

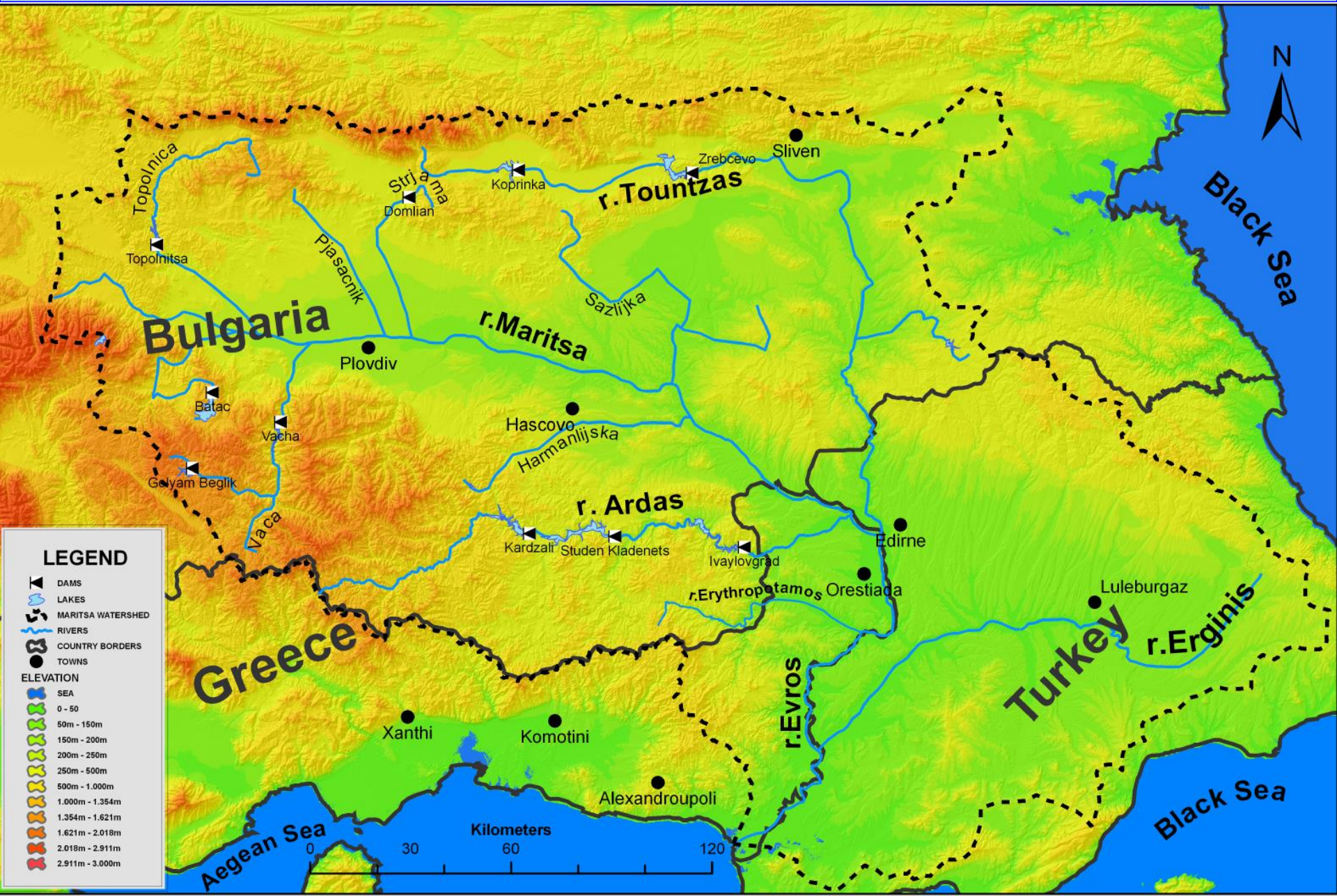
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΡΟΓΡ. ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»

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

Αγγελίδης Π., Καθηγητής

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΟΩΝ ΤΟΥ
ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΒΡΟΥ**

Υδρολογική λεκάνη ποταμού Έβρου

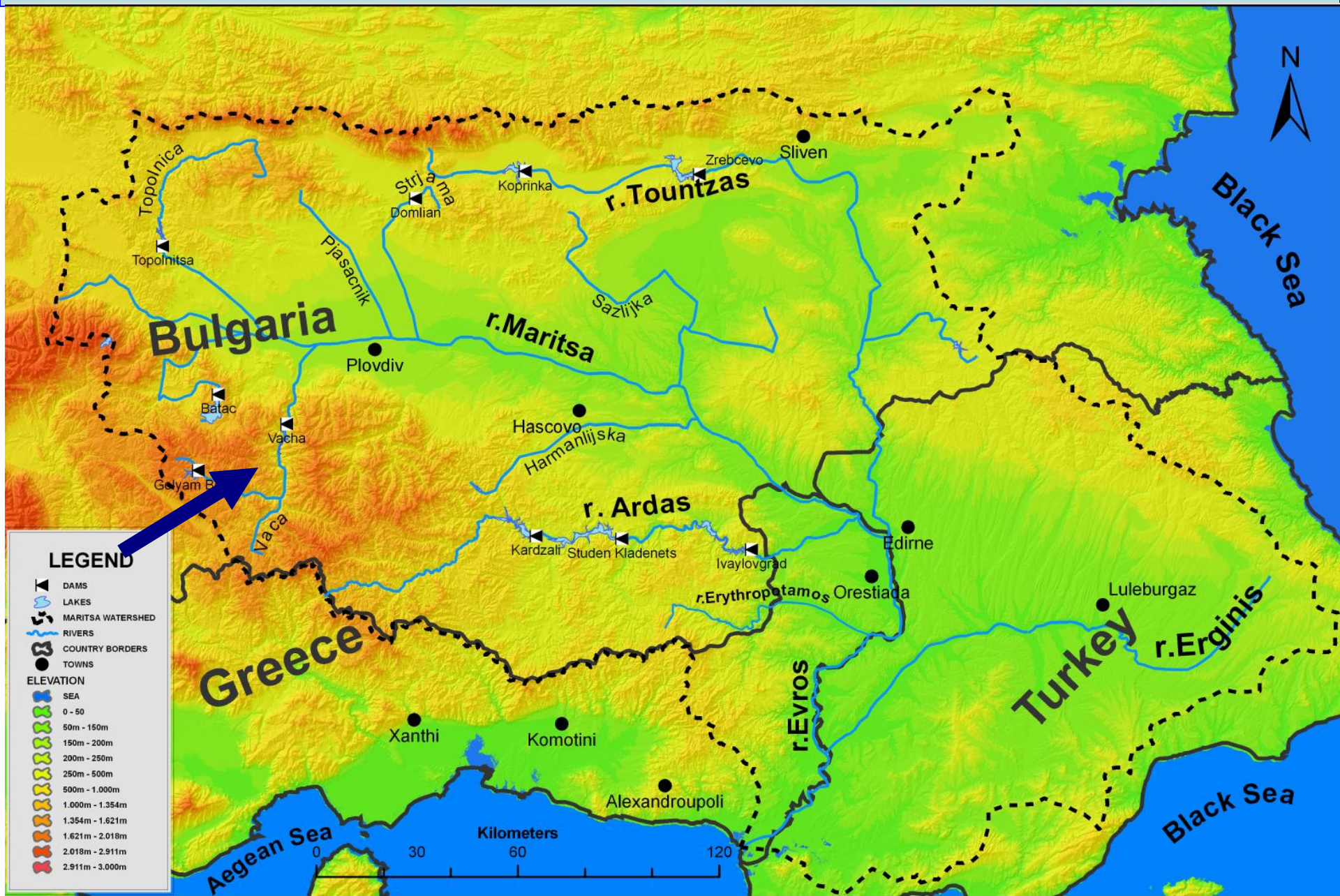


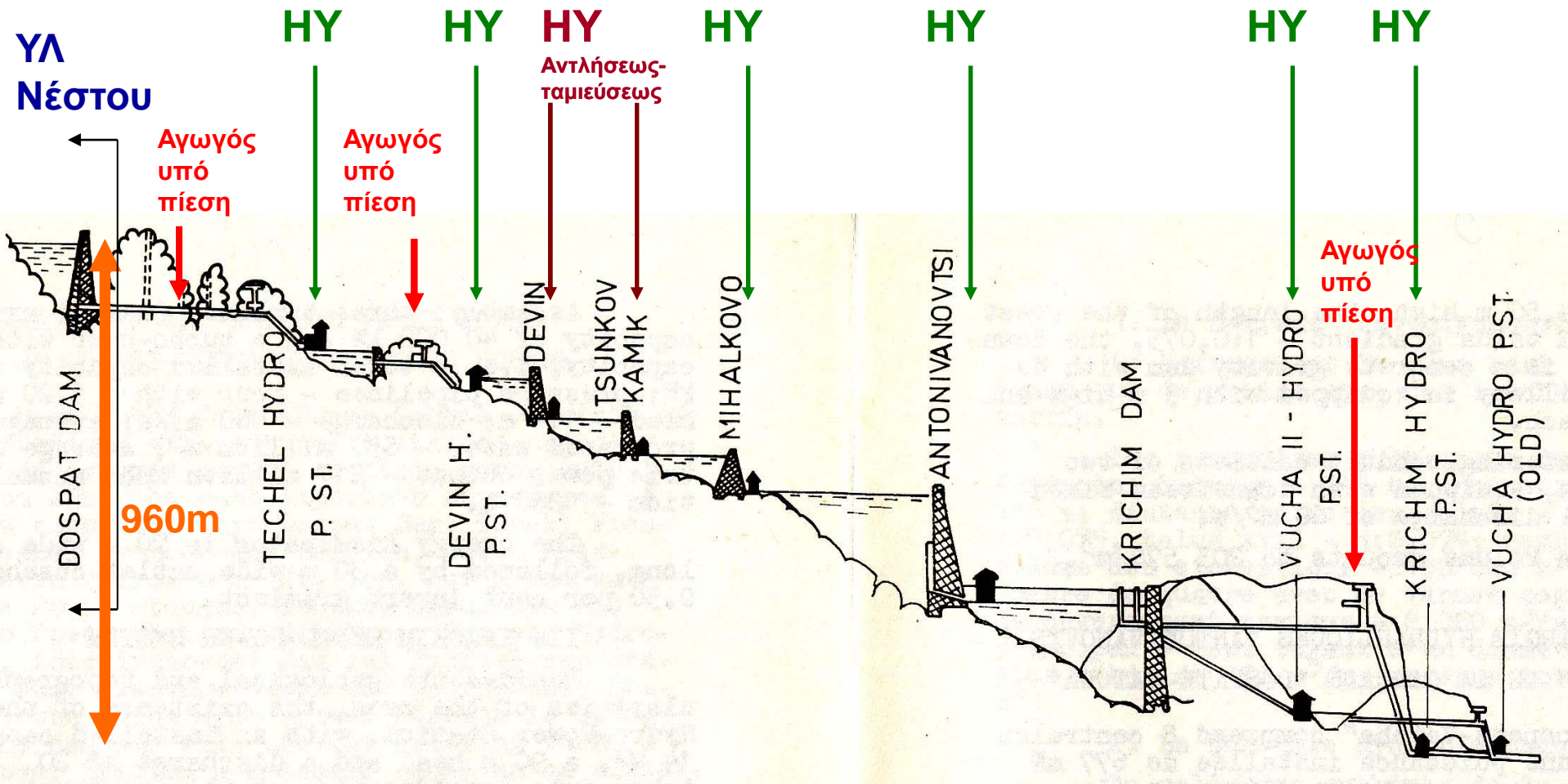
Πίνακας των 40 κυριώτερων φραγμάτων, που κατασκευάστηκαν στην υδρολογική λεκάνη του π. Έβρου

N	Dam	River	Volume m ³ .10 ⁶	
			Total storage	Process ed volume
1	2	3	4	5
1	Belmeken	Kriva	145	140
2	Goljam Beglik	Cherno dere	69,4	64,2
3	Batak	Mutnitsa	315	290
4	Dospat	Dospat	446	431
5	Vucha	Vucha	226	211
6	Krichim	Vucha	20,3	1,8
7	Topolhitsa	Topolhitsa	141,350	117,0
8	Malka Mutnitsa	Malka Mutnitsa	1,100	1,000
9	Vinogradets	Kavak dere	0,260	0,250
10	Pjasuchnik	Pjasuchnik	206,530	208,00
11	Domljan	Svezhenska	26,074	24,987
12	Kliment	Klimentaska	3,300	3,000
13	Chernozem	Dere Saite	3,300	2,900
14	Dondukovo	Gabrov Dol	2,314	1,955
15	Sinjata reka	Kavadjikliiska	2,350	1,944
16	Pravishte	Dere	1,400	1,000
17	Duvanli	Kulak dere	0,700	0,600
18	Vasil Levski	Vatjov dol	0,600	0,515
19	изр. Pjasuchnik	Pjasuchnik	1,800	1,500
20	Brjagovo	Kajaliika	9,425	8,745
21	Metchka	Metchka	6,885	6,555
22	Lenovo	Chinar dere	6,100	5,200
23	Sushitsa	Sushitsa	4,600	4,300
24	40-te Izvora	dere	3,800	3,460
25	Dobri dol	Chomlek dere	3,465	3,444
26	Dolno novo selo	Kuzgun dere	1,200	1,070
27	Naidenovo	Suha	0,516	0,500
28	Chirpan	Malka reka	0,455	0,425
29	Trakiets	Olu dere	114,000	90,000
30	Garvanovo	Chitachka	25,000	23,000
31	Dositievo	Dositievaska	9,000	7,700
32	Trojan	Sovat dere	6,000	5,150
33	Izvorovo	Goljama reka	3,800	3,650
34	Krivo pole	Bezimenna	2,850	2,700
35	Knizhovkik	Karaman dere	2,520	2,300
36	Gledka	Ele dere	2,320	2,100
37	Sirakovo	Haskovska	2,200	1,950
38	Mandra	Bekchovska	1,500	1,300
39	Sivata voda	Sivata voda dere	1,260	1,000
40	Zvinitsa	Burzeil	1,230	1,100

Συγκρότημα DOSPAT – VUCHA

8 φραγμάτων - υδροηλεκτρικών σταθμών





8 ΥΗ σταθμοί
677 MW εγκατεστημένη ισχύς
1124 εκ.ΚWh ετήσια παραγωγή
960 m ολικό ύψος πτώσεως

Συγκρότημα BELMEKEN – SESTRIMO

3 φραγμάτων - υδροηλεκτρικών σταθμών



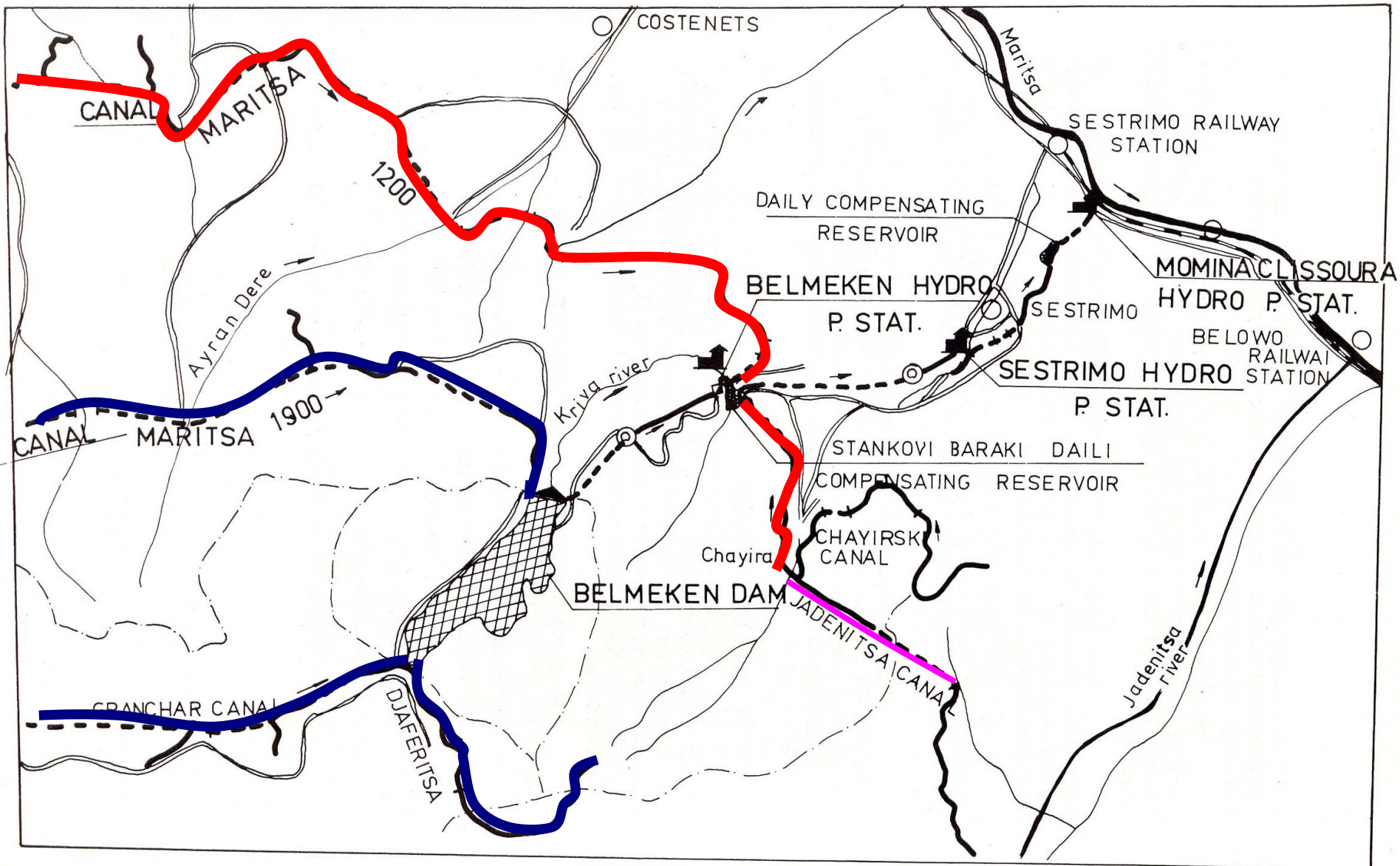
LEGEND

- DAMS
- LAKES
- MARITSA WATERSHED
- RIVERS
- COUNTRY BORDERS
- TOWNS
- ELEVATION**
- SEA
- 0 - 50
- 50m - 150m
- 150m - 200m
- 200m - 250m
- 250m - 500m
- 500m - 1.000m
- 1.000m - 1.354m
- 1.354m - 1.621m
- 1.621m - 2.018m
- 2.018m - 2.911m
- 2.911m - 3.000m

