

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Využití digitálního modelu terénu při tvorbě hydraulického modelu
na vybraném úseku vodníhotoku Mohelka

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Hejduk

Bakalant: Kateřina Halamková

© 2013 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Halamková Kateřina

Vodní hospodářství

Název práce

Využití digitálního modelu terénu při tvorbě hydraulického modelu na vybraném úseku vodního toku Mohelka

Anglický název

Use of digital model terrain for creation hydraulic model in selected section of Mohelka water flow

Cíle práce

Vytvoření digitálního modelu terénu

Odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku

Sestavení hydraulického modelu pro scénáře Q5, Q10, Q20, Q50, Q100

Metodika

- Shromáždění dostupných dat o povodí a vodním toku (průběh měřených srážek, průtoků, teplot...)

- Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT) z dostupných dat (např. digitální model reliéfu 4. generace, pozemní geodetické zaměření, technicko-provozní evidence správce vodního toku) DMT bude zpracován v rozsahu předpokládaného maximálního zaplavení.

- Odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku

- Vytvoření hydraulického modelu pro scénáře Q5, Q10, Q20, Q50, Q100.

Harmonogram zpracování

Datum zadání diplomové práce: 12.9.2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30.4.2013

Rozsah textové části

cca 30 stran

Klíčová slova

Hydraulický model, povodí, průtok, vodní tok, digitální model terénu

Doporučené zdroje informací

Gary W. Brunner, November 2002: HEC – Ras, River Analysis System Hydraulic Reference Manual

Gary W. Brunner, November 2002: HEC – Ras, River Analysis System User's Manual

John C. Warner, Gary W. Brunner, Brent C. Wolfe, and Steven S. Piper, November 2002: HEC-RAS, River Analysis System Application Guide

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění

Metodický pokyn č. 14/15 odboru ochrany vod MŽP

Směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládnutí povodňových rizik

Vyhláška č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozpadu zpracovávání návrhu a stanování záplavových území

Vedoucí práce

Hejduk Tomáš, Ing.

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 14.9.2012

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval/a samostatně. Všechny použité prameny a literatura byly řádně citovány. Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu. Souhlasím s jejím eventuálním zveřejněním v tištěné nebo elektronické podobě.

V Praze dne 10. 4. 2013

.....

Kateřina Halamková

Poděkování:

Velmi ráda bych na prvním místě poděkovala zejména vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Tomášovi Hejdukovi, za jeho neskonalou trpělivost, cenné rady a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům firmy VRV, díky nimž jsem měla přístup ke všem možným materiálům, jako bylo např. geodetické zaměření a další podklady pro tuto práci.

Nemalý dík také patří všem mým blízkým přátelům a rodině za všestrannou podporu a trpělivost při mém studiu.

V Praze dne 10. 4. 2013

.....

Kateřina Halamková

Využití digitálního modelu terénu při tvorbě hydraulického modelu na vybraném úseku vodního toku Mohelka

Souhrn

Cílem bakalářské práce je vytvoření digitálního modelu terénu, odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku a sestavení hydraulického modelu pro scénáře Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

Shromáždění dostupných dat o povodí a vodním toku, vytvoření digitálního modelu terénu (DMT) z dostupných dat. DMT bude zpracován v rozsahu předpokládaného maximálního zaplavení. Odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku. Vytvoření hydraulického modelu pro scénáře Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

Klíčová slova:

Hydraulický model, povodí, průtok, vodní tok, digitální model terénu

Use of digital model terrain for creation hydraulic model in selected section of Mohelka water flow

Summary

Goal of bachelor's work is created digital terrain model, deduction of hydraulic and geometric characteristics from river part and assemble hydraulic model for scenario Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

Gather all available data about river basin and river itself, creation of digital terrain model (DTM) from available data. DTM will be processed in range of anticipated maximum flooding. Deduction of hydraulic and geometric characteristics from river part. Creating hydraulic model for scenario Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

Keywords

Hydraulic model, Basin, flow, River, the digital terrain model

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika	2
2.1	Cíl práce	2
2.2	Metodika	2
3	Popis zájmového území.....	3
4	Shromáždění podkladů.....	4
4.1	Mapové podklady.....	4
4.1.1	DMR 4G	4
4.1.2	DMR 5G	4
4.1.3	Geodatabáze ZABAGED	4
4.1.4	Základní mapa ČR 1:10 000	5
4.1.5	Ortofotomapa	5
4.2	Terénní průzkum.....	5
4.2.1	Terénní průzkum z pohledu tvorby hydrodynamického modelu..	5
4.3	Geodetické podklady	5
4.3.1	Technologický postup	7
4.4	Hydrologická data	7
4.5	Hydrotechnické podklady	7
4.6	Kalibrační podklady	8
4.7	Vymezená záplavová území a studie odtokových poměrů	8
4.8	Podklady a zpracování podkladů pro vyjádření zranitelnosti území .	8
4.8.1	Územně plánovací dokumentace dotčených obcí (ÚPD)	9
4.8.2	Územně analytické podklady (ÚAP)	9
4.8.3	Geodatabáze ZABAGED	9
4.8.4	Ortofotomapy	9
4.8.5	Internetové stránky jednotlivých měst a obcí	9
4.8.6	Terénní průzkum	9
4.9	Hydraulické modely	9
5	Tvorba digitálního modelu terénu	10
5.1	Potřebný Software	10
5.2	Analýza podkladů	10

5.3	Přípravné práce	10
5.3.1	Zaměření koryta toku	14
5.4	RIVER CHANNEL BATHYMETRY	15
5.4.1	Hlavní panel nástroje	17
5.4.2	Doplňkový panel nástroje	26
5.5	Spojení DMR a DMT koryta	27
5.6	Analýza DMR a DMT koryta	28
5.6.1	Nástroje na úpravu TINU	30
6	Odvození hydraulických a geometrických charakteristik	33
6.1	Hydraulické charakteristiky	33
6.2	Geometrické charakteristiky	33
6.2.1	Export geometrických dat	39
7	Vytvoření hydraulického modelu	40
7.1	Práce v prostředí Hec – RAS	40
7.1.1	Import geometrických dat z ArcGISu	40
7.1.2	Zadávání objektů	41
7.1.3	Zadání součinitele drsnosti	42
7.1.4	Zadávání N – letých průtoků	43
7.1.5	Výpočet průtoků	44
8	Diskuze	45
9	Závěr	46
10	Literatura	47
10.1	Metodiky a manuály	47
10.2	Studie, směrnice a vyhlášky	47
10.3	Internetové zdroje	47
10.4	Jiné zdroje	48
11	Seznam zkratk	49
11.1	Seznam obrázků v textové části:	50
11.2	Seznam obrázků v přílohové části	52

1 Úvod

Bakalářská práce řeší stanovení záplavového území vodního toku Mohelka. Tato práce se soustřeďuje na využití digitálního modelu terénu při stanovení možných mezních průtoků. K digitálnímu modelu terénu je využito geodetické zaměření vodního toku Mohelka a DMR 4G a DMR 5G.

V kapitole Cíle a Metodika jsou formulovány základní cíle bakalářské práce a postup jejich vypracování.

V následující kapitole popis zájmového území, je popsán stav a charakteristiky povodí Mohelky.

Ve čtvrté kapitole je pozornost věnována shromáždění podkladů a jejich možnosti využití pro tvorbu DMT a výpočtu průtoků na řece Mohelce.

