αρχή” για την εφαρμογή της το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων και ως “Συντονιστική Αρχή” το Υπουργείο Εσωτερικών.

Σκοπός της Οδηγίας και φυσικά της αντίστοιχης εναρμονιστικής Κυπριακής νομοθεσίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας με στόχο τη μείωση των αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες της Κοινότητας.

Η εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια ως εξής:

- α. **Διεξαγωγή Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνου Πλημμύρας (ΠΑΚΠ) για κάθε Περιοχή Λεκάνης Απορροής Ποταμού (ΠΛΑΠ).** Βάσει της ΠΑΚΠ προσδιορίζονται οι περιοχές για τις οποίες συμπεραίνεται ότι υπάρχουν δυνητικοί σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας ή είναι πιθανόν να προκύψουν στο μέλλον.
- β. **Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας** σε επίπεδο ΠΛΑΠ για τις ανωτέρω περιοχές, σύμφωνα άρθρο 6 της Οδηγίας. Στους χάρτες αυτούς παρουσιάζονται οι δυνητικές αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, στο

¹ Ευρωπαϊκή οδηγία 2007/60/ΕΚ και Κυπριακή Νομοθεσία για τις Πλημμύρες https://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wfdf.nsf/page13_gr/page13_gr?opendocument

περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά και στην οικονομική δραστηριότητα, που συνδέονται με διαφορετικά σενάρια πλημμύρας.

- γ. **Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ)** συντονισμένων σε επίπεδο ΠΛΑΠ για τις περιοχές που υπάρχουν δυνητικοί σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας ή είναι πιθανόν να προκύψουν στο μέλλον.

4.2 Περιοχές Δυνητικού Σημαντικού Κινδύνου Πλημμύρας (ΠΔΣΚΠ)

Οι ΠΔΣΚΠ προσδιορίστηκαν με βάση την ΠΑΚΠ και αφορά τις περιοχές στις οποίες υπάρχουν δυνητικοί σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας ή είναι πιθανόν τέτοιοι κίνδυνοι να προκύψουν στο μέλλον.

Τα κριτήρια που τέθηκαν για την επιλογή των περιοχών αυτών είναι τα εξής:

- Τα τμήματα των ποταμών έχουν μέγεθος λεκάνης απορροής μεγαλύτερο από 10 km²
- Να διέρχονται ή να γειτνιάζουν με ανεπτυγμένες πολεοδομικές ζώνες και δομημένες περιοχές ζώνες
- Να αφορούν τμήματα ποταμών όπου έχουν σημειωθεί πλημμύρες στο παρελθόν οι οποίες θα μπορούσαν να συμβούν και στο μέλλον ή να εκτιμάται ότι μπορεί να σημειωθούν πλημμύρες στο μέλλον λόγω κλιματικών αλλαγών ή σημερινών αναπτύξεων ανεξάρτητα εμφάνισης ή όχι ιστορικής πλημμύρας.

Με βάση και τα πιο πάνω, το τμήμα του ποταμού της Γερμασόγειας κατάντη του φράγματος, συνολικού μήκους 6,2km έχει χαρακτηριστεί ως μια από τις συνολικά 38 περιοχές Πιθανού Σημαντικού Κινδύνου Πλημμύρας στις οποίες υπάρχουν ή ενδέχεται να υπάρξουν σοβαροί δυνητικοί κίνδυνοι πλημμύρας. Σε περιόδους που το φράγμα είναι πλήρες ή σχεδόν πλήρες υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πλημμυρισμού των περιοχών κατάντη του φράγματος. Ενδεικτικές φωτογραφίες παρουσιάζονται πιο κάτω, στις οποίες φαίνεται η περιοχή της ανάπλασης κατακλυσμένη από νερό μετά από έντονα γεγονότα βροχόπτωσης.



Φωτογραφία 7: Ενδεικτική απεικόνιση πλημμυρισμού της περιοχής ανάπλασης μετά από έντονα γεγονότα βροχόπτωσης
(Πηγή: <https://www.sigmalive.com/news/local/604592/anamenetai-yperxeilisi-tou-fragmatos-germasogeias-ekleise-o-xoros-stathmefsis>)



Φωτογραφία 8: Ενδεικτική φωτογραφία πλημμυρισμού στην περιοχή του Ενετικού γεφυριού που βρίσκεται στην είσοδο της περιοχής ανάπλασης μετά από έντονα γεγονότα βροχόπτωσης
(Πηγή: <https://allaboutlimassol.com/potamos-amathos-germasogeia>)

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΡΟΩΝ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΤΗΣ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ

5.1 Γενικά Στοιχεία

Τον Ιούνιο του 2014, οι [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) εκπόνησαν υδρολογική μελέτη για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών του ποταμού της Γερμασόγειας, στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ της ΕΕ. Στην παράγραφο που ακολουθεί περιγράφεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών του ποταμού για γεγονότα βροχόπτωσης περιόδου επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια μέχρι το σημείο εκβολής του ποταμού στη θάλασσα.

Για την εκτίμηση των ροών αναπτύχθηκαν υδρολογικά μοντέλα βροχής - απορροής για τη λεκάνη του ποταμού και κατασκευάστηκαν τα πλημμυρικά υδρογραφήματα για τρία υδρολογικά σενάρια, τα οποία αποτελούν τα δεδομένα εισόδου στο υδραυλικό μοντέλο.

Για την ανάπτυξη των υδρολογικών μοντέλων ακολουθήθηκαν η εξής μεθοδολογία:

- ≡ **Καταιγίδες Σχεδιασμού:** Για το σχηματισμό των καταιγίδων σχεδιασμού χρησιμοποιήθηκαν οι έτοιμες όμβριες καμπύλες που παρουσιάζονται στα Μετεωρολογικά Σημειώματα τα οποία έχουν παραχθεί από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. Η κλιματική αλλαγή λήφθηκε υπόψη κάνοντας χρήση των όμβριων καμπυλών που βασίζονται στα δεδομένα της περιόδου μετά το 1970, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η αύξηση στις εντάσεις βροχόπτωσης που παρατηρήθηκαν στην Κύπρο για την περίοδο μετά το 1970 σε σχέση με την περίοδο πριν από το 1970.
- ≡ **Απώλειες βροχόπτωσης:** Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Αριθμού Καμπύλης (CN) της SCS ([SCS, 1956](#)). Για τον προσδιορισμό του συνδυασμού της εδαφικής κάλυψης και της κατεργασίας έγινε αξιοποίηση του διαθέσιμου χάρτη Corine2006².
- ≡ **Απόκριση Λεκάνης – Απορροή:** Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο μοναδιαίου υδρογραφήματος SCS ([Sherman, 1932](#)) το οποίο είναι μοντέλο γεγονότος, ενιαίο, εμπειρικό, προσδιοριστικό με παραμέτρους που εκτιμώνται από τις ιδιότητες της λεκάνης απορροής.
- ≡ **Διόδευση Υδρογραφημάτων** κατά μήκος των ρεμάτων: Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Muskingum-Cunge ([Chow, 1959](#)).
- ≡ **Επίδραση ταμιευτήρων:** Η μοντελοποίηση των υφιστάμενων ταμιευτήρων έγινε θεωρώντας ότι κατά τη αρχή της βροχόπτωσης η στάθμη τους δε βρίσκεται κάτω από τη μέγιστη κανονική στάθμη. Οι σχέσεις Αποθήκευσης – Στάθμης νερού στον ταμιευτήρα και Στάθμης – Παροχής εκροής από υπερχειλιστή προέκυψαν κατά κανόνα από τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από την υπηρεσία κατασκευών του ΤΑΥ.

² <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

Για την βαθμονόμηση του υδρολογικού μοντέλου πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη μεθοδολογία:

1. **Χρησιμοποιώντας ιστορικές πλημμύρες:** Όπου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα απορροής από τους δύο σταθμούς μέτρησης ροής («r9-2-4-95» και «r9-2-3-85»). Και οι δύο σταθμοί βρίσκονται ανάντη του φράγματος Γερμασόγειας όπως φαίνεται και στο Χάρτη 2 πιο πάνω. Για τη βαθμονόμηση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν ιστορικά αρχεία βροχοπτώσεων και πλημμυρών που συνέβησαν στις 9 Ιανουαρίου 1989 και στις 21 Νοεμβρίου 1994.
2. **Πραγματοποιώντας στατιστική ανάλυση από διαθέσιμες καταγεγραμμένες μέγιστες ετήσιες ροές:** Έγινε ανάλυση της συχνότητας καταγεγραμμένων μέγιστων ροών με χρήση του λογισμικού Hydrognomon (έκδοση 4.1.0) για τον υπολογισμό των πλημμυρικών ροών για διάφορες περιόδους επαναφοράς (20 χρόνια, 100 χρόνια και 500 χρόνια). Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο «Pythia», εργαλείο του λογισμικού που επιτρέπει την ολοκληρωμένη στατιστική ανάλυση υδρολογικών χρονοσειρών. Αφού γίνει εισαγωγή των τιμών των μέγιστων ετήσιων βροχοπτώσεων υπάρχει η δυνατότητα να εξεταστεί ποια θεωρητική στατιστική κατανομή ταιριάζει καλύτερα στο δείγμα με τις μέγιστες ετήσιες τιμές κάθε σταθμού. Ο έλεγχος καταλληλότητας έγινε με το τεστ χ^2 με επίπεδο σημαντικότητας για $\alpha=5\%$.

Η στατιστική ανάλυση των ροών έγινε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες «Bulletin 17B, Guidelines for Determining Flood Flow Frequency ([Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982](#))».

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού η καταλληλότερη κατανομή για τον σταθμό «r9-2-4-95» ήταν EV2-Max (L-Moments) ενώ για τον σταθμό «r9-2-3-85» επιλέχθηκε η κατανομή GEV-Max (L-Moments).

Στη προκειμένη περίπτωση για τον υπό μελέτη ποταμό υιοθετήθηκαν οι ροές που προκύπτουν μέσω της στατιστικής ανάλυσης των καταγεγραμμένων μέγιστων ετήσιων ροών από τους 2 σταθμούς που βρίσκονται ανάντη του φράγματος.

Τα αποτελέσματα της υδρολογικής ανάλυσης, όπως παρουσιάστηκαν στην εν λόγω μελέτη ([Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#)) αναφορικά με τον υπολογισμό των πλημμυρικών ροών περιόδου επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα μέγιστων πλημμυρικών ροών για τον ποταμό της Γερμασόγειας σύμφωνα με την μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#)

Περιοχή μελέτης	Έκταση λεκάνης απορροής (km ²)	Μέγιστες εκτιμώμενες πλημμυρικές ροές (m ³ /s)		
		Περίοδος επαναφοράς		
		20χρ.	100χρ.	500χρ.
Μέχρι την εκβολή ποταμού	178,4	48,7	150,4	376,0
Μέχρι τον σταθμό «9-2-4-95»	31,0	9,4	32,9	113,4
Μέχρι τον σταθμό «9-2-3-85»	110,0	56,5	174,7	540,4

5.2 Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

Στους Χάρτες 3-5 παρουσιάζονται οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας για τον υπό μελέτη ποταμό, για κάθε μια τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς (20, 100 και 500 χρόνια) όπως αυτοί παρουσιάστηκαν στην μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#).

Στους Χάρτες αυτούς υποδεικνύονται η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης καθώς και τα 2 υδραυλικά έργα που εντοπίζονται στην είσοδο της περιοχής ανάπλασης (Ενετικό γεφύρι) και στην έξοδο (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο).

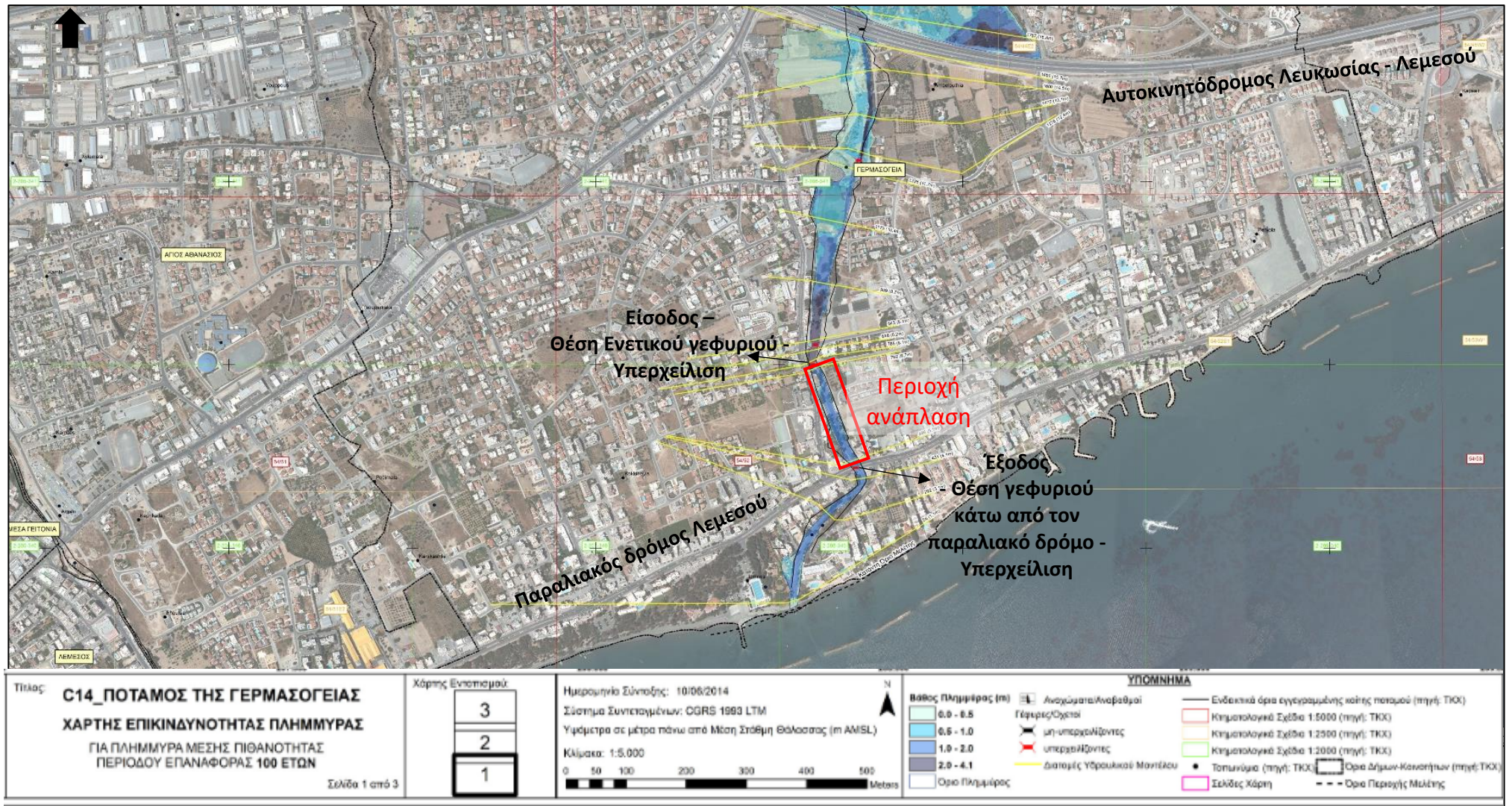
Όπως φαίνεται στον Χάρτη 3 για περίοδο επαναφοράς 20 χρόνια, δεν παρατηρούνται φαινόμενα πλημμυρισμού κατά μήκος της περιοχής ανάπλασης. Τόσο το Ενετικό γεφύρι όσο και η γέφυρα κάτω από τον παραλιακό δρόμο, διοχετεύουν με ασφάλεια την πλημμυρική ροή του ποταμού για βροχόπτωσης περιόδου επαναφοράς 1 στα 20 χρόνια. Αντίθετα για περιόδους επαναφοράς 100 και 500 χρόνια (βλ. Χάρτες 4 και 5) τα υδραυλικά έργα στη περιοχή ανάπλασης φαίνεται ότι δεν μπορούν να διοχετεύσουν με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές του ποταμού ενώ παρατηρείται κατακλυσμός εκατέρωθεν της κοίτης του ποταμού σε διάφορα σημεία.

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



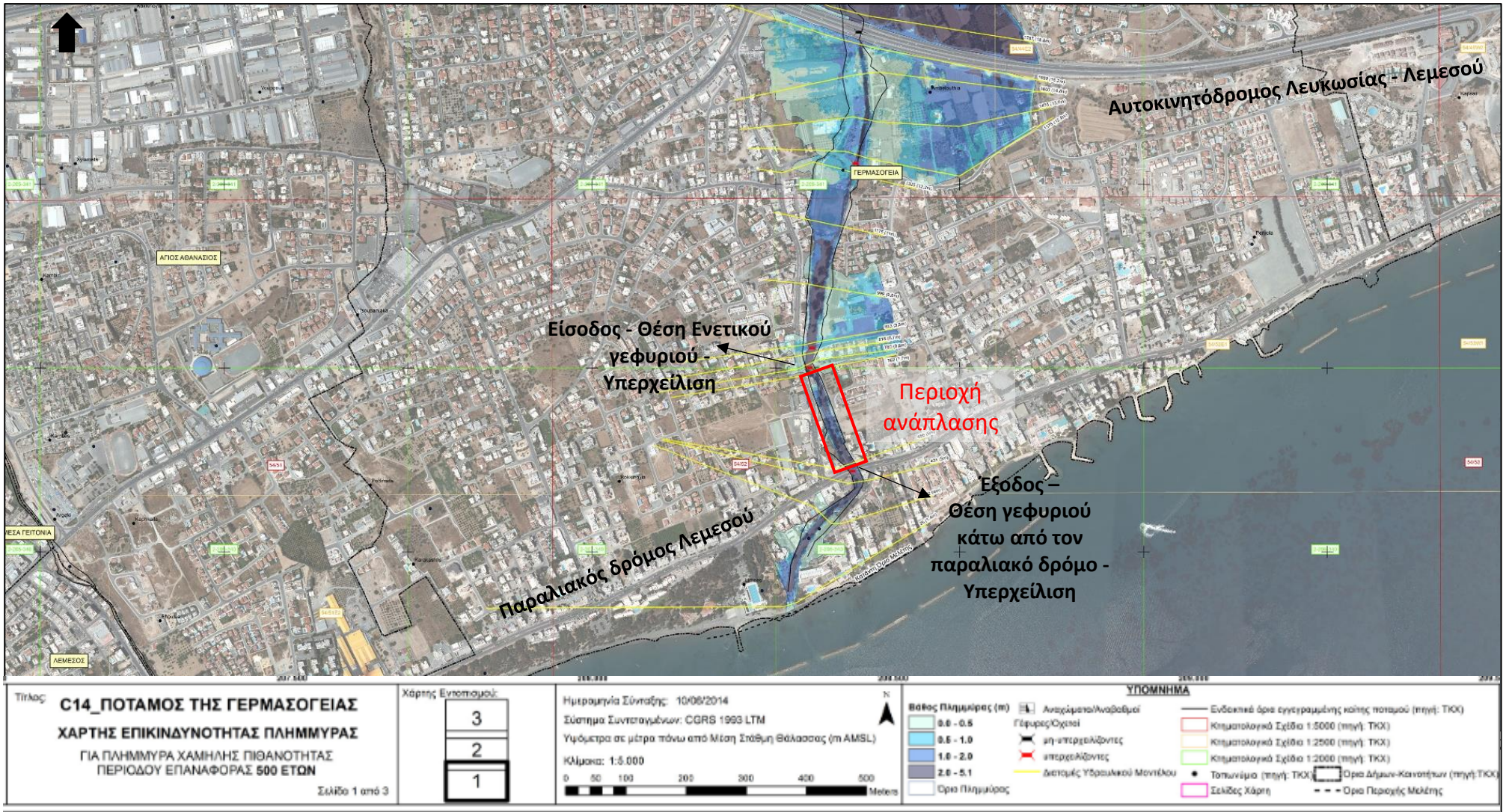
Χάρτης 4: Πλημμυρικός χάρτης ποταμού της Γερμασόγειας για περίοδο επαναφοράς 20 χρόνια (Πηγή: ΤΑΥ – https://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wfdf.nsf/home_gr/home_gr?Opendocument)

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Χάρτης 5: Πλημμυρικός χάρτης ποταμού της Γερμασόγειας για περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια (Πηγή: ΤΑΥ – https://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wfdf.nsf/home_gr/home_gr?Opendocument)

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Χάρτης 6: Πλημμυρικός χάρτης ποταμού της Γερμασόγειας για περίοδο επαναφοράς 500 χρόνια (Πηγή: ΤΑΥ – https://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wdfp.nsf/home_gr/home_gr?OpenDocument)

6. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Το υδραυλικό μέρος της μελέτης έχει ως στόχο να καταδείξει τον κίνδυνο πλημμύρας κατά μήκος των προτεινόμενων έργων που θα διαμορφωθούν για την ανάπλαση της περιοχής. Τα έργα αυτά αφορούν την διαμόρφωση ποδηλατόδρομου και πεζόδρομου κατά μήκος της υφιστάμενης κοίτης του ποταμού.

Η υδραυλική προσομοίωση έγινε με την χρήση του λογισμικού HEC-RAS ver. 5.0.7³ για συνθήκες μονοδιάστατης ανάλυσης μόνιμης ροής (steady flow). Η τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής τόσο της υφιστάμενης κατάστασης όσο και της προτεινόμενης έγιναν από τοπογράφους μηχανικούς και αρχιτέκτονες.

Για την προσομοίωση του υπό μελέτη τμήματος του ποταμού στην περιοχή ανάπλασης θα ακολουθηθεί η πιο κάτω διαδικασία.

1. **Υδραυλική προσομοίωση της υφιστάμενης κοίτης.** Σκοπός είναι να διαφανεί αν οι πλημμυρικές ροές του ποταμού για γεγονότα βροχόπτωσης περιόδου επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια μπορούν να διοχετεύονται με ασφάλεια από την υφιστάμενη κοίτη του ποταμού. Ακολούθως θα γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν από την υδραυλική προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης με τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε για τον ίδιο ποταμό στην μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ της ΕΕ. Σκοπός της σύγκρισης αυτής είναι να διαφανεί κατά πόσο η υδραυλική προσομοίωση της παρούσας μελέτης επαληθεύει τα αποτελέσματα από την υδραυλική προσομοίωση της παλαιότερης μελέτης.
2. **Υδραυλική προσομοίωση της προτεινόμενης κοίτης.** Μέσα από την υδραυλική προσομοίωση της προτεινόμενης διαμόρφωσης στην περιοχή ανάπλασης θα διαφανεί κατά πόσο τα προτεινόμενα έργα προκαλούν τον πλημμυρισμό σε περιοχές οι οποίες κάτω από τις υφιστάμενες συνθήκες δεν παρουσιαζόταν πλημμυρισμός.

Εφόσον διαφανεί ότι τα προτεινόμενα έργα προκαλούν πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή ανάπλασης, τότε θα προσομοιωθούν διάφορες εναλλακτικές λύσεις για την επίλυση των προβλημάτων αυτών.

³ <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

6.2 Γενικά Στοιχεία για το Υδραυλικό Μοντέλο

Όπως έχει προαναφερθεί η υδραυλική προσομοίωση θα γίνει με την χρήση του λογισμικού HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centre River Analysis System). Το HEC-RAS είναι ένα λογισμικό πακέτο που εκτελεί μονοδιάστατους υπολογισμούς σταθερής ροής, μονοδιάστατους και δισδιάστατους υπολογισμούς ασταθούς ροής, υπολογισμούς μεταφοράς ιζημάτων/κινητής κλίνης και μοντελοποίησης θερμοκρασίας/ποιότητας νερού. Το μοντέλο έχει ουσιαστικά τη δυνατότητα να προβλέπει την υδατική στάθμη μέσα σε υδατορέματα και την ικανότητα διόδευσης πλημμυρών στην παρουσία ή μη διαφόρων υδραυλικών έργων. Η υπολογιστική διαδικασία στηρίζεται στην επίλυση της εξίσωσης ενέργειας, με την διαδεδομένη προσεγγιστική μέθοδο του σταθερού βήματος (Standard Step Method-SSM), σε συνδυασμό με την εξίσωση Manning για την εκτίμηση της κλίσης της γραμμής ενέργειας (απώλειες λόγω τριβής).

Ο προσδιορισμός της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας μπορεί να γίνει είτε για υποκρίσιμη ροή είτε για υπερκρίσιμη ή μικτή ροή. Το υδραυλικό μοντέλο έχει τη δυνατότητα ελέγχου της ροής με βάση τον αριθμό Froude και μπορεί να προσομοιώνει περιπτώσεις όπου εμφανίζονται εναλλαγές των καταστάσεων ροής. Επίσης μπορούν να θεωρηθούν διαφορετικοί συντελεστές τραχύτητας στην κεντρική κοίτη υπολογίζοντας την παροχή χωριστά σε κάθε τμήμα της διατομής και δίνοντας τελικά τη συνολική παροχή ως άθροισμά επιμέρους παροχών.

Όσον αφορά τις οριακές συνθήκες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του HEC-RAS είναι ο καθορισμός του ύψους του νερού στα άκρα του συστήματος. Το αρχικό ύψος νερού απαιτείται από το πρόγραμμα για να αρχίσει τους υπολογισμούς.

Το πρόγραμμα HEC - RAS διαθέτει 4 τύπους οριακών συνθηκών ως εξής:

- Γνωστό ύψος στάθμης νερού ροής
- Κρίσιμο βάθος ροής
- Κανονικό (normal) Βάθος ροής – Όπου απαιτείται η εισαγωγή της μεταβολής ενέργειας (κλίσης). Αν η κλίση ενέργειας δεν είναι γνωστή τότε μπορεί προσεγγιστικά να εισαχθεί είτε η κλίση της υδάτινης επιφάνειας ή η τοπογραφική κλίση της κοίτης του υδατορέματος.
- Καμπύλη σχέσης υψομέτρου με ροή.

Αναφορικά με τις αρχικές συνθήκες, αυτό που απαιτείται είναι η εισαγωγή της ροής στα σημεία ενδιαφέροντος. Στην προκειμένη περίπτωση ως παροχές εισόδου εισάχθηκαν οι πλημμυρικές ροές που εξήχθησαν από την μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) (βλ. Πίνακα 1).

6.3 Γεωμετρία μοντέλου

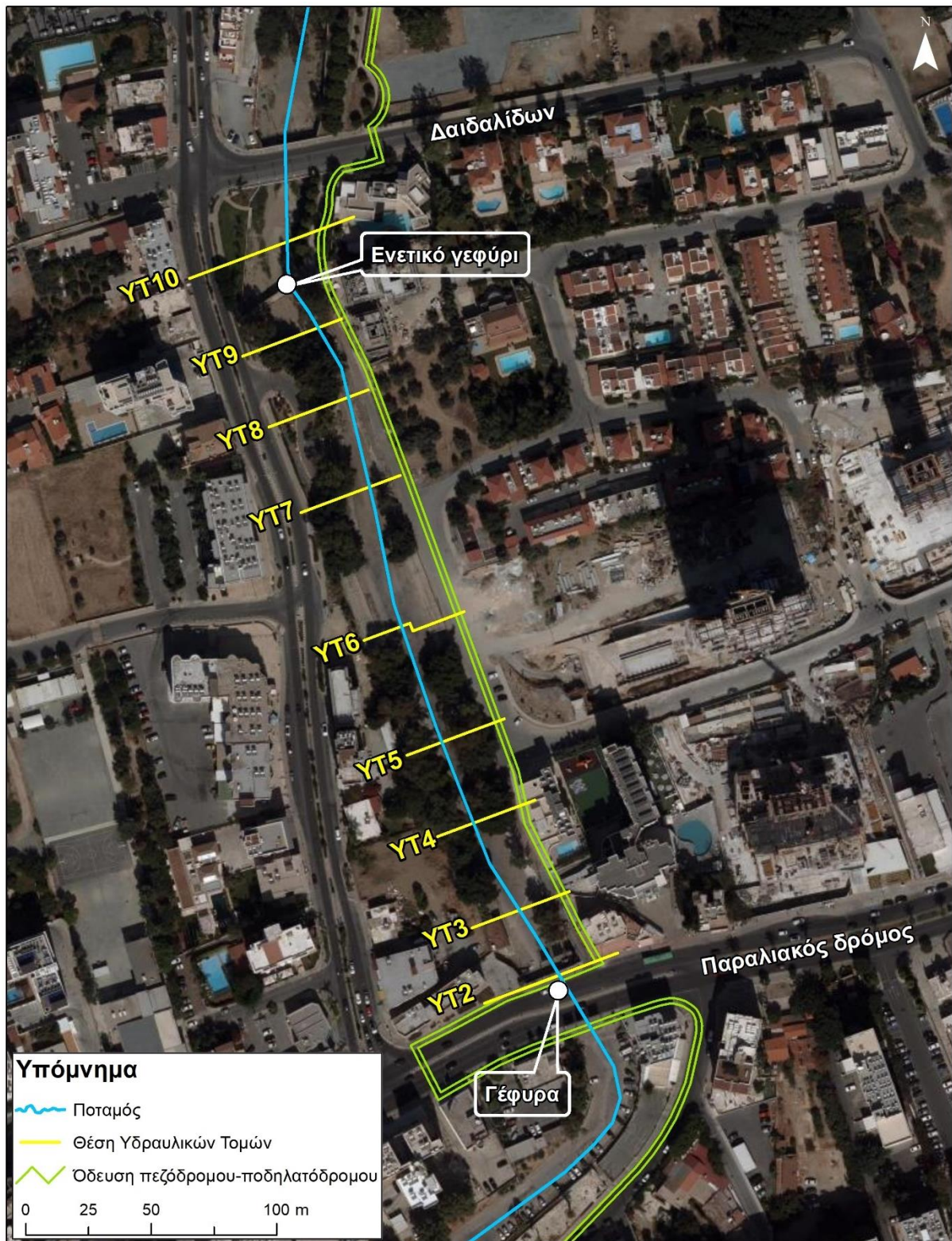
Με βάση τις αρχιτεκτονικές τομές που έχουν δοθεί, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των τομών αυτών εισάχθηκαν στο μοντέλο. Σε κάθε διατομή (Υδραυλική Τομή) που διαμορφώνεται στο μοντέλο εισάγεται:

- α. Κωδικός διατομής.
- β. Η απόσταση της αριστερής και δεξιάς όχθης της κύριας κοίτης από τον άξονα της διατομής (Main Channel Bank Stations).
- γ. Η απόσταση της κύριας κοίτης (channel), καθώς και της αριστερής (LOB) και της δεξιάς (ROB) όχθης της διατομής από τα αντίστοιχα σημεία της αμέσως κατάντη διατομής (Downstream Reach Lengths).
- δ. Οι τιμές του συντελεστή τραχύτητας Manning για τα τρία τμήματα της διατομής (Manning's n values: LOB, channel, ROB)
- ε. Οι συντελεστές συστολής/ διαστολής για τον μετέπειτα υπολογισμό των τοπικών απωλειών (Contractions and Expansion Coefficients).

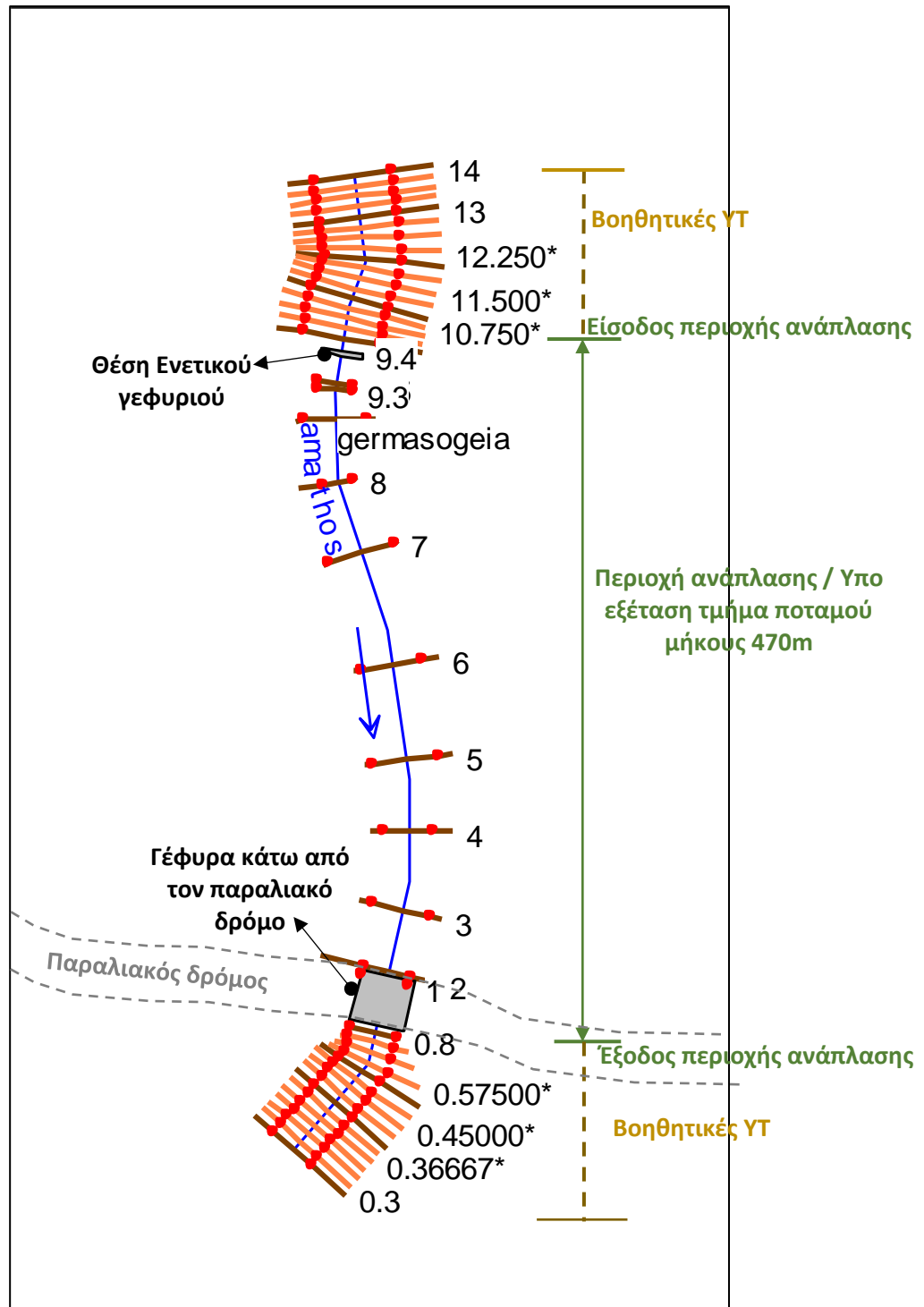
Σημειώνεται ότι όλες οι ΥΤ που προσομοιώθηκαν στο μοντέλο έχουν κατεύθυνση προς τα κατάντη διαμορφώνοντας τις από την αριστερή όχθη του ποταμού προς την δεξιά.