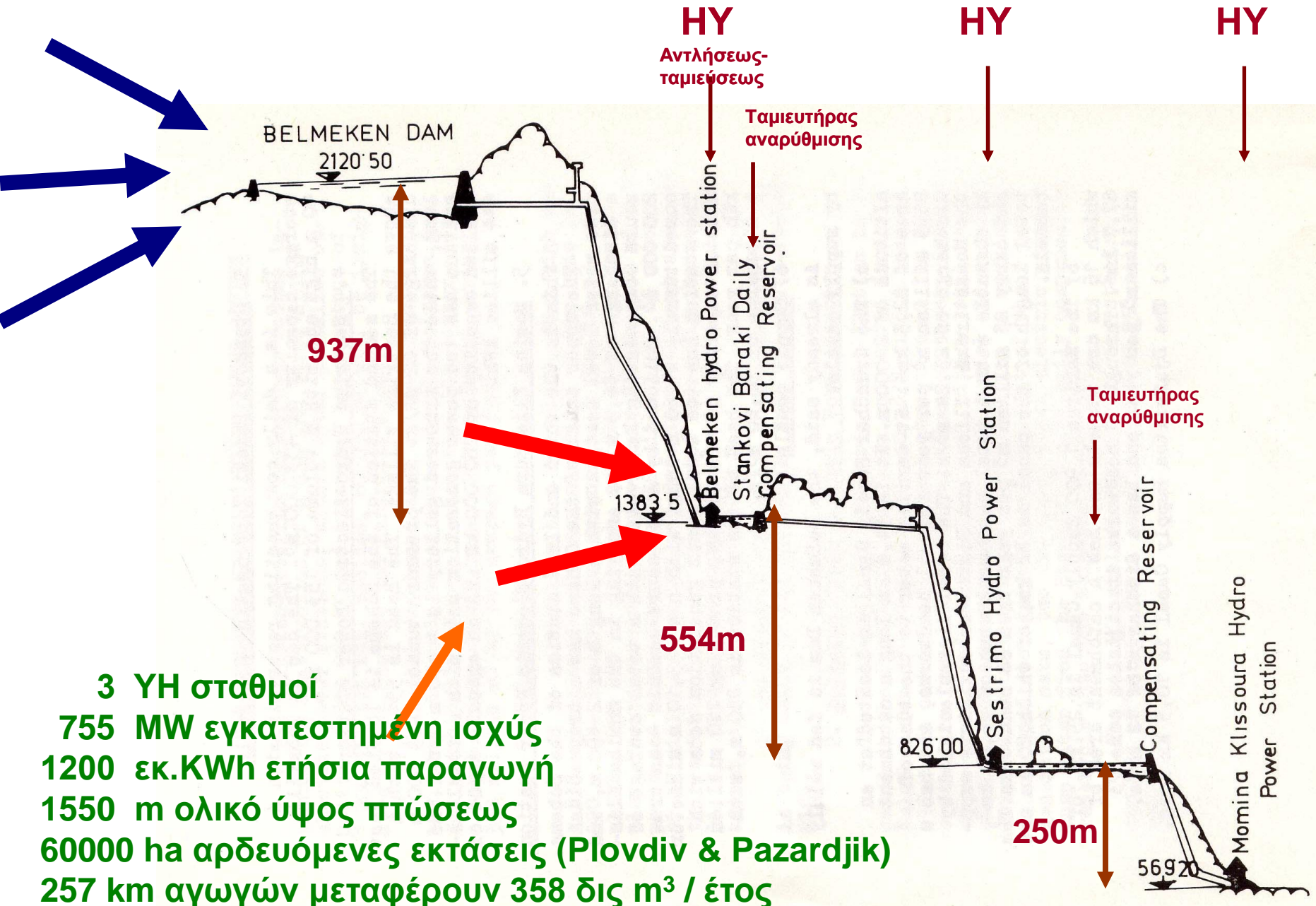
Kilometers

0 30 60 120

Συγκρότημα ΥΗ σταθμών Belmeken-Sestrino Hydro

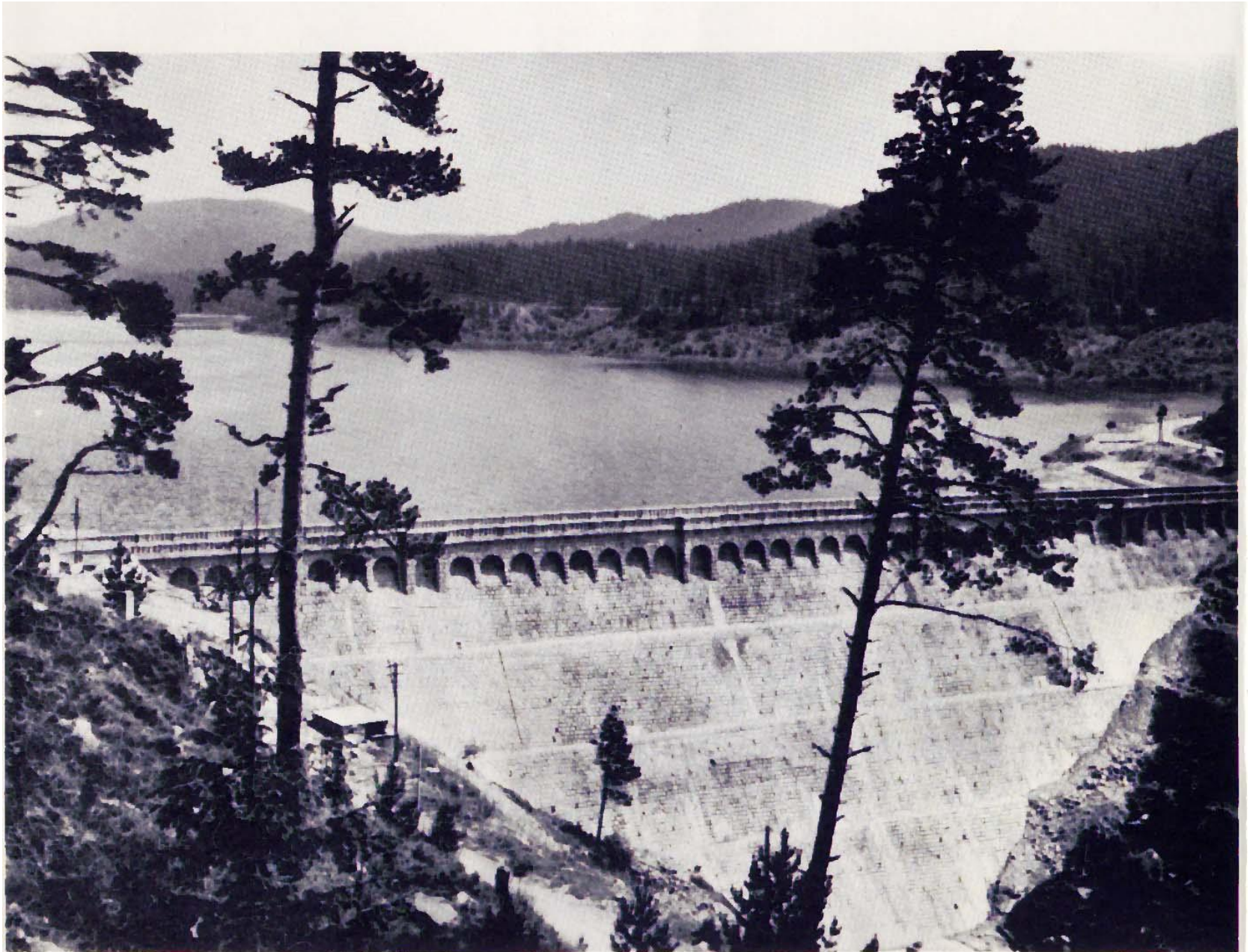


Συγκρότημα ΥΗ σταθμών Belmeken-Sestrimo Hydro

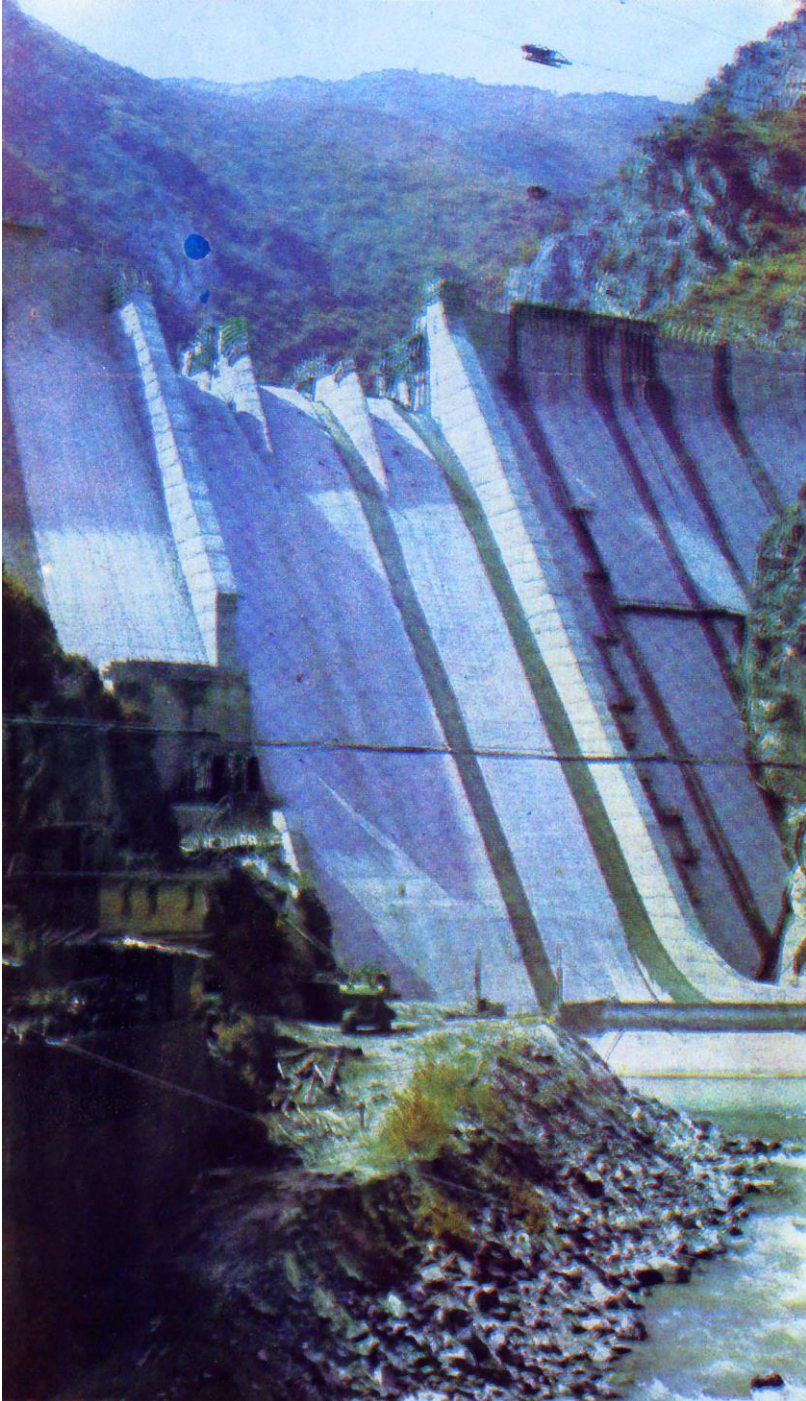


- 3 ΥΗ σταθμοί
- 755 MW εγκατεστημένη ισχύς
- 1200 εκ.ΚWh ετήσια παραγωγή
- 1550 m ολικό ύψος πτώσεως
- 60000 ha αρδευόμενες εκτάσεις (Plovdiv & Pazardjik)
- 257 km αγωγών μεταφέρουν 358 δις m³ / έτος

Vassil Kolarov Dam (Belmeken Dam)



**Vassil Kolarov Dam
(Belmeken Dam)**



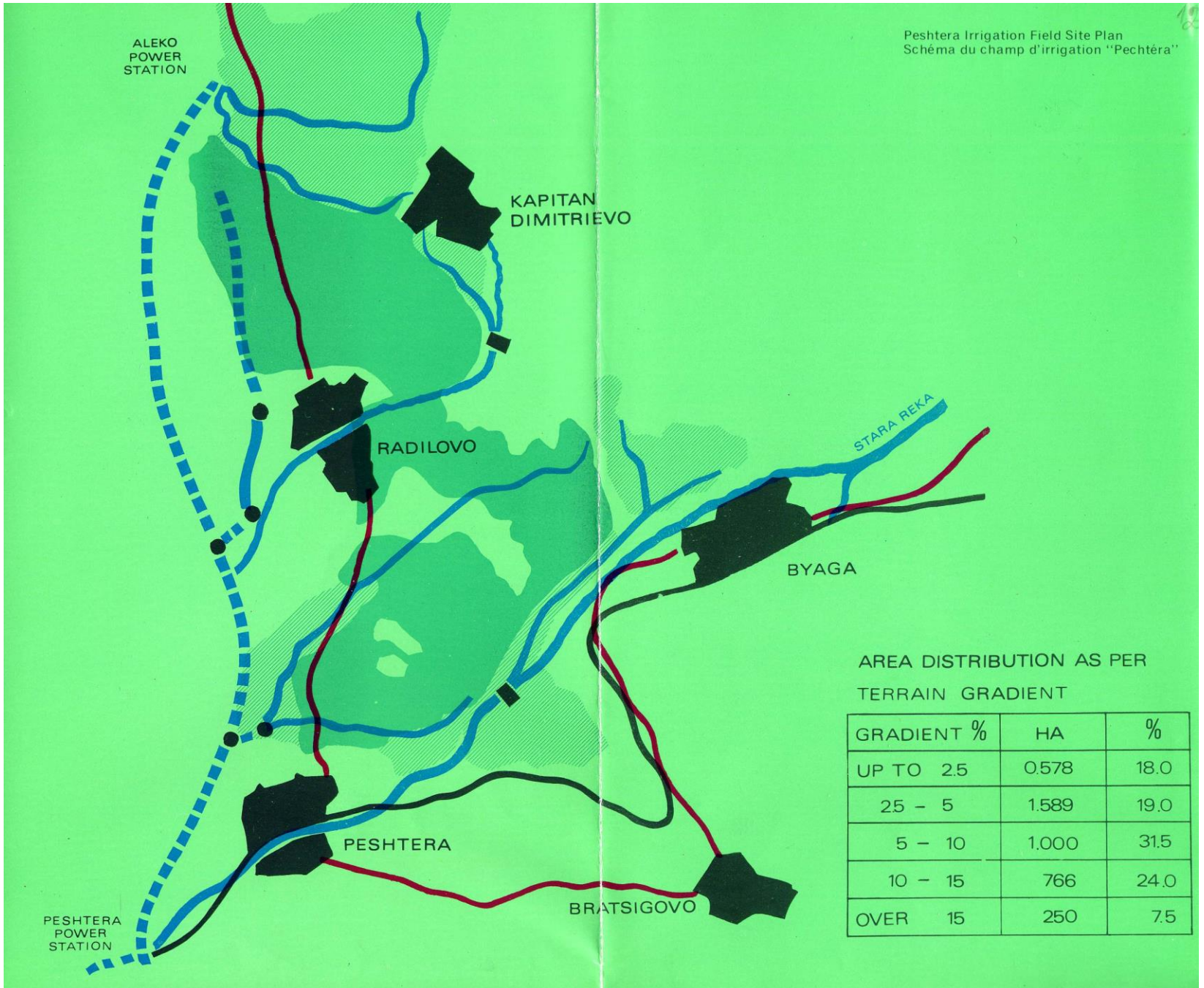
Σύστημα άρδευσης Aleko – Potoka

Εντατικές καλλιέργειες 30000 ha, με 90 είδη καλλιεργειών και σχεδόν όλα τα είδη λαχανικών. Μέθοδοι άρδευσης: α) με βαρύτητα, β) με sprinklers



