

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

**Συστήματα πρόβλεψης και έγκαιρης
προειδοποίησης βροχοπτώσεων και
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)**

Αγγελίδης Π., Καθηγητής

**ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΑΡΔΑ – ΠΑΡΟΧΕΣ
ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ**

Διακρατική υδρολογική λεκάνη Άρδα



- Συνολικό εμβαδό λεκάνης απορροής ΑΡΔΑ = 5.600 km²
- Μόλις 345 km² εντός του Ελληνικού εδάφους
- 3 μεγάλα φράγματα συνολικής χωρητικότητας 1085x10⁶ m³, που ελέγχουν πλήρως την απορροή, που είναι πολλαπλής σκοπιμότητας, αλλά κυρίως για παραγωγή ενέργειας



European Territorial Cooperation Programme
Greece-Bulgaria 2007-2013
INVESTING IN OUR FUTURE

ARDA FORECAST

Co-funded by the European Union (ERDF)
and National Funds of Greece and Bulgaria



Εγκατάσταση/Δημιουργία συστήματος προειδοποίησης
πλημμυρών στη λεκάνη του Ποταμού Άρδα
για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου
στη διασυνοριακή περιοχή

Έργου
ARDAFORECAST

<http://arda.hydro.bg/>



European Territorial Cooperation Programme
Greece-Bulgaria 2007-2013
INVESTING IN OUR FUTURE

ARDA
FORECAST

ARDAFORECAST

**Flood Warning System Establishment in Arda
River Basin for Minimizing the Risk in the
Cross Border Area - ARDAFORECAST
Contract B2.11.01/20.03.2012**



**DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
GREECE**

ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ARDAFORECAST

Η **Ελλάδα και η Βουλγαρία** συνεργάστηκαν στα πλαίσια του «Ευρωπαϊκού προγράμματος διασυνοριακής συνεργασίας Ελλάδας – Βουλγαρίας 2007-2013» σε ένα κοινό έργο με τίτλο «Εγκατάσταση συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Άρδα για τη μείωση του κινδύνου στη διασυνοριακή ζώνη – **ARDAFORECAST**», προκειμένου να αντιμετωπίσουν από κοινού το πλημμυρικό πρόβλημα.
Προϋπολογισμός: 823,220.50 €
Υλοποίηση: 2012 – 2014

Εταίροι:



NATIONAL INSTITUTE OF METEOROLOGY AND HYDROLOGY – BULGARIA

Contact person: Dobri Dimitrov
66, Tsarigradsko Chaussee, Sofia 1784, Bulgaria
E-mail: ardaforecast@meteo.bg
www.meteo.bg



EAST AEGEAN RIVER BASIN DIRECTORATE – BULGARIA

Contact person: Eng. Gergana Georgieva
35, Yanko Sakazov Str., Plovdiv 4000, Bulgaria
E-mail: ardaforecast@abv.bg
www.earbd.org



**DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE – SPECIAL ACCOUNT –
DEP. OF CIVIL ENGINEERING – GREECE**

Contact person: Professor Nikolaos Kotsovinos
University Campus – Dep. of Civil Engineering, Vas. Sofias 12, 67100 Xanthi, Greece
E-mail: kotsovin@civil.duth.ar. www.duth.ar



REGIONAL DEVELOPMENT FUND OF EAST MACEDONIA – THRACE – GREECE

Contact person: Christos Partsiaris
D. Tsetine 7, Komotini, Greece
E-mail: c.partsias@pta-emth.gr
www.pamth.gov.gr, www.pta-emth.gr

ΚΥΡΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ARDAFORECAST

- πρόβλεψη βροχόπτωσης
- εκτίμηση απορροής με βάση την πρόβλεψη βροχόπτωσης
- ανάπτυξη ειδικού λογισμικού διαχείρισης φραγμάτων και αποφυγής πλημμυρών
- διόδευση πλημμυρικού κύματος και χάρτες πλημμυρισμού
- σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης και προστασία από τις πλημμύρες – πολιτική προστασία
- σύστημα υδρομετεωρολογικών πληροφοριών
- εγκατάσταση πρόσθετων υδρομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΤΙΜΗΤΙΚΗ ΔΙΑΚΡΙΣΗ

για το πρόγραμμα

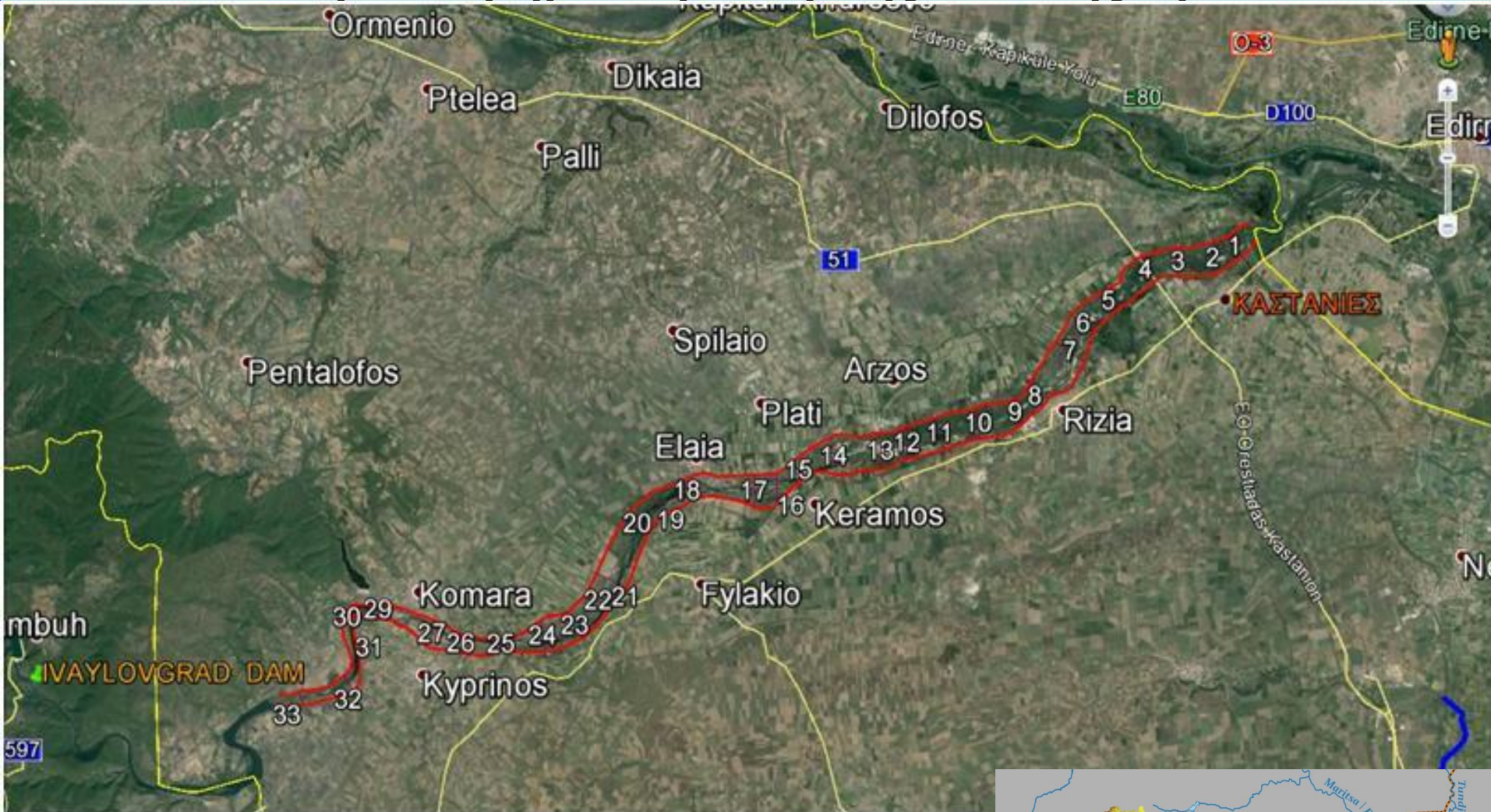
ARDAFORECAST

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επέλεξε 28 έργα από όλα τα προγράμματα (όχι μόνο τα INTERREG), ως παραδείγματα για το πως τα Ευρωπαϊκά χρήματα «πιάνουν τόπο» για τους Ευρωπαίους πολίτες.

Μέσα σε αυτά βρίσκεται το ARDAFORECAST.

http://ec.europa.eu/regional_policy/index.cfm/en/projects/bulgaria/ardaforecast-a-reliable-flood-warning-system-developed-for-the-cross-border-arda-river

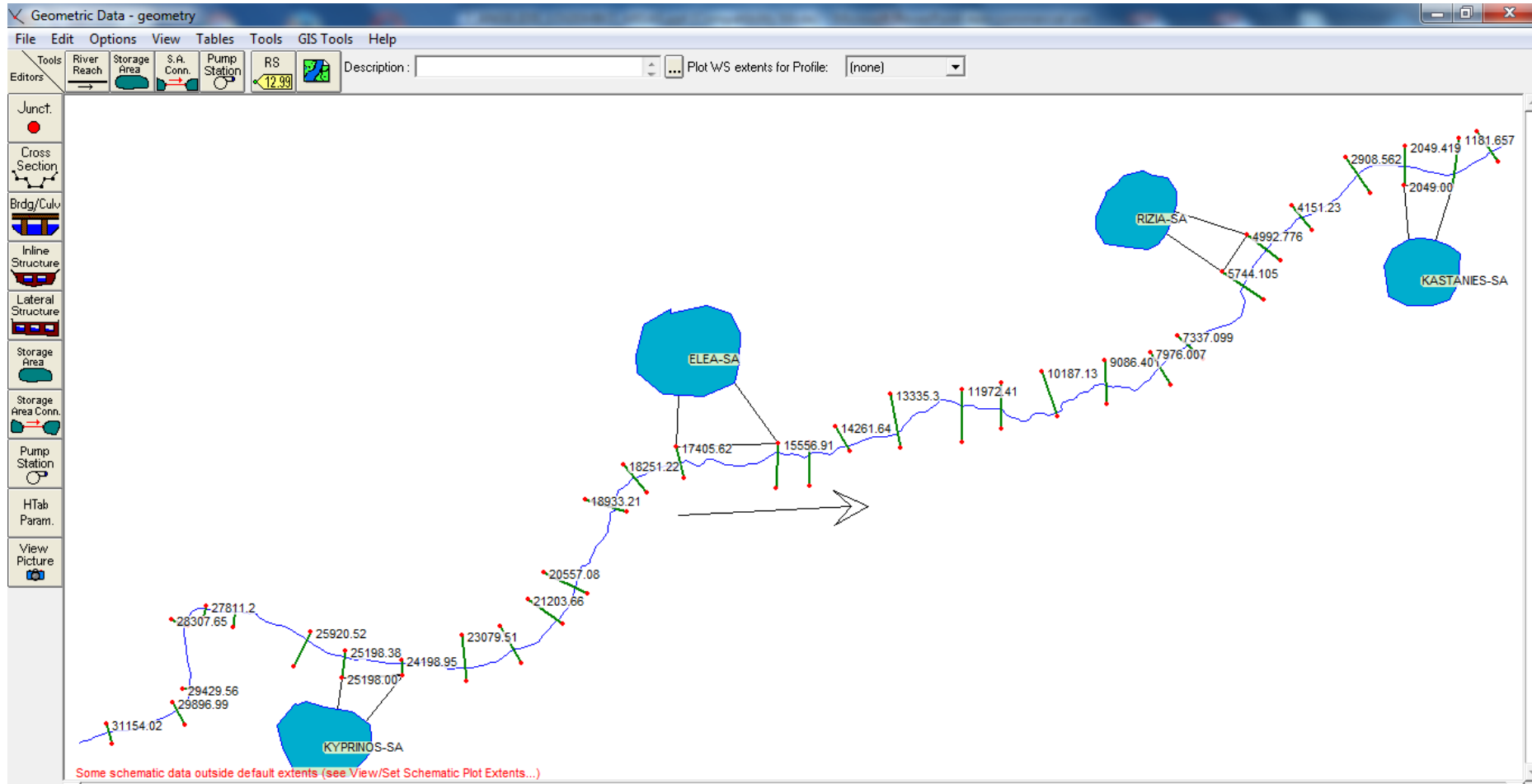
Ελληνικό τμήμα υδρολογικής λεκάνης Άρδα



- 345 km² εντός του Ελληνικού εδάφους.
- Με κόκκινες γραμμές φαίνονται αριστερά και δεξιά τα αναχώματα