Pátá kapitola řeší problematiku tvorby digitálního modelu v programu Arc Gis a ArcScene v 3D provedení.

V následující kapitole jsou řešeny hydraulické a geometrické charakteristiky povodí řeky Mohelky. Hydraulické charakteristiky byly odvozeny z dat poskytnutých ČHMU a geometrické charakteristiky byly řešeny v programu HEC – GeoRas.

Sedmá kapitola pojednává o tvorbě hydraulického modelu v prostředí programu HEC – RAS. Kdy jsou zadávány i všechny objekty, které nějakým způsobem mohou ovlivnit průtoky za zvýšených vodních stavů. Zde jsou také pak vypočteny průtoky Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

V kapitole diskuze je vedena diskuze o vypočtených a zjištěných datech a skutečnostech a zároveň možnosti dalšího využití získaných výsledků.

V závěru je vypracované stručné zhodnocení získaných výsledků a porovnání se stanovenými cíly práce.

V kapitole přílohy jsou zobrazeny mapy, fotografie a některé další informace.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vytvoření digitálního modelu terénu, odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku a sestavení hydraulického modelu pro scénáře Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

2.2 Metodika

Shromáždění dostupných dat o povodí a vodním toku (průběh měřených srážek, průtoků, teplot)

Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT) z dostupných dat (např. digitální model reliéfu 4. generace, pozemní geodetické zaměření, technicko-provozní evidence správce vodního toku) DMT bude zpracován v rozsahu předpokládaného maximálního zaplavení.

Odvození hydraulických a geometrických charakteristik zájmového úseku vodního toku.

Vytvoření hydraulického modelu pro scénáře Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} .

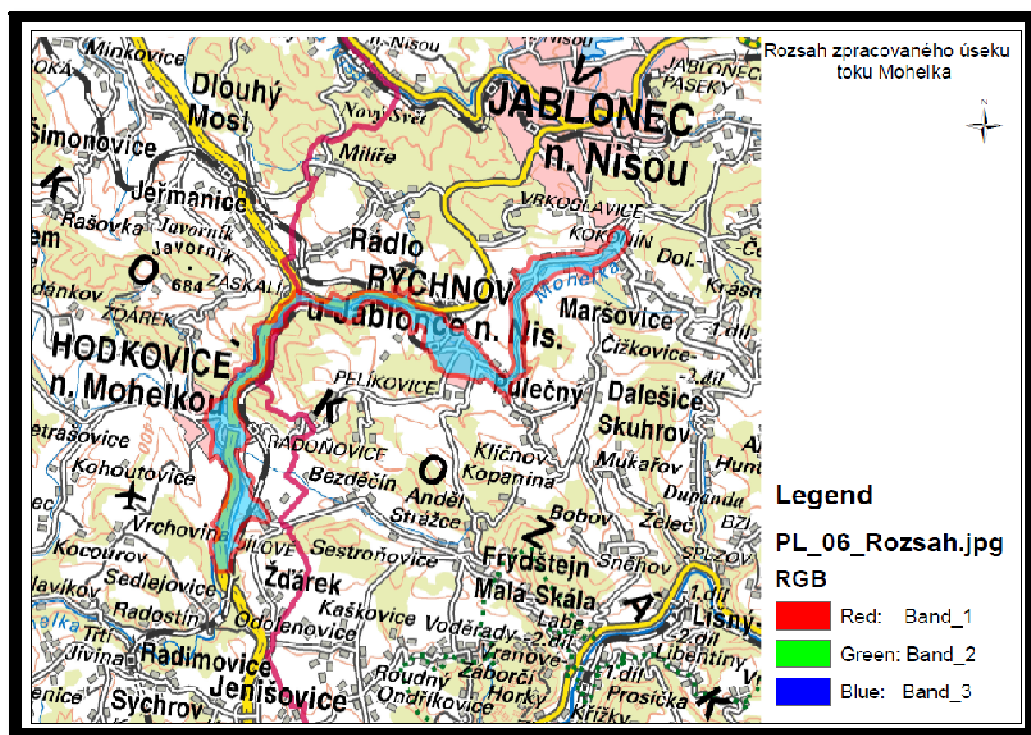
3 Popis zájmového území

Mohelka je pravostranným přítokem řeky Jizery, do které vtéká na 61,6 kilometru. Mohelka je dlouhá 41,6 kilometrů, i když náš zájmový úsek je dlouhý jen 16 km. Celková plocha povodí je 176,5 km².

Řešený úsek toku Mohelka začíná v intravilánu obce Kokonín a končí nad obcí Sedlejšovice. V převážné části se jedná o poměrně malé koryto s větším podélným sklonem. V obcích je koryto převážně upravené, s množstvím mostních objektů, které významně ovlivňují odtokové poměry na toku společně s dalšími objekty (jezy a stupně).

Řešený úsek Mohelky byl také zdokumentován při terénním průzkumu. Při terénním šetření, které proběhlo nejprve během dvou dnů, kdy byly zdokumentovány všechny významné objekty (propustky, mosty, lávky, stupně a jezy). Na základě nesrovnalostí, zjištěných z porovnání stávajícího stavu a poskytnutých geodetických zaměření (podélných profilů, objektů), vznikl podklad pro zaměření všech podstatných změn v terénu (úpravy koryt, mosty, jezy), které mají vliv na hydraulický výpočet a mohou ovlivnit odtokové poměry.

Obrázek č. 1 – Rozsah zpracované oblasti



4 Shromáždění podkladů

Základními vstupními daty pro předmět plnění jsou zejména:

1. mapové podklady
2. terénní průzkum
3. geodetické podklady
4. hydrologická data
5. hydrotechnické podklady
6. kalibrační podklady
7. vymezená záplavová území a studie odtokových poměrů
8. podklady pro vyjádření zranitelnosti území
9. hydraulické modely

4.1 Mapové podklady

Mapové podklady byly shromážděny a určeny k základní orientaci v daném území, k vykreslování výsledků v podobě doplněných mapových výstupů a zadávání topologie numerických modelů. Jako mapové podklady jsou zvoleny geodatabáze ZABAGED a rastrová základní mapa 1:10 000.

4.1.1 DMR 4G

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace, který zobrazuje zemský povrch v digitálním tvaru, ve formě výškově i polohově umístěných bodů v pravidelném rozmístění (5x5 m)

4.1.2 DMR 5G

Digitální model reliéfu území České republiky 5. generace, který zobrazuje nepravidelně umístěné body, které mají souřadnice x,y,z. Se střední chybou výšky $\sigma_z = 0,18$ m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

4.1.3 Geodatabáze ZABAGED

Geodatabáze ZABAGED (digitální topologicko-vektorová data) je základním geografickým datovým podkladem pro účely řešení problematiky povodňového nebezpečí a rizika v České republice. Jedná se o trvale a průběžně udržovaný a aktualizovaný digitální topografický model území České republiky odvozený ze Základní mapy České republiky 1:10 000 v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému baltském po vyrovnání. ZABAGED® má charakter geodatabáze integrující prostorovou složku vektorové grafiky s topografickými relacemi objektů a složku atributovou obsahující popisy a další informace o objektech. ZABAGED® patří k základním zdrojům digitálních polohopisných map odpovídajících obsahem a stupněm generalizace mapám středních měřítek. ZABAGED® je nejpodrobnější základní geografickou databází, která pokrývá celé území České republiky. Zpracovatelem a garantem obsahu ZABAGED® je Zeměměřický úřad. Ve fázi tvorby numerických modelů slouží ZABAGED® spolu s leteckými snímky a geodetickými měřičskými daty jako výchozí podklad k zadávání polohopisných prvků

modelu. V rámci rizikové analýzy je na podkladu ZABAGED® prováděna kategorizace využití zaplaveného území. Uvedený digitální topografický model území je při odhadu potenciálních škod používán k identifikaci jednotlivých objektů.[1]

4.1.4 Základní mapa ČR 1:10 000

Základní mapa ČR bude v měřítku 1:10 000. RZM 10 je kartografický výstup vytvořený ze ZABAGED®. [1]

4.1.5 Ortofotomapa

Ortofotomapa byla poskytnuta pro celý rozsah řešeného území v rastrovém formátu. Lze též využít Portál veřejné správy, který nabízí přístup k mapovým službám pomocí standardu WMS.