Κάτοψη αρδευόμενων εκτάσεων Peshtera

Peshtera Irrigation Field Site Plan
Schéma du champ d'irrigation "Pechtéra"



AREA DISTRIBUTION AS PER
TERRAIN GRADIENT

GRADIENT %	HA	%
UP TO 25	0.578	18.0
25 - 5	1.589	19.0
5 - 10	1.000	31.5
10 - 15	766	24.0
OVER 15	250	7.5

Φράγματα Topolnitsa & Pjasacnik και αρδευτικό σύστημα



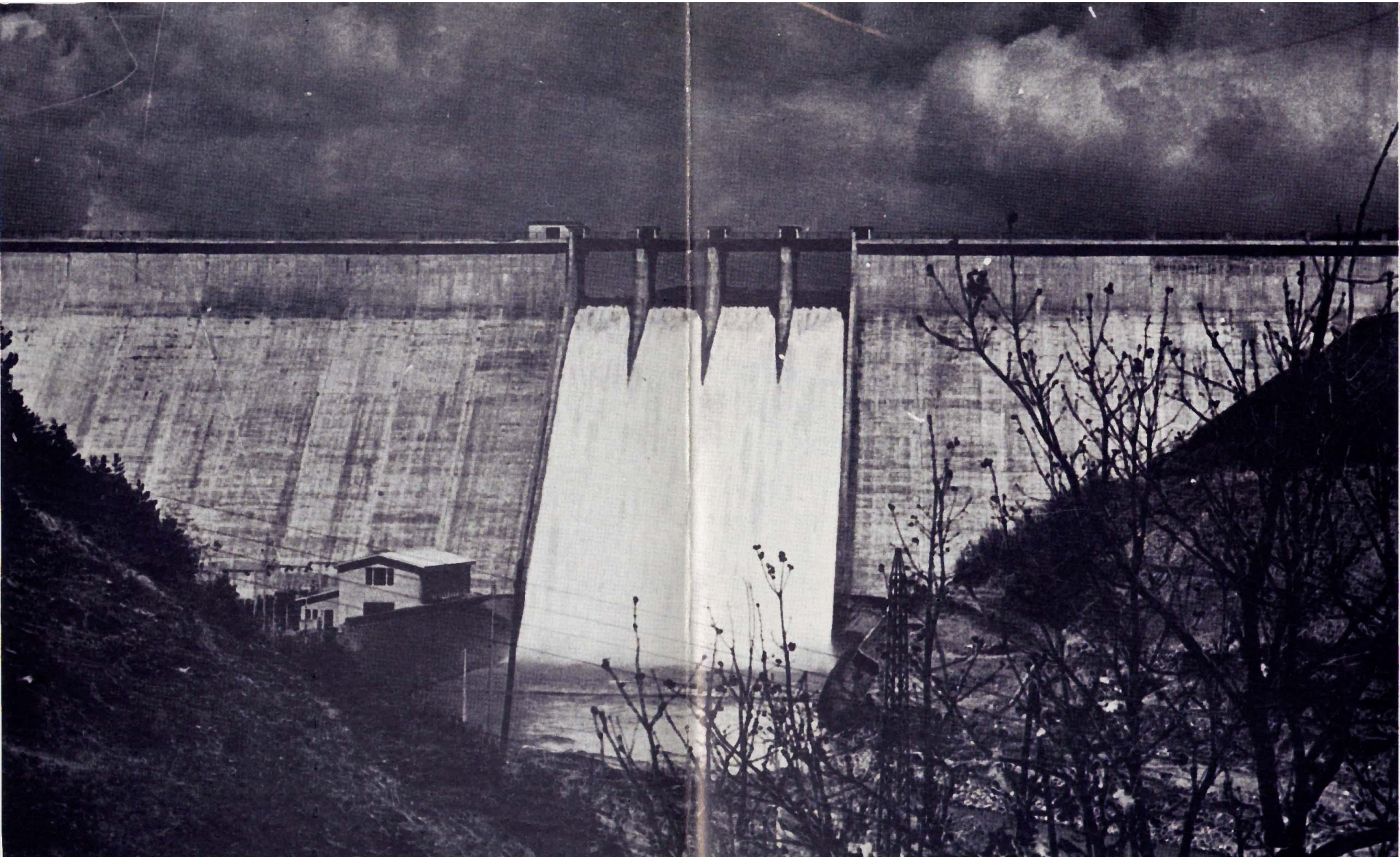
LEGEND

- DAMS
- LAKES
- MARITSA WATERSHED
- RIVERS
- COUNTRY BORDERS
- TOWNS
- ELEVATION**
- SEA
- 0 - 50
- 50m - 150m
- 150m - 200m
- 200m - 250m
- 250m - 500m
- 500m - 1.000m
- 1.000m - 1.354m
- 1.354m - 1.621m
- 1.621m - 2.018m
- 2.018m - 2.911m
- 2.911m - 3.000m

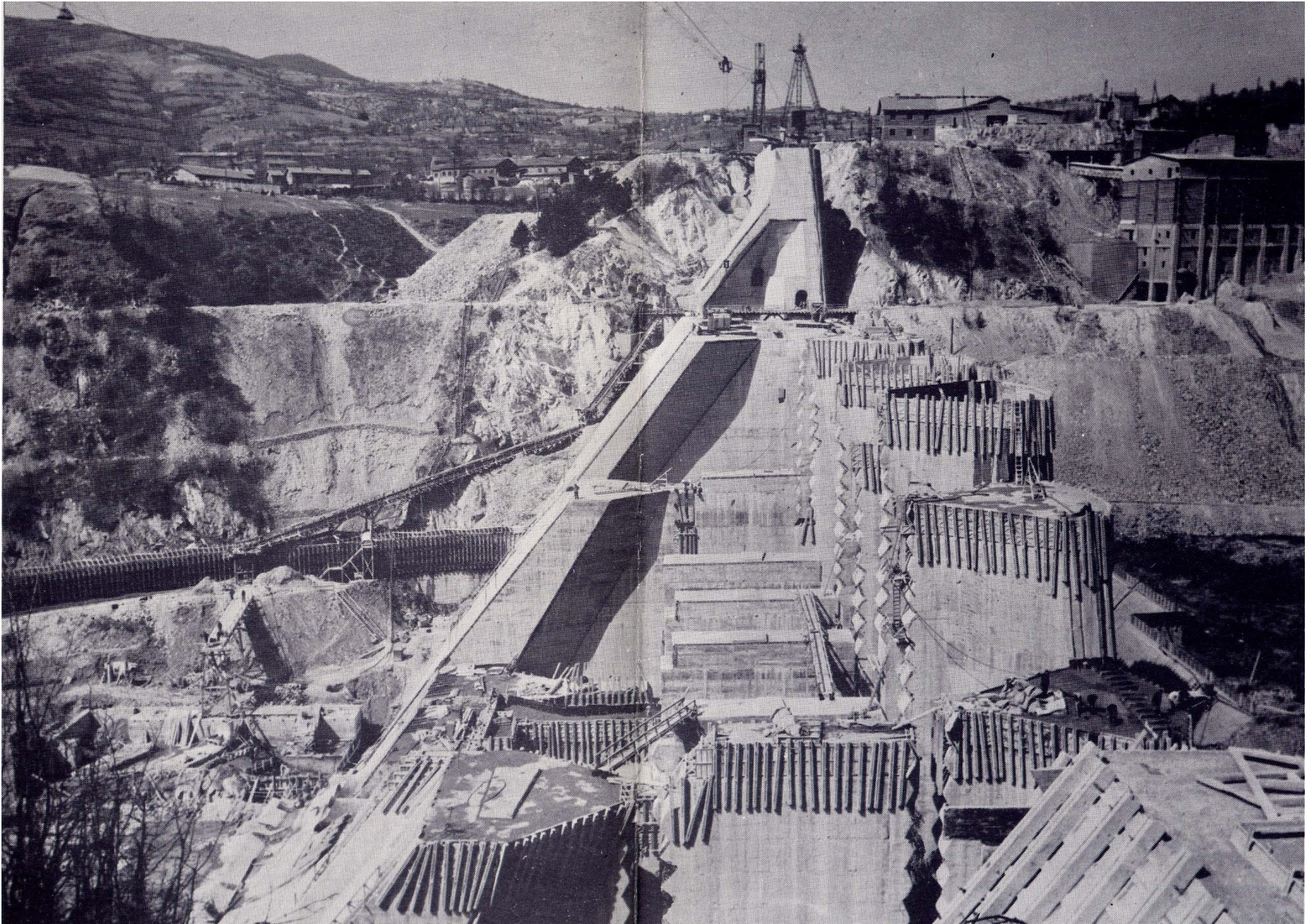
Kilometers



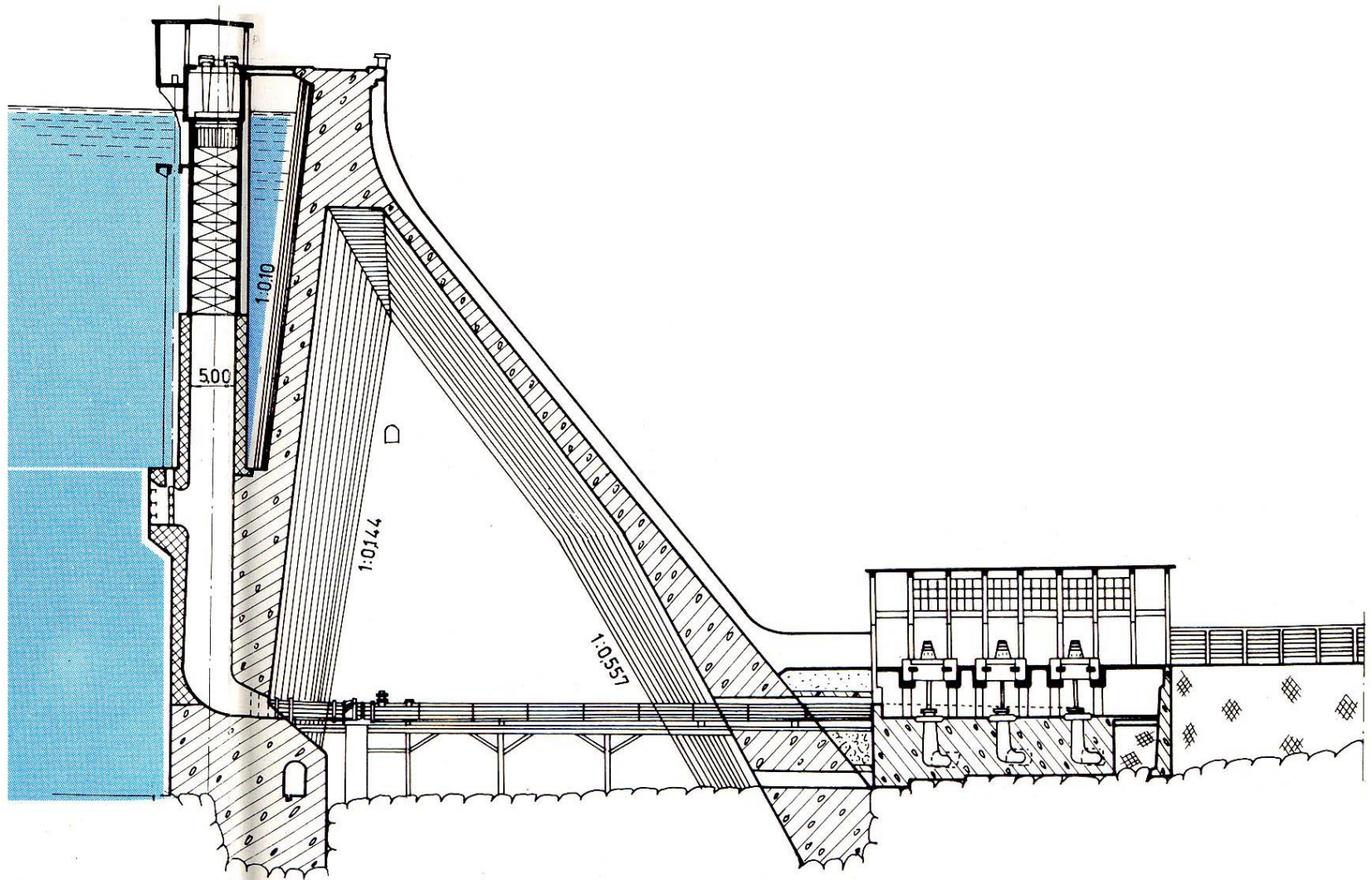
Φράγμα Topolnitsa - όψη



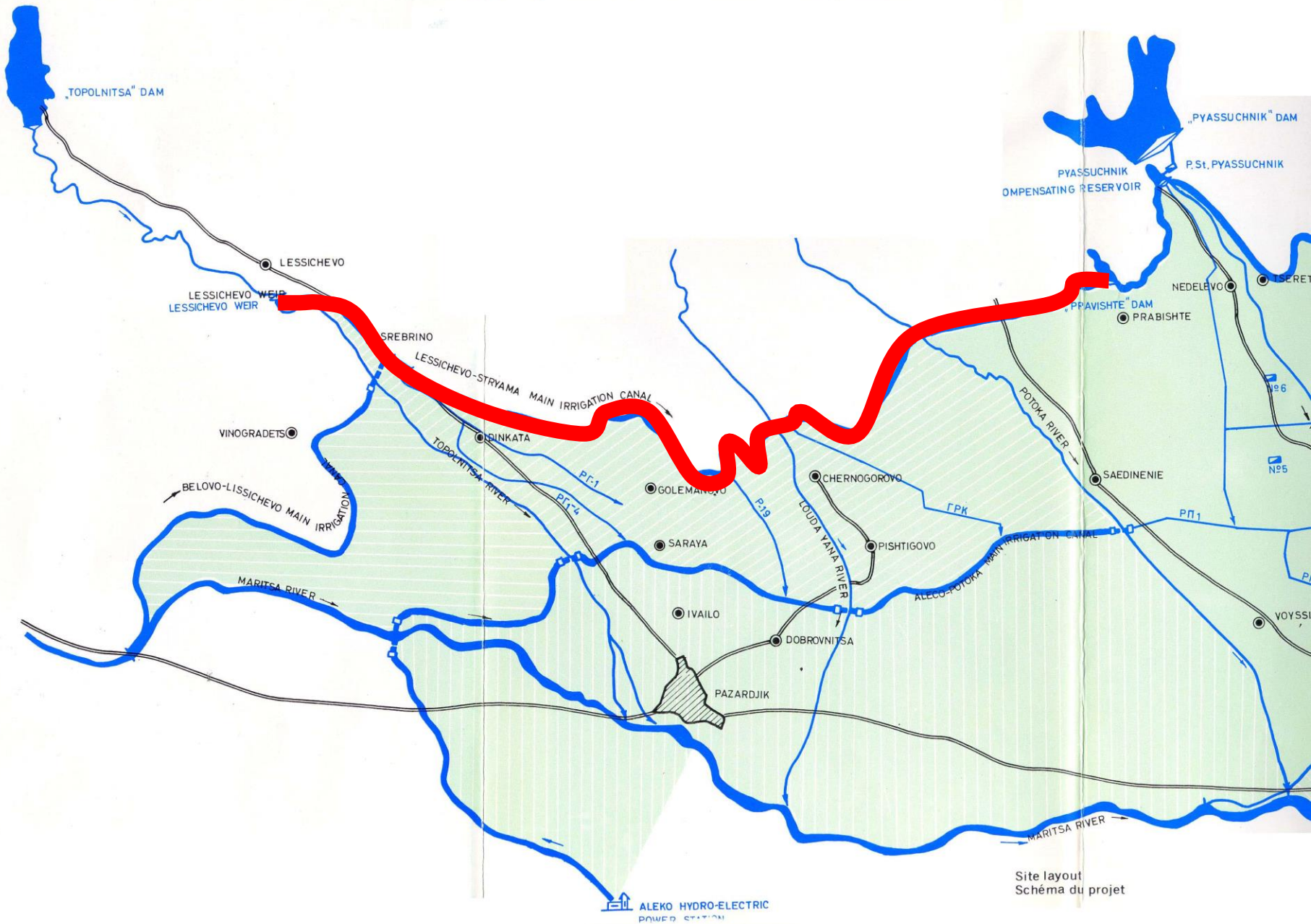
Φράγμα Topolnitsa – τομή



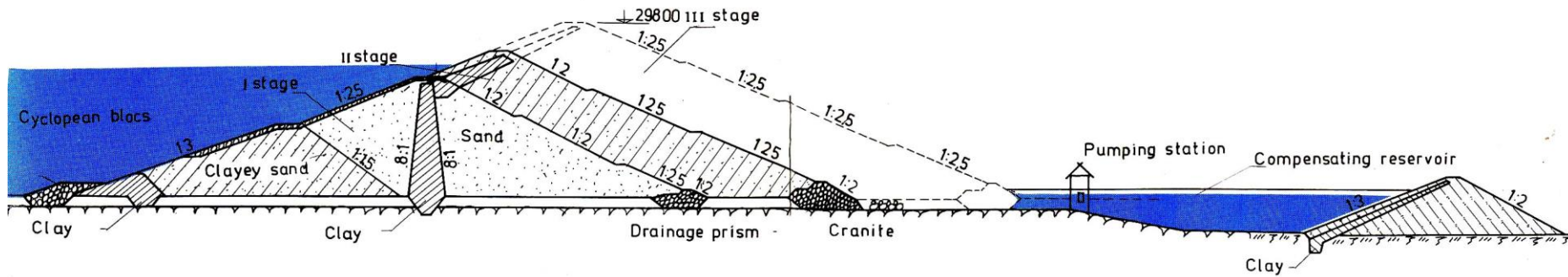
Σχηματική τομή φράγματος Torlonitsa και σταθμού παραγωγής ενέργειας