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ HEC-RAS

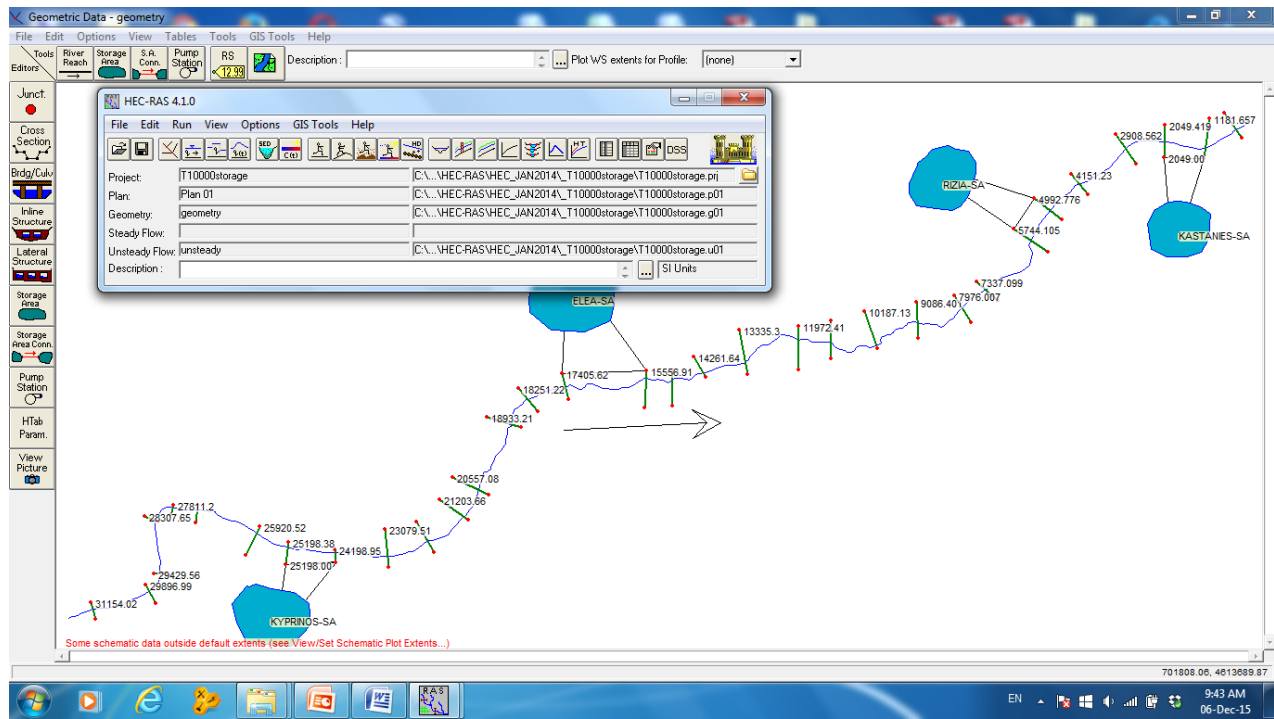
- Τοπογραφική αποτύπωση 33 διατομών (περίπου ανά 1 χιλ.)
- Λεκάνες κατάκλισης (storage areas), που ανάλογα με τις συνθήκες είναι δυνατό να πλημμυρίσουν, λόγω υπέρβασης των αναχωμάτων, που λειτουργούν ως πλευρικοί υπερχειλιστές



ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ HEC-RAS

-Αναπτύχθηκε από το Κέντρο Υδρολογικής Μηχανικής (Hydrologic Engineering Center - HEC) των ΗΠΑ

- Υπολογίζει το προφίλ της ελεύθερης επιφάνειας του νερού για μόνιμη ή μη μόνιμη μονοδιάστατη βαθμιαία μεταβαλλόμενη ροή, για υποκρίσιμη, υπερκρίσιμη ή μικτή ροή σε ανοιχτό αγωγό και επιπλέον έχει τη δυνατότητα υπολογισμού μεταφοράς φερτών υλών και ανάλυσης ποιότητας νερού.



ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ HEC-RAS

- Στηρίζεται στην επίλυση της εξίσωσης ενέργειας, όπου επιλύεται η διαφορική μορφή της με πεπερασμένες διαφορές σε συνδυασμό με την εξίσωση Manning για την εκτίμηση της κλίσης της γραμμής ενέργειας (απώλειες λόγω τριβής)
- Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες, που δημιουργούνται από διάφορα εμπόδια στη ροή, όπως γέφυρες, οχετοί και γενικά διευρύνσεις και στενώσεις κατά μήκος του αγωγού.
- Όταν δεν είναι εφαρμόσιμη η εξίσωση διατήρησης της ενέργειας, που προϋποθέτει συνθήκες βαθμιαίας μεταβαλλόμενης ροής, όπως π.χ. σε υδραυλικό άλμα, σε θέσεις γεφυρών, σε συμβολές υδατορευμάτων κ.λπ., τότε εφαρμόζεται η εξίσωση διατήρησης της ορμής

- Σημαντική η επίδραση της βλάστησης που τελικώς εκφράζεται μέσω του συντελεστή τραχύτητας
- Ο ποταμός Άρδας έχει μια πολύ ήπια κλίση
- Για σημαντικές παροχές η ροή κατευθύνεται κυρίως στη δευτερεύουσα κοίτη, η οποία έχει διαμορφωθεί με αναχώματα, που απέχουν μεταξύ τους σε ορισμένες διατομές έως 800 m, όπου η βλάστηση είναι άφθονη
- Με βάση
 - επιτόπιες επισκέψεις
 - δορυφορικές εικόνες από το Google Earth, έγιναν 3 προσεγγίσεις των συντελεστών Manning στις 33 διατομές του ποταμού Άρδα και προσομοίωση της ροής με το λογισμικό HecRas.

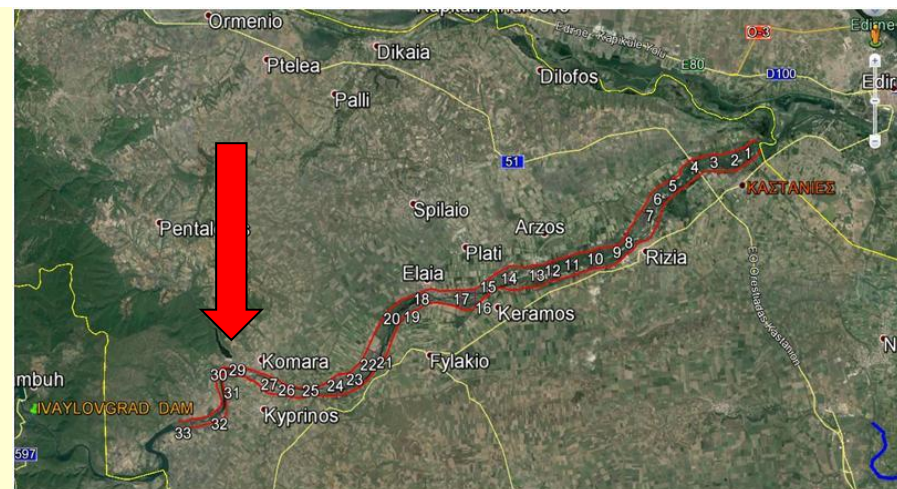
ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ HEC-RAS

➤ Μετρήσεις στάθμης νερού διατίθεται μόνο σε μια θέση του ποταμού, στα Κόμαρα

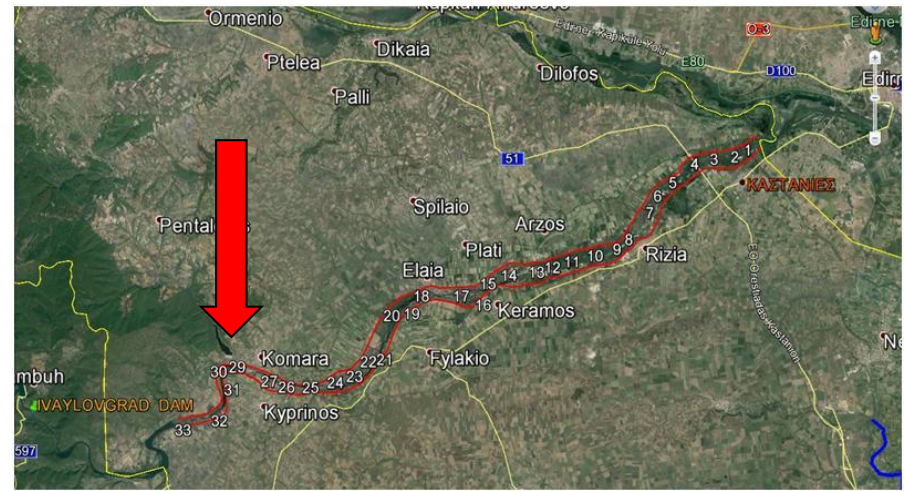
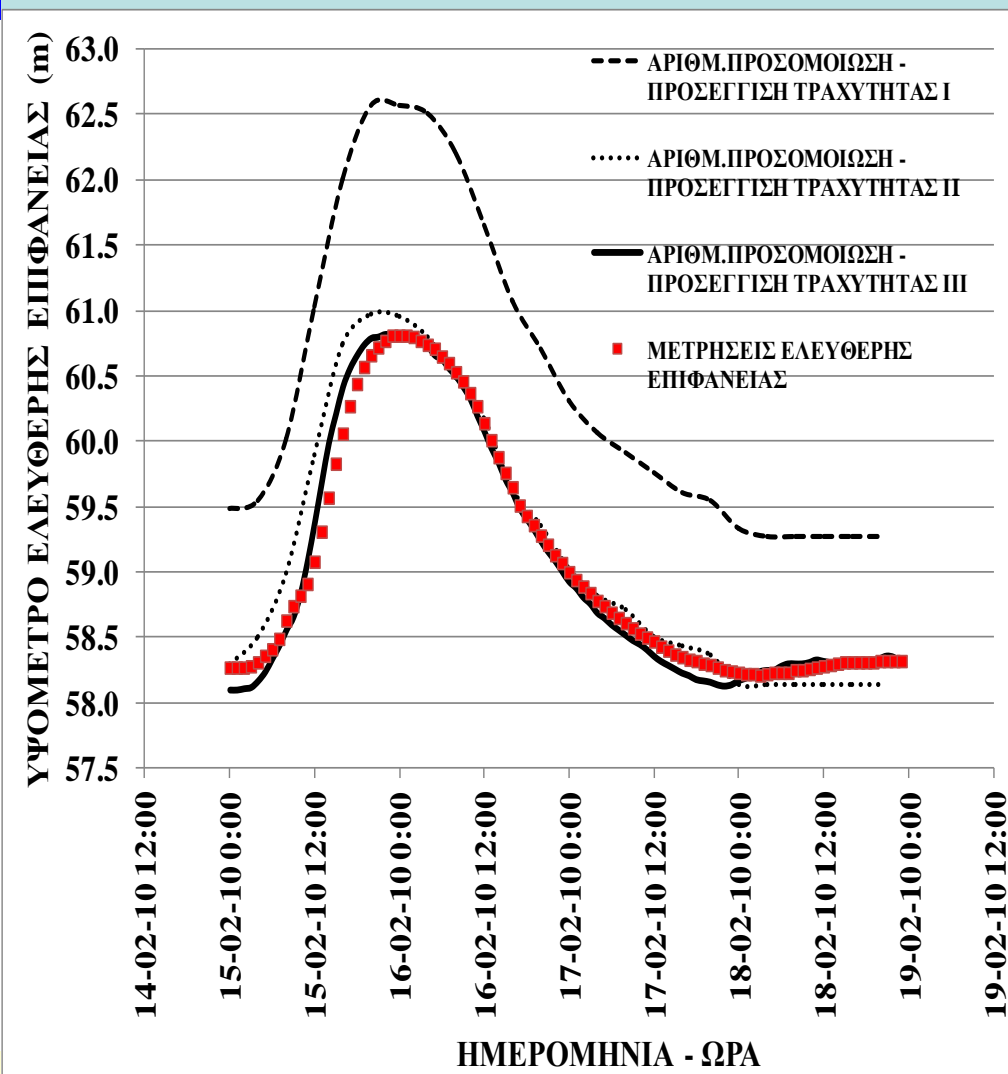
➤ Το μειονέκτημα της θέσης αυτής είναι, ότι βρίσκεται

κοντά στο ανάντη άκρο του Ελληνικού τμήματος του ποταμού Άρδα, καθώς απέχει μόλις 916 m από το αρδευτικό φράγμα στο Θεραπειό.

➤ Δεδομένου όμως, ότι η ροή στον Άρδα είναι υποκρίσιμη, η συμπεριφορά του στα Κόμαρα εξαρτάται αθροιστικά από τις υδραυλικές συνθήκες και κυρίως από τις τραχύτητες σε όλες τις κατάντη διατομές και άρα αποτελεί κατάλληλη θέση βαθμονόμησης.