Στο Διάγραμμα 2 καθώς και το Χάρτη 7 απεικονίζονται οι Υδραυλικές Τομές (ΥΤ) που έχουν προσομοιωθεί για την περιοχή ανάπλασης. Οι ΥΤ είναι οι αρχιτεκτονικές τομές που έχουν παραχωρηθεί για την περιοχή μελέτης από τους αρχιτέκτονες μηχανικούς του έργου.

Η περιοχή μελέτης όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα εκτείνεται μεταξύ της ΥΤ10 και της ΥΤ0.8. Οι υπόλοιπες ΥΤ (14-11 και 0.5-0.3) είναι βοηθητικές και εισαχθήκαν στο μοντέλο έτσι ώστε το μοντέλο να εκτείνεται σε ικανοποιητική απόσταση προς τα κατάντη και ανάντη της περιοχής ανάπλασης για σκοπούς καλύτερης υδραυλικής προσομοίωσης.



Χάρτης 7: Δορυφορική απεικόνιση της περιοχής ανάπλασης με τις υδραυλικές τομές που προσομοιώθηκαν στο μοντέλο



Διάγραμμα 2: Ενδεικτική απεικόνιση υδραυλικής προσομοίωσης της περιοχής ανάπλασης με τις υδραυλικές τομές

6.4 Υδραυλική Προσομοίωση Υφιστάμενης Κατάστασης

Στη παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης της υφιστάμενης κατάστασης κατά μήκος της περιοχής ανάπλασης. Σκοπός είναι να διαφανεί αν η υφιστάμενη κοίτη του ποταμού επαρκή για να διοχετεύει τις πλημμυρικές ροές του ποταμού για γεγονότα βροχόπτωσης περιόδου επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια. Ακολούθως θα γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν μέσα από την προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης με τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε για τον ίδιο ποταμό στην μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ της ΕΕ. Σκοπός της σύγκρισης αυτής είναι να διαφανεί κατά πόσο η υδραυλική προσομοίωση της παρούσας μελέτης επαληθεύει τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης της παλαιότερης μελέτης.

6.4.1 Παράμετροι μοντέλου για την υδραυλική προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης

Στην προκειμένη περίπτωση τέθηκε σαν οριακή συνθήκη, τόσο για το ανάντη όσο και για το κατάντη σημείο, ο τύπος «Κανονικό (Normal) Βάθος ροής» όπου εισήχθη η τοπογραφική κλίση του υπό εξέταση τμήματος του ποταμού που είναι 0,007 (ή 0.7%). Η προσομοίωση έγινε για συνθήκες μόνιμης ροής και η ροή θεωρήθηκε «μεικτή», δηλαδή συνδυασμός «υποκρίσιμης» και «υπερκρίσιμης» αναλόγως των συνθηκών ροής.

Η επιλογή του συντελεστή Manning's έγινε σύμφωνα με τις συνθήκες της κοίτης σε κάθε διατομή του υπό μελέτη τμήματος του ποταμού και βάσει των προδιαγραφών του εγχειριδίου HEC-RAS που εκτίθεται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί. Αναφορικά, ο συντελεστής Manning's που έχει χρησιμοποιηθεί για την περίπτωση που ο ποταμός διέρχεται από ανοικτό χωμάτινο κανάλι, μεταξύ των ΥΤ14-ΥΤ10.250 (ανάντη της περιοχής ανάπλασης), είναι «0.035» και για την περίπτωση όπου ο ποταμός διέρχεται από την ασφαλτοστρωμένη ορθογωνική διατομή με επένδυση από σκυρόδεμα καθώς και από τα υφιστάμενα υδραυλικά έργα (δλδ. μεταξύ των ΥΤ10-ΥΤ0.8) είναι «0.013».

Πίνακας 2: Μέρος του Πίνακα 3-1 (Manning's 'n' Values) από το εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού HEC-RAS, για την επιλογή του Συντελεστή Manning's (Brunner, 2016)

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural Streams			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
B. Lined or Built-Up Channels			
1. Concrete			
a. Trowel finish	0.011	0.013	0.015
b. Float Finish	0.013	0.015	0.016
c. Finished, with gravel bottom	0.015	0.017	0.020
d. Unfinished	0.014	0.017	0.020
e. Gunite, good section	0.016	0.019	0.023
f. Gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
g. On good excavated rock	0.017	0.020	
h. On irregular excavated rock	0.022	0.027	

6. Asphalt			
a. Smooth	0.013	0.013	
b. Rough	0.016	0.016	

6.4.2 Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης υφιστάμενης κατάστασης

Στα Διαγράμματα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι απεικονίζονται τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης του υπό εξέταση τμήματος του ποταμού που διέρχεται από την περιοχή ανάπλασης στις συνθήκες που επικρατούν σήμερα στην περιοχή. Σημειώνεται ότι στα εν λόγω Διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας για το υψόμετρο και ο οριζόντιος για την απόσταση διαφέρουν σε κλίμακα για λόγους ευκρίνειας.

Ακολούθως στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά (μέγιστη ταχύτητα, στάθμη νερού και αριθμός Froude) για κάθε Υδραυλική Τομή που προσομοιώθηκε στο λογισμικό HEC-RAS στην περιοχή ανάπλασης (ΥΤ10-ΥΤ0.8) για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς. Στον ίδιο Πίνακα παρουσιάζονται για σκοπούς σύγκρισης και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την υδραυλική προσομοίωση, για περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια, από την μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) για το τμήμα του ποταμού που διέρχεται από την περιοχή ανάπλασης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης το Ενετικό γεφύρι που βρίσκεται στην είσοδο της περιοχής ανάπλασης φαίνεται να μην μπορεί να διοχετεύσει τις πλημμυρικές ροές των 100 και 500 χρόνων, ενώ διοχετεύει με ασφάλεια αυτή των 20 χρόνων (βλ. Διάγραμμα I-2).

Από την ΥΤ7 μέχρι και την ΥΤ1 οι πλημμυρικές ροές διέρχονται με ασφάλεια από την υφιστάμενη κοίτη χωρίς να παρουσιάζονται φαινόμενα πλημμυρισμού.

Η γέφυρα που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο στην έξοδο του ποταμού από την περιοχή ανάπλασης φαίνεται να διοχετεύει με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές των 20 και 100 χρόνων ενώ πλημμυρίζει για περίοδο επαναφοράς 500 χρόνια (βλ Διαγράμμα I-11).

Ακολούθως στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η μηκοτομή του υπό προσομοίωση τμήματος του ποταμού με υπόδειξη της θέσης των υδραυλικών έργων, καθώς και της στάθμης του νερού για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.

Συγκριτικά και με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την υδραυλική προσομοίωση της μελέτης των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#) για την περιοχή ανάπλασης, φαίνεται ότι σε μεγάλο ποσοστό τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των διατομών επαληθεύονται με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την υδραυλική προσομοίωση της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης για την υφιστάμενη κατάσταση στην περιοχή ανάπλασης

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	1.83	0.035	No flooding	0.71	0.17
	100 yrs	150.4	4.21		Flooding	0.87	0.14
	500 yrs	376	6.44		Flooding	1.21	0.15
9.5	20 yrs	48.7	1.81	0.013	No flooding	1.56	0.37
	100 yrs	150.4	4.09		No flooding	2.14	0.34
	500 yrs	376	5.85		Flooding	3.7	0.49
785.07 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	143.5	3.47			1.91	0.36
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	1.72	0.013	No flooding	1.91	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.58	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.16	
9.3	20 yrs	48.7	1.74	0.013	No flooding	1.63	0.39
	100 yrs	150.4	3.56		No flooding	2.45	0.41
	500 yrs	376	5.14		Flooding	4.23	0.6
762.11 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	145.91	1.95			3.38	0.81
9.0	20 yrs	48.7	1.81	0.013	No flooding	1.19	0.3
	100 yrs	150.4	3.69		No flooding	1.62	0.29
	500 yrs	376	5.47		Flooding	2.49	0.36
8.0	20 yrs	48.7	1.29	0.013	No flooding	3.39	1.01
	100 yrs	150.4	2.58		No flooding	4.83	1.02
	500 yrs	376	4.38		Flooding	5.45	0.89

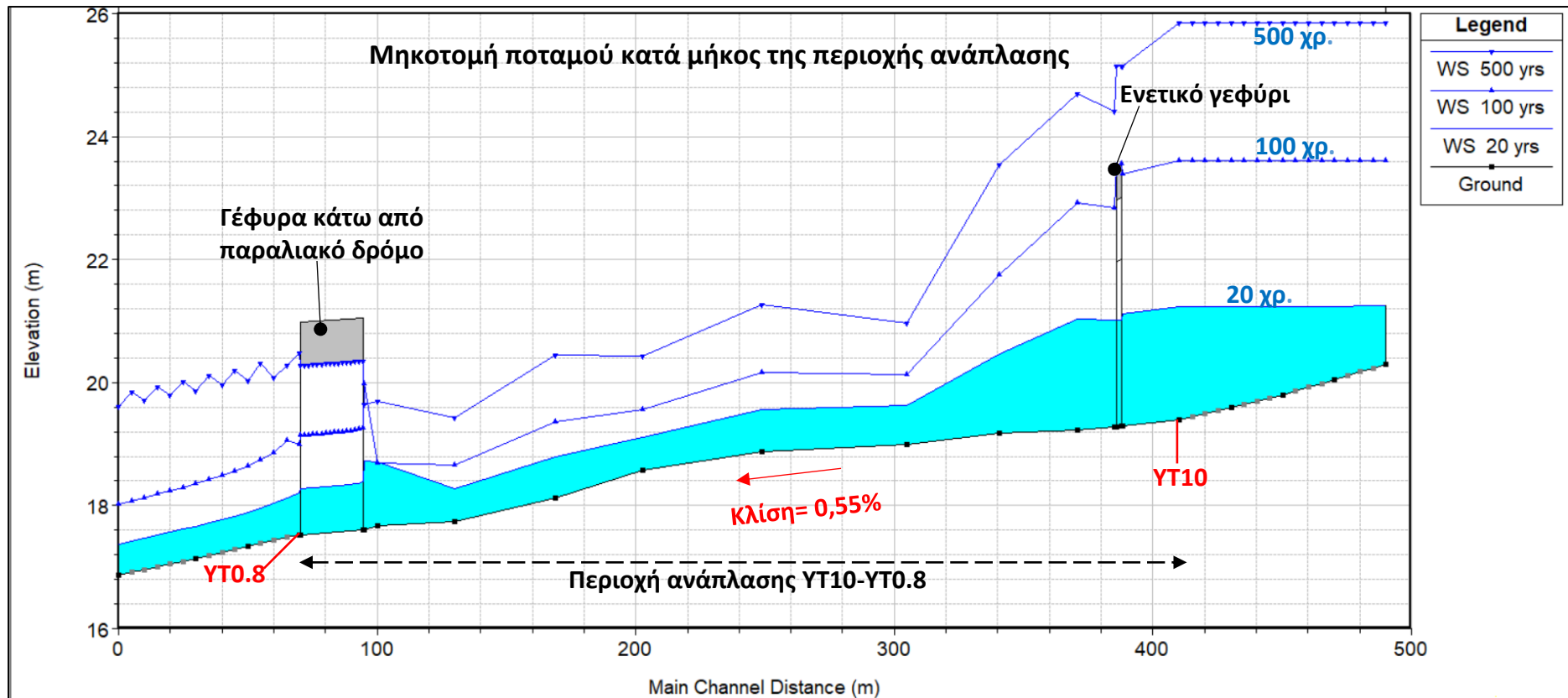
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

724.7 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	145.93	1.88			7.04	1.79
7.0	20 yrs	48.7	0.63	0.013	No flooding	4.89	2.12
	100 yrs	150.4	1.14		No flooding	7.05	2.51
	500 yrs	376	1.96		No flooding	8.43	2.19
700.56 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	145.95	1.65			5.51	1.65
6.0	20 yrs	48.7	0.7	0.013	No flooding	3.89	1.57
	100 yrs	150.4	1.29		No flooding	6.05	1.8
	500 yrs	376	2.39		No flooding	7.33	1.67
641.56 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	145.98	1.38			5.54	1.65
5.0	20 yrs	48.7	0.54	0.013	No flooding	4.22	2
	100 yrs	150.4	0.99		No flooding	6.44	2.18
	500 yrs	376	1.85		No flooding	8.03	1.99
4.0	20 yrs	48.7	0.65	0.013	No flooding	4.3	1.88
	100 yrs	150.4	1.23		No flooding	6.33	1.96
	500 yrs	376	2.33		No flooding	7.67	1.7
541.21 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	146.02	1.46			4.2	1.18
3.0	20 yrs	48.7	0.53	0.013	No flooding	4.55	2.38
	100 yrs	150.4	0.93		No flooding	6.8	2.47
	500 yrs	376	1.69		No flooding	8.55	2.2
2.0	20 yrs	48.7	1.04	0.013	No flooding	1.96	0.62
	100 yrs	150.4	1.02		No flooding	6.16	1.95
	500 yrs	376	2.02		No flooding	7.78	1.75

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης -
Φάση Α'

1.0	20 yrs	48.7	1.12	0.013	No flooding	1.84	0.56
	100 yrs	150.4	2.38		No flooding	2.68	0.56
	500 yrs	376	2.04		No flooding	7.81	1.74
504.9 (Υδραυλική τομή από μελέτη του ΤΑΥ 2014)	100 yrs	146	1.87			2.94	0.76
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.74	0.013	No flooding	2.92	
	100 yrs	150.4	1.61		No flooding	4.18	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.48	

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα 3: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού υφιστάμενης κατάστασης στην περιοχή ανάπλασης με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

6.5 Υδραυλική Προσομοίωση Προτεινόμενης Κατάστασης

Στο παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης της προτεινόμενης διαμόρφωσης της περιοχής ανάπλασης μετά και την κατασκευή των προτεινόμενων έργων. Σκοπός της προσομοίωσης αυτής είναι να διαφανεί κατά πόσο επηρεάζονται τα χαρακτηριστικά της ροής λόγω των αλλαγών που θα προκύψουν στην γεωμετρία της περιοχής και να διαφανεί αν παρουσιάζονται φαινόμενα πλημμυρισμού στην περιοχή. Η διόδευση του ποταμού μέσα από τα προτεινόμενα έργα προσομοιώθηκε υδραυλικά για 2 διαφορετικές περιπτώσεις, οι οποίες διαφέρουν ως προς την επιλογή του υλικού κατασκευής του πυθμένα του ποταμού. Η μια περίπτωση ο πυθμένας του ποταμού παραμένει ως έχει στην περιοχή ανάπλασης, δηλαδή ασφαλτοστρωμένος, και στην 2^η περίπτωση ο πυθμένας διαμορφώνεται με υλικό τύπου «πουρί».

6.5.1 Παράμετροι μοντέλου για την υδραυλική προσομοίωση της προτεινόμενης κατάστασης

Όπως και στην υφιστάμενη κατάσταση έτσι και στην προτεινόμενη κατάσταση τέθηκε σαν οριακή συνθήκη, τόσο για το ανάντη όσο και για το κατόντη σημείο, ο τύπος «Κανονικό (Normal) Βάθος ροής» όπου εισήχθη η τοπογραφική κλίση του υπό εξέταση τμήματος του ποταμού που είναι 0,007 (ή 0,7%). Η προσομοίωση έγινε για συνθήκες μόνιμης ροής και η ροή θεωρήθηκε «μεικτή», δηλαδή συνδυασμός «υποκρίσιμης» και «υπερκρίσιμης» αναλόγως των συνθηκών ροής.

Ο συντελεστής Manning's που έχει χρησιμοποιηθεί, σύμφωνα πάντα και με τις προδιαγραφές του εγχειριδίου HEC-RAS, για την περίπτωση που η ροή διέρχεται μεταξύ των ΥΤ14-ΥΤ10.250, όπου ο ποταμός διέρχεται από ανοικτό χωμάτινο κανάλι είναι «0,035» και για την περίπτωση όπου ο ποταμός διέρχεται από την ασφαλτοστρωμένη ορθογωνική διατομή με επένδυση από σκυρόδεμα, όπου θα πραγματοποιηθούν και τα προτεινόμενα έργα, καθώς και από τα υφιστάμενα υδραυλικά έργα (δλδ. μεταξύ των ΥΤ10-ΥΤ0.8) είναι «0.013». Ο συντελεστής Manning's σε περίπτωση που ο πυθμένας του ποταμού διαμορφωθεί με υλικό τύπου «πουρί» τότε είναι ίσος με «0,03»

6.5.2 Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης προτεινόμενης κατάστασης – Ασφαλτοστρωμένος πυθμένας

Στα Διαγράμματα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα II απεικονίζεται η στάθμη του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, για την περίπτωση που ο ποταμός διέρχεται από την περιοχή ανάπλασης διαμέσου των προτεινόμενων έργων και ο πυθμένας παραμένει ασφαλτοστρωμένος, όπως είναι και σήμερα. Σημειώνεται ότι στα εν λόγω Διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας για το υψόμετρο και ο οριζόντιος για την απόσταση διαφέρουν σε κλίμακα για λόγους ευκρίνειας.

Ακολούθως στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά (μέγιστη ταχύτητα, στάθμη νερού και αριθμός Froude) για κάθε Υδραυλική Τομή που προσομοιώθηκε στο μοντέλο στην περιοχή ανάπλασης (ΥΤ10-ΥΤ0.8) για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς.

Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η μηκοτομή του υπό προσομοίωση τμήματος του ποταμού με υπόδειξη της θέσης των υδραυλικών έργων, καθώς και της στάθμης του νερού για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.

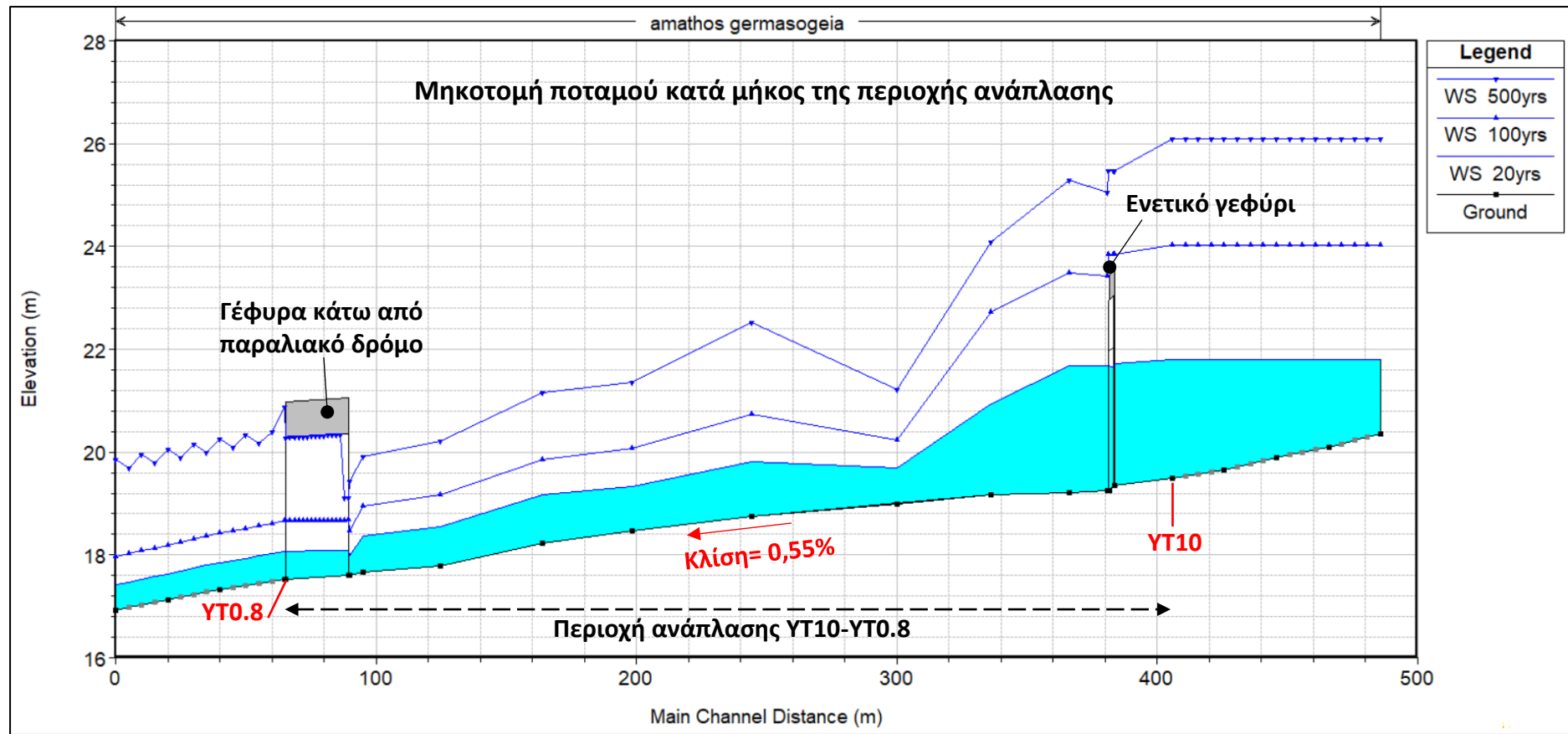
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

Πίνακας 4: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης για την προτεινόμενη κατάσταση στην περιοχή ανάπλασης για την περίπτωση ασφαλτοστρωμένου πυθμένα

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.29	0.035	No flooding	0.56	0.12
	100 yrs	150.4	4.53		Flooding	0.83	0.12
	500 yrs	376	6.59		Flooding	1.23	0.15
9.5	20 yrs	48.7	2.38	0.013	No flooding	1.19	0.25
	100 yrs	150.4	4.5		Flooding	1.94	0.29
	500 yrs	376	6.11		Flooding	3.54	0.46
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.4	0.013	No flooding	1.47	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.16	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.12	
9.3	20 yrs	48.7	2.42	0.013	No flooding	1.17	0.24
	100 yrs	150.4	4.18		No flooding	2.09	0.33
	500 yrs	376	5.81		Flooding	3.73	0.49
9.0	20 yrs	48.7	2.47	0.013	No flooding	0.85	0.19
	100 yrs	150.4	4.27		Flooding	1.35	0.23
	500 yrs	376	6.07		Flooding	2.18	0.3
8.0	20 yrs	48.7	1.75	0.013	No flooding	3.87	0.95
	100 yrs	150.4	3.54		Flooding	4.47	0.76
	500 yrs	376	4.9		Flooding	6.02	0.87
7.0	20 yrs	48.7	0.69	0.013	No flooding	5.77	2.7
	100 yrs	150.4	1.24		No flooding	7.61	2.53
	500 yrs	376	2.22		No flooding	8.73	2.13
6.0	20 yrs	48.7	1.07	0.013	No flooding	4.22	1.46
	100 yrs	150.4	2.01		No flooding	5.78	1.51
	500 yrs	376	3.79		Flooding	5.77	1.16

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

5.0	20 yrs	48.7	0.86	0.013	No flooding	4.68	1.92
	100 yrs	150.4	1.61		No flooding	6.43	1.8
	500 yrs	376	2.9		No flooding	7.16	1.55
4.0	20 yrs	48.7	0.95	0.013	No flooding	4.37	1.68
	100 yrs	150.4	1.63		No flooding	6.42	1.9
	500 yrs	376	2.93		No flooding	7.25	1.52
3.0	20 yrs	48.7	0.76	0.013	No flooding	4.98	2.18
	100 yrs	150.4	1.38		No flooding	6.94	2.16
	500 yrs	376	2.43		No flooding	8.13	1.95
2.0	20 yrs	48.7	0.69	0.013	No flooding	4.73	1.9
	100 yrs	150.4	1.28		No flooding	6.81	2.04
	500 yrs	376	2.23		No flooding	8.24	1.9
1.0	20 yrs	48.7	0.39	0.013	No flooding	5.29	2.7
	100 yrs	150.4	0.87		No flooding	7.36	2.53
	500 yrs	376	1.83		No flooding	8.69	2.05
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.68	0.013	No flooding	4	
	100 yrs	150.4	1.47		No flooding	5.91	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	6	



Διάγραμμα 4: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού προτεινόμενης κατάστασης στην περιοχή ανάπλασης με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς για την περίπτωση ασφαλτοστρωμένου πυθμένα

6.5.3 Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης προτεινόμενης κατάστασης – Διαμόρφωση πυθμένα με «πουρί»

Στα Διαγράμματα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα III απεικονίζεται η στάθμη του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, για την περίπτωση που ο ποταμός διέρχεται από την περιοχή ανάπλασης διαμέσου των προτεινόμενων έργων με τον πυθμένα διαμορφωμένο με υλικό τύπου «πουρί» (βλ. Φωτογραφία 9). Σημειώνεται ότι στα εν λόγω Διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας για το υψόμετρο και ο οριζόντιος για την απόσταση διαφέρουν σε κλίμακα για λόγους ευκρίνειας.

Ακολούθως στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά (μέγιστη ταχύτητα, στάθμη νερού και αριθμός Froude) για κάθε Υδραυλική Τομή που προσομοιώθηκε στο μοντέλο στην περιοχή ανάπλασης (ΥΤ10-ΥΤ0.8) για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς.

Ακολούθως στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζεται η μηκοτομή του υπό προσομοίωση τμήματος του ποταμού με υπόδειξη της θέσης των υδραυλικών έργων, καθώς και της στάθμης του νερού για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.



Φωτογραφία 9: Ενδεικτική φωτογραφία διαμόρφωση υλικού τύπου «πουρί» από το γραμμικό πάρκο του Πεδιαίου στη Λευκωσία

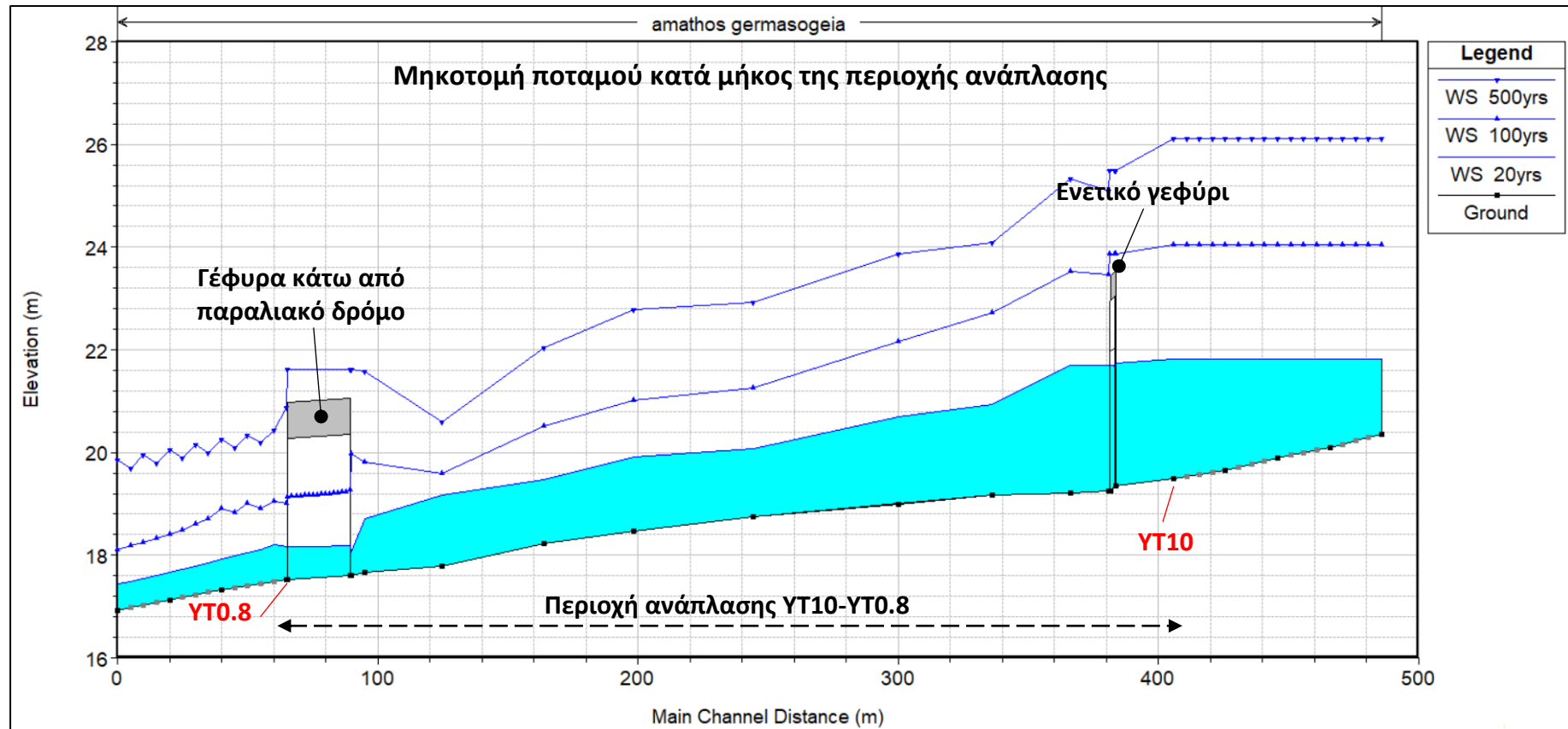
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

Πίνακας 5: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης για την προτεινόμενη κατάσταση στην περιοχή ανάπλασης για την περίπτωση διαμόρφωσης του πυθμένα με υλικό «πουρί»

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.32	0.035	No flooding	0.56	0.12
	100 yrs	150.4	4.56		Flooding	0.82	0.12
	500 yrs	376	6.61		Flooding	1.22	0.15
9.5	20 yrs	48.7	2.4	0.03	No flooding	1.18	0.24
	100 yrs	150.4	4.53		Flooding	1.93	0.29
	500 yrs	376	6.13		Flooding	3.53	0.45
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.42	0.03	No flooding	1.46	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.14	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.05	
9.3	20 yrs	48.7	2.44	0.03	No flooding	1.16	0.24
	100 yrs	150.4	4.21		No flooding	2.08	0.32
	500 yrs	376	5.86		Flooding	3.7	0.49
9.0	20 yrs	48.7	2.49	0.03	No flooding	0.84	0.18
	100 yrs	150.4	4.3		Flooding	1.35	0.22
	500 yrs	376	6.1		Flooding	2.17	0.29
8.0	20 yrs	48.7	1.75	0.03	No flooding	3.87	0.95
	100 yrs	150.4	3.54		Flooding	4.47	0.76
	500 yrs	376	4.9		Flooding	6.02	0.87
7.0	20 yrs	48.7	1.7	0.03	No flooding	1.61	0.45
	100 yrs	150.4	3.15		No flooding	2.22	0.44
	500 yrs	376	4.86		Flooding	3.16	0.49
6.0	20 yrs	48.7	1.33	0.03	No flooding	3.19	0.99
	100 yrs	150.4	2.52		No flooding	4.21	1

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

	500 yrs	376	4.18		Flooding	4.89	0.92
5.0	20 yrs	48.7	1.45	0.03	No flooding	2.36	0.69
	100 yrs	150.4	2.56		No flooding	3.38	0.79
	500 yrs	376	4.32		Flooding	4.08	0.69
4.0	20 yrs	48.7	1.24	0.03	No flooding	3.02	1
	100 yrs	150.4	2.28		No flooding	4.04	1
	500 yrs	376	3.81		Flooding	5.13	0.92
3.0	20 yrs	48.7	1.37	0.03	No flooding	2.26	0.71
	100 yrs	150.4	1.79		No flooding	4.91	1.37
	500 yrs	376	2.8		No flooding	6.68	1.48
2.0	20 yrs	48.7	1.03	0.03	No flooding	3.08	1
	100 yrs	150.4	2.03		No flooding	3.69	0.9
	500 yrs	376	3.97		Flooding	4.08	0.68
1.0	20 yrs	48.7	0.47	0.03	No flooding	4.35	2.02
	100 yrs	150.4	2.28		No flooding	2.79	0.59
	500 yrs	376	4.03		Flooding	3.94	0.63
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.68	0.03	No flooding	3.29	
	100 yrs	150.4	1.79		No flooding	3.75	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.37	



Διάγραμμα 5: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού προτεινόμενης κατάστασης στην περιοχή ανάπλασης με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς για την περίπτωση του πυθμένα με πουρί

6.6 Προτεινόμενες Λύσεις για την Επίλυση των Φαινομένων Πλημμυρισμού στην Περιοχή Ανάπλασης

Όπως έχει διαφανεί μέσα από την υδραυλική προσομοίωση, συγκριτικά και με τις αλλαγές που προτείνονται να διαμορφωθούν στην περιοχή ανάπλασης, φαίνεται τα έργα αυτά να προκαλούν τον πλημμυρισμό περιοχών που στην φυσική τους κατάσταση δεν παρουσίαζαν φαινόμενα πλημμυρισμού (βλ. Πίνακες 3-5). Παρατηρώντας κυρίως τις υδραυλικές τομές ανάντη και κατόντη του Ενετικού γεφυριού (ΥΤ9.5, ΥΤ9.3, ΥΤ9 και ΥΤ8) φαίνεται ότι, όταν ο ποταμός διέρχεται από τα προτεινόμενα έργα να παρουσιάζεται πλημμυρισμός για περιόδους επαναφοράς 100 και 500 χρόνια ενώ όταν διέρχεται από την φυσική του κατάσταση (σήμερα) η περιοχές αυτές να πλημμυρίζουν μόνο για περίοδο επαναφοράς 500 χρόνια.

Όσον αφορά τα υφιστάμενα υδραυλικά έργα στη περιοχή, αυτά δεν παρουσιάζουν επιπλέον πλημμυρισμό απ ό τι όταν ο ποταμός διέρχεται από την φυσική του κατάσταση.

Σημειώνεται ότι, η περιοχή ανάπλασης επαρκεί ως προς την διοχέτευση της πλημμυρικής ροής για γεγονότα περιόδου επαναφοράς 20 χρόνια σε όλες της υδραυλικές τομές.

Όσον αφορά τις 2 περιπτώσεις που ο ποταμός διέρχεται από τα προτεινόμενα έργα, στην περίπτωση που διαμορφωθεί ο πυθμένα με υλικό «πουρί» εμφανίζονται περισσότερες περιοχές πλημμύρας. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η επιλογή του υλικού αυτού, συγκριτικά με την επιλογή ο πυθμένα να παραμείνει ασφαλτοστρωμένος (συντελεστής Manning's=0,013), προκαλεί αύξηση της τραχύτητας στις διατομές (συντελεστής Manning's=0,03) με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μικρότερες ταχύτητες και ψηλότερη στάθμη νερού (βλ. Πίνακες 4 και 5).

