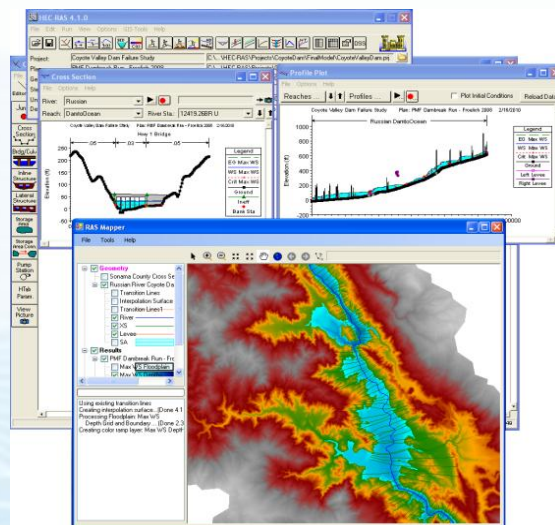


Common borders. Common solutions.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΤΟ HEC-RAS

Εφαρμογή εκτίμησης πλημμυρικού κινδύνου σε τοπική κλίμακα



Δρ. Έλενα Τζάνου

Common borders. Common solutions.

Γιατί να εκτιμήσουμε τον πλημμυρικό κίνδυνο σε τοπική κλίμακα;

- Απαραίτητη πλέον η **πρόληψη** των ζημιών-καταστροφών από πλημμύρες σε **συγκεκριμένες θέσεις**
- Προσαρμογή των μελλοντικών αναπτυξιακών προγραμμάτων ως προς τη **χωροθέτηση δραστηριοτήτων** με γνώμονα την **ασφάλεια**
- Χρειάζονται προστασία-μέτρα μείωσης της πιθανότητας πλημμυρών πιο **στοχοθετημένα**
- Πρέπει να γίνει πλέον εφικτός ο περιορισμός των επιπτώσεων των πλημμυρών
- Ετοιμότητα των φορέων για διαχείριση κρίσης σε ενδεχόμενο συμβάν, **αιφνίδιες πλημμύρες** και εφαρμογή **δυσμενών σεναρίων βροχόπτωσης**
- Συμμόρφωση με Οδηγία 2007/60/ΕΚ «Για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας»

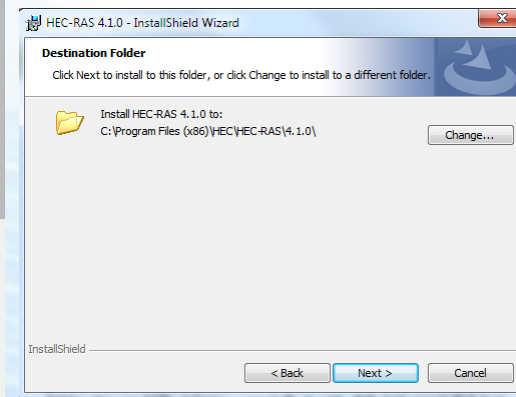
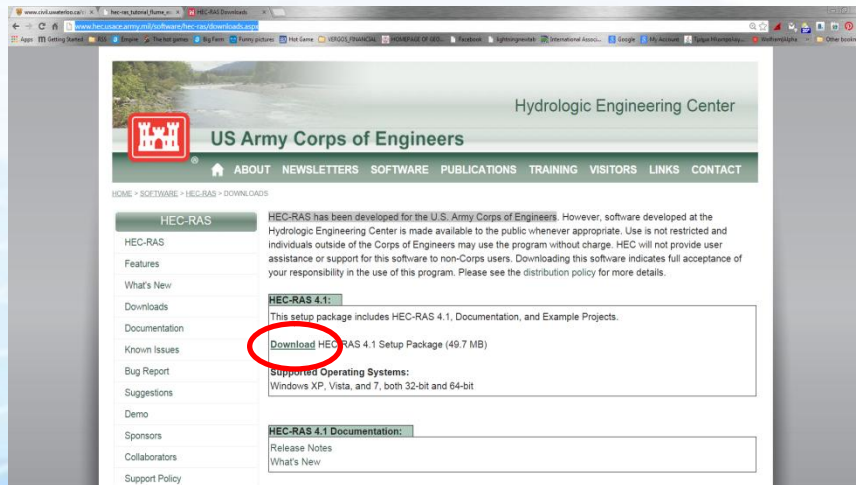
Common borders. Common solutions.

Σε ποιους απευθύνεται η εφαρμογή;

- **Φορείς του Δημόσιου τομέα**, που έχουν υπό την εποπτεία και αρμοδιότητά τους τη διαχείριση υδατικών συστημάτων και υδραυλικό έλεγχο αυτών, την προστασία του περιβάλλοντος, τη διαχείριση κινδύνων και την προστασία των πολιτών, τη λήψη αποφάσεων για αξιοποίηση πόρων και εκτάσεων, τη χωροθέτηση δραστηριοτήτων κλπ.
- **Ερευνητές, ιδιώτες μελετητές και κατασκευαστές** για τη σωστή χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των έργων διευθέτησης, προστασίας και ορθής διαστασιολόγησης των τεχνικών επί υδατορεμάτων.
- Η εφαρμογή απαιτεί γνώσεις υδραυλικής για τη σωστή δόμησή της και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
- Τα αποτελέσματά της μπορούν να δημοσιευθούν και να αξιοποιηθούν σε πολλά επίπεδα (απλοί πολίτες, οργανισμοί, άλλοι με σχετικοί με το θέμα φορείς-πολεοδομίες, οργανισμοί σχολικών κτιρίων κλπ).

Common borders. Common solutions.

- Το λογισμικό HEC-RAS έχει αναπτυχθεί από την U.S. Army Corps of Engineers. Χρησιμοποιείται παγκοσμίως και είναι ιδιαίτερα αξιόπιστο
- Είναι ελεύθερα διαθέσιμο
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/downloads.aspx> με πολύ σύντομη και απλή διαδικασία εγκατάστασης.



Common borders. Common solutions.

Βασικά Χαρακτηριστικά του HEC-RAS

- Το λογισμικό **HEC-RAS** επιλύει υδραυλικά φυσικούς ή τεχνητούς ανοιχτούς αγωγούς με όλα τα τεχνικά έργα που μπορεί να συμπεριλαμβάνονται
→ τοπική κλίμακα

Δυνατότητες του **HEC-RAS**:

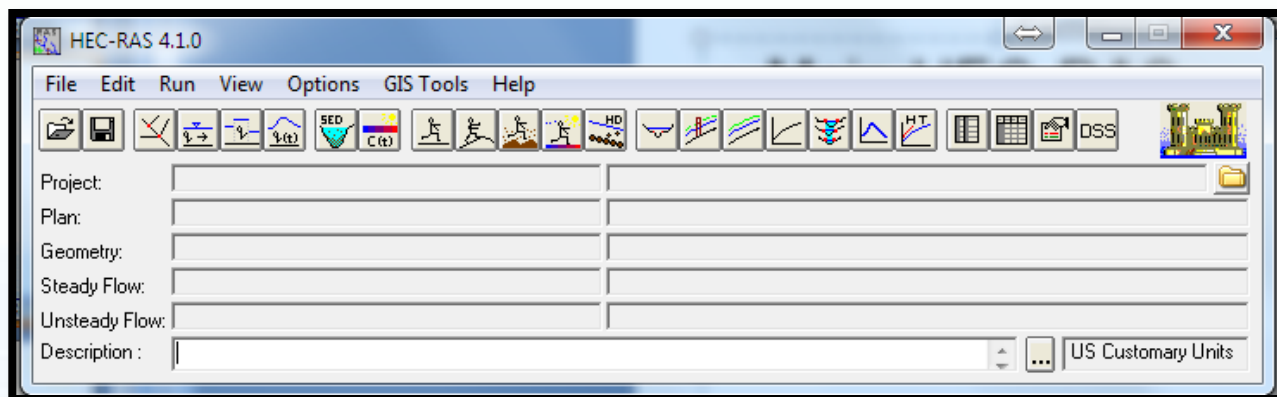
- Υδραυλική επίλυση
- Αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων
- Γραφικές αποδόσεις, αναφορές και πίνακες αποτελεσμάτων
- RAS Mapper (εργαλείο χαρτογραφικής απόδοσης υδραυλικών χαρακτηριστικών)

