



Ustálené nerovnoměrné proudění v korytech



Lifelong
Learning
Programme

II. Praktická aplikace

No. 12203-0904/KOSICE03

Steady gradually varied flow in channels//.

II. Practical application

Ing. Hana Uhmánová, CSc.,
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb
Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Institut of Water Structures

This project has been funded with support from the European Commission.

This presentation/publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Modelování proudění v otevřených korytech

Modeling Flow in Open Natural and Constructed Channels

1D matematický model - 1D mathematical model

- HEC-RAS *US Army Corps of Engineers, USA*
- HYDROCHECK *Hydrosoft Veleslavín, Czech republic*
- MIKE 11 *DHI Group, Denmark*

2D matematický model - 2D mathematical model

- InfoWorks ICM *Innovyze, USA*
- FESWMS *Finite Element Surface Water Modeling System - FHWA , USA*
- MIKE 21 *DHI Group, Denmark*

3D matematický model - 3D mathematical model

- MIKE 3 *DHI Group, Denmark*
- CFD *Computational Fluid Dynamics, USA*

1D mathematical model HEC-RAS

The program was developed by: US Department of Defense, Army Corps of Engineers

- ❑ **HEC** – Hydrologic Engineering Center
- ❑ **RAS** – River Analysis System

<http://www.hec.usace.army.mil/>

HEC-RAS $\Rightarrow$ Download $\Rightarrow$ HEC-RAS 4.1

Freeware including complete documentation:

- HEC-RAS User's Manual
- HEC-RAS Hydraulic Reference Manual
- HEC-RAS Applications Guide
- Example Project

US Army Corps of Engineers

HEC-RAS

Home About HEC Newsletter Software Publications Training Visitors Links Contact Us

HEC-RAS 4.1.0

Project: Coyote Valley Dam Failure Study
River: Russian
Reach: Dam/Ocean
River Sta: 12419.25BR U

HEC-RAS

- Features
- What's New
- Download
- Documentation
- Known Issues
- Bug Report
- Suggestions
- Demo
- Sponsors
- Collaborators

HEC-GeoRAS

- Downloads
- Known Issues

Vista Compatibility Support Policy

Using existing transition lines
Creating interpolation surfaces... Done 4.1
Processing Floodplain: Max W/S
Depth Grid and Boundary... Done 2.3
Creating color ramp layer: Max W/S Depth

General Philosophy of the Modeling System

HEC–RAS obsahuje čtyři moduly :

- Proudění ustálené. 
- Proudění neustálené. 
- Transport sedimentů. 
- Kvalitu a jakost vody. 

- Presentace je zaměřena především na získání **základního přehledu** používání programu HEC-RAS na běžné úlohy.
- Presentace je zaměřena na aplikaci ustáleného proudění.

HEC – RAS contains four components:

- **Steady flow** water surface profile computation.
- **Unsteady flow** simulation.
- Movable boundary **sediment transport** computations.
- **Water quality** analysis.

- The presentation is focused on obtaining a **general overview** of using the program HEC-RAS for common tasks.
- The presentation focuses on the application of steady flow.

Ustálené proudění - Steady Flow

- výpočet průběhu hladiny v profilech říční sítě nebo dílčích úsecích toků
 - calculating water surface profile of full network of channels, or a single river reach
- řeší proudění říční, bystřinné, jejich kombinace,
 - modeling subcritical, supercritical, and mixed water flow regime
- řeší proudění přes objekty: propustek, most, jez
 - modeling flow over objects: bridges, culverts, weirs, and structures
- výpočet průběhu hladin je založen na metodě „po úsecích“, vychází z Bernoulliho rovnice
 - computation procedure is based on the solution of energy equation
- rovnice hybnosti: přechod proudění bystřinné - říční, proudění pod mostem, soutok.
 - momentum equation is utilized in situations where the water surface profile is rapidly varied. These situations include mixed flow regime calculations (hydraulic jumps), hydraulics of bridges, stream junctions.

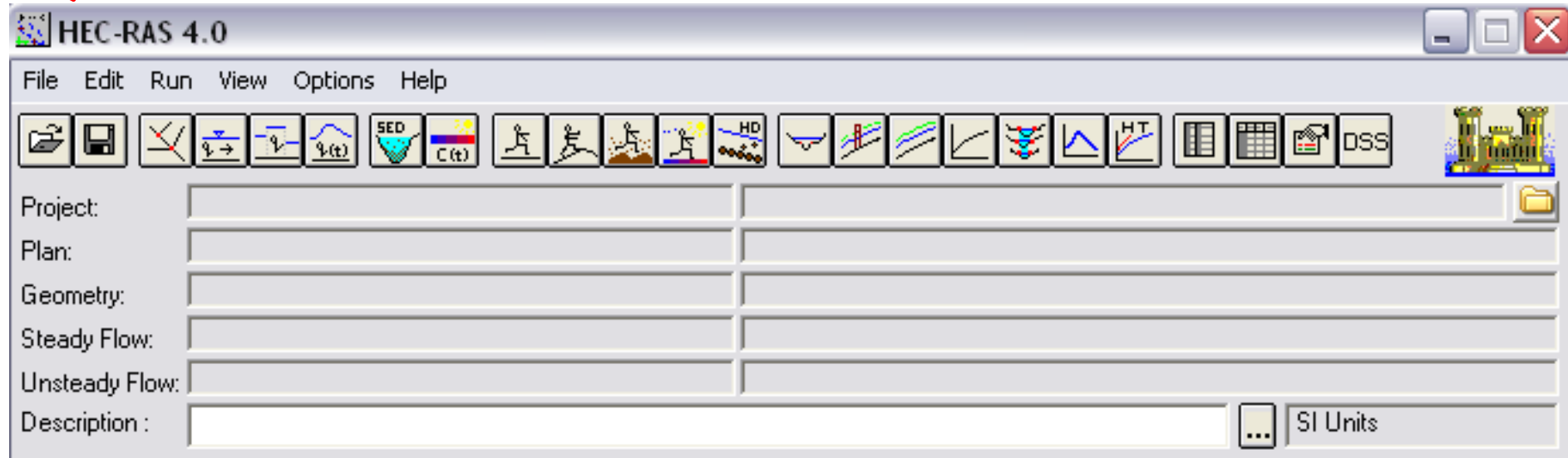
Pozn.: následující představení programu je zaměřeno na základní strukturu a základní popis činností.