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΗΕC-RAS



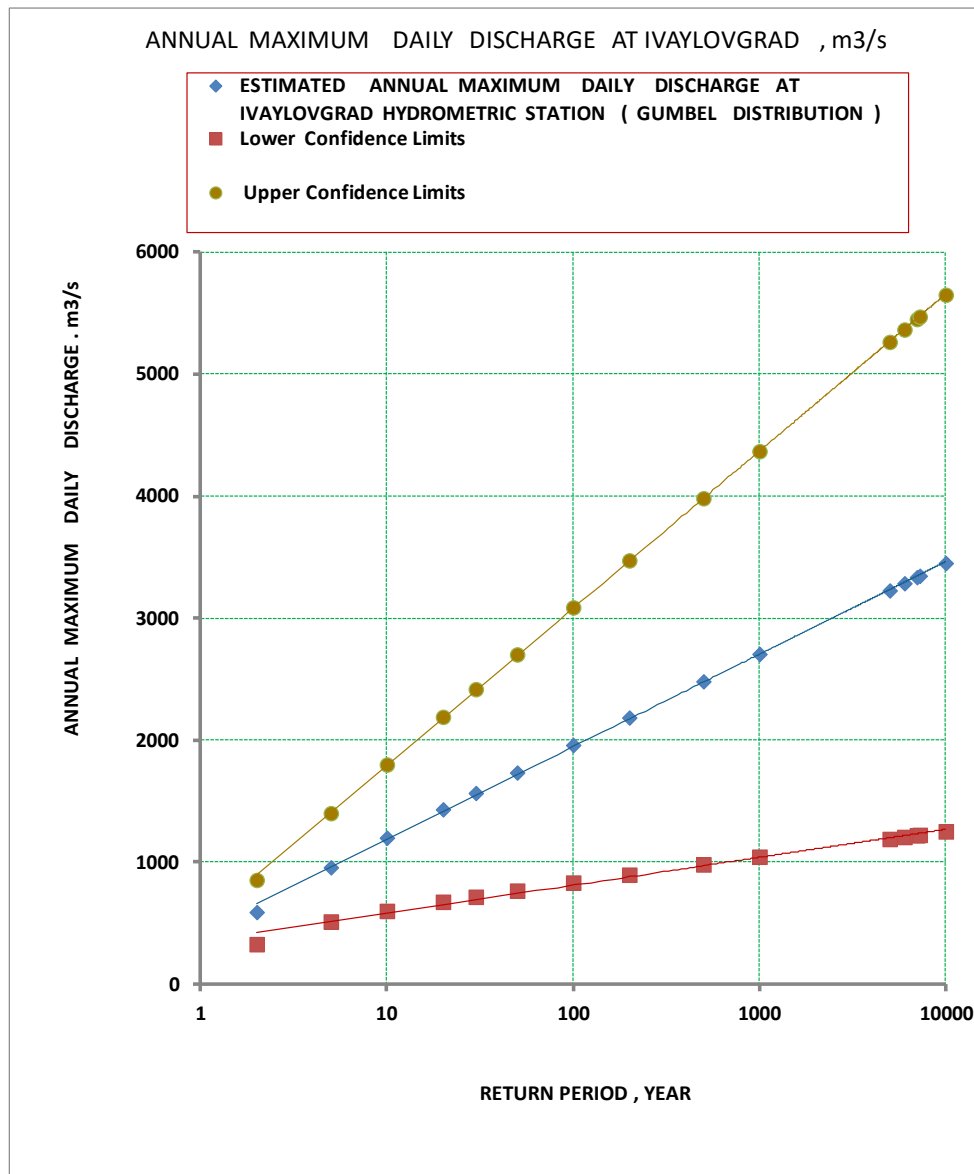
Υψόμετρο ελεύθερης επιφάνειας νερού στη διατομή ελέγχου στα Κόμαρα, από μετρήσεις και από αριθμητική προσομοίωση (Φεβρουάριος 2010) με 3 διαφορετικά σενάρια τραχύτητας Manning

Ανάλυση συχνότητας μεγίστων ακραίων τιμών παροχών αιχμής για διάφορες περιόδους επαναφοράς κατάντη Ivaylovgrad

• Δεδομένα: Ωριαίες τιμές παροχής 8 ετών 2005-2013

• Ανάλυση συχνότητας κατά Gumbel

• Άνω και κάτω όρια των παροχών για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Για να μελετηθεί η υδραυλική συμπεριφορά του ποταμού Άρδα στο Ελληνικό τμήμα του, έγιναν προσομοιώσεις για διάφορα πλημμυρικά υδρογραφήματα με παροχές αιχμής που αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς:

T=2 έτη

T=5 έτη

T=10 έτη

T=20 έτη

T=30 έτη

T=50 έτη

T=100 έτη

T=200 έτη

T=500 έτη

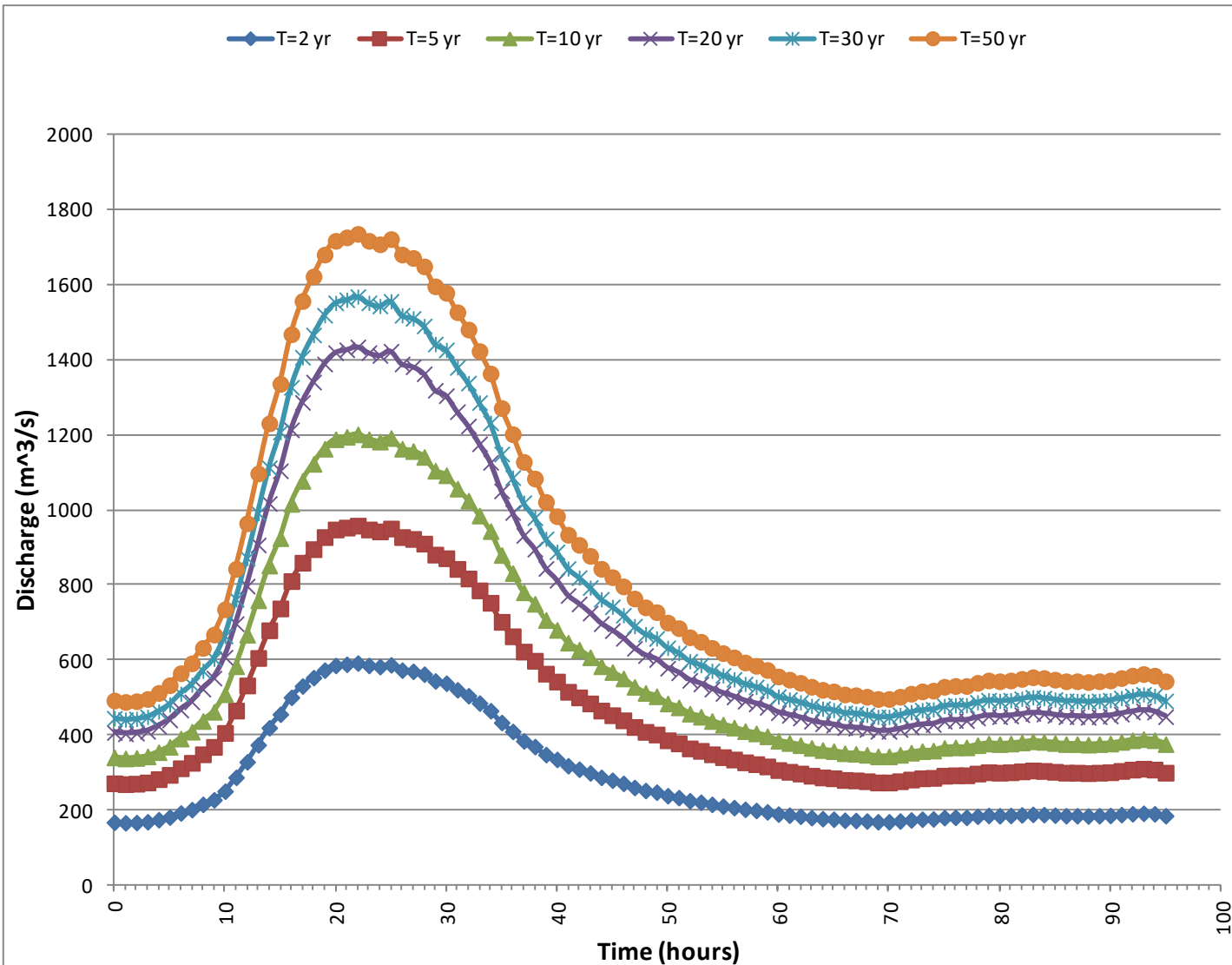
T=1000 έτη

T=10000 έτη

➤ Προσομοιώθηκε τόσο η ροή εντός των αναχωμάτων, όσο και οι υπερχειλίσσεις καθώς και η εξέλιξη των υπερχειλίσεων.

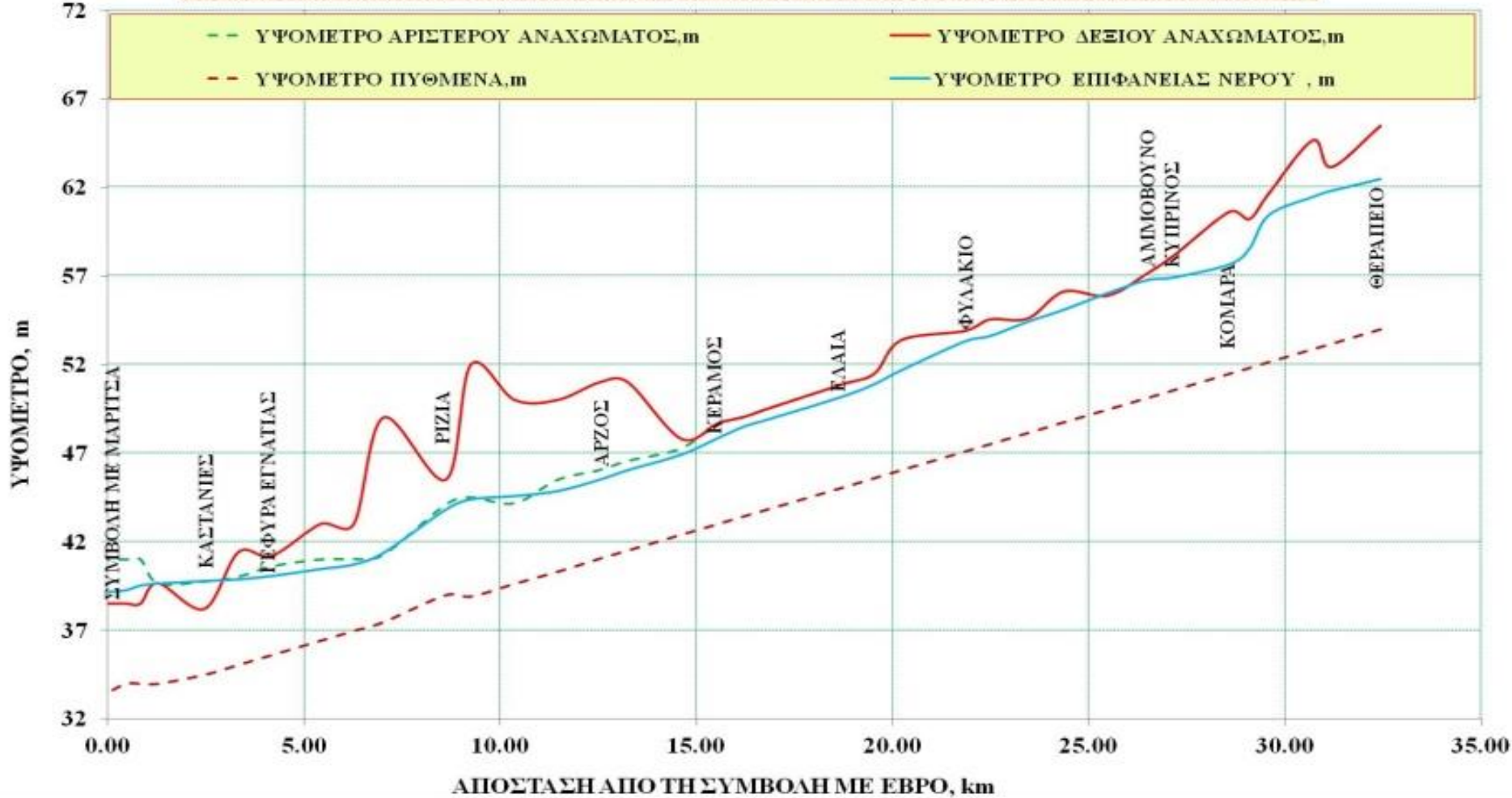
➤ Παρουσιάζονται στη συνέχεια τα αποτελέσματα διόδευσης πλημμυρογραφήματος περιόδου επαναφοράς $T=100$ ετών με παροχή αιχμής $1961 \text{ m}^3/\text{s}$.

Πλημμυρικά υδρογράφημα σχεδιασμού (κατάντη του Iyaylongrad) για περιόδους επαναφοράς $T=2$ έτη, $T=5$ έτη, $T=10$ έτη, $T=20$ έτη, $T=30$ έτη, $T=50$ έτη.



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

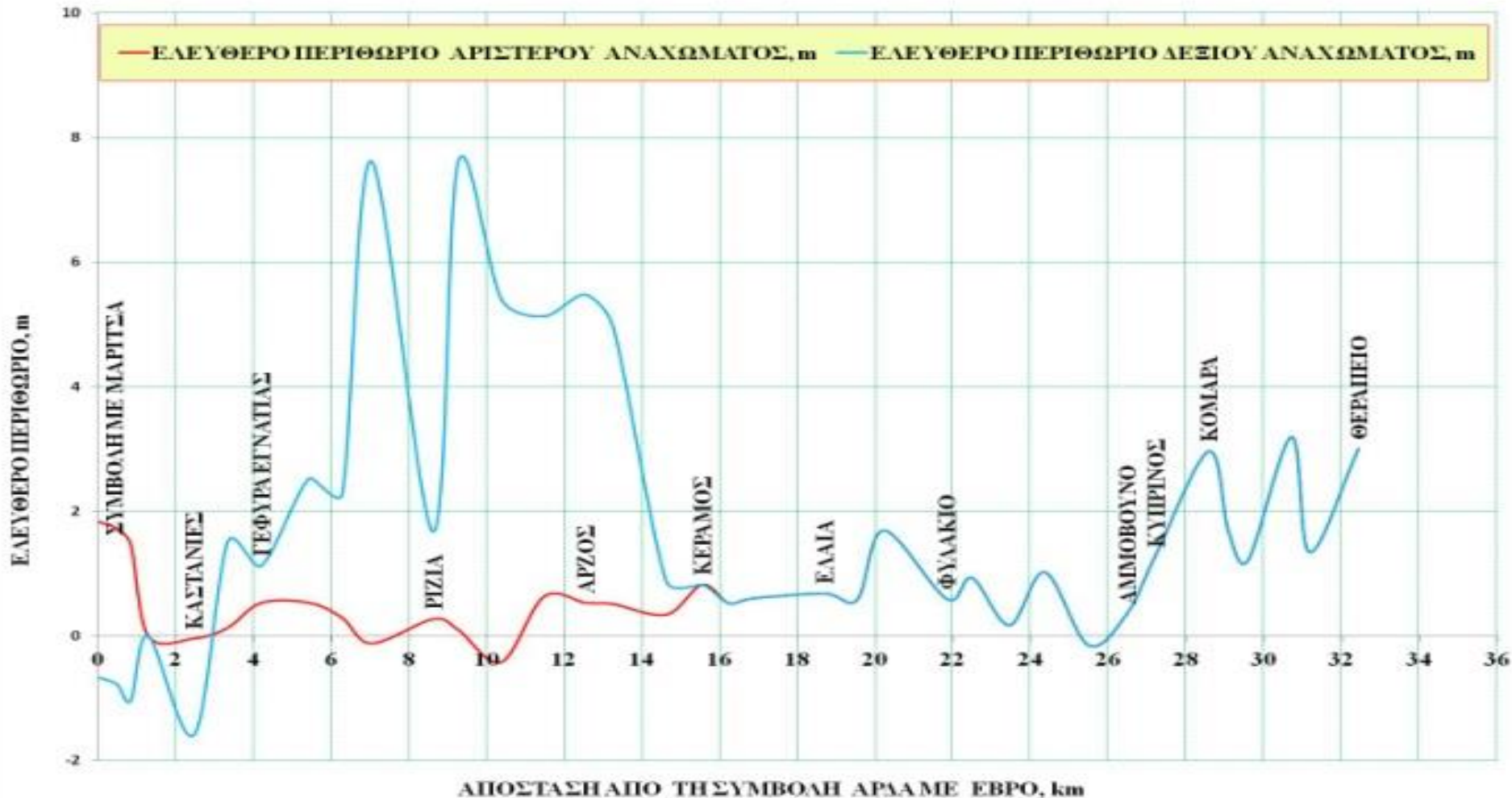
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $T=100$ χρόνια, $Q_{max}=1961 \text{ m}^3/\text{s}$
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ ΣΑΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΜΕ ΕΒΡΟ



Στάθμη ελεύθερης επιφάνειας νερού και αναχωμάτων Άρδα σε συνάρτηση με την απόσταση από τη συμβολή με τον Έβρο.