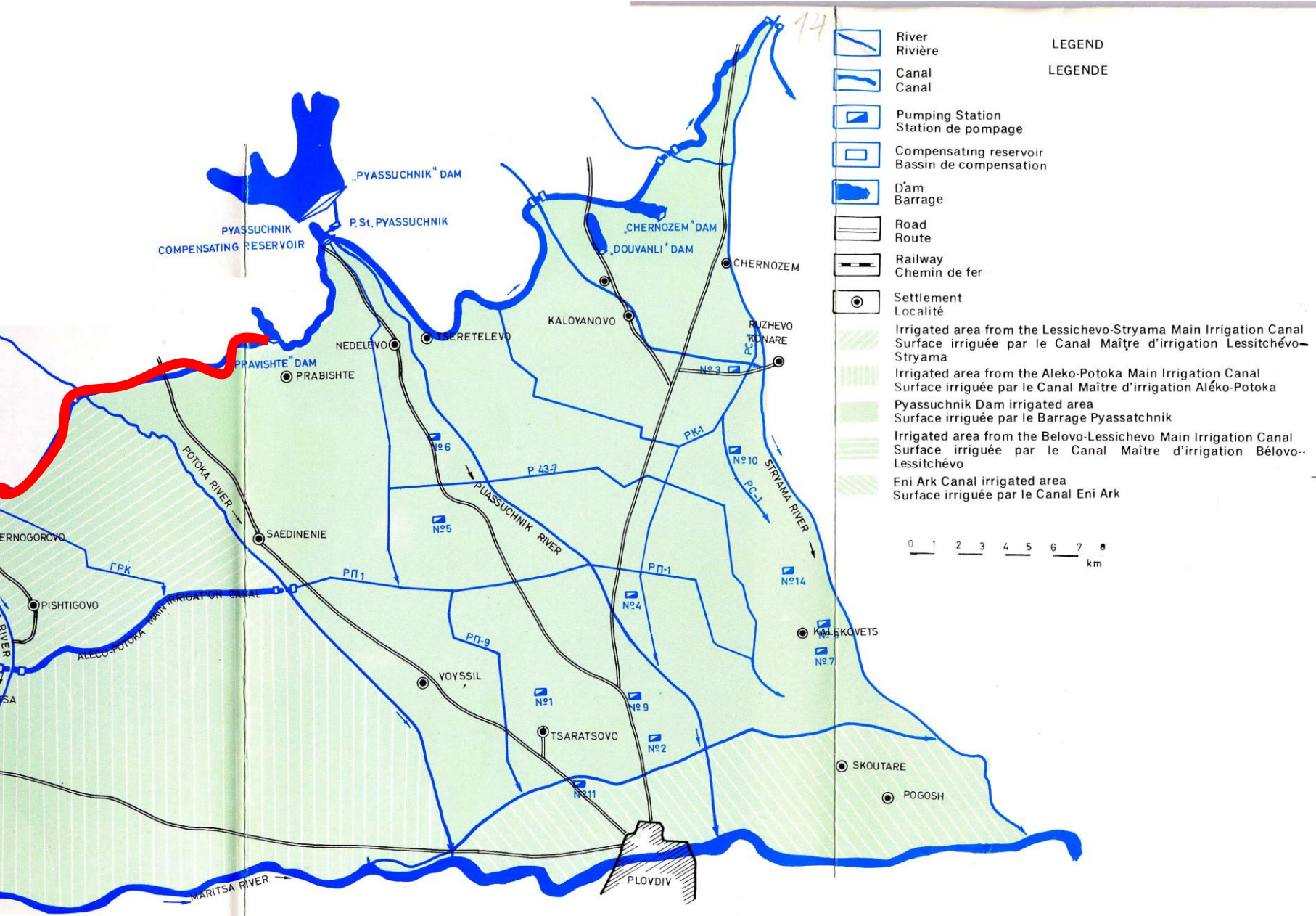
Σύστημα άρδευσης Toplonitsa



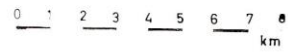
Φράγμα Pyassuchnik – τομή



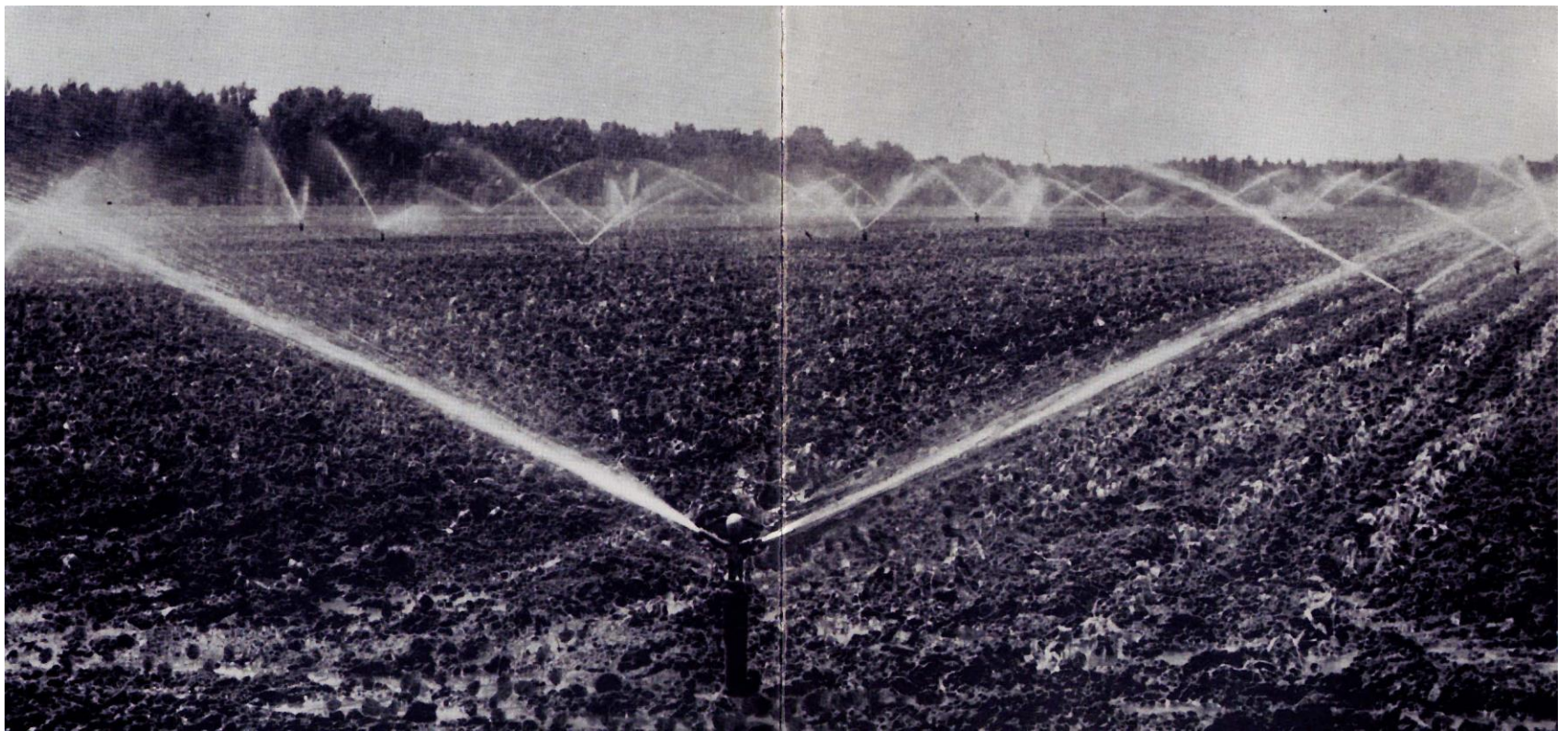
Σύστημα άρδευσης κατάντη του φράγματος Pyassuchnik)



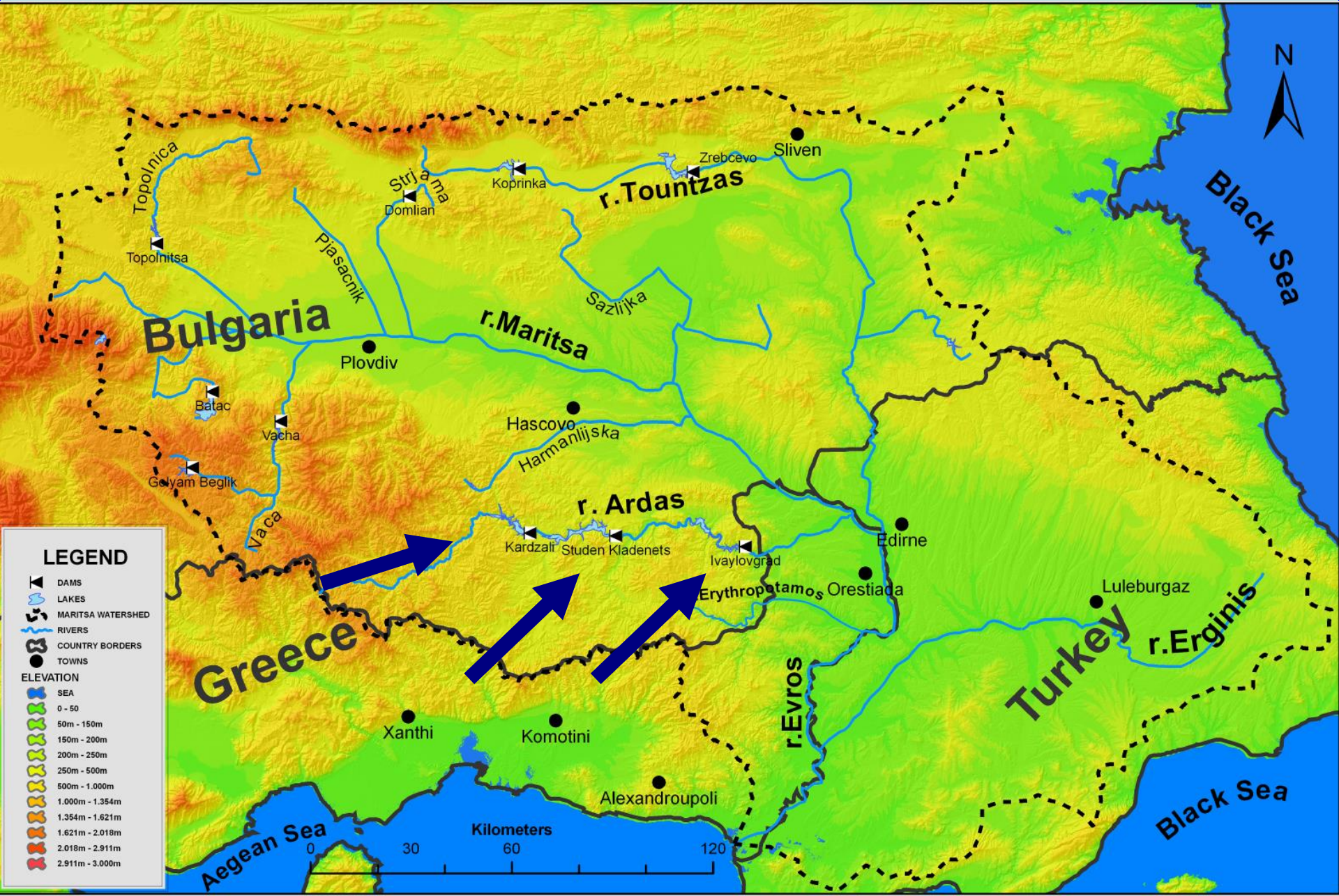
- 74
- | | | |
|--|---|---------|
| | River
Rivière | LEGEND |
| | Canal
Canal | LEGENDE |
| | Pumping Station
Station de pompage | |
| | Compensating reservoir
Bassin de compensation | |
| | D'am
Barrage | |
| | Road
Route | |
| | Railway
Chemin de fer | |
| | Settlement
Localité | |
| | Irrigated area from the Lessichevo-Stryama Main Irrigation Canal
Surface irriguée par le Canal Maître d'irrigation Lessitchévo-Stryama | |
| | Irrigated area from the Aleko-Potoka Main Irrigation Canal
Surface irriguée par le Canal Maître d'irrigation Aléko-Potoka | |
| | Pyassuchnik Dam irrigated area
Surface irriguée par le Barrage Pyassatchnik | |
| | Irrigated area from the Belovo-Lessichevo Main Irrigation Canal
Surface irriguée par le Canal Maître d'irrigation Bélovo-Lessitchévo | |
| | Eni Ark Canal irrigated area
Surface irriguée par le Canal Eni Ark | |



Site layout
Schéma du projet



Φράγματα στον ποταμό Άρδα (Kyrdzali, Studen Kladenets, Ivaylovrad)



Φράγματα στον ποταμό Άρδα (Kyrdzhali)

Γενική άποψη του ταμιευτήρα του Kyrdzhali στον ποταμό Άρδα.

Το φράγμα βρίσκεται δεξιά.