Aktuální ortofotomapy jsou používány jako informační zdroj aktuálního stavu zvoleného území. Je možné je použít při identifikaci využití ploch ve zvoleném území zároveň mohou sloužit jako doplňující mapový podklad. Převážně jsou tyto mapy využívány k tvorbě numerických modelů proudění vody při povodni, především kvůli možnému upřesnění druhů povrchů a rozložení vegetačního pokryvu. Díky tomu je možné nejlépe odhadnout hydraulické drsnosti povrchu terénu.

4.2 Terénní průzkum

Terénní průzkum zájmového území je nedílnou součástí tvorby hydrodynamického modelu a následné rizikové analýzy.

4.2.1 Terénní průzkum z pohledu tvorby hydrodynamického modelu

Při terénním průzkumu byly provedeny pochůzky v řešeném území. Byly zjištěny místní podmínky vlastního koryta a přilehlého záplavového území. Při terénním průzkumu byly získány následující informace a materiály:

- datum provedení průzkumu,
- fotodokumentace území a objektů,
- hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci, jedná se zejména o stanovení odporového součinitele, vliv vegetačního pokryvu a charakter území.

4.3 Geodetické podklady

Zaměření podrobných bodů údolních a korytových profilů toku, podélných profilů, situačních břehových hran a všech objektů na vodním toku Mohelka.

V měsíci září 2010 bylo provedeno zaměření bodů podrobného bodového pole pro vykreslení podrobné situace, podélného profilu a příčných údolních a korytových profilů vodního toku. Dále byly podrobně změřeny objekty na toku. (jezy, mosty, lávky, křížení, ...). Pro hydrotechnické charakteristiky území, zejména drsnosti byly kódovány typy povrchů (pole, louka, komunikace a vegetace – stromy a keře).

Zájmové území bylo určeno v úseku ř.km 27,0 ÷ 42,0. Jednotlivé profily byly specifikovány zadavatelem v průměrné vzdálenosti (po 200 m) a dále v místech terénních hrázek, jezů, stupínků a mostů. Body v profilech jsou voleny dle cílového použití, tj. pro hydrotechnické výpočty.

Staničení mostů je v ose koryta na výtoku, staničení přítoků je v ose přítoku v příslušné břehové čáře recipientu a staničení výusti je v její ose. Nadmožské výšky u mostů jsou na parapetu výtoku, u přítoků v ose přítoku a u výustí na spodku trouby. Profily a detaily mostů jsou vždy na vtoku do mostu, tzn. že se od staničení mostu liší o jeho šířku podél osy koryta a výšky parapetu se také mohou lišit.

Podélný profil obsahuje standardní vodohospodářské informace. Jedná se o okótované řezy osou koryta, levým a pravým břehem, hladinou při měření. Dále jsou zde objekty na toku (jezy, mosty, lávky, stupně, místa vypouštění – výusti a místa odběru, přechody přes tok, nadzemní vedení).

Podtisk map M 1:5000 je aktuální k nejnovějšímu datu obnovy tohoto mapového díla, tj. s max. stářím 10 let.

Osa toku, která sloužila pro stanovení aktuální říční kilometráže, byla převzata z GISu zadavatele a aktualizována přímým zaměřením v terénu (viz. souborosa.dwg). Z takto vzniklé křivky byly určeny říční kilometry jednotlivých bodů a objektů do podélného profilu a říční kilometry příčných a údolních řezů s přesností na 0.1 m.

V popisech objektů na toku je uváděno ID dle Technickoprovozní evidence Povodí Labe (IsyPo-TE), vč. řkm, které této evidenci odpovídá. Tato říční kilometráž se nemusí shodovat s kilometrází zjištěnou dle zaměření a verifikovanou nad leteckými ortofotomapami. Kilometráž skutečná je uváděna v řezech pod čarou srovnávací roviny a v situacích popisem staničení.

V rozlehlém zarostlém údolí byla použita data DMR-4G pořízená v roce 2010 metodou laserscanu, kde geodeticky zaměřené korytové profily byly protaženy přes tento DMR-4G až po hranici údolí. Při kontrolním měření se zjištěné odchylky pohybovaly v toleranci střední chyby do 15cm, což splňuje přesnost zadání tohoto měření.

Připojení do souřadnicového systému JTSK bylo provedeno napojením na pevně stabilizované polygonové pořady třídy přesnosti 3 z bodů PBPP a z měření GPS. Připojení do výškového systému Bpv bylo provedeno z polygonových bodů.

Měření bylo provedeno totální stanicí s GPS přijímačem LeicaSmartStationSystem 1200. Pro měření GPS byla použita metoda RTK .

Připojení do souřadnicového systému JTSK bylo provedeno napojením na pevně stabilizované polygonové pořady třídy přesnosti 3 z bodů PBPP a z měření GPS. Připojení do výškového systému Bpv bylo provedeno z polygonových bodů.

Měření bylo provedeno totální stanicí s GPS přijímačem LeicaSmartStationSystem 1200. Pro měření GPS byla použita metoda RTK . [19]

4.3.1 Technologický postup

Na základě požadavku na umístění nových profilů byly získány souřadnice bodů ležících na požadovaných profilech a to buď z poskytnutého digitálního podkladu, nebo odečtením těchto souřadnic z mapy, nejpravděpodobněji ze Základní vodohospodářské mapy 1 : 50 000 nebo z Podrobné vodohospodářské mapy 1 : 10 000. Následně se umístily tyto profily do ortofotomapy ČR.

Postup geodetických měření vlastních říčních profilů a objektů

Byly měřeny minimálně tyto charakteristické prvky:

- bod na hraně terénu,
- vodní hladina,
- bod ve vzdálenosti 1-2 m od břehu (dle velikosti toku),
- osa,
- bod ve vzdálenosti 1-2 m od břehu (dle velikosti toku),
- vodní hladina,
- bod na hraně terénu.

Dále byla zaměřována podélná a příčná vodní díla a jiné stavby a zařízení na vodních tocích a nádržích (zejména mosty, jezy, pilíře, náspy, opevnění koryta apod.), pokud nejsou v době pořizování podkladů již dostatečně zaměřeny v jiných dokumentacích, z kterých lze některé údaje převzít. Situace objektů byla vypracována schematicky tak, aby byl zachycen tvar objektu a koryta pod i nad objektem.

