



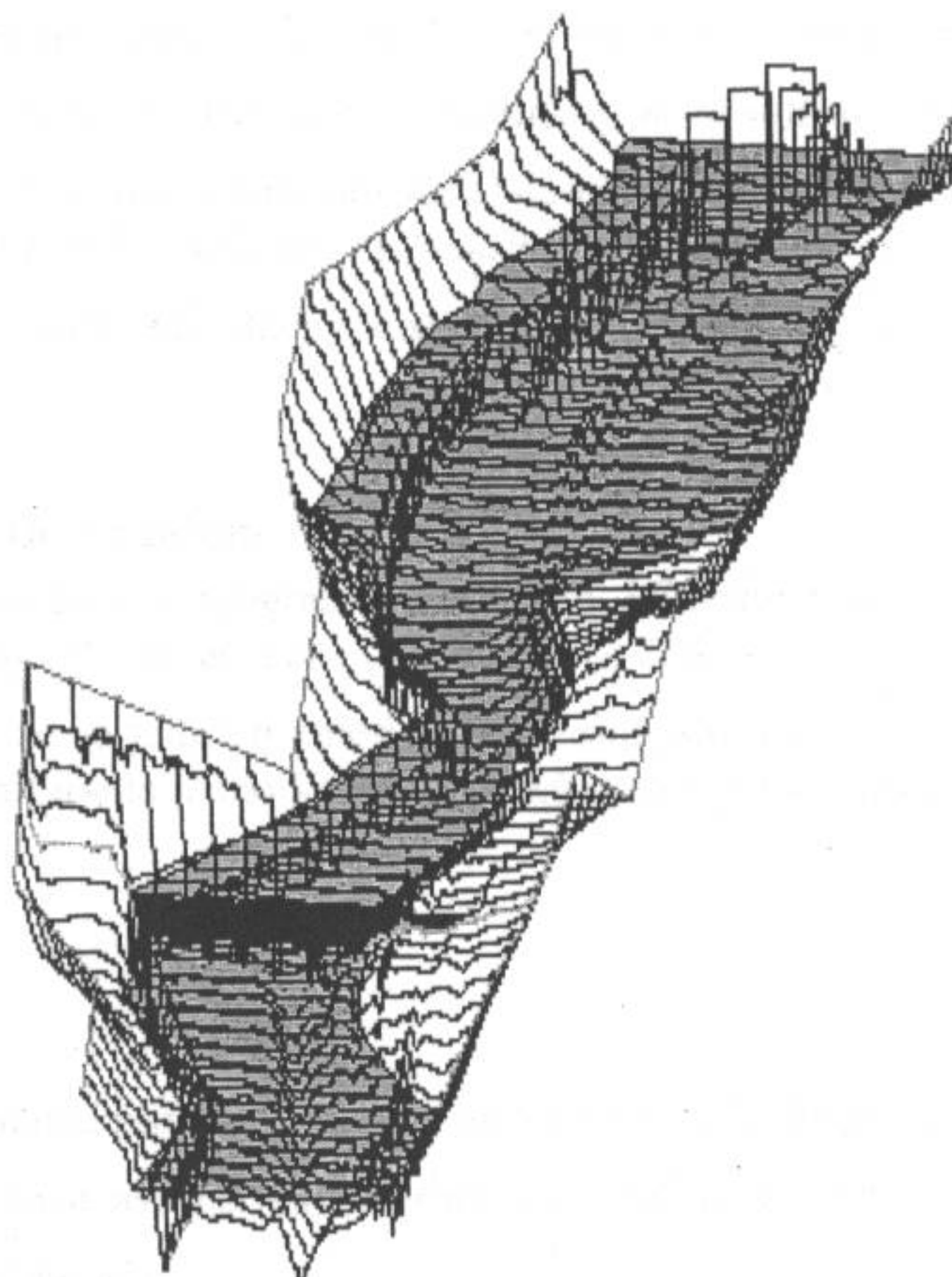
US Army Corps
of Engineers
Hydrologic Engineering Center



K 141 - Katedra hydrauliky
a hydrologie

HEC-RAS

River Analysis System



**STRUČNÝ MANUÁL
PROGRAMU**

STRUČNÝ MANUÁL PROGRAMU HEC-RAS

1 Základní informace

1.1 Instalace programu

Verze programu 2.0 je určena pro Windows 3.1, Windows 95 a Windows NT 3.51 a vyšší

Verze programu 2.1 je určena pouze pro Windows 95 a Windows NT 3.51 a vyšší

1.2 Instalační programy

Instalační programy pro program *HEC-RAS* jsou volně dostupné na internetu na adrese :

http://www.wrc-hec.usace.army.mil/software/software_distrib/hec-ras

K dispozici je jednak verze určená pro instalaci přímo z počítače (nebo pro CD) a dále verze určená pro instalaci z disket (celkem 5 instalačních disket).

Průběh instalace je velmi jednoduchý, instalace se spouští příkazem *SETUP*.

1.3 Varování a doporučení

Podmínkou správné funkce programu je v rámci *Místního nastavení* v Ovládacích panelech zvolit jako desetinný oddělovač *tečku* (standardně je čárka).

Vzhledem k tomu, že se jedná o americký program jsou jako standardní nastaveny anglické. Proto je třeba změnit trvale jednotky na metrický systém SI (*Základní Menu* ⇒ *Option* ⇒ *Unit system*).

1.4 Manuály

Obdobně jako instalační programy jsou na internetu volně k dispozici manuály na adrese :

http://www.wrc-hec.usace.army.mil/publications/pubs_distrib/hec-ras

Jedná se o 3 samostatné díly

User's Manual

Hydraulic Reference Manual

Applications Guide

uživatelský manuál

prezentace použitých teoretických postupů

dokumentace vzorových řešení

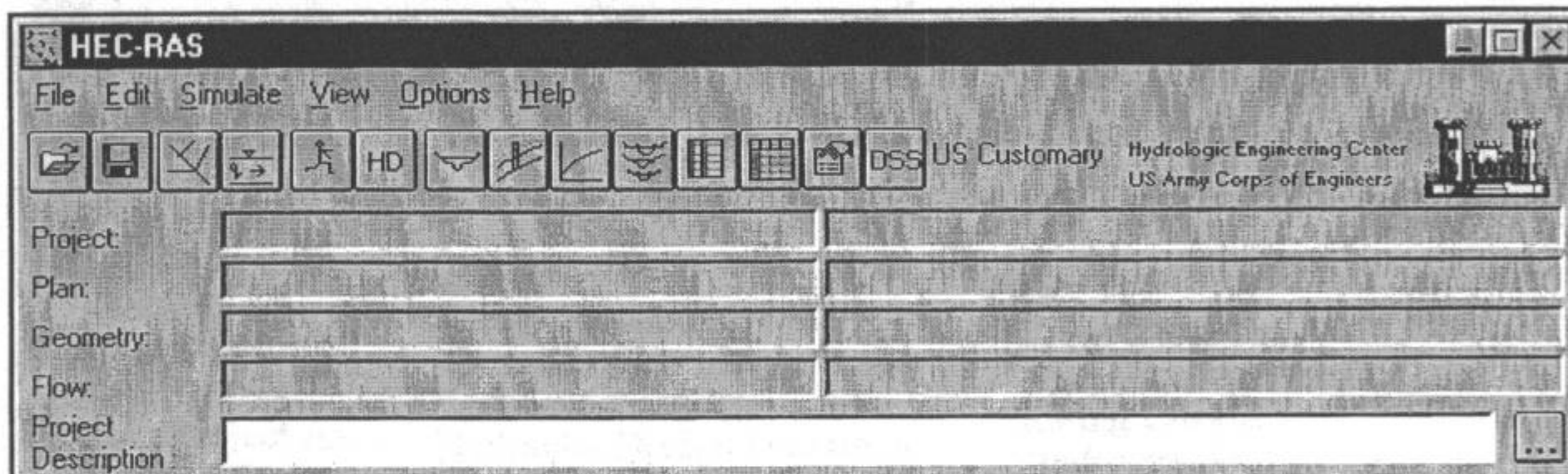
2 Základní práce s programem

Pro snadné spuštění programu je v rámci instalace automaticky vytvořena ikona programu HEC-RAS :



Obr.1. Ikona programu

Po spuštění programu se objeví základní okno :



Obr.2. Základní okno

Ovládání programu je velmi jednoduché s plným využitím všech výhod MS Windows, a to jak z Menu z prvního řádku nebo pomocí ikon na řádku druhém.

2.1 Ovládání programu z Menu na prvním řádku

Edit
 Geometric Data...
 Steady Flow Data...
 Unsteady Flow Data...
 Sediment Data...

Options
 Program Setup
 Default Parameters
 Unit System...
 Convert Project Units...

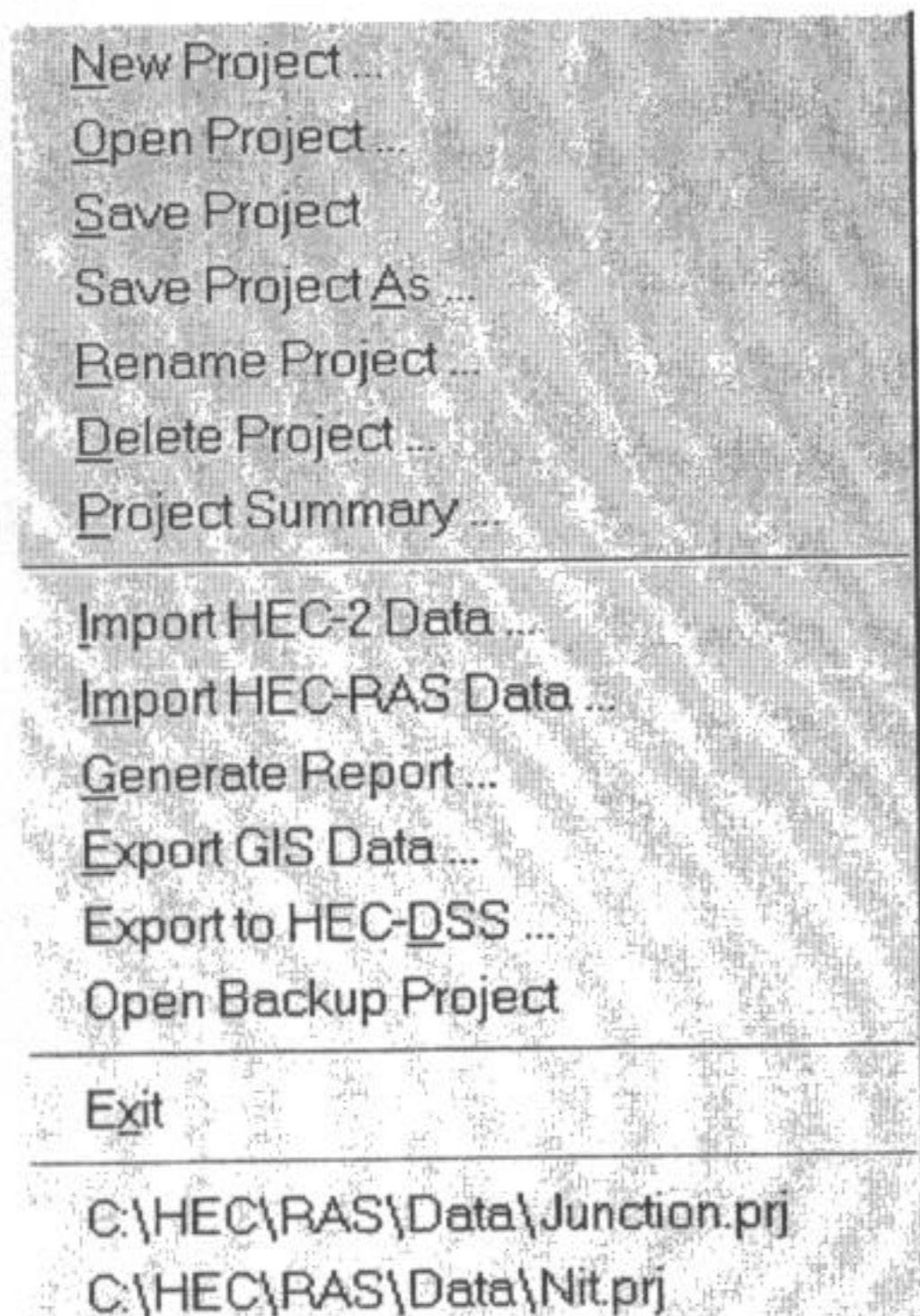
Help
 Contents
 Using HEC-RAS Help
 About HEC-RAS

File
 New Project...
 Open Project...
 Save Project
 Save Project As...
 Rename Project...
 Delete Project...
 Import HEC-2 Data...
 Import HEC-RAS Data...
 Generate Report...
 Export GIS Data...
 Open Backup Project
 Exit

Simulate
 Steady Flow Analysis...
 Unsteady Flow Analysis...
 Sediment Analysis...
 Hydraulic Design Functions...

View
 Cross Sections...
 Water Surface Profiles...
 Rating Curves...
 Hydrographs...
 X-Y-Z Perspective Plots...
 Cross Section Table...
 Profile Table...
 Summary Err, Warn, Notes...

Položka *File* umožňuje spustit tyto činnosti :

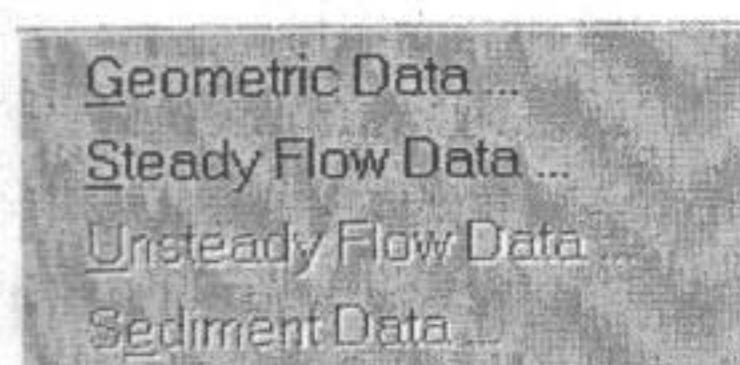


- *New Project* Otevření nového projektu
- *Open Project* Otevření existujícího projektu
- *Save Project* Nahrání projektu
- *Save Project As* Nahrání projektu pod jiným názvem
- *Rename Project* Přejmenování projektu
- *Delete Projekct* Smazání projektu
- *Import HEC-2 Data* Vložení dat ve formátu pro program HEC-2
- *Import HEC-RAS Data* Vložení dat ve formátu pro program HEC-RAS
- *Generate Report* Vytvoření zprávy

2.1. - Ovládání programu z Menu na prvním řádku

- *Export GIS Data* Vytvoření výstupních dat využitelných v GIS
- *Exit* Ukončení programu
- *c:\hec\ras\data\odra.prj* Nabídka naposledy řešených projektů
- *c:\hec\ras\data\labe.prj*

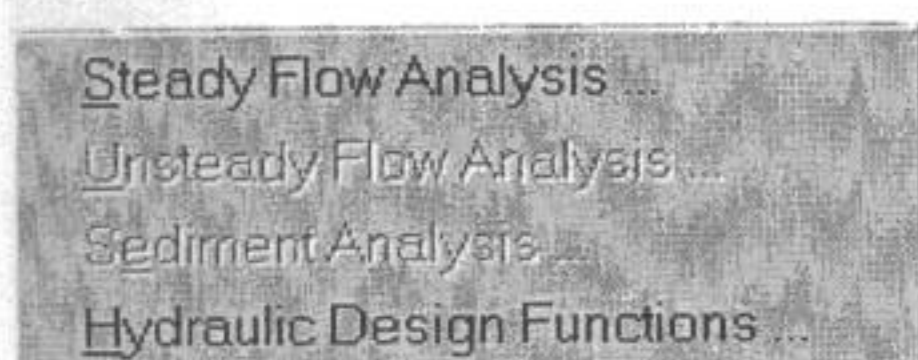
Položka *Edit* umožňuje spustit tyto činnosti :



- *Geometric Data* Zadávání všech geometrických dat
- *Steady Flow Data* Okrajové podmínky pro řešení nerovnoměrného proudění
- *Unsteady Flow Data* Okno aktivní při zakoupení modelu neustáleného proudění

- *Sediment Data* Okno aktivní při zakoupení modelu pohybu splavenin

Položka *Simulate* umožňuje spustit tyto činnosti :

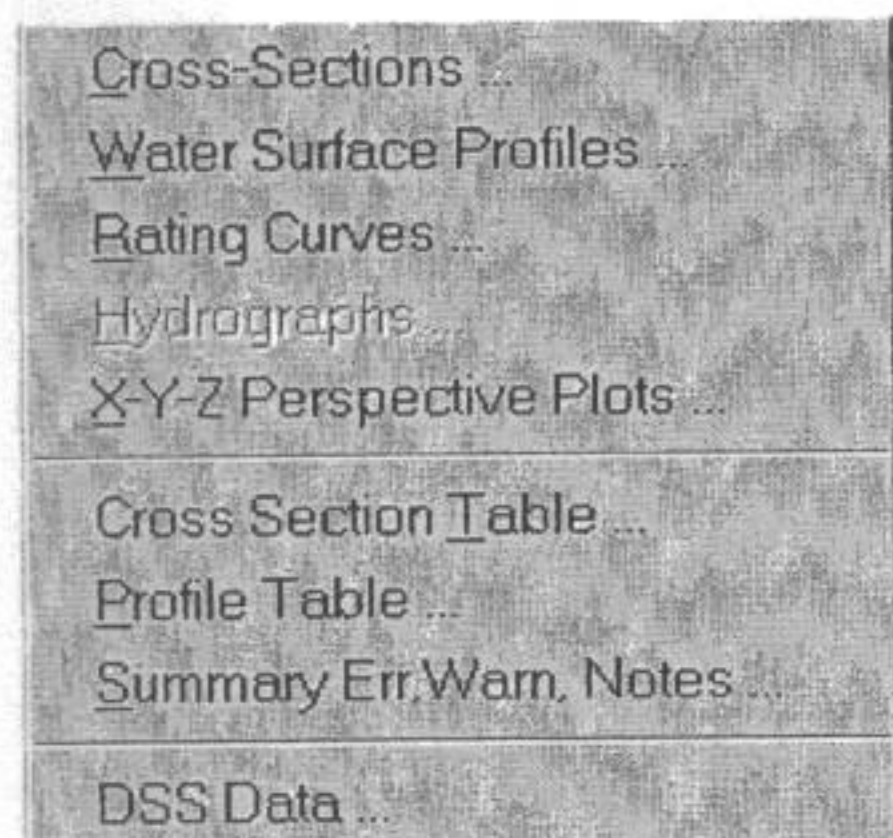


- *Steady Flow Analysis* Spuštění výpočtu nerovnoměrného proudění
- *Unsteady Flow Analysis* Okno aktivní při zakoupení příslušného modelu
- *Sediment Analysis* Okno aktivní při zakoupení

příslušného modelu

- *Hydraulic Desing Functions* Navrhování úprav koryt

Položka *View* umožňuje spustit tyto činnosti :

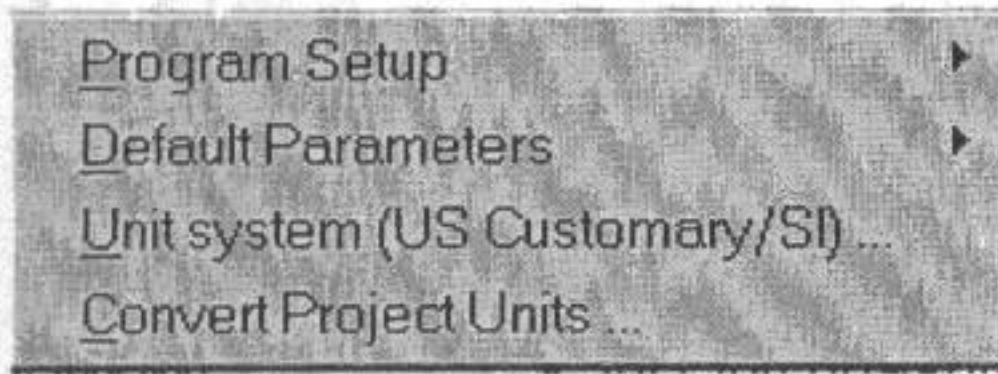


- *Cross sections* Vykreslení příčných profilů
- *Water Surface Profiles* Vykreslení podélného profilu
- *Rating Curves* Měrná křivka profilu
- *Hydrographs* Okno aktivní při zakoupení příslušného modelu
- *Sediment Analysis* Okno aktivní při zakoupení příslušného modelu
- *X-Y-Z Perspectiv Plots* Prostorové vykreslení koryta
- *Cross Section Table* Výsledkové tabulky pro řešené

úseky

- *Profile Table* Podrobné výsledkové tabulky pro jednotlivé profily
- *Summary Err, Warm, Notes* Zprávy o průběhu výpočtu a chybách

Položka *Options* umožňuje spustit tyto činnosti :



- *Program Setup* Nastavení některých funkcí programu
- *Default Parameters* Nastavení standardních hodnot (místní ztráty)
- *Unit system* Nastavení užívaných jednotek

(SI/English units)

- *Convert Project Units* Převody mezi jednotkami

Vybrané činnosti lze spouštět přímo pomocí ikon na druhém řádku, význam je shodný podle výše uvedené specifikace :



- *Open Project*
- *Save Project*
- *Geometric Data*
- *Steady Flow Data*
- *Steady Flow Analysis*
- *Hydraulic Design Functions*
- *Cross sections*
- *Water Surface Profiles*
- *Rating Curves*
- *X-Y-Z Perspective Plots*
- *Cross Section Table*
- *Profile Table*
- *Summary Err, Warn, Notes*

3 Práce se soubory v projektech

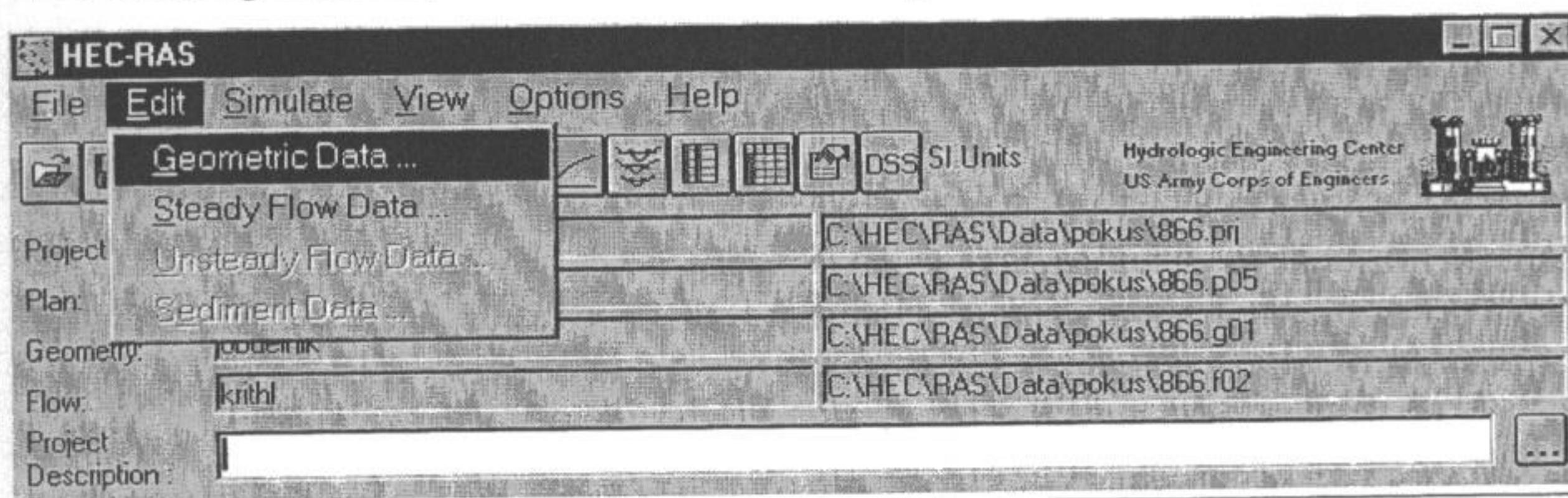
Práce se soubory v rámci programu HEC-RAS probíhají v tak zvaných PROJEKTECH. Základní vlastností projektu je, že všechny soubory, které byly v rámci něj vytvořeny, mají automaticky shodné jméno před tečkou jako sám projekt. Informace o projektu jsou uchovány v souboru *jméno.prj*, jedná se soubor textového typu, který lze editovat i mimo vlastní program. Kromě tohoto souboru vytváří program celou soustavu dalších souborů. Projekt je tak tvořen

- Jedním souborem pro projekt *jméno.prj*
- Jedním souborem pro každý plán *jméno.p01 až p99*
- Jedním souborem pro každou variantu geometrických dat *jméno.g01 až g99*
- Jedním souborem pro každou variantu okrajových podmínek *jméno.f01 až f99*
- Jedním souborem pro každý průběh výpočtu *jméno.r01 až r99*
- Jedním výsledkovým souborem pro každý plán *jméno.o01 až o99*

Všechny uvedené soubory jsou postupně vytvářeny v programem použitím funkcí *Save As*. Čísla od 1 do 99 v označení , jsou souborům automaticky přiřazována podle pořadí vzniku. V případě vymazání některého ze souborů, zůstává číslo tohoto souboru neobsazeno. Kromě vlastního jména souboru dovoluje program HEC-RAS pro soubory vytvářet delší označení, které je možné na rozdíl od jména souboru v průběhu prací editovat (a to vesměs příkazy *Rename file*).