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται 2 εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες προσομοιώθηκαν στο λογισμικό με σκοπό την επίλυση των προβλημάτων πλημμυρισμού. Οι εναλλακτικές αυτές λύσεις αφορούν:

- ≡ **Λύση 1: Διαμόρφωση διαφορετικών κλίσεων του πυθμένα του ποταμού:** Όπου προσομοιωθήκαν 4 διαφορετικά σενάρια διαμόρφωσης της κλίσης του πυθμένα του ποταμού, με σκοπό τη δημιουργία υπερκρίσιμων και υποκρίσιμων συνθηκών στις περιοχές πλημμυρισμού με σκοπό να διαφανεί αν επιλύονται τα προβλήματα αυτά.
- ≡ **Λύση 2: Διαμόρφωση της περιοχής των κερκίδων σε μεταλλικού τύπου κατασκευή:** Σκοπός είναι να μεγαλώσει το πλάτος της διατομής κατά μήκος της περιοχής αυτής και να μειωθεί η στάθμη του νερού.

6.6.1 Αποτελέσματα Λύσης 1 – Διαμόρφωση διαφορετικών κλίσεων του πυθμένα του ποταμού

Στην προκειμένη περίπτωση προσομοιώθηκαν 4 εναλλακτικά σενάρια διαφορετικής κλίσης του πυθμένα του ποταμού. Το υψόμετρο του πυθμένα στην περιοχή του Ενετικού γεφυριού καθώς και στην περιοχή της γέφυρας κάτω από τον παραλιακό δρόμο μένουν αναλλοίωτα. Συνεπώς οι όποιες μετατροπές στον πυθμένα του ποταμού πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των 2 υδραυλικών έργων. Η προσπάθεια που έγινε στις προσομοιώσεις αυτές είναι μέσω των διαφορετικών κλίσεων να δημιουργηθούν είτε υπερκρίσιμες συνθήκες ροής στις περιοχές πλημμύρας έτσι ώστε να επιτευχθούν μεγαλύτερες ταχύτητες στις περιοχές αυτές και μειωθεί η στάθμη του νερού είτε υποκρίσιμες ροές

Σημειώνεται ότι, ο πυθμένας του ποταμού προσομοιώθηκε θεωρώντας τον ότι διαμορφωθεί με υλικό τύπου πουρί.

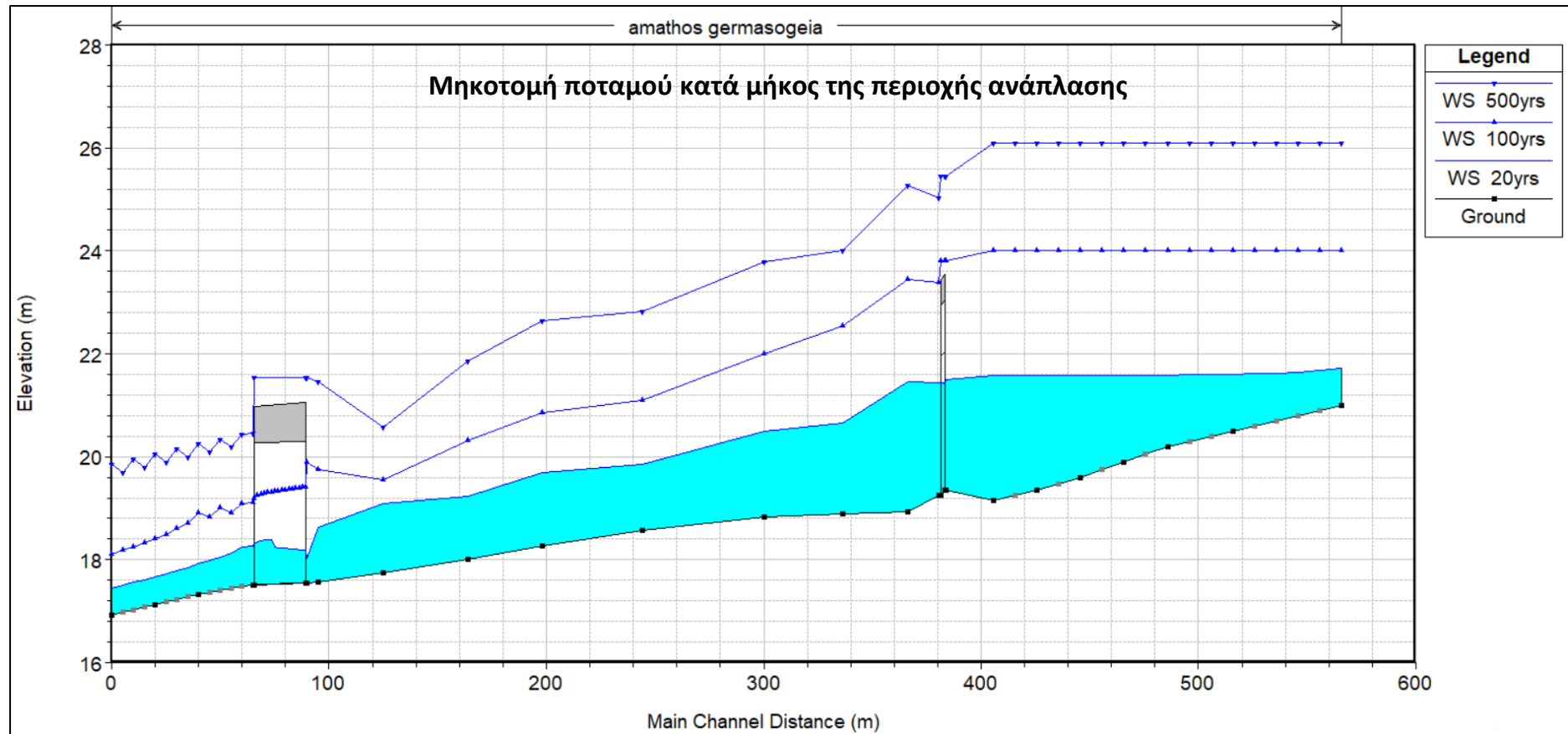
Στους Πίνακες 6 – 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των 4 διαφορετικών σεναρίων διαμόρφωσης του πυθμένα του ποταμού ενώ στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζονται οι μηκοτομές του πυθμένα του ποταμού για κάθε ένα από τα 4 διαφορετικά σενάρια.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης Λύσης 1 – Σενάριο 1

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.43	0.035	No flooding	0.53	0.11
	100 yrs	150.4	4.85		Flooding	0.78	0.11
	500 yrs	376	6.94		Flooding	1.18	0.14
9.5	20 yrs	48.7	2.15	0.03	No flooding	1.32	0.29
	100 yrs	150.4	4.46		Flooding	1.96	0.3
	500 yrs	376	6.1		Flooding	3.54	0.46
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.16	0.03	No flooding	1.6	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.21	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.15	
9.3	20 yrs	48.7	2.18	0.03	No flooding	1.3	0.28
	100 yrs	150.4	4.13		Flooding	2.12	0.33
	500 yrs	376	5.78		Flooding	3.75	0.5
9.0	20 yrs	48.7	2.53	0.03	No flooding	0.83	0.18
	100 yrs	150.4	4.52		Flooding	1.29	0.21
	500 yrs	376	6.34		Flooding	2.1	0.28
8.0	20 yrs	48.7	1.78	0.03	No flooding	3.86	0.92
	100 yrs	150.4	3.67		Flooding	4.58	0.76
	500 yrs	376	5.13		Flooding	5.97	0.84
7.0	20 yrs	48.7	1.68	0.03	No flooding	1.63	0.45
	100 yrs	150.4	3.19		No flooding	2.2	0.44
	500 yrs	376	4.97		Flooding	3.12	0.48
6.0	20 yrs	48.7	1.27	0.03	No flooding	3.27	1.01
	100 yrs	150.4	2.52		No flooding	4.25	1.01
	500 yrs	376	4.25		Flooding	4.89	0.92

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

5.0	20 yrs	48.7	1.43	0.03	No flooding	2.29	0.66
	100 yrs	150.4	2.6		No flooding	3.32	0.76
	500 yrs	376	4.37		Flooding	4.09	0.68
4.0	20 yrs	48.7	1.23	0.03	No flooding	3.07	1
	100 yrs	150.4	2.32		No flooding	4.07	1
	500 yrs	376	3.86		Flooding	5.18	0.93
3.0	20 yrs	48.7	1.34	0.03	No flooding	2.23	0.68
	100 yrs	150.4	1.81		No flooding	4.7	1.27
	500 yrs	376	2.83		No flooding	6.51	1.42
2.0	20 yrs	48.7	1.05	0.03	No flooding	3.07	1
	100 yrs	150.4	2.18		No flooding	3.46	0.82
	500 yrs	376	3.89		Flooding	4.34	0.74
1.0	20 yrs	48.7	0.5	0.03	No flooding	4.27	1.96
	100 yrs	150.4	2.37		No flooding	2.72	0.57
	500 yrs	376	3.98		Flooding	4	0.64
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.73	0.03	No flooding	2.77	
	100 yrs	150.4	1.57		No flooding	4.04	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.52	



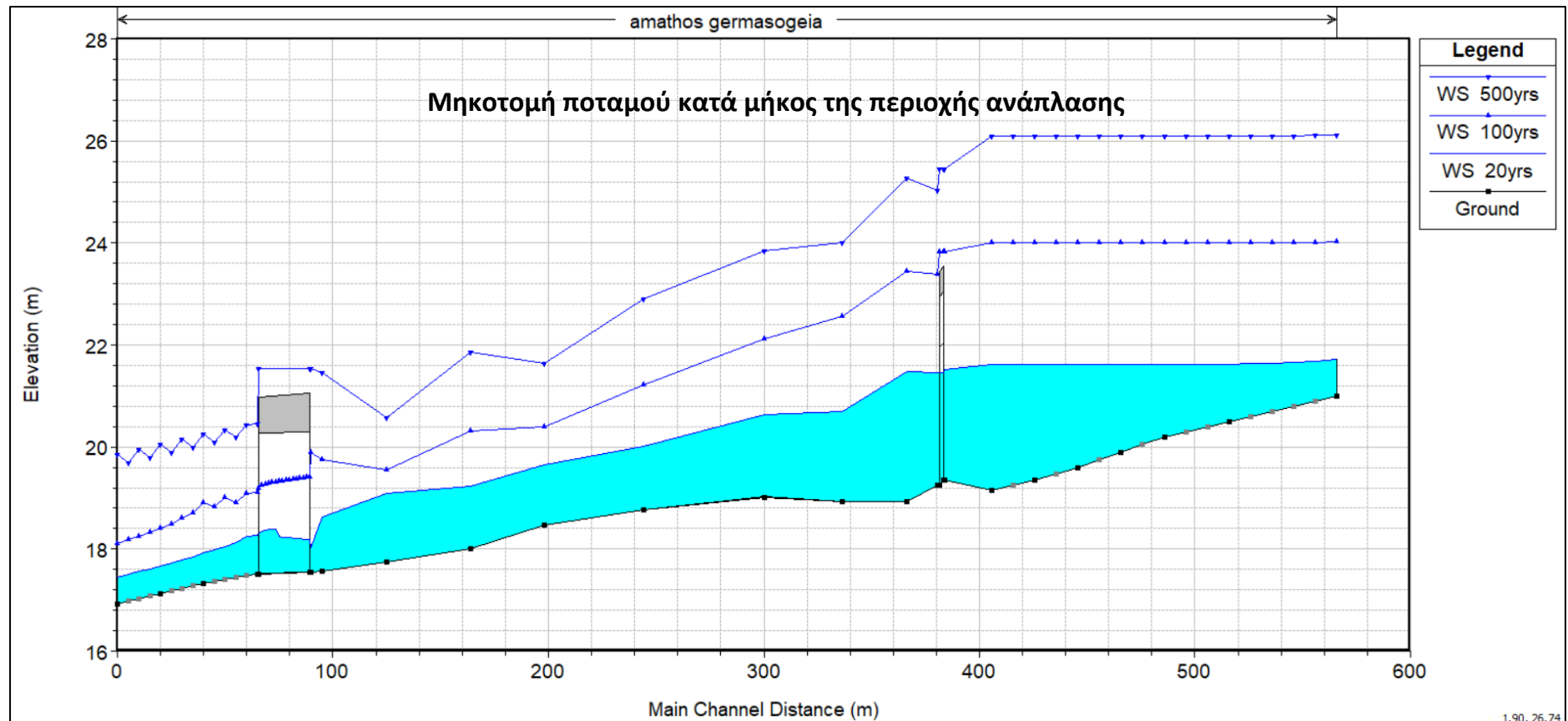
Διάγραμμα 6: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 1- Σενάριο 1 με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

Πίνακας 7: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης Λύσης 1 – Σενάριο 2

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.46	0.035	No flooding	0.52	0.11
	100 yrs	150.4	4.86		Flooding	0.78	0.11
	500 yrs	376	6.94		Flooding	1.18	0.14
9.5	20 yrs	48.7	2.18	0.03	No flooding	1.3	0.28
	100 yrs	150.4	4.47		Flooding	1.95	0.29
	500 yrs	376	6.11		Flooding	3.54	0.46
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.19	0.03	No flooding	1.58	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.2	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.14	
9.3	20 yrs	48.7	2.21	0.03	No flooding	1.28	0.27
	100 yrs	150.4	4.14		Flooding	2.11	0.33
	500 yrs	376	5.79		Flooding	3.74	0.5
9.0	20 yrs	48.7	2.56	0.03	No flooding	0.82	0.18
	100 yrs	150.4	4.53		Flooding	1.29	0.21
	500 yrs	376	6.35		Flooding	2.1	0.28
8.0	20 yrs	48.7	1.78	0.03	No flooding	3.86	0.92
	100 yrs	150.4	3.64		Flooding	4.58	0.77
	500 yrs	376	5.1		Flooding	5.98	0.85
7.0	20 yrs	48.7	1.62	0.03	No flooding	1.6	0.44
	100 yrs	150.4	3.09		No flooding	2.2	0.44
	500 yrs	376	4.82		No flooding	3.14	0.48
6.0	20 yrs	48.7	1.24	0.03	No flooding	3.21	1
	100 yrs	150.4	2.44		No flooding	4.22	1.01
	500 yrs	376	4.12		Flooding	4.88	0.92

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης -
Φάση Α'

5.0	20 yrs	48.7	1.19	0.03	No flooding	2.71	0.85
	100 yrs	150.4	1.94		No flooding	4.71	1.26
	500 yrs	376	3.18		No flooding	6.13	1.22
4.0	20 yrs	48.7	1.23	0.03	No flooding	3.07	1
	100 yrs	150.4	2.32		No flooding	4.07	1
	500 yrs	376	3.86		Flooding	5.18	0.93
3.0	20 yrs	48.7	1.34	0.03	No flooding	2.23	0.68
	100 yrs	150.4	1.81		No flooding	4.7	1.27
	500 yrs	376	2.83		No flooding	6.51	1.42
2.0	20 yrs	48.7	1.05	0.03	No flooding	3.07	1
	100 yrs	150.4	2.18		No flooding	3.46	0.82
	500 yrs	376	3.89		Flooding	4.34	0.74
1.0	20 yrs	48.7	0.48	0.03	No flooding	4.27	1.96
	100 yrs	150.4	2.35		No flooding	2.72	0.57
	500 yrs	376	3.98		Flooding	4	0.64
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.73	0.03	No flooding	2.77	
	100 yrs	150.4	1.57		No flooding	4.04	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4,52	



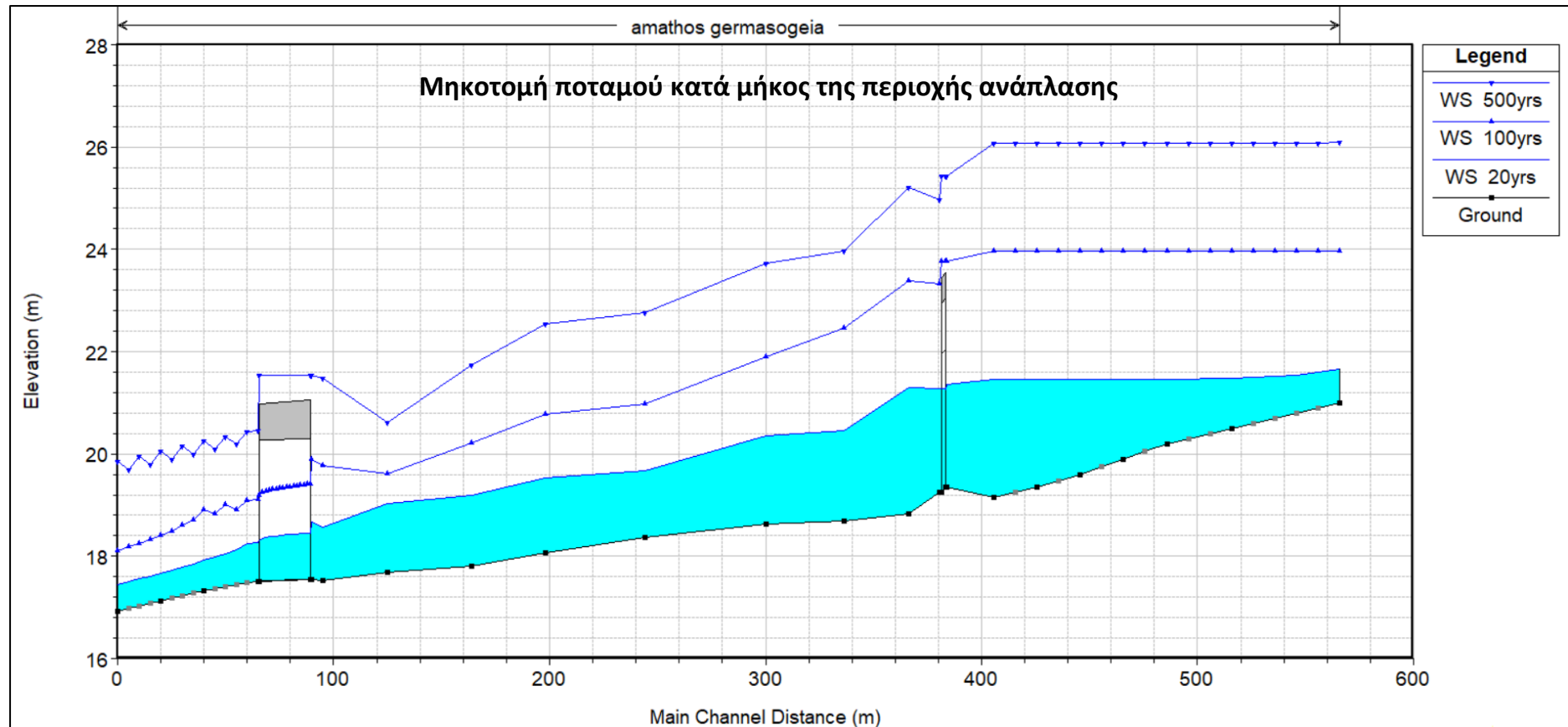
Διάγραμμα 7: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 1 - Σενάριο 2 με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

Πίνακας 8: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης Λύσης 1 – Σενάριο 3

Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.3	0.035	No flooding	0.56	0.12
	100 yrs	150.4	4.81		Flooding	0.79	0.11
	500 yrs	376	6.92		Flooding	1.19	0.14
9.5	20 yrs	48.7	2	0.03	No flooding	1.42	0.32
	100 yrs	150.4	4.42		Flooding	1.98	0.3
	500 yrs	376	6.08		Flooding	3.56	0.46
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.08	0.03	No flooding	1.67	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.26	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.22	
9.3	20 yrs	48.7	2.03	0.03	No flooding	1.4	0.31
	100 yrs	150.4	4.07		Flooding	2.15	0.34
	500 yrs	376	5.73		Flooding	3.78	0.5
9.0	20 yrs	48.7	2.48	0.03	No flooding	0.86	0.19
	100 yrs	150.4	4.56		Flooding	1.29	0.21
	500 yrs	376	6.4		Flooding	2.1	0.28
8.0	20 yrs	48.7	1.77	0.03	No flooding	3.97	0.95
	100 yrs	150.4	3.79		Flooding	4.58	0.75
	500 yrs	376	5.29		Flooding	5.94	0.83
7.0	20 yrs	48.7	1.73	0.03	No flooding	1.67	0.46
	100 yrs	150.4	3.28		No flooding	2.21	0.44
	500 yrs	376	5.11		Flooding	3.09	0.47
6.0	20 yrs	48.7	1.31	0.03	No flooding	3.3	1.01
	100 yrs	150.4	2.6		No flooding	4.3	1.01
	500 yrs	376	4.38		Flooding	4.9	0.91

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

5.0'	20 yrs	48.7	1.47	0.03	No flooding	2.31	0.67
	100 yrs	150.4	2.71		No flooding	3.29	0.75
	500 yrs	376	4.49		Flooding	4.1	0.68
4.0	20 yrs	48.7	1.39	0.03	No flooding	2.78	0.86
	100 yrs	150.4	2.41		No flooding	4.09	1
	500 yrs	376	3.93		Flooding	5.26	0.95
3.0	20 yrs	48.7	1.35	0.03	No flooding	2.25	0.69
	100 yrs	150.4	1.92		No flooding	4.45	1.18
	500 yrs	376	2.92		No flooding	6.34	1.37
2.0	20 yrs	48.7	1.06	0.03	No flooding	3.08	1
	100 yrs	150.4	2.26		No flooding	3.37	0.79
	500 yrs	376	3.97		Flooding	4.27	0.72
1.0	20 yrs	48.7	1.11	0.03	No flooding	1.86	0.56
	100 yrs	150.4	2.35		No flooding	2.72	0.57
	500 yrs	376	3.98		Flooding	4	0.64
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.73	0.03	No flooding	2.77	
	100 yrs	150.4	1.57		No flooding	4.04	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.52	



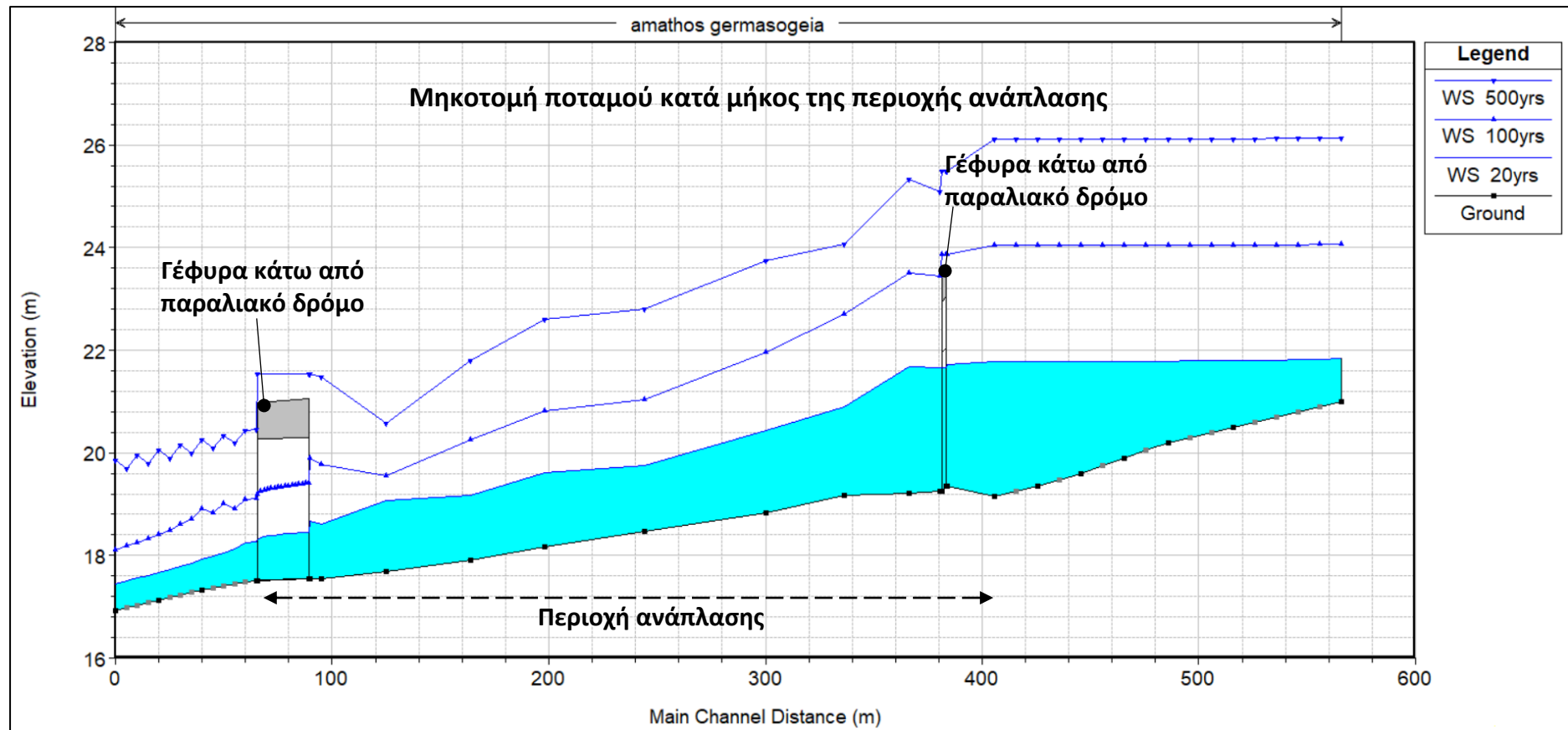
Διάγραμμα 8: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 1 - Σενάριο 3 με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

Πίνακας 9: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης Λύσης 1 – Σενάριο 4

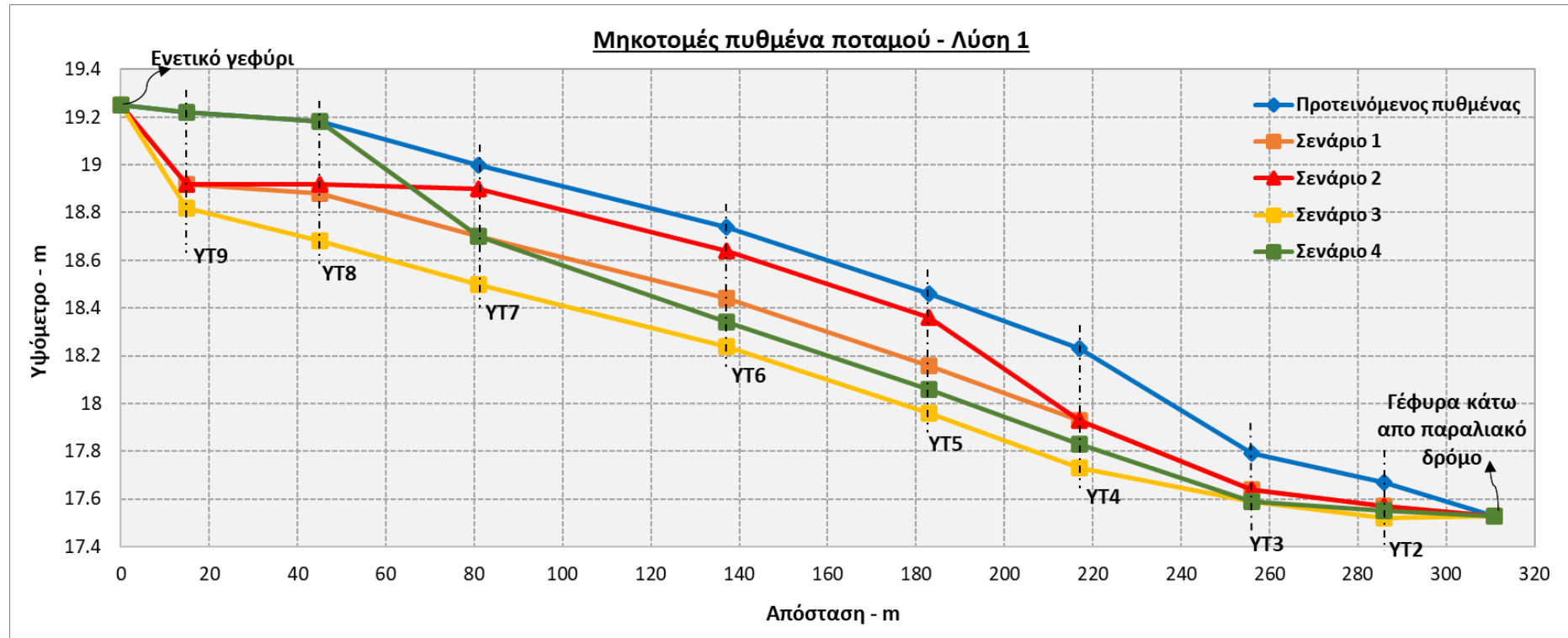
Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.64	0.035	No flooding	0.49	0.1
	100 yrs	150.4	4.9		Flooding	0.77	0.11
	500 yrs	376	6.97		Flooding	1.18	0.14
9.5	20 yrs	48.7	2.37	0.03	No flooding	1.2	0.25
	100 yrs	150.4	4.52		Flooding	1.93	0.29
	500 yrs	376	6.14		Flooding	3.52	0.45
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.45	0.03	No flooding	1.48	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.15	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.07	
9.3	20 yrs	48.7	2.41	0.03	No flooding	1.18	0.24
	100 yrs	150.4	4.2		Flooding	2.08	0.32
	500 yrs	376	5.85		Flooding	3.7	0.49
9.0	20 yrs	48.7	2.45	0.03	No flooding	0.83	0.18
	100 yrs	150.4	4.29		Flooding	1.33	0.22
	500 yrs	376	6.1		Flooding	2.14	0.29
8.0	20 yrs	48.7	1.71	0.03	No flooding	3.88	0.95
	100 yrs	150.4	3.53		Flooding	4.45	0.76
	500 yrs	376	4.89		Flooding	6.02	0.87
7.0	20 yrs	48.7	1.61	0.03	No flooding	1.72	0.48
	100 yrs	150.4	3.13		No flooding	2.25	0.45
	500 yrs	376	4.93		Flooding	3.15	0.48
6.0	20 yrs	48.7	1.29	0.03	No flooding	3.3	1.01
	100 yrs	150.4	2.56		No flooding	4.28	1.01
	500 yrs	376	4.32		Flooding	4.89	0.91

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης -
Φάση Α'

5.0	20 yrs	48.7	1.45	0.03	No flooding	2.29	0.66
	100 yrs	150.4	2.66		No flooding	3.3	0.76
	500 yrs	376	4.43		Flooding	4.09	0.68
4.0	20 yrs	48.7	1.28	0.03	No flooding	3	0.96
	100 yrs	150.4	2.36		No flooding	4.08	1
	500 yrs	376	3.9		Flooding	5.23	0.94
3.0	20 yrs	48.7	1.38	0.03	No flooding	2.2	0.67
	100 yrs	150.4	1.87		No flooding	4.61	1.24
	500 yrs	376	2.88		No flooding	6.43	1.4
2.0	20 yrs	48.7	1.06	0.03	No flooding	3.07	1
	100 yrs	150.4	2.21		No flooding	3.42	0.8
	500 yrs	376	3.92		Flooding	4.31	0.73
1.0	20 yrs	48.7	1.11	0.03	No flooding	1.86	0.56
	100 yrs	150.4	2.35		No flooding	2.72	0.57
	500 yrs	376	3.98		Flooding	4	0.64
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.73	0.03	No flooding	2.77	
	100 yrs	150.4	1.57		No flooding	4.04	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.52	



Διάγραμμα 9: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 1 - Σενάριο 4 με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

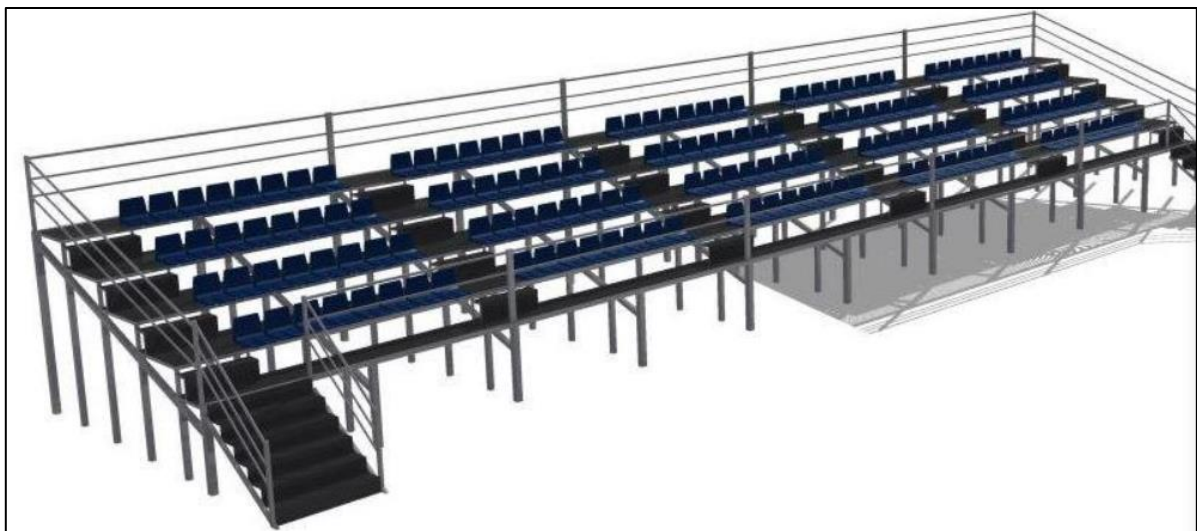
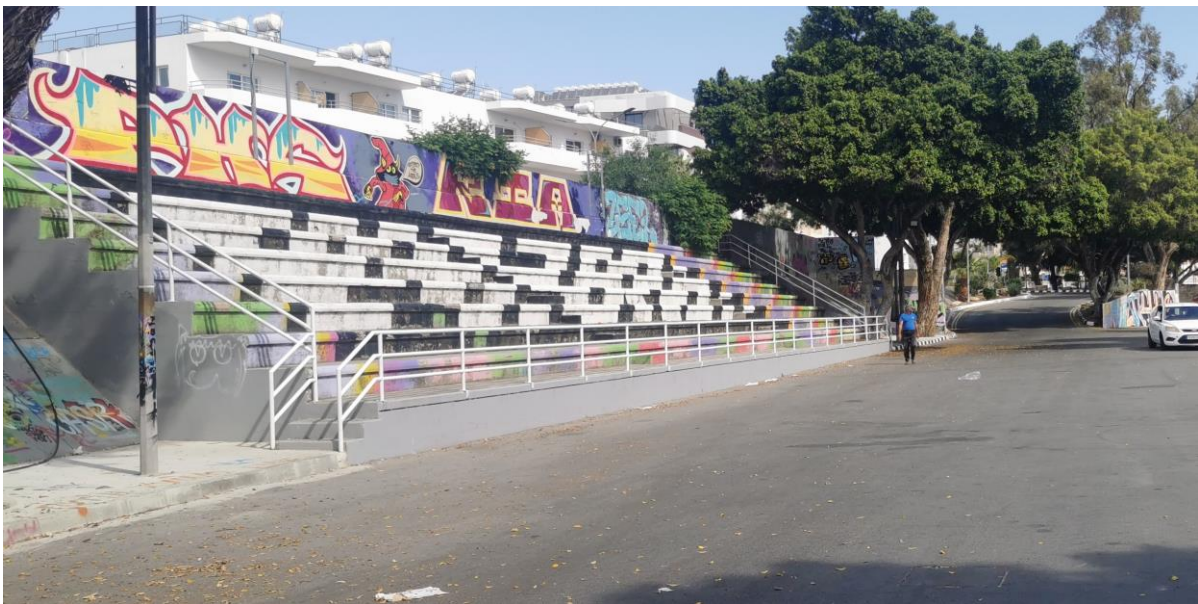


Διάγραμμα 10: Μηκοτομές πυθμένα ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 1

6.6.2 Αποτελέσματα Λύσης 2 – Διαμόρφωση περιοχής κερκίδων σε μεταλλικού τύπου κατασκευή

Όπως έχει διαφανεί από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την υδραυλική προσομοίωση των διαφόρων σεναρίων της Λύσης 1, τα προβλήματα πλημμυρισμού στην περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης παραμένουν.