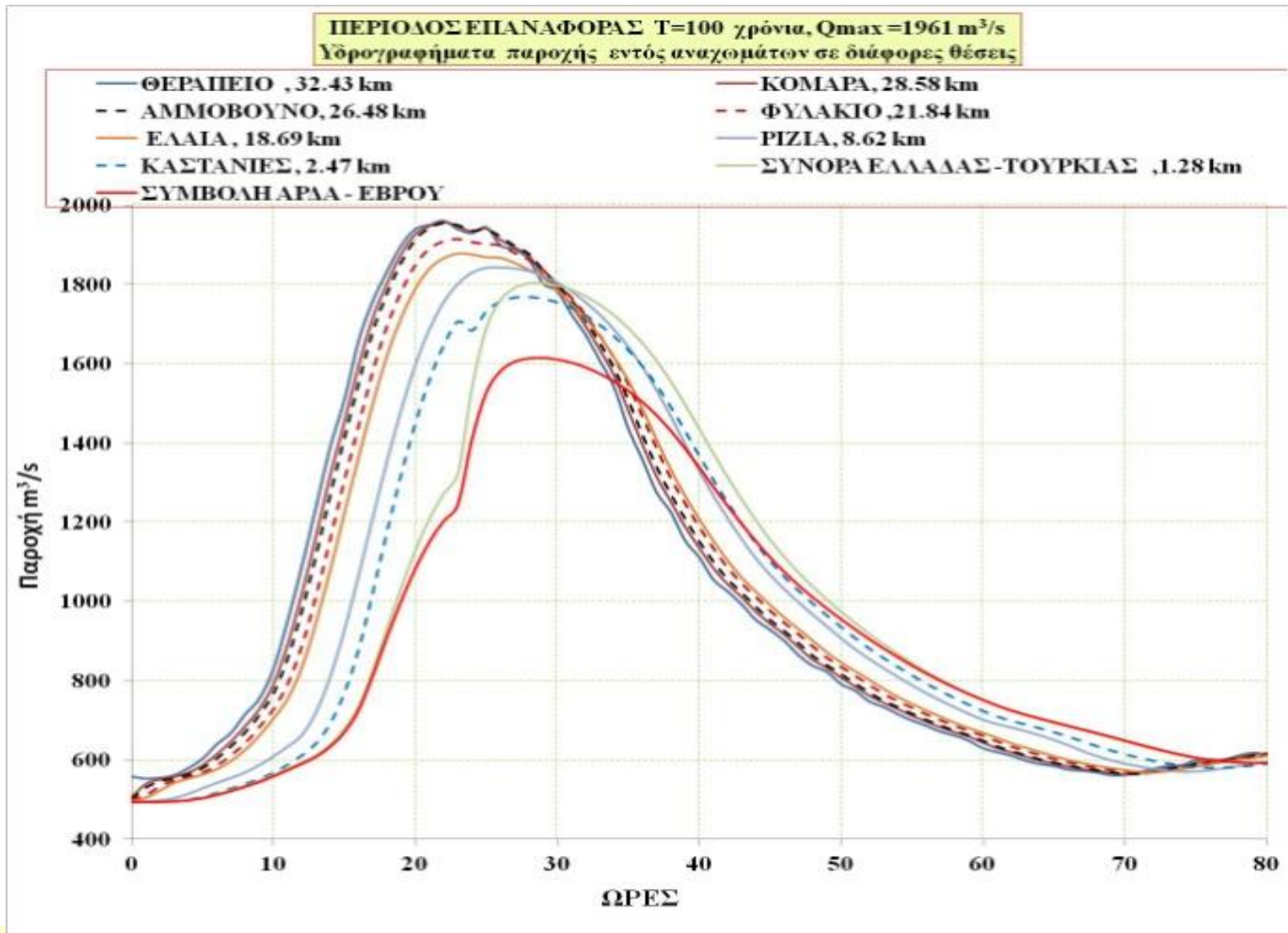
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $T=100$ χρόνια, $Q_{max}=1961 \text{ m}^3/\text{s}$.
ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ ΣΑΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΜΕ ΕΒΡΟ



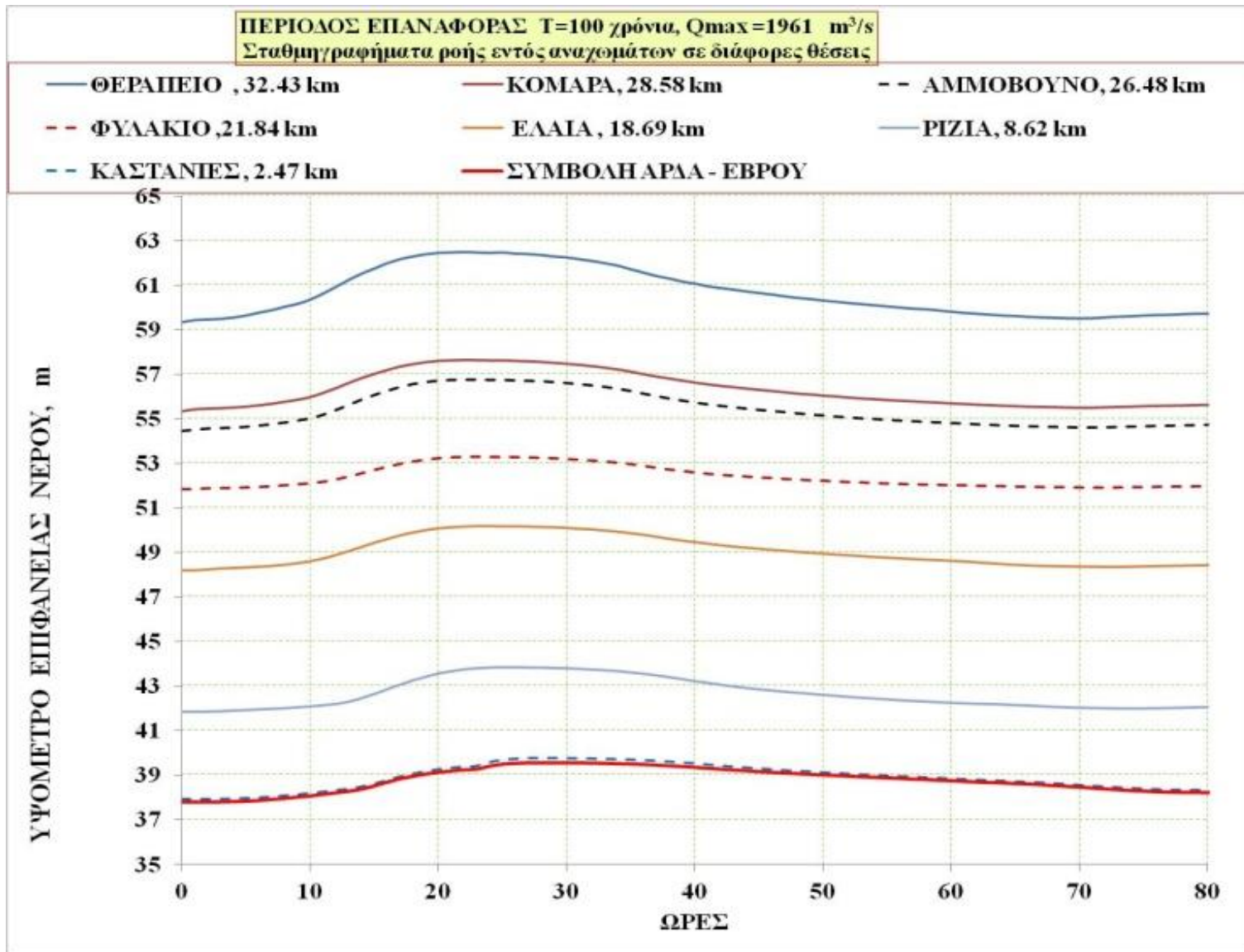
Ελεύθερο περιθώριο στάθμης νερού και αναχωμάτων σε συνάρτηση με την απόσταση από τη συμβολή Άρδα - Έβρου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Υδρογραφήματα παροχής εντός αναχωμάτων σε διάφορες θέσεις.

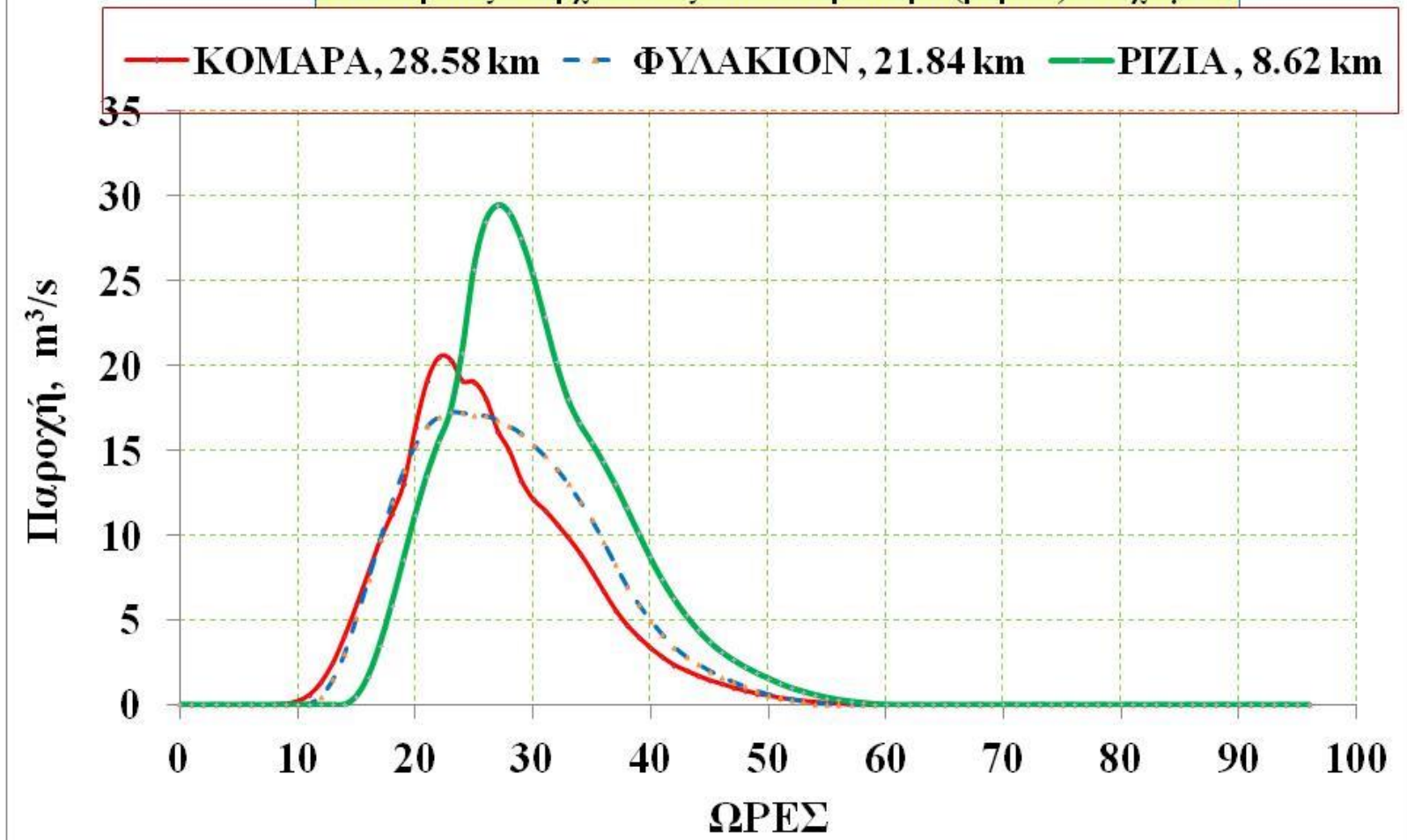
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Σταθμηγραφήματα ροής εντός αναχωμάτων σε διάφορες θέσεις.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