3.1 Editor geometrických dat

Do editoru geometrických dat se dostaneme následující volbou v horním menu:

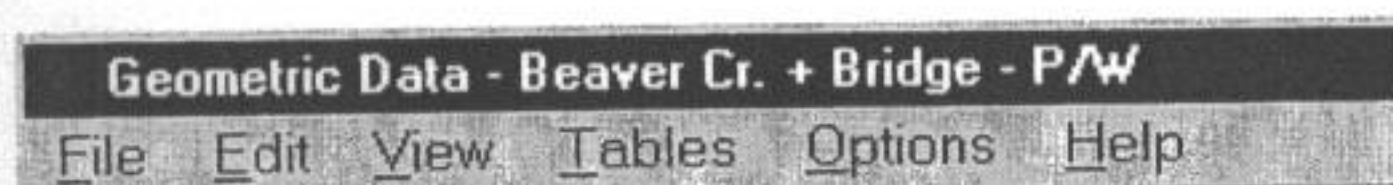


3.2 Základní informace

V rámci této činnosti se řešit následující činnosti :

- Schematizace říční sítě
- Data o příčných průřezích
- Bifurgace
- Mosty a propustky
- Vícenásobné umístění mostů či propustků v jednom profilu
- Jezy a uzávěry
- Interpolace příčných profilů
- Prohlídka a editace některých dat v tabulce
- Vložení geometrických dat
- Uložení geometrických dat

Základní okno má v horním menu následující položky :



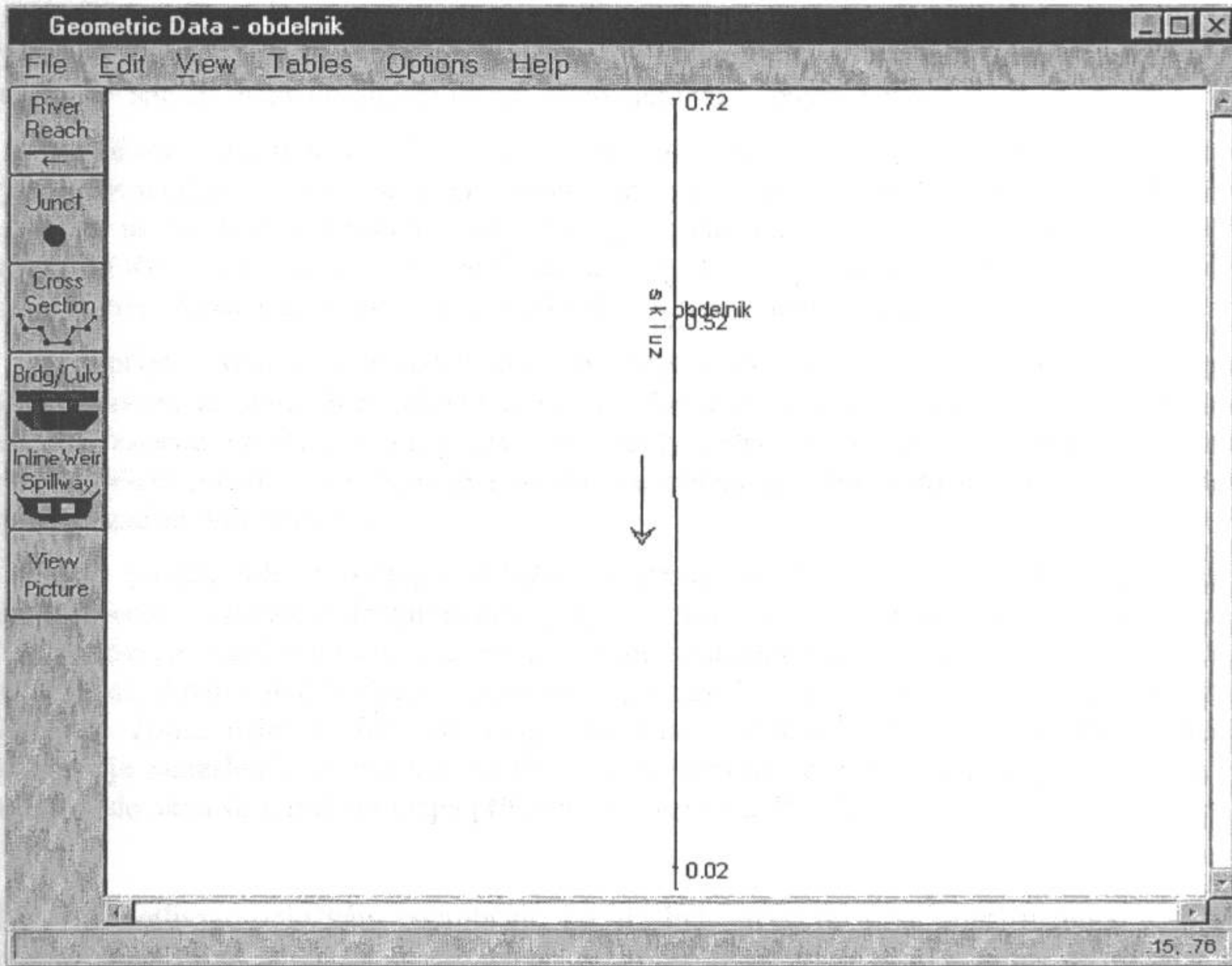
Ve svislém levém sloupci jsou následující ikony :



- *River Reach* - zadání podélného tvaru toku
- *Junction* - zadání spojení / rozdvojení sítě (toku)
- *Cross Section* - zadání příčných profilů
- *Bridges/Culverts* - zadání objektů most, propustek, ..
- *Inline Weir Spillway* - zadání objektů jezu, ..
- *View Picture* - umístění rastrových snímků

3.2. - Schematizace říční sítě

Úplná ukázka formuláře pro zadávání geometrie. Obě menu jsou navzájem oddělená, přičemž horní menu doplňuje menu po levé straně, které je pro zadávání konkrétních „situací“ základní..



3.3 Schematizace říční sítě

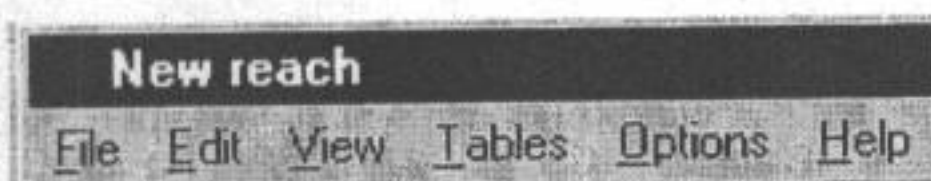
Základním prvkem tvorby geometrického modelu řešené části koryta včetně inundace je vytvoření schematizace říční sítě. Program HEC-RAS umožňuje řešit nerovnoměrné proudění ve větvěné síti, síť může obsahovat jednak rozdvojení tak i spojení větví.

Zadávání schematizace říční sítě se provádí pomocí ikony *River Reach*. Po jejím vyvolání je možné v připraveném okně pomocí myši postupně vykreslovat vedení trasy koryta v jednom úseku. Každé zmáčknutí tlačítka myši znamená jeden bod polygonu trasy, dvě zmáčknutí těsně za sebou ukončují náčrt jedné větve a objeví se okno, do kterého se zapíše do kolonky *River Name* název řeky a do kolonky *Reach Name* jméno úseku.

V případě větvěné schematizace se zopakuje proces *River Reach* pro další větev, po jeho dokončení se navíc objeví okno v rámci kterého se zadává název spojení. Ikona *Junction* dovoluje zadávat vzdálenosti mezi krajními profily jednotlivých větví a volbu metody na výpočet dělení proudu v místě spojení (rovnice energetická nebo momentová, druhý přístup vyžaduje zadání úhlu spojení).

V případě použití tohoto postupu zadávání schematizace říční sítě program automaticky přiřazuje jednotlivým zakresleným bodům polygonu trasy a příčných profilů plošné souřadnice. V zakreslovacím okně nabývají vodorovné i svislé souřadnice hodnoty od 0 do 1. V případě, kdy chceme vložit reálné souřadnice použijeme příkazy *Reach Schematic Lines* respektive *XS Schematic Lines*, nebo vložíme do programu data z předem připravených souborů. Další možností je zakreslení schematizace říční sítě na předem nasazený mapový podklad, který se vkládá do okna ve formě bit-mapy příkazem *Background Pictures*.

Nyní k jednotlivým položkám podrobněji. Jak již bylo uvedeno výše horní menu se skládá z následujících částí:



- File práce se soubory
- Edit základní nástroje pro změny, vklad, mazání.
- View zapínání pohledů, zoom in, zoom out
- Tables nástroje pro zadávání výpočtových parametrů – (a, k,...)
- Options nástroje pro vklad příčných profilů, úpravy koryta,...
- Help textová nápověda

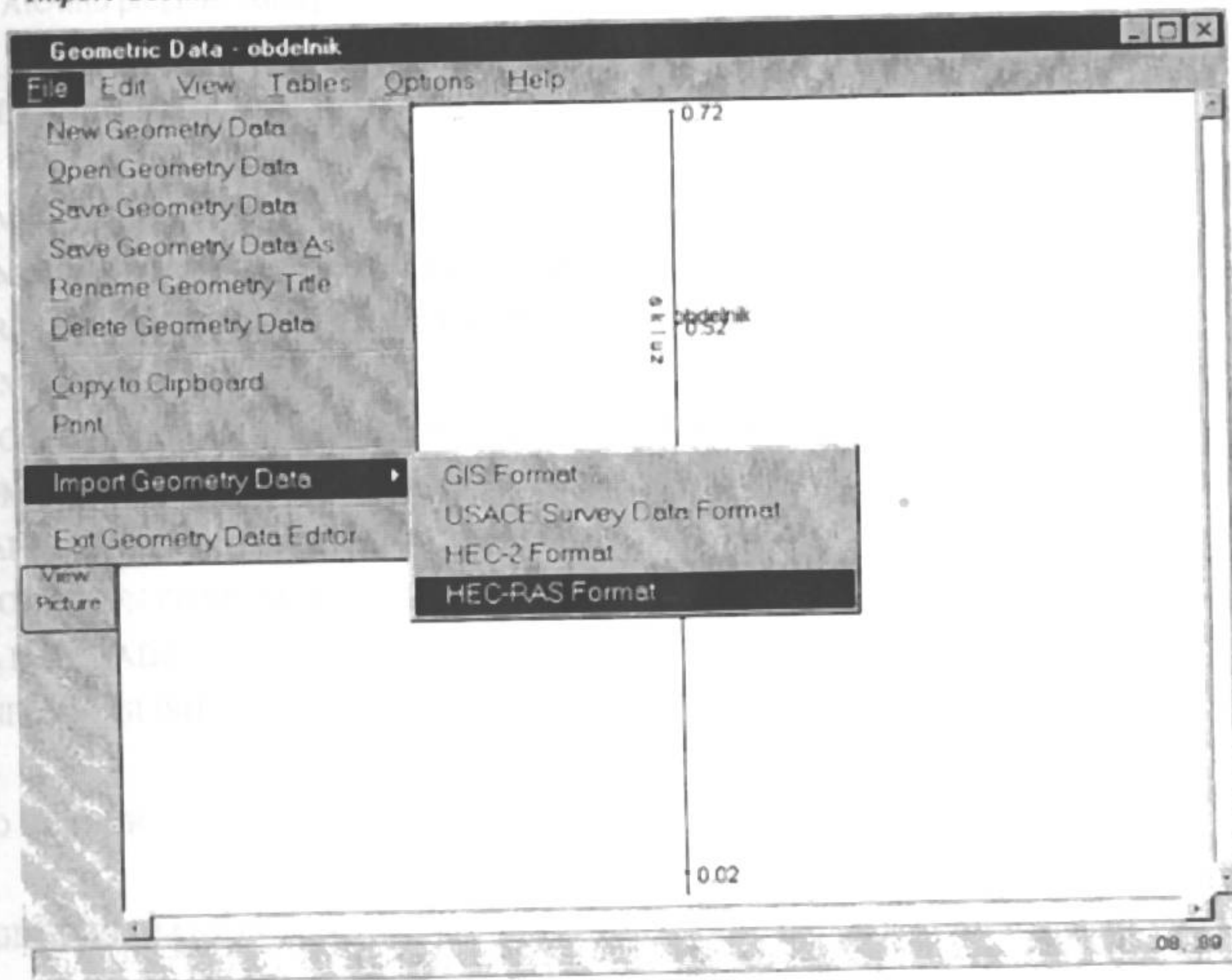
Práce s geometrickými soubory pomocí příkazů v menu *File*:



- **New Geometric Data** Otevření souboru pro zadání nové geometrie.
- **Open Geometric Data** Otevření existujícího souboru, předdefinovaná cesta pro umístění souboru geometrie je driver:\HEC\RAS\DATA
- **Save Geometric Data** Nahrání souboru, bez zadávání názvu ukládaného souboru.
- **Save Geometric Data As** Nahrání souboru pod jiným názvem, default stanovená cesta je totožná s cestou uvedenou v u položky :Open Geometric

Data

- **Rename Geometric Data** Přejmenování označení souboru s variantou výpočetní geometrie.
- **Delete Geometric Data** Smazání souboru geometrie
- **Copy to Clipboard** Nahrání situace do paměti Windows s možností kopírování např. do programu Word
- **Print** Tisk situace – využívá vlastní obhospodaření funkcí tisku, nevyužívá standardního formuláře pro Windows.
- **Import Geometric Data** Vložení v různých formátech (podle další volby)



Předchozí obrázek ukazuje, které možnosti importu geometrie přicházejí v úvahu, pro úplnost a přehlednost jsou uvedeny ještě následně:

- GIS Format –umožňuje importovat data z CAD systému.
- USAGE Survey Data Format.... - formát vyvinutý pro potřeby U.S.Army Engineering – předávání „povrchových dat“ – HEC-RAS čte v této verzi pouze příčné profily.
- HEC-2 Format... - obecný formát produktů HEC
- HEC-RAS Format - formát kombinující údaje obsažené v formátu HEC-2 s informacemi o příčných profilech.

Zde následují ukázky dvou formátů nabízených v položce *Import Geometry Data*:

- GIS Format
- HEC-RAS

GIS Format:

```
# RAS input file created 06 Feb 97 16:40:12 Thursday
```

```
# by Arc/Info program rasprep
```

```
BEGIN HEADER:
```

```
DTM TYPE: TIN
```

```
DTM: /USR1/EVANS/ARCRAS/WAILUPE/WAI_TIN
```

```
STREAM LAYER: /USR1/EVANS/ARCRAS/WAILUPE/WAI_STR
```

```
NUMBER OF REACHES: 3
```

```
CROSS-SECTION LAYER: /USR1/EVANS/ARCRAS/WAILUPE/WAI_XS
```

```
NUMBER OF CROSS-SECTIONS: 47
```

```
MAP PROJECTION: STATEPLANE
```

```
PROJECTION ZONE: 5101
```

```
DATUM: NAD27
```

```
UNITS: ENGLISH
```

```
END HEADER:
```

```
BEGIN STREAM NETWORK:
```

3.3. - Schematizace říční sítě

ENDPOINT: 582090.19, 49360.46, 220.17, 1
ENDPOINT: 583638.69, 47559.38, 266.80, 2
ENDPOINT: 582307.31, 46985.66, 112.84, 3
ENDPOINT: 584128.44, 41274.97, -3.41, 4

REACH:

STREAM ID: Kulai Gorge

REACH ID: headwaters

FROM POINT: 2

TO POINT: 3

CENTERLINE:

583638.69,	47559.38,	266.80,	0.33
583503.50,	47549.26,	256.82,	0.30
583398.19,	47550.86,	245.25,	0.28
583280.44,	47503.28,	232.40,	0.26
583144.38,	47285.03,	207.59,	0.21
583116.31,	47174.19,	198.61,	0.19
582994.56,	47075.17,	182.72,	0.16
582804.44,	47092.62,	162.27,	0.12
582635.44,	47201.36,	136.50,	0.08
582579.25,	47216.10,	134.07,	0.07
582525.25,	47206.67,	128.50,	0.06
582396.38,	47138.95,	119.85,	0.03
582307.31,	46985.66,	112.84,	0.00

END:

HEC-RAS:

Geom Title=Imported From GIS

Viewing Rectangle= 579533.295800781 , 588258.784199219 , 49446.0041992187 ,
40720.5158007812

Junct Name=Junct1

Junct Desc=, 0 , 0 ,-1

Junct X Y & Text X Y=582307.31,46985.66,581592.5638646,47346.7758188

Up River,Reach=Kulai Gorge ,headwaters

Up River,Reach=Wailupe ,upper

Dn River,Reach=Wailupe ,lower

Junc L&A=370,

Junc L&A=422,

River Reach=Kulai Gorge ,headwaters

Junct Up Dn= ,Junct1

Reach XY= 13

583638.69	47559.38	583503.5	47549.26
583398.19	47550.86	583280.44	47503.28
583144.38	47285.03	583116.31	47174.19
582994.56	47075.17	582804.44	47092.62
582635.44	47201.36	582579.25	47216.1
582525.25	47206.67	582396.38	47138.95
582307.31	46985.66		

Rch Text X Y=583731.0345462,48003.9255727

Reverse River Text= 0

Type RM Length L Ch R = 1 ,0.31 ,84.54,89.11,82.01

XS GIS Cut Line=4

583613.16	47441.98	583567.8	47529.68
583558.73	47575.04	583567.8	47638.55

#Sta/Elev= 33

0	309.74	7	308.42	8.94	308.01	10.34	306.56	13.35	302.85
15.26	300	29.75	294.37	67.22	277.47	77.15	275.69	78.32	275.56
79.69	275.54	83.46	275.32	86.1	275.09	89.47	274.71	90.56	274.54
92.39	274.2	98.81	270.61	107.34	265.91	116.37	261.55	116.4	261.53
120.99	261.33	123.33	261.21	125.43	261.02	131.68	260.34	131.72	260.34
145.07	264.5	152.61	267.06	162.15	269.48	172.42	271.99	178.49	272.65
202.99	276	207.74	277.62	209.22	278.1				

#Mann= 3 , 0 , 0

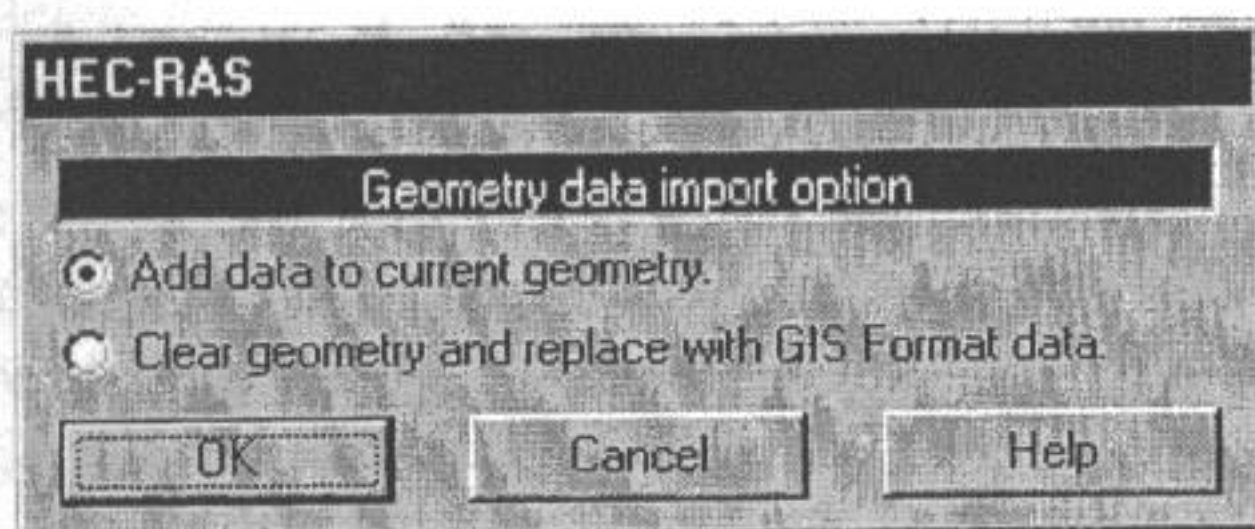
0	.15	0	116.37	.05	0	131.68	.15	0
---	-----	---	--------	-----	---	--------	-----	---

Bank Sta=116.37,131.68

Exp/Cntr=0.3,0.1

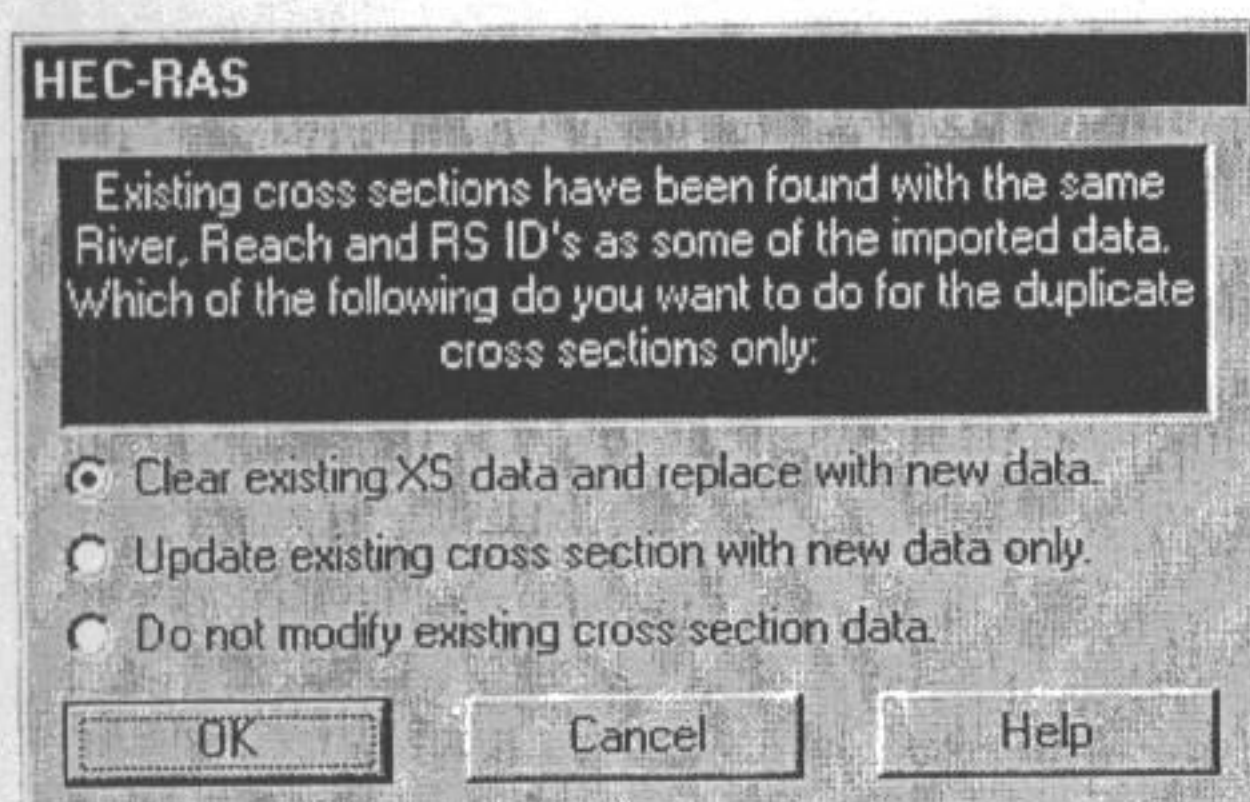
3.3. - Schematizace říční sítě

Ve všech čtyřech případech importu předchází konečnému – fyzickému provedení funkce import ještě dalších několik voleb. První z voleb je následující:



- *Add data to current geometry* - přidat data k běžné (stávající) geometrii.
- *Clear geometry and replace with GIS Format data* - smazání stávající geometrie a nahrazení stávající geometrie geometrií novou.