Δομή του HEC-RAS

- Δημιουργεί και αποθηκεύει στο σύνολο της εφαρμογής σε αρχείο **project(.prj)** file)
- Κάθε εφαρμογή περιλαμβάνει:
 1. Αρχεία γεωμετρίας (διατομές, γέφυρες, αναχώματα, κλπ.) (**.g** file)
 2. Αρχεία ροής (steady, unsteady) (**.f** file)
 3. Συνδυαστικά αρχεία (διαφορετικό προφίλ ροής με διαφορετική γεωμετρία (**.p** file)

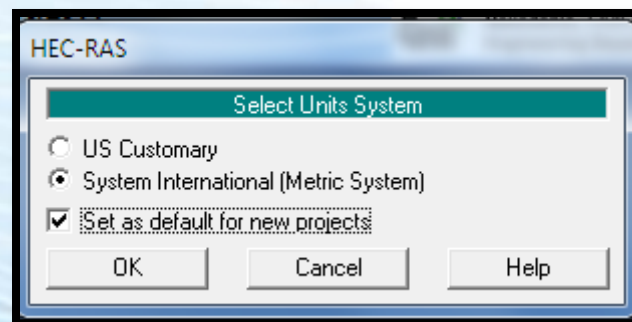
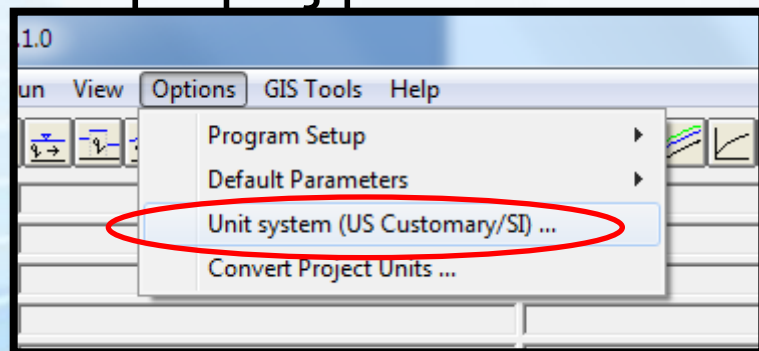
Common borders. Common solutions.

- Ξεκινώντας την εφαρμογή...



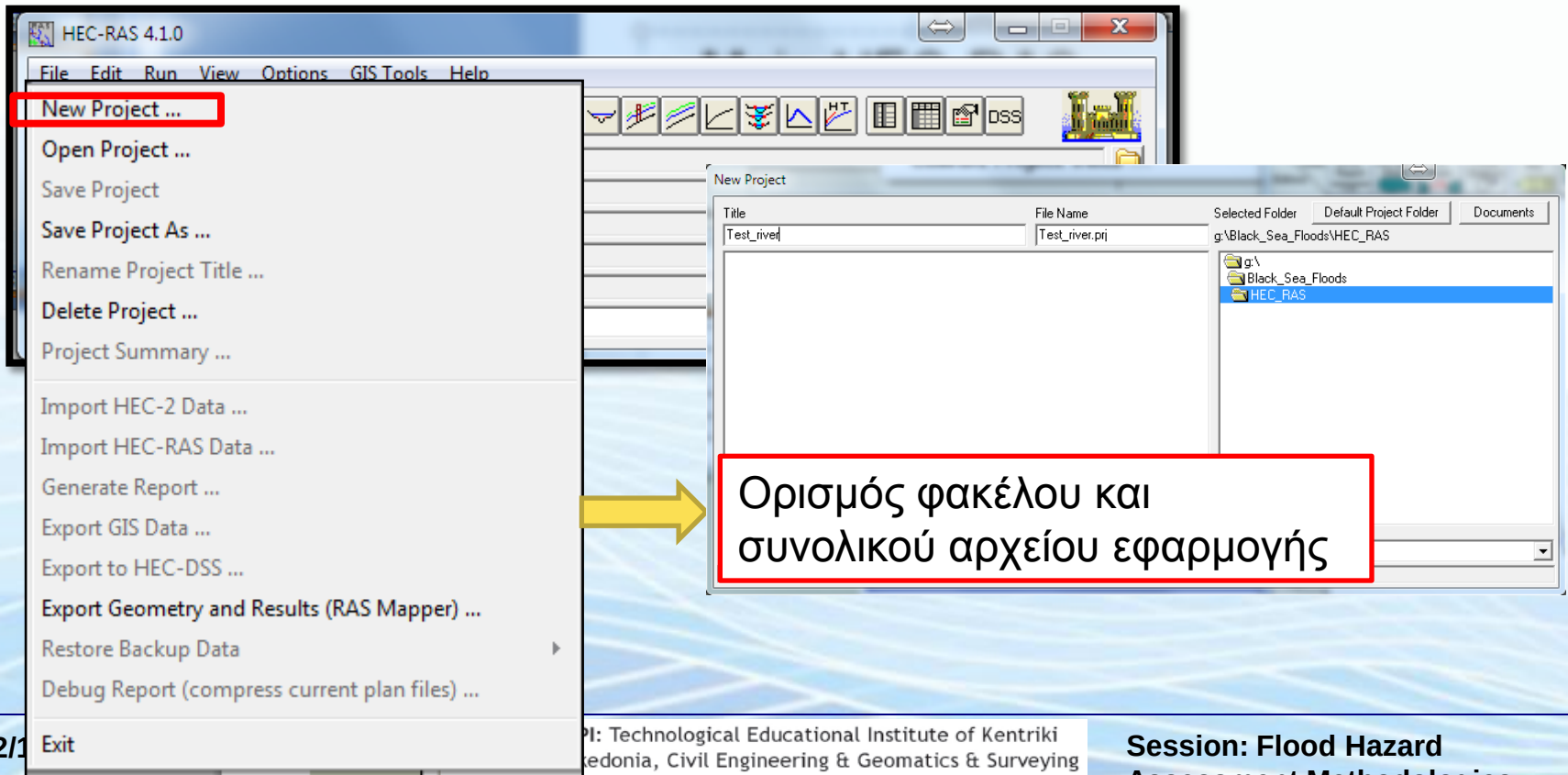
Βασικό παράθυρο
όλων των λειτουργιών-
επιλογών

- Ορισμός μονάδων



Εφαρμογή στο ρέμα των Αγ. Αναργύρων

Βήμα 1^ο. Ονομασία και Αποθήκευση της εφαρμογής σε συγκεκριμένο φάκελο(.prj).



The screenshot shows the HEC-RAS 4.1.0 software interface. The 'File' menu is open, and the 'New Project ...' option is highlighted with a red box. A yellow arrow points from this menu item to the 'New Project' dialog box. In the dialog box, the 'File Name' field contains 'Test_river.prj' and the 'Selected Folder' is 'g:\Black_Sea_Floods\HEC_RAS'. The 'HEC_RAS' folder is selected in the file list on the right. A red box highlights the text 'Ορισμός φακέλου και συνολικού αρχείου εφαρμογής' (Setting folder and total application file).

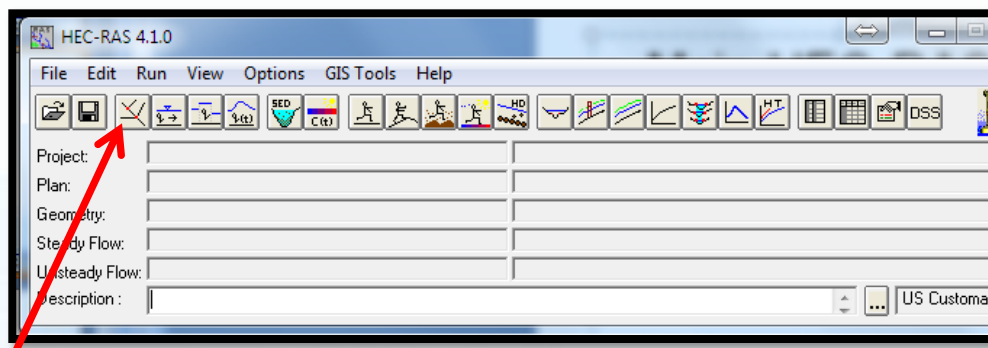
Common borders. Common solutions.