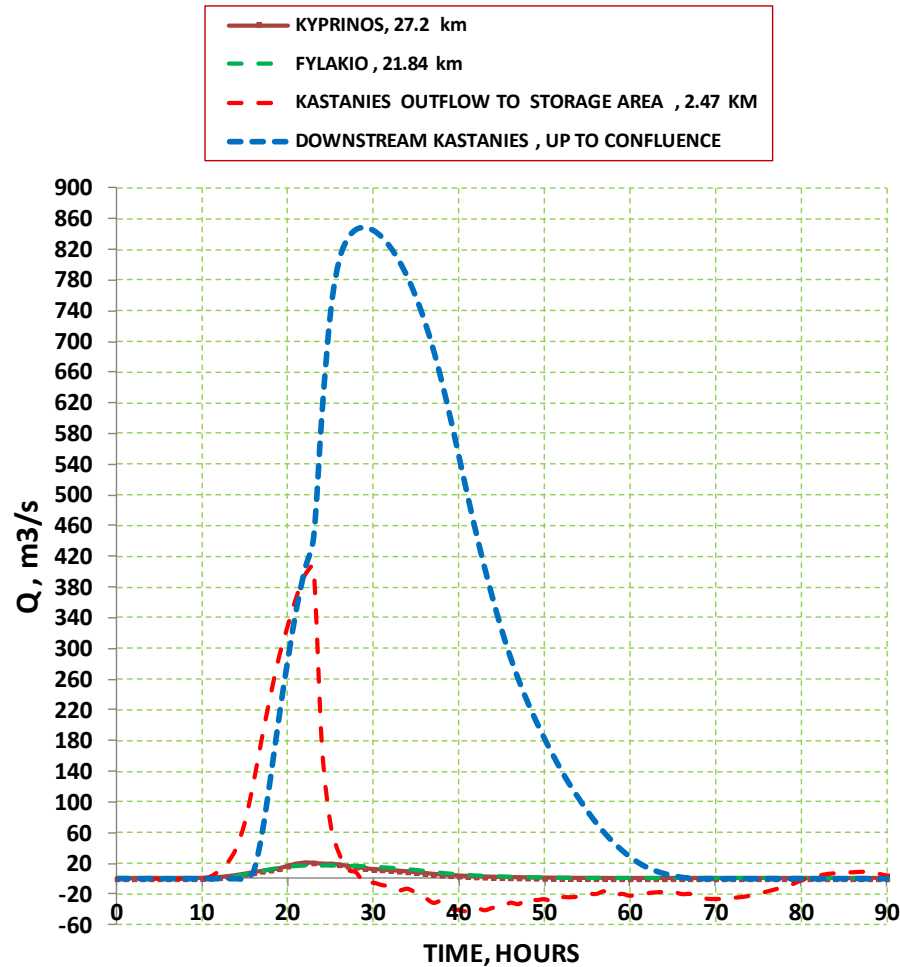
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $T=100$ χρόνια, $Q_{max} = 1961 \text{ m}^3/\text{s}$
Πλευρικές υπερχειλίσεις από το αριστερό (βόρειο) ανάχωμα



Πλευρικές υπερχειλίσεις από το αριστερό (βόρειο) ανάχωμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Return period $T=100$ years , $Q_{max} = 1961$ m³/s .
Lateral overflow discharges from the right Arda levee.
Distances from Arda confluence with Maritsa

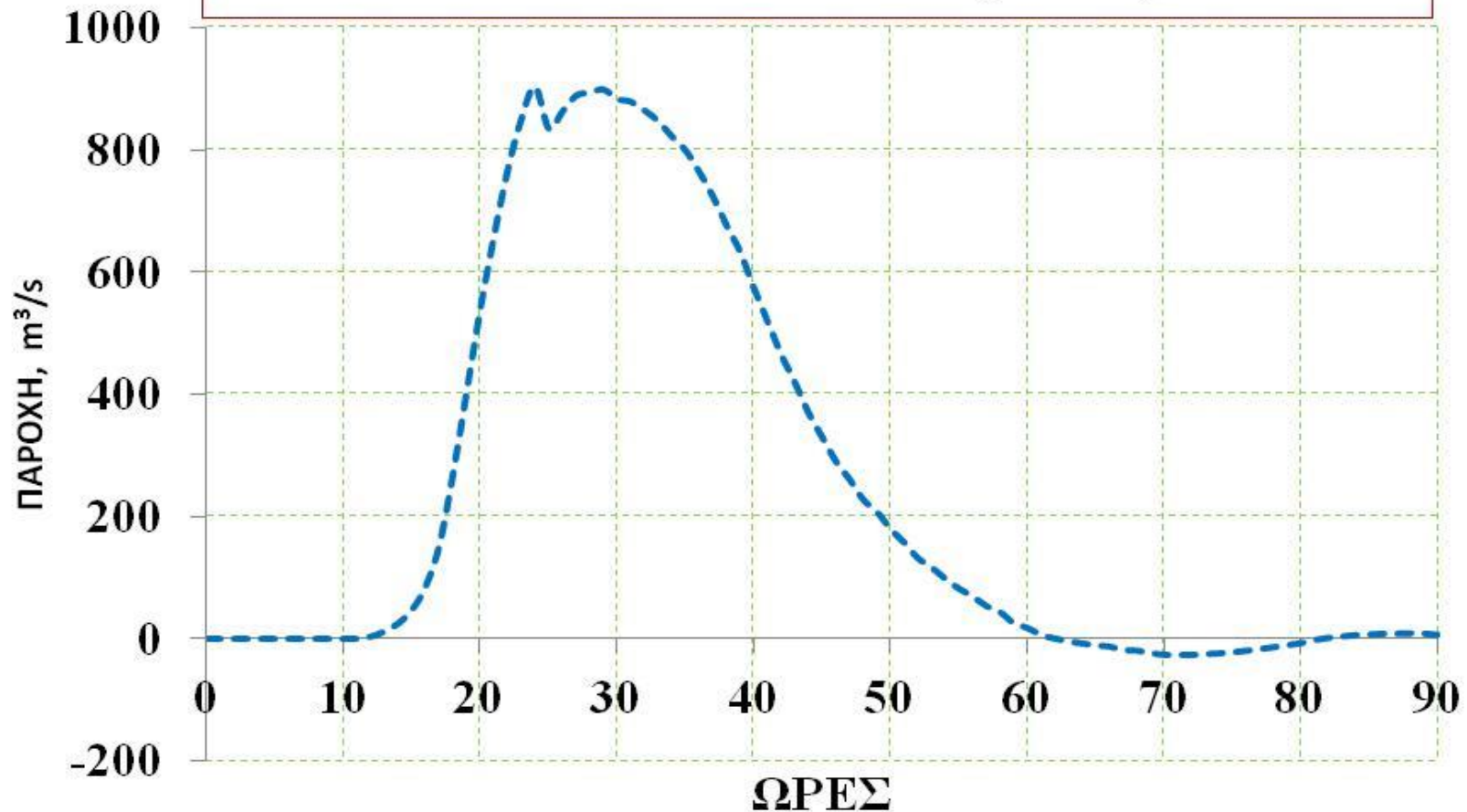


Πλευρικές υπερχειλίσεις από το δεξιό (νότιο) ανάχωμα, λόγω αυθαίρετου υποβιβασμού στάθμης αναχωμάτων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

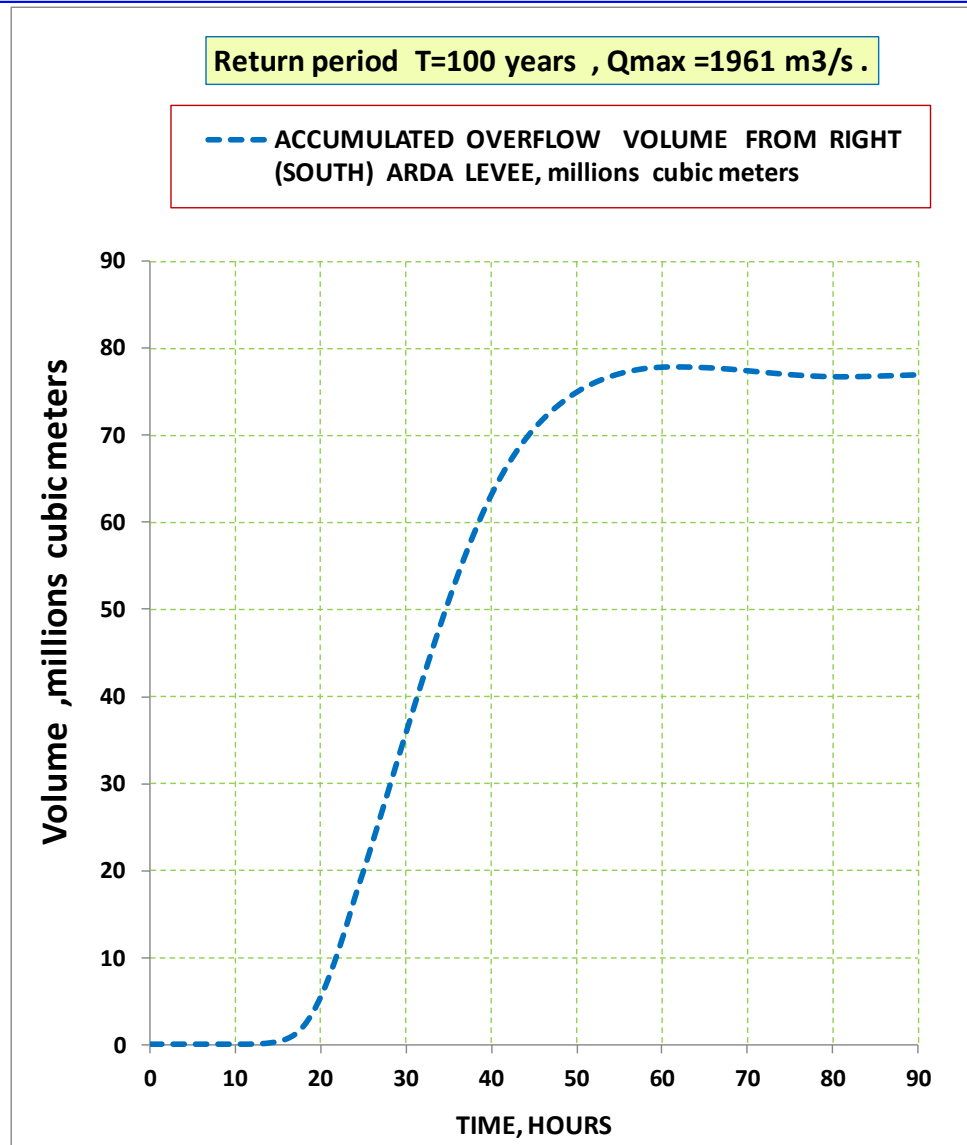
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $T=100$ χρόνια, $Q_{max}=1961 \text{ m}^3/\text{s}$

--- ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ
ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΔΕΞΙΟ (ΝΟΤΙΟ) ΑΝΑΧΩΜΑ



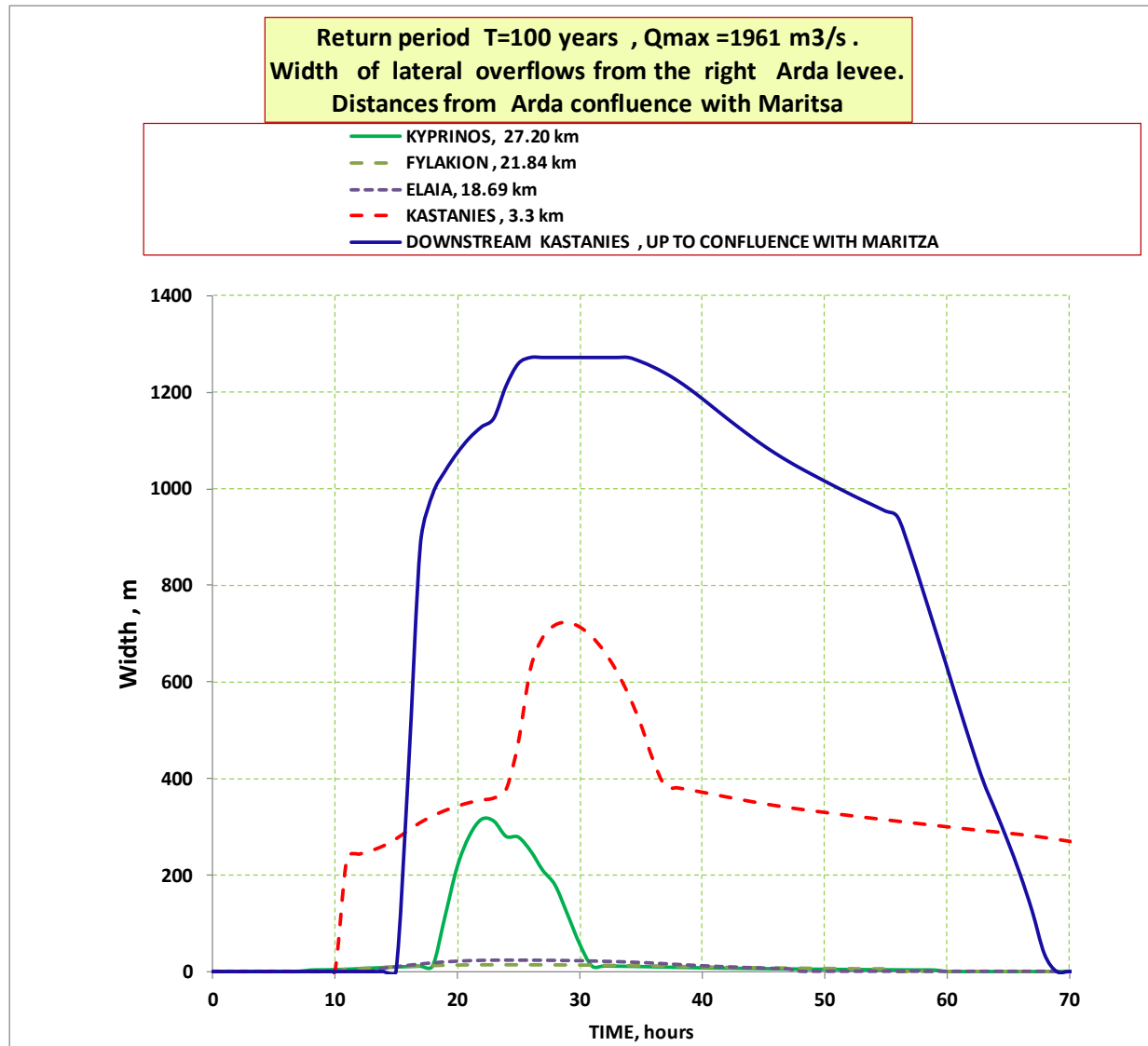
Συνολική πλευρική υπερχείλιση από το δεξιό (νότιο) ανάχωμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