V inundačním pásu byly měřeny výškové body, které charakterizují lokální deprese a převýšení, terénní hrany, jejichž relativní výška je větší než 25 cm (horní i dolní hrana). Dále pak hranice vodních ploch (nádrže, rybníky apod.) větších než 100 m², vč. ostrovů s plochou větší než 20 m².

4.4 Hydrologická data

Hydrologická data jsou nezbytná pro charakteristiky pro povodňové scénáře a představují povodňové průtoky s dobou opakování 5, 10, 20, 50 a 100 let v horním a dolním profilu zájmového úseku toku a dále v místě všech významných přítoků tak, aby byly vystiženy změny průtoku v řešeném úseku. Platnost hydrologických dat je pět let.

Hydrologická data pro scénář nebezpečí Q_{max} byla poskytnuta pro celé řešené území. Hydrologická data pro scénáře nebezpečí Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} byla poskytnuta pro profily, kde hydrologická data pozbyla platnosti.

4.5 Hydrotechnické podklady

Ke shromáždění hydrotechnických podkladů byly využity manipulační řády vodohospodářských děl a objektů, vyskytujících se na řešeném vodním toku (správce povodí, správce vodního toku, majitelé objektů).

4.6 Kalibrační podklady

Fáze hydraulických výpočtů také vyžaduje vždy vhodným způsobem zohlednit veškeré dostupné informace o výskytu a průběhu minulých povodní (poskytovatel správce toku, ČHMÚ, místní samospráva). Ke kalibraci navržených modelů jsou zapotřebí především informace o velikosti kulminačního průtoku a zjištěných maximálních úrovní hladin v podobě tzv. povodňových značek, popř. informace o rozsahu záplavy a tvaru záplavové čáry při maximálním rozlivu. Správná interpretace dat vyžaduje pořízení co nejvíce dalších informací, jako jsou např. záznamy z limnigrafických a vodočetných stanic, záznamy o provedených manipulacích na vodních dílech, údaje o nastalých poruchách (protržení hrází, poškození mostních konstrukcí, ucpání objektů apod.). Je vhodné, pokud kromě kalibračních podkladů pro maximální kulminační průtok jsou k dispozici další tzv. verifikační údaje pro povodně s odlišnými kulminačními průtoky. Výsledky fáze kalibrace jsou součástí dokumentace hydraulických výpočtů. [1]

4.7 Vymezená záplavová území a studie odtokových poměrů

Vymezená záplavová území a studie odtokových poměrů standardně zahrnují hranice rozlivů (záplavové čáry) pro průtoky Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} a maximální pozorovanou povodeň (je-li k dispozici) a údaje o vypočtených kótách hladin (psaný, resp. kreslený podélný profil) pro průtoky Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} . U převážné části zpracovaných záplavových území použité hydrologické údaje již pozbyly platnosti a tudíž je nutné výpočty hladin aktualizovat včetně záplavových čar. Dále bude nutné rozšířit zpracování o další modelový výpočet extrémní povodně Q_{max} a vyhodnocení charakteristik proudění (hloubky vody, rychlosti proudění) pro průtoky Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} a Q_{max} .

4.8 Podklady a zpracování podkladů pro vyjádření zranitelnosti území

Zranitelnost území je dána objekty a aktivitami, které se v něm nacházejí, tzn. jeho využíváním. Informace o využití území mohou poskytnout následující zdroje:

- územně plánovací dokumentace dotčených obcí (ÚPD),
- územně analytické podklady (ÚAP),
- objekty geodatabáze ZABAGED,
- registr sčítacích obvodů (RSO),
- ortofotomapy,
- internetové stránky jednotlivých měst a obcí,
- terénní průzkum.[1]

4.8.1 Územně plánovací dokumentace dotčených obcí (ÚPD)

Základním podkladem pro stanovení zranitelnosti jsou informace o způsobu využití území založené především na územně plánovací dokumentaci (ÚPD), konkrétně územním plánu (ÚP) a to na jeho grafické části – hlavním výkresu. Podklady ÚPD je třeba zajistit v digitální podobě v jednom z následujících formátů:

- rastrové mapy,
- vektorový formát typu *.dxf , *.dwg, *.dgn,
- vektorový formát typu polygonového *.shp nebo geodatabáze.

4.8.2 Územně analytické podklady (ÚAP)

Grafická část územně analytických podkladů obsahuje výkres hodnot území, zejména urbanistických a architektonických, výkres limitů využití území, výkres záměrů na provedení změn v území a výkres problémů k řešení v územně plánovacích dokumentacích. Územně analytické podklady mohou být doplněny dalšími výkresy, schémata, tabulkami, grafy či kartogramy (Vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti).[1]

4.8.3 Geodatabáze ZABAGED

V případě, že ÚPD není k dispozici, některé třídy způsobu využití území je možné odvodit z objektů geodatabáze ZABAGED viz 4.1.1. Mapové podklady.

4.8.4 Ortofotomapy

Podrobnější informace viz kapitola 4.1.3 Mapové podklady.

4.8.5 Internetové stránky jednotlivých měst a obcí

Pro stanovení zranitelnosti lze s výhodou využít veřejné webové stránky jednotlivých obcí s rozšířenou působností, měst a obcí. Veškeré informace z webových stránek budou sloužit v projektu jako doplňující informace a k získání komplexních informací o ÚPD. Některé obce mají geografické informační systémy a digitální povodňové plány. Internetové stránky obcí lze využít také k získání kontaktních údajů na zástupce obce, fotodokumentace budov a objektů v obci, textových částí ÚPD či získání informací o využití území obce.

4.8.6 Terénní průzkum

Podrobnější informace viz kapitola 4.2. Terénní průzkum z pohledu zpracovatele zranitelnosti.

4.9 Hydraulické modely

Hydraulické modely – jsou prostředkem pro stanovení hladin při zpracování záplavových území. Budou poskytnuty hydraulické modely, které má zadavatel k dispozici.

5 Tvorba digitálního modelu terénu

5.1 Potřebný Software

ArcGIS 10
3D Analyst
SpatialAnalyst
FILIP Toolbox
ArcGISRiverChannelBathymetry.mxd
ET geoWizard

5.2 Analýza podkladů

Zaměření, projektové dokumentace ve formátech:

.xyz
.pbd
.txt
.dwg
.dxf

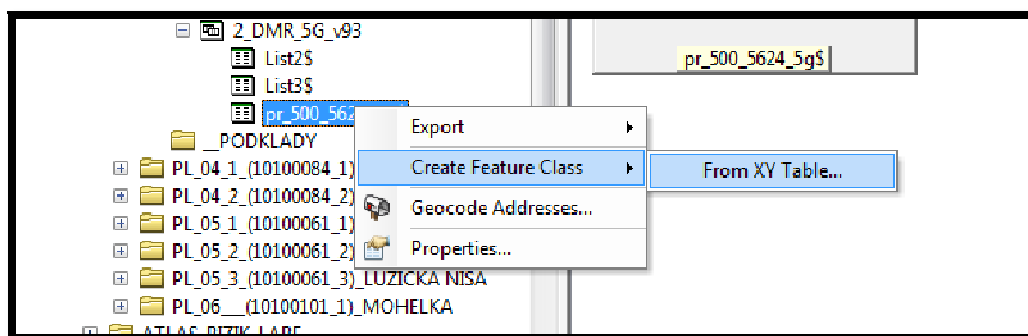
DMR 4G, DMR 5G

DMR 4G
DMR 5G

5.3 Přípravné práce

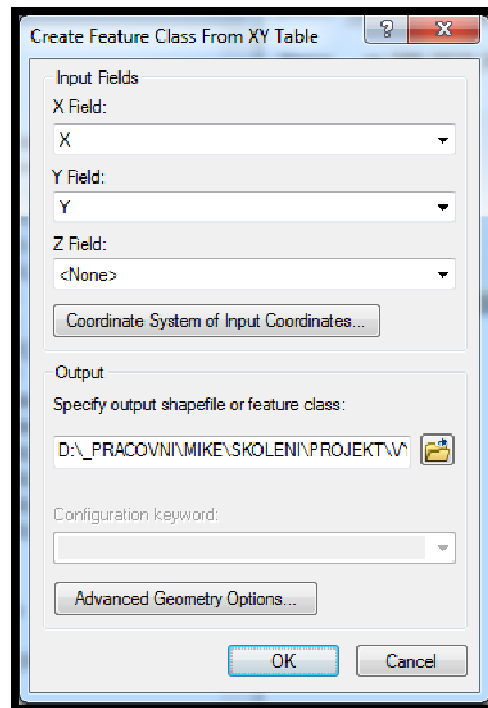
Jako první bylo třeba převést data DMR 4G/5G do Excelu a zároveň do III. kvadrantu. Dále bylo nutné načíst data pomocí ArcCatalogu do připraveného mxd.

Obrázek č. 2 – Převedení dat DMR



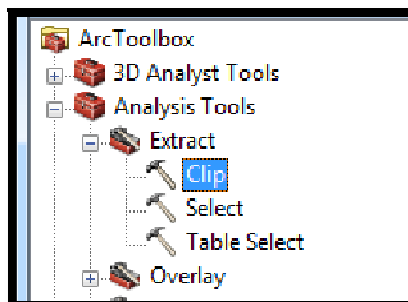
Přiřazení Z – etové souřadnice k dané vrstvě bylo potřebné především proto, abychom vrstvu mohly zobrazit v 3D zobrazení, a aby s ní bylo dále možno vizuálně pracovat.

Obrázek č. 3 – Přiřazení Z – etové souřadnice



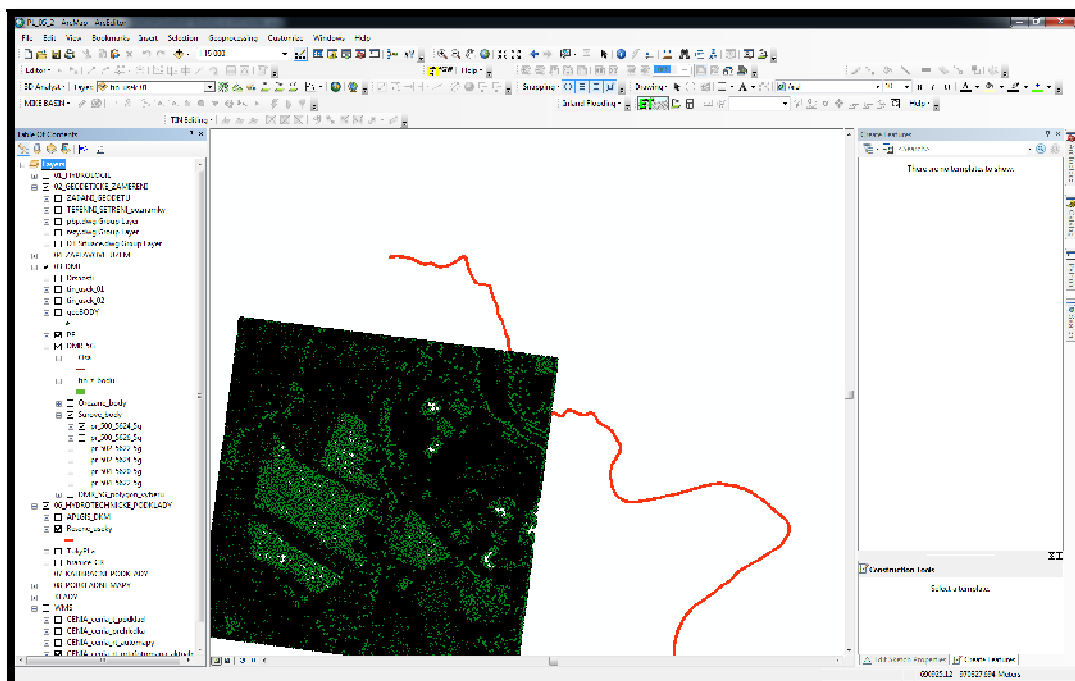
V této fázi práce byly polohově a výškově umístěny všechny body v přilehlém území zpracovávaného úseku toku. Abychom více specifikovali území, byl vytvořen polygon s rozšířeným uvažovaným rozsahem Q_{max} , na kterém budeme zpracovávat DMT. Toho bylo docíleno pomocí funkce CLIP (ToolBox/analysisTools/Extract/Clip). Tím byly body oříznuté na uvažovaný rozsah DMR.

Obrázek č. 4. - Funkce Clip v ArcToolbox

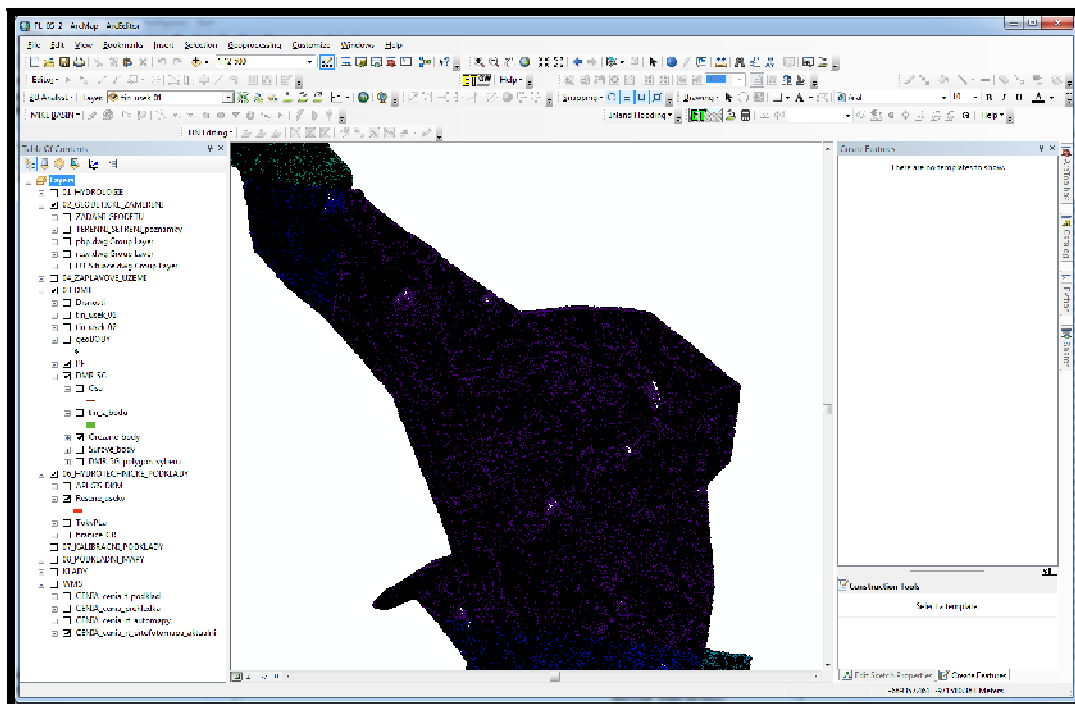


Z takto vytvořených bodů byl vytvořen TIN, který zahrnuje pouze uvažované území v zájmové oblasti.