Γεωμετρία και Διατομές

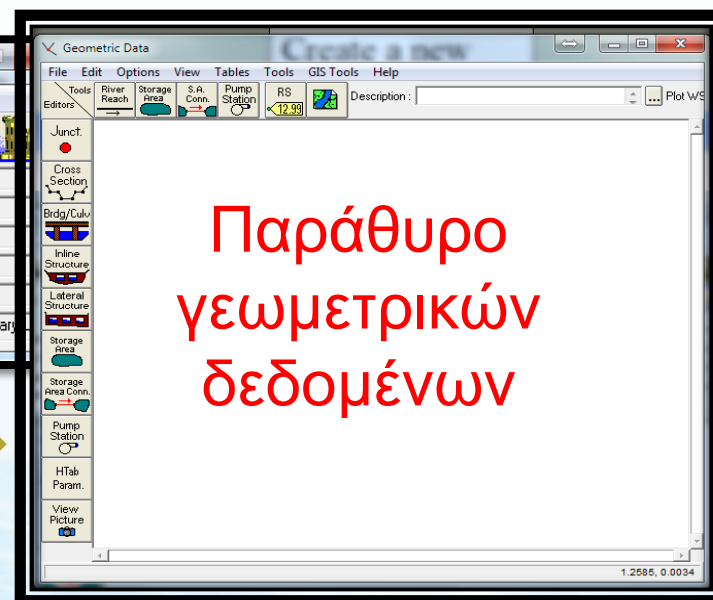
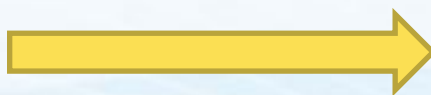
- Οι διατομές ορίζουν τη γεωμετρία του υδατορέματος
- Τα σημεία των διατομών ορίζονται βάσει θέσης και υψομέτρου Station(x) and Elevation (y)
- Η αλληλουχία των διατομών και το υψόμετρο πυθμένα καθορίζει την κλίση του υδατορέματος
- Ο ορισμός των όχθων διαφοροποιούν το υδατόρεμα και τα χαρακτηριστικά της πλημύρας.
- Ο συντελεστής Manning που αναγκαστικά πρέπει να οριστεί, προσδιορίζει την αντίσταση στην κίνηση του νερού (τριβή ανάλογα με το εδαφικό υλικό)
- Επί των διατομών ορίζονται όλα τα τεχνικά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και διαστάσεις (γέφυρες, οχετοί, αναχώματα, κλπ)
- Το πλήθος των διατομών και οι αποστάσεις μεταξύ τους προσδιορίζουν την ακρίβεια της γεωμετρίας του υδατορέματος

Common borders. Common solutions.

Βήμα 2^ο . Εισαγωγή αρχείου γεωμετρίας (.g)



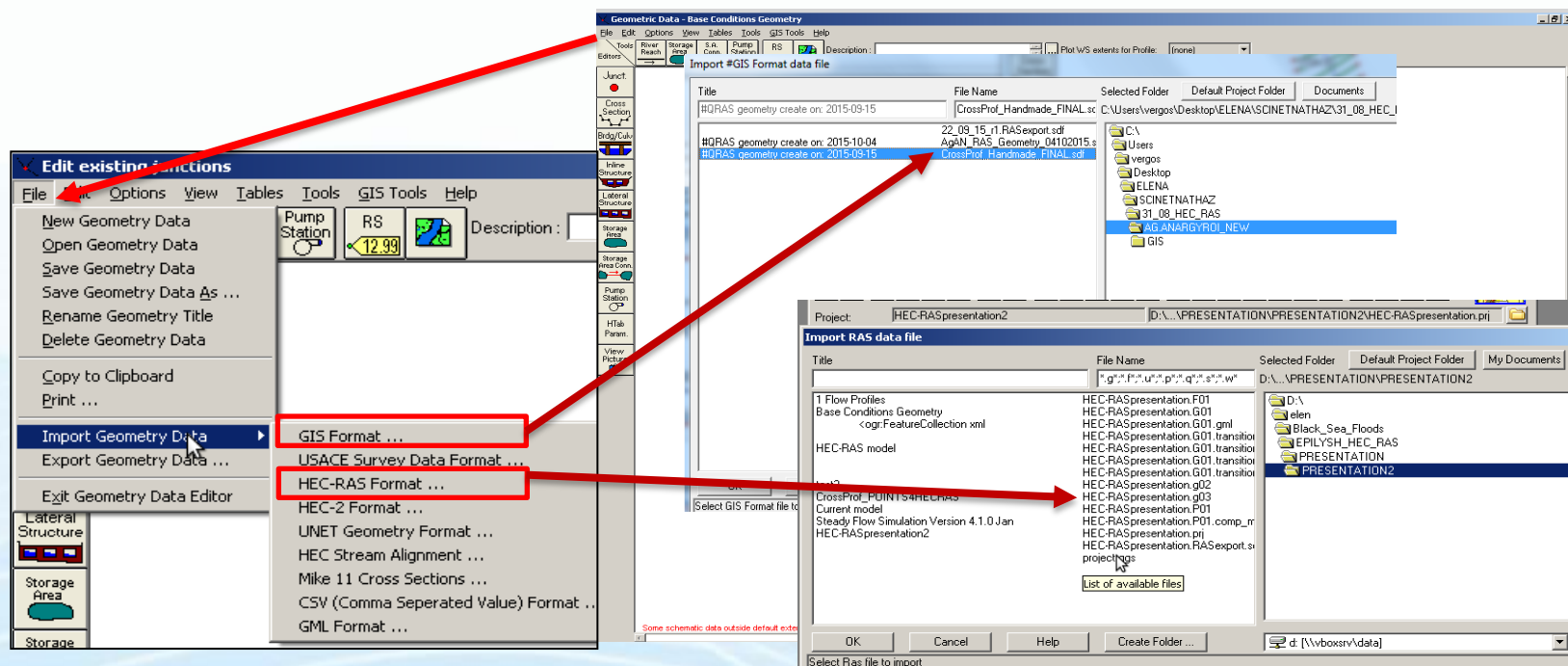
Άνοιγμα του επιφάνειας
επεξεργασίας
γεωμετρικών δεδομένων



Παράθυρο
γεωμετρικών
δεδομένων

Common borders. Common solutions.

Βήμα 3^ο. Εισαγωγή αρχείου γεωμετρίας από τη δημιουργία του στο QGIS. (Αρχεία **.sdf** από το QGIS, ή αρχεία **.g** από HEC-RAS)





Εισαγωγή υποβάθρου με τη μορφή εικόνας (εμποπτικός και επικουρικός ο ρόλος της)

The screenshot displays the 'Geometric Data - kjhkjh' application window. The main workspace shows an aerial photograph of a river area. On the left, a vertical toolbar contains various icons for map features like 'Junct.', 'Cross Section', 'Brdg/Culv', 'Inline Structure', 'Lateral Structure', 'Storage Area', 'Storage Area Conn.', 'Pump Station', 'HTab Param.', and 'View Picture'. A red arrow points from the 'View Picture' icon to a text box labeled 'Εισαγωγή εικόνας' (Image Introduction). Another red arrow points from the 'Storage Area' icon to a text box labeled 'Ορισμός ορατού τμήματος εικόνας' (Image Visible Area Definition). A 'Background Pictures on Schematic' dialog box is open, showing a list of images with 'image.geometric' selected. A red arrow points from this dialog to a text box labeled 'Δυνατότητα επιλογής περισσότερων ΕΙΚΟΝΩΝ' (Ability to select more PICTURES). The 'Geometry Extents' dialog box is also open, showing a table of coordinates and a 'Set to Computed Extents' button highlighted with a red arrow.