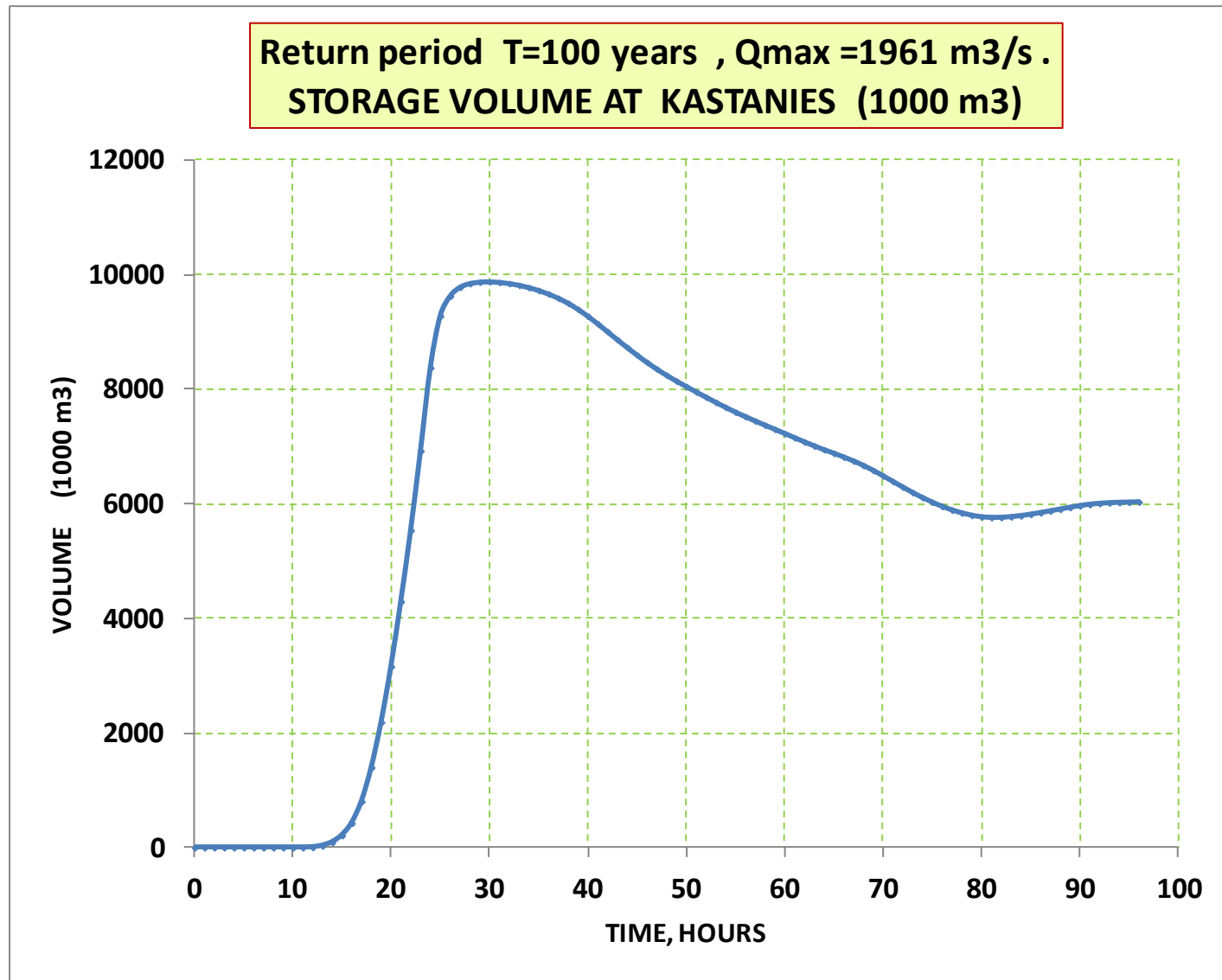
Αθροιστικός όγκος πλευρικών υπερχειλίσεων προς περιοχές κατάκλισης από το δεξιό (νότιο) ανάχωμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



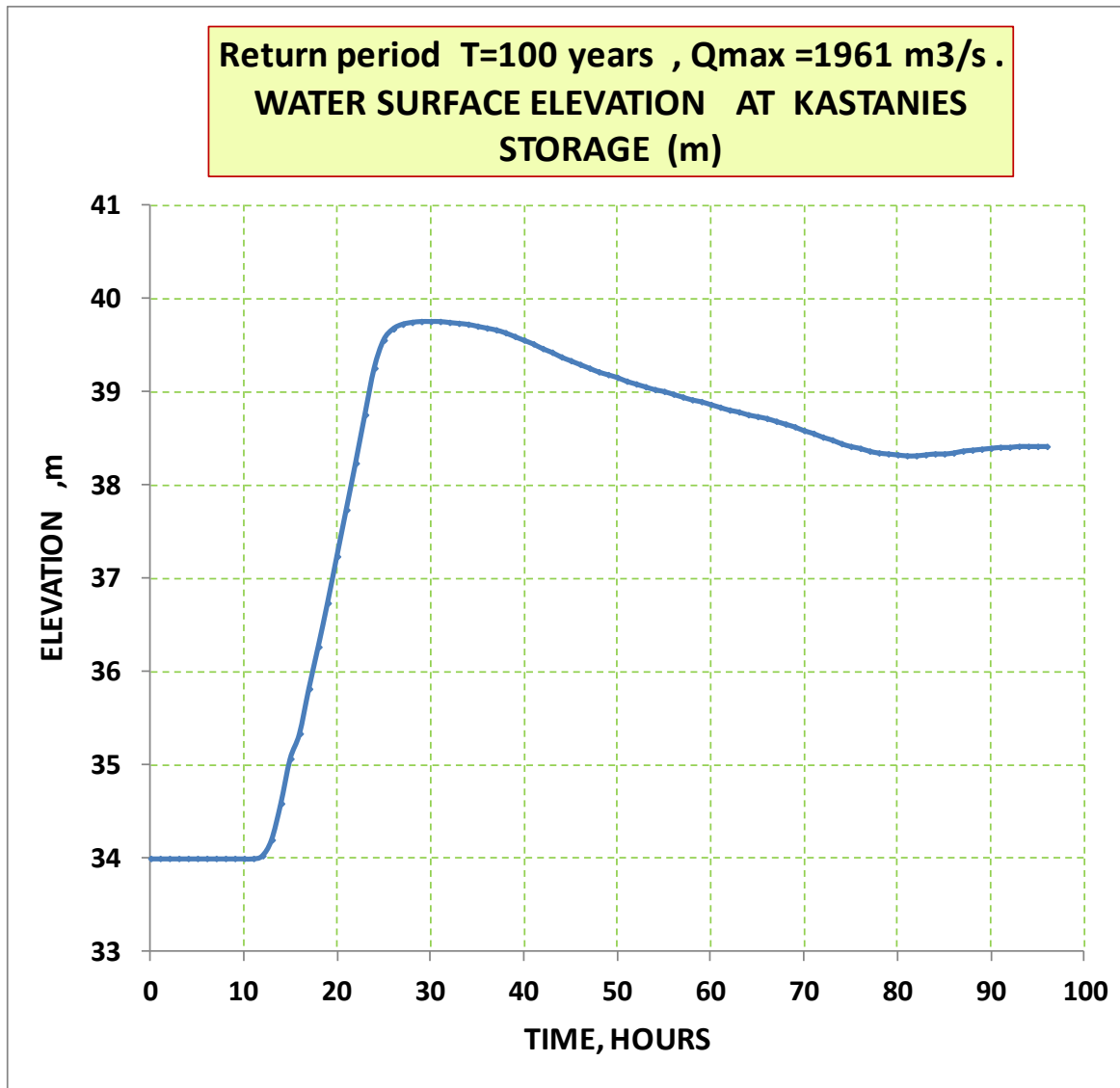
Πλάτος (σε m) πλευρικών υπερχειλίσεων από το δεξιό (νότιο) ανάχωμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



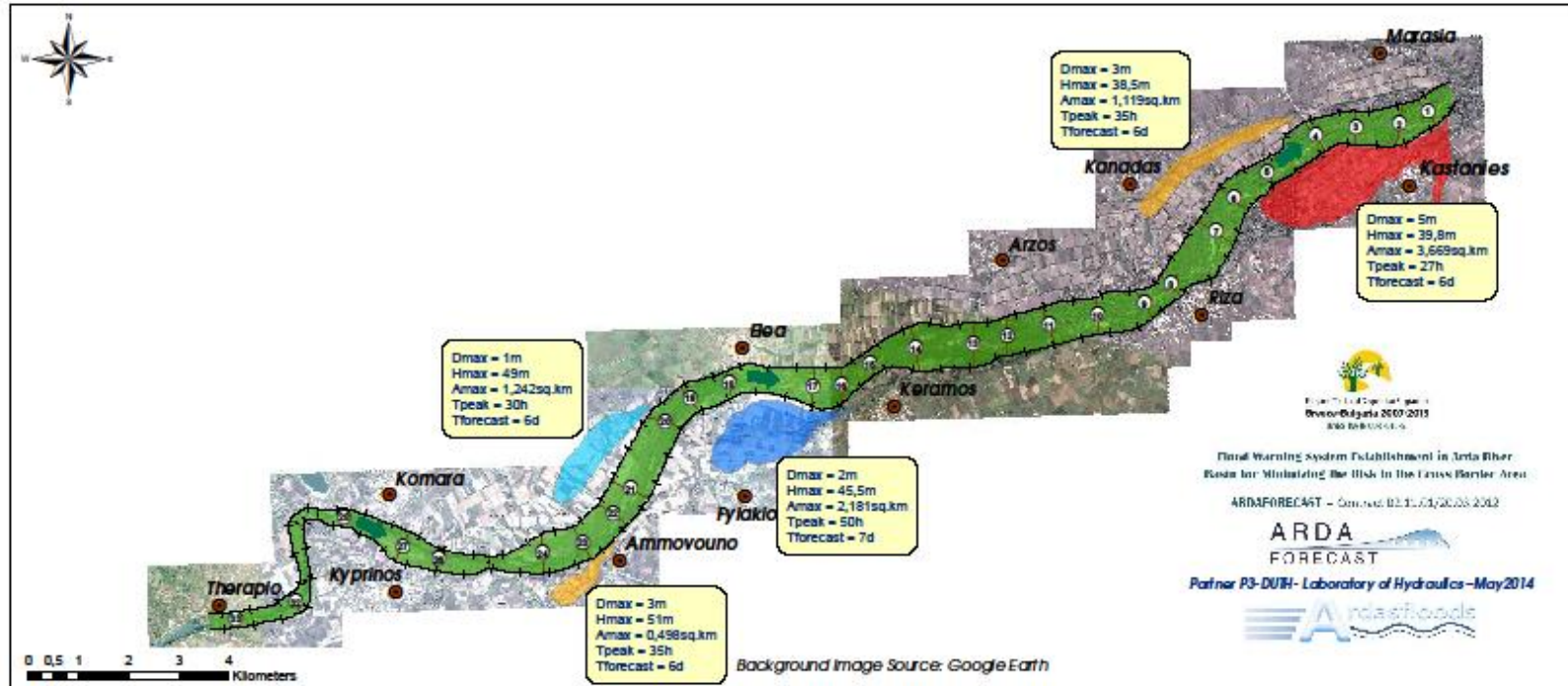
Χρονική εξέλιξη του όγκου νερού στην περιοχή κατάκλισης Καστανιών (σε 1000 m³)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Χρονική εξέλιξη της στάθμης νερού στην περιοχή κατάκλισης Καστανιών (σε m)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



INUNDATION MAP
FLOOD HYDROGRAPH WITH RETURN PERIOD
T = 100yrs

Maximum Discharge of Hydrograph at Therapio:
 1.961 cu.m/s

MAP LEGEND

| | | |
|-----|----------------------------|----------------------|
| ● | Settlement | Maximum depth (Dmax) |
| —+— | Ardas river banks | <1m |
| — | River cross-section | 1m - 2m |
| ■ | Flow between Arda's levees | 2m - 4m |
| | | 4m - 6m |