Φράγματα στον ποταμό Άρδα (**Kyrdzhali**)

Φράγμα Kyrdzhali



Φράγματα στον ποταμό Άρδα (Kyrdzhali)

Το πλοίο Emona στον ταμιευτήρα Kyrdzhali στον ποταμό Άρδα



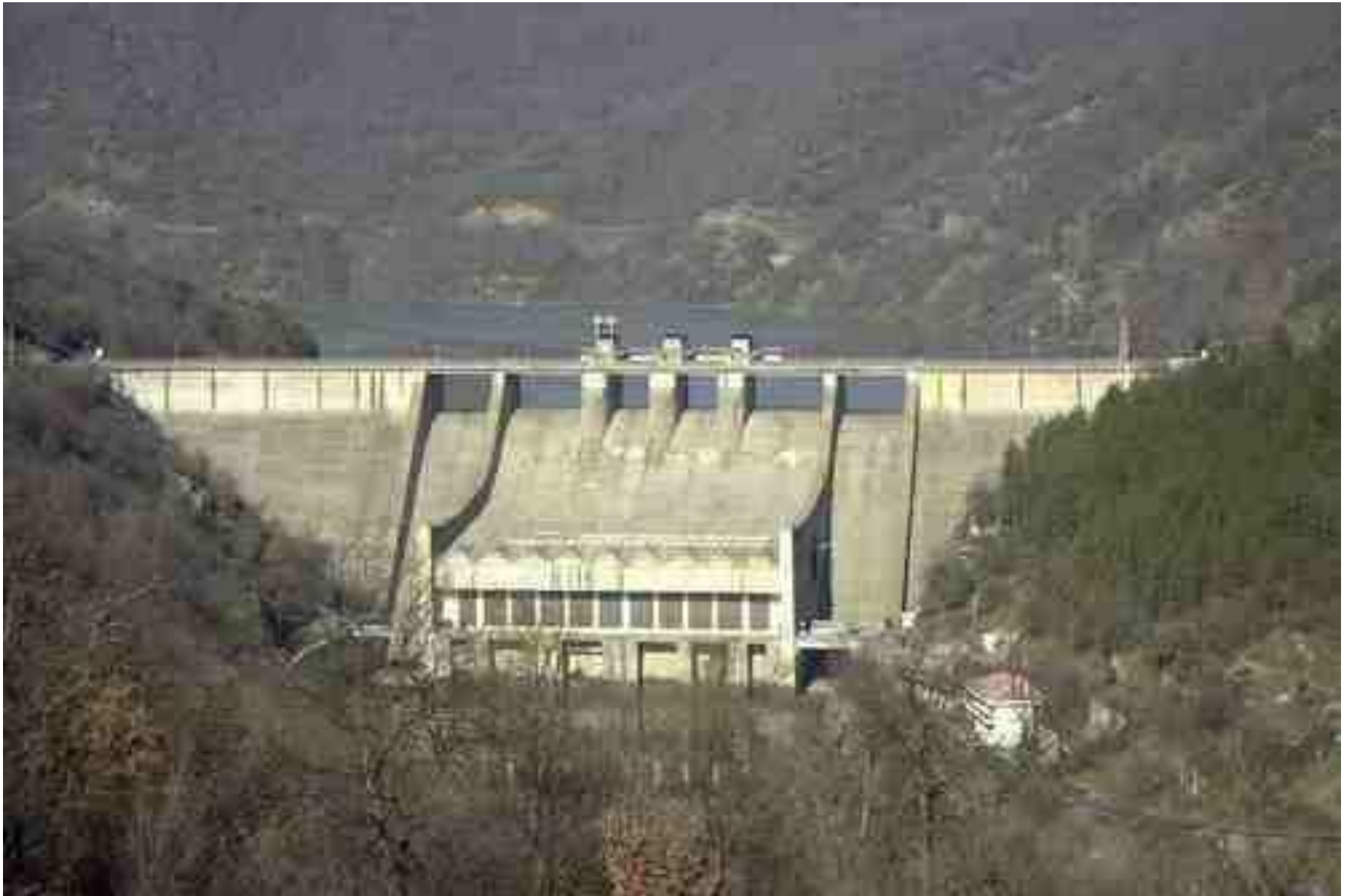
Φράγματα Studen Kladenets στον ποταμό Άρδα



**Φράγμα Inaylongrad στον ποταμό Άρδα
(6 Km μόλις από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα)**



**Φράγμα Inaylongrad στον ποταμό Άρδα
(6 Km μόλις από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα)**



Ποταμός Έβρος και κυριώτεροι παραπόταμοι

ΕΒΡΟΣ

ΤΟΥΝΤΖΑΣ

ΑΡΔΑΣ

ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ

ΕΡΥΘΡΟΠΟΤΑΜΟΣ

ΕΡΓΙΝΗΣ

ΤΟΥΡΚΙΑ



Είναι οι κλιματικές αλλαγές υπεύθυνες για τις πρόσφατες πλημμύρες;

Όπως αποδεικνύεται από την έρευνά μας, **ΟΧΙ**

Μελετώντας τις μεγαλύτερες ημερήσιες παροχές, βρήκαμε:

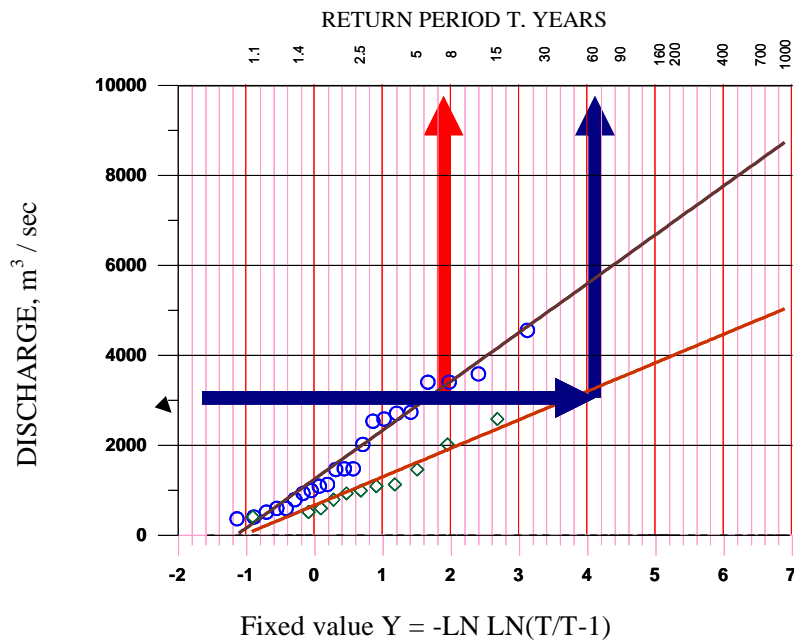
- περίοδος 1844-1995 (151 χρόνια): 12 πλημμύρες (λιγότερο από 1 πλημμύρα κάθε 12 χρόνια)
- περίοδος 1985-1995 (11 χρόνια): μόνο μία φορά η πλημμυρική παροχή ξεπέρασε τα 2500 m³/s
- περίοδος 1996-2007 (12 χρόνια): επτά φορές ξεπεράστηκε η πλημμυρική παροχή των 2500 m³/s

Αποτελέσματα ανάλυσης κατά Gumbel στις μέγιστες ετήσιες πλημμυρικές παροχές στο Πύθιο Έβρου για 2 διαφορετικές χρονικές περιόδους:

a) Περίοδος 1985 – 1994: οι πλημμυρικές παροχές των 3000 m³/sec έχουν περίοδο επαναφοράς 70 ετών

b) Περίοδος 1985 – 2007: η περίοδος επαναφοράς μειώνεται δραματικά σε μόλις 7 χρόνια

Comparison of the Gumbel distribution for two groups of flood data. From 1985 to 1995 and from 1985 to 2007. The dramatic change in the distribution is connected to the changes in the management of the Bulgarian dams.



GPITHIO_{n1995 και2007}

GUMBEL DISTRIBUTION OF THE ANNUAL FLOOD DISCHARGES OF THE RIVER EVROS (BRIDGE OF PYTHIO)

Ισχυριζόμαστε, ότι αυτή η δραματική αλλαγή στη συχνότητα πλημμυρών συνδέεται με την αλλαγή του τρόπου διαχείρισης των Βουλγαρικών φραγμάτων μετά το 1994 και όχι με τις κλιματικές αλλαγές

Η επίδραση των κλιματικών αλλαγών πρέπει να αναζητηθεί και να τεκμηριωθεί στις μετεωρολογικές παραμέτρους (κυρίως στη βροχή, η οποία προφανώς δεν αυξήθηκε 6 φορές) και όχι στις πλημμύρες, καθώς η απορροή ελέγχεται κυρίως από τα φράγματα

Γιατί συμβαίνουν οι περισσότερες από τις πρόσφατες πλημμύρες;

Η Βουλγαρική ιδιωτική εταιρία παραγωγής ρεύματος (η οποία είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση των μεγάλων Βουλγαρικών φραγμάτων) προσπαθεί “να μεγιστοποιήσει” την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, ακολουθώντας την απλουστευμένη αρχή της διατήρησης της στάθμης του νερού στον ταμιευτήρα πάνω από τη βάση του υπερχειλιστή, διατηρώντας κλειστά τα θυροφράγματα (μεγιστοποίηση ωφέλιμου ύψους πτώσεως και αποθηκευμένου όγκου νερού).

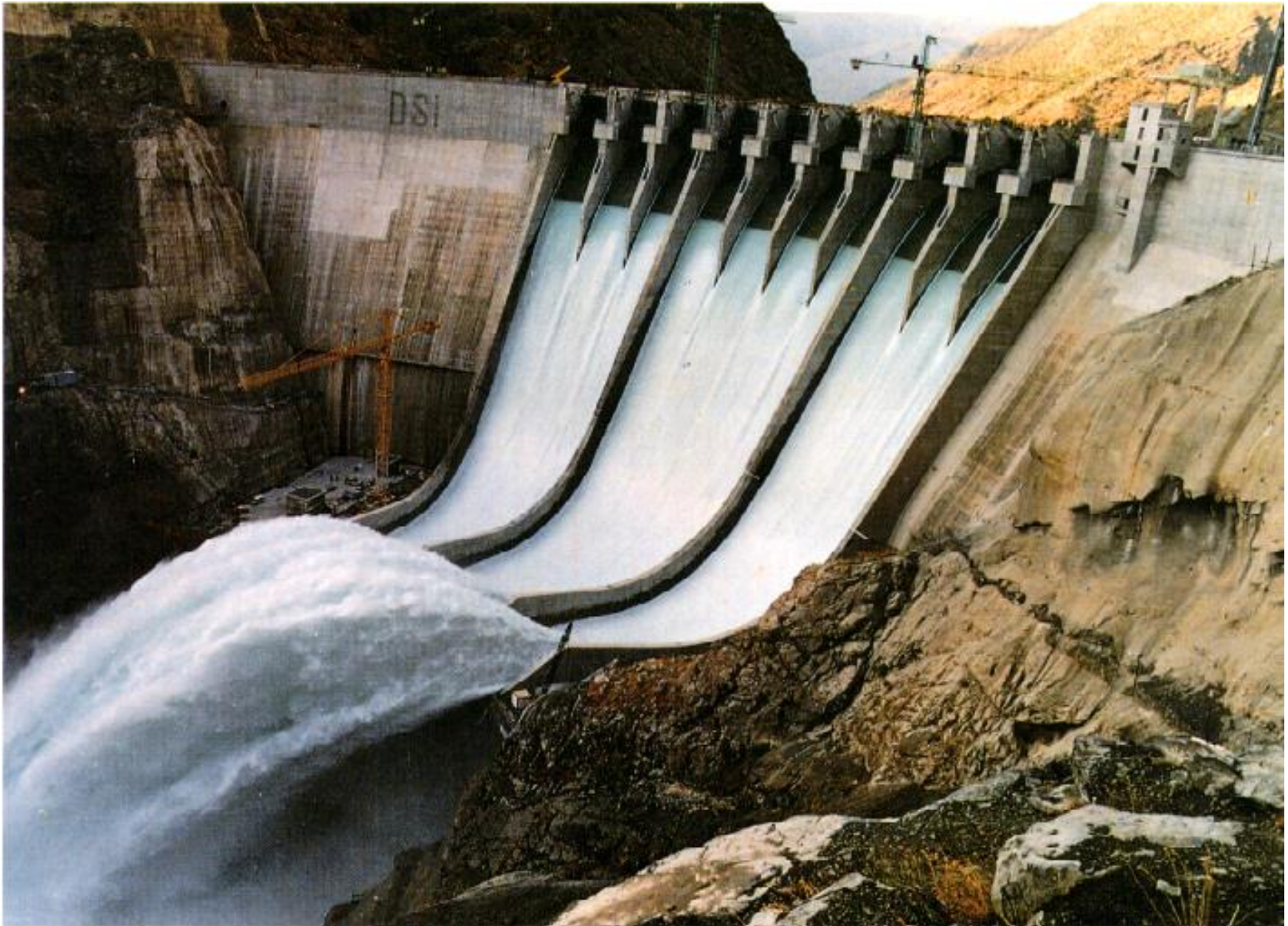
Όταν συμβαίνει μια ισχυρή βροχόπτωση στην υδρολογική λεκάνη του φράγματος και ενώ η στάθμη βρίσκεται ήδη στο ανώτατο επίπεδο, δημιουργείται κίνδυνος υπερπήδησης και ενδεχόμενης καταστροφής του.

Τότε οι διαχειριστές του φράγματος για να αποφύγουν τον κίνδυνο, ανοίγουν απότομα τα θυροφράγματα.

Φράγμα Studen Kladenets στον ποταμό Άρδα
Διακρίνονται τα κλειστά θυροφράγματα του υπερχειλιστή



Υπερχειλιστής κατά την έναρξη ανοίγματος θυροφραγμάτων



Η κατασκευή ενός προγράμματος Η/Υ (software), το οποίο απαιτεί ως εισόδους προβλέψεις βροχής για τη Βουλγαρία, Τουρκία και Ελλάδα, καθώς και τις στάθμες των ταμιευτήρων των Βουλγαρικών φραγμάτων κατά την έναρξη της προσομοίωσης.

Ακολουθώς το λογισμικό υπολογίζει και προβλέπει μερικές μέρες πριν τις παροχές σε διάφορες κρίσιμες θέσεις στον ποταμό Έβρο, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο θα διαχειριστούν το νερό των φραγμάτων οι Βούλγαροι.

Το λογισμικό επίσης υπολογίζει τον χρόνο που απαιτείται για τα πλημμυρικά κύματα που δημιουργούνται από το ξαφνικό άνοιγμα των θυροφραγμάτων των υπερχειλιστών των Βουλγαρικών φραγμάτων να φτάσουν στα Ελληνικά σύνορα και ακόμη διοδεύει αυτά τα πλημμυρικά κύματα κατά μήκος του ποταμού Έβρου.

Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη διαφόρων σεναρίων με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση του απελευθερούμενου νερού των φραγμάτων λίγες ώρες πριν συμβεί μια ισχυρή καταιγίδα.

Το λογισμικό επίσης έχει την ικανότητα να προσομοιώσει την υδροηλεκτρική λειτουργία των φραγμάτων, να υπολογίσει την παραγόμενη ενέργεια για διάφορα σενάρια και να υπολογίσει την απώλεια ενέργειας εξαιτίας αντιπλημμυρικής προστασίας.

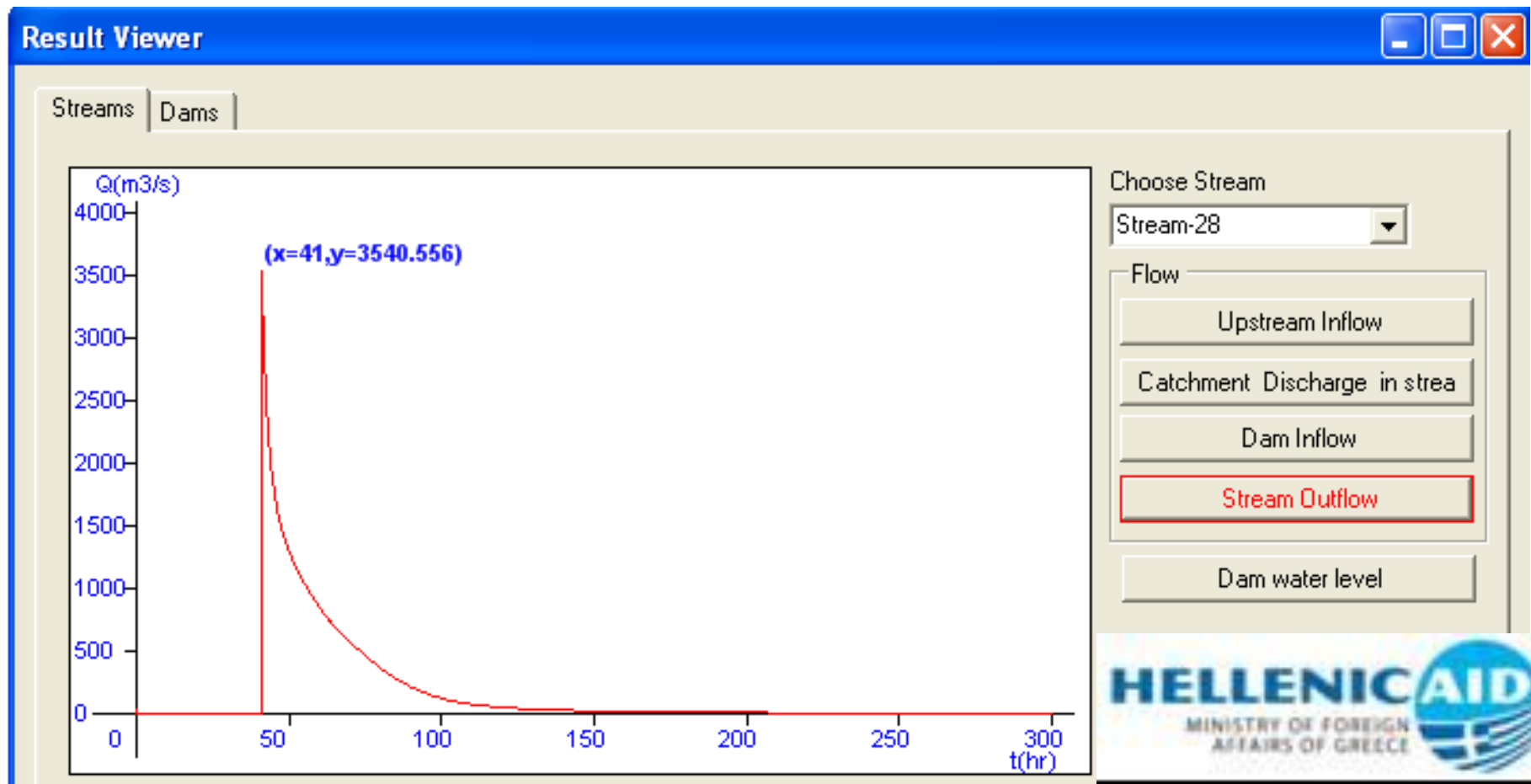
Γιατί η διαχείριση των απελευθερούμενων ποσοτήτων νερού από τα Βουλγαρικά φράγματα είναι τόσο σημαντική;

Υπολογίζεται, ότι τα 15 μεγαλύτερα φράγματα, παραλαμβάνουν την απορροή του 34% της υδρολογικής λεκάνης του Έβρου στη Βουλγαρία.