V případě volby první tj. *Add data to current geometry*, následují další volby, které blíže specifikují danou volbu:



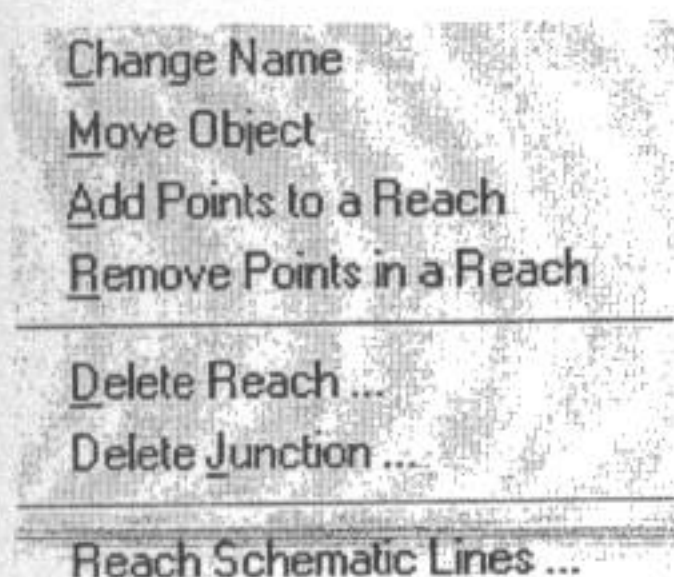
- *Clear existing XS data and replace with new data.* - smazat existující XS data a nahradit novými daty novými.
- *Update existing cross section with new data only.* - verifikovat existující data pouze s daty novými.
- *Do not modify existing cross section data.* - nemodifikovat existující příčné profily novými daty.

Poslední položkou v menu File je :

Exit Geometric Data Editor Ukončení práce editorem geometrických dat

4 Editace schematizace říční sítě

Položky *Edit* umožňuje pomocí pod položek provádět následující činnosti :



- *Change Name* Změna jména řeky nebo úseku

- *Move Objekt* Přemístění bodu v polygonu vedení trasy
- *Add points to a Reach* Přidání bodu do polygonu vedení trasy
- *Remove Points in a Reach* Vymazání bodu z polygonu vedení trasy
- *Delete Reach* Vymazání větve
- *Delete Junction* Vymazání spojení

Funkce uvedené v tomto výpisu až po funkci *Delete Junction* jsou funkce, které jsou inicializovány pomocí přepínače – zatržení dané funkce v položce Editace pomocí kurzoru. Zbylé dvě funkce mají vlastní pod menu, které slouží jako vstupní formulář pro provádění editace. Jedná se o následující funkce:

Reach Schematic Lines Editace souřadnic vedení trasy, umožňuje samozřejmě využívat nástroje OS – CTR+C, CTR+V pro kopírování a ukládání.

Pro lepší představu následuje přehledná ukázka:

Edit reach lines for plan view on schematic plot

River:

Reach:

Selected Area Global Edits

	Schematic X	Schematic Y
1	583638.69	47559.38
2	583503.5	47549.26
3	583398.19	47550.86
4	583280.44	47503.28
5	583144.38	47285.03
6	583116.31	47174.19
7	582994.56	47075.17
8	582804.44	47092.62
9	582635.44	47201.36
10	582579.25	47216.1
11	582525.25	47206.67
12	582396.38	47138.95
13	582307.31	46985.66
14		
15		
16		

3.3. - Schematizace říční sítě

XS Schematic Lines

Editace souřadnic umístění příčných profilů, využití funkcí copy a paste platí stejně jako v předešlé volbě.

Edit Cross Section lines for plan view on schematic plot

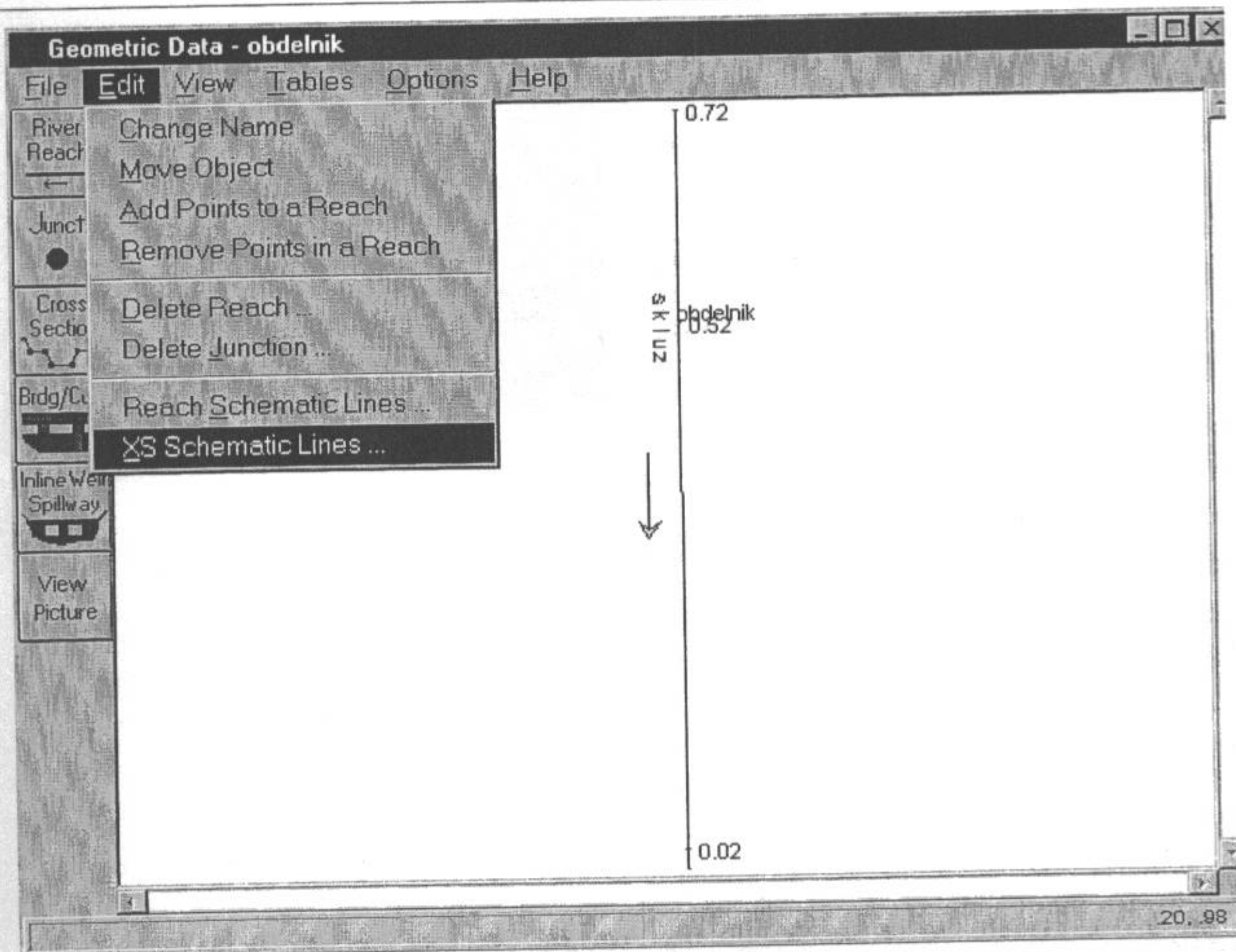
River:

Reach: River Sta.:

Selected Area Global Edits

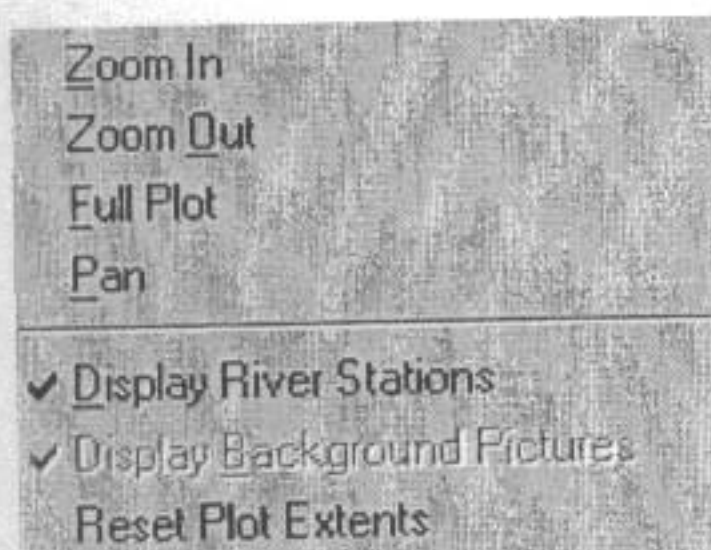
	Schematic X	Schematic Y
1	583613.16	47441.98
2	583567.8	47529.68
3	583558.73	47575.04
4	583567.8	47638.55
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Pro úplnost a přehlednost je uveden obrázek znázorňující menu Edit se všemi funkcemi.



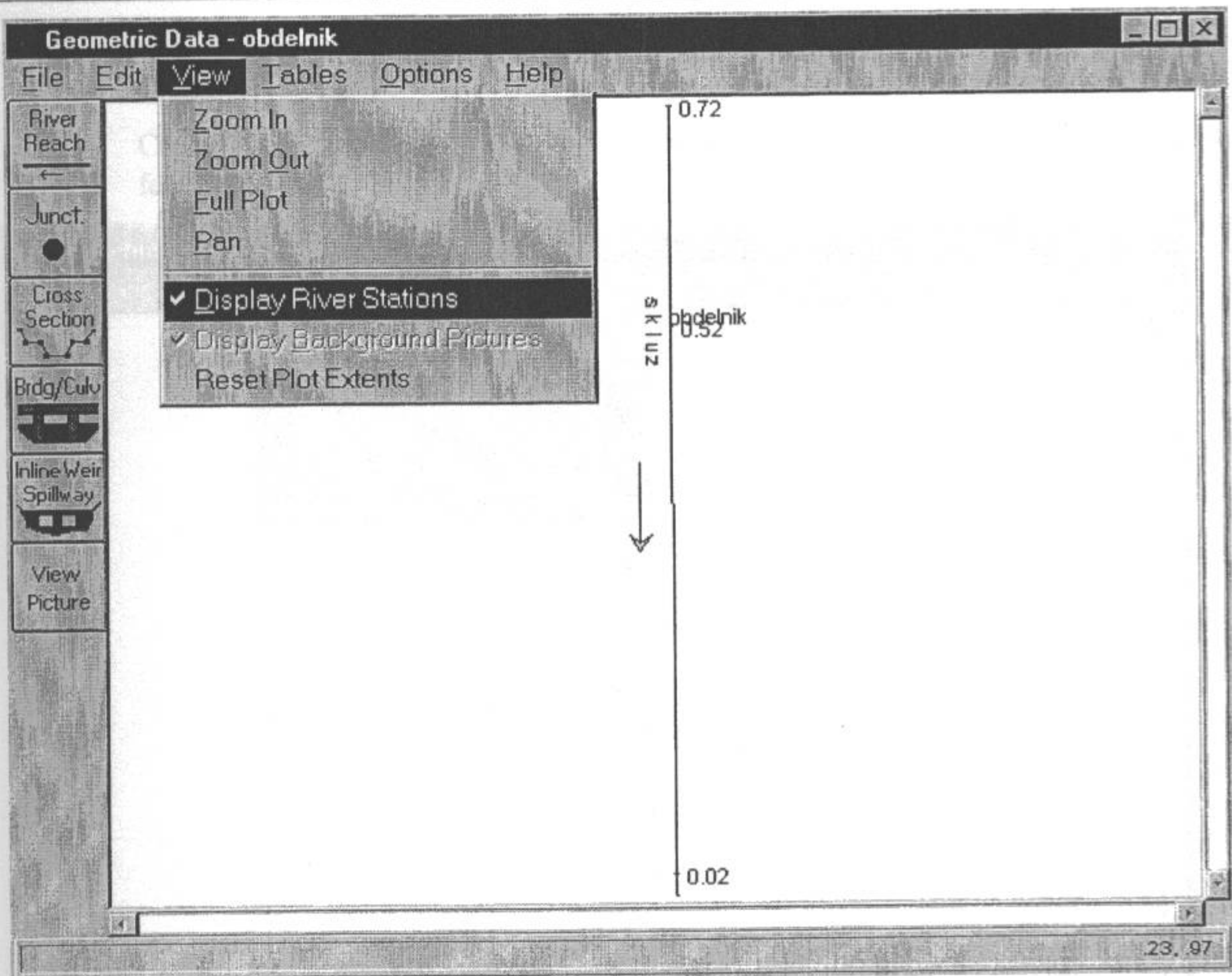
4.1 Ovládání kresby schematizace říční sítě

Položky *View* umožňuje pomocí pod položek provádět následující činnosti :



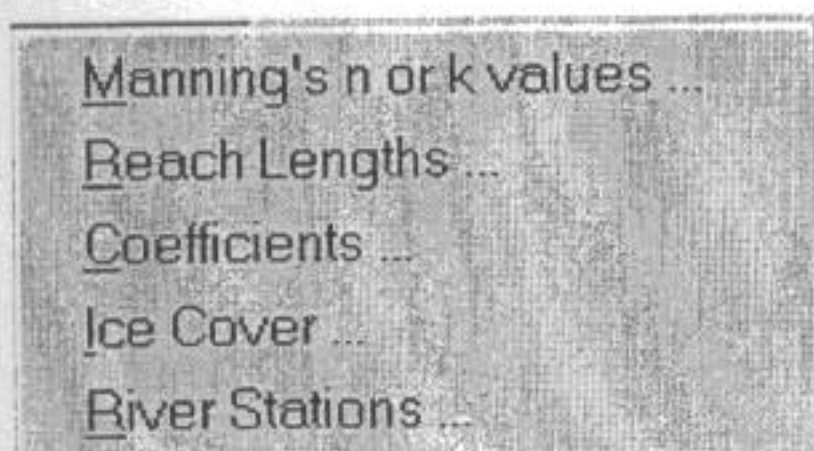
- *Zoom In* Zvětšení výřezu okna
- *Zoom Out* Zmenšení výřezu okna
- *Display River Stations* Volba psaní staničení profilů
- *Display Background Pictures* Volba vykreslení bit-mapy (je-li nahrána)
- *Reset Plot Extens* Plné využití okna k vykreslení situace

4.2. - Editace některých veličin v tabulkách



4.2 Editace některých veličin v tabulkách

Položka *Table* umožňuje editovat některé veličiny zadávané pro jednotlivé příčné profily ve větvích pomocí ucelených tabulek. Mezi tyto veličiny patří následující



- *River Stations*

- *Manning's n or K Values* Součinitele drsnosti v rámci jednotlivých profilů
 - *Reach Lengths* Vzdálenosti mezi jednotlivými profily
 - *Coefficients* Součinitele místních ztrát pro jednotlivé profily
- Staničení jednotlivých profilů

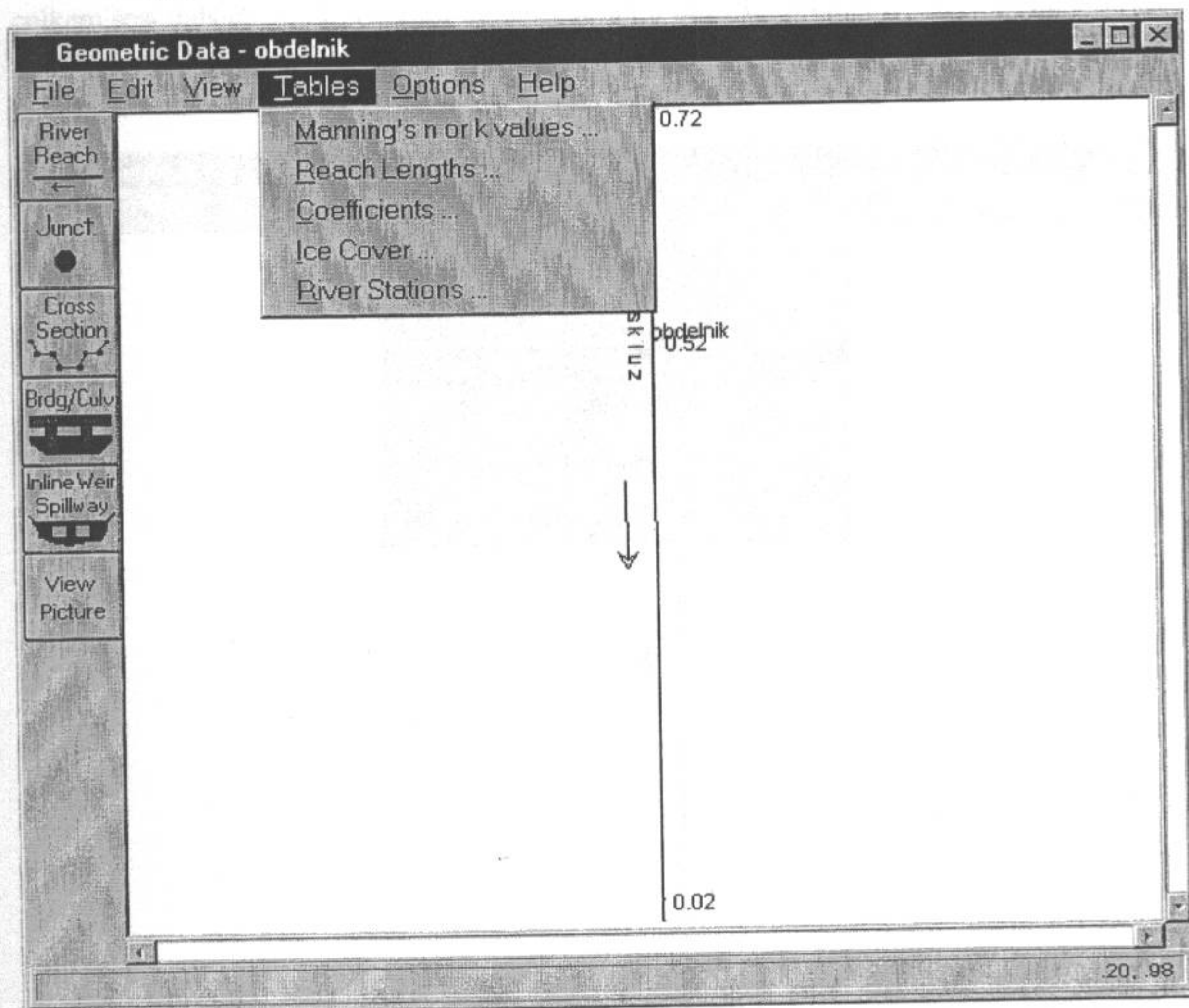
Zadávání hodnot v jednotlivých volbách je totožné se zadáváním v rámci definování příčných profilů. V tomto případě se jedná jen o to, že všechny hodnoty vyjadřující stejný parametr jsou přehledně uspořádány do jedné tabulky.

Ve většině těchto voleb se nachází tři funkce:

- **Add Constant** - tato funkce provede při čtení zadané hodnoty k hodnotě již zadané v tabulce – označené kurzorem, případně výběrem.
- **Multiply Factor** - tato funkce provede pře násobení stávající hodnoty, hodnotou zadanou – stávající hodnoty je nutné vybrat kurzorem
- **Set Values** - zadání nového údaje.

Ve volbě River Stations jsou obsaženy navíc ještě funkce:

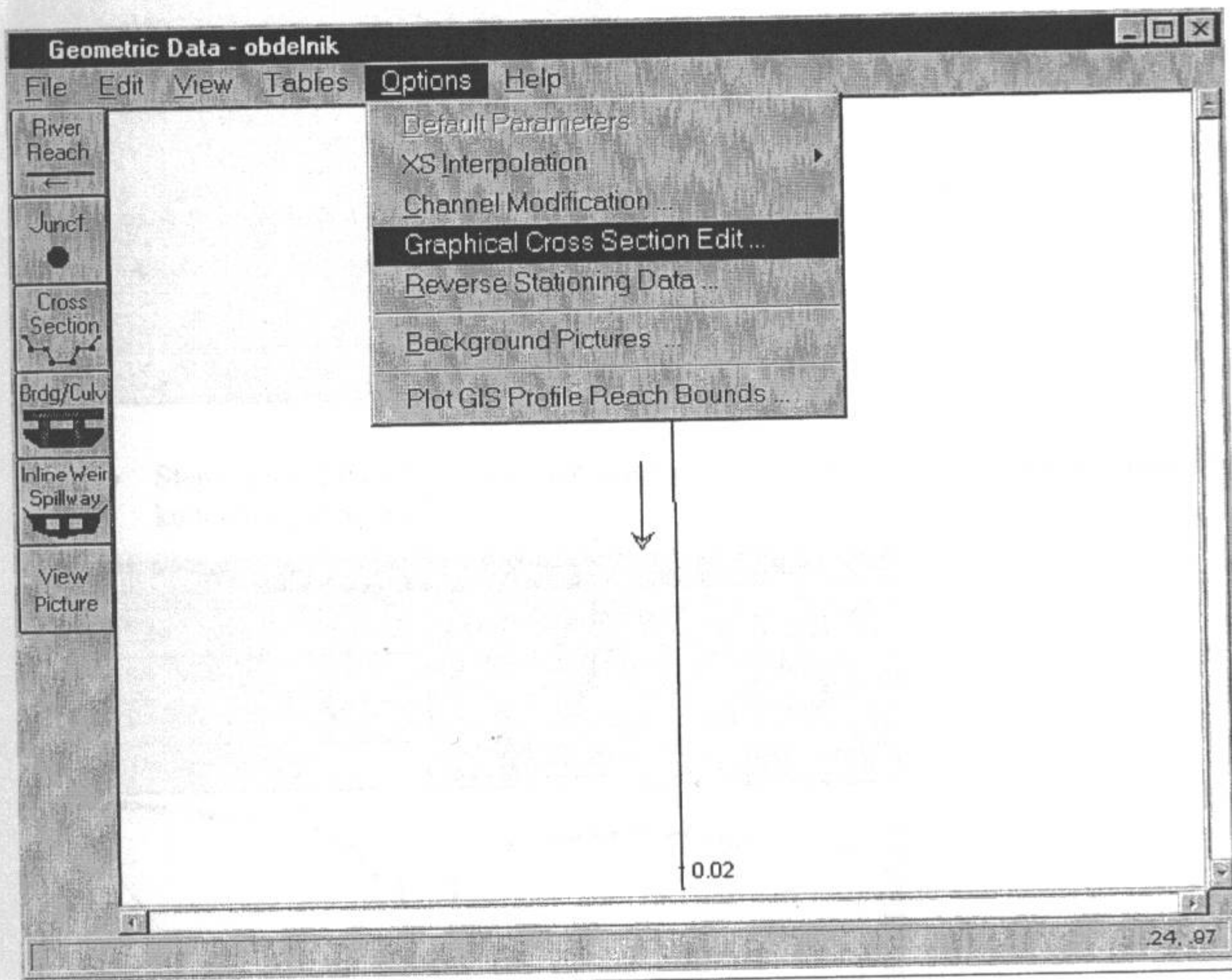
- Create RS in miles umožňuje převést zadané údaje o staničení do milí.
- Create RS in feet - umožňuje převést zadané údaje o staničení do feet.



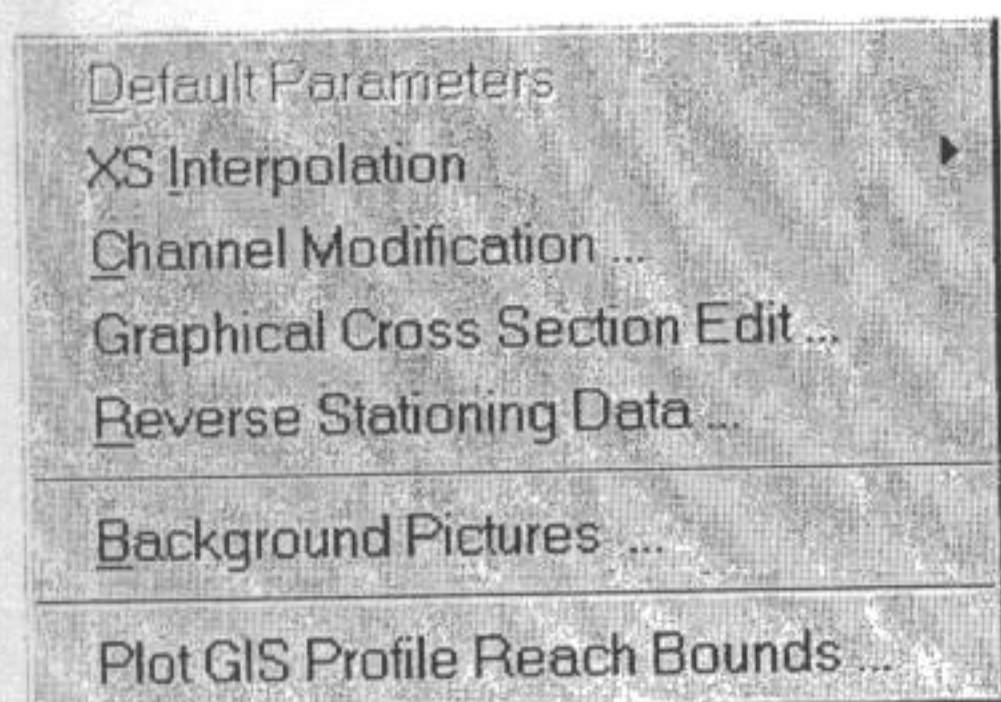
4.3. - Volba dalších možností

4.3 Volba dalších možností

Poslední velmi důležitou položkou horního menu je položka *option*, tato položka obsahuje celkem šest dalších voleb. Ukázka na následujícím obrázku přehledně znázorňuje, kde lze dané menu na lest, a jakým způsobem jsou jednotlivé volby uspořádány.