Στην Λύση 2 αυτό που προτείνεται είναι, αντί οι κερκίδες που είναι κατασκευασμένες στην περιοχή ανάπλασης να παραμείνουν από σκυρόδεμα, να αντικατασταθούν με μεταλλικού τύπου κερκίδες όπως παρουσιάζεται στη Φωτογραφία 10. Η διαμόρφωση αυτή θα συμβάλει στην αύξηση του πλάτους του ποταμού στην περιοχή αυτή και παράλληλα στην μείωση της στάθμης του νερού.



Φωτογραφία 10: Ενδεικτική φωτογραφία διαμόρφωσης των υφιστάμενων κερκίδων σε μεταλλική κατασκευή

Στα Διαγράμματα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα IV απεικονίζεται η στάθμη του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, για την περίπτωση στην οποία θεωρήθηκε ότι κερκίδες θα διαμορφωθούν με μεταλλική κατασκευή. Σημειώνεται ότι στα εν λόγω Διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας για το υψόμετρο και ο οριζόντιος για την απόσταση διαφέρουν σε κλίμακα για λόγους ευκρίνειας.

Ακολούθως στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά (μέγιστη ταχύτητα, στάθμη νερού και αριθμός Froude) για κάθε Υδραυλική Τομή που προσομοιώθηκε στο μοντέλο στην περιοχή ανάπλασης (ΥΤ10-ΥΤ0.9) για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς.

Στο Διάγραμμα 11 παρουσιάζεται η μηκοτομή του υπό προσομοίωση τμήματος του ποταμού με υπόδειξη της θέσης των υδραυλικών έργων, καθώς και της στάθμης του νερού για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.

Όπως φαίνεται τόσο στον Πίνακα όσο και στο Διάγραμμα, μεταξύ της ΥΤ7 και της ΥΤ6.5 δημιουργείται υδραυλικό άλμα (hydraulic jump). Τα υδραυλικά άλματα είναι φαινόμενα στα οποία παρατηρείται αύξηση της στάθμης του νερού λόγω της μετατροπής της ροής από συνθήκες υπερκρίσιμης ροής, όπου παρατηρούνται υψηλές ταχύτητες ροής, σε υποκρίσιμη ροή (χαμηλές ταχύτητες ροής).

Πίνακας 10: Αποτελέσματα υδραυλικής προσομοίωσης Λύσης 2

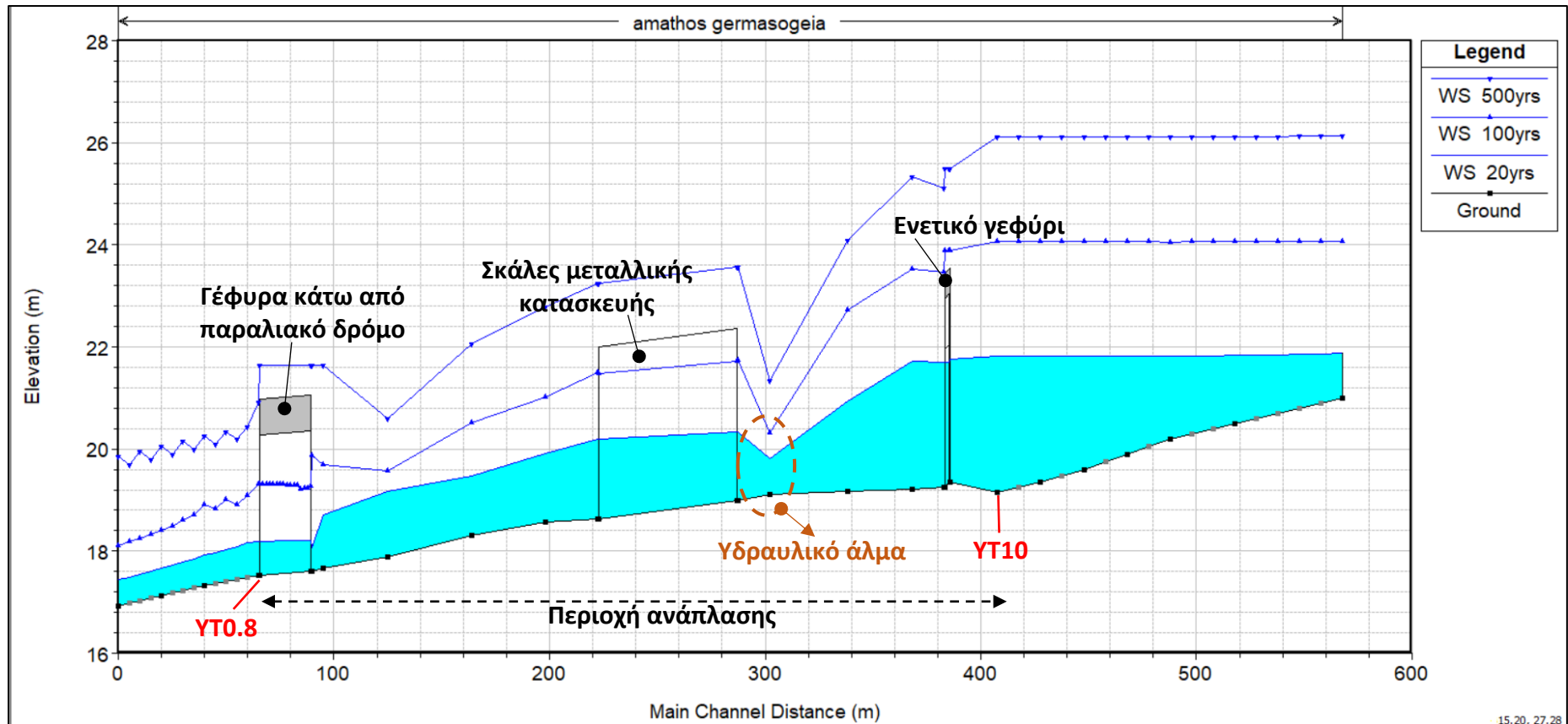
Υδραυλική τομή	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή (m ³ /s)	Στάθμη νερού πάνω από τον πυθμένα (m)	Συντελεστής Manning's	Κατάσταση ποταμού	Ταχύτητα στο μέσο της διατομής (m/s)	Αριθμός Froude
10	20 yrs	48.7	2.67	0.035	No flooding	0.48	0.09
	100 yrs	150.4	4.91		Flooding	0.77	0.11
	500 yrs	376	6.97		Flooding	1.18	0.14
9.5	20 yrs	48.7	2.4	0.03	No flooding	1.18	0.24
	100 yrs	150.4	4.53		Flooding	1.93	0.29
	500 yrs	376	6.14		Flooding	3.52	0.45
9.4 (Ενετικό γεφύρι)	20 yrs	48.7	2.45	0.03	No flooding	1.46	
	100 yrs	150.4	>4.18		Flooding	3.14	
	500 yrs	376	>4.18		Flooding	4.05	
9.3	20 yrs	48.7	2.45	0.03	No flooding	1.16	0.24
	100 yrs	150.4	4.21		Flooding	2.08	0.32
	500 yrs	376	5.86		Flooding	3.7	0.49
9.0	20 yrs	48.7	2.49	0.03	No flooding	0.84	0.18
	100 yrs	150.4	4.3		Flooding	1.35	0.22
	500 yrs	376	6.11		Flooding	2.17	0.29
8.0	20 yrs	48.7	1.75	0.03	No flooding	3.89	0.95
	100 yrs	150.4	3.54		Flooding	4.46	0.76
	500 yrs	376	4.9		Flooding	6.03	0.87
7.0	20 yrs	48.7	0.68	0.03	No flooding	4.64	2.02
	100 yrs	150.4	1.2		No flooding	7.04	2.27
	500 yrs	376	2.22		No flooding	8.2	1.96
6.5	20 yrs	48.7	1.35	0.03	No flooding	1.36	0.37
	100 yrs	150.4	2.75		No flooding	2.06	0.4
	500 yrs	376	4.57		Flooding	3.01	0.45

Υδραυλικό άλμα

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

6.0 (μεταλλικές κερκίδες)	20 yrs	48.7	1.35	0.03	No flooding	1.24	0.32
	100 yrs	150.4	2.75		No flooding	2.06	0.39
	500 yrs	376	4.63		Flooding	2.85	0.43
5.5	20 yrs	48.7	1.56	0.03	No flooding	1.18	0.3
	100 yrs	150.4	2.87		No flooding	1.98	0.37
	500 yrs	376	4.6		Flooding	2.98	0.44
5.0	20 yrs	48.7	1.36	0.03	No flooding	2.36	0.69
	100 yrs	150.4	2.46		No flooding	3.39	0.79
	500 yrs	376	4.22		Flooding	4.09	0.69
4.0	20 yrs	48.7	1.17	0.03	No flooding	3.02	1
	100 yrs	150.4	2.21		No flooding	4.02	1
	500 yrs	376	3.74		Flooding	5.12	0.91
3.0	20 yrs	48.7	1.27	0.03	No flooding	2.27	0.71
	100 yrs	150.4	1.69		No flooding	4.93	1.37
	500 yrs	376	2.71		No flooding	6.66	1.47
2.0	20 yrs	48.7	1.03	0.03	No flooding	3.08	1
	100 yrs	150.4	2.03		No flooding	3.69	0.9
	500 yrs	376	3.97		Flooding	4.08	0.68
1.0	20 yrs	48.7	0.47	0.03	No flooding	4.35	2.02
	100 yrs	150.4	2.28		No flooding	2.79	0.59
	500 yrs	376	4.03		Flooding	3.94	0.63
0.9 (Γέφυρα κάτω από παραλιακό δρόμο)	20 yrs	48.7	0.68	0.03	No flooding	3.29	
	100 yrs	150.4	1.79		No flooding	3.75	
	500 yrs	376	>2.75		Flooding	4.37	

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα 11: Μηκοτομή υπο προσομοίωση τμήματος του ποταμού για την περίπτωση της Λύσης 2 με υπόδειξη της στάθμης του νερού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Σε τμήμα του ποταμού της Γερμασόγειας, προτίθεται να πραγματοποιηθεί η ανάπλαση της περιοχής κατά μήκος του ποταμού και συγκεκριμένα από την περιοχή αμέσως κατάντη του φράγματος της Γερμασόγειας μέχρι και το σημείο που ο ποταμός διέρχεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο Λεμεσού, 500m πριν την εκβολή του στη θαλάσσια περιοχή της Γερμασόγειας. Στόχος είναι μέσα από την κατασκευή του έργου αυτού να διαμορφωθεί ένα ενιαίο γραμμικό λειτουργικό πάρκο, το οποίο θα δημιουργήσει χώρο περίπατου, άθλησης και αναψυχής για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της περιοχής. Το έργο αυτό έχει διαχωριστεί σε 4 Φάσεις και η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη για τη Φάση Α' του έργου.

Η περιοχή της προτεινόμενης ανάπλασης (Φάση Α') έχει συνολικό μήκος 470m και εκτείνεται από το σημείο όπου ο ποταμός διέρχεται κάτω από την οδό Δαιδαλίδων μέχρι το σημείο όπου διοχετεύεται κάτω από τη Λεωφόρο Γεωργίου Α' (Παραλιακός δρόμος).

Στόχος της παρούσας εργασίας, είναι η υδραυλική προσομοίωση του τμήματος του ποταμού, με σκοπό να διαφανεί κατά πόσο τα προτεινόμενα έργα που προτείνεται να διαμορφωθούν στην περιοχή ανάπλασης, μπορούν να διοχετεύουν με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές του ποταμού, χωρίς να προκαλούν τον πλημμυρισμό της περιοχής. Στην παρούσα εργασία, δεν πραγματοποιήθηκε υδρολογική ανάλυση για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών του ποταμού, αλλά υιοθετήθηκαν οι ροές οι οποίες εκτιμήθηκαν σε παλαιότερη μελέτη των [Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014](#).

Η υδραυλική προσομοίωση έγινε με την χρήση του λογισμικού HEC-RAS ver. 5.0.7 για συνθήκες μονοδιάστατης ανάλυσης μόνιμης ροής (steady flow) και η ροή θεωρήθηκε «μεικτή», δηλαδή συνδυασμός «υποκρίσιμης» και «υπερκρίσιμης» αναλόγως των συνθηκών ροής.

Η υδραυλική προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης κατέδειξε ότι οι πλημμυρικές ροές του ποταμού για περίοδο επαναφοράς 20 χρόνων διοχετεύονται με ασφάλεια και δεν προκαλούνται προβλήματα πλημμυρισμού στην περιοχή. Οι περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν τους μεγαλύτερους κινδύνους πλημμύρας είναι οι περιοχές αμέσως ανάντη και κατάντη του Ενετικού γεφυριού κυρίως για περίοδο επαναφοράς 500 χρόνια. Το Ενετικό γεφύρι που βρίσκεται στην είσοδο της περιοχής ανάπλασης φαίνεται να μην μπορεί να διοχετεύσει τις πλημμυρικές ροές των 100 και 500 χρόνων ενώ όσο αφορά τη γέφυρα που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο στην έξοδο του ποταμού από την περιοχή ανάπλασης φαίνεται να διοχετεύει με ασφάλεια τις πλημμυρικές ροές των 20 και 100 χρόνων ενώ πλημμυρίζει για περίοδο επαναφοράς 500 χρόνια.

Αναφορικά με την υδραυλική προσομοίωση για τις περιπτώσεις που ο ποταμός διέρχεται από τα προτεινόμενα έργα, στην περίπτωση που ο πυθμένας παραμείνει ασφαλτοστρωμένος παρατηρούνται λιγότερες περιοχές πλημμύρας συγκριτικά με την περίπτωση που ο πυθμένας του

ποταμού διαμορφωθεί με πουρί. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η επιλογή να διαμορφωθεί ο πυθμένας με πουρί, προκαλεί αύξηση της τραχύτητας στις διατομές με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μικρότερες ταχύτητες και ψηλότερες στάθμες νερού.

Στη συνέχεια εξετάστηκαν 2 εναλλακτικές λύσεις με σκοπό την επίλυση των προβλημάτων πλημμυρισμού που παρατηρούνται στην περιοχή.

Όσον αφορά τη λύση 1 το βέλτιστο σενάριο φαίνεται να είναι το Σενάριο 2. Στο Σενάριο αυτό παρατηρούνται οι λιγότερες περιοχές πλημμυρισμού συγκριτικά με τα υπόλοιπα σενάρια. Φαίνεται πως η απότομη αλλαγή στην κλίση του πυθμένα του ποταμού μεταξύ των υδραυλικών τομών 5 και 4 (βλ. Διάγραμμα 10) μειώνει τους κινδύνους πλημμύρας στις ανάντη υδραυλικές τομές.

Στην περίπτωση της λύσης 2, όπου η περιοχή των κερκίδων θεωρήθηκε ότι θα διαμορφωθεί με μεταλλικό σκελετό, η υδραυλική προσομοίωση δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Αυτό που έχει διαφανεί είναι ότι λόγω της αύξησης του πλάτους του ποταμού στην περιοχή των κερκίδων, η διαμόρφωση αυτή προκαλεί υδραυλικό άλμα στην ανάντη περιοχή.

Όπως προκύπτει και από τα πιο πάνω, η επίλυση των οποιοδήποτε προβλημάτων πλημμυρισμού που παρουσιάζονται στην περιοχή ανάπλασης δεν αποτελεί μια εύκολη διαδικασία. Οι κυριότεροι λόγοι είναι οι εξής:

- Το γεγονός ότι η περιοχή ανάπλασης εκτείνεται μεταξύ 2 υδραυλικών έργων στα οποία δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε παρέμβαση σε αυτά, έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζονται οι μεταβολές στην κλίση του πυθμένα του ποταμού κατά μήκος της περιοχής μεταξύ των έργων αυτών και ως εκ τούτου να περιορίζονται και οι μεταβολές στην στάθμη νερού του ποταμού μεταξύ των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων.
- Επίσης η επιλογή να διαμορφωθεί ο πυθμένας του ποταμού με πουρί προκαλεί επιπλέον προβλήματα πλημμυρισμού από αυτά που ήδη υφίστανται την περιοχή. Η επιλογή του υλικού αυτή αυξάνει την τραχύτητα με αποτέλεσμα να μειώνει την ταχύτητα ροής και να αυξάνει τη στάθμη νερού του ποταμού. Επιπλέον στις περιπτώσεις που παρουσιαστούν έντονα γεγονότα βροχόπτωσης πιθανών το υλικό αυτό να παρουσιάζει και φαινόμενα διάβρωσης.
- Επιπρόσθετα, για σκοπούς καλύτερης υδραυλικής προσομοίωσης το λογισμικό απαιτούσε περισσότερες διατομές μεταξύ των υδραυλικών τομών καθώς και επιπλέον τομές στην ανάντη περιοχή της ανάπλασης, γεγονός που κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί.

Συμπερασματικά, σύμφωνα και με τα πιο πάνω για την επίλυση των προβλημάτων πλημμυρισμού που εμφανίζονται κατά μήκος της περιοχής ανάπλασης, απαιτείται καλύτερη τοπογραφική

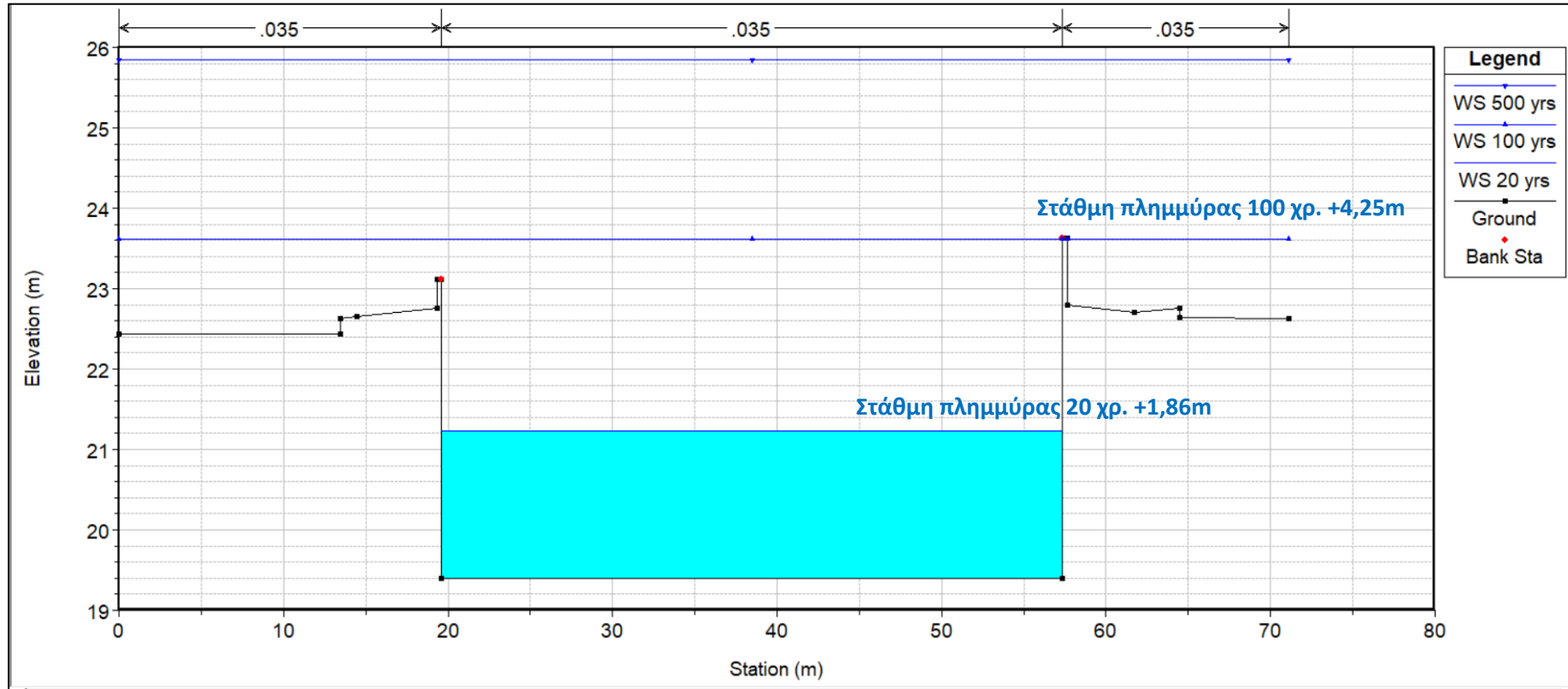
αποτύπωση της περιοχής, βάση της οποίας θα πραγματοποιηθεί αναλυτικότερη υδραυλική προσομοίωση.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

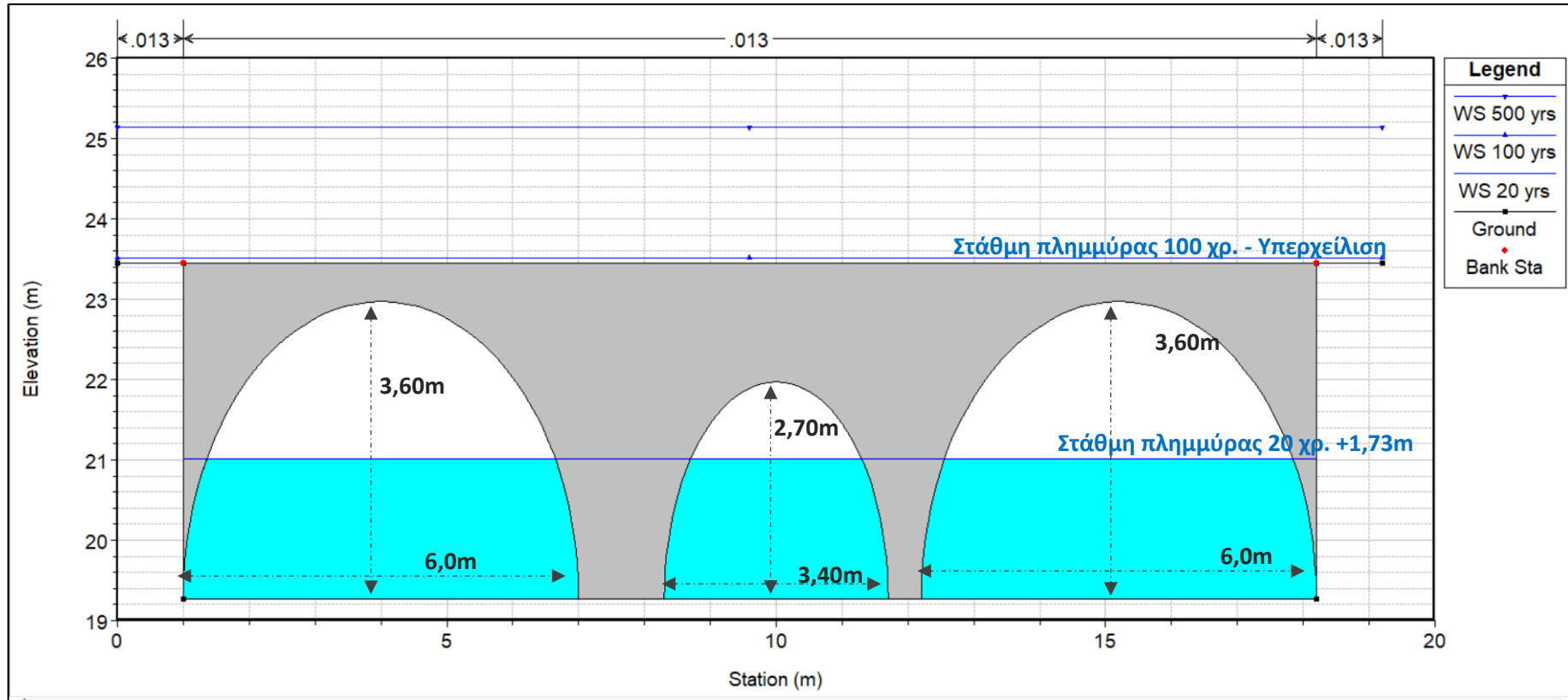
- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2011. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/ΕΚ και Κυπριακή Νομοθεσία για τις Πλημμύρες. http://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wfdf.nsf/home_gr/home_gr?opendocument
- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2014. Αγορά Υπηρεσιών για Εφαρμογή του Άρθρου 6 της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/Εκ (Άρθρο 7 Του Εναρμονιστικού Νόμου 70(Ι)/2010) που Προνοεί για την Αξιολόγηση, Διαχείριση και Αντιμετώπιση των Κινδύνων Πλημμύρας.
- CRED, 2022. *Disasters in numbers*. Brussels: CRED; 2023
- Prisma Consulting Engineers SA et. al, 2014. Έκθεση Υδρολογικού Μοντέλου ποταμού Γερμασόγειας (Τελική). Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Λευκωσία
- Interagency Advisory Committee on Water Data (1982). *Guidelines for Determining Flood Flow Frequency. Bulletin 17B*, U.S. Department of the Interior, Geological Survey, Office of Water Data, Reston, Va.
- Soil Conservation Service (SCS) (1956, 1964, 1971, 1972, 1985), *Hydrology, National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10*. Soil Conservation Service, U.S.D.A., Washington, D.C.
- Sherman, L. K., 1932. *Streamflow from rainfall by the unit-graph method*. Engineering News Record, 108: 501-505 pp.
- Cunge. J. A. 1969. "On the subject of a flood propagation computation method (Muskingum Method)," Journal of Hydraulic Research, Vol. 7, No. 2, 205-230.
- Brunner, G. W, 2016. *HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual ver 5.0*. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering System.

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

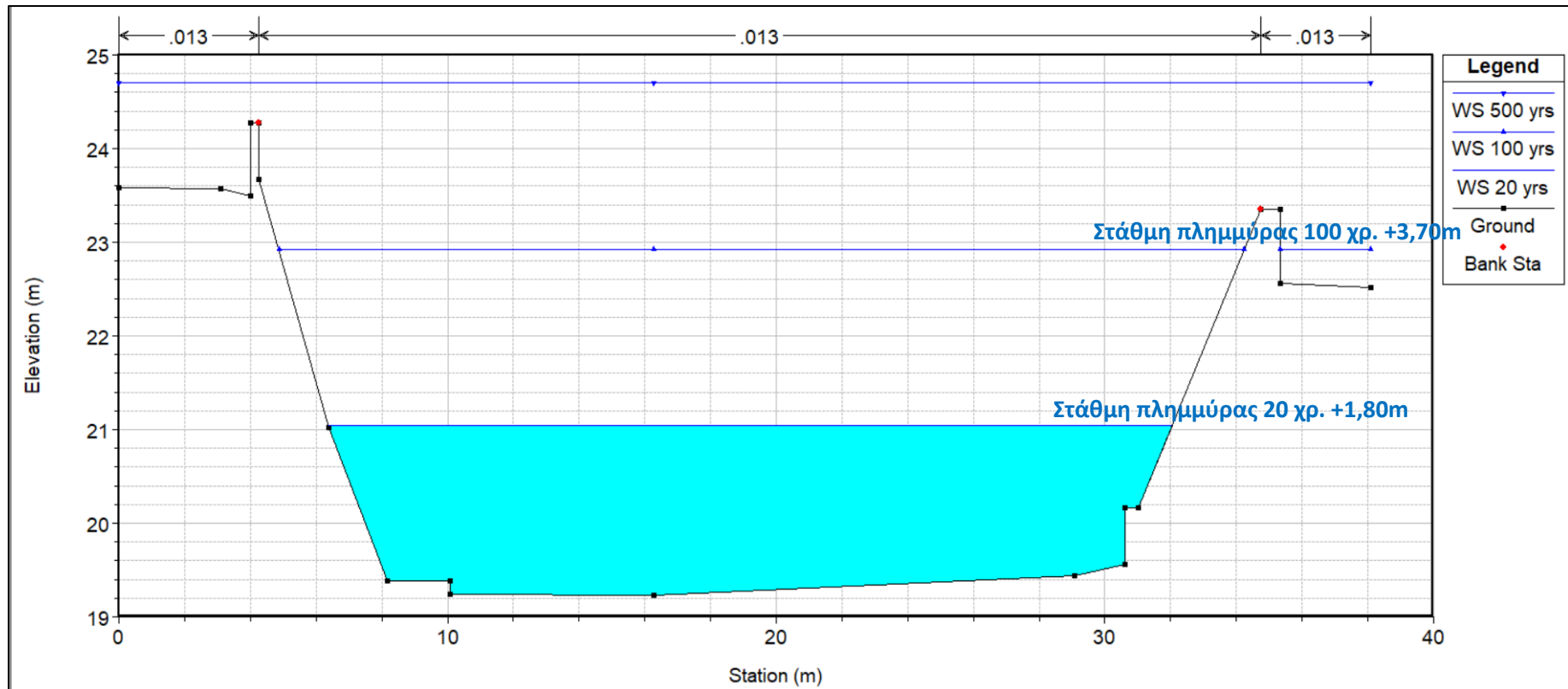
9.1 Παράρτημα Ι – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Υφιστάμενης Κατάστασης



Διάγραμμα Ι-1: Στάθμη νερού στην ΥΤ10, στην είσοδο της περιοχής μελέτης, για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

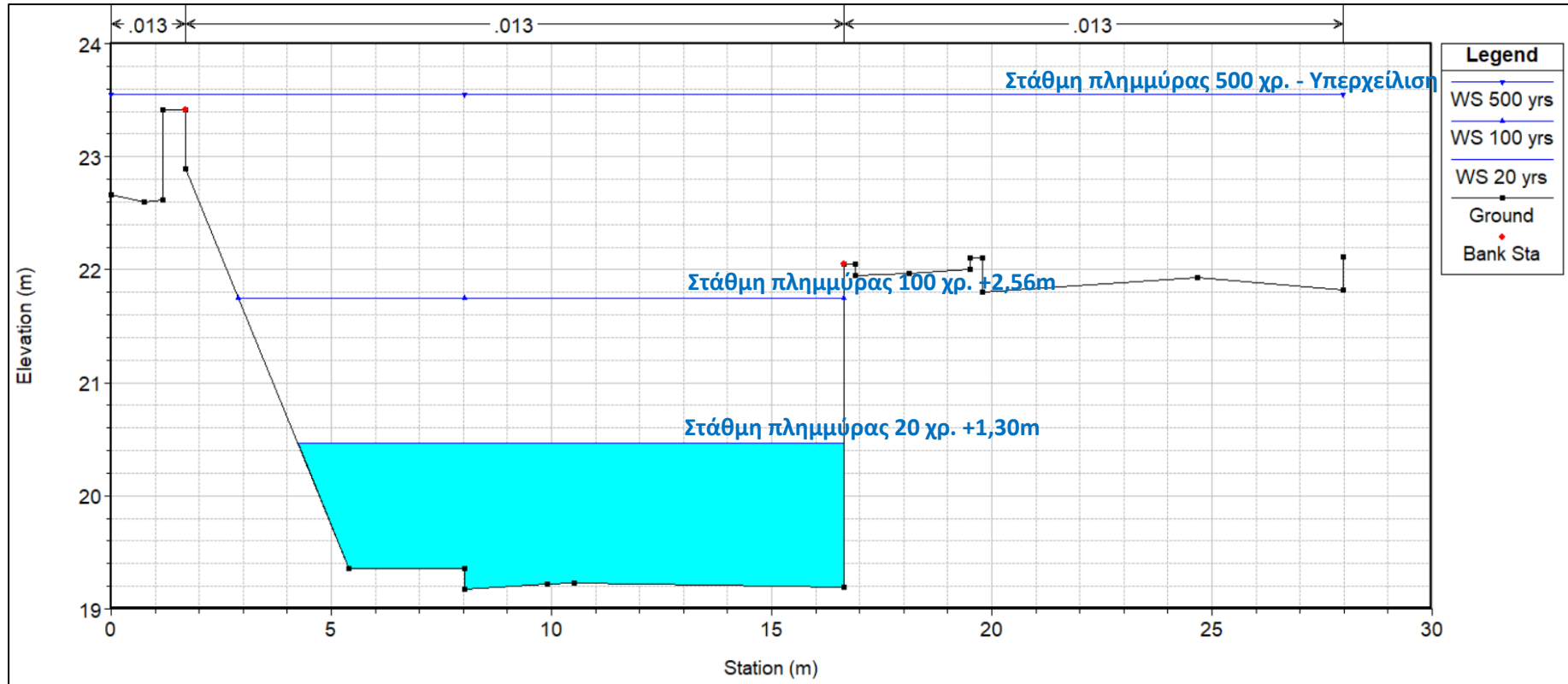


Διάγραμμα I-2: Στάθμη νερού στο σημείο εξόδου του Ενετικού γεφυριού (ΥΤ 9.4) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