Εισαγωγή εικόνας

Ορισμός ορατού τμήματος εικόνας

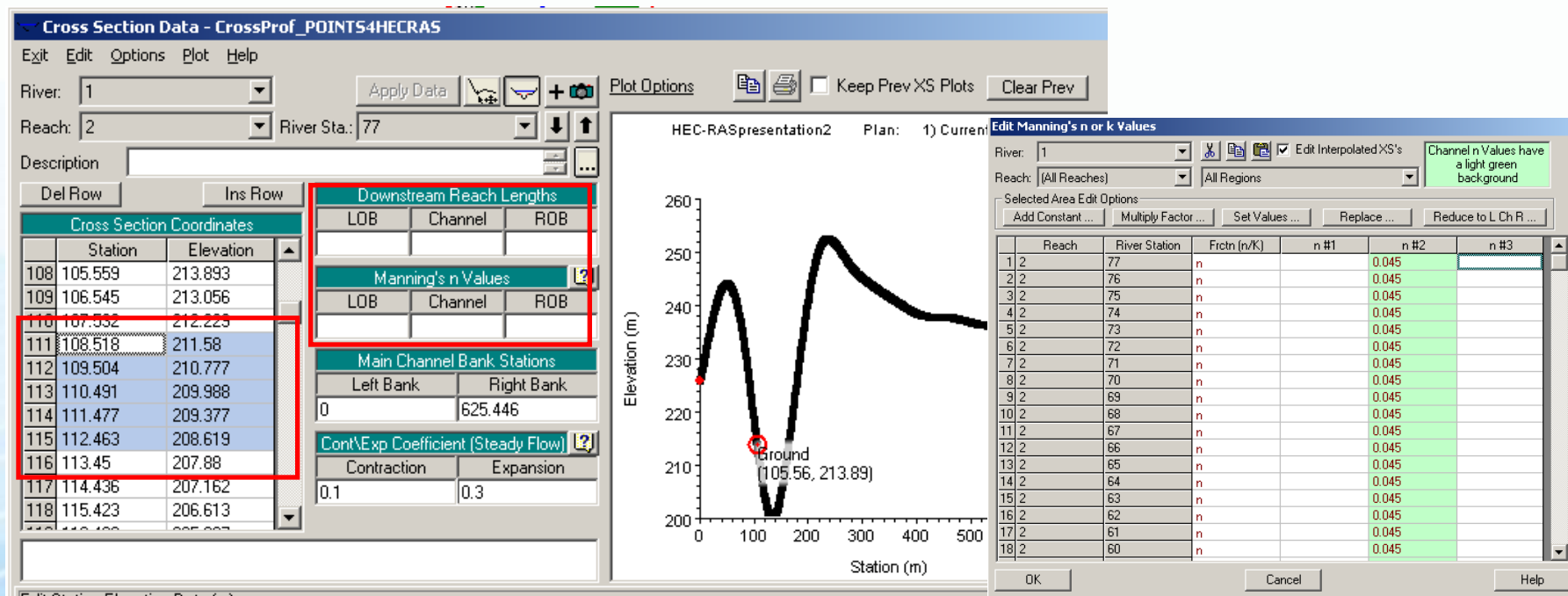
Δυνατότητα επιλογής περισσότερων ΕΙΚΟΝΩΝ

Computed Data Extents:	
Left Extent:	2622972.86
Right Extent:	2624445.72
Top Extent:	5027362.33
Bottom Extent:	5026550.78

Set to Current View **Set to Computed Extents** OK Cancel

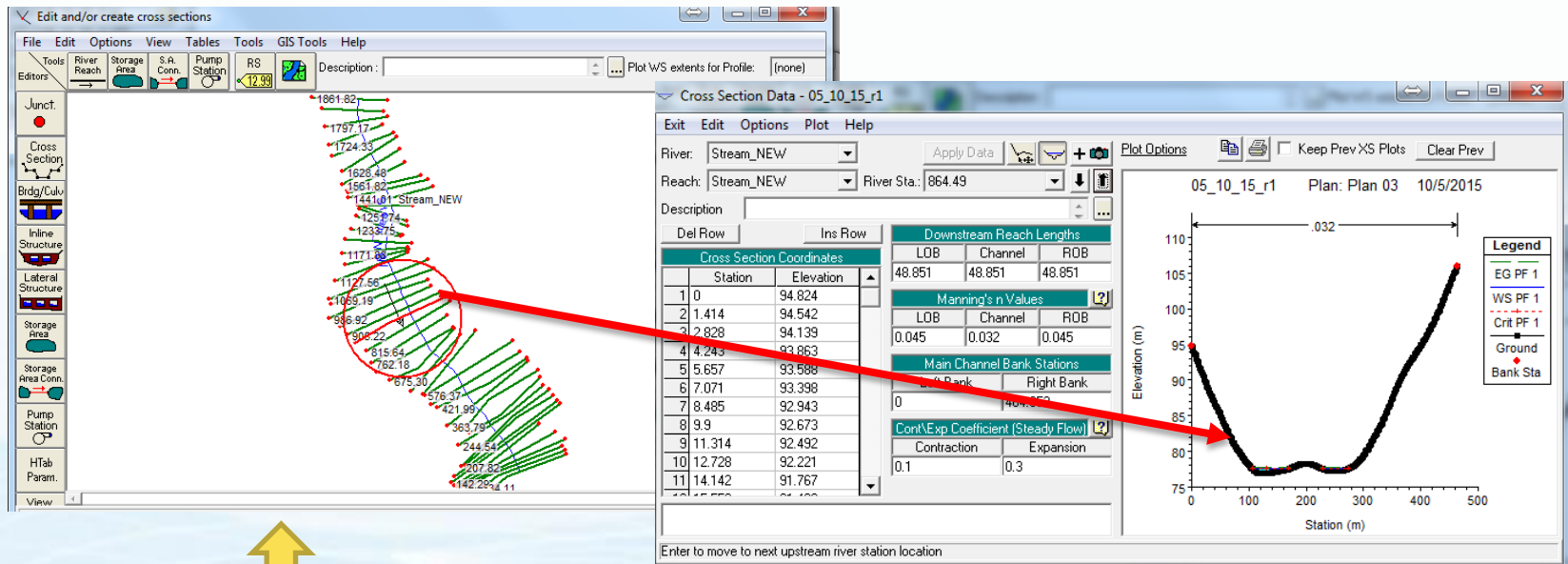
Common borders. Common solutions.

- Με την εμφάνιση της γεωμετρίας-διατομών ελέγχονται τυχόν **λάθη** και **παραλήψεις** στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Επίσης ορίζεται ο **συντελεστής Manning** για το σύνολο του υδατορέματος.



Η γεωμετρία εμφανίζεται ως εξής:

Common borders. Common solutions.