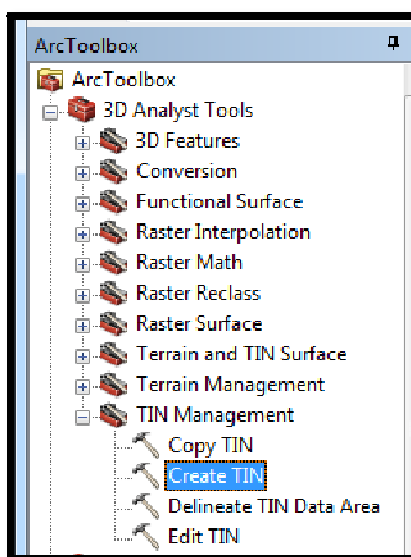
Obrázek č. 5. - Zobrazení bodového pole bez oříznutí



Obrázek č. 6. - Zobrazení bodového pole s oříznutím na zájmové území

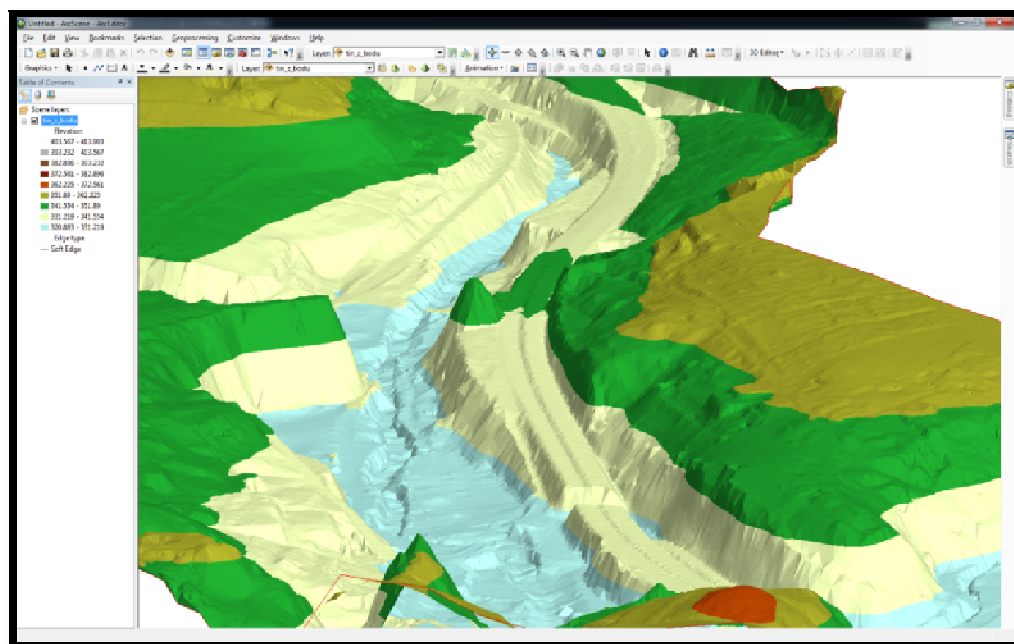


Obrázek č. 7. - Funkce pro tvoření TINu v ArcToolbox

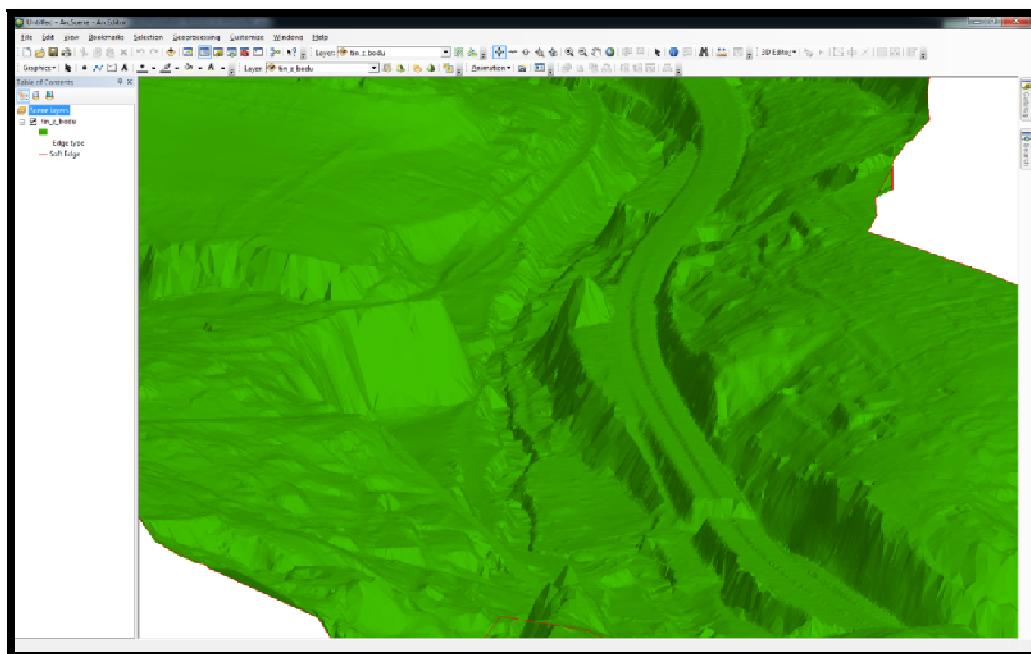


Nyní bylo potřeba provést kontrolu terénu v programu ArcScen, a zjistit zda se některý z bodů polohově nějak výrazně neliší.

Obrázek č. 8. - Plné zobrazení DMR v programu ArcScen



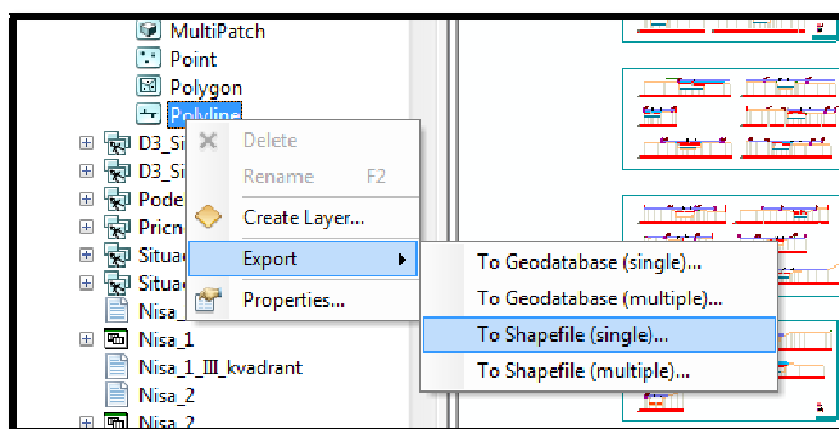
Obrázek č. 9. - Jednobarevné zobrazení DMR v programu ArcScen