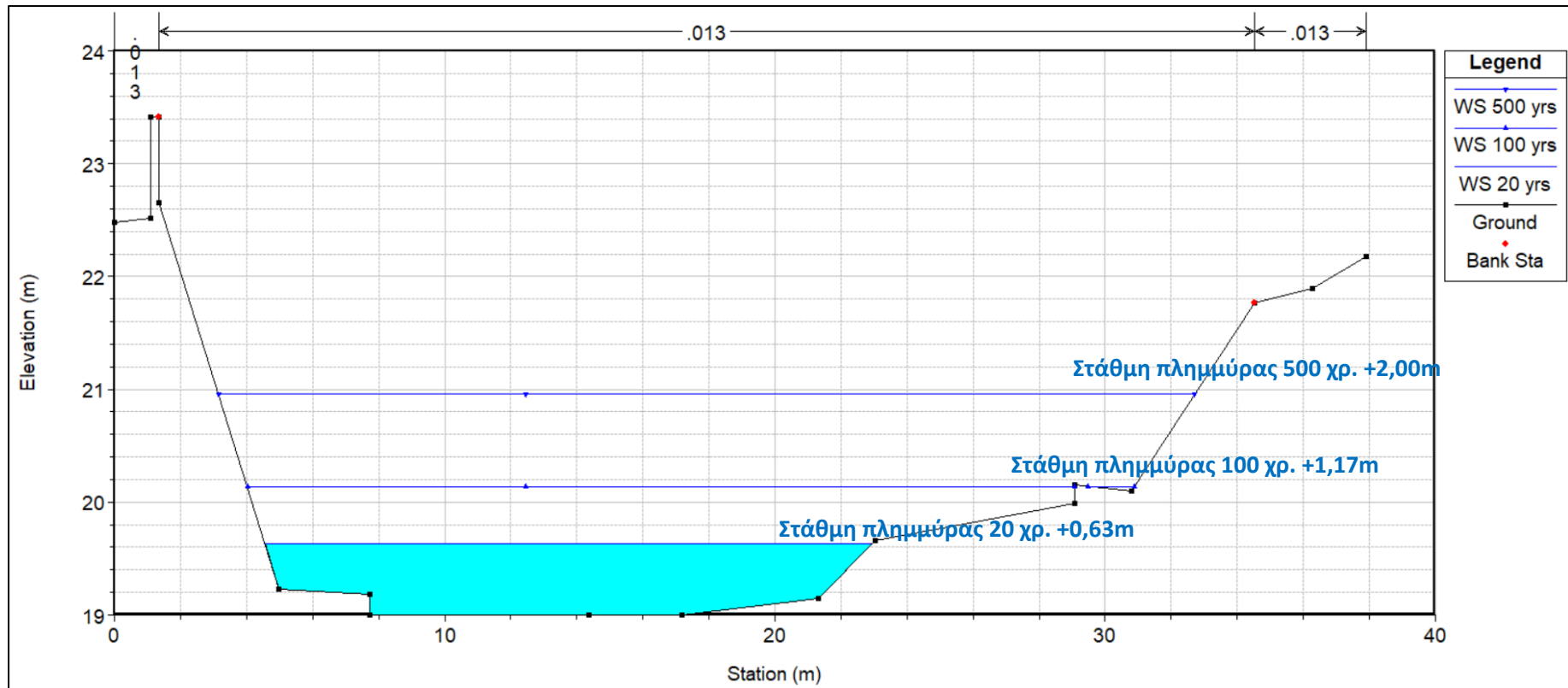


Διάγραμμα I-3: Στάθμη νερού στην ΥΤ9 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

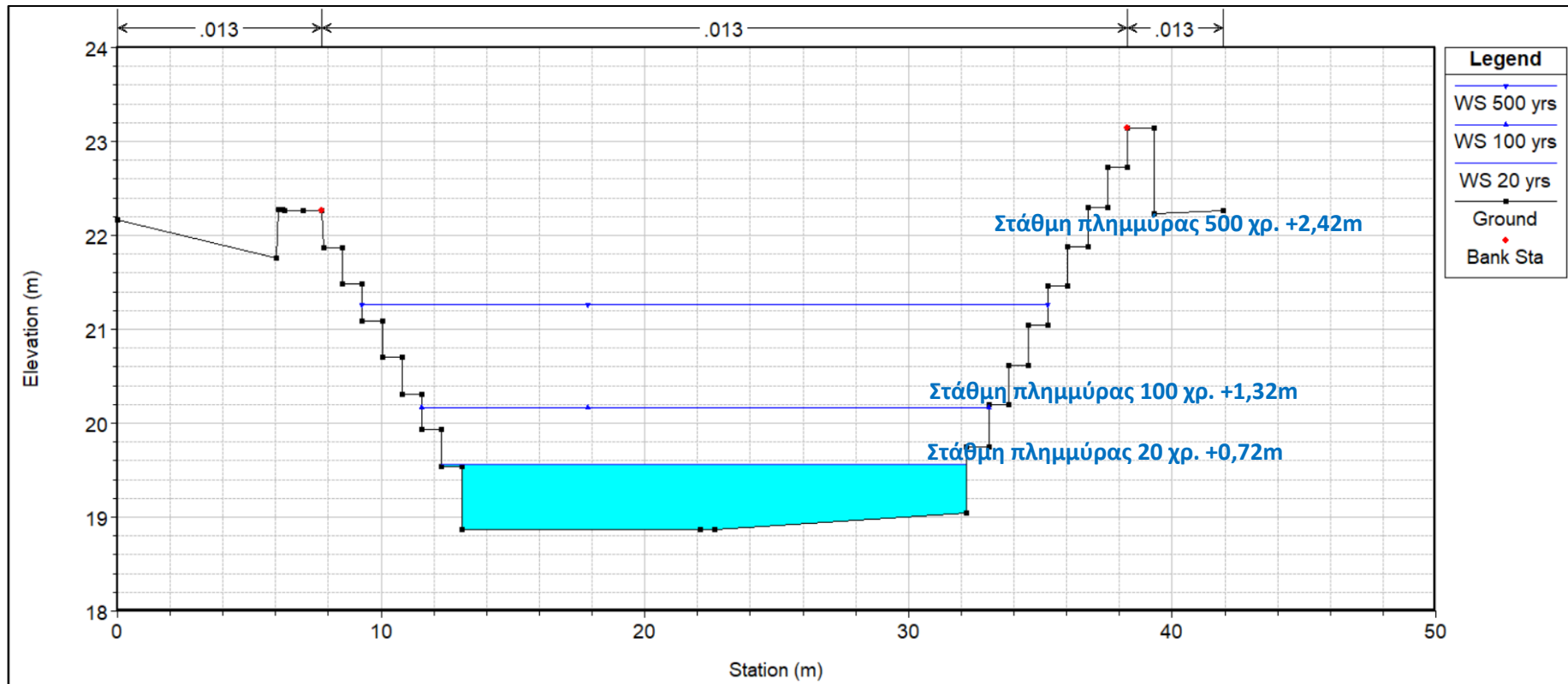
Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



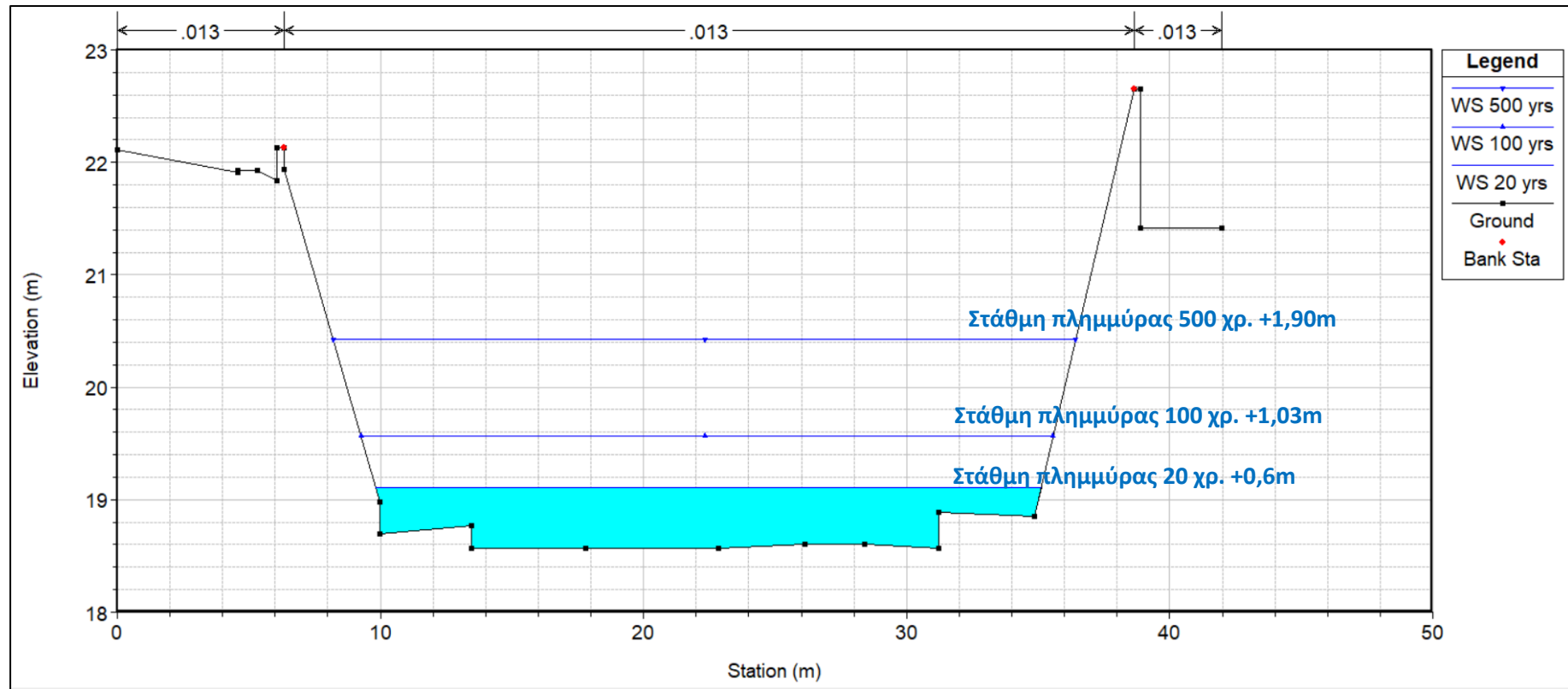
Διάγραμμα I-4: Στάθμη νερού στην ΥΤ8 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



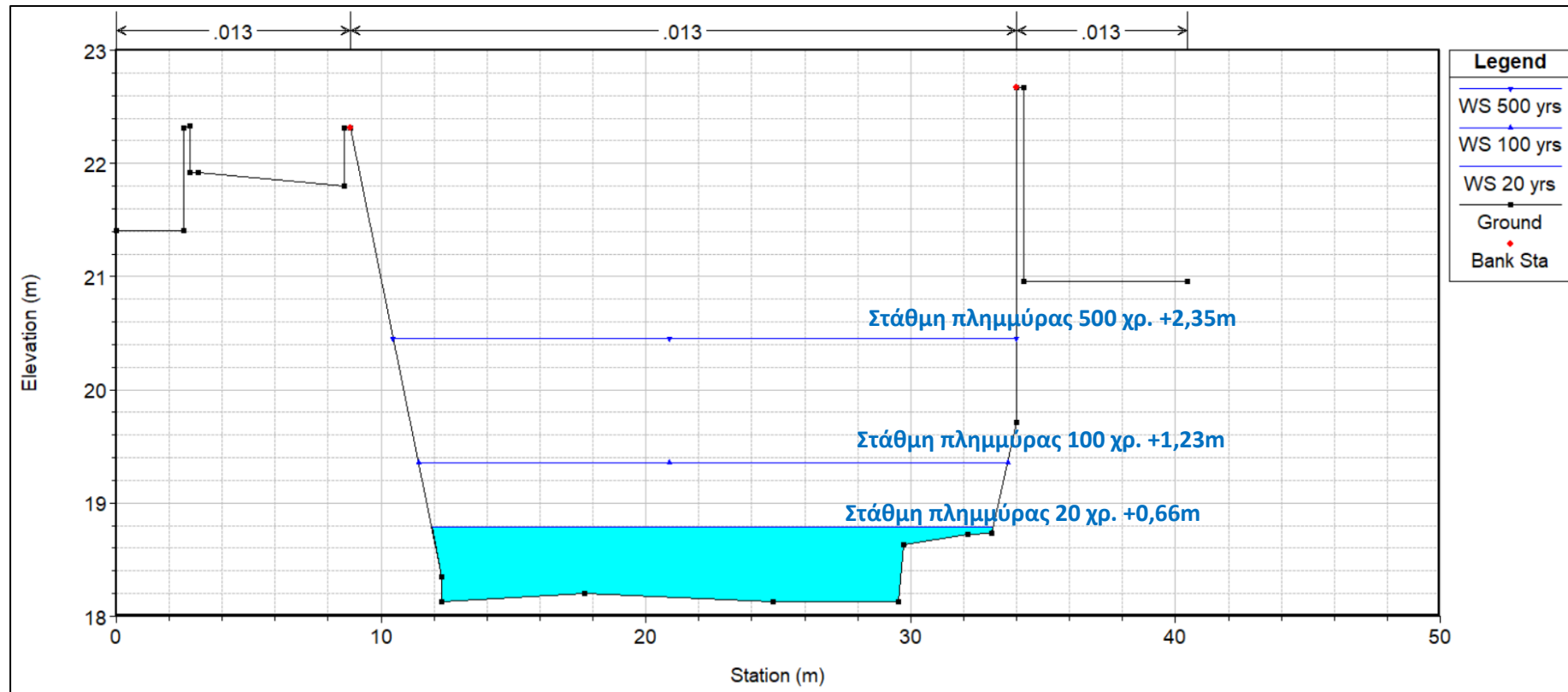
Διάγραμμα I- 5: Στάθμη νερού στην ΥΤ7 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



Διάγραμμα I- 6: Στάθμη νερού στην περιοχή που είναι κατασκευασμένες οι κερκίδες (ΥΤ6) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

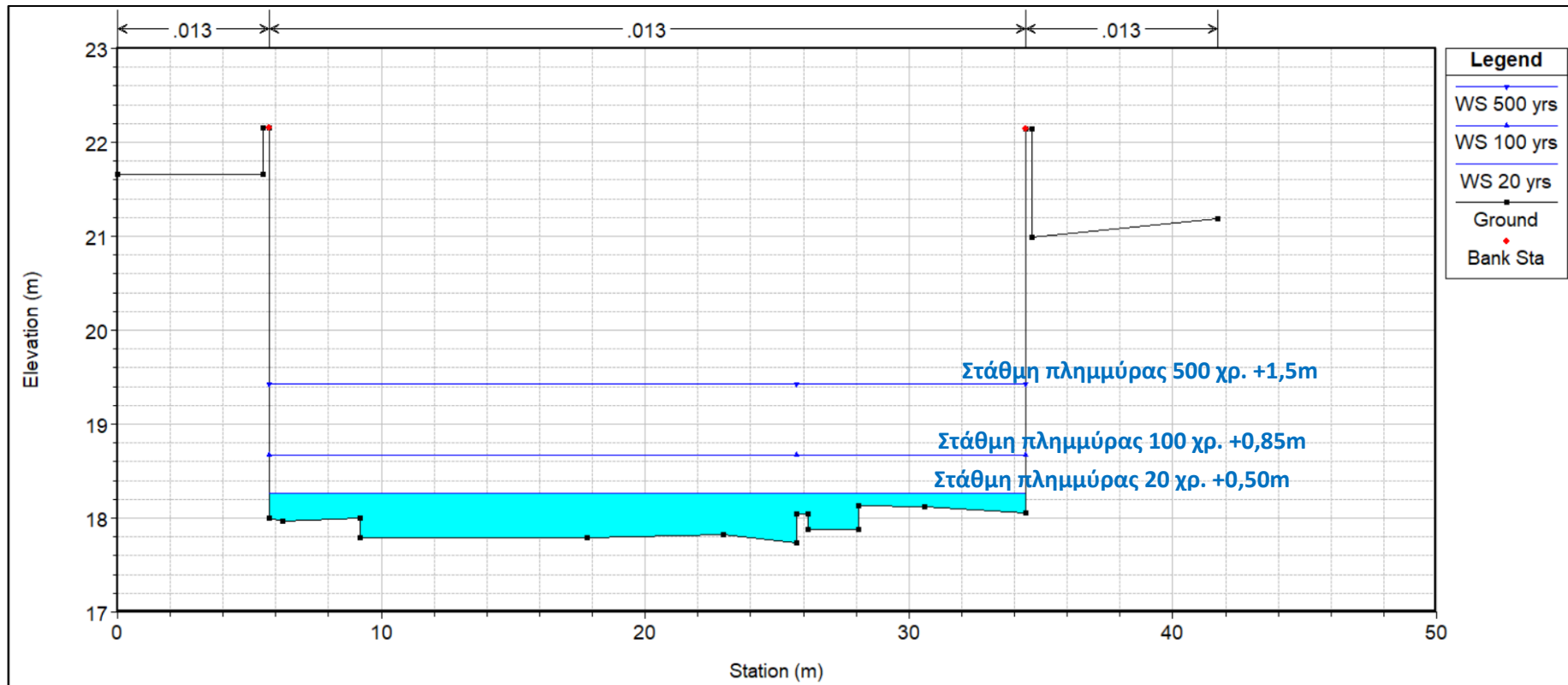


Διάγραμμα I- 7: Στάθμη νερού στην ΥΤ5 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

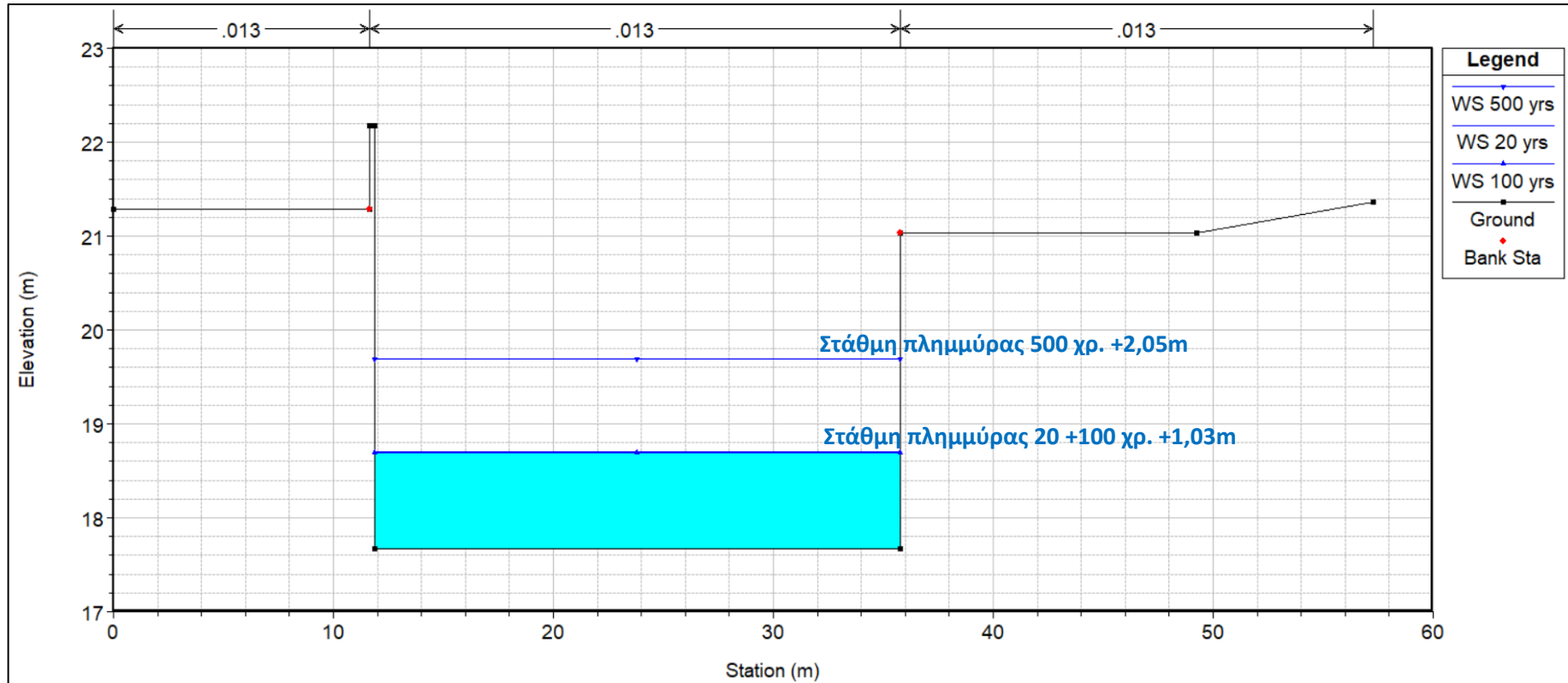


Διάγραμμα I- 8: Στάθμη νερού στην ΥΤ4 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

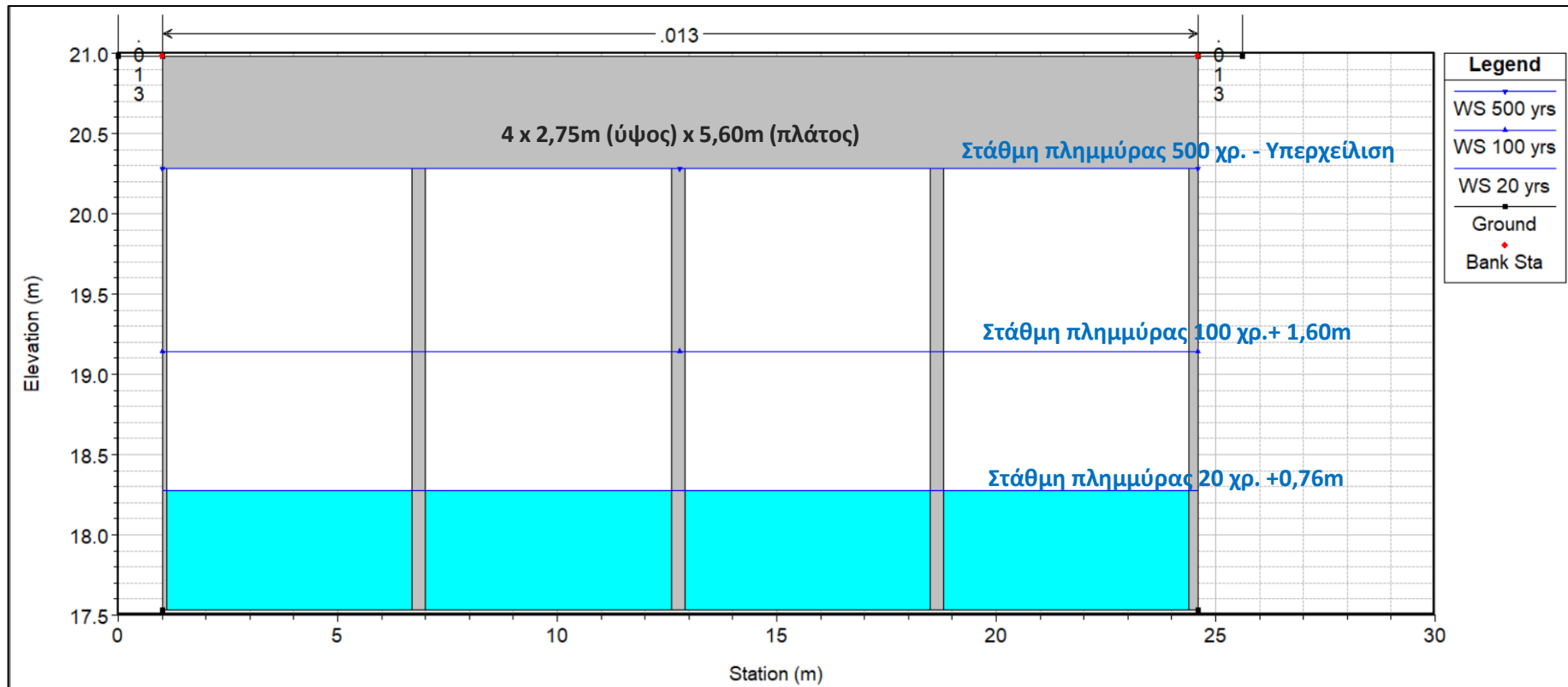
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα I- 9: Στάθμη νερού στην ΥΤ3 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

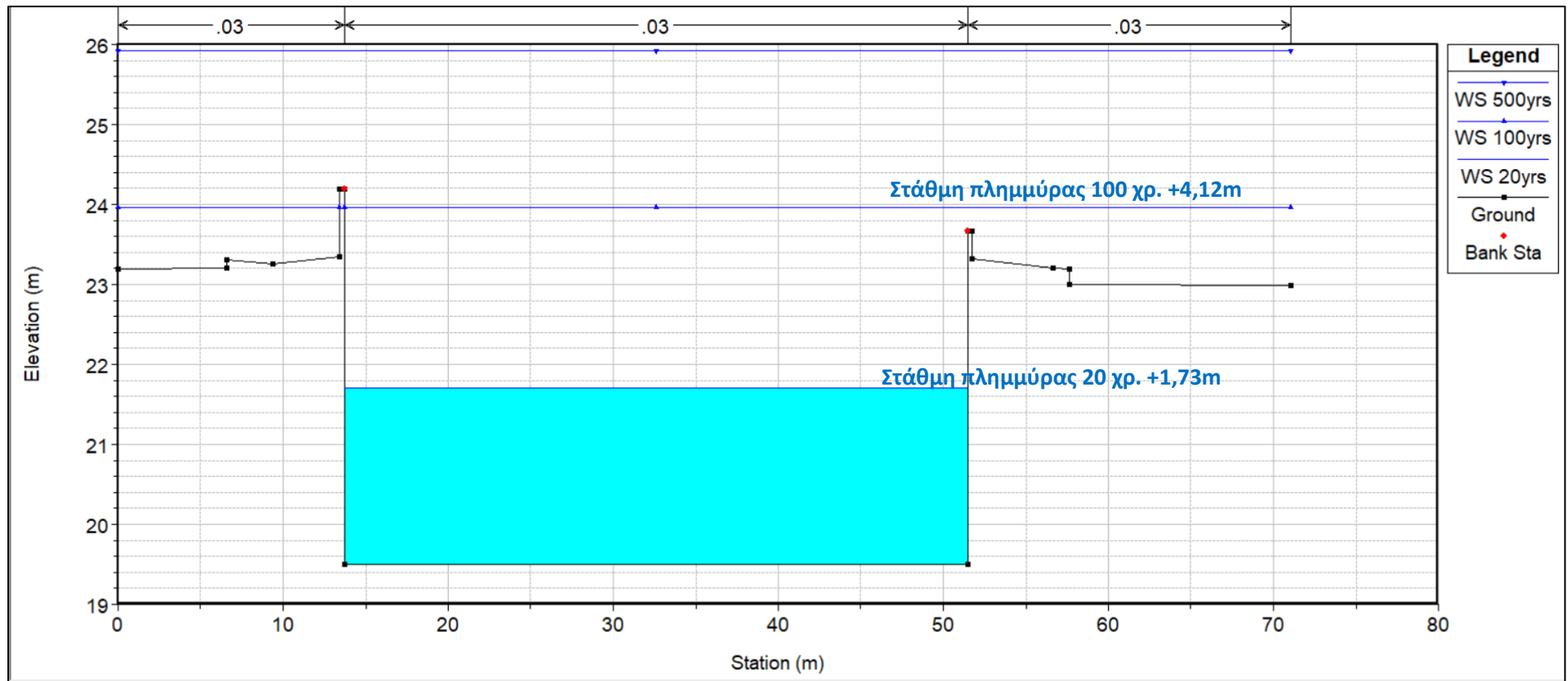


Διάγραμμα I- 10: Στάθμη νερού στην ΥΤ2 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

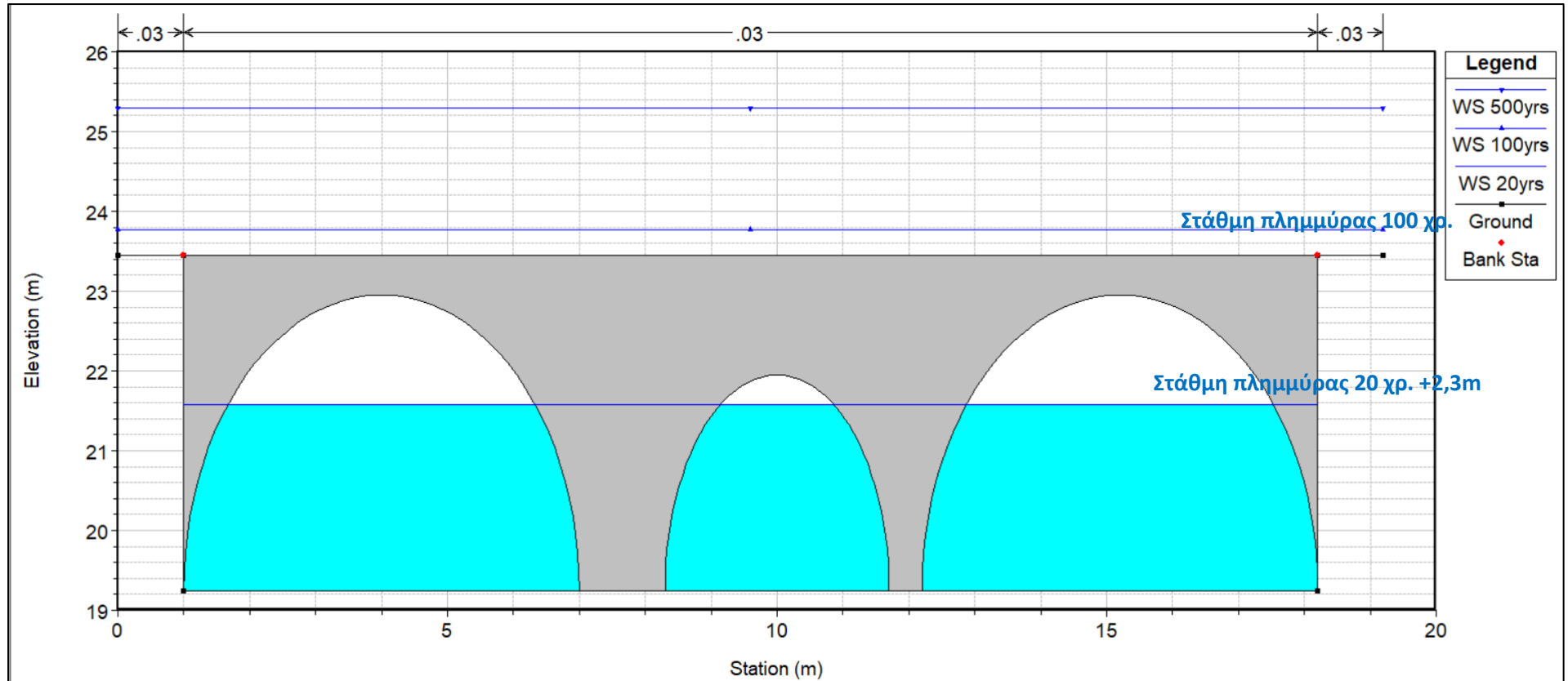


Διάγραμμα I- 11: Στάθμη νερού στην έξοδο της γέφυρας που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (ΥΤ0.9) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

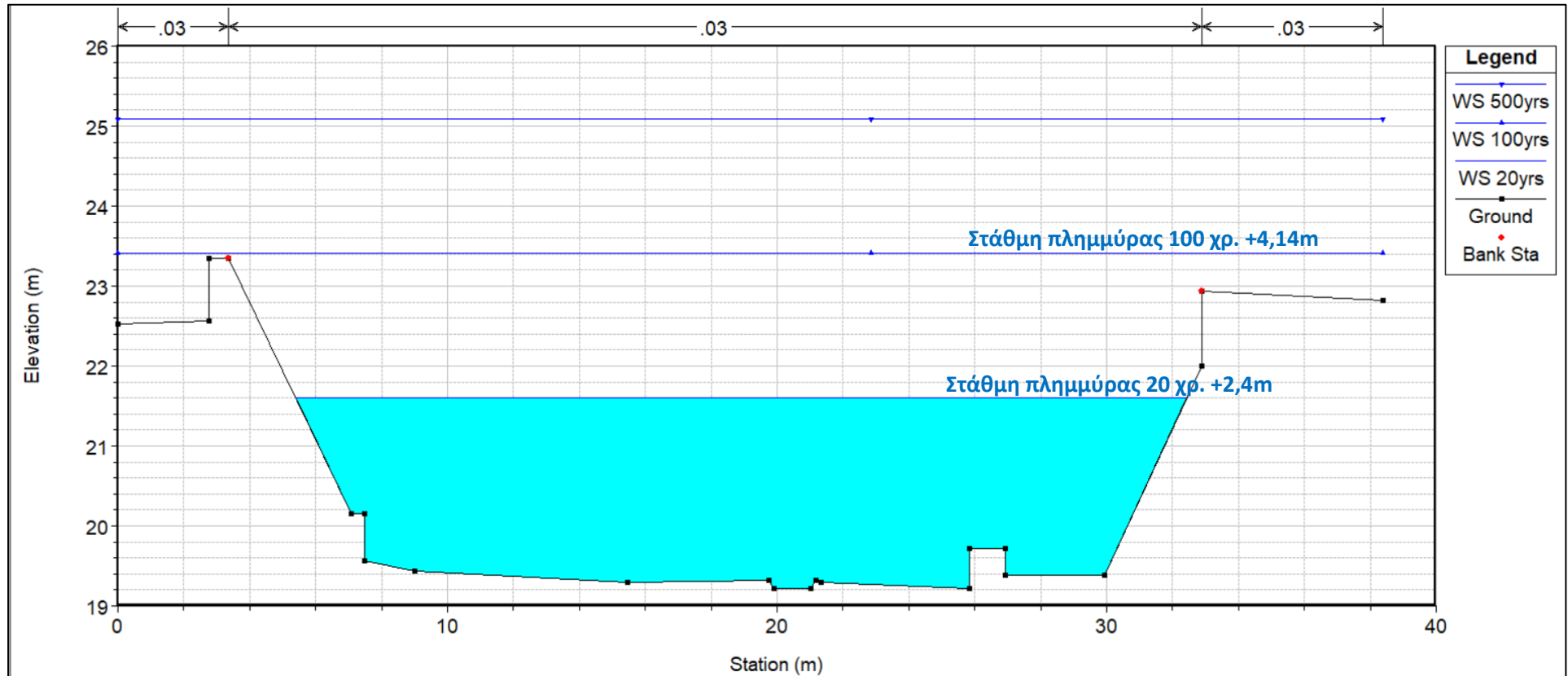
9.2 Παραρτημα II – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Προτεινόμενης Κατάστασης Με Ασφαλτοστρωμένο Πυθμένα