Spuštění programu

ikonou na ploše

Starting HEC – RAS

double-click on the HEC-RAS shortcut on the desktop



základní okno programu HEC-RAS

HEC-RAS Main Window

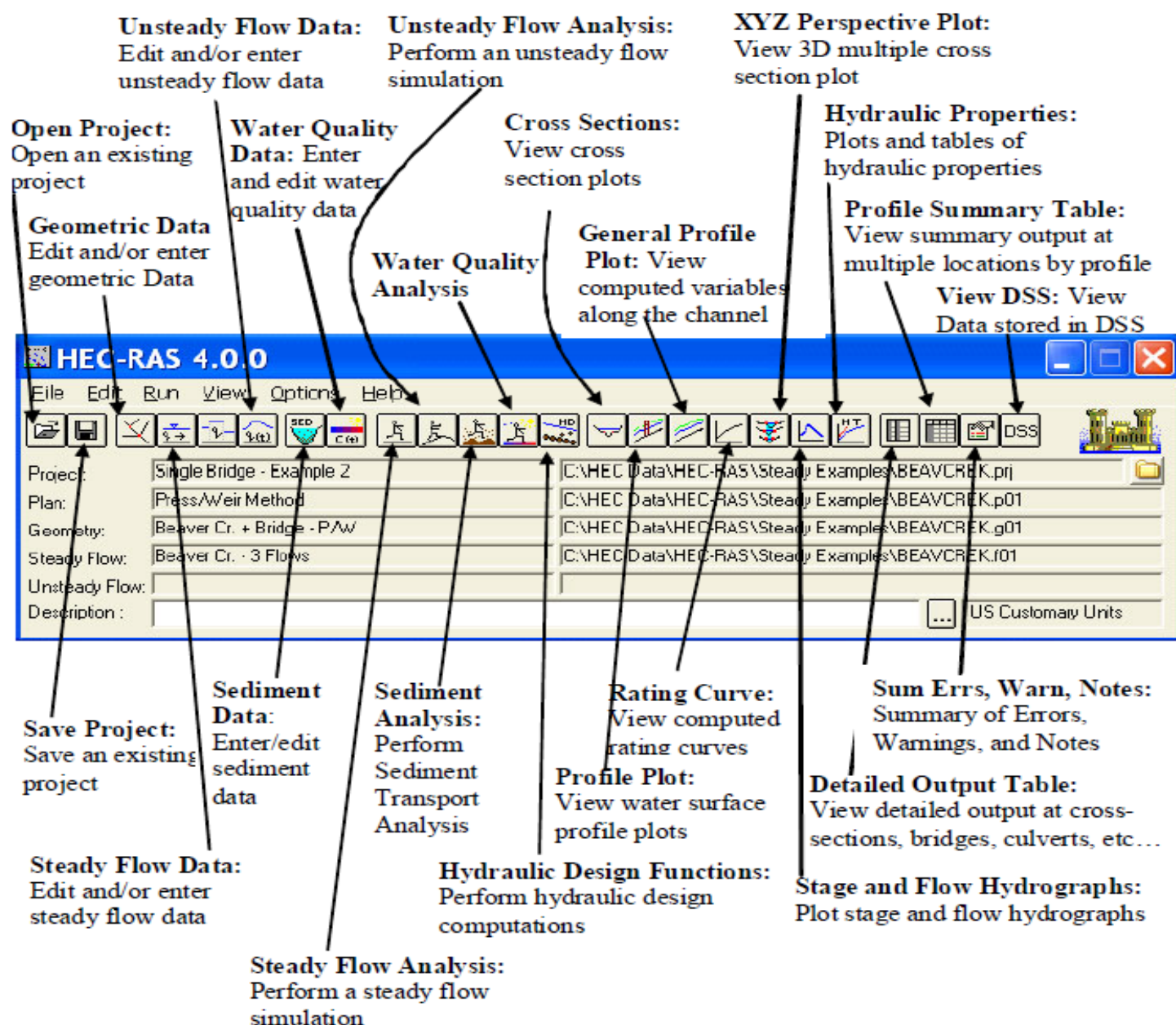
Ovládání programu:

- Menu z prvního řádku
- pomocí ikon na řádku druhém

Work with program:

Menu Bar – top of main window
Button Bar.

HEC – RAS Main Window Button Bar – CHAPTER 3 - HEC-RAS User's Manual

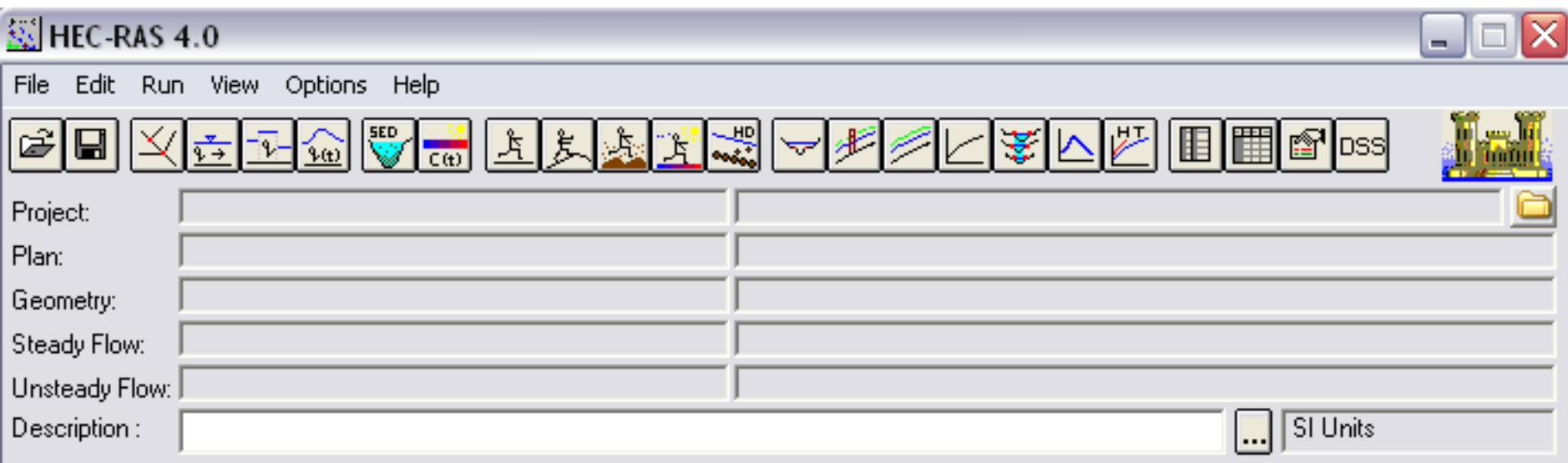


Soubory projektu:

In **HEC-RAS** terminology, a **Project** is a set of data files associated with a particular river systém. The modelar can perform any or all of the various types of analyses. The **basic data** files for a project are categorized as follows:

- name.**prj** - *pro projekt - project*
- name. **p**01 až **p**99 - *pro každý plán – plan data*
- name. **g**01 až **g**99 - *pro každou variantu geometrických dat – geometric data*
- name. **f**01 až **f**99 - *pro každou variantu okrajových podmínek – steady flow data*
- name. **o**01 až **o**99 - *výsledkový soubor pro každý plán - result file for each plan*

Základní okno programu HEC-RAS - Main Window



Příkazy v Menu na prvním řádku zahrnují:

Menu Bar – top of Main Window - with the following options:

File

- New Project - *otevření nového projektu*
- Open Project - *otevření existujícího projektu*
- Save Project - *uložení projektu*
- Save Project As - *uložení projektu pod jiným názvem*
- Rename Project - *přejmenování projektu*
- Delete project - *smazání projektu*
- Project Summary - *souhrnné informace o projektu*
- další popis příkazů najdete - [further description of commands, see](#)



CHAPTER 3 - HEC-RAS User's Manual

Edit – zadávání - entering data

- Geometric Data - *všech geometrických dat*
- Steady Flow Data - *okrajové podmínky pro řešení ustáleného proudění
boundary conditions for solving*
- Quasi Unsteady Flow - *dat pro quasi - neustálené proudění, na jehož základě
pracuje modul Sediment Data*
- Unsteady Flow Data - *okrajové podmínky pro řešení neustáleného proudění
boundary conditions for solving*
- Sediment Data - *dat potřebných pro řešení transportu sedimentů*
- Water Quality Data - *dat potřebných pro řešení kvality vody*

Příkazem „**Geometric Data**“ se vytváří soubory geometrických dat:
command “Geometric Data”



Edit ⇒ Geometric Data

umožňuje otevřít editor geometrických dat a vytvoření souboru geometrických dat

name.g01

Soubor obsahuje základní informace typu - The file contains basic information such as:

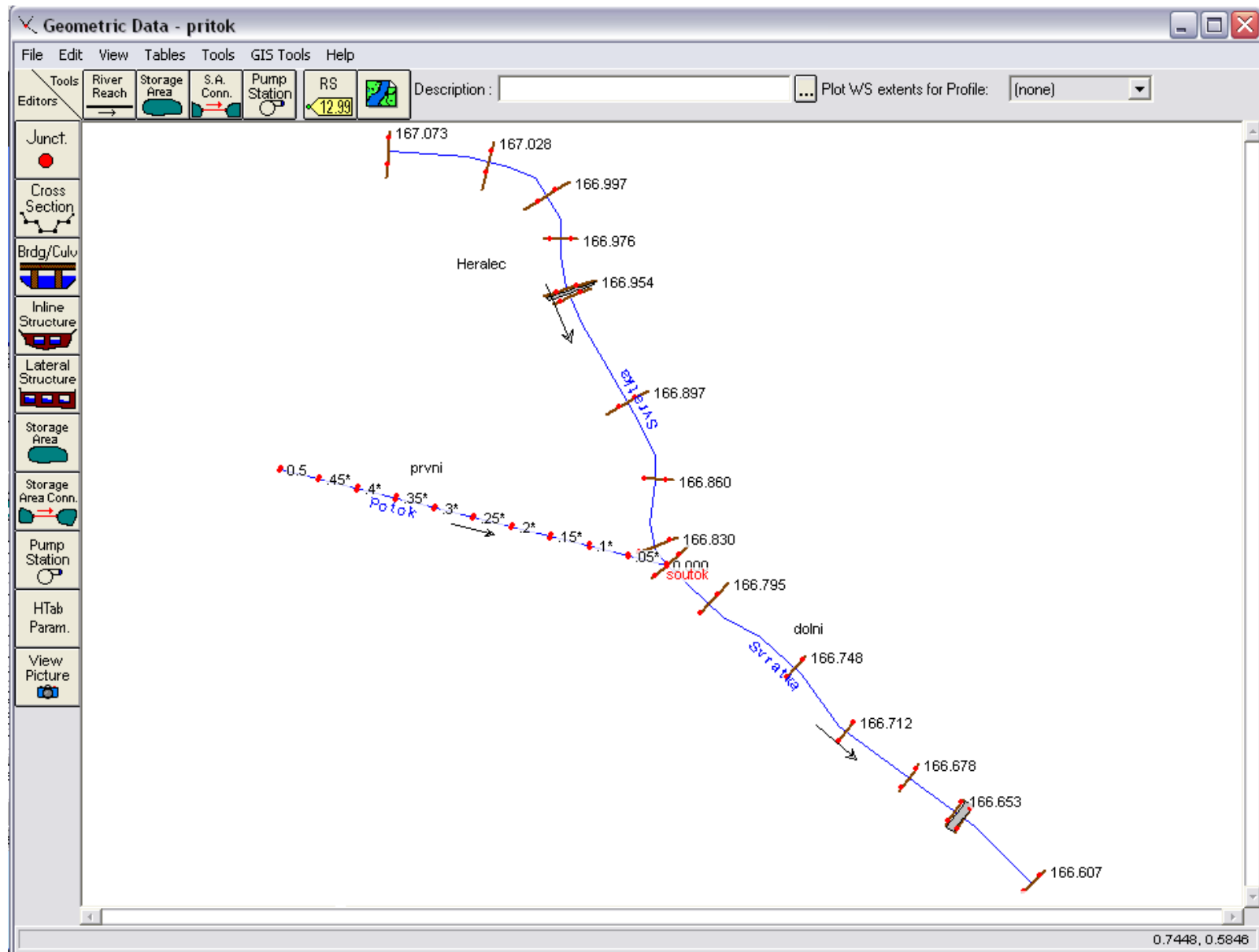
Základní - Basic

- schematizace říční sítě – river system schematic,
- data o příčných profilech – cross-section and hydraulic structure data,
- data objektů – object data (bridge, weir, culvert,...).

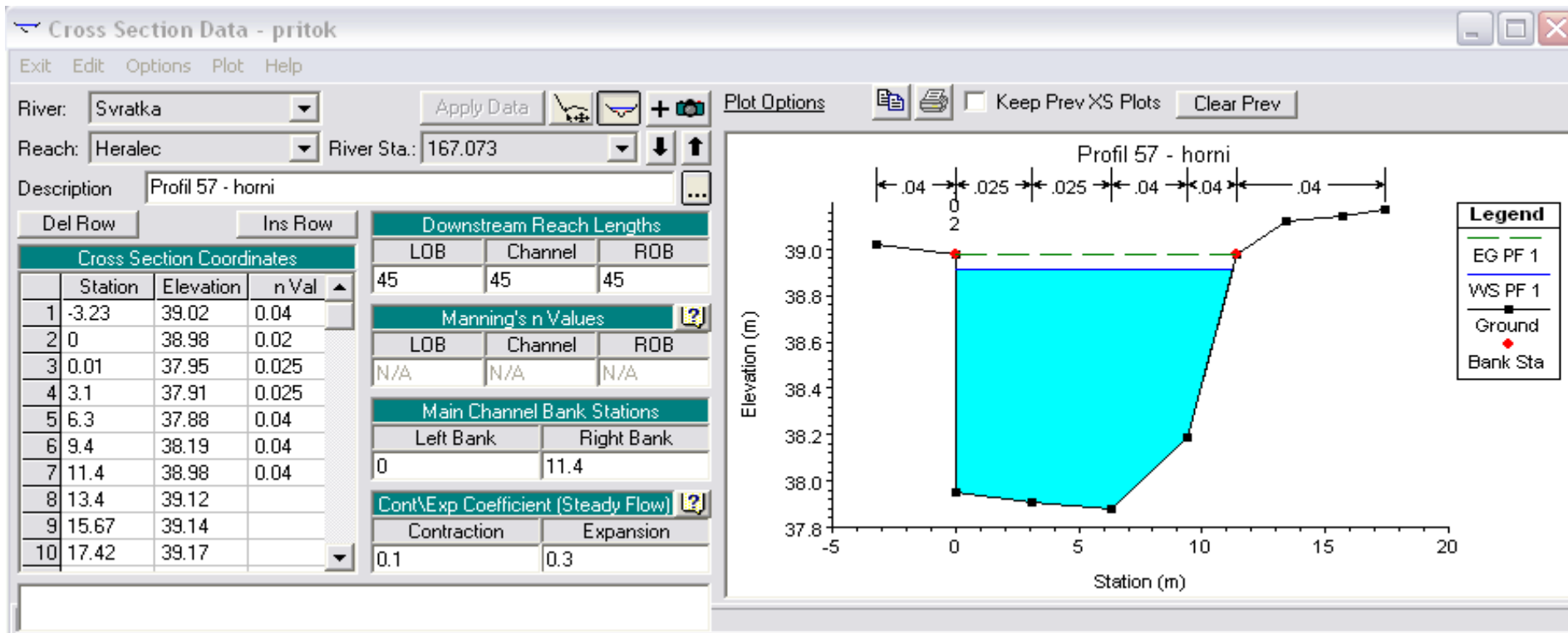
Další funkce např. – Other features such as :

- průtokově neefektivní plochy – ineffective areas,
- změna drsnostních součinitelů v závislosti na vodním stavu,
- modelování ledové pokrývky či ledových nápěchů – river ice,
- výmoly u mostních pilířů – scour at bridges
- Interpolování příčných profilů – cross-section interpolation,
-