FLOOD AREAS DETAILS LEGEND

| SYMBOL | PARAMETER |
|-----------|---|
| Dmax | Max depth in the inundated area, in m |
| Hmax | Max free surface elevation in the inundated area, in m |
| Tpeak | Time to peak water depth, measured from the time of flood hydrograph arrival at Therapio Dam, hours |
| Tforecast | Forecasted time of max Depth, in days |
| Amax | Max inundation area, km ² |

Χάρτης πλημμυρισμού σε όλο το Ελληνικό τμήμα του ποταμού Άρδα

- Για να προστατευτούν οι παρακείμενες στον ποταμό Άρδα αγροτικές περιοχές, κατασκευάστηκαν πριν από 40 περίπου χρόνια αναχώματα, ώστε να συγκρατούνται μεταξύ των αναχωμάτων παροχές μέχρι περίπου 2000 m³/s.
- Ωστόσο, από την έρευνά μας προέκυψε, ότι η παροχεταιυτική ικανότητα του ποταμού μεταξύ των αναχωμάτων είναι πολύ μικρότερη σε διάφορες θέσεις, όπως για παράδειγμα στις Καστανιές, που είναι περίπου 750 m³/s.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Οι βασικοί λόγοι είναι οι διάφορες επεμβάσεις υποβιβασμού της στάθμης των αναχωμάτων, για διάφορους λόγους, όπως:

- ✓ για ευκολότερη πρόσβαση σε κατασκευασθείσες διαβάσεις Ιρλανδικού τύπου
- ✓ για εύκολη πρόσβαση στη διευρυμένη κοίτη για αμμοληψίες
- ✓ από λάθη είτε στο σχεδιασμό είτε στην κατασκευή των αναχωμάτων

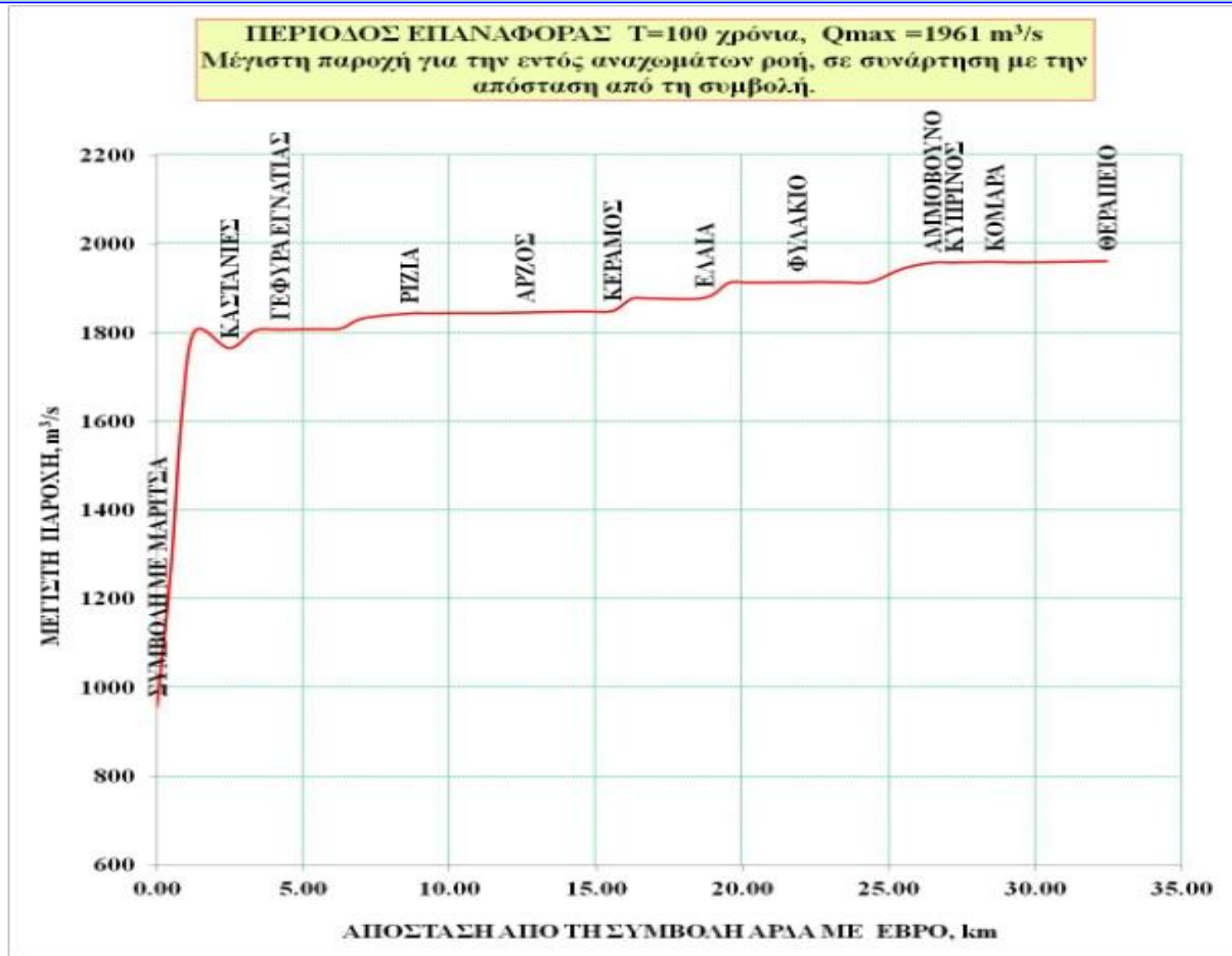
Διάβαση Καστανεών



Διάβαση Ριζίων

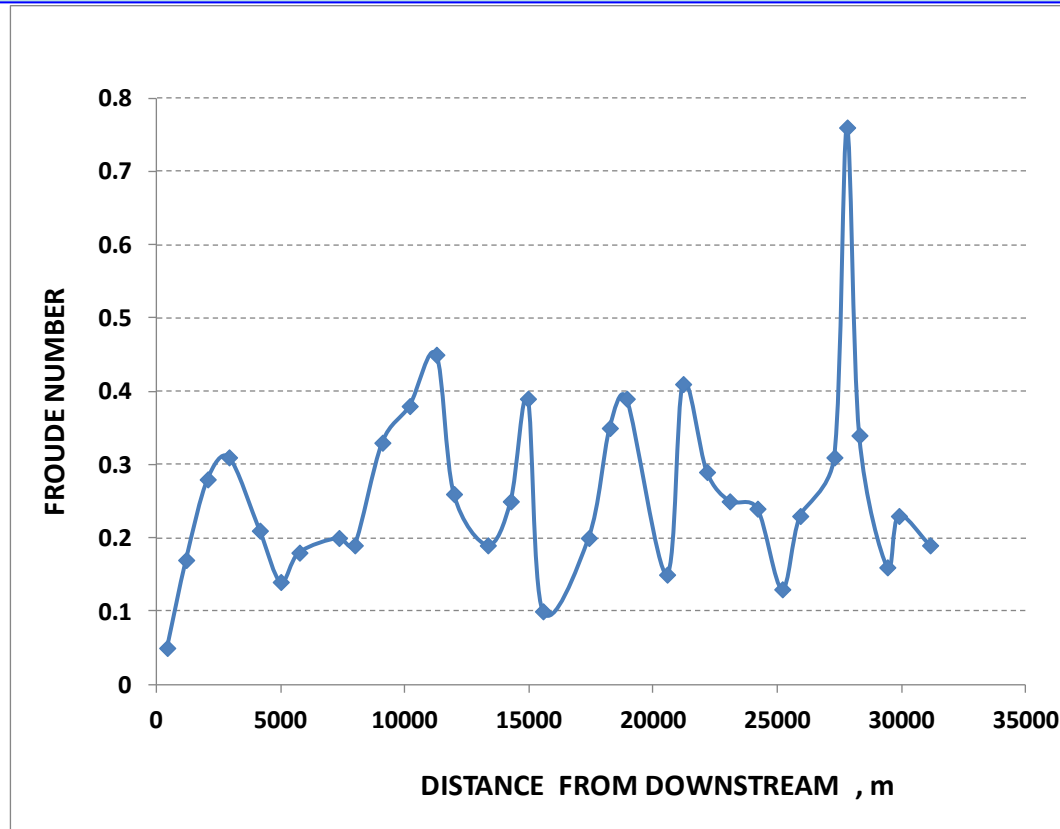


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Μέγιστη παροχή για την εντός αναχωμάτων ροή, σε συνάρτηση με την απόσταση από τη συμβολή

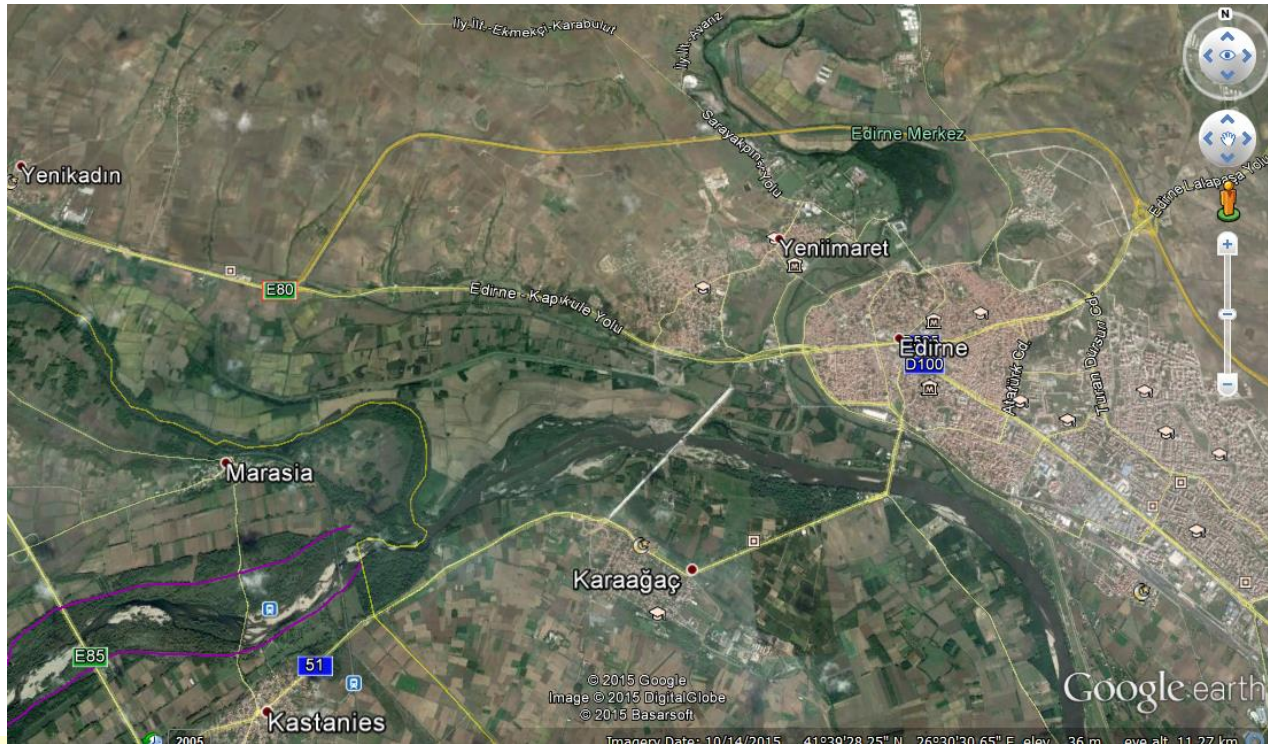
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΚΑΙ ΕΒΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



Ο Αριθμός Froude κατά μήκος του ποταμού Άρδα, από το φράγμα στο Θεραπειό έως τη συμβολή με τον Μαρίτσα, για υδρογράφημα με μέγιστη παροχή $1000\text{m}^3/\text{s}$.