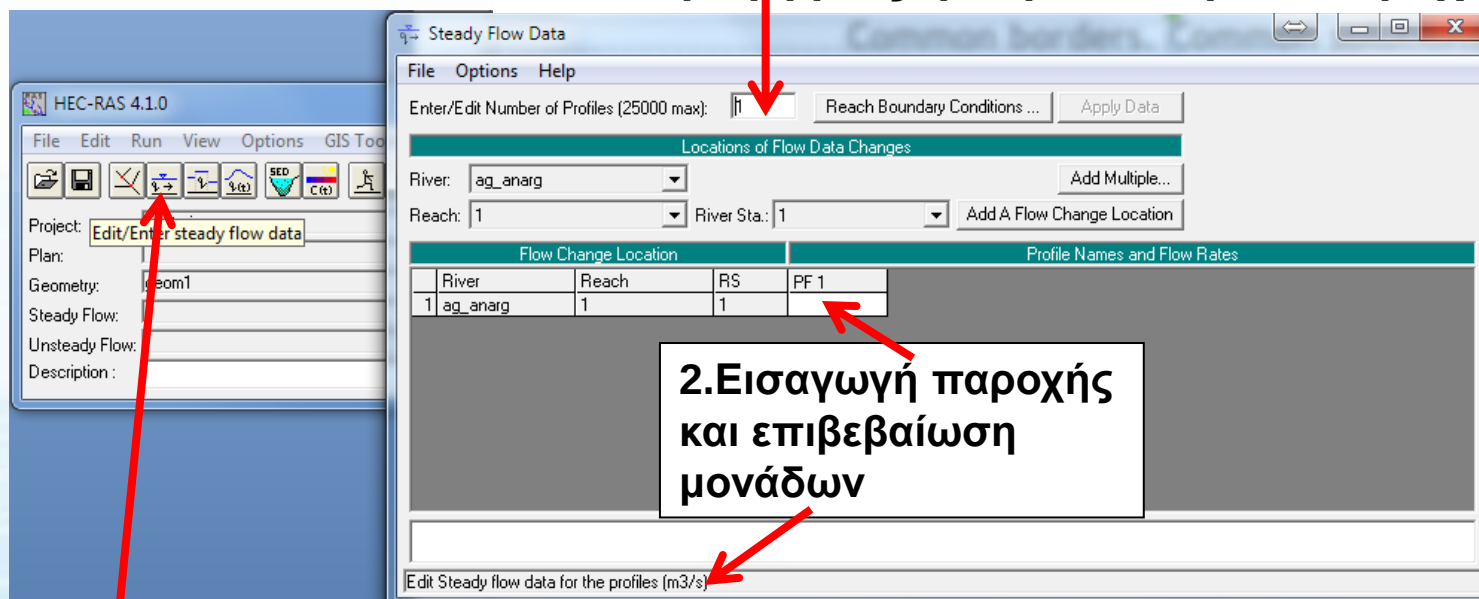
Διατομή με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της

Υδατότεμα στο σύνολο με
τις διατομές του.

Common borders. Common solutions.

Βήμα 4°. Εισαγωγή παροχών-προφίλ ροής

1. Εισαγωγή μιας ή περισσότερων παροχών



HEC-RAS 4.1.0

File Edit Run View Options GIS Tools

Project: Edit/Enter steady flow data

Plan:

Geometry: geom1

Steady Flow:

Unsteady Flow:

Description:

Steady Flow Data

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 1 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: ag_anarg Add Multiple...

Reach: 1 River Sta.: 1 Add A Flow Change Location

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates
River	Reach	RS	PF 1	
1 ag_anarg	1	1		

Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)

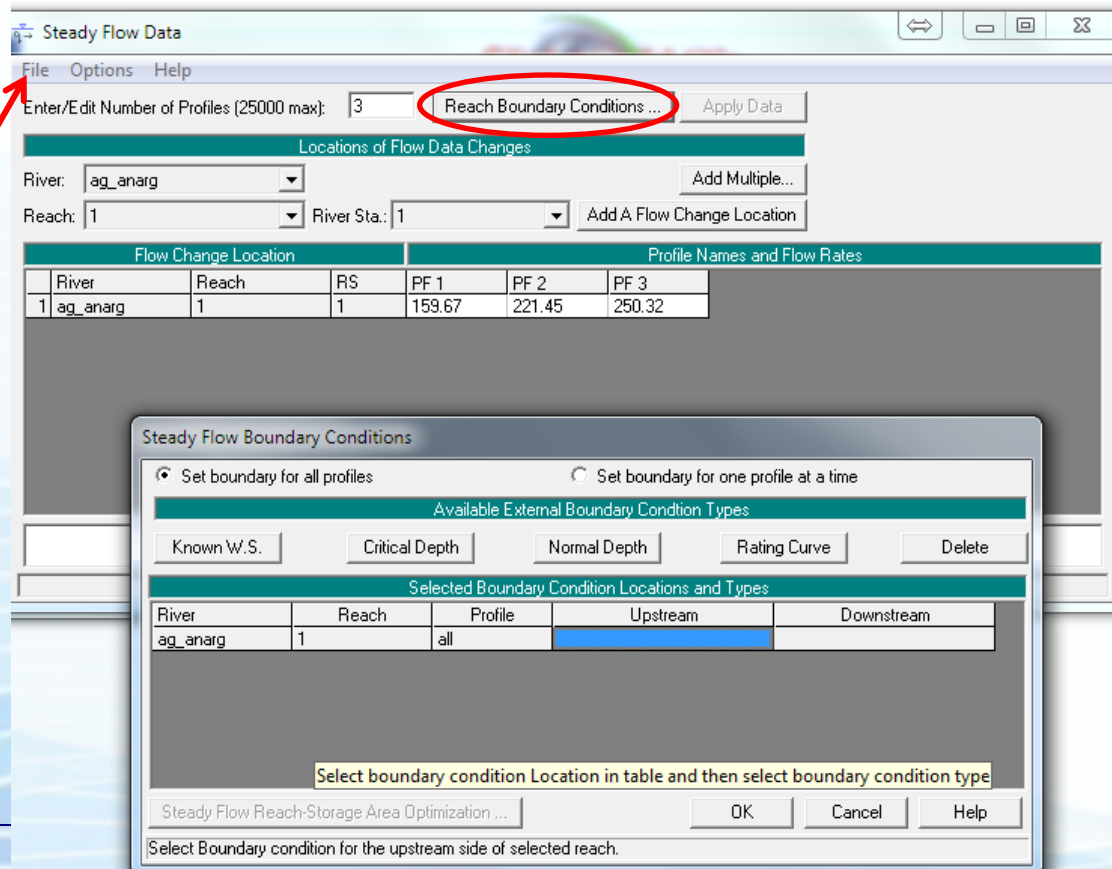
Άνοιγμα καρτέλας
δεδομένων ροής

2. Εισαγωγή παροχής
και επιβεβαίωση
μονάδων

Common borders. Common solutions.

Ορίζονται οι οριακές συνθήκες (ομοιόμορφο βάθος, κρίσιμο βάθος κλπ) και αποθηκεύονται τα δεδομένα ροής

Αποθήκευση
δεδομένων
ροής



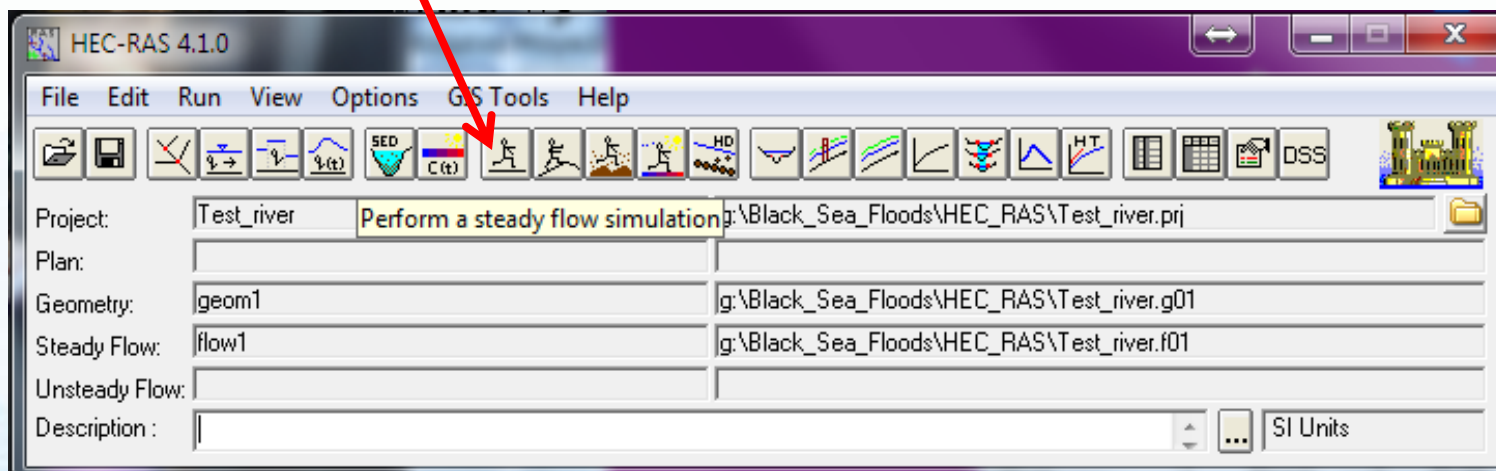
The screenshot shows the 'Steady Flow Data' application window. The 'Reach Boundary Conditions ...' button is circled in red. A red arrow points from the text 'Αποθήκευση δεδομένων ροής' to this button. The 'Steady Flow Boundary Conditions' dialog box is open, showing options to set boundary conditions for all profiles or one profile at a time. The 'Available External Boundary Condition Types' section includes buttons for 'Known W.S.', 'Critical Depth', 'Normal Depth', 'Rating Curve', and 'Delete'. The 'Selected Boundary Condition Locations and Types' table is shown below.