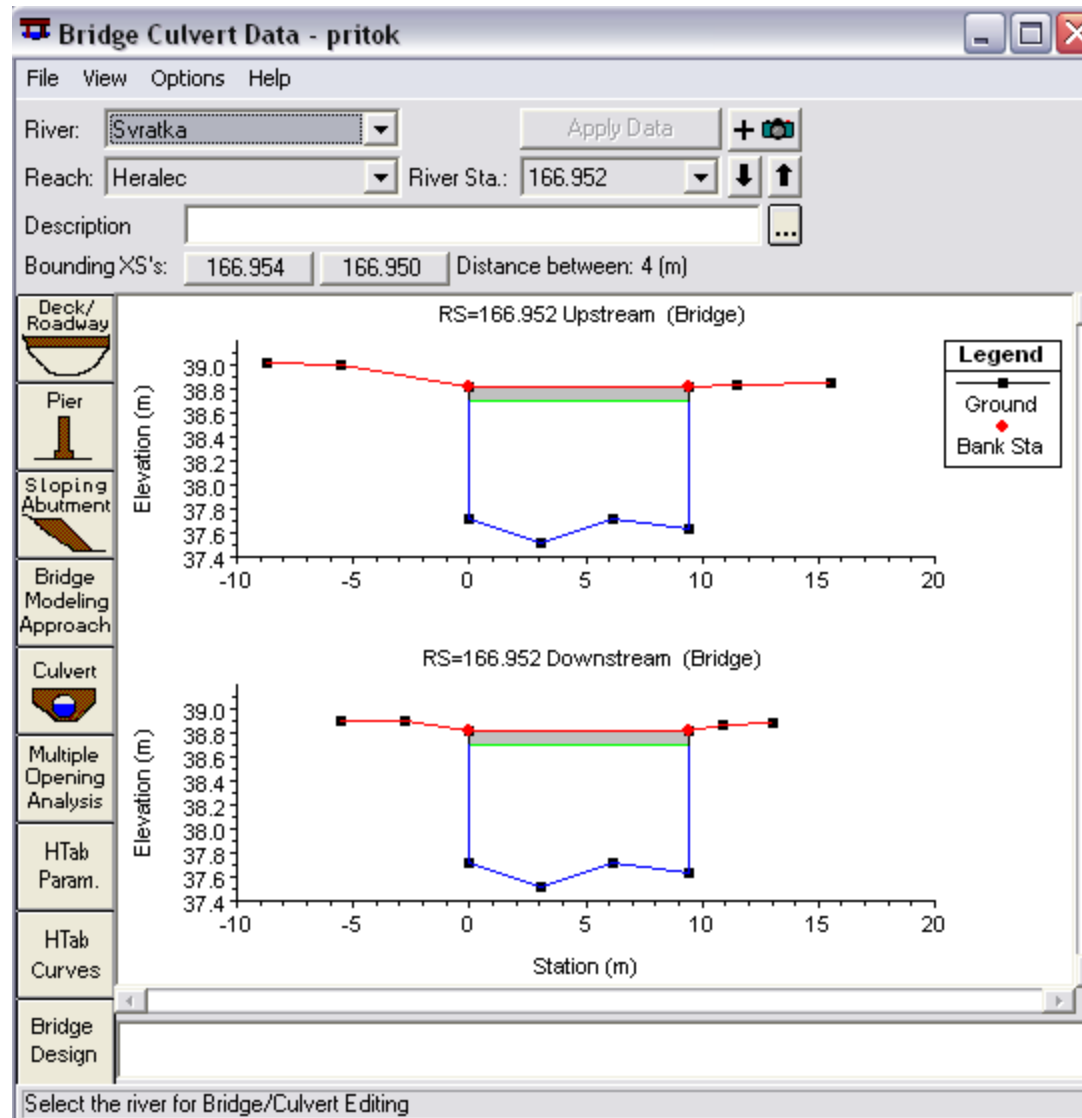
Schematické vykreslení trasy - River System Schematic



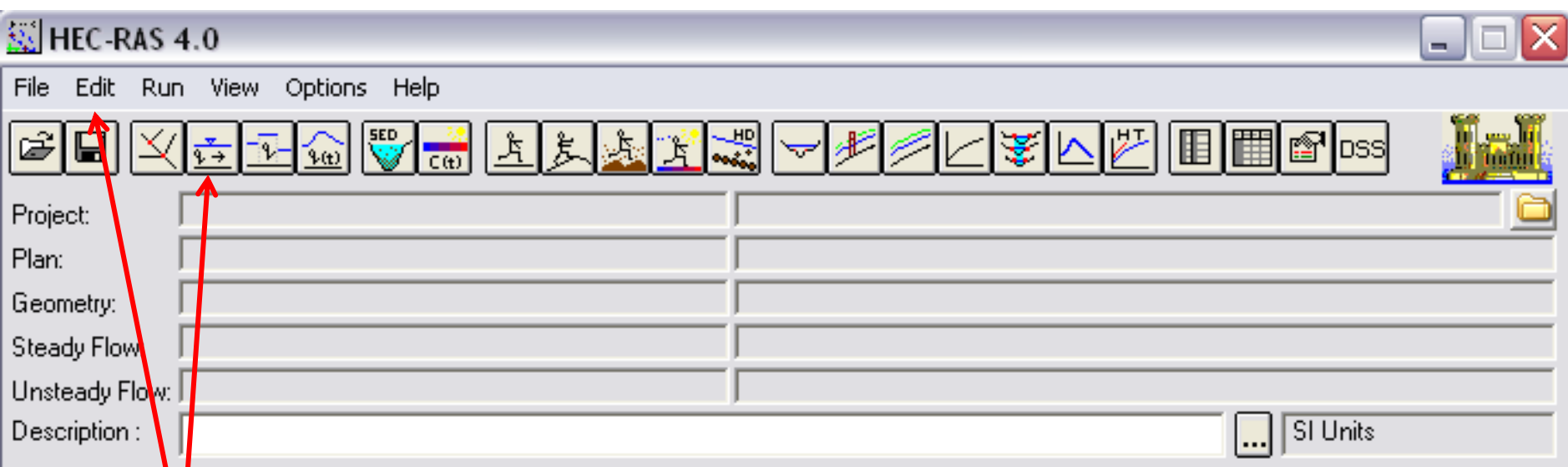
Zadávání příčných profilů – Cross Section Data



Zadávání objektů – např. lávky – Bridge Culvert Data



Základní okno programu HEC-RAS - **Main Window**



Zadání okrajových podmínek - *Boundary Conditions for solving*

Příkaz v Menu na prvním řádku - **Menu Bar – top of Main Window:**

Edit ⇒ Steady Flow Data

umožňuje otevřít editor okrajových podmínek a vytvoření souboru

name.f01

Soubor umožňuje zadání okrajových podmínek dle typu řešeného proudění :

The file allows specification of boundary conditions solved according to the type of flow

- do dolního profilu (*proudění říční*) – *downstream cross-section* (subcritical flow)
- do horního profilu (*proudění bystřinné*) - *upstream cross-section* (supercritical flow)
- do dolního i horního profilu (*mix – předpoklad kombinace*) - *downstream and upstream cross-section* (mixed water flow regime)

V rámci okna se zadává také typ okrajové podmínky – viz další obrázek

In the window we select the type of boundary conditions - see next picture

okno pro zadávání okrajových podmínek – **Steady Flow Data**

Steady Flow Data - Boundary Conditions

Steady Flow Data - bodový zdroj

File Options Help

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

Locations of Flow Data Changes

River: Add Multiple...