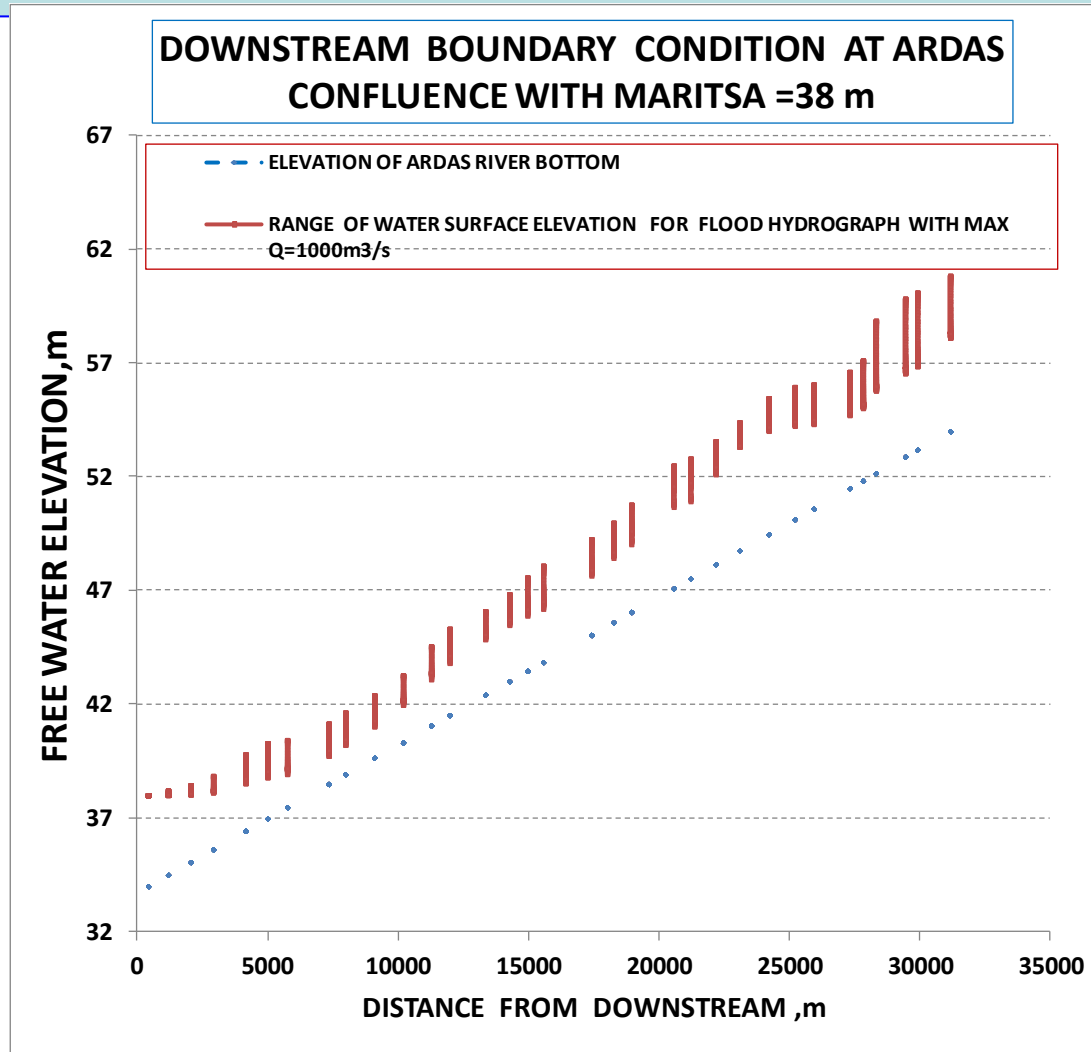
Παρατηρούμε ότι η ροή είναι **παντού υποκρίσιμη**, άρα **ελέγχεται από τα κατάντη**.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΚΑΙ ΕΒΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



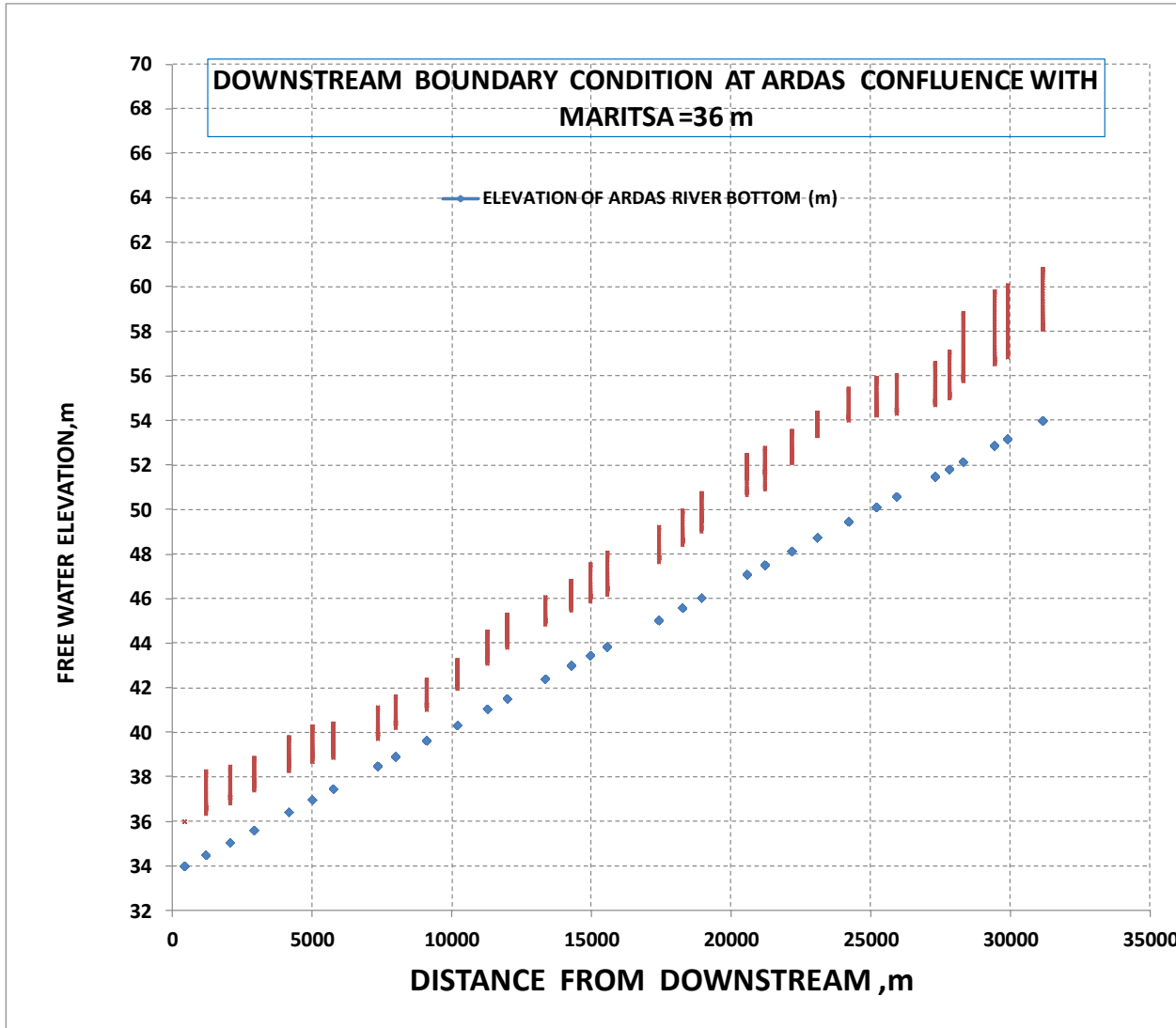
Σε μεγάλα πλημμυρικά γεγονότα, η ευρύτερη πεδιάδα της Ανδριανούπολης πλημμυρίζει και φθάνει μέχρι τη συμβολή Άρδα - Έβρου. Από την επεξεργασία υφιστάμενων δεδομένων και μετά από συσχέτιση υψομέτρων νερού και παροχών καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι για παροχές στον Έβρο (Kirishane) $1600 \text{ m}^3/\text{s}$, $2400 \text{ m}^3/\text{s}$ και $3300 \text{ m}^3/\text{s}$, το υψόμετρο της επιφάνειας νερού στη συμβολή Άρδα – Έβρου είναι 36 m, 37 m και 38 m αντίστοιχα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΚΑΙ ΕΒΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



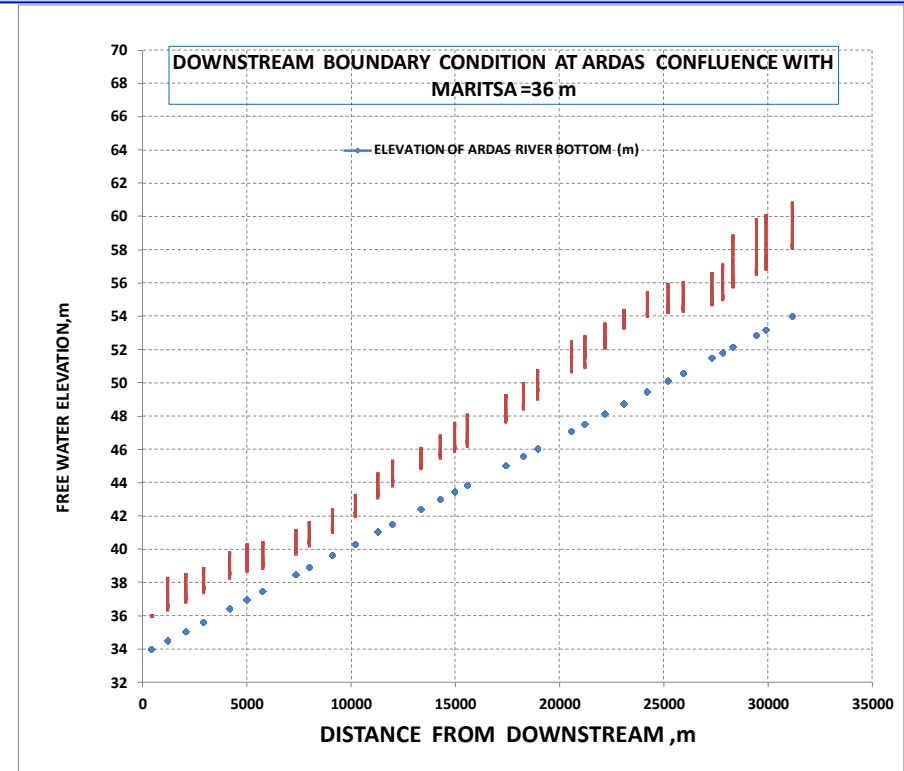
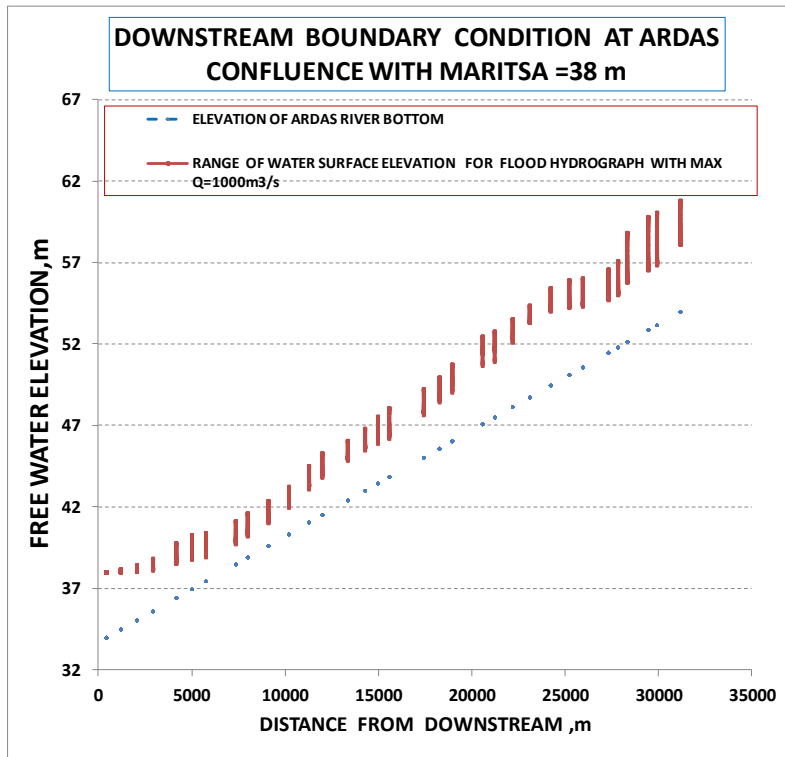
Προσομοίωση διόδευσης υδρογραφήματος στον Άρδα με παροχή αιχμής $1000\text{ m}^3/\text{s}$ με κατάντη οριακή συνθήκη $H=38\text{ m}$.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΚΑΙ ΕΒΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



Προσομοίωση διόδευσης υδρογραφήματος στον Άρδα με παροχή αιχμής $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ με κατάντη οριακή συνθήκη $H=36 \text{ m}$.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΡΔΑ ΚΑΙ ΕΒΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



Προέκυψε σημαντική διαφοροποίηση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού, η οποία μειώνεται με την απομάκρυνση από τη συμβολή και μηδενίζεται σε απόσταση περίπου 9 Km.

Αυτή η αύξηση της στάθμης του νερού συμβάλει επίσης στην αύξηση των υπερχειλίσεων πάνω από τα αναχώματα στην περιοχή αυτή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Προσομοιώθηκε η ροή εντός των αναχωμάτων του ποταμού Άρδα για ένα μεγάλο εύρος πλημμυρικών υδρογραφημάτων, μετά από βαθμονόμηση.
- Υπολογίστηκε η παροχетеυτική ικανότητα του ποταμού σε διάφορες θέσεις καθώς και η παροχή συμβολής στον ποταμό Έβρο.
- Προσομοιώθηκε ο μηχανισμός των υπερχειλίσεων και για πρώτη φορά κατασκευάστηκαν πλημμυρικοί χάρτες για διάφορα πλημμυρογραφήματα και καταστρώθηκαν ρεαλιστικά σχέδια ετοιμότητας για την αντιμετώπιση και τον μετριασμό των συνεπειών των πλημμυρών.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι προσομοιώσεις έδειξαν τις αρνητικές επιπτώσεις των παρεμβάσεων στα αναχώματα (πτώση τοπικά του υψομέτρου στέψης), που συνεπάγονται υπερχειλίσεις ακόμα και για μικρές περιόδους επαναφοράς.
- Η Ελληνική πολιτεία πρέπει να εξετάσει την αποκατάσταση αυτών των «σημειακών» παρεμβάσεων, που μπορεί να γίνει με μικρό κόστος, αλλά θα υπερδιπλασιάσει την παροχτευτική ικανότητα του ποταμού.
- Επίσης, διαπιστώθηκε η αρνητική επίδραση της στάθμης του νερού στη συμβολή Άρδα - Έβρου σε μια απόσταση 9 Km περίπου (περιοχή Καστανεών).