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
ag_anarg	1	all		

Below the table, there is a text box with the instruction: 'Select boundary condition Location in table and then select boundary condition type'. At the bottom of the dialog, there are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

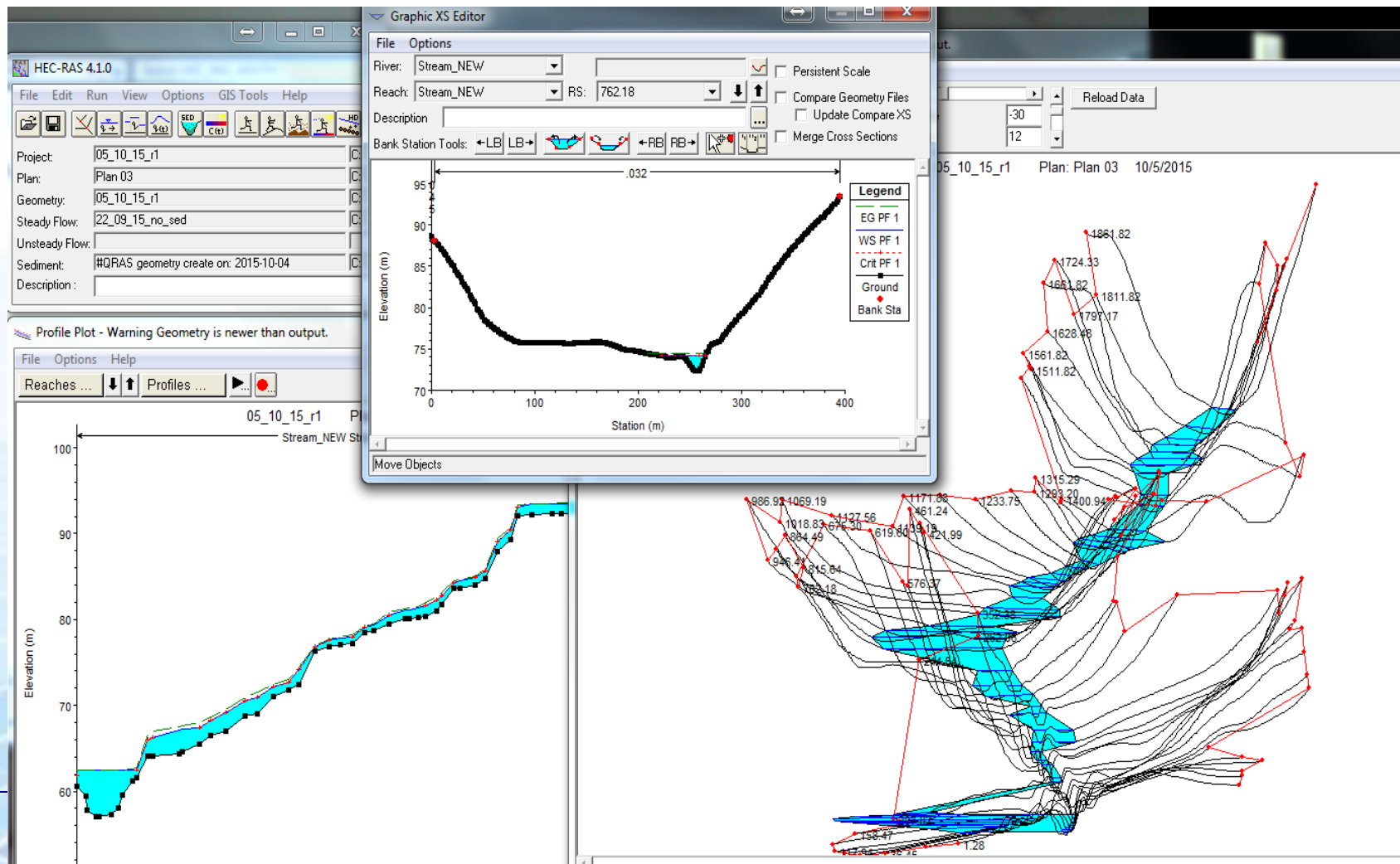
Common borders. Common solutions.

Βήμα 5°. Αφού ορίστηκαν όλα τα δεδομένα, εκτελείται η υδραυλική επίλυση



*στην περίπτωση που υπάρχουν λάθη ή ασυμβατότητες στη γεωμετρία ή και αλλού, τα λάθη εμφανίζονται με μορφή κειμένου-αναφοράς.

Τα αποτελέσματα της υδραυλικής επίλυσης εμφανίζονται σχεδιαστικά (μόνο η γεωμετρία της ροής, εύρος και βάθος δηλαδή).



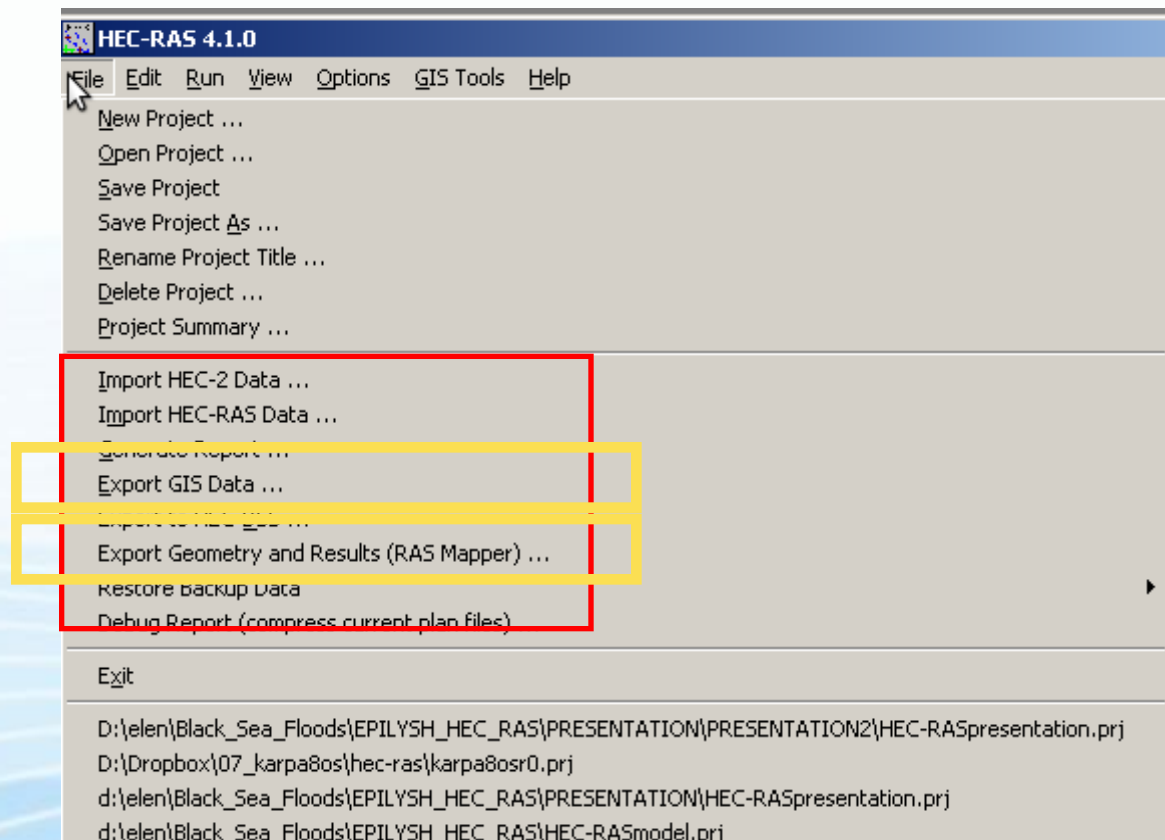
Common borders. Common solutions.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται με τη μορφή πινάκων, που μπορούν να αποθηκευτούν ως αρχεία κειμένου ή σε υπολογιστικά φύλλα