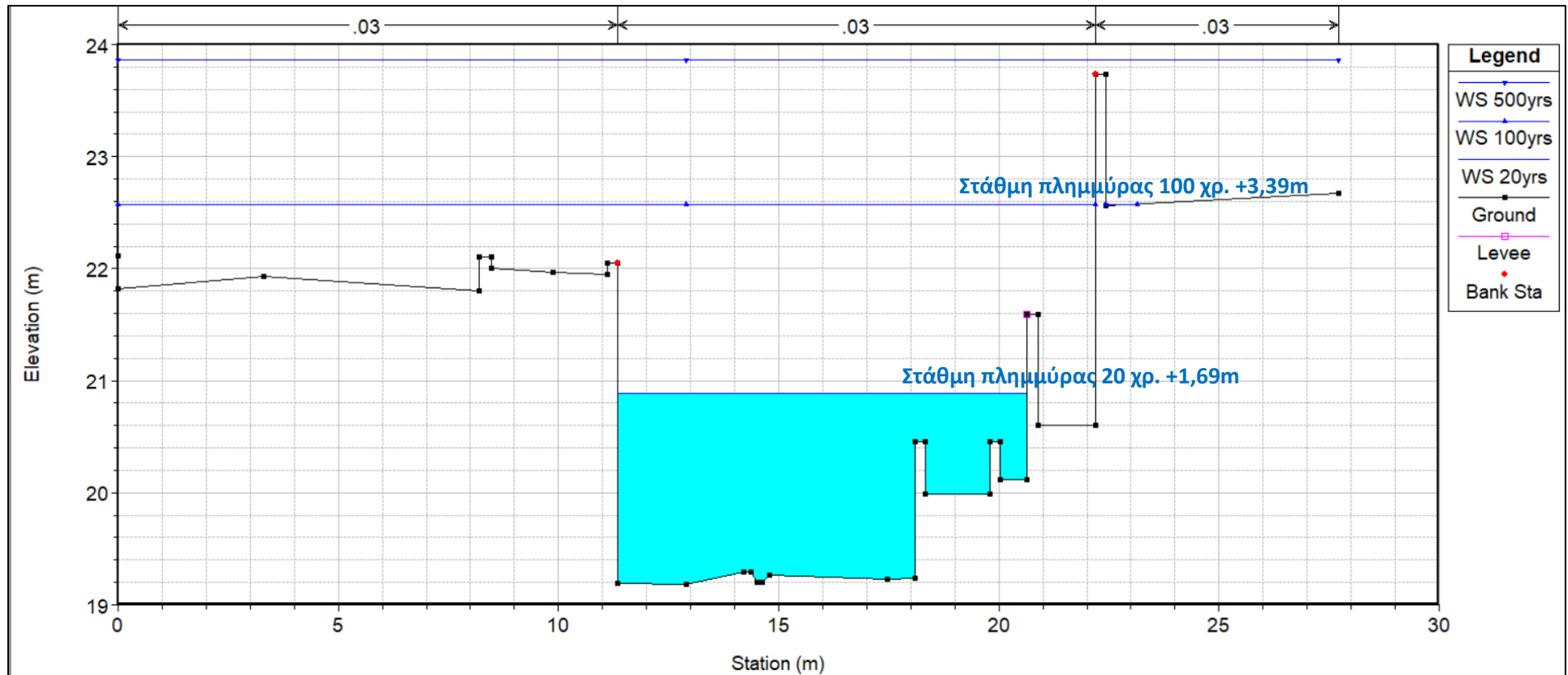
Διάγραμμα II - 1: Στάθμη νερού στην ΥΤ10 στην είσοδο της περιοχής μελέτης, για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



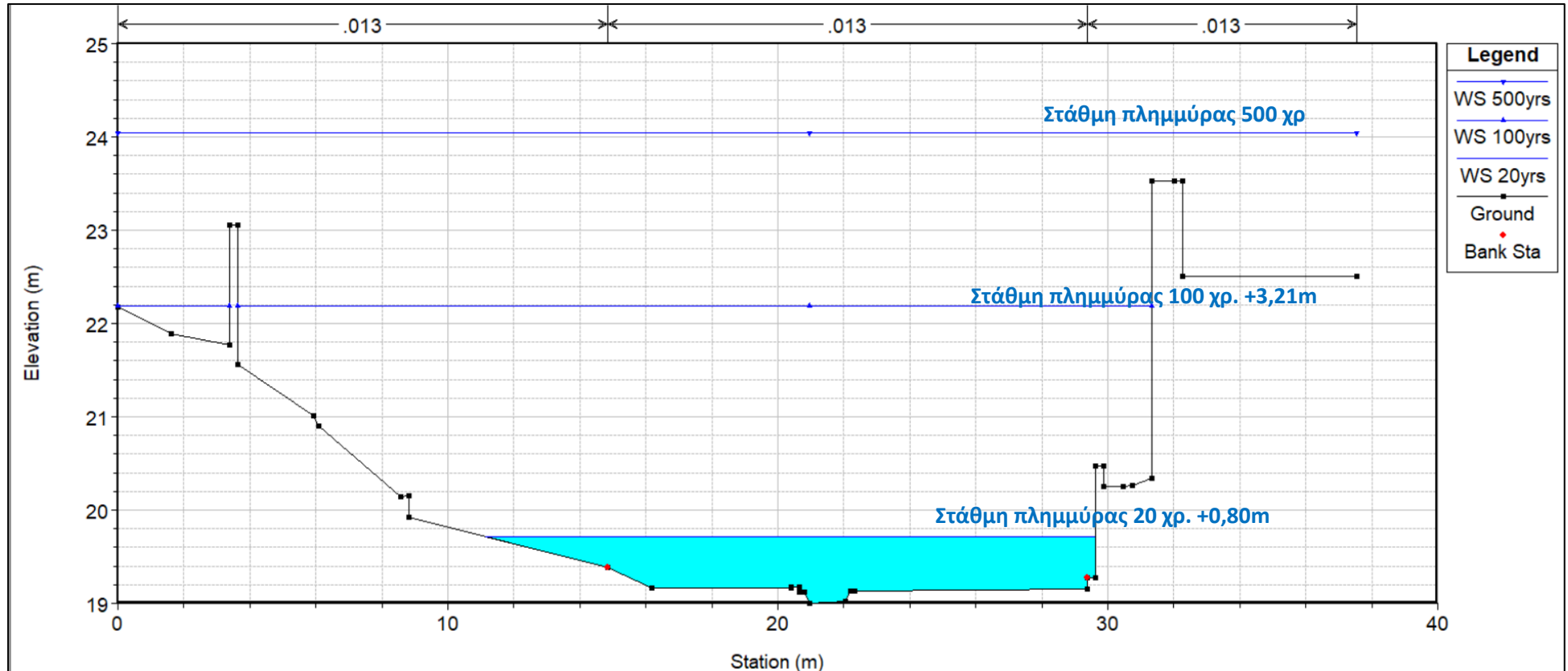
Διάγραμμα II - 2: Στάθμη νερού στο σημείο εξόδου του Ενετικού γεφυριού (ΥΤ 9.4) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



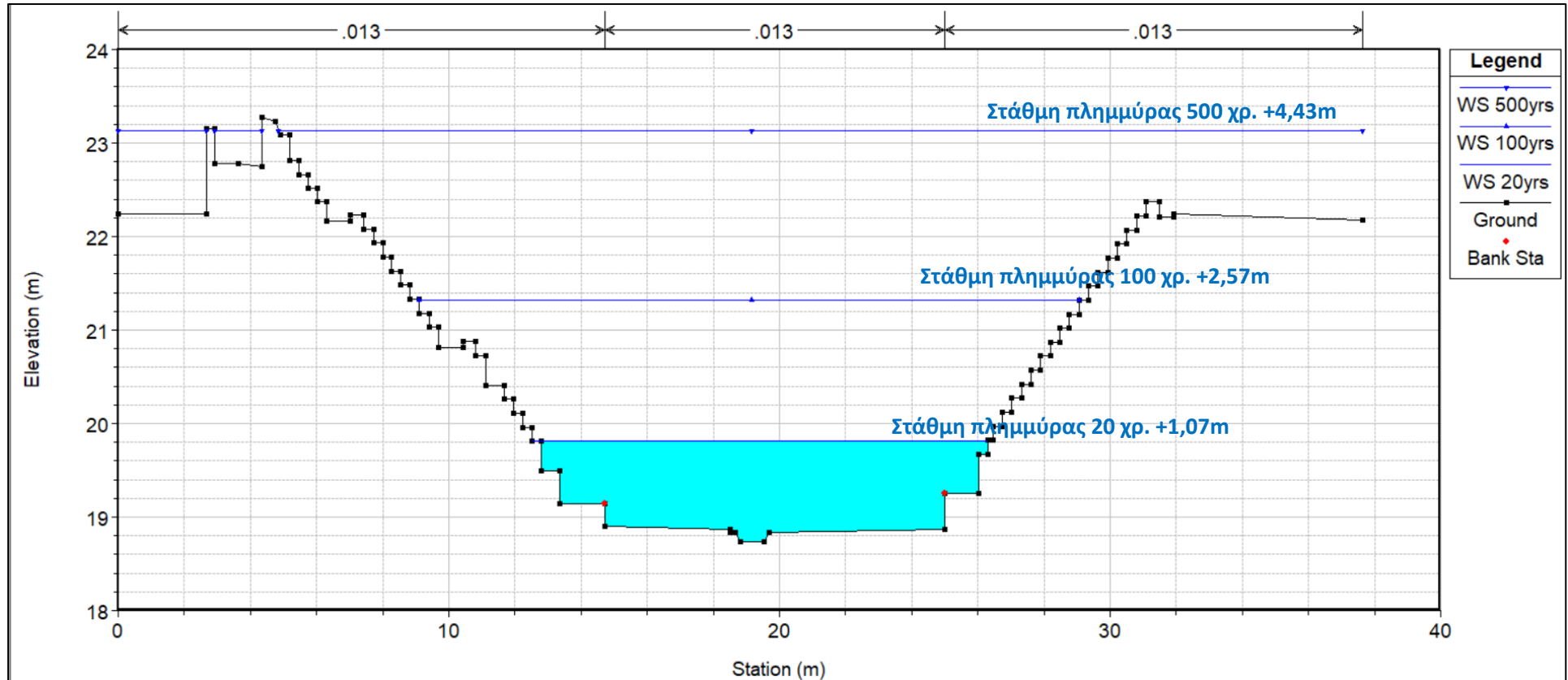
Διάγραμμα II - 3: Στάθμη νερού στην ΥΤ9 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



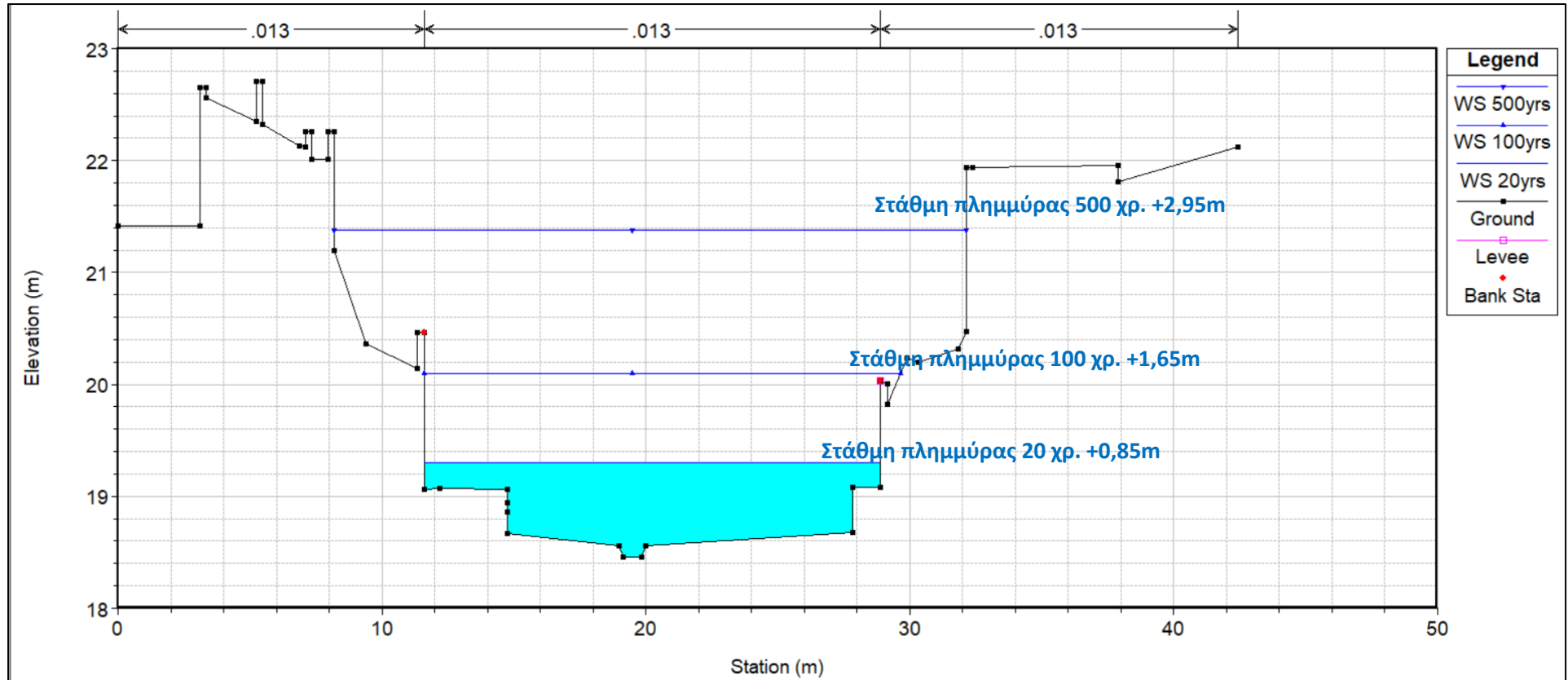
Διάγραμμα II - 4: Στάθμη νερού στην ΥΤ8 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



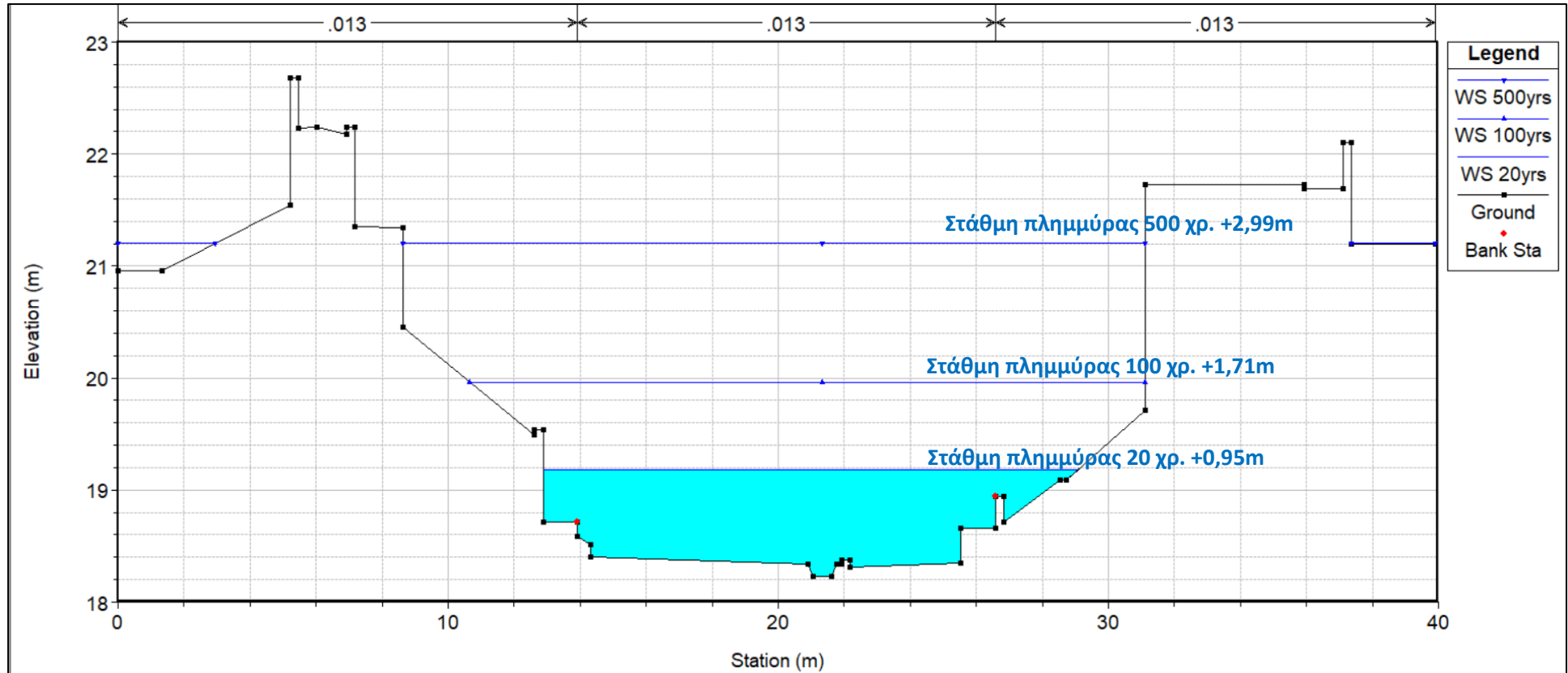
Διάγραμμα II - 5: Στάθμη νερού στην ΥΤ7 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



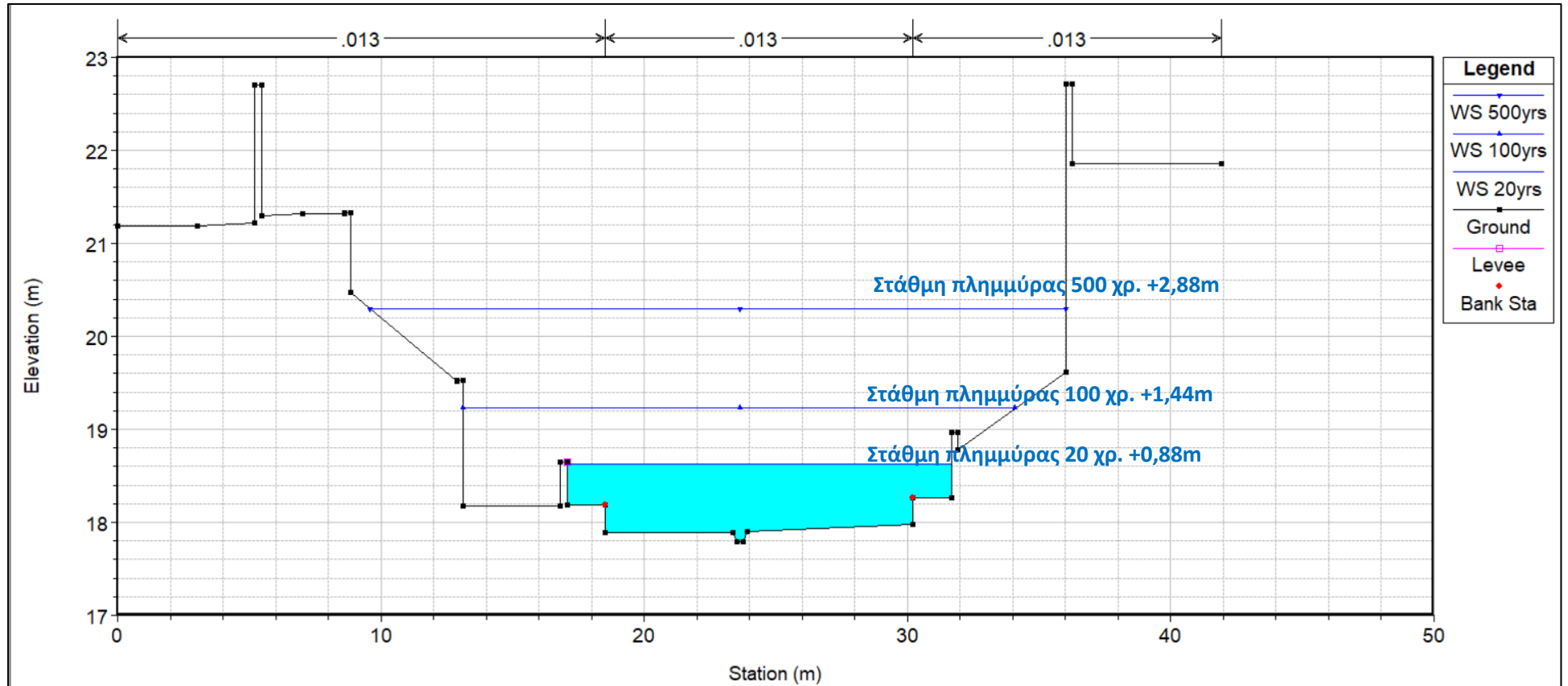
Διάγραμμα II - 6: Στάθμη νερού στην περιοχή που είναι κατασκευασμένες οι κερκίδες (ΥΤ6) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



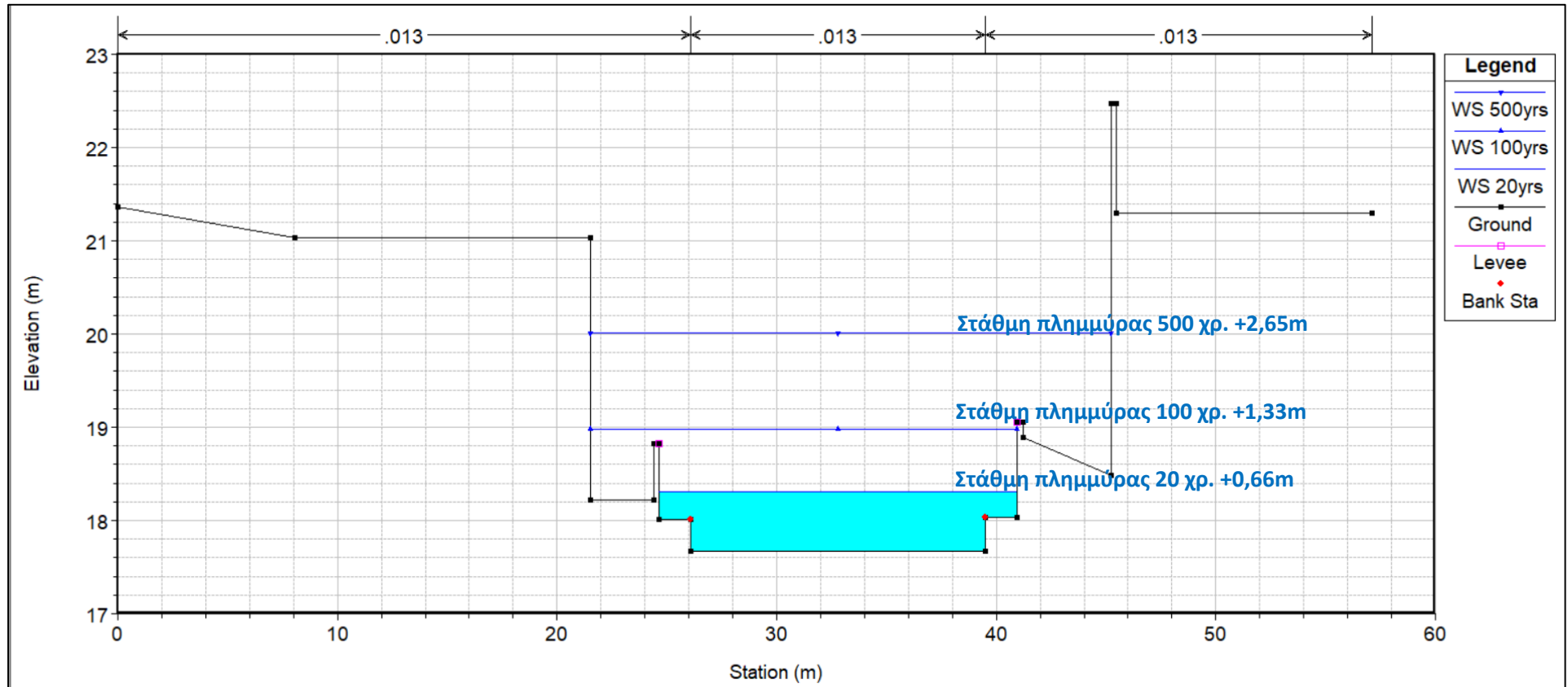
Διάγραμμα II - 7: Στάθμη νερού στην ΥΤ5 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



Διάγραμμα II - 8: Στάθμη νερού στην ΥΤ4 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

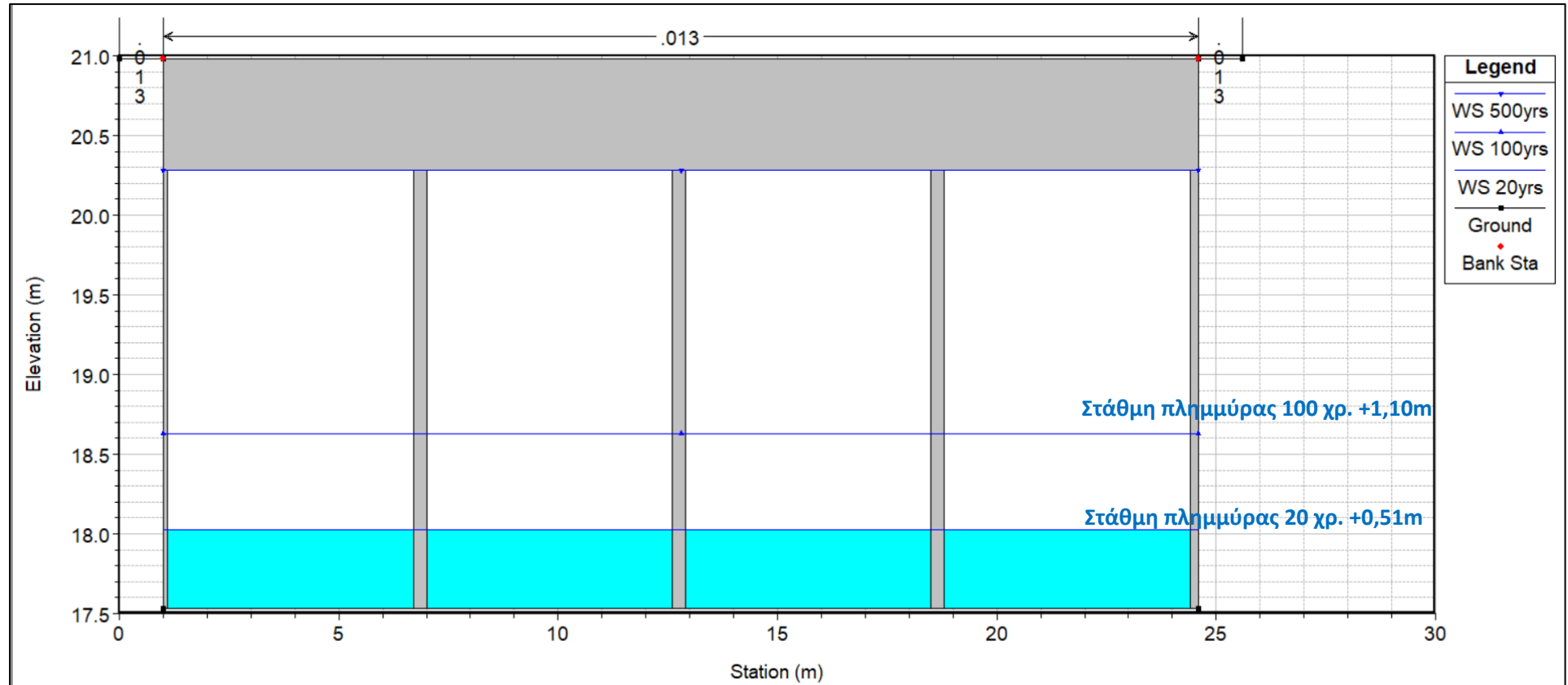


Διάγραμμα II - 9: Στάθμη νερού στην ΥΤ3 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



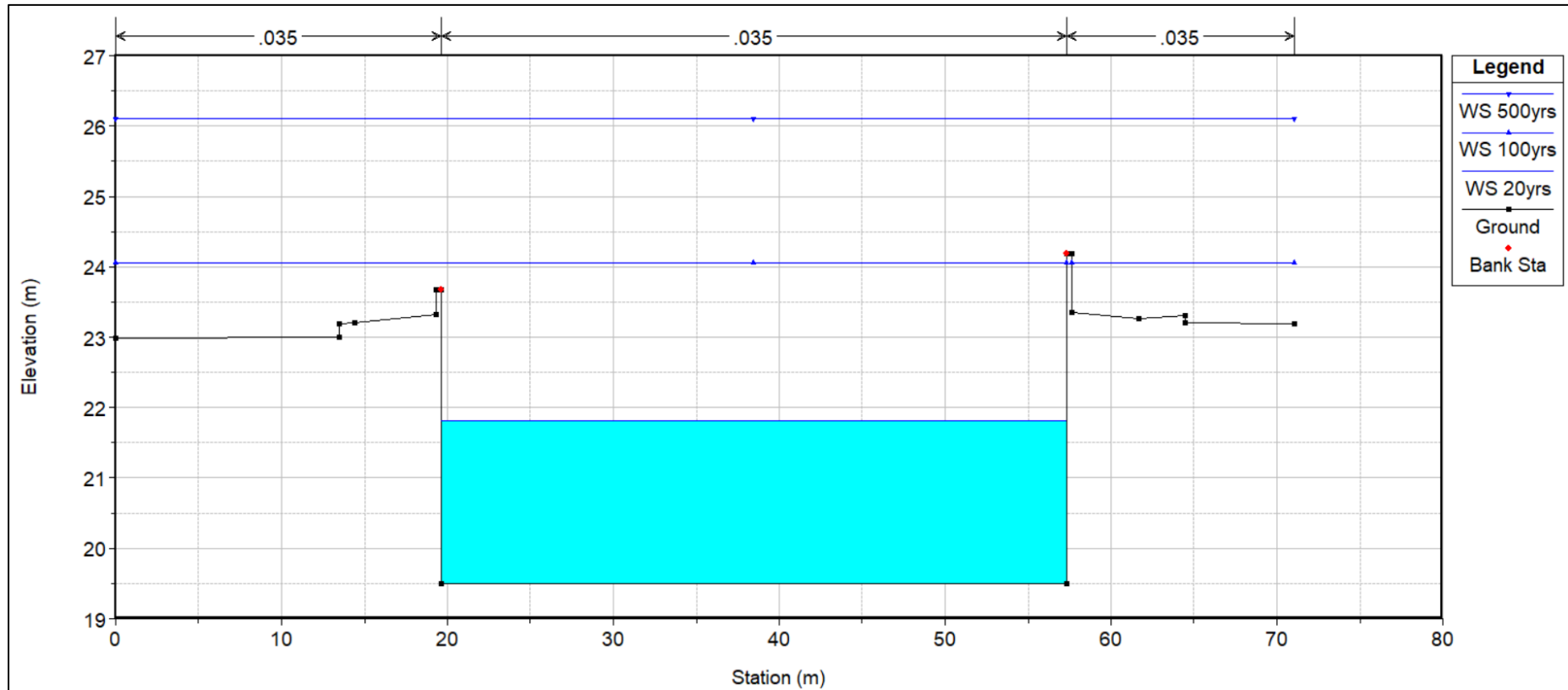
Διάγραμμα II - 10: Στάθμη νερού στην ΥΤ2 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



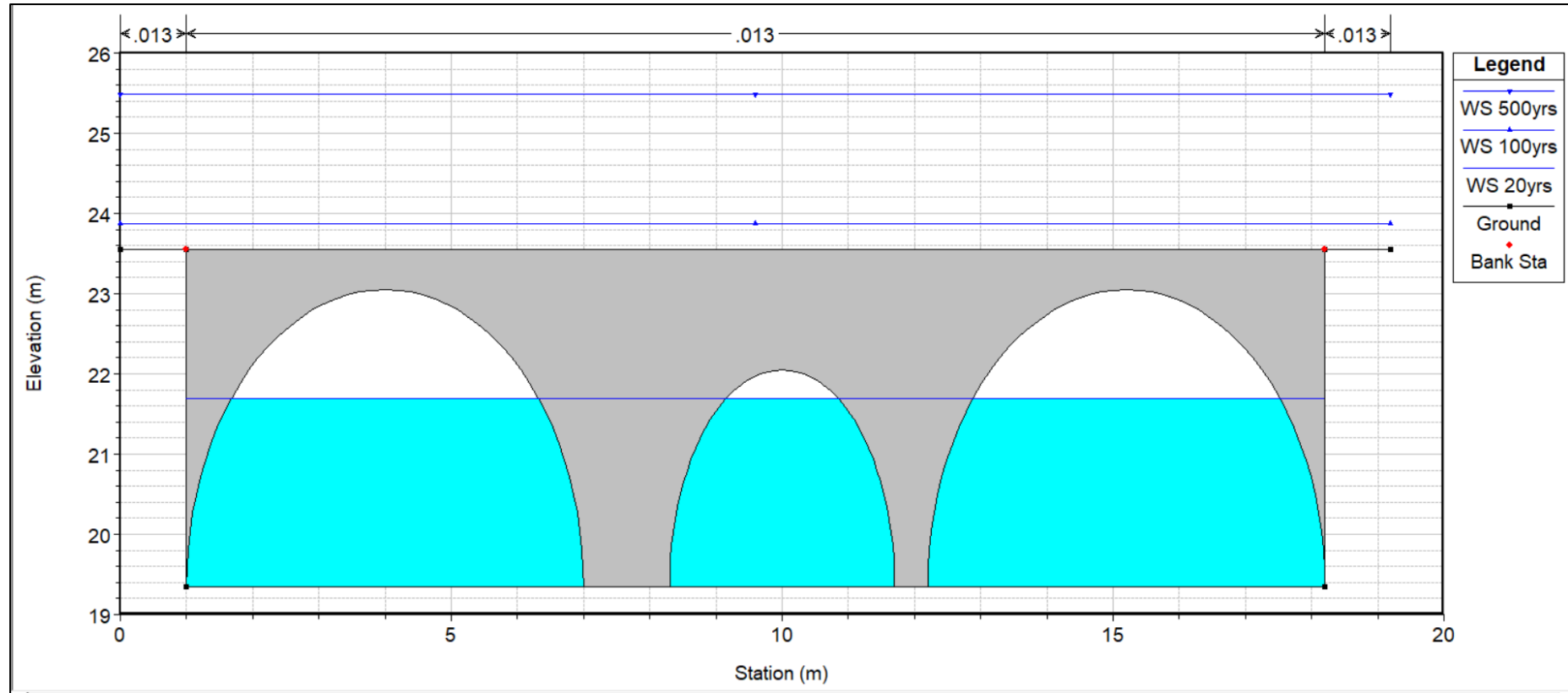
Διάγραμμα II - 11: Στάθμη νερού στην έξοδο της γέφυρας που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (ΥΤ0.9) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

9.3 Παραρτημα ΙΙΙ – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης Προτεινόμενης Κατάστασης Με Πυθμένα από Πουρί