Συνεπώς, είναι προφανές, ότι στο Ελληνο-Τουρκικό τμήμα του ποταμού Έβρου δεν εισέρχεται πια απευθείας η επιφανειακή απορροή της υδρολεκάνης, όπως παλιά, αλλά εισέρχονται κυρίως οι απελευθερούμενες μέσω των φραγμάτων ποσότητες νερού.

Συνεπώς, η διαχείριση αυτών των ποσοτήτων νερού από τα φράγματα είναι καθοριστικής σημασίας για τις δημιουργούμενες πλημμύρες.

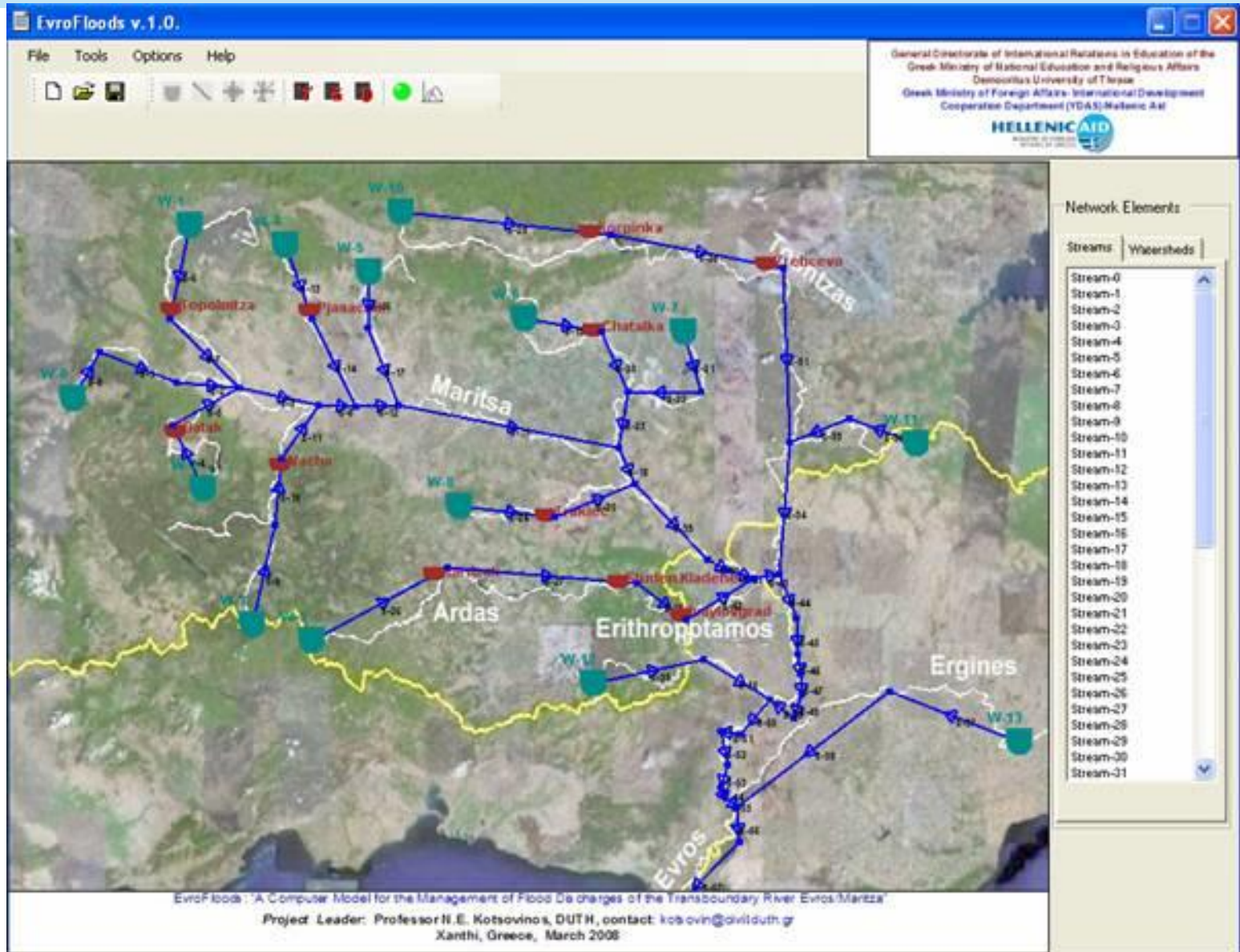
Όπως αποδείξαμε στην εργασία μας, η αιχμή του υδρογραφήματος εξόδου από τον υπερχειλιστή μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την αιχμή του υδρογραφήματος που δημιουργείται στο ποτάμι χωρίς την ύπαρξη του φράγματος, κάτω από τις ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες.



Φαίνεται συνεπώς, ότι η απλοποιημένη στρατηγική διαχείρισης των διαχειριστών των φραγμάτων προκαλεί πλημμύρες, οι οποίες δεν θα δημιουργούνταν με τις ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες (βροχή) χωρίς την ύπαρξη των φραγμάτων.

Συνεπώς, πρέπει να αναζητηθεί μια καλύτερη στρατηγική διαχείρισης των φραγμάτων, η οποία θα αποτρέπει τις πλημμύρες κατάντη συνυπολογίζοντας όμως και τις οικονομικές απώλειες λόγω της ενδεχόμενης μείωσης της παραγόμενης ενέργειας.

Αναπτύξαμε ένα νέο λογισμικό Η/Υ για την προσομοίωση της διαχείρισης των πλημμυρικών παροχών στον ποταμό Έβρο, που το ονομάσαμε **EvroFloods**



ΕΙΣΟΔΟΙ:

- Προβλέψεις βροχής για Βουλγαρία, Τουρκία και Ελλάδα
- Οι στάθμες των ταμιευτήρων των Βουλγαρικών φραγμάτων στην έναρξη της προσομοίωσης

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

- ✓ Παροχές στον ποταμό Έβρο σε διάφορες κρίσιμες θέσεις, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης του νερού στα Βουλγαρικά φράγματα
- ✓ Χρόνοι ταξιδιού των πλημμυρικών κυμάτων μέχρι τα Ελληνικά σύνορα, που δημιουργούνται από το ξαφικό άνοιγμα των θυροφραγμάτων
- ✓ Υπολογισμός της παραγόμενης ενέργειας για διάφορα σενάρια καθώς και των απωλειών ενέργειας λόγω αντιπλημμυρικής προστασίας

Φυλικό γραφικό περιβάλλον

EvroFloods v.1.0.

File Tools Options Help

General Directorate of International Relations in Education of the
Greek Ministry of National Education and Religious Affairs
Democritus University of Thrace
Greek Ministry of Foreign Affairs - International Development
Cooperation Department (YDAS)/Hellenic Aid

HELLENIC AID
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF GREECE

Watershed1 Watershed10
Watershed4
Watershed0
Watershed

Network Elements
Streams Watersheds
hed0
hed1
hed2
hed3
hed4
hed5
hed6
hed7
hed8
hed9
hed10
hed11
hed12
hed13

Watershed Data - Watershed1

Watershed Name: Dam in Watershed

Hydrograph Rain Data Dam Data

Time (hr)	Discharg (m3/s)
0	0
1	2.33937
2	7.01811
3	14.03205
4	23.38536
5	35.07804
6	49.11009
7	65.48151
8	84.1923

Q(m3/s)

(x=33,y=790.999)

t(hr)

Calculate Hydrograph

Runoff and Infiltration Preview Unit Hydrograph Preview

Apply and Close

EvroFloods: "A Computer Model for the Management of Flood Discharges of the Transboundary River Evros/Maritza"
Project Leader: Professor N.E. Kotsovinos, DUTH, contact: kotsovin@civil.duth.gr
Xanthi, Greece, March 2008

Απλούστατη εισαγωγή προβλέψεων βροχής

Watershed Data - Watershed0

Watershed Name: Watershed0 Dam in Watershed

Hydrograph | Rain Data | Dam Data

Rain Data | Catchment Data

Hyetograph

Time (hr)	Rain (mm)
1	0.5787036
2	1.157407
3	1.736111
4	2.314815
5	2.893518
6	3.472222
7	4.050926
8	4.629630

Time Step (hr): 1
Base Flow (m3/sec): 0

Triangulal Dis

Calculate Distribution

$(x=14, y=8.101851)$

<< Insert

Total Rain Duration (hr): 24
Total Rain Height (mm): 100
Eccentric Factor, r (0-1): 0.6

Υπολογισμός υδρογραφημάτων με τη μέθοδο Snyder

EvroFloods v.1.0.

File Tools Options Help

General Directorate of International Relations in Education of the
Greek Ministry of National Education and Religious Affairs
Democritus University of Thrace
Greek Ministry of Foreign Affairs- International Development
Cooperation Department (YDAS)/Hellenic Aid

HELLENIC AID
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF GREECE

Unit Hydrograph

UNIT HYDROGRAPH

Unit Hydrograph's parameters

Area of Catchment (km ²)	394
Length of mainstream (km)	29
Distance from Centroid (km)	14
C _p	0.56
C _t	1.8
Initial Infiltration Capacity (mm/hr)	0
Final Infiltration Capacity (mm/hr)	0
k	0

Time Parameters

Time Step, t (hr)	1
Catchment lag time, t _p (hr)	8.2044
Adjusted catchment lag time, t _p (hr)	8.2044
Unit Hydrograph Duration, t _R (hr)	1.4917
Unit Hydrograph Time Base, T (hr)	32.817

Network Elements

Dam in Watershed

28	33.51846
29	50.58627
30	71.88663
31	96.87744

(m³/s)

Calculate Hydrograph

Runoff and Infiltration Preview Unit Hydrograph Preview

Apply and Close

EvroFloods: "A Computer Model for the Management of Flood Discharges of the Transboundary River Evros/Maritza"

Project Leader: Professor N.E. Kotsovinos, DUTH, contact: kotsovin@civilduth.gr
Xanthi, Greece, March 2008

Βασικά δεδομένα εισαγωγής: Δεδομένα φραγμάτων, υπερχειλιστών και εργοστασίων παραγωγής ενέργειας

Stream Data: Stream-28

Hydrograph of Catchment | Stream Data | Dam Data

Dam Data

General | Spillway Data | Hydropower Plant Data

Dam Name:

Use

Hydropower

Irrigation/Water Supply

Both

Elevation Data

Dam's base Elevation (m)

Dam's Crest Elevation (m)

Initial Water Elevation in Reservoir (m)

Dam at downstream

Stream Data: Stream-28

Hydrograph of Catchment | Stream Data | Dam Data

Dam Data

General | Spillway Data | Hydropower Plant Data

Elevation of Spillway (m)

Width of Spillway (m)

Spillway Discharge coefficient (c)

Floodgate Height (m)

Number of Floodgates

Level of water under dam's crest where the floodgates open

Dam at downstream

Stream Data: Stream-28

Hydrograph of Catchment | Stream Data | Dam Data

Dam Data

General | Spillway Data | Hydropower Plant Data

Hydropower Plant Data

Turbine Elevation (m)	<input type="text" value="1"/>
Turbine Discharge (m ³ /s)	<input type="text" value="200"/>
Number of Turbines	<input type="text" value="3"/>
Time of start (0-23)	<input type="text" value="11"/>
Time of shut down (0-23)	<input type="text" value="14"/>
Turbine's performance coefficient (0-1)	<input type="text" value="0.85"/>

Dam at downstream

Διόδευση μέσω του δικτύου υδατορευμάτων και πρόβλεψη υδρογραφημάτων σε κάθε θέση

EvroFloods v.1.0

File Tools Options Help

General Directorate of International Relations in Education of the Greek Ministry of National Education and Religious Affairs
Democritus University of Thrace
Greek Ministry of Foreign Affairs- International Development Cooperation Department (YDAS) Hellenic Aid
HELLENIC AID
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF GREECE

Network Elements
Streams Watersheds
Stream-0

Result Viewer
Streams Dams

Choose Stream
Stream-28

Flow
Upstream Inflow
Catchment Discharge in stream
Dam Inflow
Stream Outflow
Dam water level

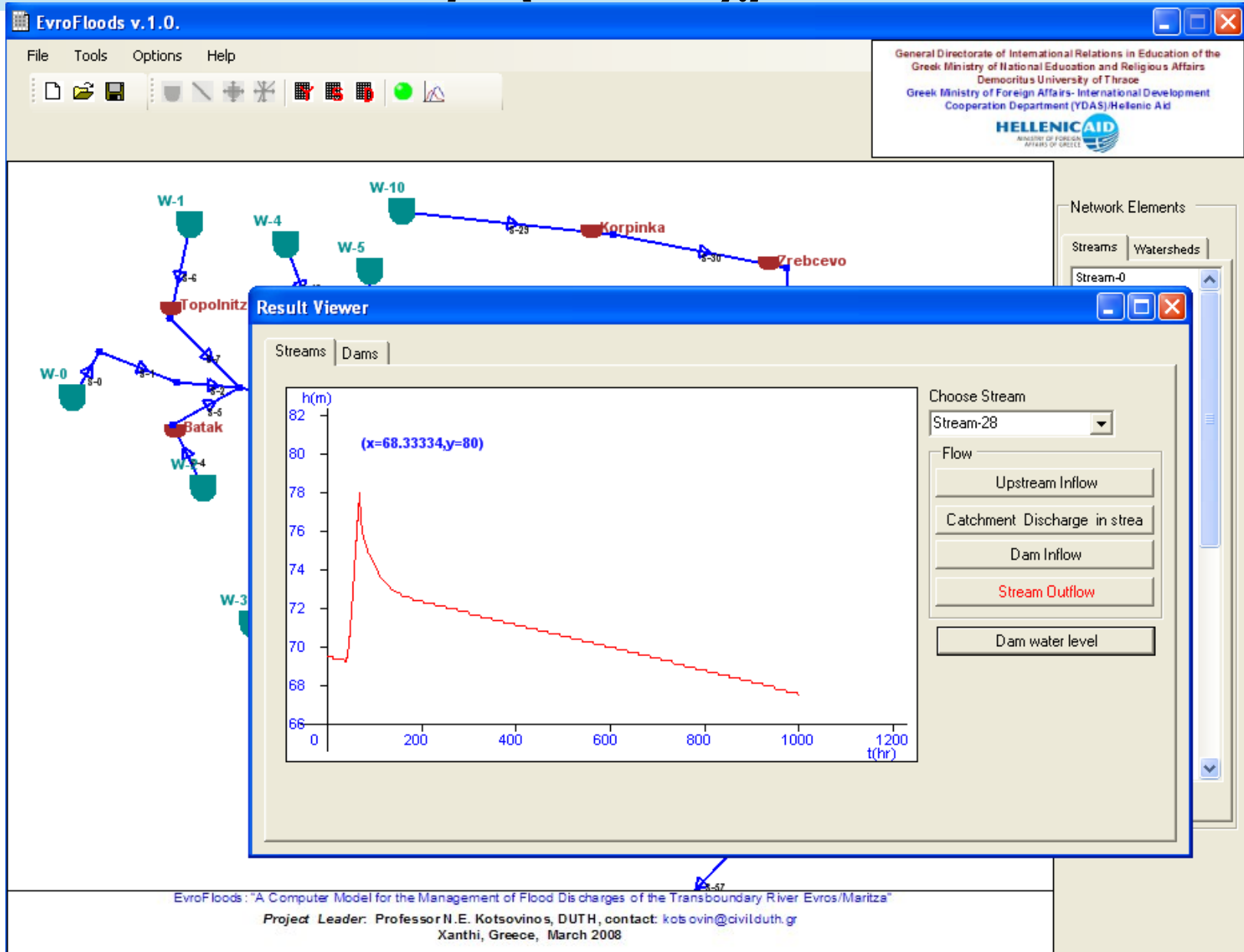
Q(m³/s)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0

(x=54,y=1272.246)

t(hr)
0 20 40 60 80 100 120

EvroFloods: "A Computer Model for the Management of Flood Discharges of the Transboundary River Evros/Maritsa"
Project Leader: Professor N.E. Kotsovinos, DUTH, contact: kotsovin@civil.duth.gr
Xanthi, Greece, March 2008

Μεταβολή της στάθμης νερού στους ταμιευτήρες συναρτήσεαι του χρόνου



Σύγκριση **EvroFloods** και **HEC-HMS**: Τα αποτελέσματα (υδρογραφήματα) είναι πολύ κοντά

The image displays two software interfaces side-by-side. The left window is **EvroFloods v.1.0.0**, showing a complex river network with 13 sub-basins (W-0 to W-12) and various gauging stations. The right window is **HEC-HMS 3.1.0**, showing the configuration for a basin model named "kinwave".