Reach: River Sta.: Add A Flow Change Location

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates
	River	Reach	RS	PF 1
1	Potok	prvni	0.5	1
2	Svratka	Heralec	167.073	11
3	Svratka	dolni	166.820	12
4	Svratka	dolni	166.678	12.5

Steady Flow Boundary Conditions

☒ Set boundary for all profiles
 ☐ Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

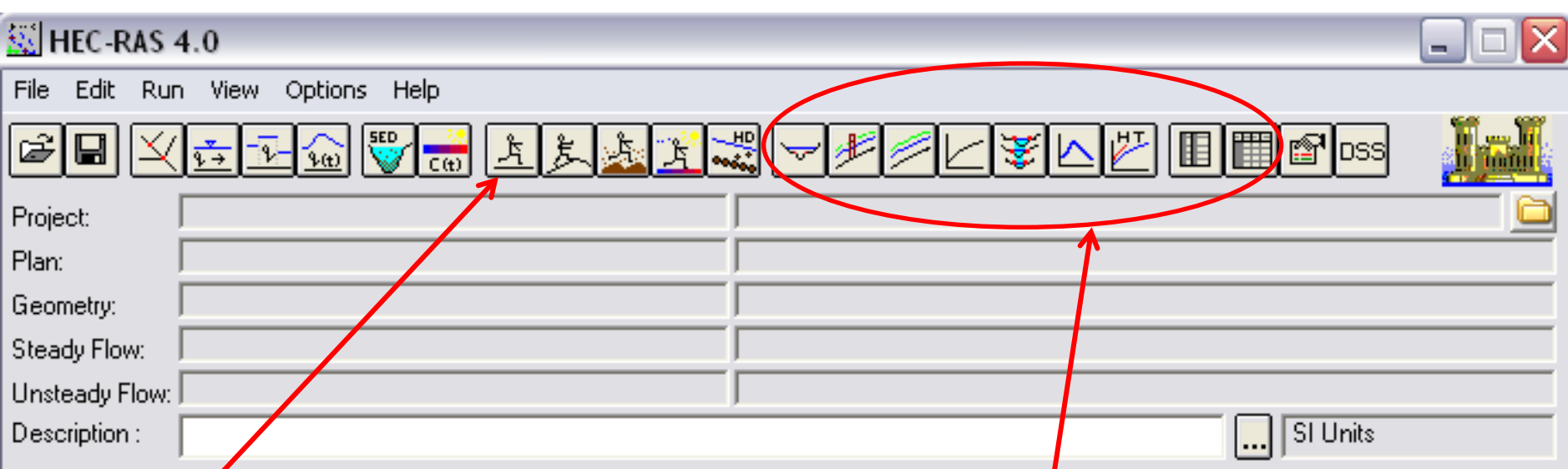
Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Potok	prvni	all		Junction=soutok
Svratka	Heralec	all		Junction=soutok
Svratka	dolni	all	Junction=soutok	Rating Curve

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ... OK Cancel Help

Enter to make the boundary for selected location a known water surface.

Základní okno programu HEC-RAS - Main Window



Spuštění výpočtu (Run), prohlížení výsledků výpočtu (View):

Performing the Hydraulic Computations (Run), Viewing Results (View):

Příkaz v Menu na prvním řádku - Menu Bar – top of Main Window:

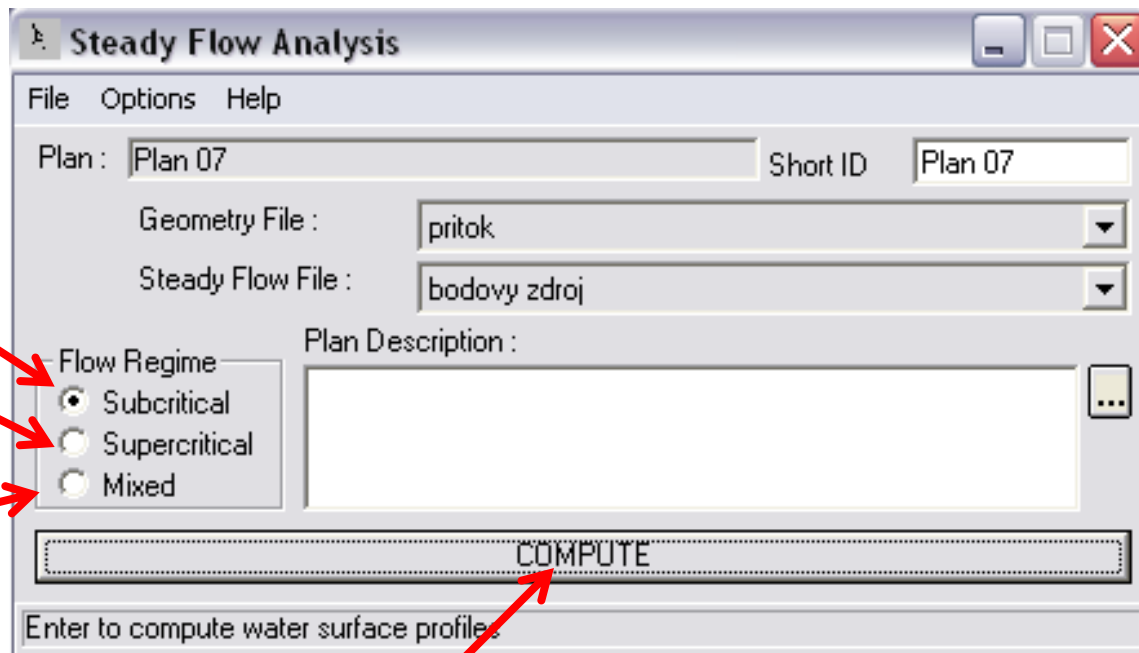
Run $\Rightarrow$ Steady Flow Analysis

spuštění výpočtu

„Steady Flow Analysis“ umožňuje např. - allows for example:

Volbu typu proudění - Specification the type of flow regime:

- Říční - Subcritical
- Bystřinné - Supercritical
- Mix - Mixed



Výpočet se spouští tlačítkem

View

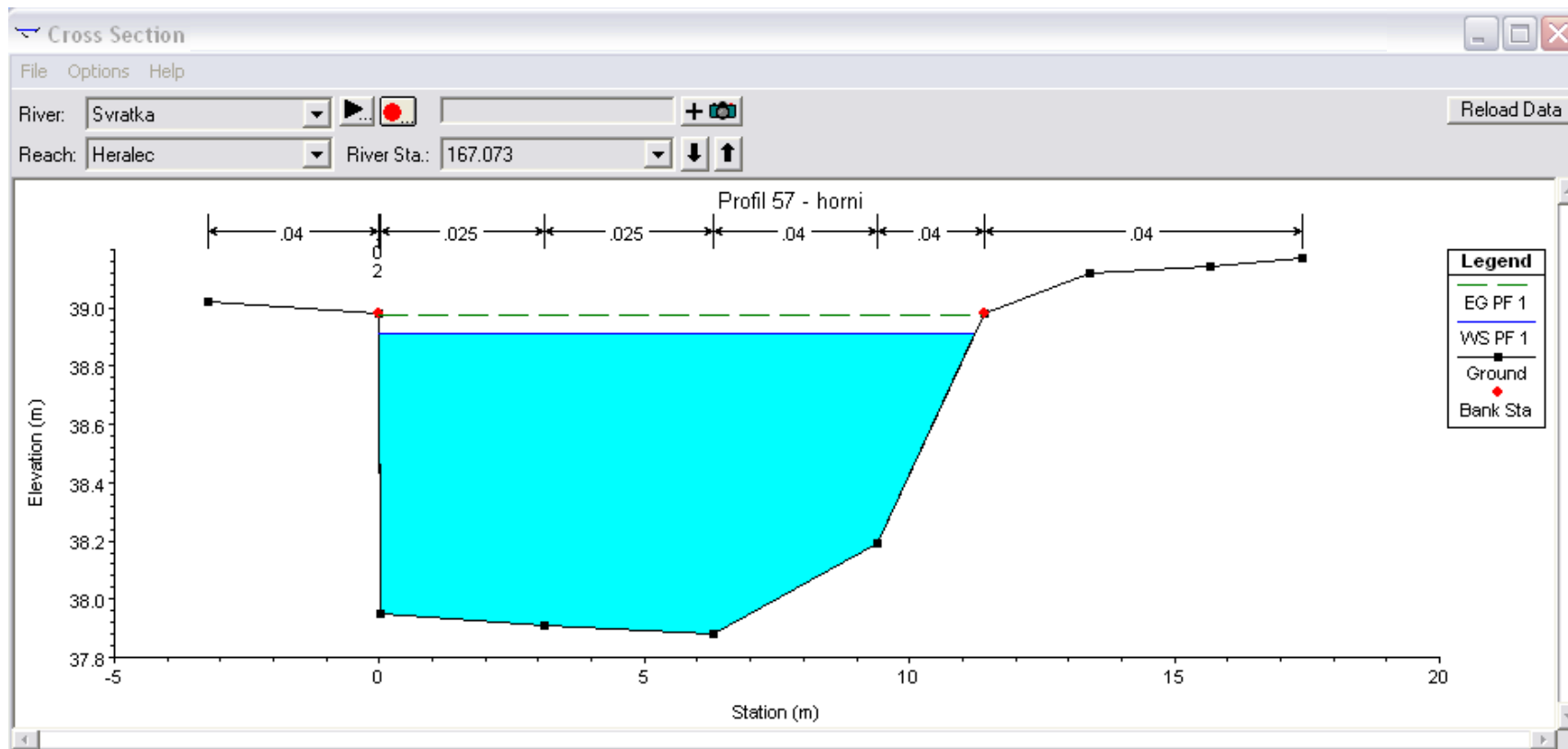
umožňuje prohlížení výsledků

- | | |
|-------------------------------------|--|
| • Cross Section | - <i>vykreslení příčných profilů</i> |
| • Water Surface Profiles | - <i>vykreslení podélného profilu</i> |
| • General Profile Plot | - <i>vykreslení zvolené veličiny</i> |
| • Rating Curves | - <i>měrná křivka profilu</i> |
| • X-Y-Z Perspective Plot | - <i>prostorové vykreslení koryta</i> |
| • Stage and Flow Hydrographs | - <i>vykreslení hydrogramu</i> |
| • Hydraulic Property Plots | - <i>výsledkové tabulky hydr. veličin</i> |
| • Detailed Output Tables | - <i>výsledkové tabulky řešeného profilu</i> |
| • Profile Table | - <i>výsledkové tabulky řešeného úseku</i> |
| • Summary Err, Warn, Notes | - <i>zprávy o výpočtu a chybách</i> |
| • DSS Data | - <i>DSS data</i> |