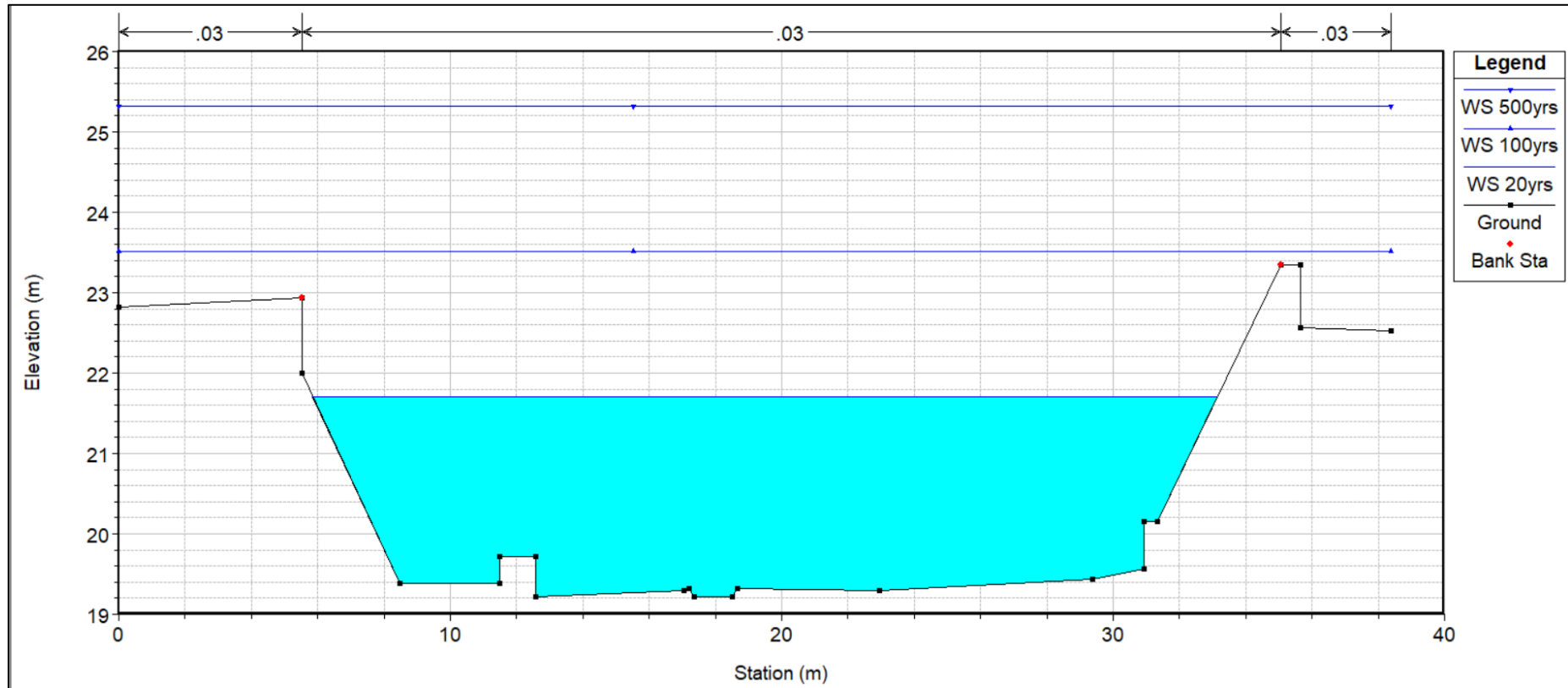


Διάγραμμα ΙΙΙ - 1: Στάθμη νερού στην ΥΤ10 στην είσοδο της περιοχής μελέτης, για περίοδο επαναφοράς 20, 100 και 500 χρόνια

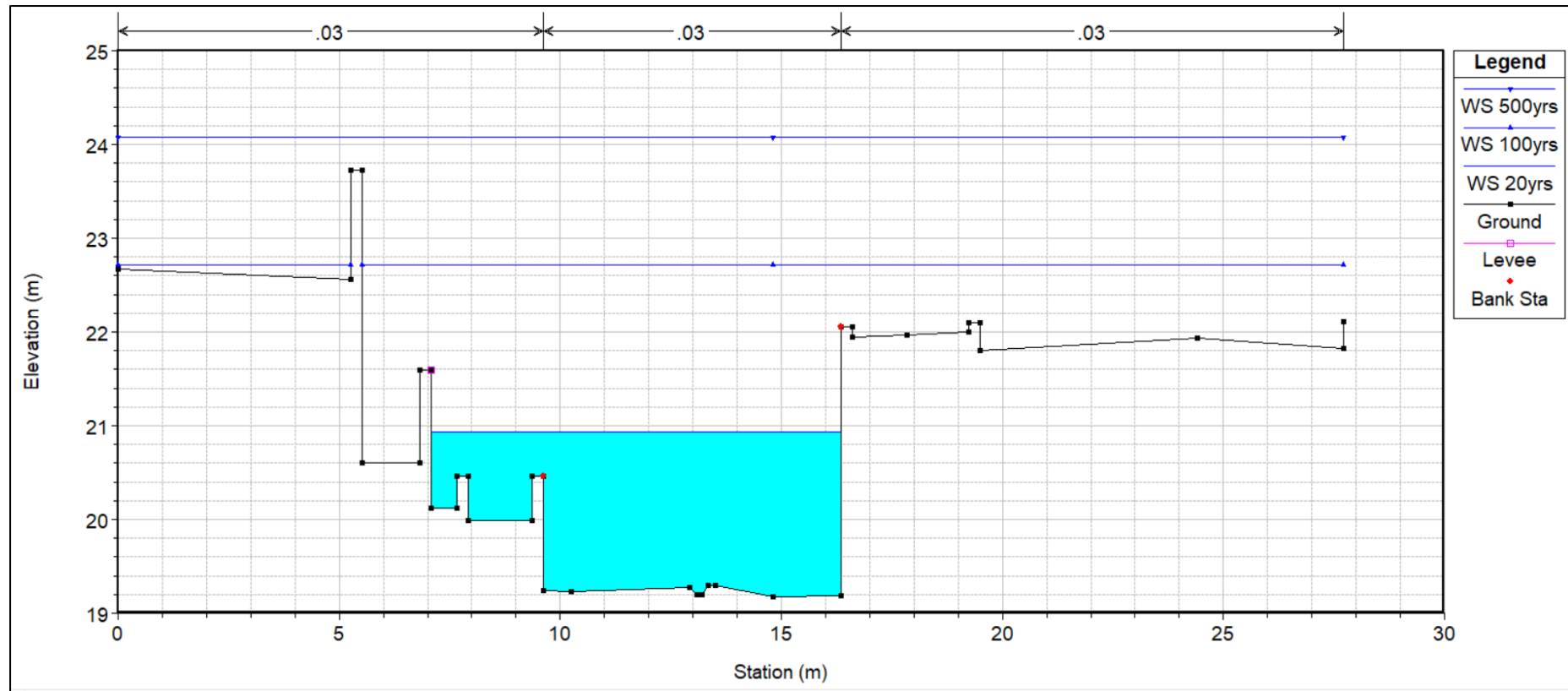
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



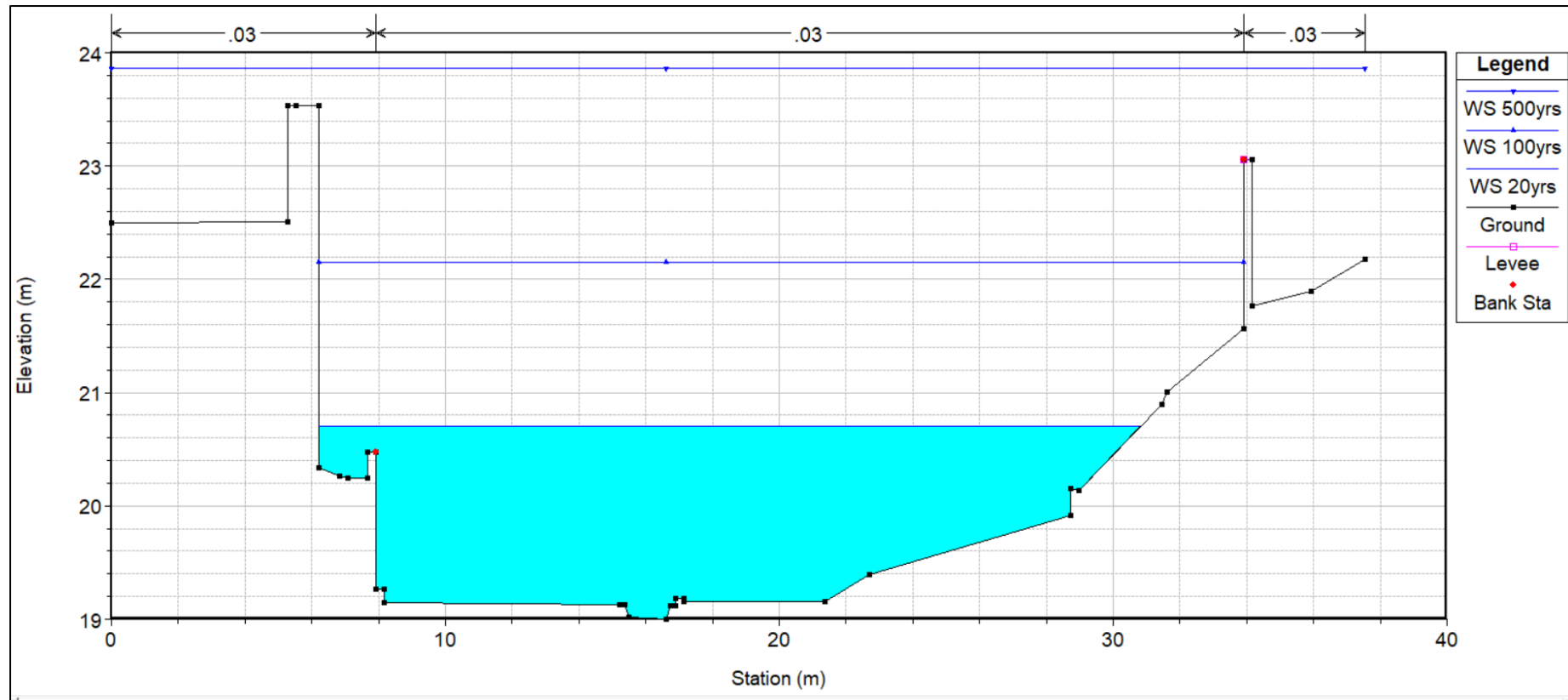
Διάγραμμα III - 2: Στάθμη νερού στο σημείο εξόδου του Ενετικού γεφυριού (ΥΤ 9.4) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



Διάγραμμα III - 3: Στάθμη νερού στην ΥΤ9 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

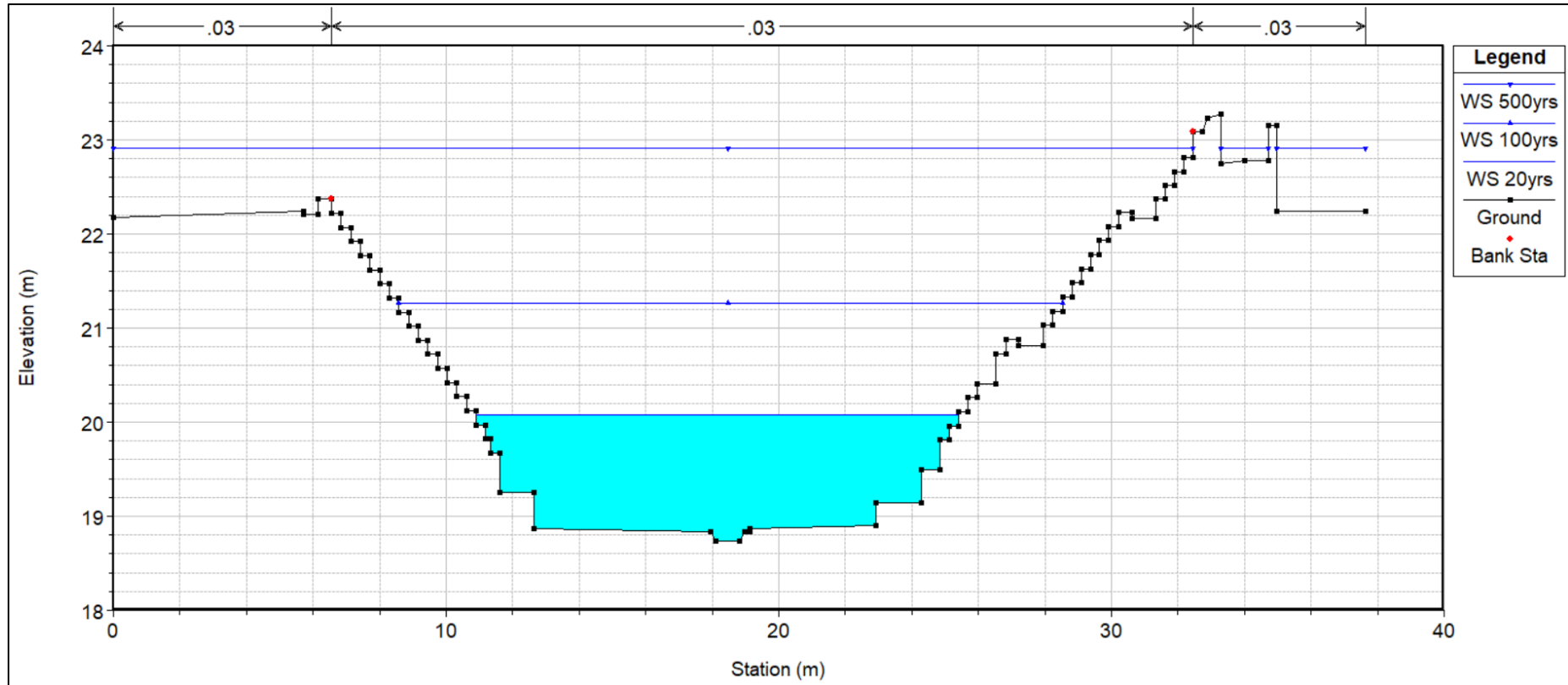


Διάγραμμα III - 4: Στάθμη νερού στην ΥΤ8 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

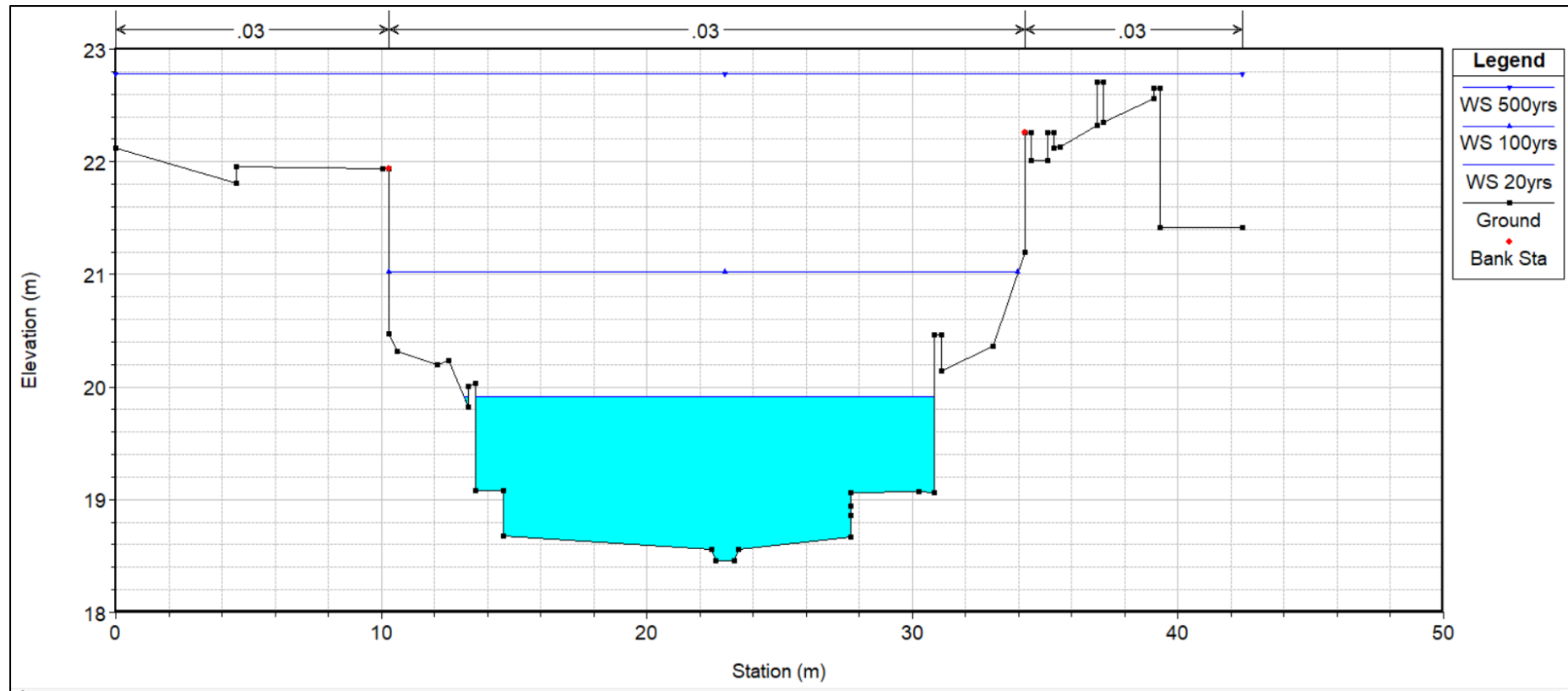


Διάγραμμα III - 5: Στάθμη νερού στην ΥΤ7 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

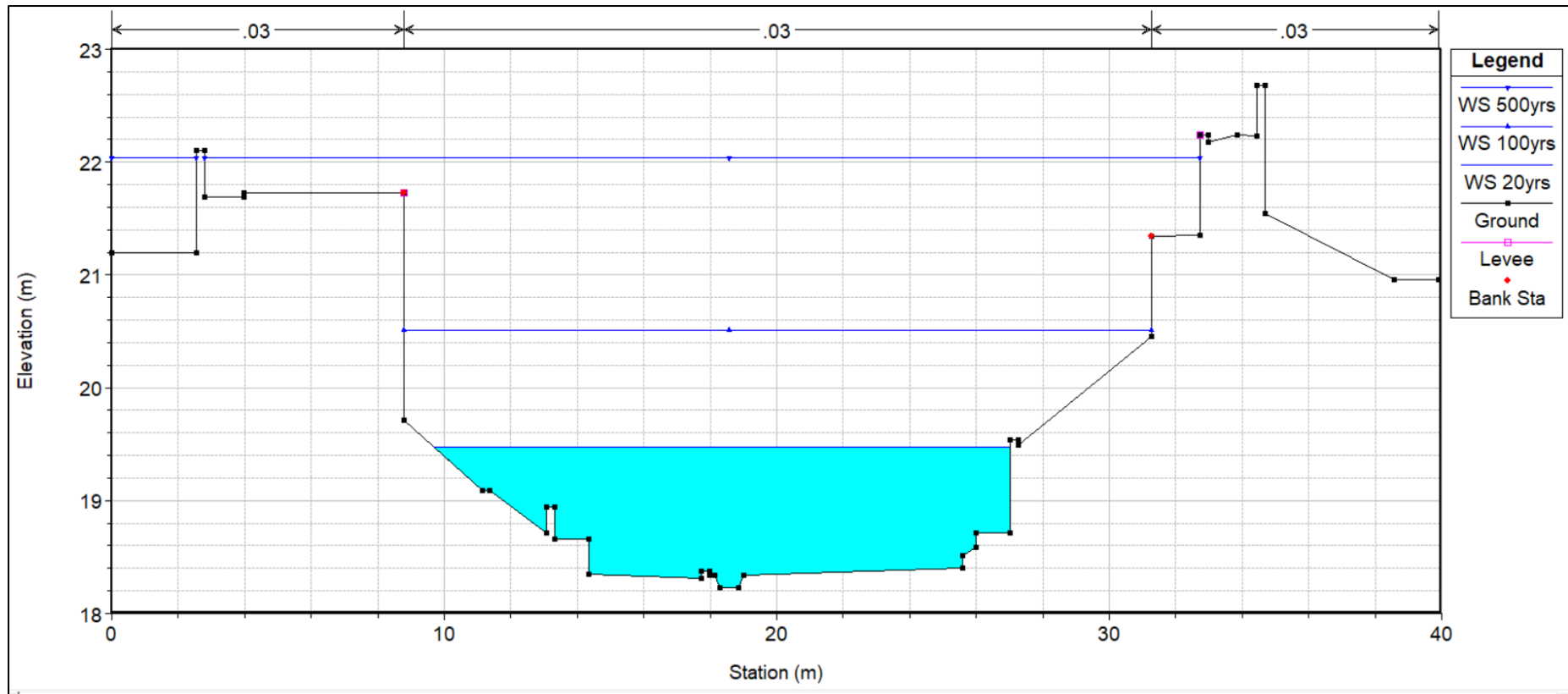
Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα III - 6: Στάθμη νερού στην περιοχή που είναι κατασκευασμένες οι κερκίδες (ΥΤ6) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

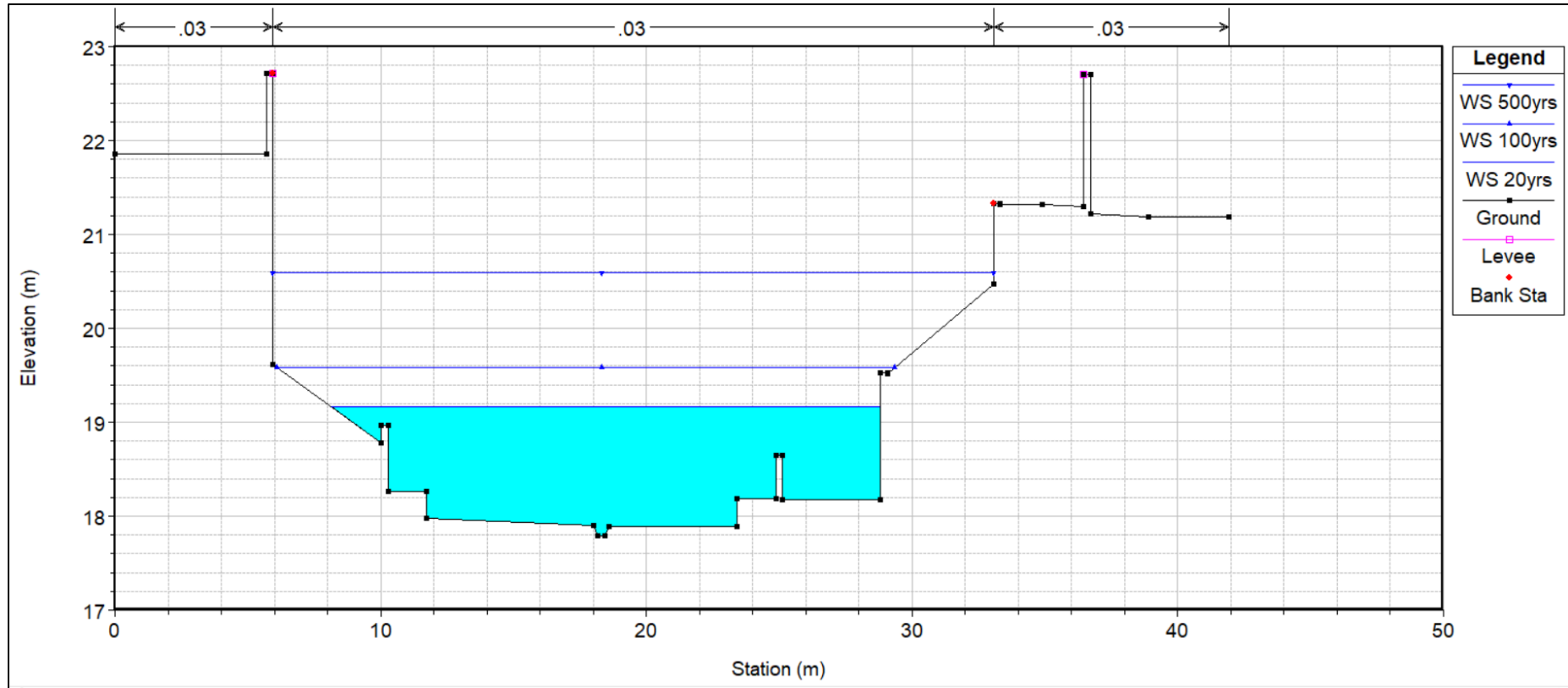


Διάγραμμα III - 7: Στάθμη νερού στην ΥΤ5 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



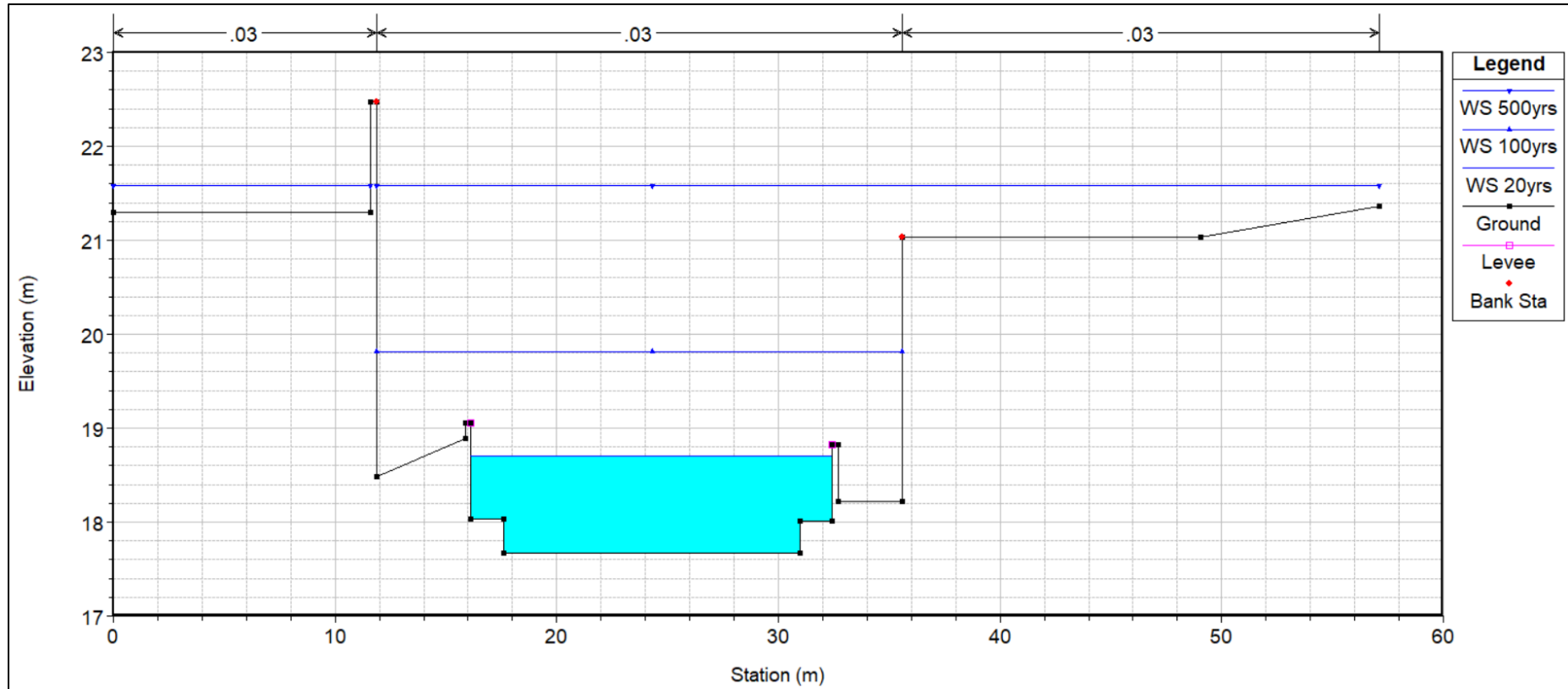
Διάγραμμα III - 8: Στάθμη νερού στην ΥΤ4 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

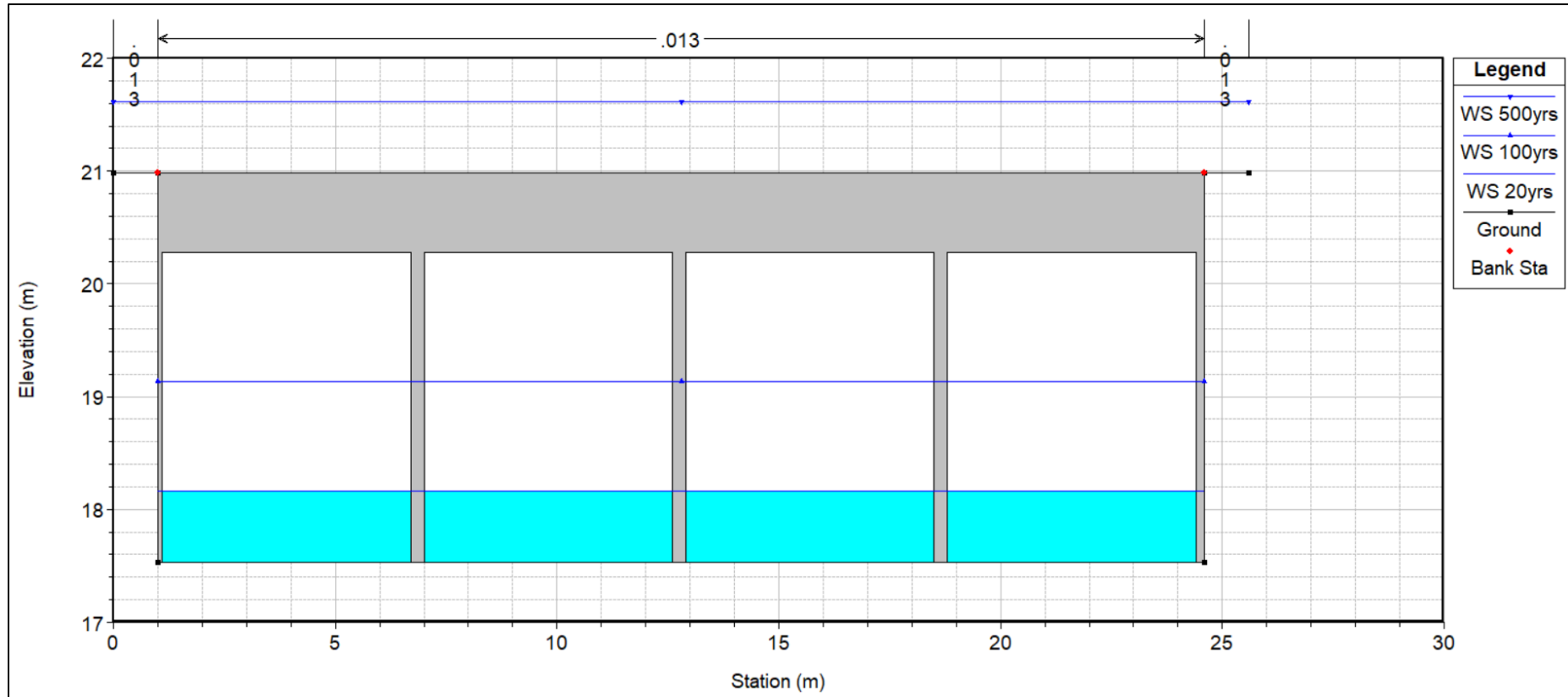


Διάγραμμα III - 9: Στάθμη νερού στην ΥΤ3 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

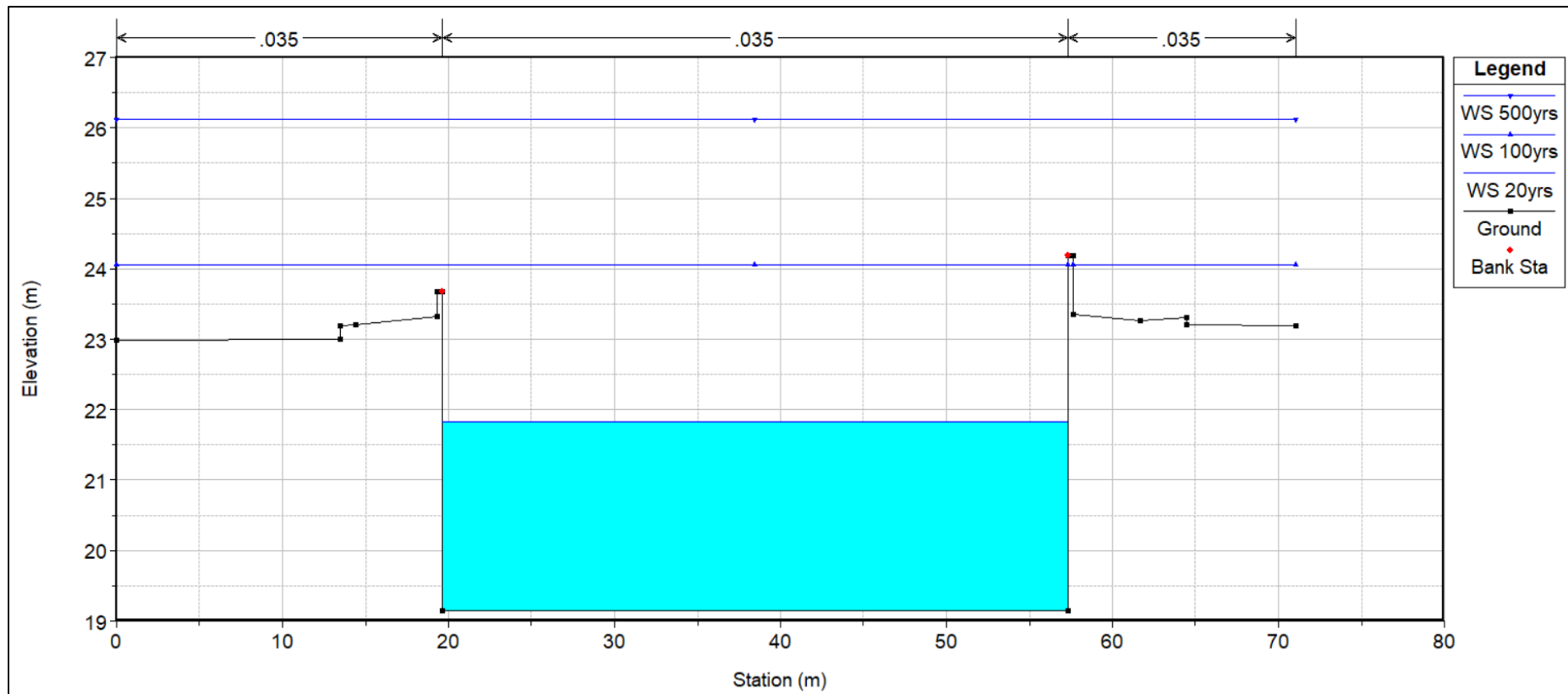


Διάγραμμα III - 10: Στάθμη νερού στην ΥΤ2 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