Položka *Option* umožňuje použít další možnosti programu :



- *Background Pictures*

- *Plot GIS Profile R. Bounds*

- *Defaults parametrs* Nastavení parametrů
- *XS Interpolation* Vkládání příčných profilů pomocí interpolace
- *Cannel modifikation* Zadání změny koryta (projektování úprav toků)
- *Grafical Cross section Edit* Grafický editor příčných profilů

Vložení mapového podkladu ve formě bit-mapy

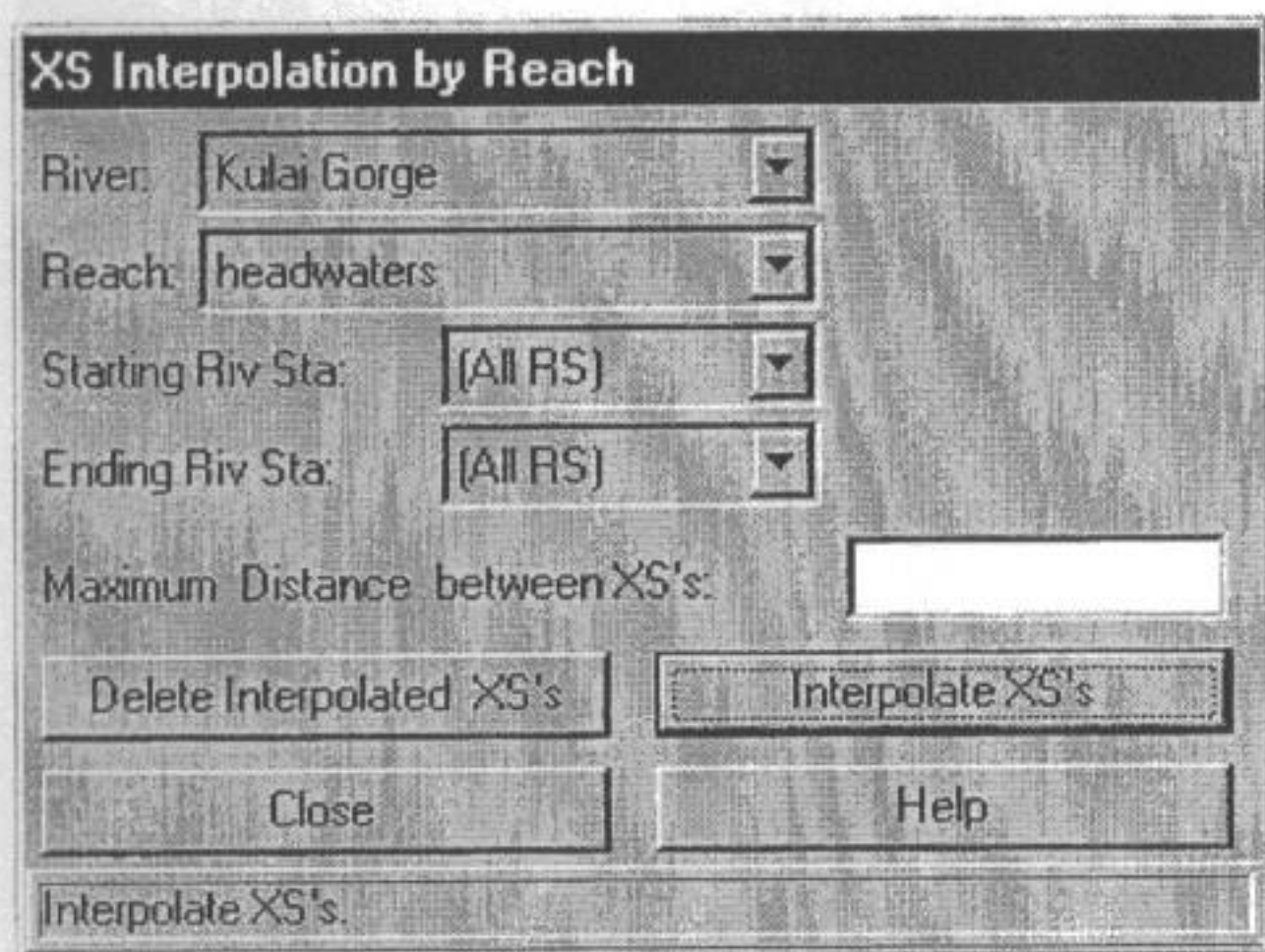
Vykreslení zátopových čar

Nyní k jednotlivým volbám podrobněji:

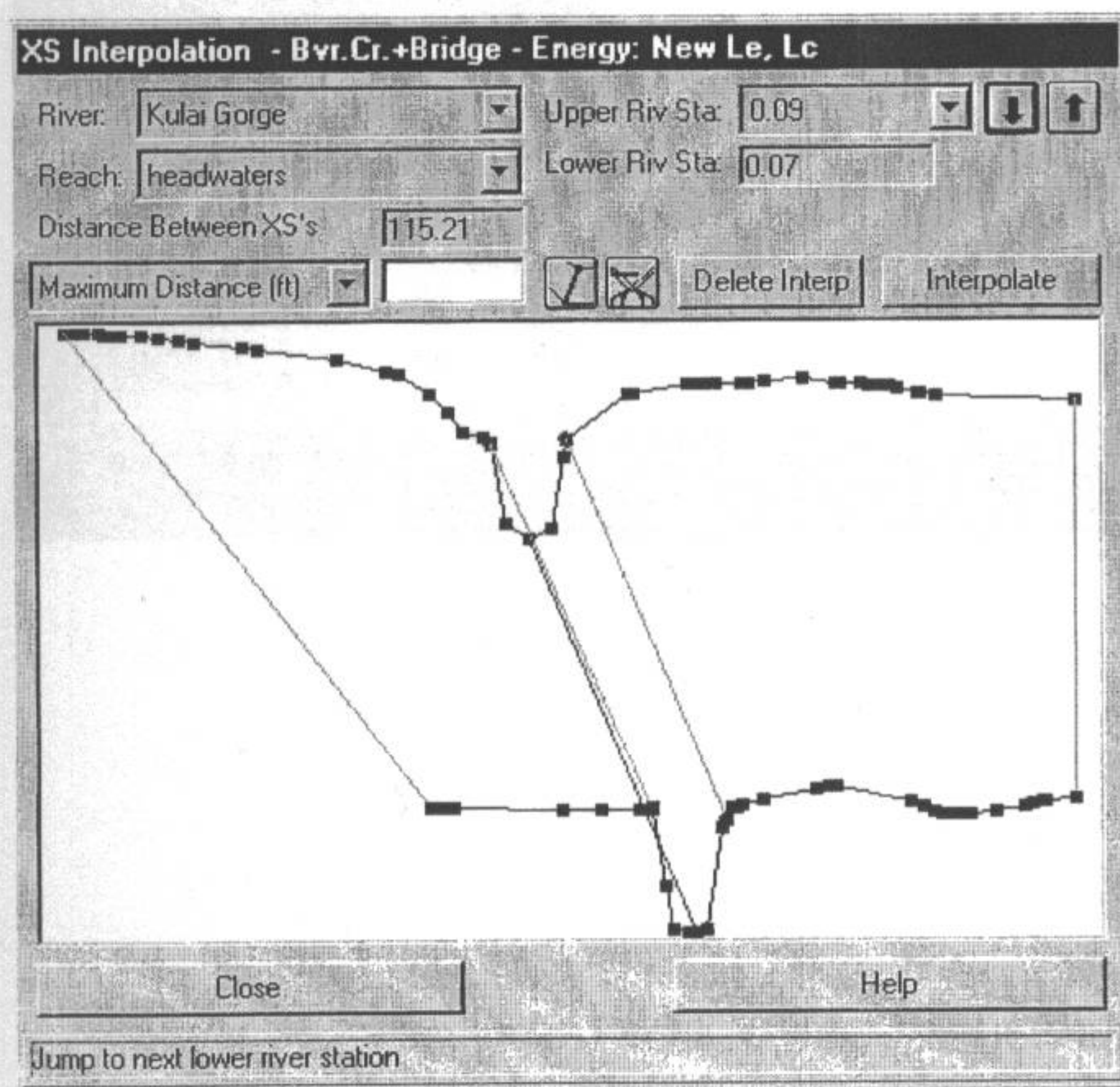
XS Interpolation:

Tato volba umožňuje vkládání příčných profilů pomocí interpolace. Proces vkládání je možné provádět ve dvou krocích:

- Vložit příčné profily od počátečního profilu až po koncový v pevně danou vzdáleností vkládaných profilů



- Stejně jako předešlá funkce jen s rozdílem, že vkládání je provedeno mezi dva konkrétní příčné profily.



Důležité u těchto funkcí je vždy vložit VZDÁLENOST.

Cannel modification.

4.3. - Volba dalších možností

Tato volba umožňuje zadávání změn koryta vodního toku. S výhodou lze této funkce využít při projektování úprav vodních toků.

Channel Modification - Bvr. Cr. + Bridge - Energy: New Le, Lc

River: Modified Geometry:

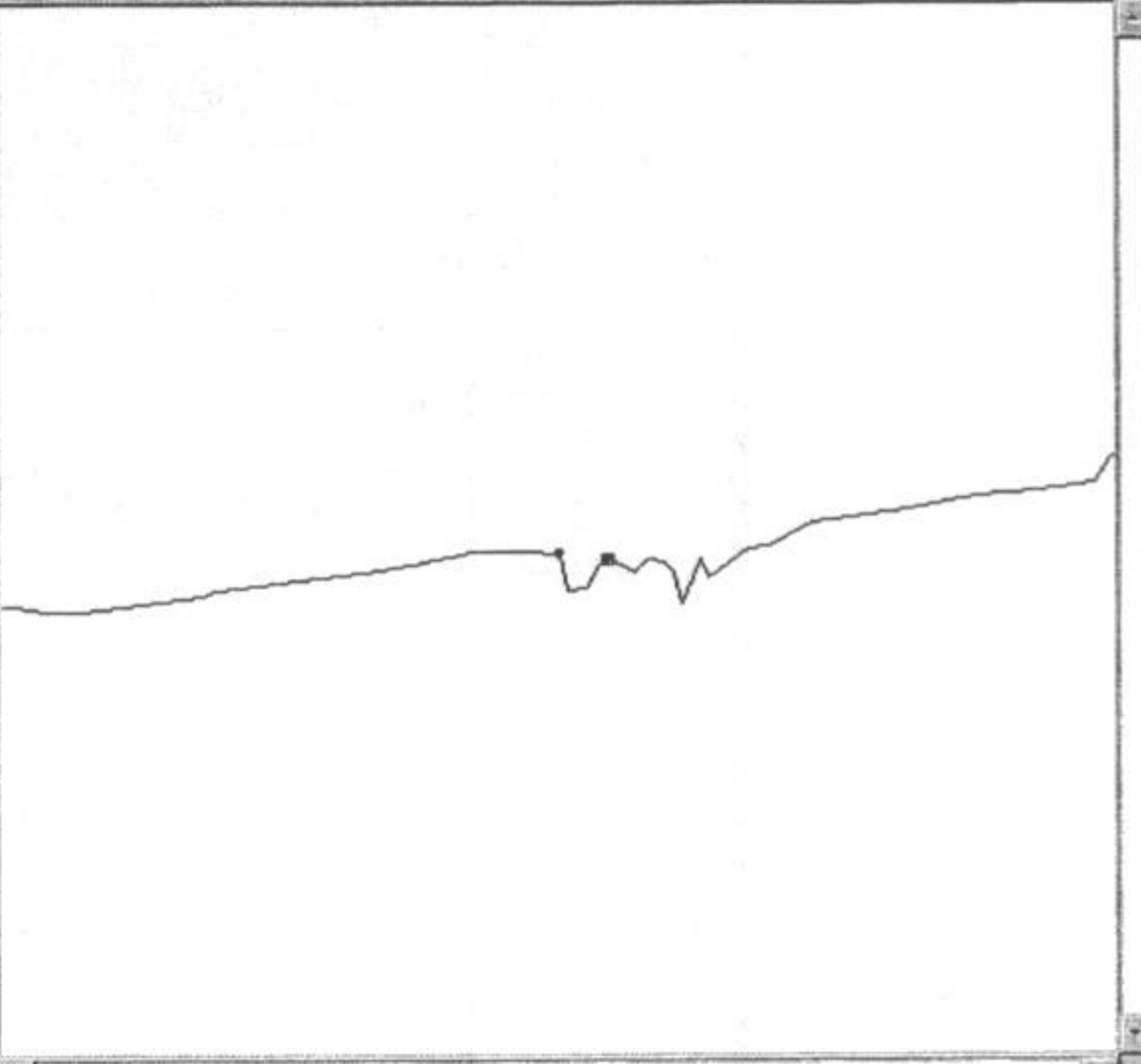
Reach:

Set Range of Values
 Starting Riv Sta:
 Ending Riv Sta:

Rotation Angle:
 Azimuth Angle:

Ct	Center	Bottom	Invert	Left	Right	Cut
	Cuts (y/n)	Width	Elev	Slope	Slope	r/K val
1						
2						
3						

Same Cut to all sections
 Project cut from upper RS at slope:
 Project cut from lower RS at slope:



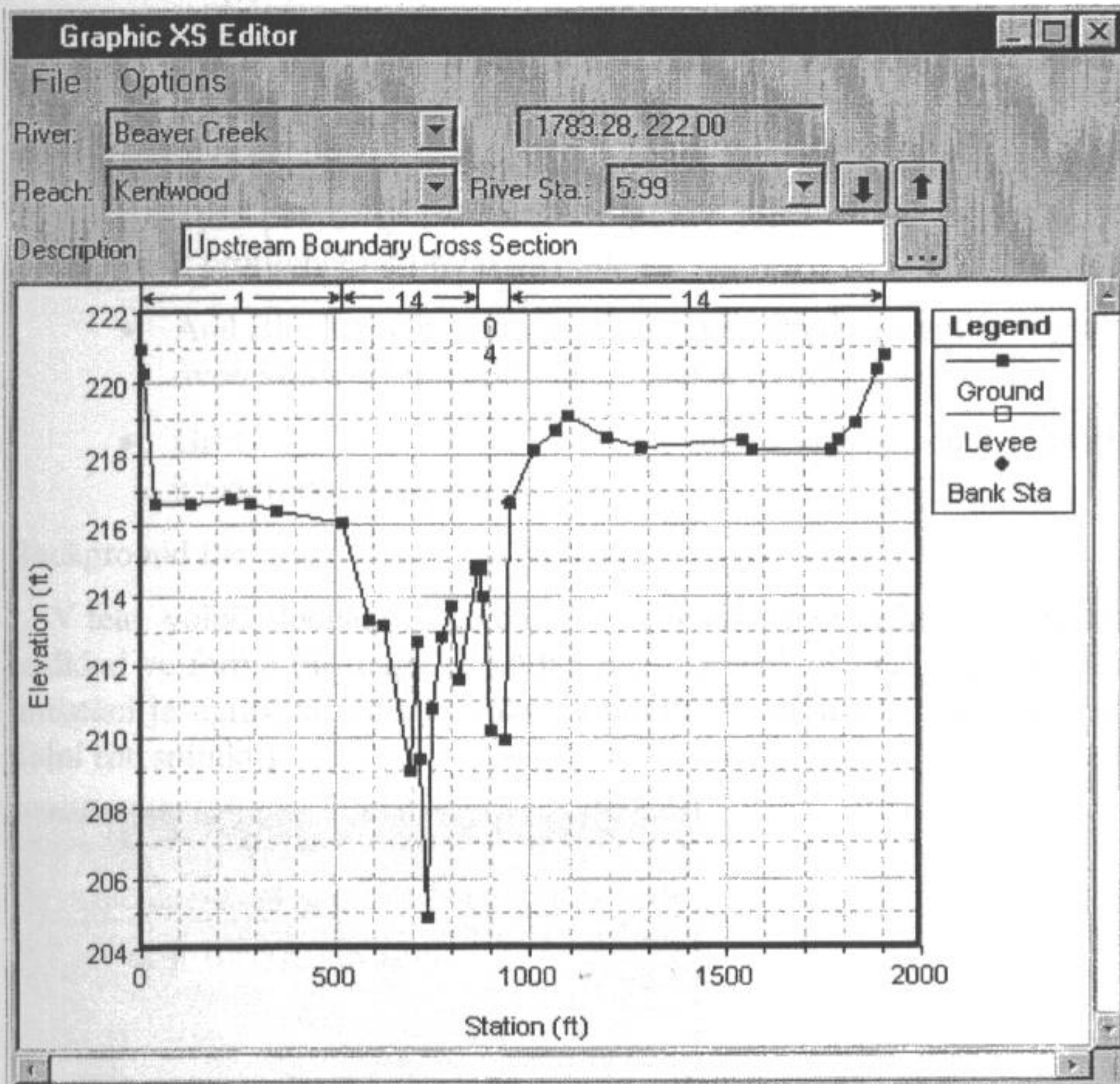
	RS	Frctn	LOB	Channel	ROB	Fill Chan	Center	Bottom	Invert	Left	Right	Cut	Cen
		(n/K)	Length	Length	Length	(y/n)	Sta	Width	Elev	Slope	Slope	r/K val	Sta
1	5.99	n	440	600	400	n			209.9				
2	5.875	n	440	600	400	n							
3	5.76	n	225	400	275	n							

Cut cross section until cut daylights once.

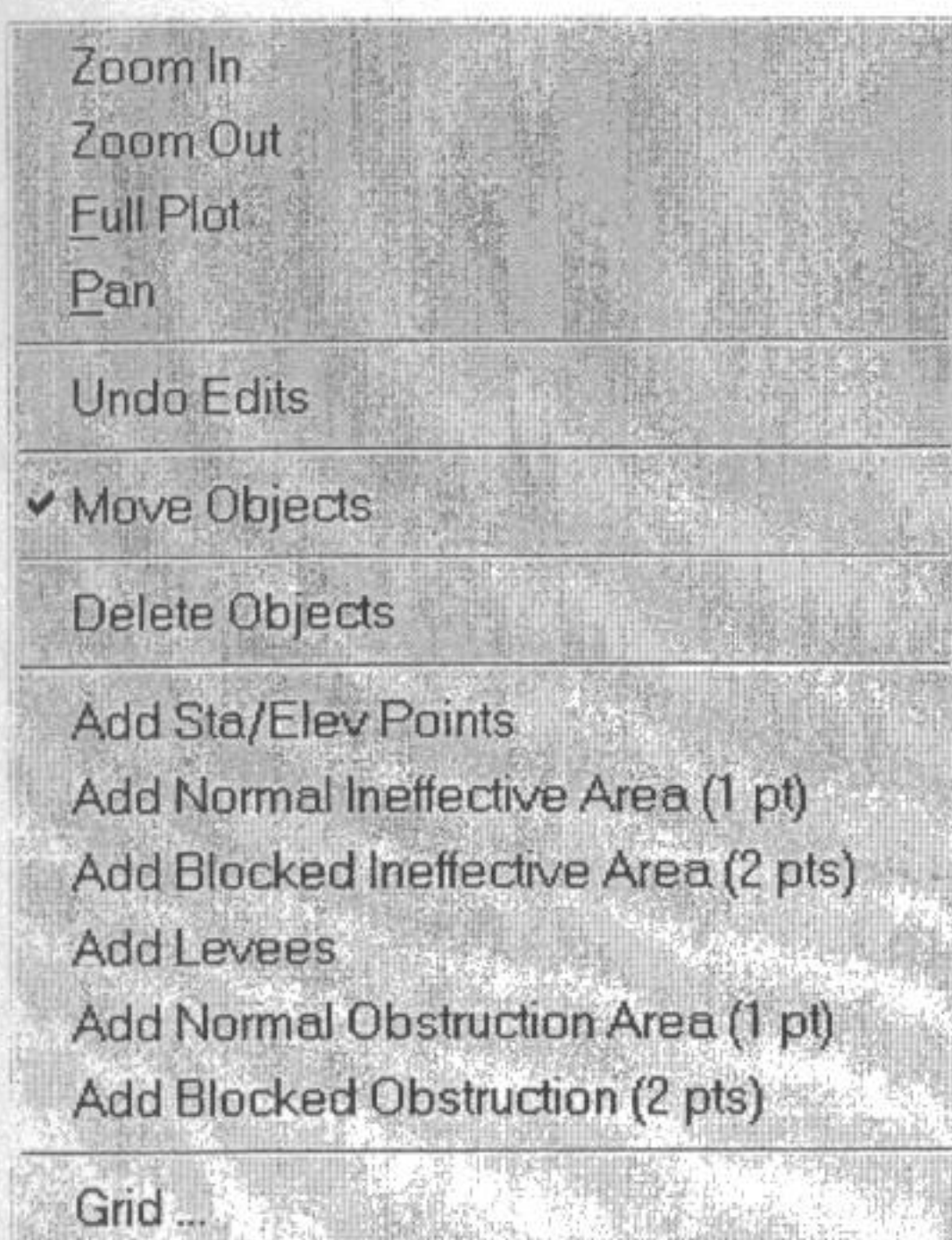
Select river for channel modification data entry.

Grafical Cross section Editor

Velmi podstatná funkce, přinášející značné ulehčení práce při zadávání parametrů jednotlivých příčných profilů. Veškeré zadávání je prováděno pouze graficky za předpokladu, že již existuje konkrétní zakres daného příčného profilu.



Zadávané parametry – možnosti zadání jsou následující:



přidání bod do příčného profilu

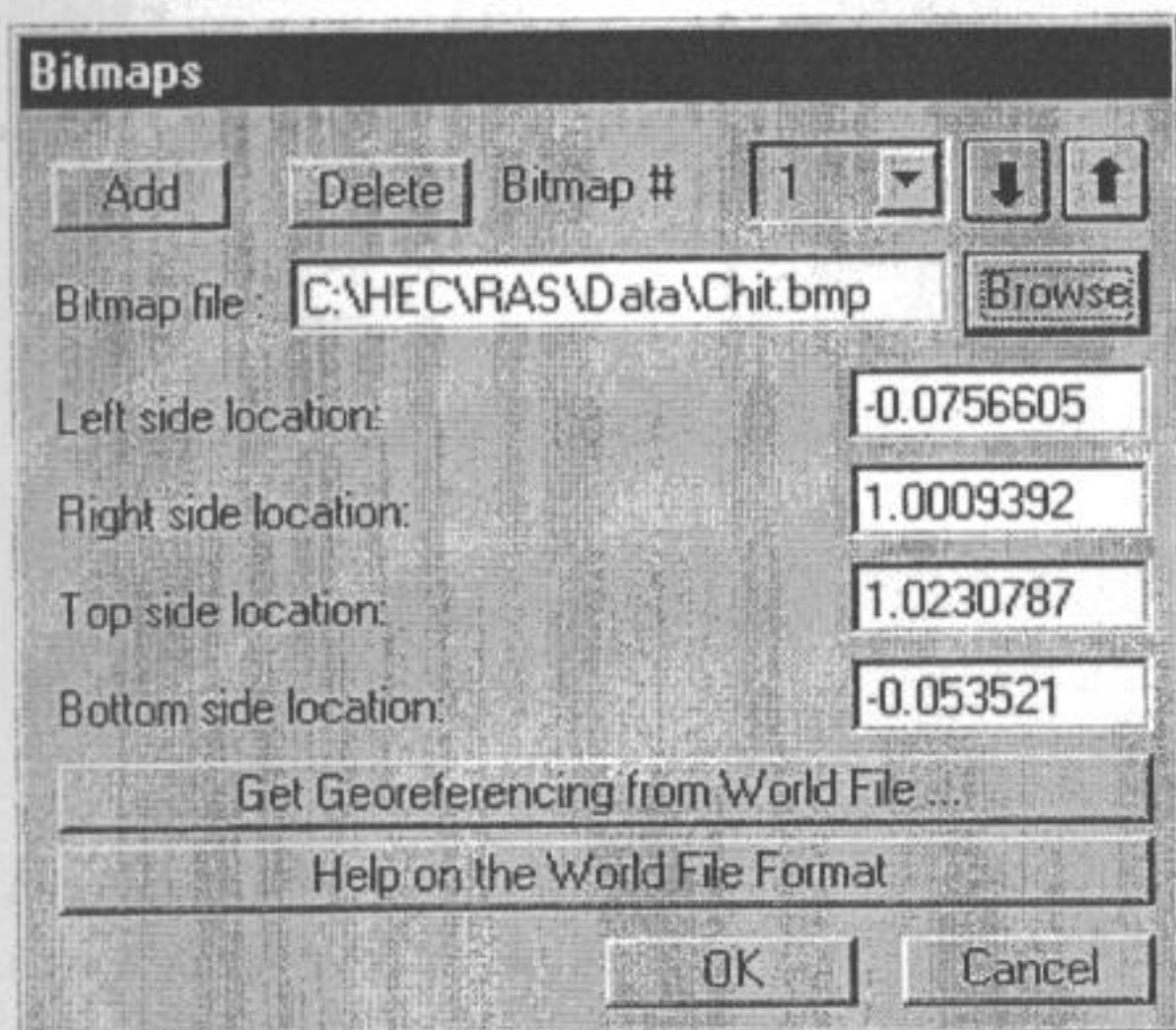
- Zoom In -umožňuje provedení přiblížení – větší detail.
- Zoom Out -umožňuje provedení oddálení – větší celek.
- Undo Edits -návrat provedené změny, obnovení předešlého stavu u dané funkce.
- Move Objects -posun objektu, v tomto případě je objektem myšlen jednotlivý bod profilu, konkrétní parametry zadané – schematizované grafickými značkami.
- Delete Objects - smazání objektu, potažmo bodu, značky.
- Add Stav/ Elev points -

4.3. - Volba dalších možností

- Add Normal Ineffective Area -zadáním konkrétního bodu, lze přesně specifikovat – oddělit efektivní plochy od ploch neefektivních – z důvodu výpočtu.
- Add Blocked Ineffective Area -viz. Předěšlá funkce s tím rozdílem, že zadáváme plochu, tzn. dva body, které jsou navzájem provázané.
- Add Levees -pomocí této volby vyvstává možnost řídit rozliv v příčném profilu, a tím upravovat průtočnou plochu (omocený obvod) počítaný ve výpočtu. Smyslem této volby tedy je, aby nebyli počítány „všechny“ prohlubně už od začátku výpočtu, ale až po jejich zatopení.
- Add Normal Obstruction Area -volba umožňuje zadat překážky v příčném profilu. Tyto překážky jsou zadány pouze jedním bodem, s tím že druhý bod je vztažen k protilehlému břehu – bodu.
- Add Blocked Obstruction Area -viz. Předěšlé volba – překážka je zadána pomocí dvou volitelných bodů – překážka je tvořena jako blok.
- Grid -umožňuje zobrazit jednotlivé grid – mřížky (sít) s rozdílným krokem.