•

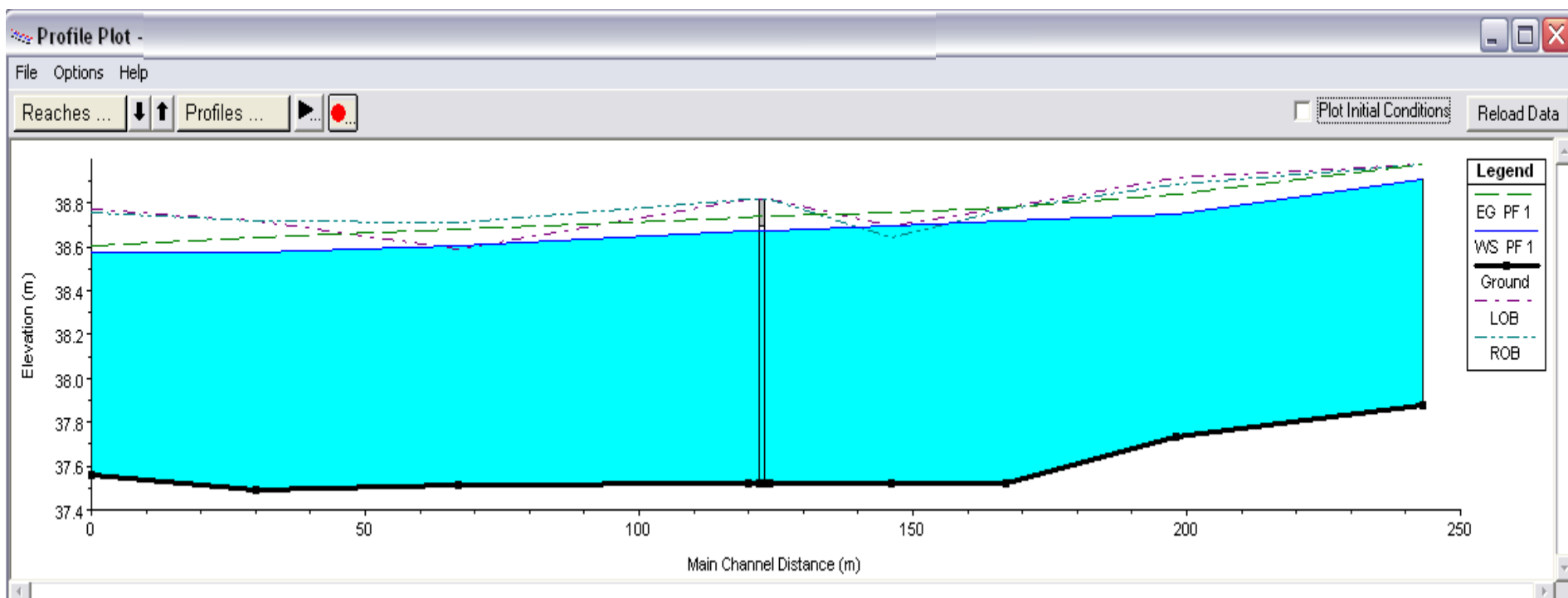
Příklad řešeného příčného profilu

Example of Cross Section



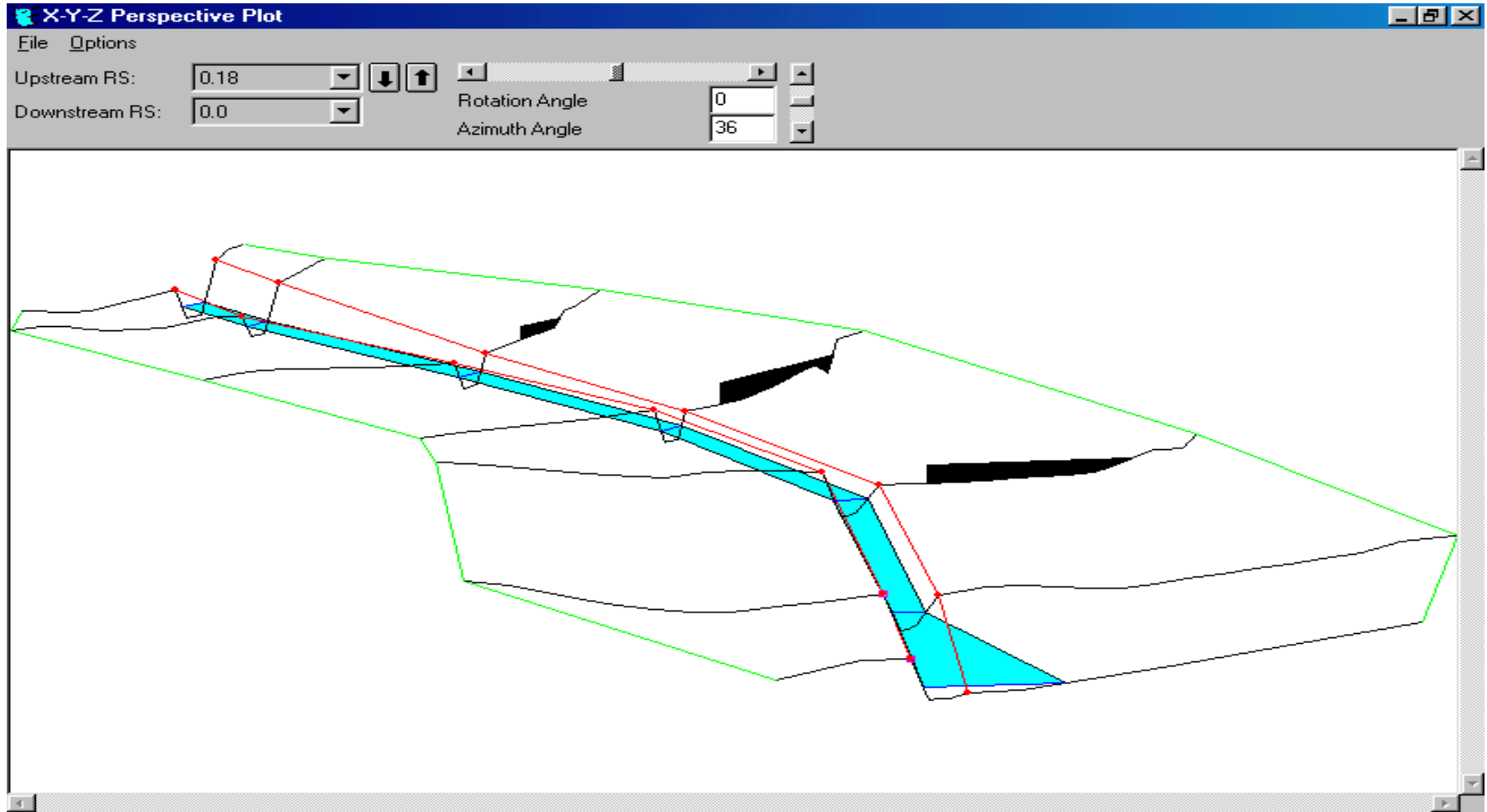
Příklad řešeného podélného profilu

Example of Profile Plot



X-Y-Z prostorové vykreslení situace

Example of X-Y-Z Perspective Plot



Example of Cross Section Layout

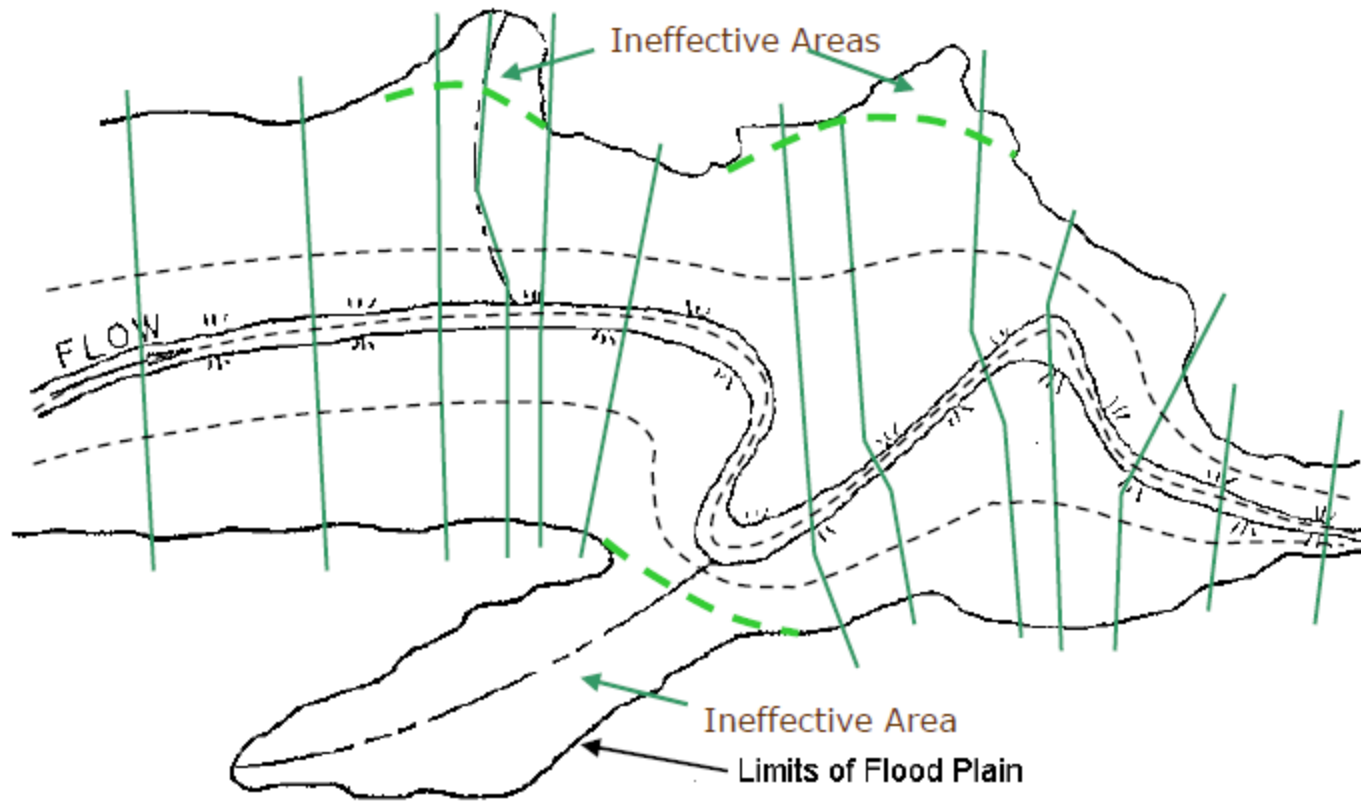
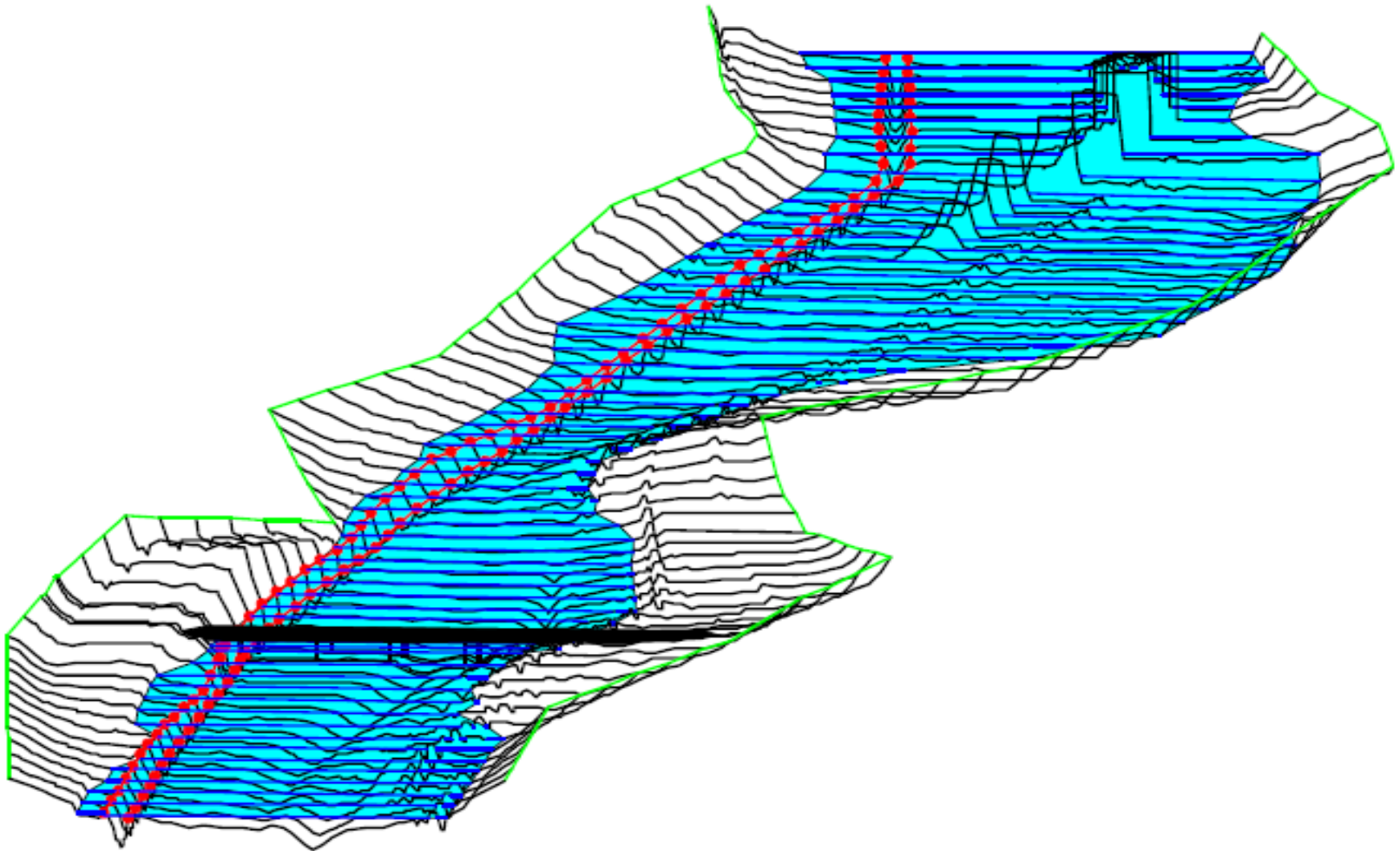