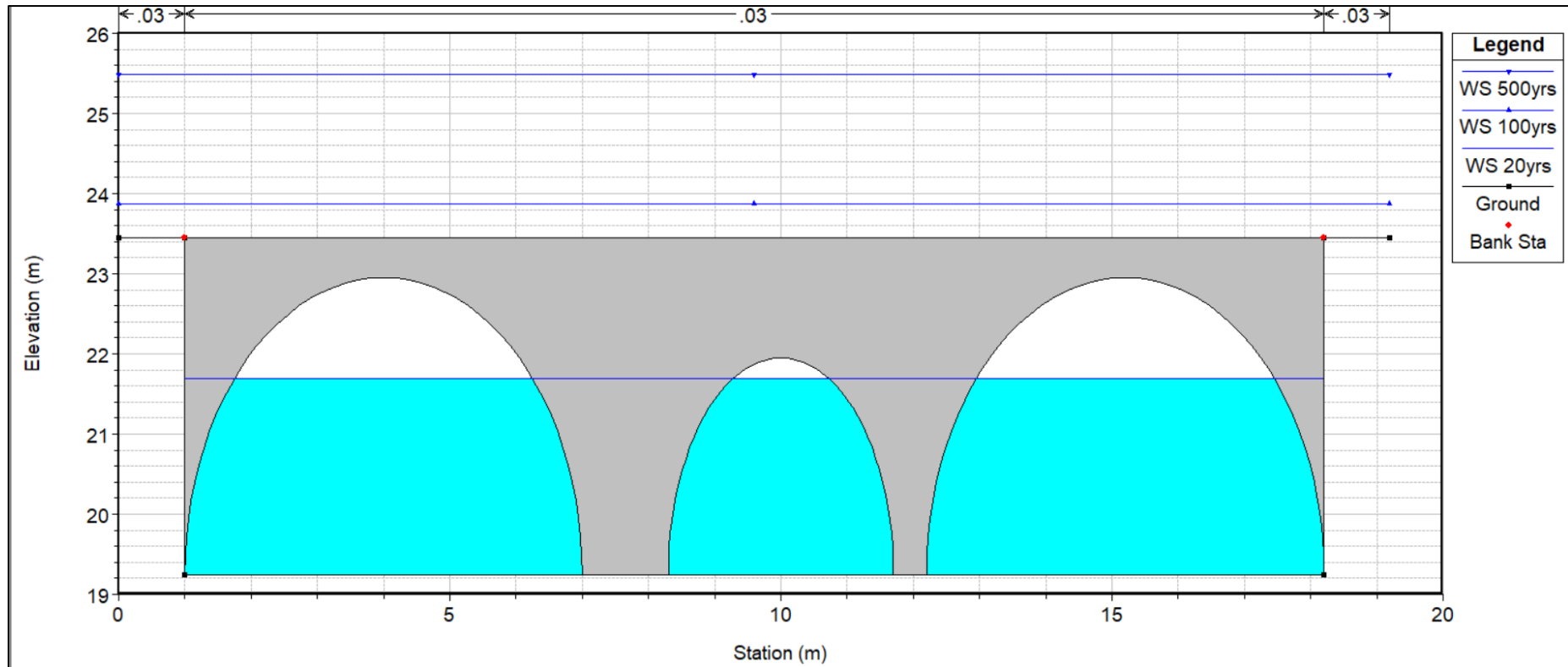
Διάγραμμα III - 11: Στάθμη νερού στην έξοδο της γέφυρας που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (ΥΤ0.9) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

9.4 Παραρτημα IV – Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης με Μεταλλικής Κατασκευής Κερκίδες

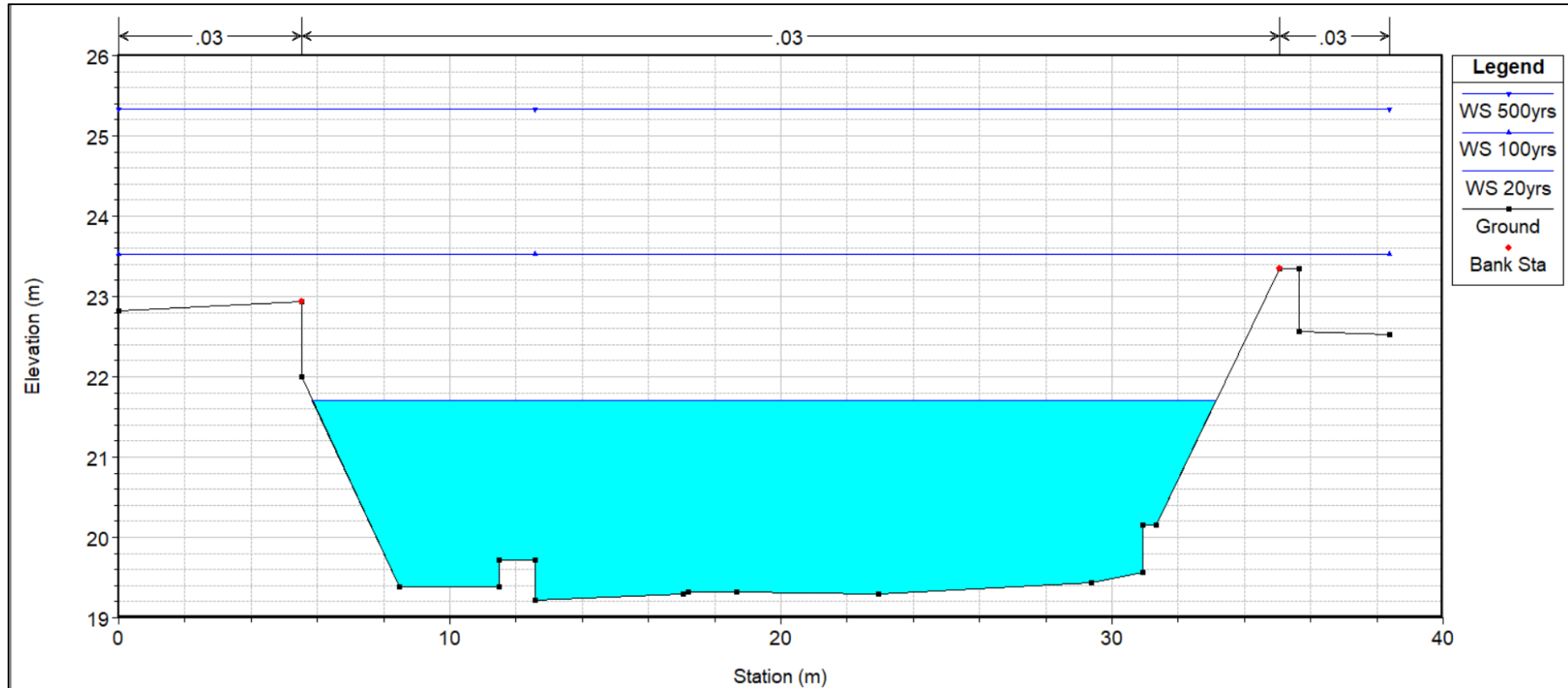


Διάγραμμα IV- 1: Στάθμη νερού στην ΥΤ10 στην είσοδο της περιοχής μελέτης, για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

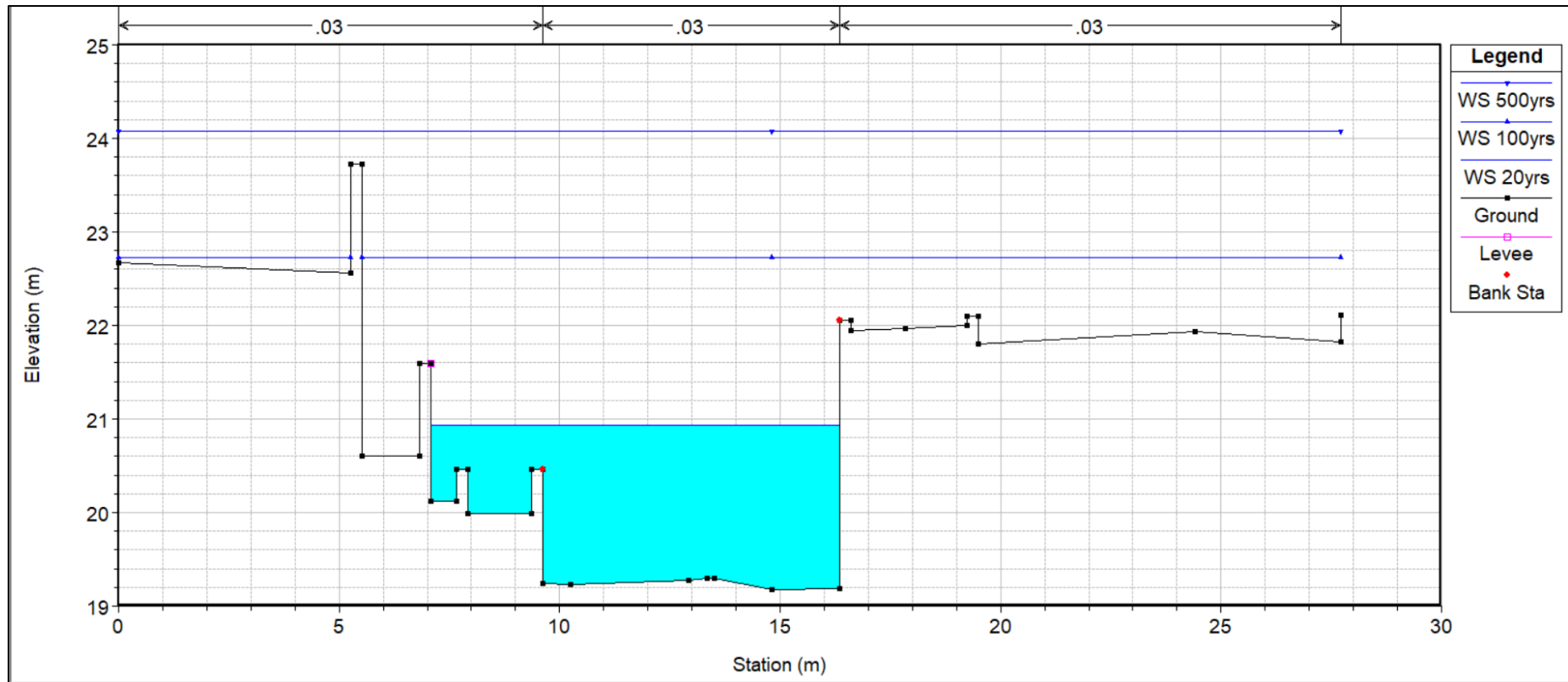


Διάγραμμα IV- 2: Στάθμη νερού στο σημείο εξόδου του Ενετικού γεφυριού (ΥΤ 9.4) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

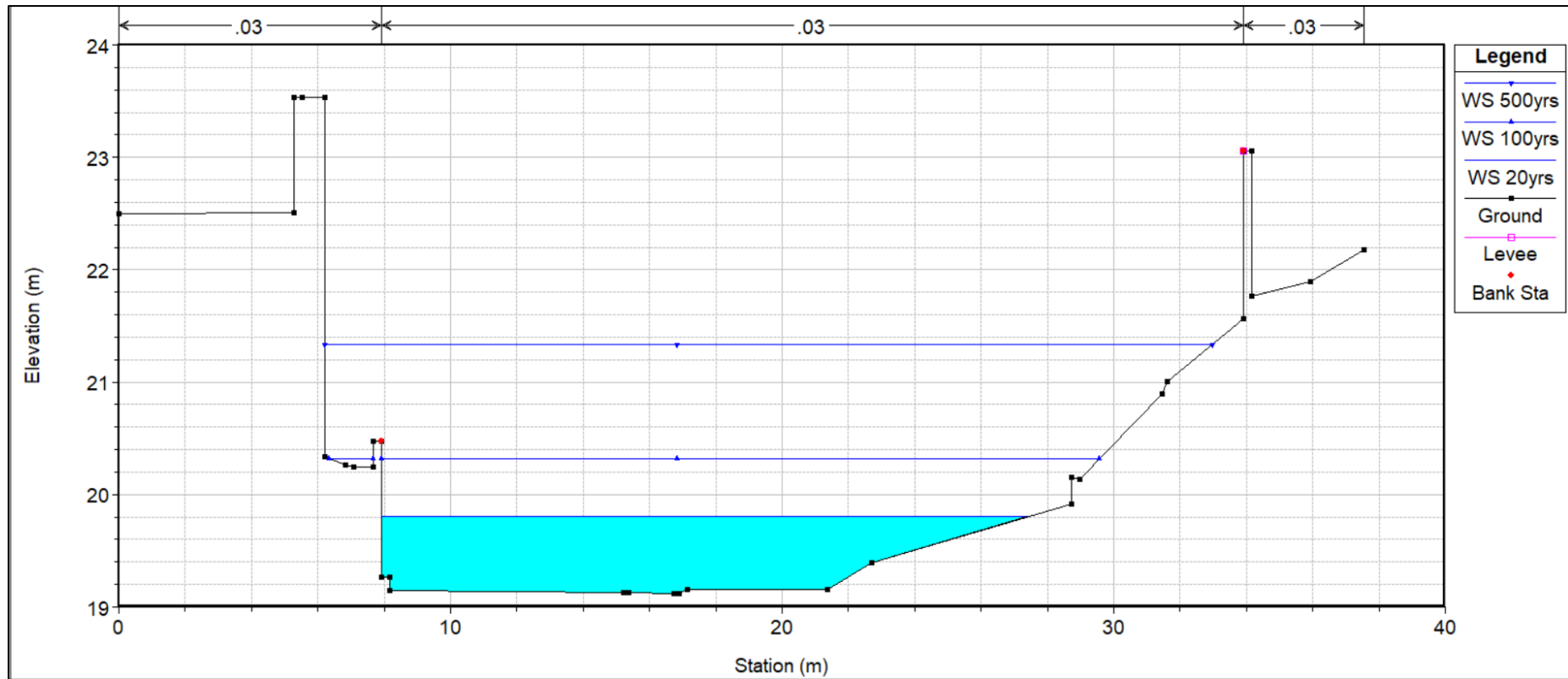


Διάγραμμα IV- 3 :Στάθμη νερού στην ΥΤ9 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

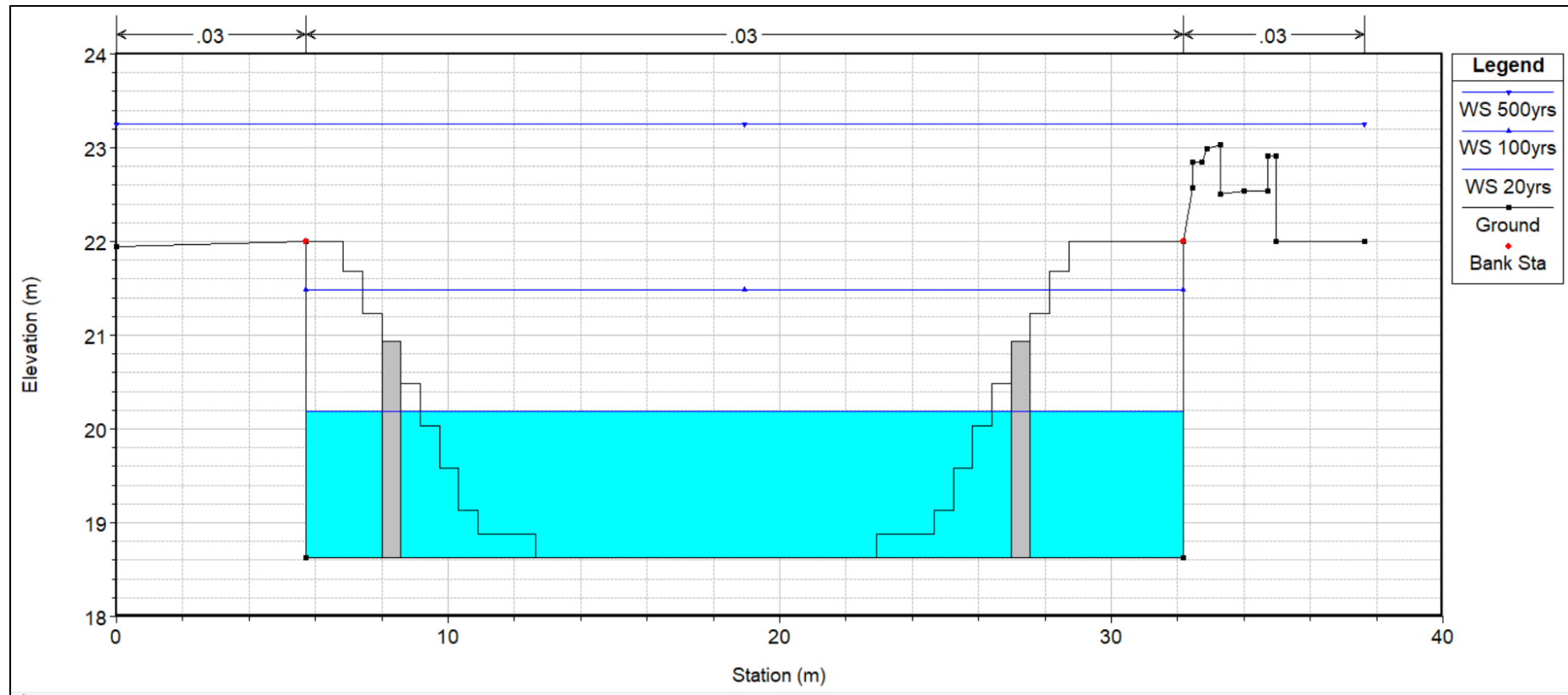


Διάγραμμα IV- 4 : Στάθμη νερού στην ΥΤ8 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

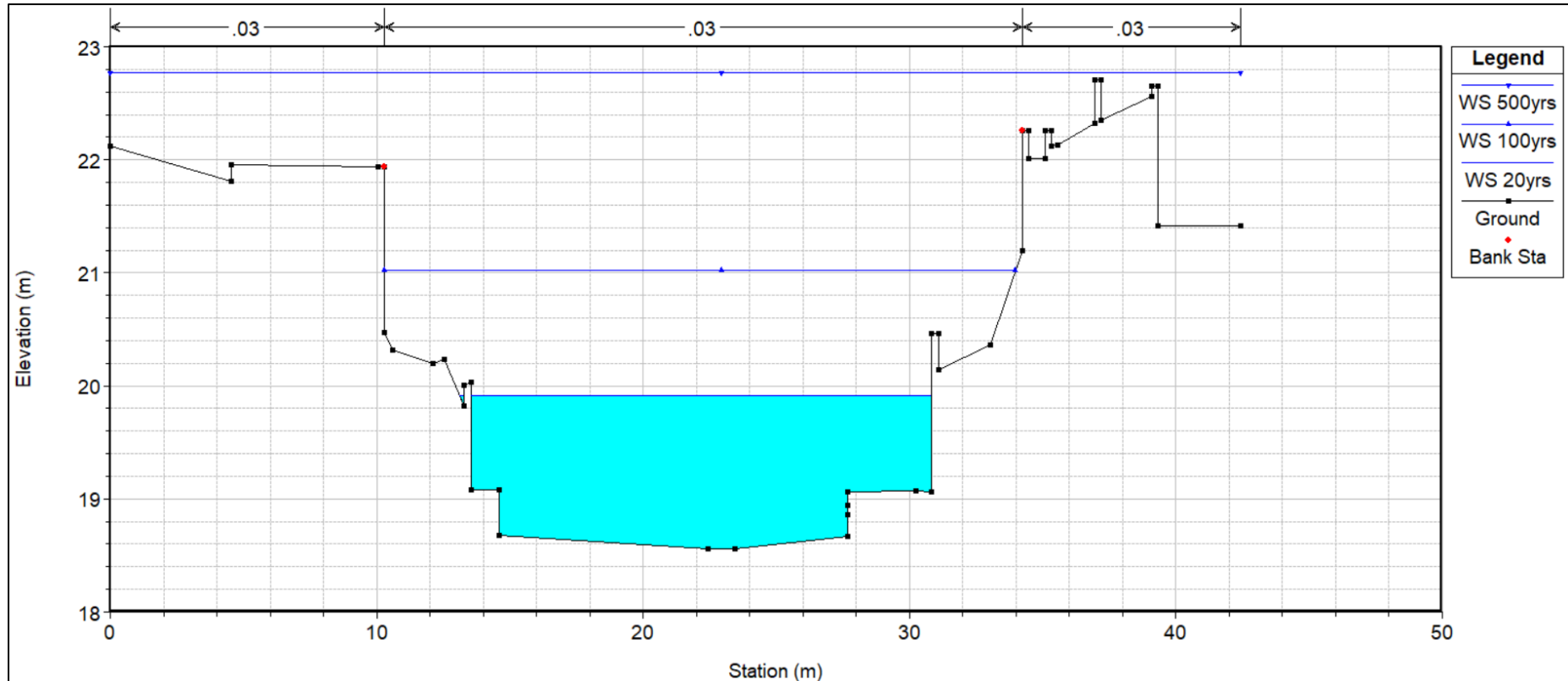


Διάγραμμα IV- 5 : Στάθμη νερού στην ΥΤ7 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

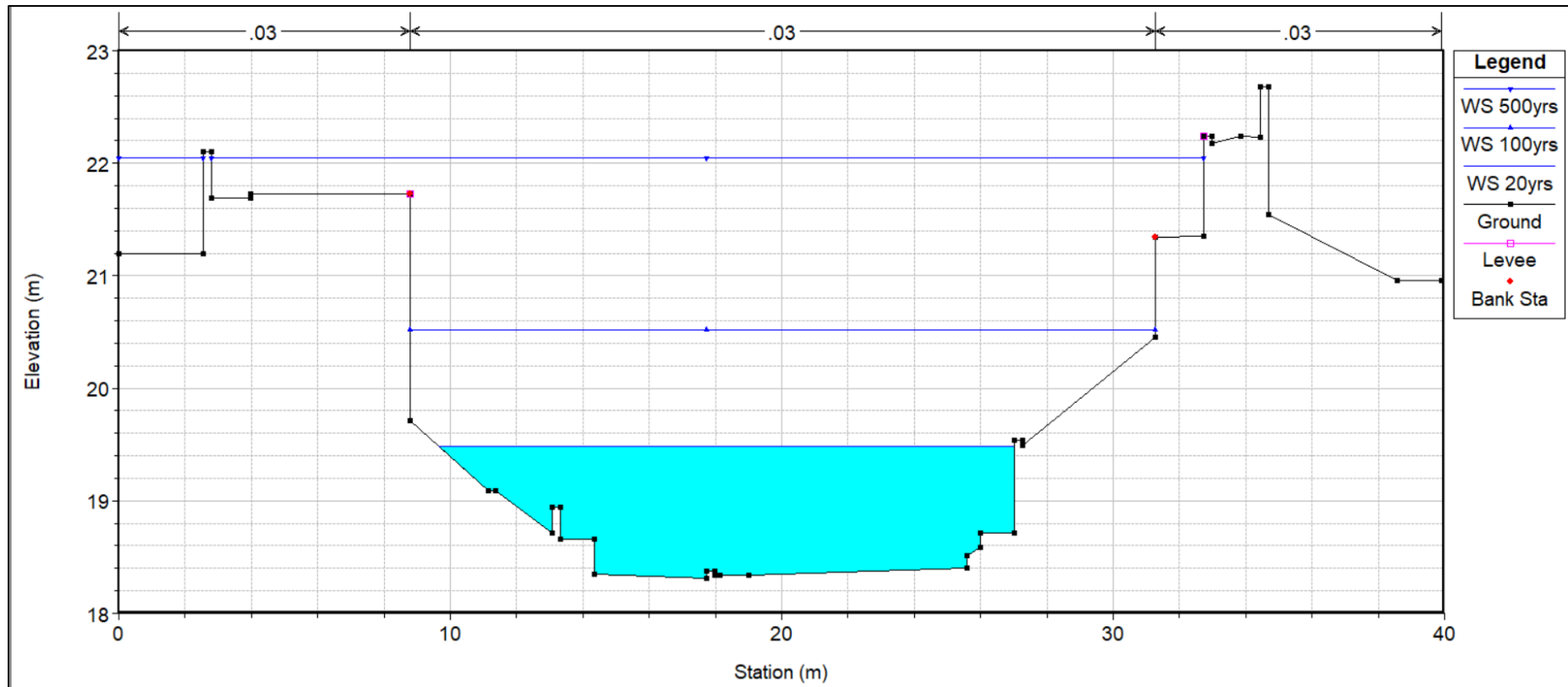
Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα IV- 6 : Στάθμη νερού στην περιοχή των μεταλλικών κερκίδων (ΥΤ6) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

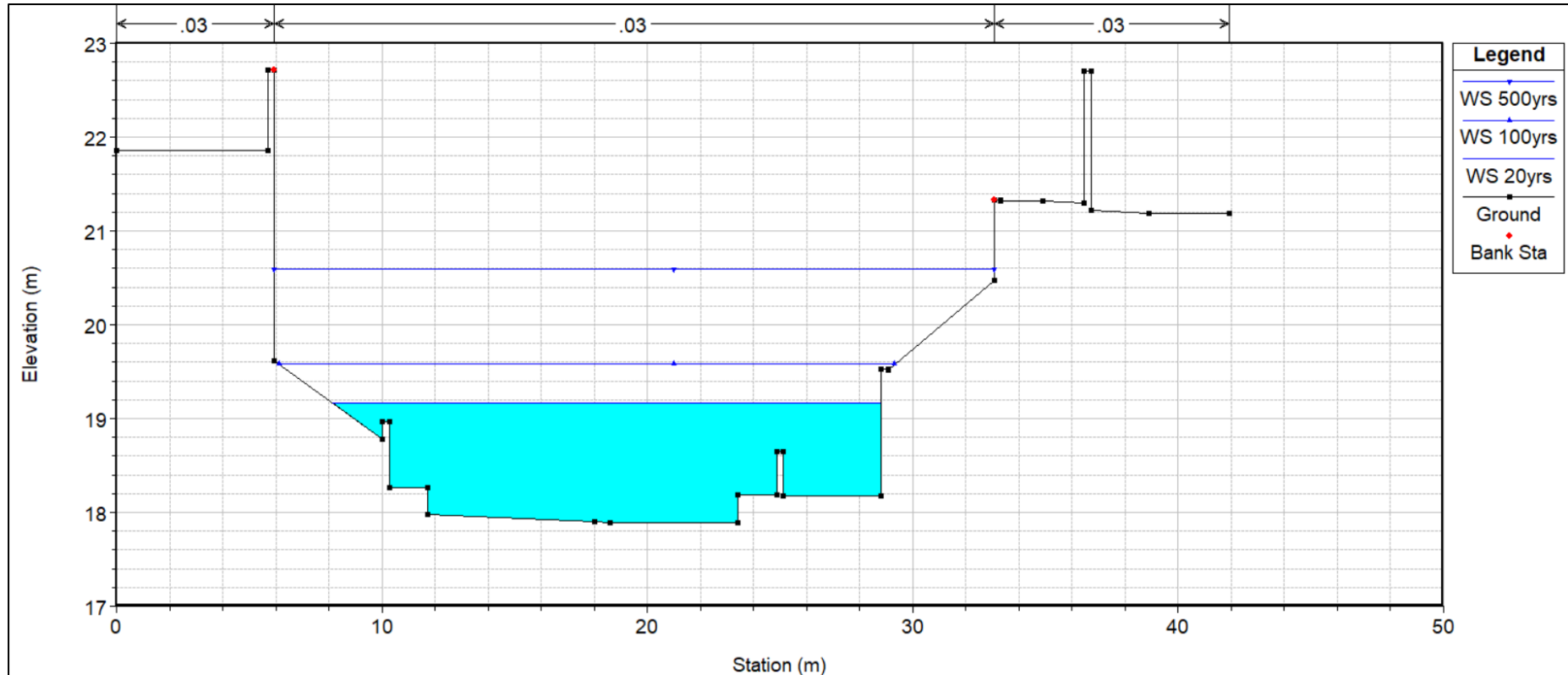


Διάγραμμα IV- 7 : Στάθμη νερού στην ΥΤ5 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



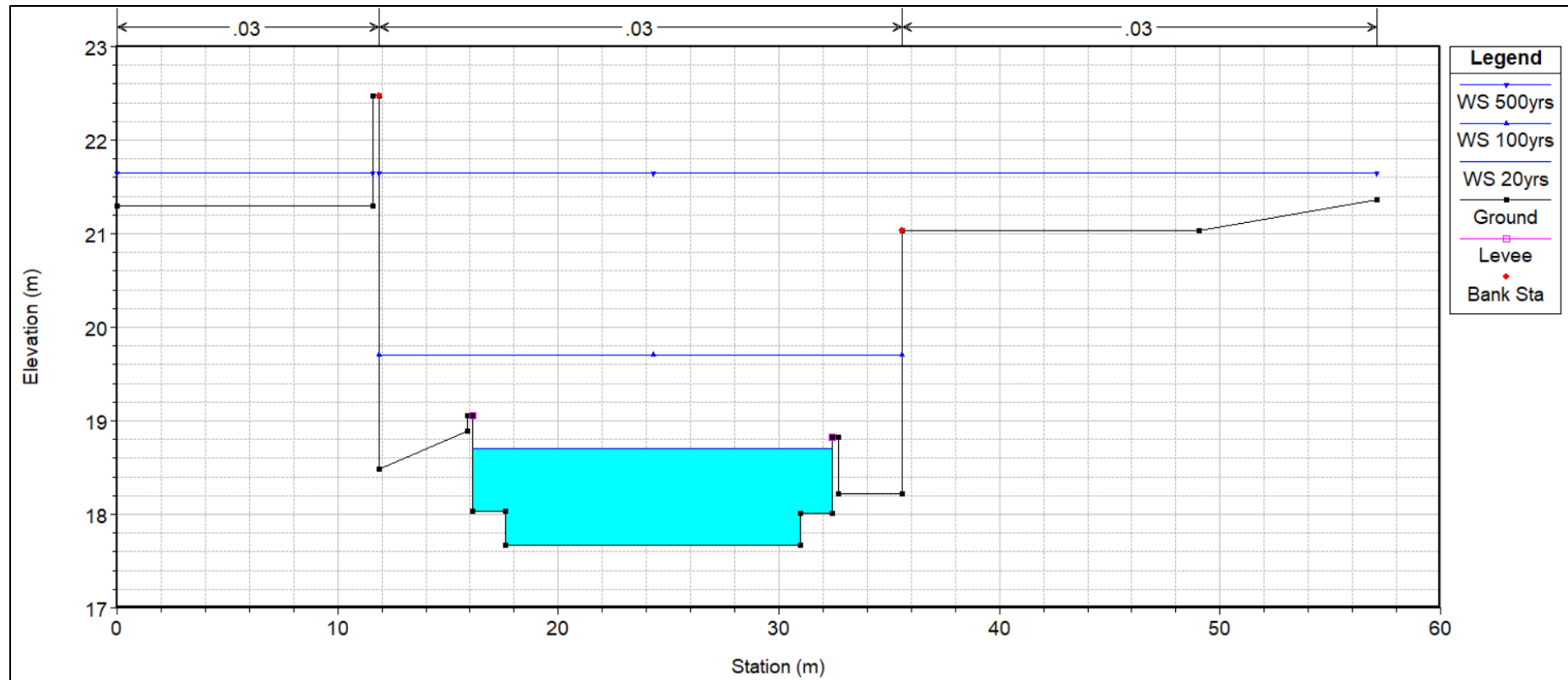
Διάγραμμα IV- 8 : Στάθμη νερού στην ΥΤ4 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομείωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'

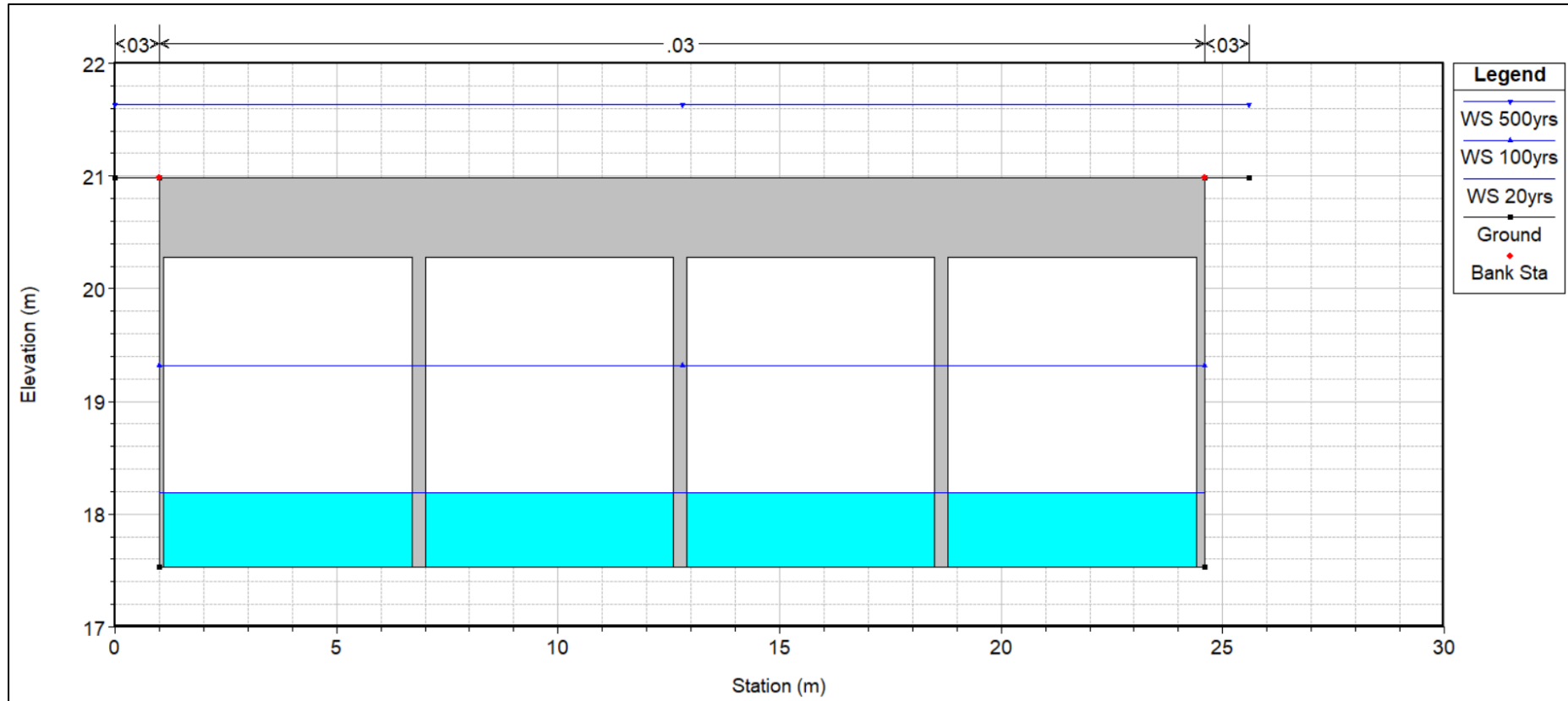


Διάγραμμα IV- 9 : Στάθμη νερού στην ΥΤ3 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια

Υδραυλική προσομοίωση του ποταμού της Γερμασόγειας για την εκτίμηση των κινδύνων πλημμύρας κατά μήκος της προτεινόμενης περιοχής ανάπλασης - Φάση Α'



Διάγραμμα IV- 10 : Στάθμη νερού στην ΥΤ2 για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια



Διάγραμμα IV- 11 : Στάθμη νερού στην έξοδο της γέφυρας που βρίσκεται κάτω από τον παραλιακό δρόμο (ΥΤ0.9) για περίοδο επαναφοράς 20,100 και 500 χρόνια