Background Pictures

V této volbě dochází k zavedení mapového podkladu do systému HEC-RAS. Mapový podklad ve formě bit-mapy je přidán pomocí funkce *add* (odebrán funkcí *delete*), jeho přesné umístění je upraveno editací voleb souřadnic jednotlivých rohů snímku (levý, pravý, horní a dolní roh snímku).



S touto funkcí souvisí funkce *View Picture*, která se nachází v hlavním menu umístěném svisle v základním okně pro zadávání geometrie.

Plot GIS Profile Reach Bounds

Díky této funkci je možné vykreslit na jednou do celého podélného profilu zátopovou čáru.

4.4 Příčné profily

Zadávání příčných profilů pomocí ikony *Cross Sections*

Po vyvolání ikony s pomocí myši se objeví okno s nabídkou v prvním řádku :



Ukončení práce lze provést mimo jiné pomocí položky *Exit*. V následující ukázce je uveden základní formulář pro práci příčnými profily:

Cross Section X-Y Coordinates		
	Station	Elevation
1	0	4.04
2	2	4.04
3	2	1.04
4	5.5	1.04
5	5.5	4.04
6	7	4.04
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
200	200	200

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.014	0.014	0.014

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
2	5.5

Cont\Exp Coefficients	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

V případě, že chceme nějaký profil editovat, musíme postupně vybrat název řeky (*River Name*), úseku (*Reach Name*) a dále staničení profilu (*River Station*). Mezi jednotlivými dílčími okny se pohybuje myš. Nový profil se vkládá postupem *Option* \Rightarrow *Add a new Cross Section*. Jako první se zadává v kolonce *River Station* staničení profilu. Na základě porovnání tohoto čísla se staničením ostatních profilů program nově vkládaný profil zařadí do databáze příčných profilů a vykreslí jej do obrázku schematizace říční sítě. Použitý rozměr staničení (např. ř.km) nemusí být v souladu s rozměry ostatních délkových veličin (v m). Vzdálenost mezi příčnými profily, která je užívaná při vlastním výpočtu nerovnoměrného proudění, není z těchto údajů odvozená ale zadává se na samostatném místě.

Po zadání staničení profilu se zadává v okně *Description* slovní popis profilu. Základní forma zadávání geometrických dat příčného profilu má následující postup. Pokračuje se do hlavního okna pro zadávání souřadnic (vodorovná souřadnice - *Station*, svislá *Elevation*), standardně je nastaveno maximálně 100 bodů, v rámci položky *Option* je možné operativně přestavit. Vzdálenosti k profilu ve směru toku se zadávají v okně *Down Stream Reach Lengths*, a to samostatně pro levou část inundace, vlastní koryto a pravou část inundace (v případě, že příčný profil takto v dalším kroku rozdělíme), pro stejné části koryta zadáváme v okně *Manning's n Values* hodnoty součinitele drsnosti podle Manninga a v okně *Main Channel Bank*

4.4. - Příčné profily

Station potom vodorovné souřadnice bodů oddělujících hlavní koryto od inundace. Pokud hodnota souřadnice neodpovídá některému z výše zadaných bodů, program provede lineární interpolaci. V poslední řádce je možné změnit hodnoty součinitele místních ztrát (náhlé rozšíření a zúžení), automaticky se zde objevují hodnoty nastavené jako default parametry.

Kromě tohoto základního postupu umožňuje program na přání uživatele další postupy.

Editace

Položka *Edit* umožňuje základní editační práce podle zvyklostí programů *Word*, *Notepad* i *Excell* (mimo jiné vzájemné kopírování dat příčných profilů mezi těmito typy programů) a další editační práce.

Undo Editing	
Cut	Ctrl+X
Copy	Ctrl+C
Paste	Ctrl+V
Delete ...	
Insert ...	

Undo Editing

Cut Ctrl+X

Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Delete

Insert

Vrácení editačního kroku

Vymazání bloku

Nahrání bloku

Vložení bloku

Smazání pole nebo řádky

Vložení pole nebo řádky

Možnosti

Další možnosti při zadávání příčných profilů dovoluje položka *Option*

Add a new Cross Section ...
Copy Current Cross Section ...
Rename River Station ...
Delete Cross Section ...
Adjust Elevations ...
Adjust Stations
Adjust n or K values ...
Ineffective Flow Areas ...
Levees ...
Blocked Obstructions ...
Add a Lid to XS ...
Add Ice Cover ...
Horizontal Variation in n Values
Horizontal Variation in K Values

Add a new Cross Section

Copy a new CrossSection

Rename River Station

Delete Cross Section

Adjust Elevations

Adjust Stations

Vložení nového příčného profilu

Kopírování již existujícího příčného profilu

Změna staničení příčného profilu

Vymazání příčného profilu

Změna výškové úrovně všech bodů profilu přičtením konstanty

Změna vodorovné kóty všech bodů profilu přičtením konstanty nebo přenásobením

Adjust n Values

Změna všech hodnot součinitele drsnosti přenásobením

Ineffecive Flow area

Umožňuje stanovit pasivní oblasti příčného profilu

Levees

Umožňuje stanovit oblasti příčného profilu bez vody

Blocked Obstructions

Umožňuje vložit do příčného profilu překážky

Add a Lid to XS

Vložení krycí desky do příčného profilu

Add Ice Cover

Editor pro zadávání ledových jevů.

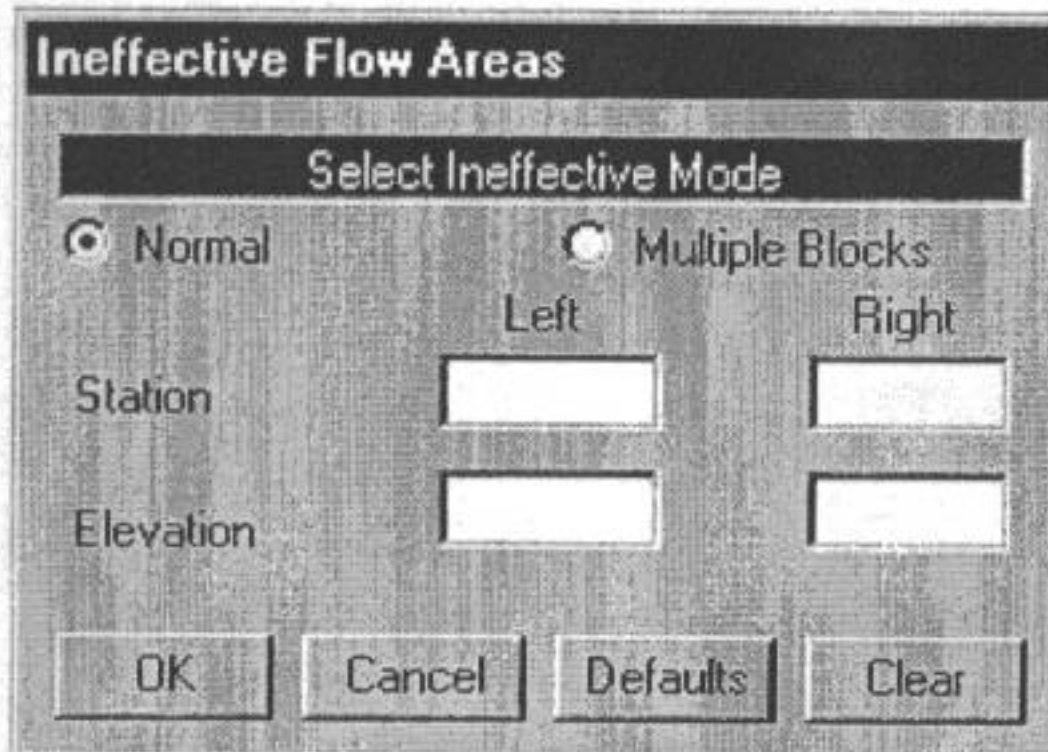
Horizontal Variation in n

Možnost zadávání proměnných hodnot součinitele n v rámci celého příčného profilu (nový sloupec)

Horizontal Variation in k

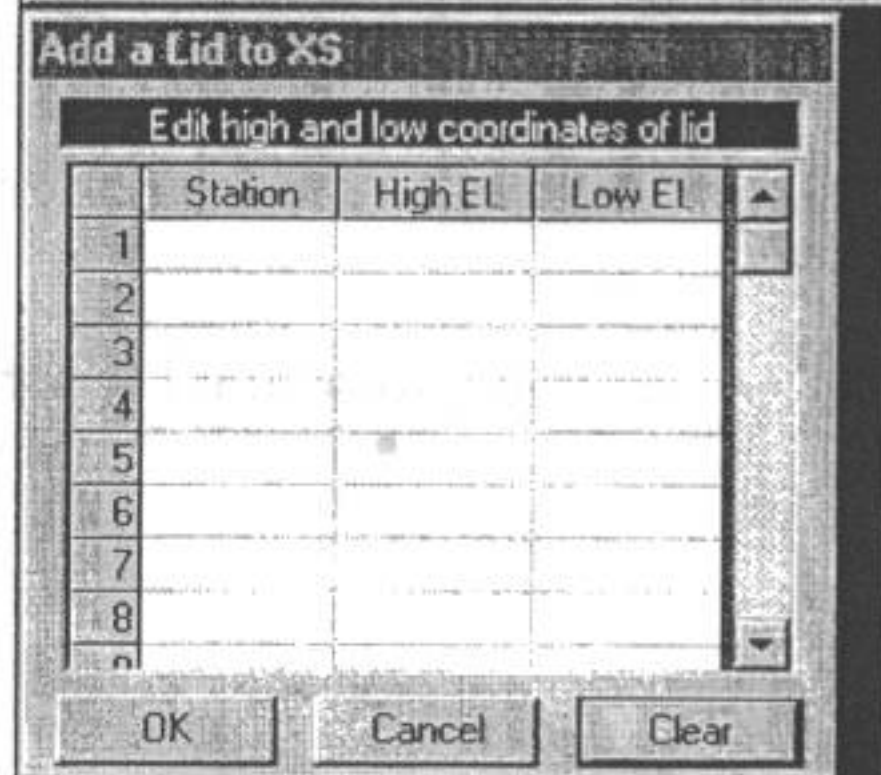
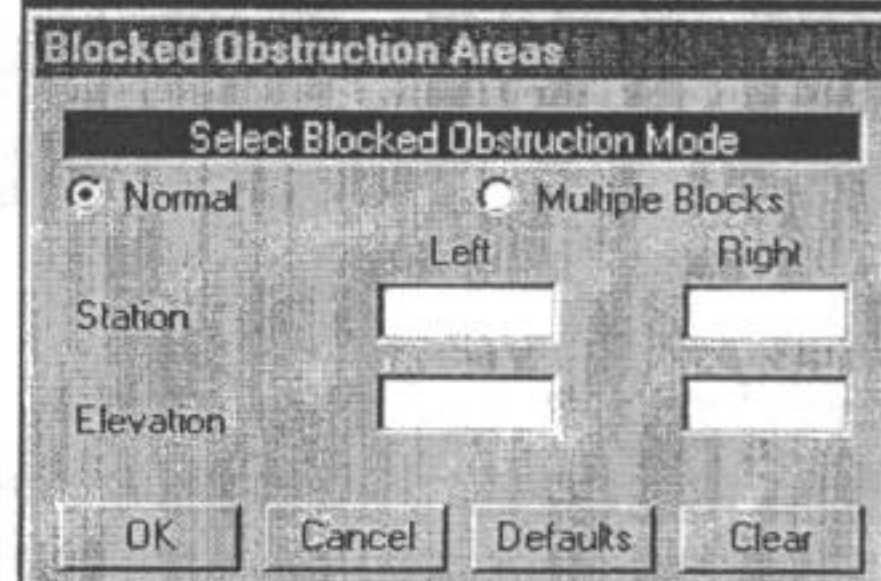
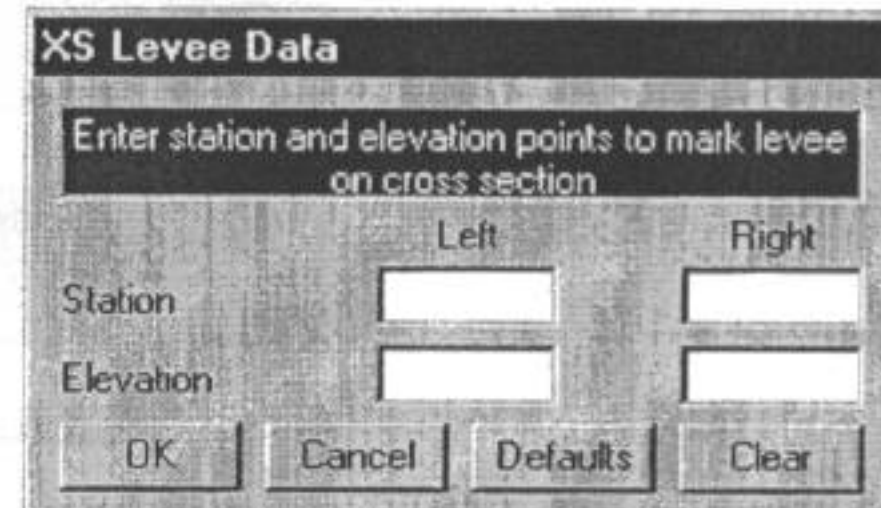
Možnost zadávání proměnných hodnot součinitele k v rámci celého příčného profilu (nový sloupec)

Položka **Ineffective Flow area** dovoluje stanovovat meze (buď levý či pravý okraj nebo v případě volby bloků v několika samostatných úsecích příčného profilu) pro tvorbu pasivních oblastí.



Pokud je úroveň hladiny nižší než zadaná úroveň, program sice uvažuje hladinu v celém profilu, pasivní oblast však nezahrnuje do průtočné plochy, rychlost je zde uvažována nulová. V případě, že úroveň hladiny přesáhne zadanou mez, je i zadaná oblast uvažována jako aktivní

Položka **Levees** se zadává obdobně. V případě, že hladina nepřesáhne zadanou mez, program omezenou oblast nezahrnuje do aktivního průtočného průřezu v průběhu výpočtu a nevykreslí do této části ani průběh hladiny - voda do této části průtočného profilu nenateče. V případě že hladina tuto mez přesáhne, je omezená část opět uvažována jako plně aktivní.



Položka **Blocked Obstruction** dovoluje obdobným způsobem zadávat překážky na toku (např. stavby).

Položka **Add a Lid to XS** dovoluje částečně simulovat proudění v zakrytých tratích vložení krycí desky. Výpočet proudění je uvažován jako v případě otevřeného koryta s tím, že je krycí deska zahrnuta do omočeného profilu.