Profile Output Table - Standard Table 1											
File Options Std. Tables Locations Help											
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Stream_NEW	1861.82	64.50	95.94	96.97	96.97	97.31	0.01160	2.55	25.33	38.41	1.00
Stream_NEW	1811.82	64.50	93.63	94.59	94.59	94.89	0.01225	2.42	26.69	45.65	1.01
Stream_NEW	1797.17	64.50	92.55	93.71		93.81	0.00220	1.40	45.95	48.78	0.46
Stream_NEW	1724.33	64.50	92.46	93.57		93.66	0.00190	1.28	50.42	55.23	0.43
Stream_NEW	1661.82	64.50	92.36	93.45		93.53	0.00197	1.31	49.07	53.02	0.44
Stream_NEW	1628.48	64.50	92.26	93.46		93.49	0.00052	0.74	86.64	81.04	0.23
Stream_NEW	1561.82	64.50	92.17	93.42		93.45	0.00055	0.77	83.68	77.17	0.24
Stream_NEW	1511.82	64.50	92.08	93.03	93.03	93.35	0.01196	2.50	25.78	41.09	1.01
Stream_NEW	1487.04	64.50	89.30	90.39	90.39	90.74	0.01150	2.62	24.58	35.38	1.00
Stream_NEW	1441.01	64.50	87.94	89.08	89.08	89.44	0.01132	2.66	24.28	33.87	1.00
Stream_NEW	1400.94	64.50	84.75	85.66	85.66	85.95	0.01208	2.40	26.89	45.98	1.00
Stream_NEW	1366.34	64.50	83.97	84.86	84.86	85.06	0.01389	1.96	32.97	85.11	1.00
Stream_NEW	1315.29	64.50	83.66	84.55		84.63	0.00369	1.24	52.08	98.74	0.54
Stream_NEW	1293.20	64.50	83.63	84.28	84.28	84.48	0.01380	1.99	32.46	81.43	1.00
Stream_NEW	1251.74	64.50	81.69	82.74	82.74	83.08	0.01166	2.60	24.84	36.68	1.01
Stream_NEW	1233.75	64.50	81.01	82.19	82.19	82.56	0.01143	2.72	23.75	32.30	1.01
Stream_NEW	1194.79	64.50	80.38	81.61	81.61	82.00	0.01118	2.79	23.14	29.73	1.01
Stream_NEW	1171.88	64.50	80.20	81.39		81.53	0.00417	1.69	38.16	49.65	0.62
Stream_NEW	1139.19	64.50	80.16	81.17		81.36	0.00659	1.95	33.09	48.99	0.76
Stream_NEW	1127.56	64.50	80.11	81.14		81.28	0.00471	1.67	38.57	55.94	0.64
Stream_NEW	1069.19	64.50	79.50	80.52	80.52	80.85	0.01179	2.56	25.23	38.48	1.01
Stream_NEW	1018.83	64.50	78.75	79.38		79.47	0.00467	1.36	47.52	93.67	0.61
Stream_NEW	986.92	64.50	78.51	79.05	79.05	79.22	0.01473	1.85	34.96	103.02	1.01

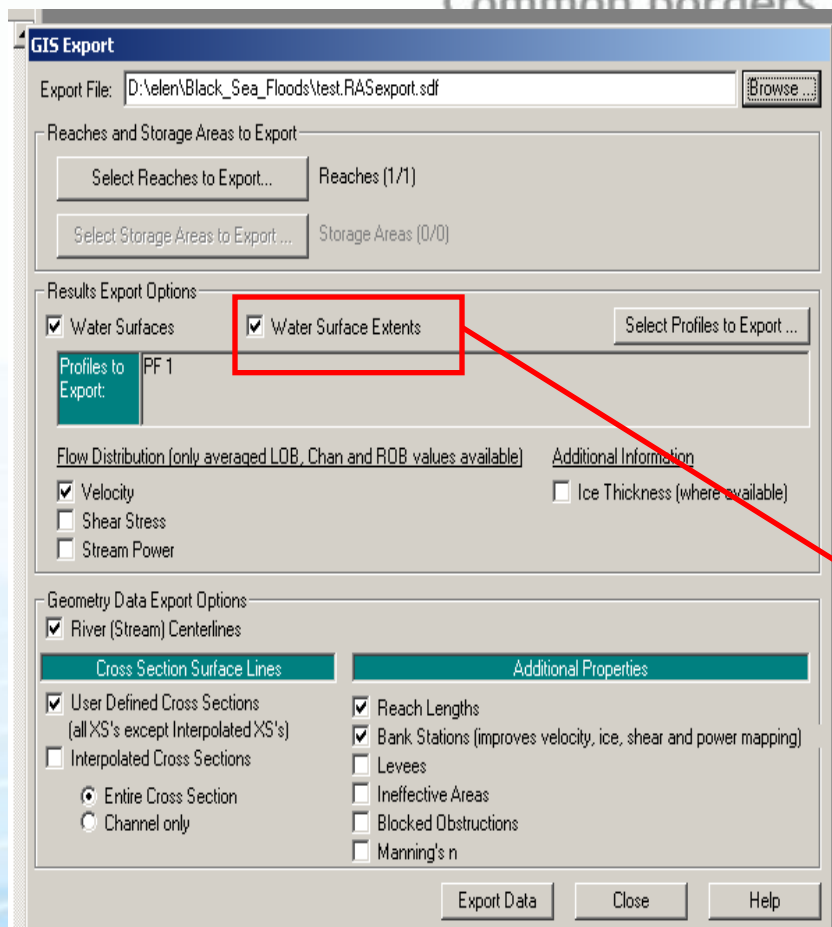
Common borders. Common solutions.

Βήμα 6°. Εξαγωγή δεδομένων από το HEC-RAS στο QGIS



Common borders. Common solutions.

- Το HEC-RAS δημιουργεί αρχεία .sdf τα οποία περιέχουν όλη την απαραίτητη πληροφορία



GIS Export

Export File: D:\elen\Black_Sea_Floods\test.RASexport.sdf [Browse...]

Reaches and Storage Areas to Export:

Select Reaches to Export... Reaches (1/1)

Select Storage Areas to Export... Storage Areas (0/0)

Results Export Options:

☒ Water Surfaces ☒ Water Surface Extents [Select Profiles to Export...]

Profiles to Export: PF 1

Flow Distribution (only averaged LOB, Chan and ROB values available) Additional Information

☒ Velocity ☐ Ice Thickness (where available)

☐ Shear Stress

☐ Stream Power

Geometry Data Export Options:

☒ River (Stream) Centerlines

Cross Section Surface Lines	Additional Properties
☒ User Defined Cross Sections (all XS's except Interpolated XS's)	☒ Reach Lengths
☐ Interpolated Cross Sections	☒ Bank Stations (improves velocity, ice, shear and power mapping)
☐ Entire Cross Section	☐ Levees
☐ Channel only	☐ Ineffective Areas
	☐ Blocked Obstructions
	☐ Manning's n