Figure 3-4 Example Cross Section Layout

Example of X-Y-Z Perspective Plot



Hydraulic Reference Manual

Příklad výstupní tabulky

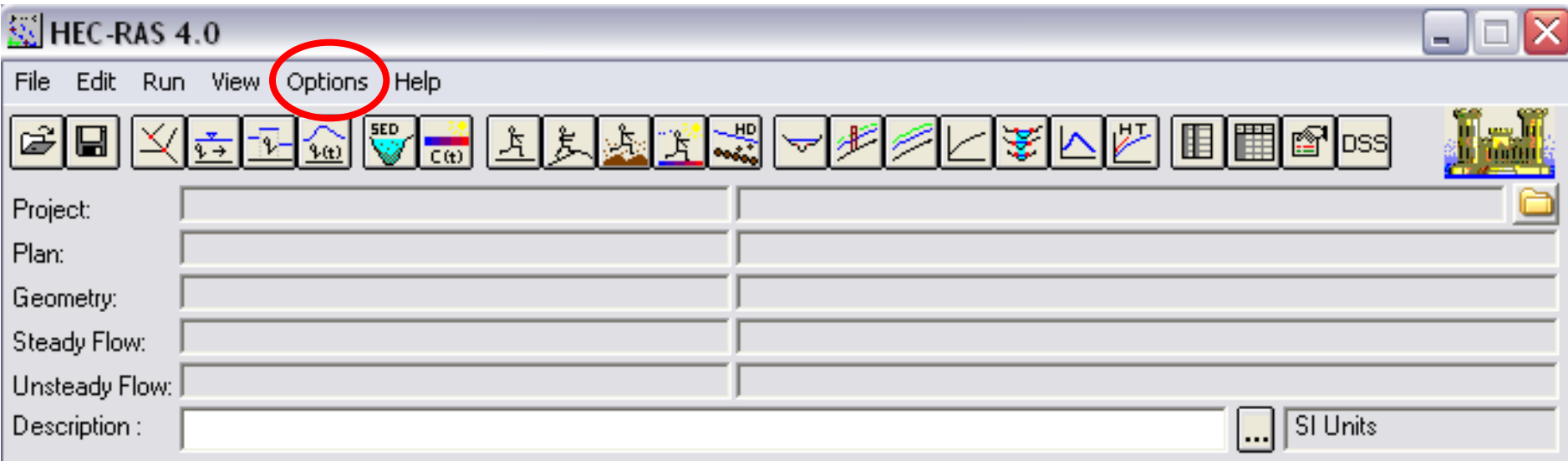
Example of Profile Output Table

Profile Output Table - Standard Table 1											
HEC-RAS Plan: Plan 07 Profile: PF 1											Reload Data
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
Heralec	167.073	11.00	37.88	38.91		38.98	0.001756	1.14	9.66	11.23	0.39
Heralec	167.028	11.00	37.73	38.75		38.84	0.006384	1.34	8.22	9.41	0.46
Heralec	166.997	11.00	37.52	38.72		38.78	0.000729	1.05	10.45	9.41	0.32
Heralec	166.976	11.00	37.52	38.70		38.76	0.000857	1.11	9.97	10.56	0.34
Heralec	166.954	11.00	37.52	38.68	38.16	38.74	0.000922	1.13	9.73	9.41	0.35
Heralec	166.952	Bridge									
Heralec	166.950	11.00	37.52	38.67		38.74	0.000935	1.14	9.69	9.41	0.36
Heralec	166.897	11.00	37.51	38.60		38.68	0.001126	1.24	8.88	9.63	0.39
Heralec	166.860	11.00	37.49	38.57		38.64	0.000930	1.14	9.69	9.41	0.36
Heralec	166.830	11.00	37.56	38.57		38.61	0.000554	0.84	13.14	14.31	0.28
dolni	166.820	12.00	37.56	38.56		38.60	0.000694	0.93	12.93	14.31	0.31
dolni	166.795	12.00	37.50	38.50		38.58	0.001182	1.21	9.89	10.81	0.40
dolni	166.748	12.00	37.35	38.45		38.52	0.001107	1.19	10.10	10.41	0.38
dolni	166.712	12.00	37.29	38.39		38.48	0.001361	1.28	9.40	10.41	0.43
dolni	166.678	12.50	37.28	38.35		38.43	0.001256	1.27	9.86	10.21	0.41
dolni	166.653	12.50	37.36	38.24	38.03	38.38	0.003026	1.66	7.54	10.20	0.62
dolni	166.652	Bridge									
dolni	166.648	12.50	37.33	38.21		38.34	0.002453	1.56	8.02	10.20	0.56
dolni	166.607	12.50	37.16	38.13	37.84	38.24	0.002090	1.50	8.31	10.00	0.53

Total flow in cross section.

Options

- Program Setup
 - *nastavení některých funkcí programu*
- Default Parameters
 - *nastavení standardních hodnot*
- **Unit System**
 - ***nastavení uživatelských jednotek***
- Convert Project
 - *převod mezi jednotkami*



Literatura, zdroje:

- JANDORA, Jan., UHMANNOVÁ, Hana. Proudění v systémech říčních koryt. Brno. VUT FAST Brno, 2006. 119 s.
- HEC-RAS User's Manual. US Army Corps of Engineers, Davis CA, 2008.
- HEC-RAS Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of Engineers, Davis CA, 2008.
- HEC-RAS Applications Guide. US Army Corps of Engineers, Davis CA, 2008.
- Example Project. US Army Corps of Engineers, Davis CA, 2008.
- <http://vst.fce.vutbr.cz/projekty/frvs/26292011-2/>

Děkuji za pozornost

Thank you for your attention