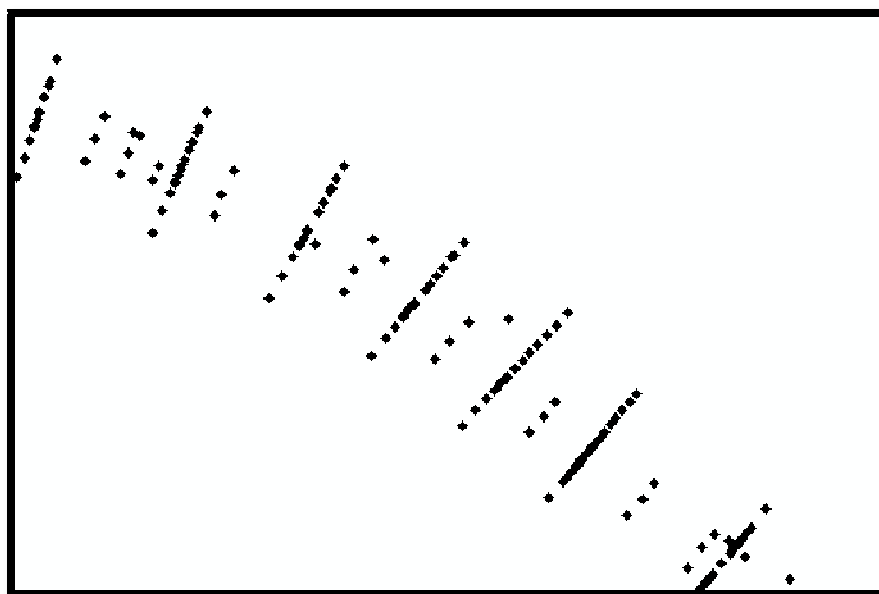
5.3.1 Zaměření koryta toku

Všechny geodetické podklady, které byly použity pro sestavení modelu koryta, byly převedeny na shapefile (point, polyline) se Z-etovou souřadnicí. Převedení bylo provedeno v případech, kdy bylo potřeba převést body nebo čáry, které byly ve formátech dwg. nebo dxf. se Z – etovou souřadnicí, nebo u textových souborů xyz., pbd. a txt., a ty byly převedeny stejným způsobem jako DMR. Pokud bylo dwg. použito pouze jako podklad, nebyly tyto soubory převáděné, ale pouze vložené do mxd.

Obrázek č. 10. - Převedení souborů dwg. na Shapefile



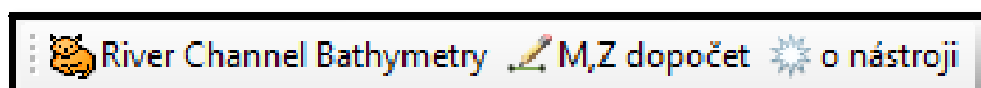
Obrázek č. 11. - Zobrazení již převedeného geodetického zaměření v mxd



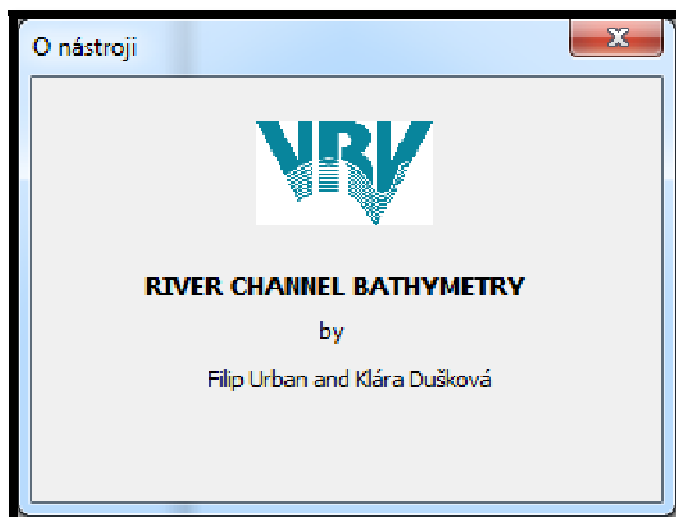
5.4 RIVER CHANNEL BATHYMETRY

Nástroj River ChannelBathymetry (Vytvořen pracovníky firmy Vodohospodářský rozvoj a výstavba s.r.o. - Filipem Urbanem a Klárou Duškovou), byl využit k zpodrobnění bodů a vytvoření korytových linií v 3D. Z korytových linií je pak vytvořen TIN Koryta, který je výsledně potřebný k vložení do již připraveného TINU DMR.

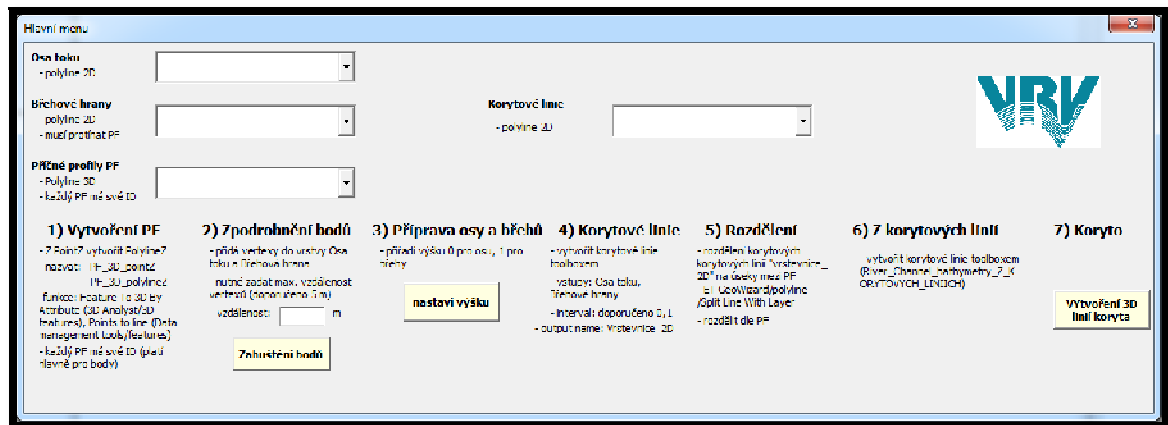
Obrázek č. 12. - Panel nástroje River ChannelBathymetry



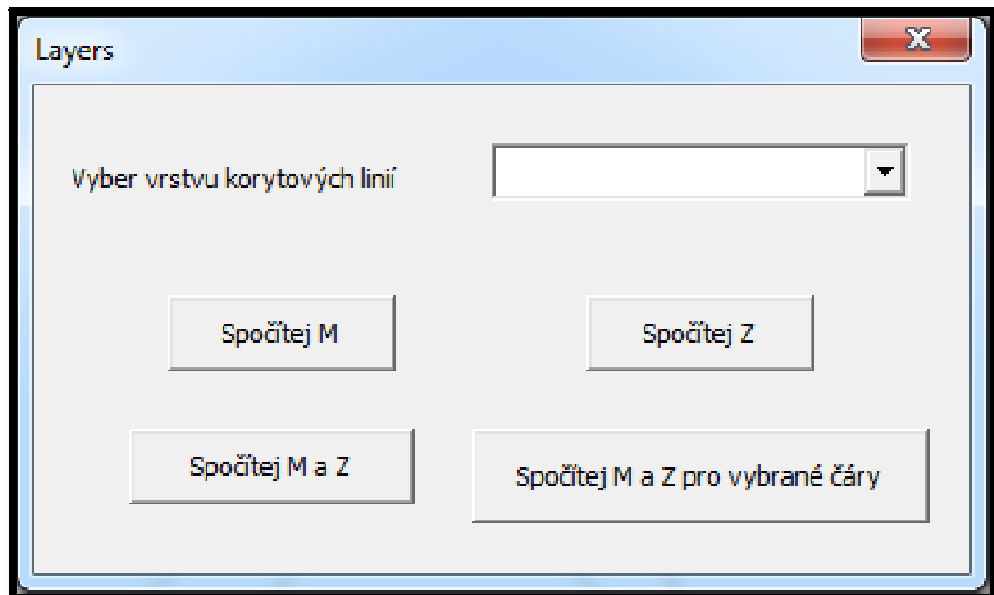
Obrázek č. 13. - Panel o nástroji River ChannelBathymetry