[Export Data] [Close] [Help]

test.RASexport.sdf - Notepad

File Edit Format View Help

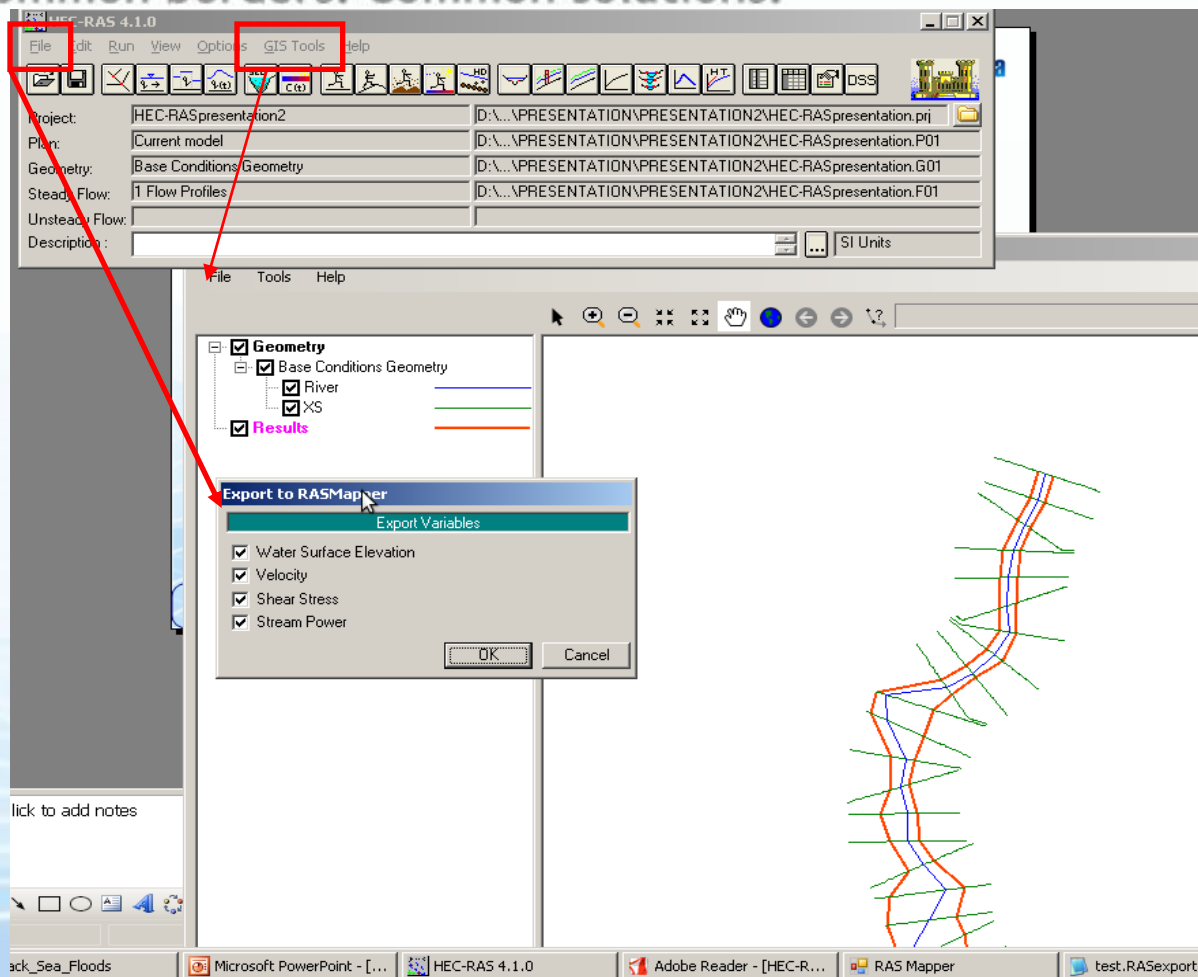
```

462340.9778 , 4550696.1184
462339.1726 , 4550696.7425
462336.7371 , 4550697.5846
462336.429 , 4550697.6912
BANK POSITIONS:0.00000,1.00000
REACH LENGTHS:50.00,50.00,50.00
WATER ELEVATION:142.258
WATER SURFACE EXTENTS:
462432.96, 4550664.31, 462409.76,
4550672.34
ACTIVE WS EXTENTS:
462432.96, 4550664.31, 462409.76,
4550672.34
PROFILE ID:PF 1
VELOCITIES:
0.51726, 3.159
SURFACE LINE:
462512.48, 4550636.82, 161.00
462505.81, 4550639.12, 160.28
462505.81, 4550639.12, 160.28

```

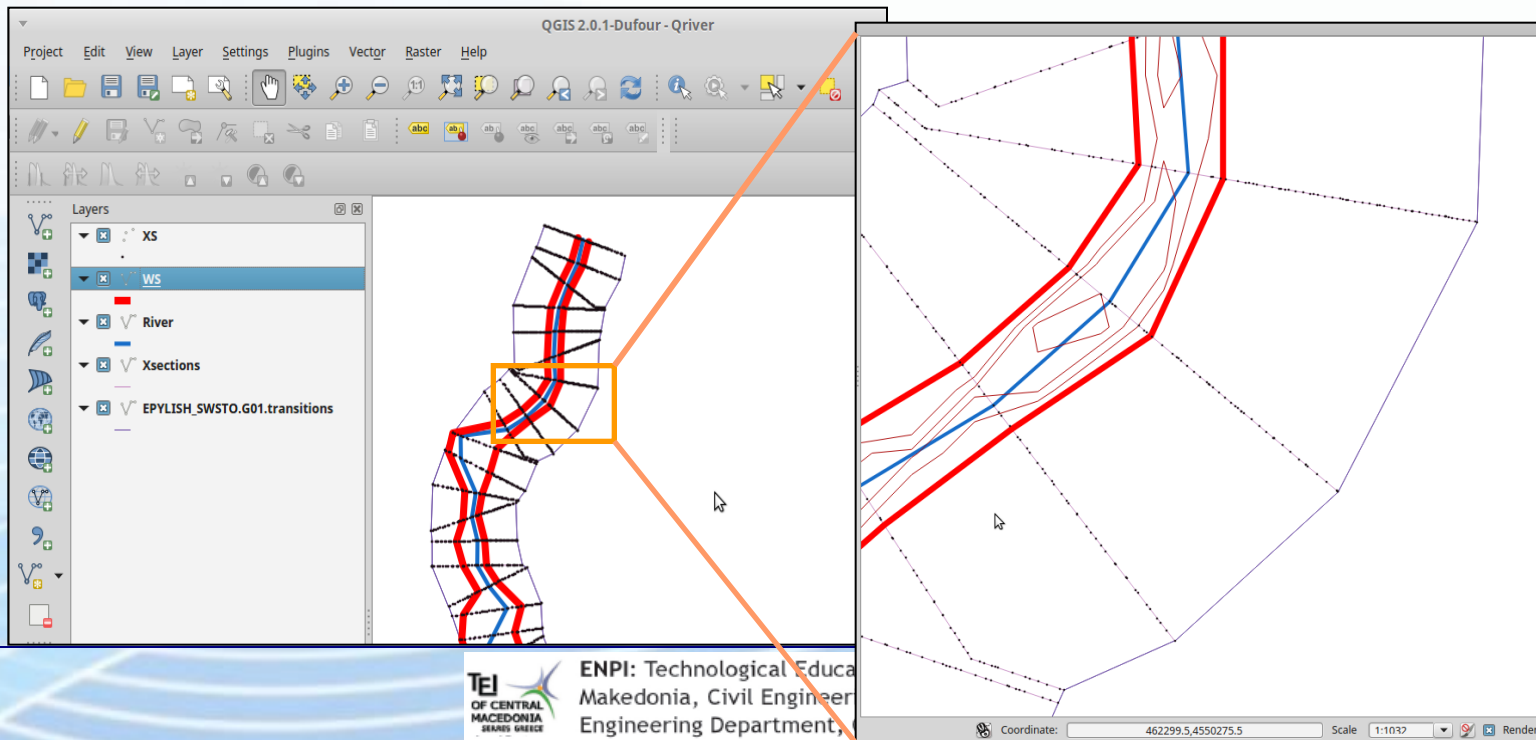

Common borders. Common solutions.

- **RAS Mapper**



Common borders. Common solutions.

Με αντιγραφή της εικόνας της πλημμυριζόμενης επιφάνειας, με εισαγωγή της και γεωαναφορά στο QGIS με σημεία ελέγχου τυπικά σημεία των διατομών, ψηφιοποιείται η γραμμή πλημμύρας και εισάγονται τα αποτελέσματα της υδραυλικής επίλυσης ως στοιχεία σε πίνακα ιδιοτήτων της κάθε διατομής.



Common borders. Common solutions.

Ευχαριστώ

Acknowledgments: The research was partially funded by the EU within the context of the Black Sea Basin Joint Operational Programme 2007-2013