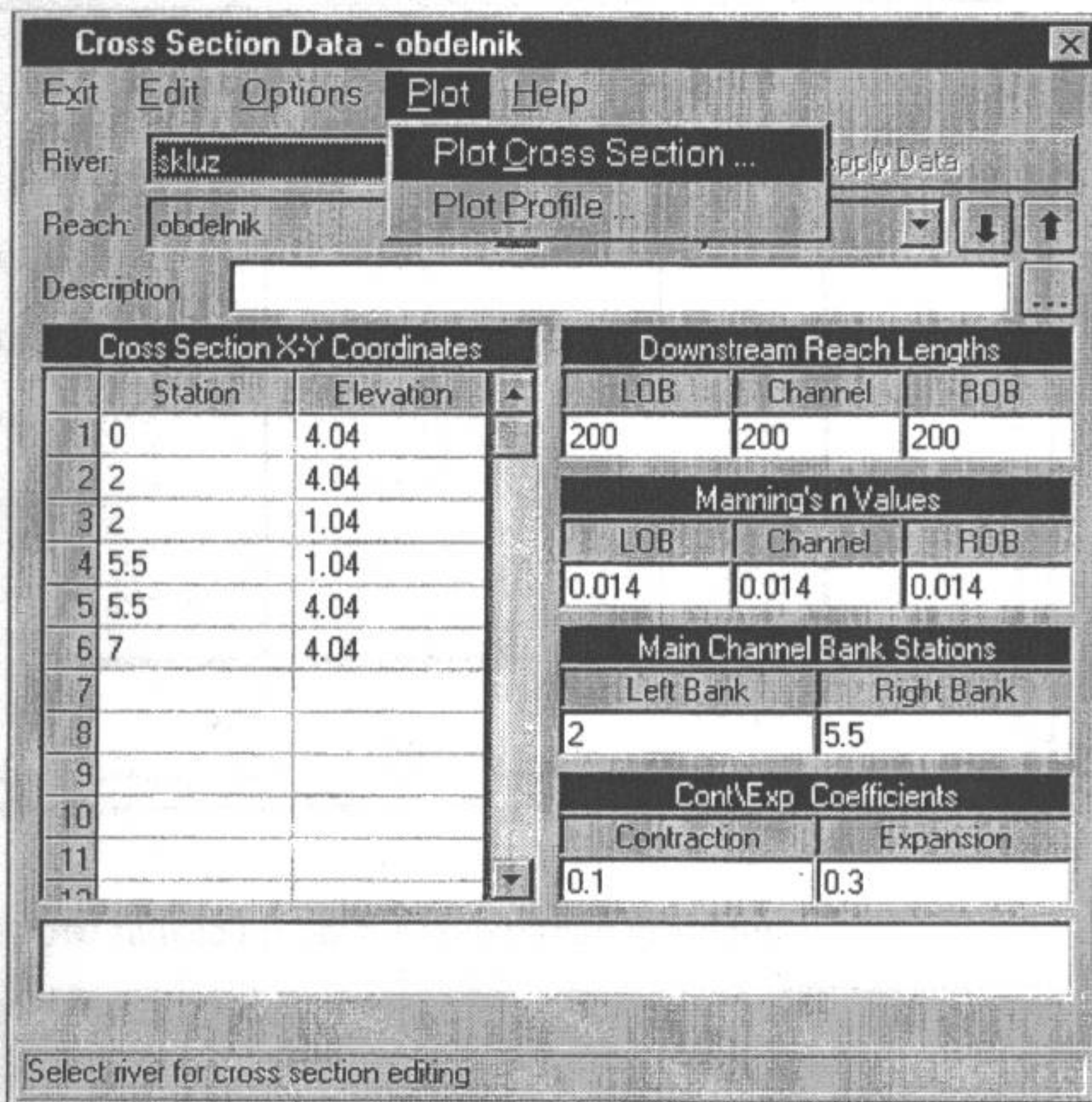
4.5 Grafická prezentace příkazem Plot

Plot Cross Section

Vykreslení příčného profilu

Plot Profile

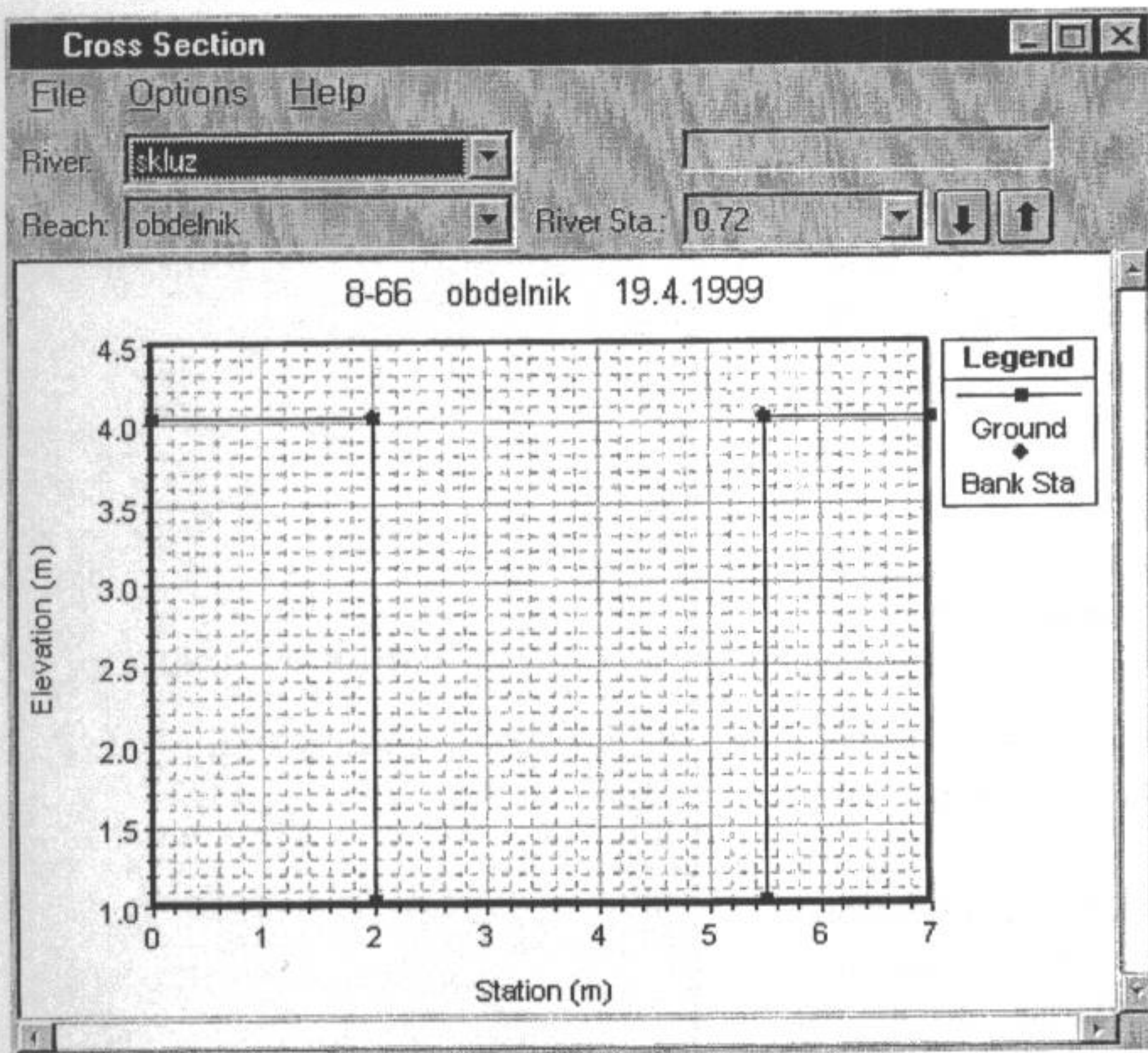
Vykreslení podélného profilu



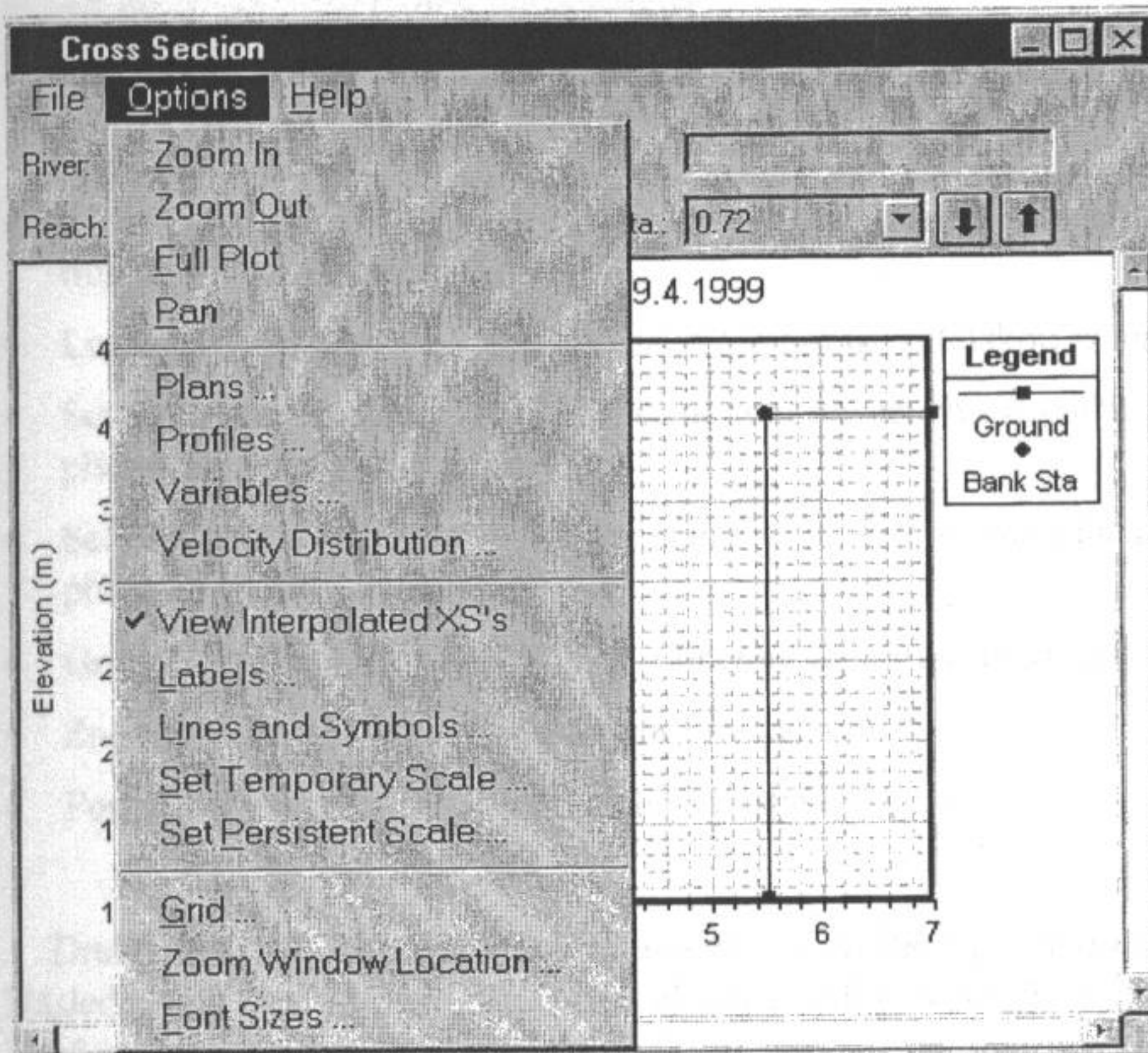
Obě funkce umožňují pod položkou *File* tisk (*Print*) či kopírování (*Copy to Clipboard*) do jiných programů (*Word*, *Excell*) a pod položkou *Option* se nacházejí velmi rozsáhlé možnosti nastavení obrázku (volba vykreslování veličin, volba měřítek charakteru čar, označení atd.).

Každý zadaný profil můžeme sledovat jednotlivě, s konkrétním nastavením. Následující ukázka názorně předvádí možný pohled.

V pořadí druhy obrázků pak podává přehled o možnostech, které může obsluha využít při práci s konkrétním příčným profilem – viz. volba *OPTION*.

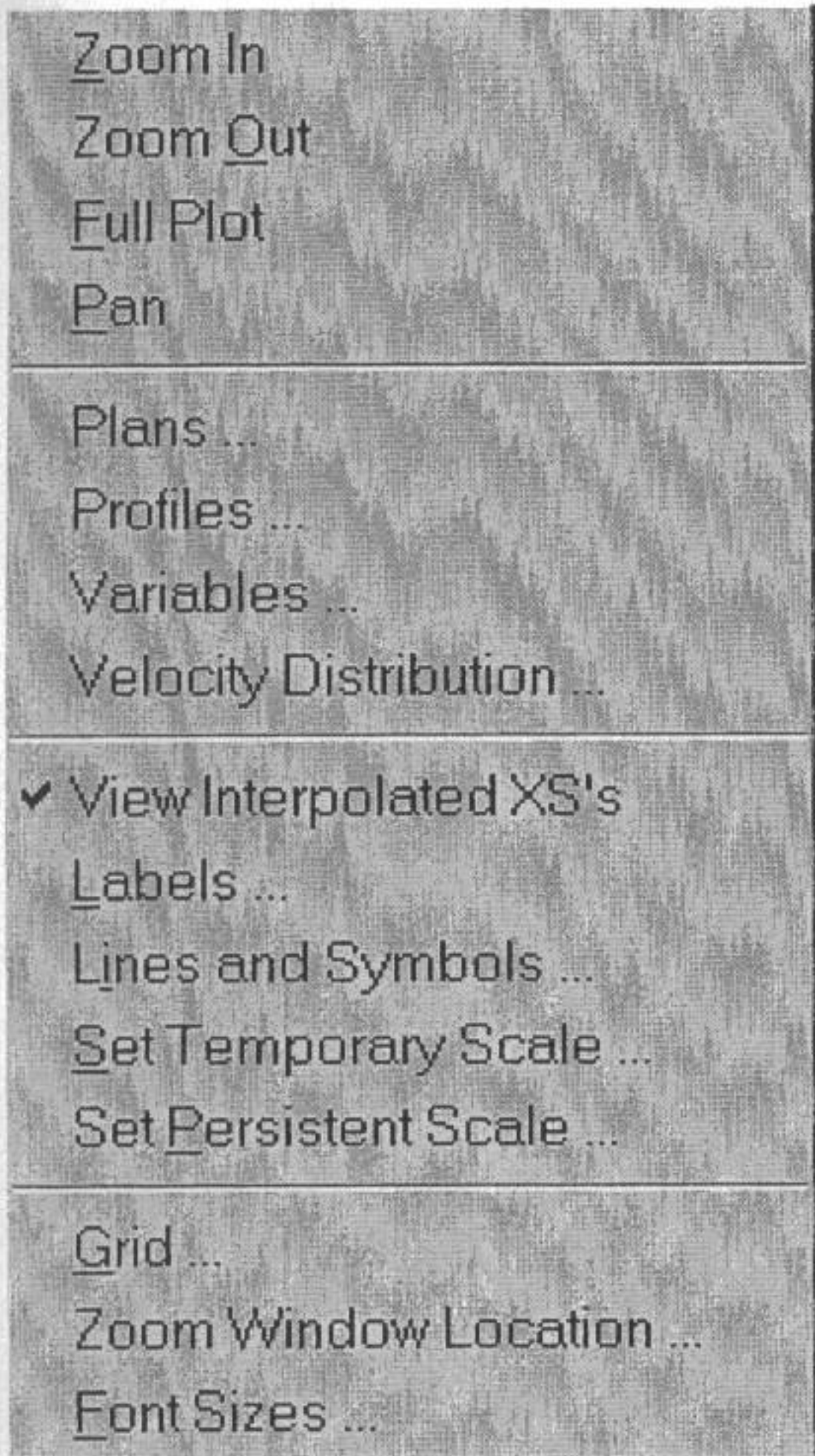


Možné další funkce při práci s konkrétním profilem.



K jednotlivým položkám obsaženým v menu *option* položek *Plot Cross Section* a *Plot Profil*. Obrázky znázorňující jednotlivé volby jsou v pořadí *Plot Cross Section*, pak následuje *Plot Profil*. Nyní tedy k jednotlivým volbám blíže:

4.6 Plot Cross Section:



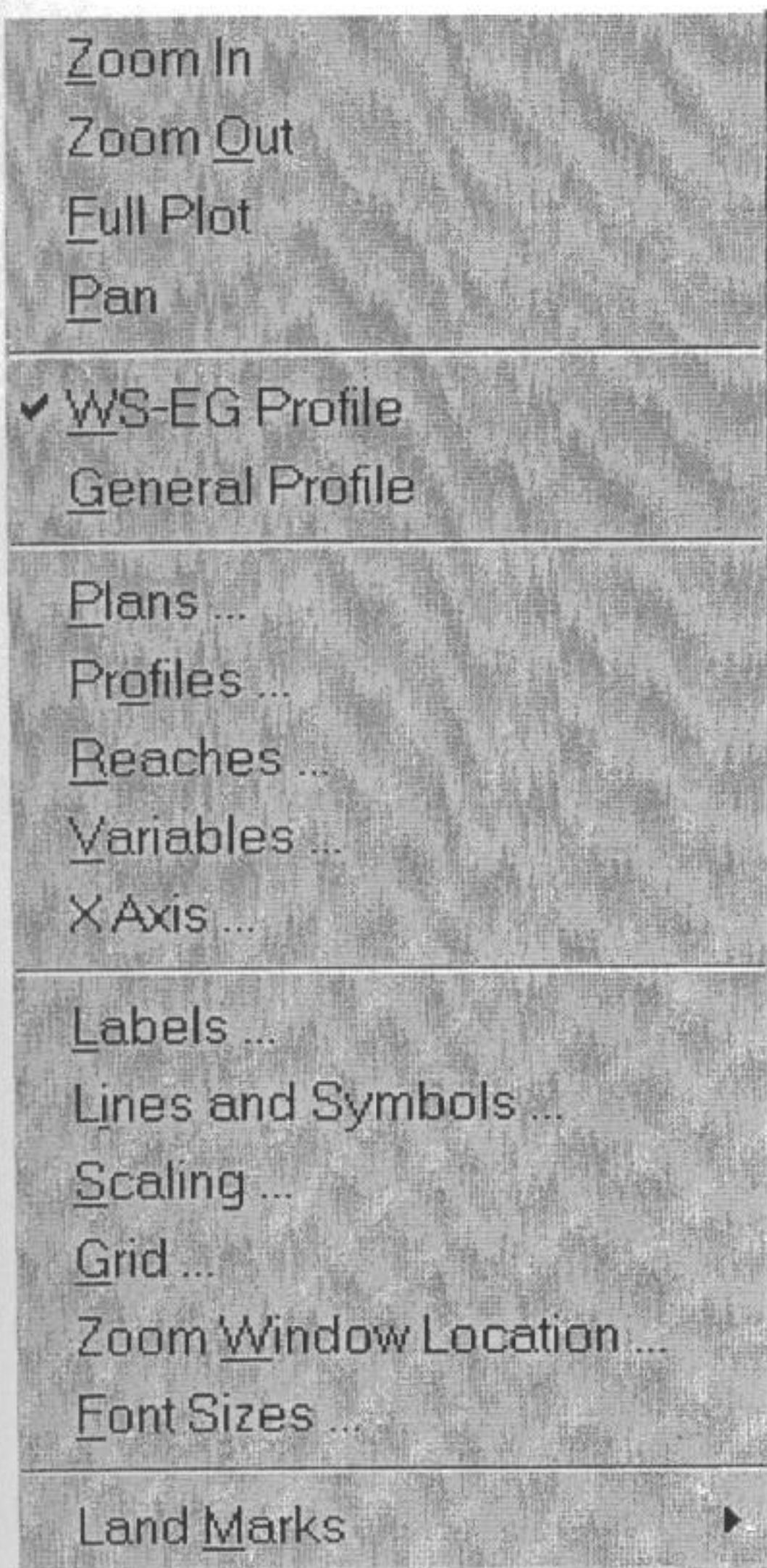
- Zoom In - umožňuje provést přiblížení, výběr proveden pravoúhelníkem - kurzor
- Zoom Out - umožňuje provést oddálení, pohled ve větším celku
- Full Plot - zobrazení celého příčného řezu do právě aktivní velikosti okna
- Pan - umožňuje provedení aktivního posunu příčného řezu v závislosti na pohybu myši – posun je pouze dočasný.
- Plans - možnost výběru „jiného“ výpočtového plánu.
- Profiles - umožňuje přidat a odebrat Q, pro které byl výpočet proveden – přehlednost při zobrazování vypočtených parametrů – variables.
- Variables - umožňuje zapínat / vypínat – přidávat / ubírat zobrazování vypočtených „hodnot“.
- View Interpolated XS's - zapínání/vypínání příčných profilů generovaných pomocí fce

Interpolated XS's.

- Labels - popisy s aktivním okně příčného řezu – čas výpočtu, titulek, jméno geometrie,....
- Lines and Symbols - nástroje pro uživatelskou změnu čar a symbolů
- Set Temporary Scale - stanovení dočasného rozsahu max, min, os pro zobrazení příčných profilů
- Set Persistent Scale - stanovení trvalého rozsahu max, min, os pro zobrazení příčných profilů
- Grid - zobrazení jednotlivých druhů – hustoty sítě
- Zoom Window Location - nastavení funkce zoom
- Font Sizes - uživatelské nastavení textu- font.

Druhá položka *Plot Profil* obsahuje ve své volbě *option* do značné míry shodné volby. Následující obrázek ukazuje přehledně všechny volby, s tím že popsány budou už jen ty volby, které nebyly uvedeny u předešlé položky.

4.7 Plot Profil



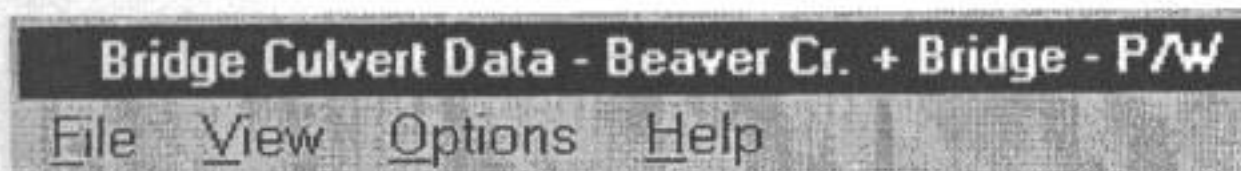
- *WS-EG Profile* - zobrazení vypočtených parametrů – vybraných ve volbě *variables*.
- *General Profile* - zobrazení podélného profilu.
- *Reach* - výběr řeky – geometrie
- *X Axis* - nastavení zobrazovaných hodnot na ose X
- *Scaling* - viz. fce *Set Persistent Scale*
- *Land Marks* - přidání další doprovodných informací k ose X.

5 Objekty v korytě

Program HEC-RAS dovoluje řešit proudění řadou objektů jako jsou mosty, propustky a jezy.

5.1 Zadávání mostů a propustků ikonou Brdg/Culvs

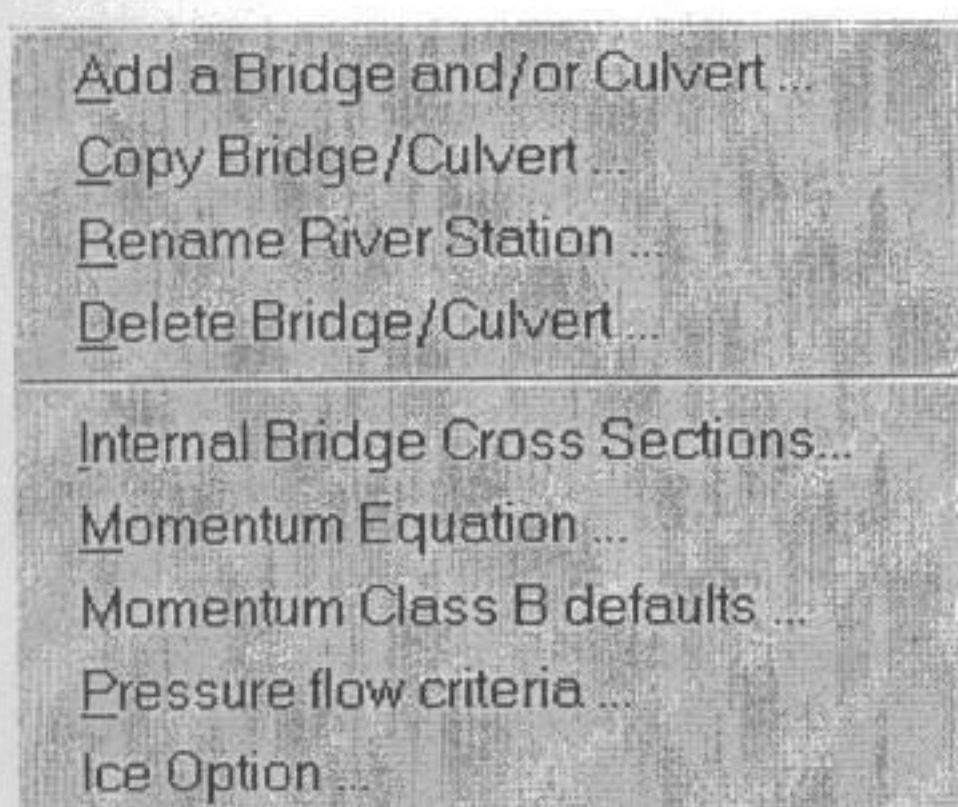
Po vyvolání ikony s pomocí myši se objeví okno s nabídkou v prvním řádku :



Položka *File* umožňuje tisk obrázku, kopírování do prostředí Windows a ukončení práce.

Položka *View* dovoluje prohlížet detaily obrázku, volit vykreslování příčných profilů (pouze profil nad, pouze profil pod nebo oba), barevně oddělit části příčného profilu z hlediska výpočtu proudění objektem, vykreslit mřížku.

Položka *Option* umožňuje:



- *Add a new Bridge/Culvert* Vložení nového mostu/propustku
- *Copy a Bridge/Culvert* Kopírování již existujícího mostu/propustku
- *Rename River Station* Změna staničení mostu/propustku
- *Delete a Bridge/Culvert* Vymazání mostu/propustku
- *Internal Bridge Cross Sec.* Vypsání tabulky příčných profilů
- *Momentum Equation* Nastavuje kritéria výpočtu
- *Momentum Class B Defaults* Nastavuje kritéria výpočtu
- *Pressure Flow Criteria* Nastavuje kritéria výpočtu

Konkrétní zadávání geometrie mostů a propustků a způsobu výpočtu umožňují ikony ve svislém sloupci :



- *Deck/Roadway* mostavka -zadání parametrů k honí konstrukci mostu -
- *Pier* pilířům -zadání parametrů k jednotlivým mostním
- *Sloping Abutment* -zadání parametrů opěrné zdi
- *Bridge Modeling Approach* -stanovení výpočtových metod proudění objektem mostu.
- *Culvert* -stanovení výpočtových parametrů propustků

- *Multiple Opening Analysis* - zadání parametrů pro více otvorů - výpočet
- *Bridge Desing* - návrh mostů a propustků – program pro projekční účely.

Nezbytnou podmínkou vložení nového mostu nebo propustku je existence profilu nad i pod objektem, přičemž tyto profily by měly být umístěny bezprostředně vzdáleny od obou okrajů objektu. Vložení nového objektu se provádí postupem *Option* ⇒ *Add a new Bridge/Culvert* a následujícím vložení staničení objektu, podle kterého je objekt umístěn mezi příčné profily.

Upozornění

Údaje o geometrii horního profilu mostní konstrukce musí mít stejný počátek vodorovných souřadnic jako v případě příčného profilu bezprostředně nad mostem obdobně platí pro dolní profil mostní konstrukce a příčný profil pod mostem.

5.2 Zadávání vlastní konstrukce mostu ikonou Deck/Roadway

V rámci okna se postupně musí zadat vzdálenost mezi horním příčným profilem a horním okrajem objektu *Distance*, šířka objektu *Width* a hodnota součinitele přepadu *Weir Coef* (daná $m \cdot (2 \cdot g)^{0.5}$, nastavená hodnota 1.66 odpovídá součiniteli přepadu $m = 0.37$). *Skew Angle* je úhel, který svírá kolmice na most s proudnicí. Geometrický popis rozměrů objektu je dán vodorovným staničením *Station*, horní a spodní úrovní mostovky *High* a *Low Cord*, v případě zadání spodní úrovně menší než úroveň terénu, program automaticky ukončí vykreslování v průsečíku. V případě shodnosti horního i spodního profilu je možné použít funkce *Copy to Downstream*. Lze přidávat *Ins Row* či mazat řádek *Del Row*. Veličiny *U.S.* a *D.S. Embankment* mají význam sklonů svahů mostního profilu v příčném průřezu ve směru proti vodě a po vodě. Do výpočtu jsou zahrnuty pouze ve výpočtu metodou WSPRO, jinak jsou použity při vykreslování podélného profilu.

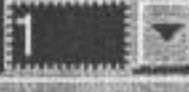
Vliv případného vzduťi spodní vodou lze ovlivňovat změnou hodnoty *Max Submergence* (předem nastavená hodnota je 0.95). V okně *Min Weir Flow El.* je možné nastavit minimální výšku přepadového paprsku v případě přelévané mostní konstrukce, při které bude prováděn výpočet. Lze volit dva typy výpočtu přepadu vody přes mostovku *Broad Crested/Ogee*. Modelování proudění mostními objekty není vhodné provádět bez podrobného studia *Hydraulic Manual*. Povinností je vybrat způsob výpočtu pomocí ikony *Bridge Modeling Approach*.

Deck/Roadway Data Editor						
Del Row	Distance	Width	Weir Coef	Skew Angle		
Ins Row	30	40	2.6			
Upstream			Downstream			
	Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord
1	0	216.93	200	0	216.93	200
2	450	216.93	200	450	216.93	200
3	450	216.93	215.7	450	216.93	215.7
4	647	216.93	215.7	647	216.93	215.7
5	647	216.93	200	647	216.93	200
6	2000	216.93	200	2000	216.93	200
7						
8						
U.S. Embankment SS	2		D.S. Embankment SS	2		
Weir Data						
Max. Submergence:	0.95		Min Weir Flow El:			
Weir Crest Shape						
<input checked="" type="radio"/> Broad Crested						
<input type="radio"/> Ogee						
OK	Cancel	Clear	Copy Up to Down			
Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (ft)						

5.3 Zadávání pilířů ikonou Piers

V rámci této funkce se zadávají pilíře mezi dnem a spodní úrovní mostovky. Pilíř je definován

Pier Data Editor

Add Copy Delete Pier #  ↓ ↑

Del Row Centerline Station Upstream 470

Ins Row Centerline Station Downstream 470

Skew Angle

Floating Debris

	Upstream		Downstream		
	Pier Width	Elevation	Pier Width	Elevation	
1	1.25	200	1.25	200	▲
2	1.25	216	1.25	216	
3					
4					
5					
6					▼

OK Cancel Help Copy Up to Down

Select the Pier to Edit

vodorovnou kótou osy pilíře a dále šířkou pilíře v jednotlivých výškových úrovních. Při zadání výškových úrovní pode dnem či nad dolní hranou mostovky program automaticky vykreslí pilíř pouze od průsečíků. Opět je umožněno kopírování z horního profilu do dolního *Copy to Downstream*, přidávání dalšího pilíře *Add* kopírování *Copy* či mazání *Delete*, přidávat *Ins Row* či mazat řádek *Del Row* zadávat lze rovněž úhel, který pilíř svírá se směrem proudnice.

5.4 Zadávání šikmých bočních zdí ikonou Sloping Abutment

V rámci této funkce se zadávají šikmé boční zdi mezi dnem a spodní úrovní mostovky. Pilíř je

Upstream		Downstream	
Station	Elevation	Station	Elevation
1	865.4	865.4	18
2	901.4	901.4	0
3			
4			
5			
6			
7			

definován vodorovnými svislými souřadnicemi jednotlivých bodů. Ikonou a sviloukótou osy pilíře a dále šířkou pilíře v jednotlivých výškových úrovních. Při zadání výškových úrovní pode dnem či nad dolní hranou mostovky program automaticky vykreslí zeď pouze od průsečíků. Opět je umožněno kopírování z horního profilu do dolního *Copy to Downstream*, přidávání dalšího pilíře *Add* kopírování *Copy* či mazání *Delete*, přidávat *Ins Row* či mazat řádek *Del Row*

zadávat lze rovněž úhel, který zeď svírá se směrem proudnice.