EvroFloods v.1.0.0 interface details:

- Menu: File, Tools, Options, Help
- Toolbar: Standard file and editing tools.
- Main View: River network diagram with sub-basins W-0 to W-12 and stations like Topolnitza, Batak, Vacha, Korpinka, Zrebcevo, Chataika, Trakie, Studen Kladech, and Daylovgrad.
- Footer: "EvroFloods: A Computer Model for the Management of Flood Discharges of the Transboundary River Evros/ Project Leader: Professor N.E. Kotsovinos, DUTH, contact: kotsovin@duth.gr Xanthi, Greece, March 2008"

HEC-HMS 3.1.0 interface details:

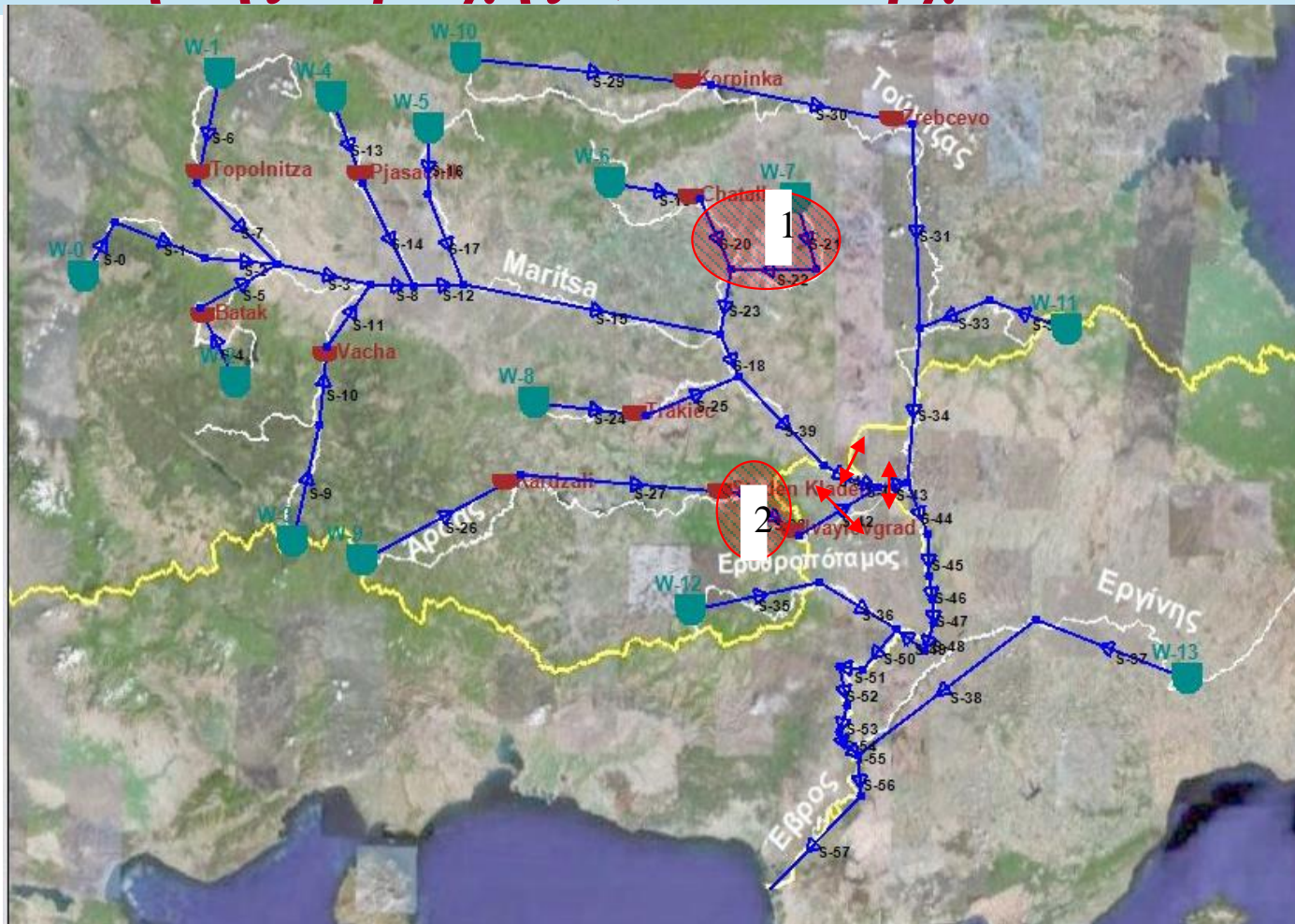
- Menu: File, Edit, View, Components, Parameters, Compute, Results, Tools, Help
- Toolbar: Standard file and editing tools.
- Project: C:\DATA\ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ\ΕΥΡΟΣ_ΥΠΕΧ\panos\panos.hms
- Project Tree: panos > Basin Models > kinwave > MUSKINGUM > Meteorologic Models > Control Specifications > Time-Series Data
- Basin Model [kinwave] View: Diagram showing watershed1, Subbasin-S7, and various junctions (J-2, J-3, J-4, J-5, J-6) and storage reservoirs (S-6, S-7, S-8, S-12).
- Basin Model Parameters:
 - Name: kinwave
 - Description: [Empty]
 - Grid Cell File: [Empty]
 - Local Flow: No
 - Flow Ratios: No
 - Replace Missing: No
 - Unit System: Metric
- Log: NOTE 10008: Finished opening project "panos" in directory "C:\DATA\ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ\ΕΥΡΟΣ_ΥΠΕΧ\panos" at time 21:51:29. NOTE 10179: Opened basin model "kinwave" at time 21:51:29.

ΜΕΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Senario 1:

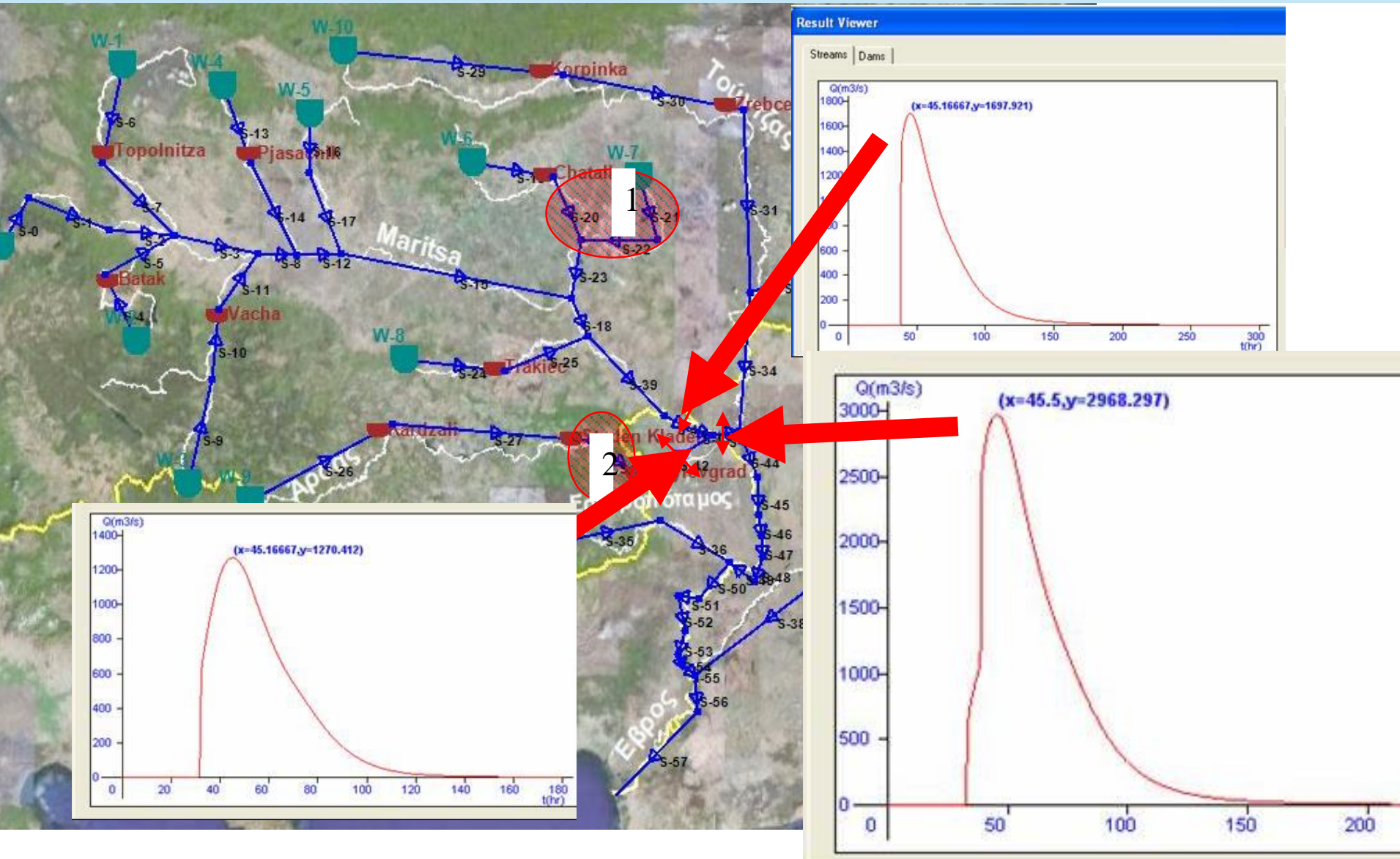
Τι συμβαίνει σε μια καταιγίδα, αν υποθετικά το φράγμα του Inaylongrad δεν υπάρχει?

- Έστω βροχή 24 hr συνολικά 100 mm στην περιοχή (1)
- Έστω η ίδια βροχή στην περιοχή (2), που αρχίζει 8 ώρες αργότερα
- Υποθέτουμε επίσης, ότι το φράγμα του Inaylongrad (κατάντη της περιοχής 2) δεν υπάρχει



Οι αιχμές των δύο υδρογραφημάτων φτάνουν την ίδια ακριβώς ώρα (45.1 hr), που είναι το χειρότερο σενάριο.

Έτσι αθροίζονται και έχουμε παροχή αιχμής 2968 m³/s (πλημμύρα)



Senario 2:

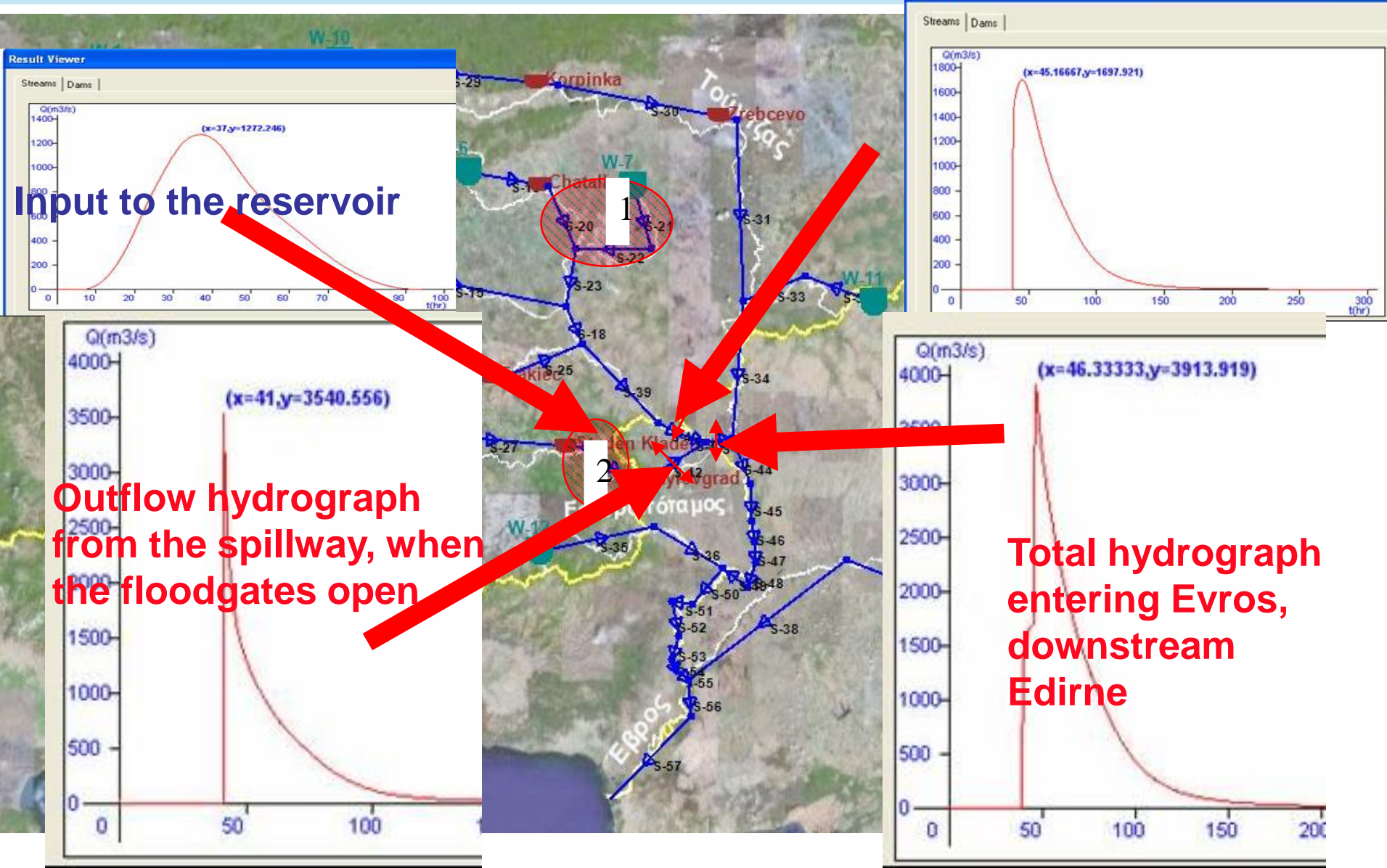
Τι θα συνέβαινε για την ίδια βροχή, αν το φράγμα του Inaylongrad λειτουργούσε;



Υποθέτουμε ότι:

- Κατά την έναρξη της βροχής, η στάθμη του νερού στον ταμιευτήρα είναι 1.0 m πάνω από τη βάση του υπερχειλιστή και τα θυροφράγματα είναι κλειστά.
- Με σκοπό τη μεγιστοποίηση του όγκου του νερού και της παραγωγής ενέργειας, οι διαχειριστές κρατούν τα θυροφράγματα κλειστά.
- Όταν η στάθμη του νερού στον ταμιευτήρα φτάσει την μέγιστη επιτρεπόμενη, τότε τα θυροφράγματα του υπερχειλιστή θα ανοίξουν.

Η πλημμυρική αιχμή είναι τώρα 3913 m³/s, δηλαδή περίπου 1000 m³/s μεγαλύτερη συγκρινόμενη με το SENARIO 1, όπου το φράγμα του Inaylongrad δεν υπήρχε.