5.5 Zadávání způsobu výpočtu ikonou Bridge Modeling Approach

V rámci této funkce se povinně musí zadat způsob výpočtu proudění mostem a

případného proudění přes mostovou konstrukci. K dispozici jsou čtyři výpočetní postupy pro výpočet proudění mostem - rovnice energetická, momentová, Yarnellova a metoda WSPRO pro proudění přes most jsou k dispozici dva výpočetní postupy - rovnice energetická a výpočet přepadu přes jez. V případě řešení proudění mostem lze vybrat i více postupů, do výsledků v tomto případě zahrne program nejvyšší dosaženou úroveň hladin ze zvolených postupů. Standardně jsou v obou případech nastaveny postupy s využitím energetické rovnice. Použití ostatních metod není vhodné bez podrobného studia

5.6 Zadávání propustků ikonou Culvert

V jednom profilu je možné zadávat až 10 různých propustků. Pro první je automaticky vybrán název *Culvert#1*, jeho jméno stejně jako dalších lze změnit pomocí *Rename*. Přidávat další propustek je možné příkazem *Add*, kopírovat *Copy* a mazat *Delete*.

Culvert Data Editor

Buttons: Add, Copy, Delete, Rename, Up, Down

Culvert ID: Box #1

Solution Criteria: Highest U.S. EG

Shape: Box, Span: 6, Rise: 4

Chart #: 8 - flared wingwalls

Scale #: 1 - Wingwall flared 30 to 75 deg

Distance to Upstrm XS: 20, # identical barrels: 5

Culvert Length: 60

Entrance Loss Coeff: 0.5

Exit Loss Coeff: 1

n - Value: 0.013

Upstream Invert Elev.: 211.7

Downstream Invert Elev.: 211.6

Centerline Stations			
	Upstream	Downstream	
1	200	200	
2	220	220	
3	240	240	
4	260	260	
5	280	280	

Buttons: OK, Cancel, Help

Select culvert to edit

Při zadávání konkrétně vybraného propustku se z nabídky volí tvar průtočného průřezu *Shape*, rozpětí *Span* a výška *Rise*. Na základě volby tvaru se vybírají další charakteristiky z další nabídky *Chart* a *Scale*. Kritéria řešení se vybírají z nabídky *Solution Criteria*.

Dále se zadává vzdálenost horního okraje propustku k horními příčnému profilu *Distance to Upstream XS*, délka propustku *Culvert Length*, součinitelé ztrát na vtoku a výtoku *Entrance/Exit Loss Coefficient*, Mannigův součinitel drsnosti *n - Value*, horní a dolní kótou dna propustku

Upsteram/Downstream Invert Elevation.

V případě, že má více propustků shodný tvar i rozměry, mohou být uvedeny pod jedním názvem při vložení jejich počtu *# identical barrels*. Vodorovné umístění svislých os jednotlivých os propustku se zadává v tabulce *Centerline Stations*.

5.7 Zadávání řešení proudění více otvory ikonou Multiple Opening Analysis

Program umožňuje provést výpočet v případě více otvorů (mostů či propustků). Použití postupu není vhodné bez podrobného studia *Hydraulic Manual*.

Multiple Opening Analysis

Buttons: Conveyance, Culvert Group, Bridge, Insert Row, Delete Row

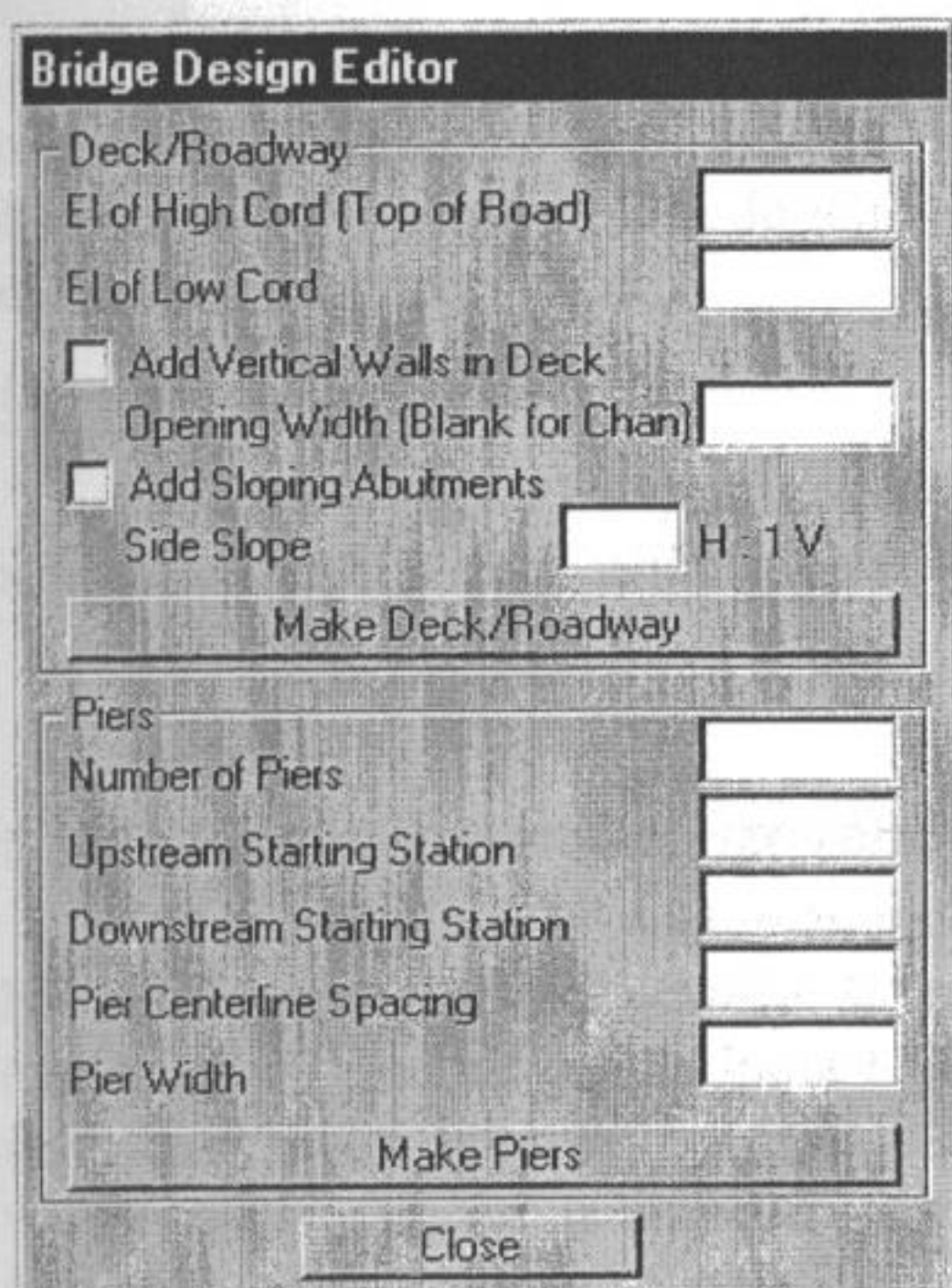
	Opening Type	Upstream		Downstream	
		Station Left	Station Right	Station Left	Station Right
1	Culvert Group	0	390	0	390
2	Bridge	310	880	310	880
3	Bridge	700	1850	700	1824
4					
5					
6					
7					

Buttons: OK, Cancel, Help, Copy Up to Down

Press enter to make the selected opening a conveyance opening.

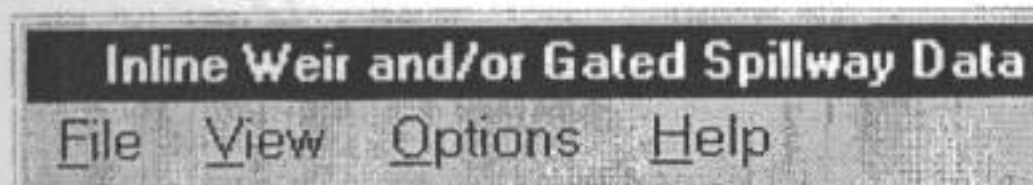
5.8 Navrhování nových objektů ikonou Bridge Desing

Navrhování mostů či propustků v rámci použití programu pro projekční účely.



5.9 Zadávání jezů a otvorů ikonou Inline Weir Spillway

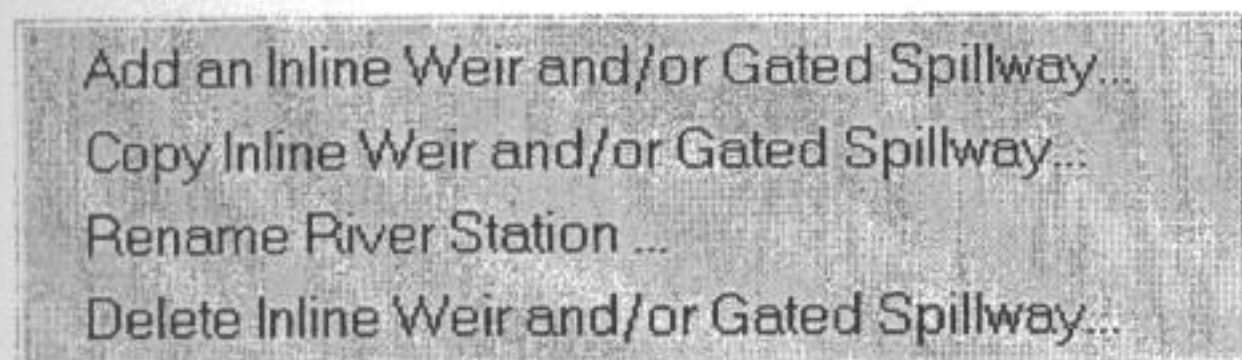
Po vyvolání ikony s pomocí myši se objeví okno s nabídkou v prvním řádku :



Položka *File* umožňuje tisk obrázku, kopírování do prostředí Windows a ukončení práce.

Položka *View* dovoluje prohlížet detaily obrázku, vykreslit mřížku.

Položka *Option* umožňuje:



- *Add a new Inline Weir/Gated Spillway*
Vložení nového jezu/tvoru
- *Copy a Inline Weir/Gated Spillway*
Kopírování již existujícího jezu/otvoru
- *Rename River Staion*

Změna staničení jezu/otvoru

- *Delete a Inline Weir/Gated Spillway*

Vymazání jezu/otvoru

Konkrétní zadávání geometrie mostů a propustků a způsobu výpočtu umožňují ikony ve svislém sloupci :

5.10. - Zadávání pevného jezového objektu ikonou Weir Embankment



- *Weir Embankment* -pevný jezový objekt
- *Gate* -pohyblivý jezový objekt

Nezbytnou podmínkou vložení nového mostu nebo propustku je existence profilu pod objektem. Vložení nového objektu se provádí postupem *Option* \Rightarrow *Add a new Inline Weir/Gated Spillway* a následujícím vložení staničení objektu, podle kterého je objekt umístěn mezi příčné profily.

Upozornění

Údaje o geometrii profilu jezové konstrukce musí mít stejný počátek vodorovných souřadnic jako v případě příčného profilu bezprostředně pod mostem.

5.10 Zadávání pevného jezového objektu ikonou Weir Embankment

V rámci okna se postupně musí zadat vzdálenost mezi horním příčným profilem a horním okrajem objektu *Distance*, šířka objektu *Width* a hodnota součinitele přepadu *Weir Coef* (daná $m \cdot (2 \cdot g)^{0.5}$, nastavená hodnota 1.66 odpovídá součiniteli přepadu $m = 0.37$). *Skew Angle* je úhel, který svírá kolmice na most s proudnicí. Geometrický popis rozměrů objektu je dán vodorovným staničením *Station*, úrovní přelivné hrany *Elevation*, v případě zadání spodní úrovně menší než úroveň terénu, program automaticky ukončí vykreslování v průsečiku. Lze přidávat *Ins Row* či mazat řádek *Del Row*. Veličiny *U.S.* a *D.S. Embankment* mají význam sklonů svahů mostního profilu v příčném průřezu ve směru proti vodě a po vodě.

V okně *Min Weir Flow El.* je možné nastavit minimální výšku přepadového paprsku přes přelivnou hranu, při které bude prováděn výpočet. Lze volit dva typy výpočtu přepadu vody přes jezový objekt *Broad Crested/Ogee*. Výpočet přepadu přes širokou korunu *Broad Crested* nepotřebuje zadání dalších informací, výpočet *Ogee* vyžaduje vložení hodnot *Spilway/Approach Height* a *Desing Energy Head*, k jejich stanovení je nutné studium *Hydraulic Manual*. Zde následuje ukázka formuláře pro zadávání pevného jezového objektu:

Inline Weir Station Elevation Editor				
Del Row	Distance	Width	Weir Coef	Skew Angle
Ins Row	20	50	3.95	
Edit Station and Elevation coordinates				
	Station	Elevation		
1	0	13.5		
2	57	13.5		
3	61	9.5		
4	190	9.5		
5	194	13.5		
6	1000	13.5		
7				
8				
U.S Embankment SS	2	D.S Embankment SS	2	
Weir Data				
Weir Crest Shape				
<input type="radio"/> Broad Crested	Min Weir Flow El:			
<input checked="" type="radio"/> Ogee	Spillway Approach Height:	24		
	Design Energy Head:	3	+Cd	
OK		Cancel		Clear
Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (ft)				

5.11 Zadávání pohyblivého jezového objektu ikonou Gate

V jednom profilu je možné zadávat až 10 různých jezových polí, ve kterých proudí voda otvorem mezi tělesem jezové konstrukce a pohyblivým uzávěrem. Pro první je automaticky vybrán název *Gate#1*, jeho jméno stejně jako dalších lze změnit pomocí *Rename*. Přidávat další propustek je možné příkazem *Add*, kopírovat *Copy* a mazat *Delete*, viz. příslušný formulář – zadání pohyblivého jezového objektu:

Gate Editor				
<input type="button" value="Add"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Gate Group:	Left Group
			Rename	↓ ↑
Height:	10	Width:	30	Invert:
				0
Gate Data				
Discharge Coefficient:	0.8			
Gate Type:	Radial			
Trunnion Exponent:	0.16			
Opening Exponent:	0.72			
Head Exponent:	0.62			
Trunnion Height:	10			
Orifice Coefficient:	0.8			
# Openings: 5				
Centerline Stations				
	Station			
1	220			
2	255			
3	290			
4	325			
5	360			
6				
Weir Data				
Weir Coefficient:	3.91			
Weir Crest Shape				
<input type="radio"/> Broad-Crested	Min Weir Flow El:			
<input checked="" type="radio"/> Ogee	Spillway Approach Height:	14		
	Design Energy Head:	10	41 +Cd	
OK		Cancel		Help

Dále se zadává maximální možnou výšku otevření uzávěru výška *Height*, šířka *Width*, a kóta prahu na uzávěru *Invert*. Součinitel přepadu *Discharge Coefficient* by se měl pohybovat v rozpětí hodnot od 0.6 do 0.8 pro radiální vrata a od 0.5 do 0.7 pro stavidlová vrata. Typ vrat se volí z nabídky v poli *Gate Type* (radiální a stavidlová). Dále se zadávají exponenty : *Trunnion Exponent* (typická hodnota pro radiální vrata 0.72, pro stavidlová automaticky 0), *Opening Exponent* (typická hodnota pro radiální vrata 0.16, pro stavidlová automaticky 1), *Head Exponent* (typická hodnota pro radiální vrata 0.62, pro stavidlová automaticky 0.5) a výška otočného čepu radiálních vrat nad tělesem jezové konstrukce *Trunnion Height*.

V případě, že má více propustků shodný tvar i rozměry, mohou být uvedeny pod jedním názvem při vložení jejich počtu *# Openings*. Vodorovné umístění svislých os jednotlivých os propustku se zadává v tabulce *Centerline Stations*.

5.12 „Soutoky“

Poslední funkcí, která se nachází v této části programu HEC-RAS je definování „soutoků“ říčního systému. K tomuto účelu je v základní menu, v jeho boční části umístěna ikona:



Pomocí této ikony lze zavolat funkci – formulář, ve kterém je možné velmi pohodlně „soutok“ definovat. Formulář pro definici „soutoku“ je následující:

Junction Data - Base Geometry - Energy Junction

Junction Name:

Description:

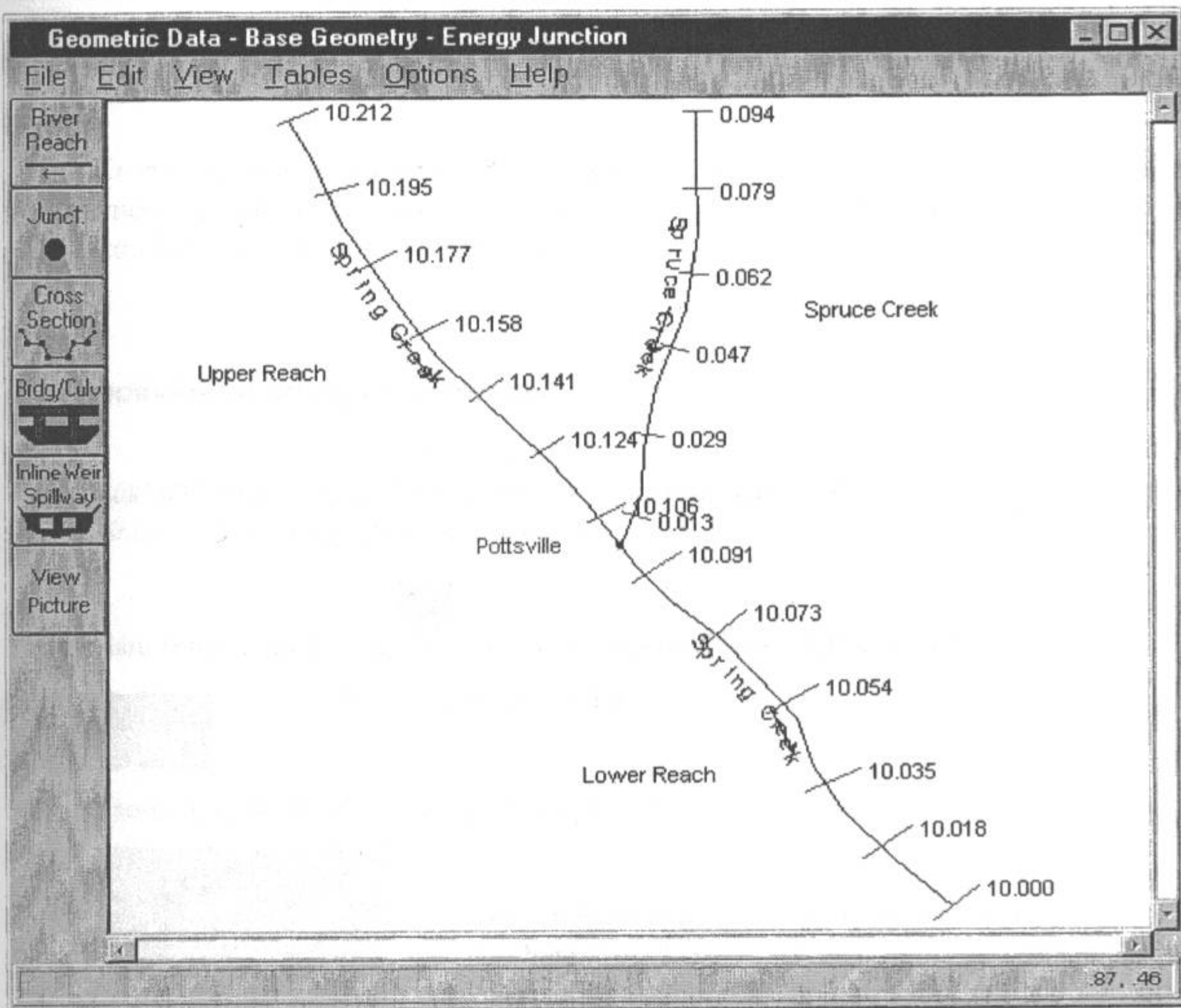
Computation Mode:
 Energy
 Momentum
 Add Friction
 Add Weight

Length across Junction		Tributary Angle (Deg)
From: Spring Creek - Lower Reach	Length (ft)	
To: Spring Creek - Upper Reach	80	
To: Spruce Creek - Spruce Creek	70	

Select Junction to Edit

Při definování „soutoku“ daného říčního systému je důležité zadat, jak daleko od „soutoku“ jsou první příčné profily na jednotlivých větvích sítě. Toto je také jediné nutné zadání, které uživatel musí provést, když opomenou pojmenování „soutoku“, poznámku a volba výpočtového módu.

Příklad větvěné sítě, kdy je nezbytně nutné definovat je zobrazen na následujícím příkladu:



6 Okrajové podmínky

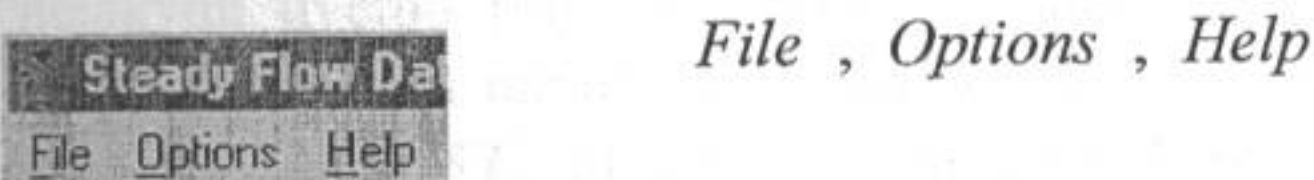
Kromě vytvoření geometrického modelu říční sítě včetně objektů je pro simulace nerovnoměrného proudění nutné zadat okrajové podmínky. Na dolním okraji je touto podmínkou hladina na horním potom průtok.

6.1 Zadávání okrajových podmínek

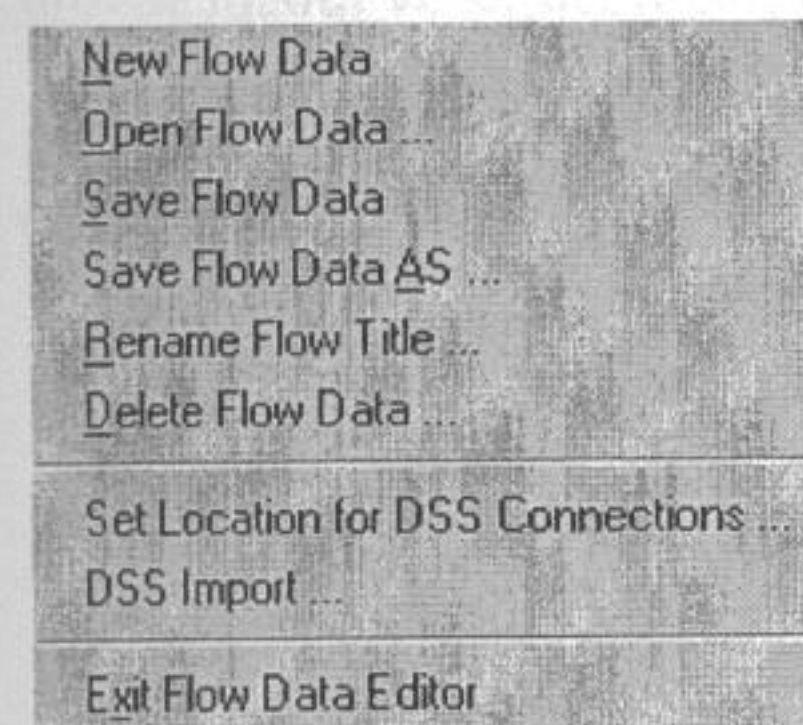
Základní okno pro zadávání okrajových podmínek je možné vyvolat pomocí příkazů *Edit* ⇒ *Steady Flow Data* nebo přímo ikonou



Po vyvolání ikony s pomocí myši se objeví okno s nabídkou v prvním řádku :



Práce se soubory s okrajovými daty pomocí příkazu *File*



- *New Flow Data* Otevření souboru
- *Open Flow Data* Otevření existujícího souboru
- *Save Flow Data* Nahrání souboru
- *Save Flow Data As* Nahrání souboru pod jiným názvem
- *Rename Flow Data* Přejmenování souboru
- *Delete Flow Data* Smazání souboru
- *Exit Geometric Data Editor* Ukončení práce editorem

dat okrajových podmínek

V základním okně se nejprve v poli *Enter/Edit Number of Profile* zadá počet simulací, které chceme pro různé průtoky řešit. Zde je třeba upozornit, že v rámci programu *HEC-RAS* nemá slovo *PROFILE* význam příčného ani podélného profilu, ale právě jednu úroveň dat s okrajovými podmínkami. Po zadání počtu *Profile* naskočí automaticky počet polí pro zadávání průtoků v horním profilu. Máme-li zadány větvnou síť, je třeba zadat průtok pro počáteční profil každé větve (v případě větve pod soutokem je třeba zadat součet průtoků oběma větvemi). V případě bočního přítoku v některém z příčných profilů uprostřed větve je třeba přidat lokalizaci tohoto místa pomocí *Add A Flow Change Location*. Každý *Profile* je automaticky označen jako *Prof#1*, *Prof#2* atd. Přejmenování je možné pomocí *Option* ⇒ *Edit Profiles Names*.