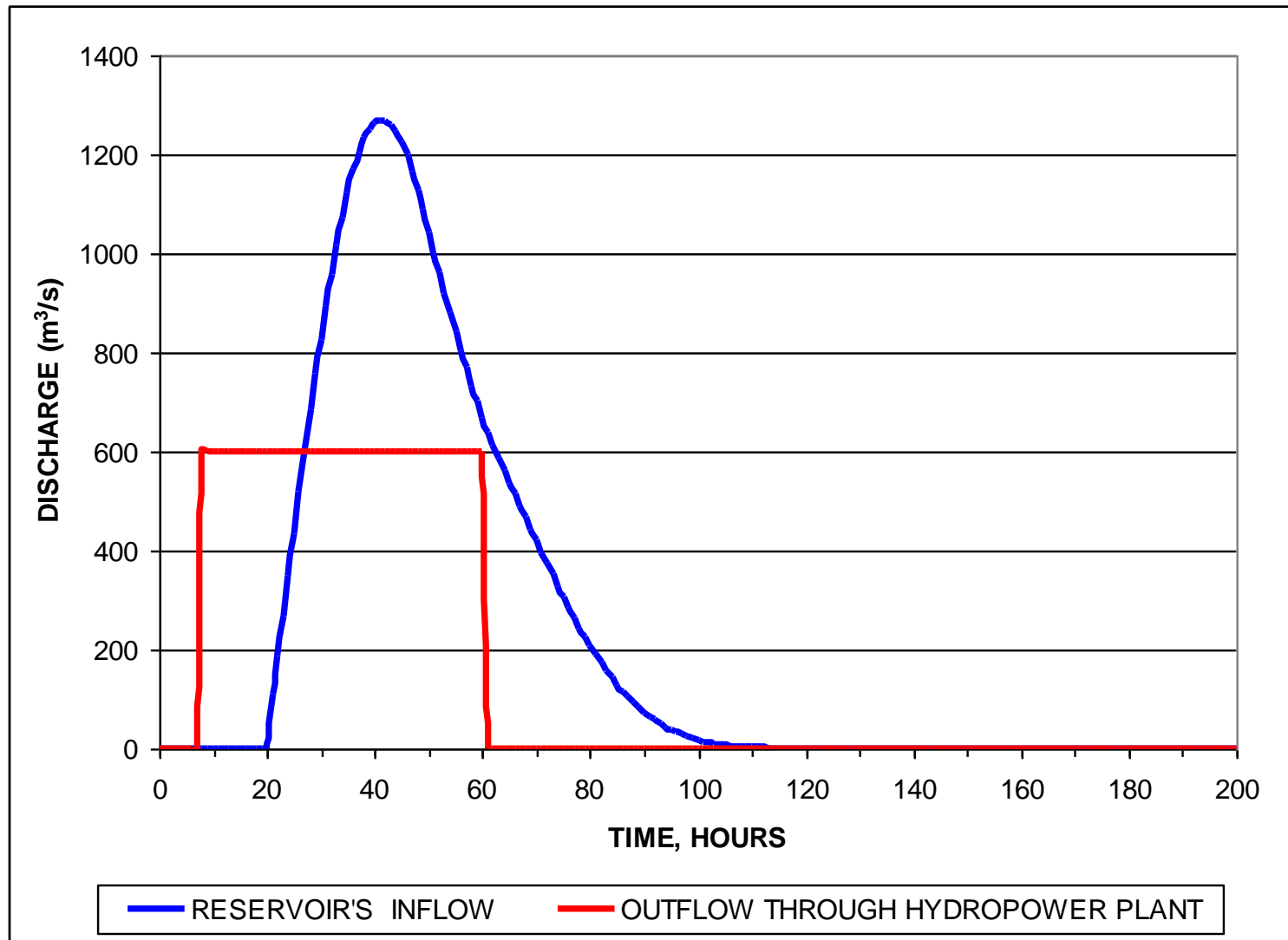
Senario 3:

Τι θα συνέβαινε για την ίδια βροχή, αν οι διαχειριστές των φραγμάτων άρχιζαν να απελευθερώνουν νερό μέσω των υδροστροβίλων, με σκοπό να υποβιβαστεί η στάθμη του νερού, ώστε οι επερχόμενοι όγκοι νερού να μπορούν να αποθηκευτούν;

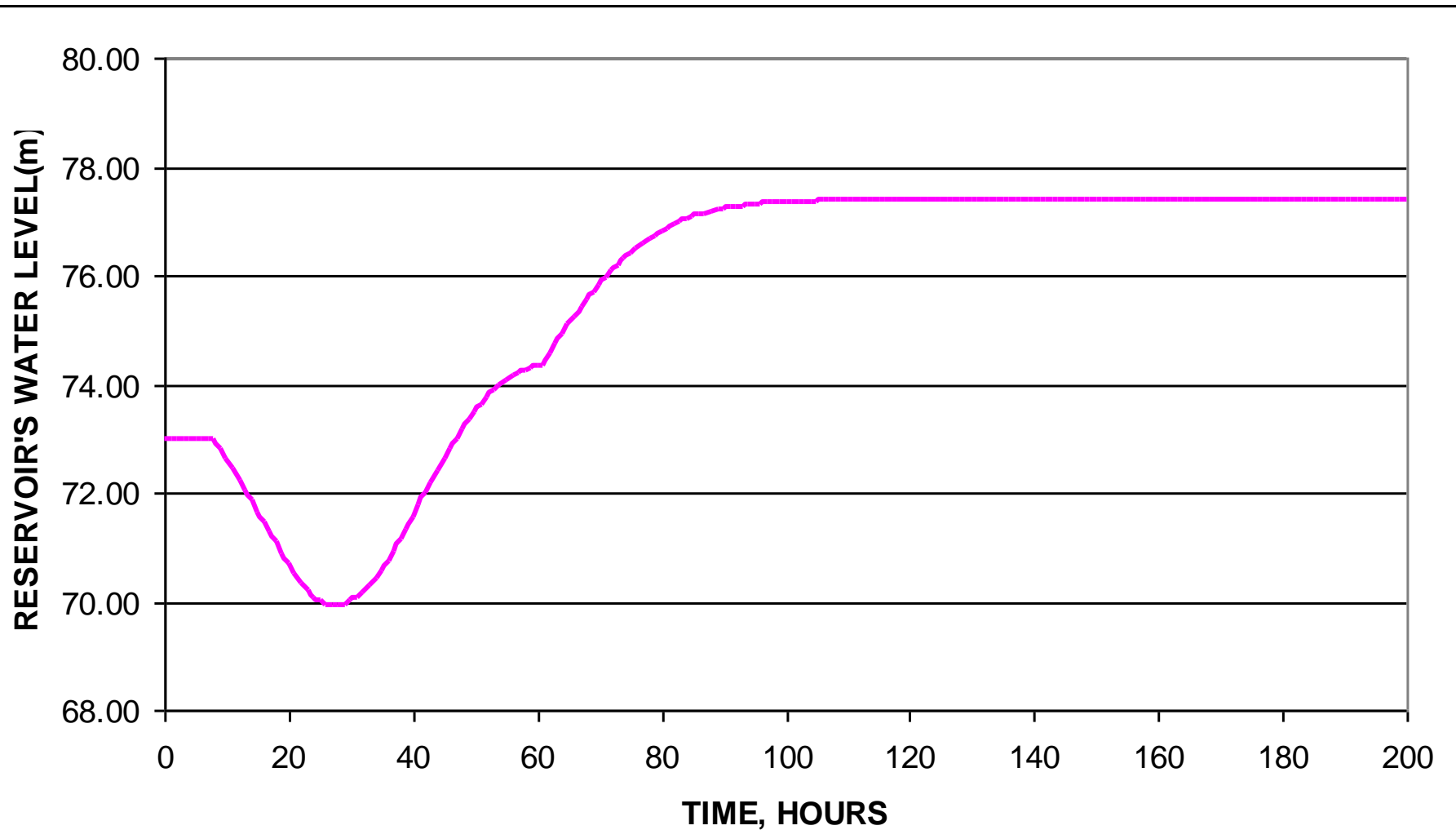
Σημειώνεται, ότι υπάρχει ένα ενεργειακό κόστος λόγω της απελευθέρωσης νερού μέσω των υδροστροβίλων.

Υδρογράφημα εισόδου στον ταμιευτήρα λόγω βροχής

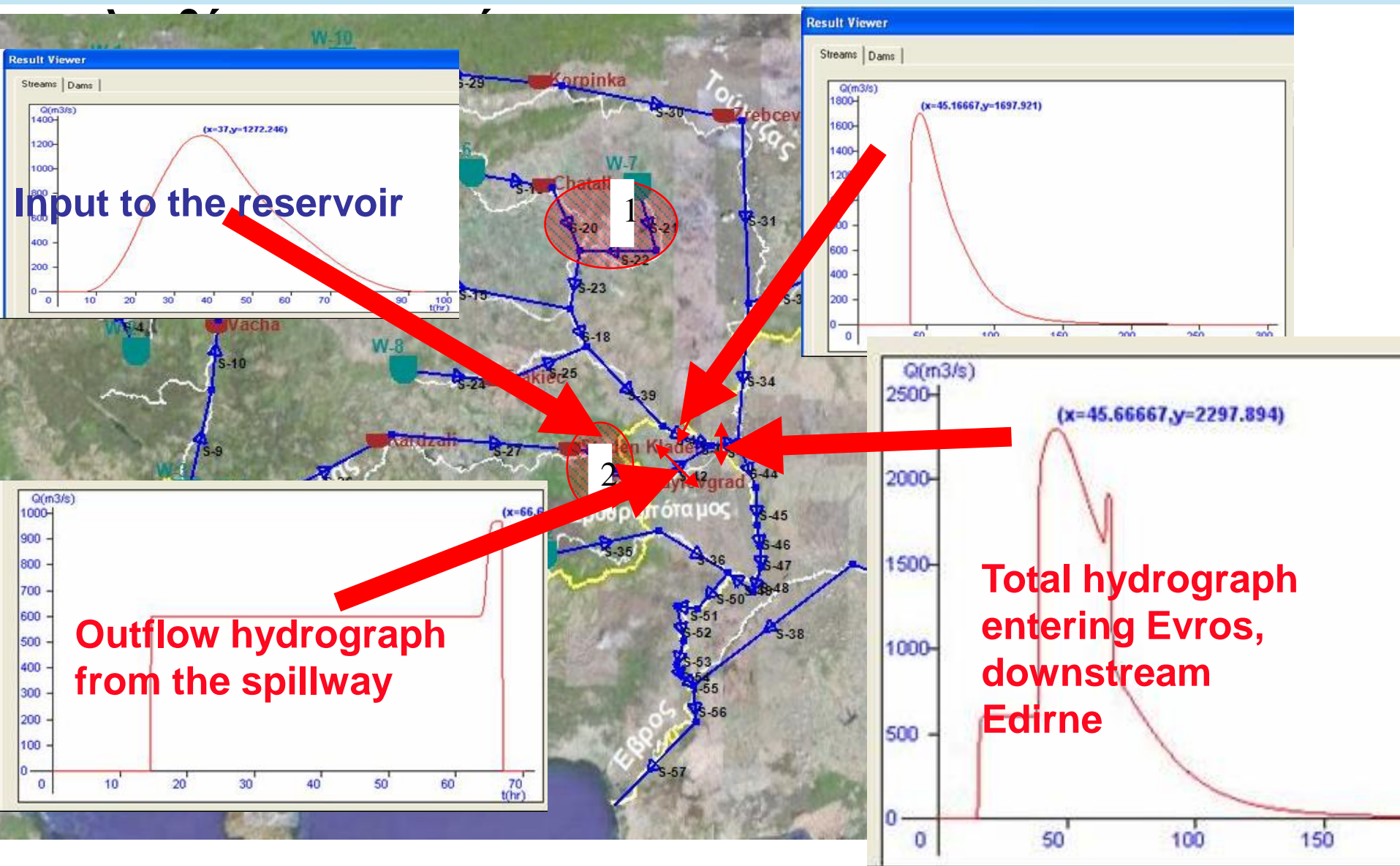
Εκροή μέσω των υδροστροβίλων, που ξεκινάει με την έναρξη της βροχής.



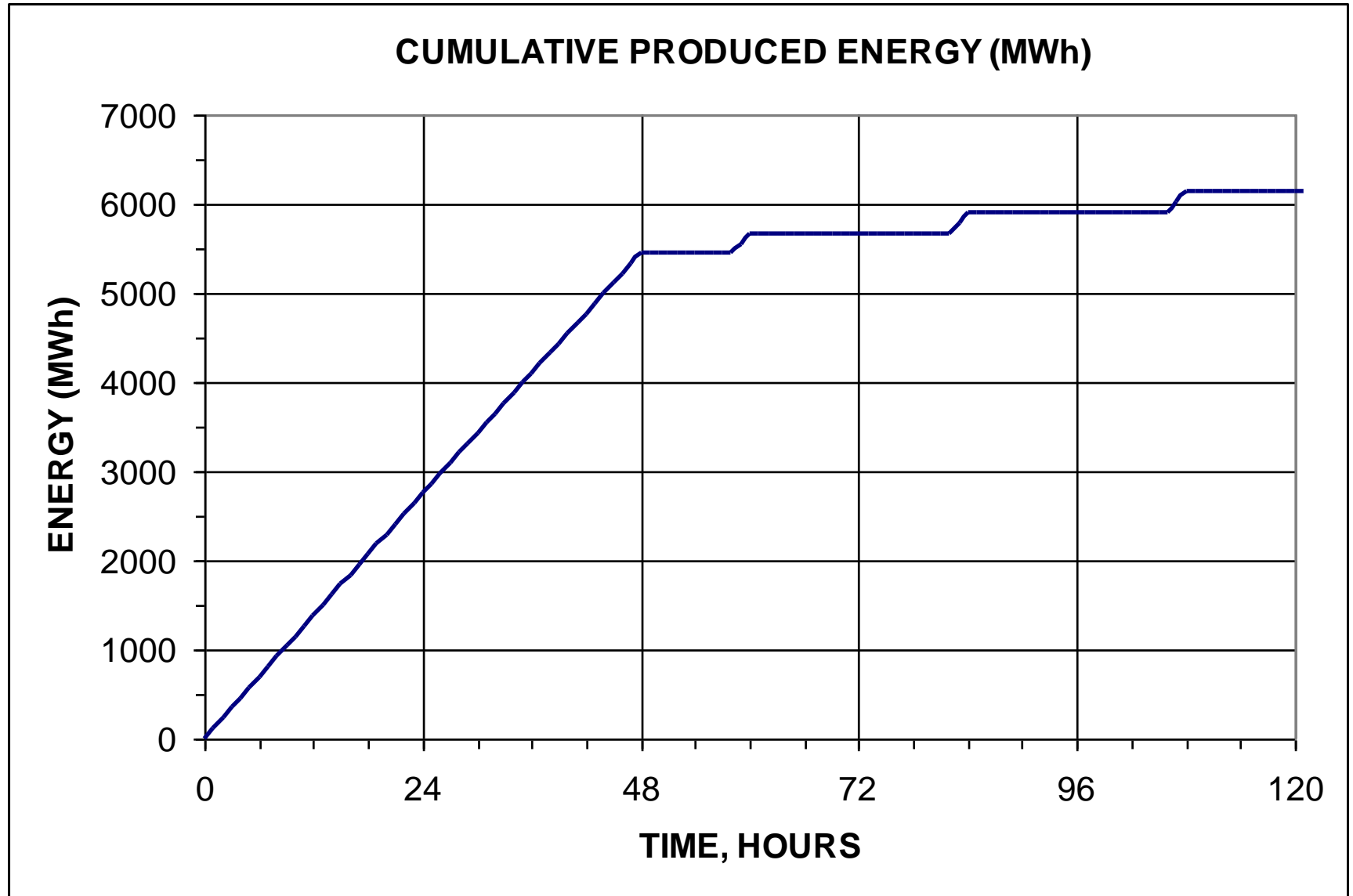
Μεταβολή της στάθμης του ταμιευτήρα συναρτήσει του χρόνου.
Όπως φαίνεται, η τελική στάθμη του ταμιευτήρα ανέρχεται αρκετά ψηλότερα από την αρχική. Συνεπώς υπάρχει ένα σημαντικό κέρδος.



Η παροχή αιχμής είναι μόλις 2297 m³/s, **δηλαδή περίπου 1615 m³/s χαμηλότερη** σε σχέση με το προηγούμενο SENARIO 2, όπου δεν συνέβει καμμία ηθελημένη



Σε κάθε περίπτωση το αναπτυχθέν λογισμικό EnroFloods υπολογίζει την αθροιστικά παραγόμενη ενέργεια.



Σύμφωνα με διάφορα σενάρια διαχείρισης που μελετήσαμε, διαπιστώσαμε ότι μια κακή διαχείριση των Βουλγαρικών φραγμάτων οδηγεί ενδεχομένως σε οικονομικό όφελος μερικών εκατοντάδων χιλιάδων Ευρώ, προκαλώντας καταστροφές λόγω πλημμυρών δεκάδων εκατομμυρίων ευρώ στην Ελλάδα και Τουρκία που βρίσκονται κατάντη.

Αποδείξαμε, ότι δε ακραία μετεωρολογικά επεισόδια (ισχυρές καταιγίδες) είναι δυνατό με κατάλληλη διαχείριση των φραγμάτων να αποφευχθούν πλημμύρες, το πιθανότερο χωρίς απώλειες στην παραγωγή ενέργειας.

Ωστόσο, αν λόγω ενεργειών αντιπλημμυρικής προστασίας, υπάρξει ζημία στη βουλγαρική εταιρία παραγωγής ενέργειας, τότε είναι λογικό και δίκαιο οι κατάντη χώρες Ελλάδα και Τουρκία να αποζημιώσουν την ανάντη χώρα.

Για παράδειγμα, για ένα από τα σενάρια που επεξεργαστήκαμε με το αναπτυχθέν λογισμικό EnroFloods, η απώλεια ενέργειας που προέκυψε για την αποφυγή πλημμύρας ήταν της τάξεως των 5 MWh, που αποτιμάται περίπου **400.000 €**.

Πιστεύουμε συνεπώς, ότι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης των πλημμυρών είναι η συνεργασία των τριών χωρών (Ελλάδα, Βουλγαρία, Τουρκία), ανταλλάσσοντας λεπτομερείς πληροφορίες αναφορικά με τη βροχή σε κάθε χώρα, τη στάθμη των ταμιευτήρων κ.λπ. δεδομένα, συναποφασίζοντας μαζί για τη βέλτιστη διαχείριση.