Typ dolní okrajové podmínky se volí v okně *Reach Boundary Conditions*. Model *HEC-RAS* nabízí následující možnosti řešení :

Known W.S.

Známa úroveň hladiny v dolním příčném profilu pro každý řešený průtok (kolonky jsou automaticky připraveny).

Critical Depth

Kritická hloubka v dolním profilu.

Normal Depth

Na základě zadání sklonu hladiny bude vypočtena za předpokladu rovnoměrného proudění měrná křivka profilu.

*Rating Curve*Zadání známé závislosti h na Q (měrná křivka).*Delete*

Vymazání okrajové podmínky

Uživatel může určit různé typy okrajových podmínek pro každý *Profile* v různých místech pomocí *Set boundary for one profile at a time*. Ukončení zadávání dolní okrajové podmínky se provede pomocí *OK*, přerušení *Cancel*.

Před ukončením zadávání okrajových podmínek je třeba použít funkci *Apply*.

V rámci použití příkazu *Option* jsou k dispozici další možnosti při zadávání okrajových podmínek. *Undo editing* umožní nastavit data do stavu po posledním vyvolání funkce *Apply*. *Delete Row From Table* umožňuje vymazat jeden z řádků v nabídce pro zadávání průtokových dat, pomocí funkce *Ratio Selected Flows* se zadává konstanta, kterou jsou přenásobeny všechny zadané hodnoty průtoků, pomocí *Edit Profile Names* je možné přejmenovat *Profile*. *Set Changes in WS and EG* dovoluje změnit úroveň hladiny nebo energetickou úroveň mezi nějakými dvěma příčnými profily v modelu. Je možné použít možnosti přidat energetické ztráty ke ztrátám napočítaným *Additional EG*, přímo stanovit energetické ztráty mezi dvěma profily *Change WG*, přímo stanovit úroveň hladiny v některém z příčných profilů *Known WS*, stanovit rozdíl hladin mezi dvěma profily *Change WS*. *Observed WS* dovoluje vložit naměřené úrovně hladin ve skutečnosti, které je možné pro kontrolu zobrazit při prezentaci výsledků.

Funkce *Inline Sillway Gate Openings* dovoluje nastavovat skutečné hodnoty otevření jednotlivých jezových uzávěrů.

7 výpočet nerovnoměrného proudění

Základní okno pro přípravu a spuštění výpočtu je možné pomocí příkazů *Simulate* ⇒ *Steady Flow Analysis* nebo přímo ikonou

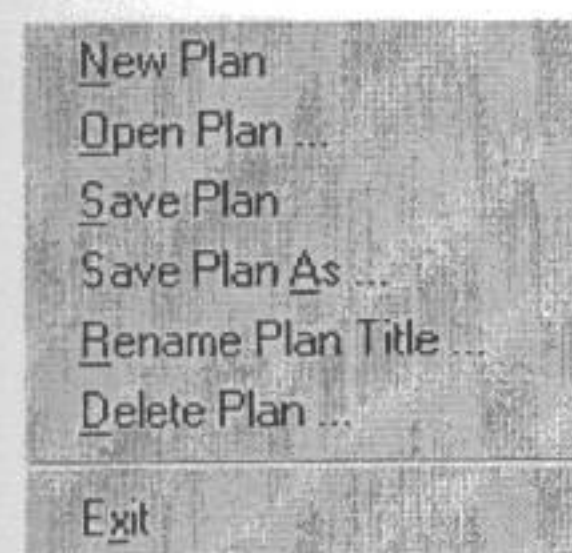
7.1 Spuštění výpočtu

Po vyvolání ikony s pomocí myši se objeví okno s nabídkou v prvním řádku :



File , *Options* , *Help*

Práce s geometrickými soubory pomocí příkazu *File*



- *New Plan* Otevření souboru
- *Open Plan* Otevření existujícího souboru
- *Save Plan* Nahrání souboru
- *Save Plan As* Nahrání souboru pod jiným názvem
- *Rename Plan* Přejmenování souboru
- *Delete Plan* Smazání souboru
- *Exit* Ukončení práce editorem výpočtu

V základním okně se nejprve v poli *Plan* objeví jméno plánu, a v kolonce Short ID jeho krátké označení. Zde je třeba upozornit, že v rámci programu *HEC-RAS* má slovo *PLAN* význam kombinace některého z vytvořených souborů s geometrickými daty a s daty s okrajovými podmínkami. V každém plánu jsou tak uchovány potřebné údaje ke spuštění výpočtu nerovnoměrného proudění. Volit různé kombinace z nabídky již vytvořených souborů umožňují kolonky *Geometry File* a *Steady Flow File*. Podrobný popis plánu je možný v okně *Plan Description*. Předpokládaný charakter proudění se nastavuje ve *Flow Regime*. *HEC-RAS* umožňuje řešit proudění říční (*Subcritical*) bystrinné (*Supercritical*) i smíšené (*Mixed*). Výpočet se spouští pomocí *COMPUTE*.

7.2 Parametry výpočtu

V rámci příkazu *Option* je možné nastavit další parametry výpočtu.

7.2.1 Proudění v široké inundaci

Příkaz *Encroachments* umožňuje volit různé metody při výpočtu proudění ve velmi široké inundaci. Pro použití této funkce je vhodné studium *Hydraulic Manual*.

7.2.2 Rozdělení průtoků v příčném průřezu

Standardně počítá program samostatně proudění ve vlastním korytě a levé i pravé inundaci. Pomocí příkazu *Flow Distribution Locations* můžeme nastavovat meze, ve kterých je počítáno rozdělení průtoků a dalších veličin. Tato funkce dovoluje koryto i obě inundace na další podoblasti, ve kterých je rozdělení průtoků počítáno, a to obecně pro všechny příčné profily nebo jen pro vybrané.

7.2.3 Výpočet průtoků v případě vybřežení ze zadaného příčného profilu

Pro případ, že hladina v některém z příčných profilů převyšuje zadané meze, jsou k dispozici dvě varianty výpočtu. Jako standardní je nastavena metoda *At breaks in n values only*.

7.2.4 Volba metody výpočtu sklonu hladiny

HEC-RAS v rámci funkce *Friction Slope Methods* nabízí celkem 4 postupy pro stanovování průběhu sklonu čáry energie ve složených průřezích: průměrná průtočnost průtok *Average Conveyance* (nastaven jako standardní postup), průměrný sklon čáry energie *Average Friction Slope Equation*, geometrický střední sklon čáry energie *Geometric Mean Friction Slope Equation*, harmonický střední sklon čáry energie *Harmonický Mean Friction Slope Equation*.

7.2.5 Nastavení přesnosti výpočtu

Nastavení přesnosti výpočtu je možné pomocí *Set Calculation Tolerances*. Lze nastavovat tolerance výpočtu pro veličiny úroveň vodní hladiny *Water surface calculation tolerance*, kritická hloubka *Critical depth calculation tolerance*, maximální počet iterací *Maximum number of iterations*, tolerance maximální odchylky *Maximum difference tolerance* a průtokový faktor *Flow Tolerance Factor*, který je použit pouze u mostů a propustků.

7.2.6 Výpočet kritické hloubky

Pro výpočet kritické hloubky je v *Critical Depth Computation Method* možné vybrat dva postupy.

7.2.7 Kontrola dat před výpočtem

Přestože program před zahájením výpočtu automaticky provádí kontrolu správnosti vstupních souborů, má uživatel možnost si takovou kontrolu provést sám pomocí příkazu *Check Data Before Execution*.

7.2.8 Úroveň zpráv o průběhu řešení

V rámci funkce *Set Log File Output Level* můžeme nastavit hladinu hlášení zpráv o chybách a průběhu výpočtu, a to v rozsahu od 0 do 10 (pro hodnoty 4 nebo 5 můžeme dostávat již velmi velký soubor, pro 6 a větší již extrémně rozsáhlé).

Prohlížení kontrolního souboru

Pohlídku kontrolního souboru dovoluje příkaz *View Log File*.

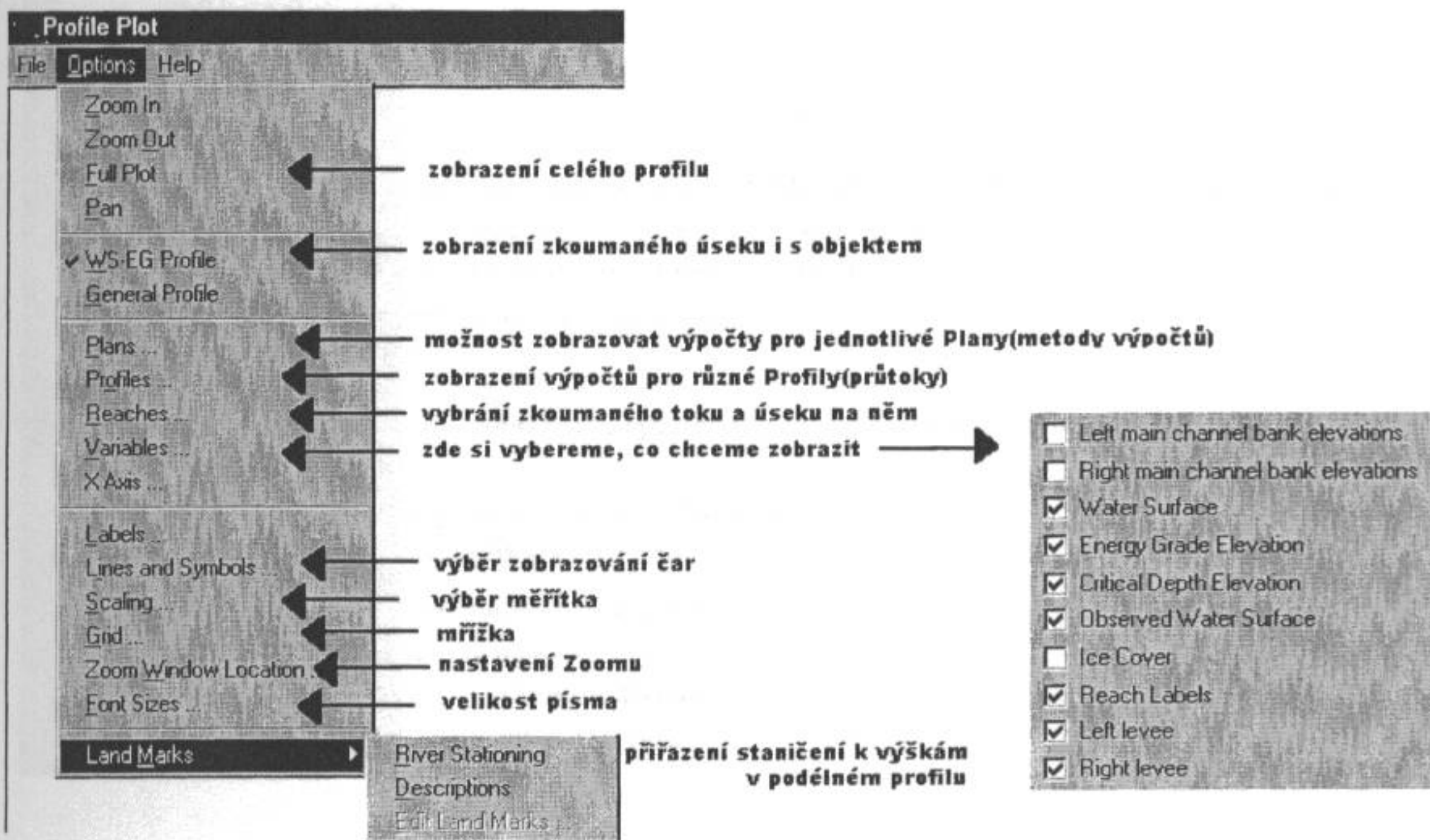
7.2.9 Výpočet eroze v mostních profilech

Program HEC-RAS umožňuje zařadit do výpočtu také možné erozní procesy na dně koryta v mostních profilech a u pilířů a bočních zdí. Jedná se o složitější postup, který není vhodné uplatňovat bez podrobného studia *Hydraulic Manual*. K zadávání tohoto postupu se uživatel dostane pomocí *Simulate* ⇒ *Hydraulic Desing Function* nebo přímo ikonou

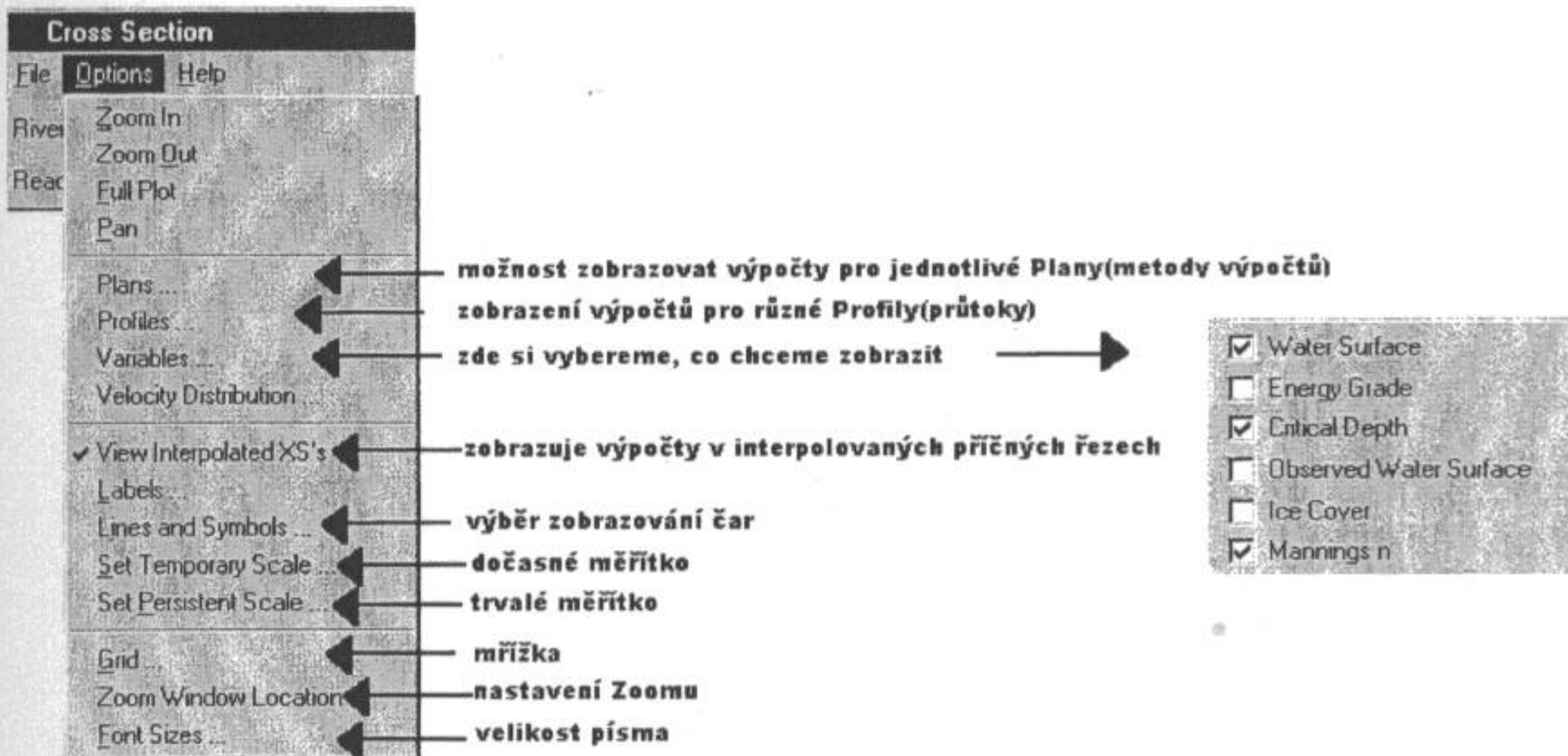
8.1. - Ovládání grafických výstupů

ViewProfiles

V rámci příkazu *Options* můžeme nastavit znázornění různých veličin



View Cross-section



Rating Curves

Zoom In		
Zoom Out		
Full Plot		
Pan		
Plans ...	←	možnost zobrazovat výpočty pro jednotlivé Plany (metody výpočtů)
X Axis Variable ...	←	dovoluje volit veličiny zobrazené na ose x
Y Axis Variables ...	←	dovoluje volit veličiny na ose y
✓ Add Zero Point	←	zobrazení počátku
Datum Adjustment ...		
✓ View Interpolated XS's	←	zobrazení výpočtů v interpolovaných příčných řezech
Labels ...		
Lines and Symbols ...	←	výběr zobrazování čar
Set Temporary Scale ...	←	volba dočasného měřítka
Set Persistent Scale ...	←	volba trvalého měřítka
Grid ...	←	mřížka
Zoom Window Location	←	nastavení Zoomu
Font Sizes ...	←	velikost písma

8.2 Ovládání tabelárních výstupů

Všechny grafické prezentace mají obdobné ovládání pomocí příkazů v prvním řádku. Příkaz *File* umožňuje tisk a kopírování do programů typu *Word* apod.

Cross Section Table

V další nabídce tabulky příčného profilu můžeme v položce *Type* nastavit výběr tabulky podle charakteru profilu pro základní příčný profil *Cross-section*, propustek *Culvert*, most *Bridge*, průtočnost *Conveyance*, jez *Inline Weir/Spilway* a rozdělení průtoku *Flow distribution*.

Položka *Options* dovoluje vybrat provedený výpočet *Plans*, nastavit zda budou nabízeny i interpolované profily *Include Inerpolated XS's* a nastavit jednotky *Units Systém For Viewing*.

možný výběr zobrazovaných dat

možná změna profilu (průtoku)
možná změna staničení

hodnoty pro různé části koryta

hodnoty drsnosti n
délka úseku
průměrná polcha

průtok
největší šířka
rychlost
hloubka
průtočnost

poloha čáry energie
rychlostní výška
poloha hladiny
kritická hloubka
sklon čáry energie
průtok

rychlost
max. hloubka koryta
průtočnost

min. hloubka koryta
alfa

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Beaver Creek Profile: 25 yr

Reach: Kentwood Riv Sta: 5.99

Plan: Press/Weir River: Beaver Creek Reach: Kentwood Riv Sta: 5.99 Profile: 25 yr

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (ft)	217.57				
Vel Head (ft)	0.20	Wt. n-Val.	0.136	0.040	0.140
W.S. Elev (ft)	217.37	Reach Len. (ft)	440.00	600.00	400.00
Crit W.S. (ft)	214.81	Flow Area (sq ft)	2183.48	451.30	12.38
E.G. Slope (ft/ft)	0.001991	Area (sq ft)	2183.48	451.30	12.38
Q Total (cfs)	5000.00	Flow (cfs)	2697.26	2299.64	3.10
Top Width (ft)	950.26	Top Width (ft)	836.02	82.00	32.24
Vel Total (ft/s)	1.89	Avg. Vel. (ft/s)	1.24	5.10	0.2
Max Chl Dpth (ft)	12.47	Hydr. Depth (ft)	2.61	5.50	0.38
Conv. Total (cfs)	112057.3	Conv. (cfs)	60449.5	51538.4	69.
Length Wtd. (ft)	529.83	Wetted Per. (ft)	839.31	83.73	32.25
Min Ch El (ft)	209.90	Shear (lb/sq ft)	0.32	0.67	0.05
Alpha	3.58	Stream Power (lb/ft s)	0.40	3.41	0.01
Frctn Loss (ft)	1.25	Cum Volume (acre-ft)	71.46	68.34	129.38
C & E Loss (ft)	0.01	Cum SA (acres)	31.21	12.13	64.94

Profile Table

Při prohlížení tabulky úseku máme pod položkou *Options* možnost výběru řešeného plánu *Plans*, průtokových dat *Profiles* i úseku *Reaches*. Dále je možné vložit i interpolované profily *Include Inerpolated XS's*, vložit jméno řešeného profilu *Include Profile Name in Table*, nastavit pořadí příčných profilů *Table Cross section Order*, nastavit počet desetinných míst *Standard Table # Dec Places* a nastavit jednotky *Units System For Viewing*. Systém rovněž umožňuje změnit tabulku (přidání či zrušení prezentace některých veličin - je možné vybírat z obrovské nabídky) *Define Table*, vytvořit vlastní tabulku *Save Table* nebo ji naopak zrušit *Remove Table*.

Položka *Std. Tables* dovoluje vybírat prezentaci tabulky, která je ve standardní nabídce programu, položka *User tables* potom z tabulek nadefinovaných přímo uživatelem.

9 Obsah

1	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	3
1.1	INSTALACE PROGRAMU	3
1.2	INSTALAČNÍ PROGRAMY	3
1.3	VAROVÁNÍ A DOPORUČENÍ	3
1.4	MANUÁLY	3
2	ZÁKLADNÍ PRÁCE S PROGRAMEM	4
2.1	OVLÁDÁNÍ PROGRAMU Z MENU NA PRVNÍM ŘÁDKU.....	5
3	PRÁCE SE SOUBORY V PROJEKTECH	8
3.1	EDITOR GEOMETRICKÝCH DAT	9
3.2	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	9
3.3	SCHEMATIZACE ŘÍČNÍ SÍTĚ	11
4	EDITACE SCHEMATIZACE ŘÍČNÍ SÍTĚ	16
4.1	OVLÁDÁNÍ KRESBY SCHEMATIZACE ŘÍČNÍ SÍTĚ	19
4.2	EDITACE NĚKTERÝCH VELIČIN V TABULKÁCH	20
4.3	VOLBA DALŠÍCH MOŽNOSTÍ	22
4.4	PŘÍČNÉ PROFILY	27
4.5	GRAFICKÁ PREZENTACE PŘÍKAZEM PLOT	30
	PLOT CROSS SECTION:	32
4.7	PLOT PROFIL.....	33
5	OBJEKTY V KORYTĚ.....	34
5.1	ZADÁVÁNÍ MOSTŮ A PROPUSTKŮ IKONOU BRDG/CULVS	34
5.2	ZADÁVÁNÍ VLASTNÍ KONSTRUKCE MOSTU IKONOU DECK/ROADWAY	35
	ZADÁVÁNÍ PILÍŘŮ IKONOU PIERS	36
5.4	ZADÁVÁNÍ ŠIKMÝCH BOČNÍCH ZDÍ IKONOU SLOPING ABUTMENT	37
5.5	ZADÁVÁNÍ ZPŮSOBU VÝPOČTU IKONOU BRIDGE MODELING APPROACH.....	37
5.6	ZADÁVÁNÍ PROPUSTKŮ IKONOU CULVERT	38
5.7	ZADÁVÁNÍ ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÍCE OTVORY IKONOU MULTIPLE OPENING ANALYSIS	38
5.8	NAVRHOVÁNÍ NOVÝCH OBJEKTŮ IKONOU BRIDGE DESING	39
5.9	ZADÁVÁNÍ JEZŮ A OTVORŮ IKONOU INLINE WEIR SPILLWAY.....	39
5.10	ZADÁVÁNÍ PEVNÉHO JEZOVÉHO OBJEKTU IKONOU WEIR EMBANKMENT.....	40
5.11	ZADÁVÁNÍ POHYBLIVÉHO JEZOVÉHO OBJEKTU IKONOU GATE.....	41
5.12	„SOUTOKY“	42
6	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	44
6.1	ZADÁVÁNÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	44
7	VÝPOČET NEROVNOMĚRNÉHO PROUDĚNÍ.....	46
7.1	SPUŠTĚNÍ VÝPOČTU	46
7.2	PARAMETRY VÝPOČTU	46
7.2.1	<i>Proudění v široké inundaci</i>	<i>46</i>
7.2.2	<i>Rozdělení průtoků v příčném průřezu</i>	<i>47</i>
7.2.3	<i>Výpočet průtoku v případě vybřezení ze zadaného příčného profilu</i>	<i>47</i>
7.2.4	<i>Volba metody výpočtu sklonu hladiny.....</i>	<i>47</i>
7.2.5	<i>Nastavení přesnosti výpočtu.....</i>	<i>47</i>
7.2.6	<i>Výpočet kritické hloubky</i>	<i>47</i>
7.2.7	<i>Kontrola dat před výpočtem.....</i>	<i>47</i>
7.2.8	<i>Úroveň zpráv o průběhu řešení.....</i>	<i>48</i>
7.2.9	<i>Výpočet eroze v mostních profilech.....</i>	<i>48</i>

8	PREZENTACE VÝSLEDKŮ	49
8.1	OVLÁDÁNÍ GRAFICKÝCH VÝSTUPŮ.....	49
8.2	OVLÁDÁNÍ TABELÁRNÍCH VÝSTUPŮ.....	52
9	OBSAH	55