Obrázek č. 14. - Hlavní menu nástroje River ChannelBathymetry



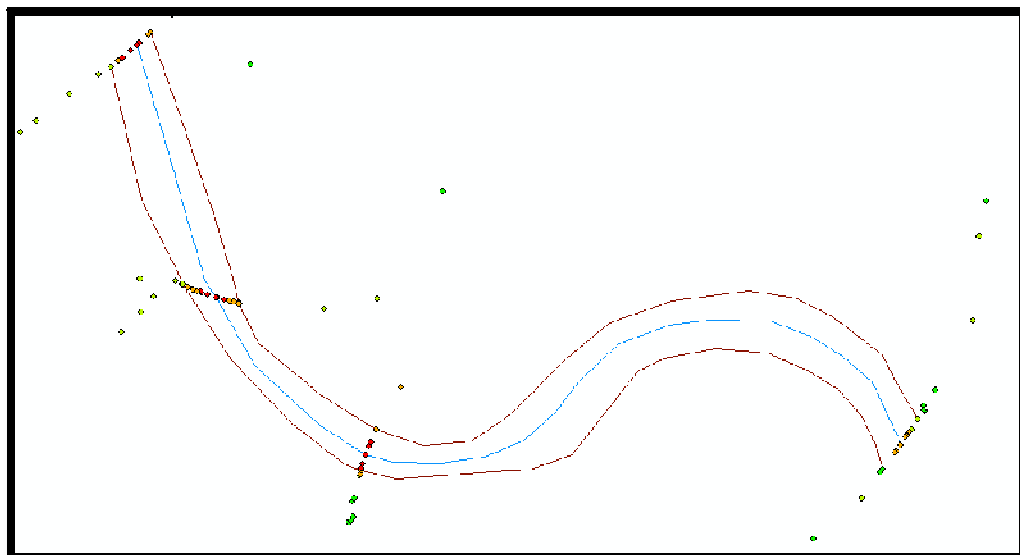
Obrázek č. 15. - Okno nástroje River ChannelBathymetry k výpočtu souřadnice Z a vzdáleností mezi body



5.4.1 Hlavní panel nástroje

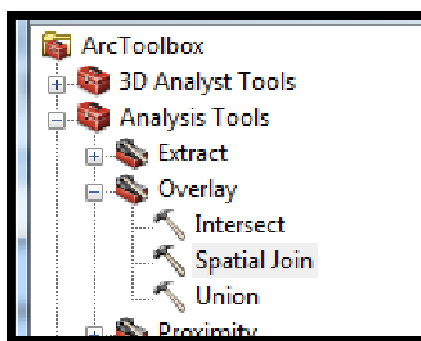
Před použitím nástroje River ChannelBathymetry je ještě nutné, aby byly vytvořeny vrstvy břehových hran a osy koryta.

Obrázek č. 16. -Vytvoření břehových linií a osy koryta

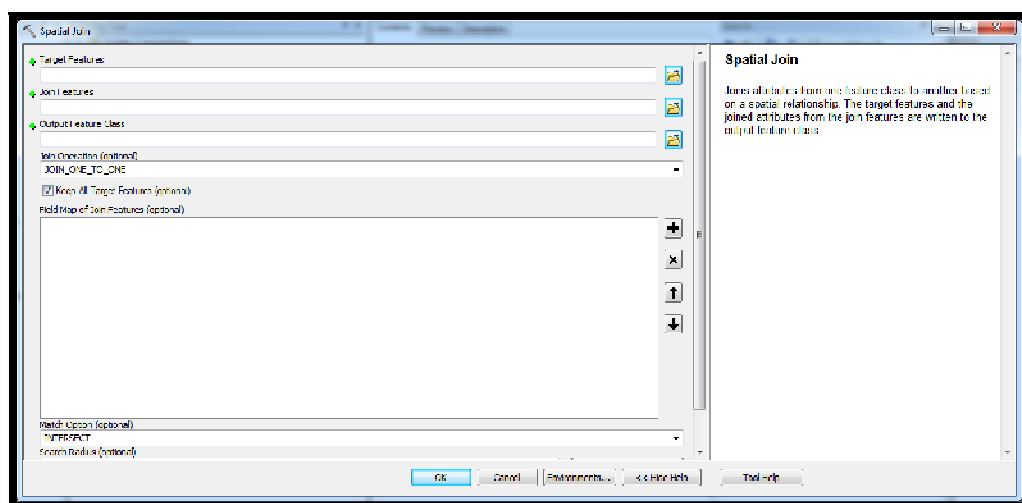


Očištěné body je třeba dle ID rozdělit na jednotlivé PF, a v atributové tabulce jim přidělit jedinečný identifikátor. Pokud jsou k dispozici linie příčných profilů, je možné použít nástroj SpatialJoin (TargetFeature – body PF, JoinFeature – jedinečný identifikátor PF)

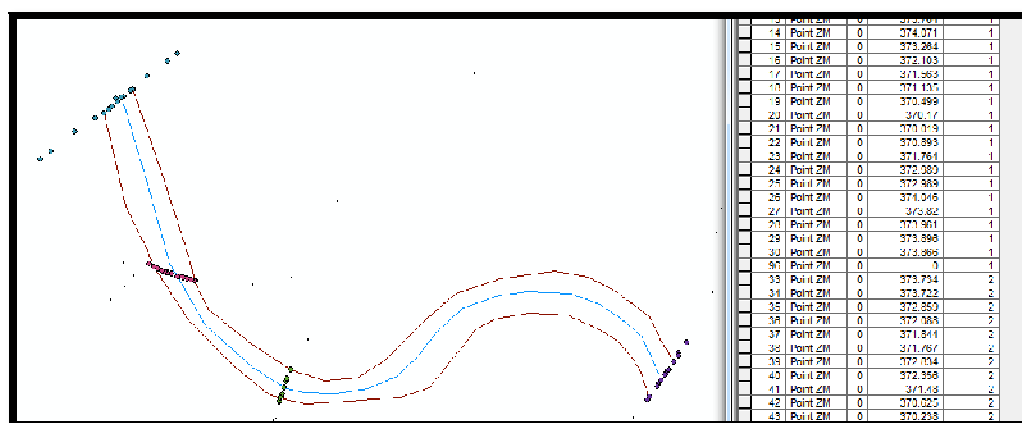
Obrázek č. 17. - SpetialJoin - ArcToolbox



Obrázek č. 18. - SpetialJoin



Obrázek č. 19. - Výsledné rozřazení PF

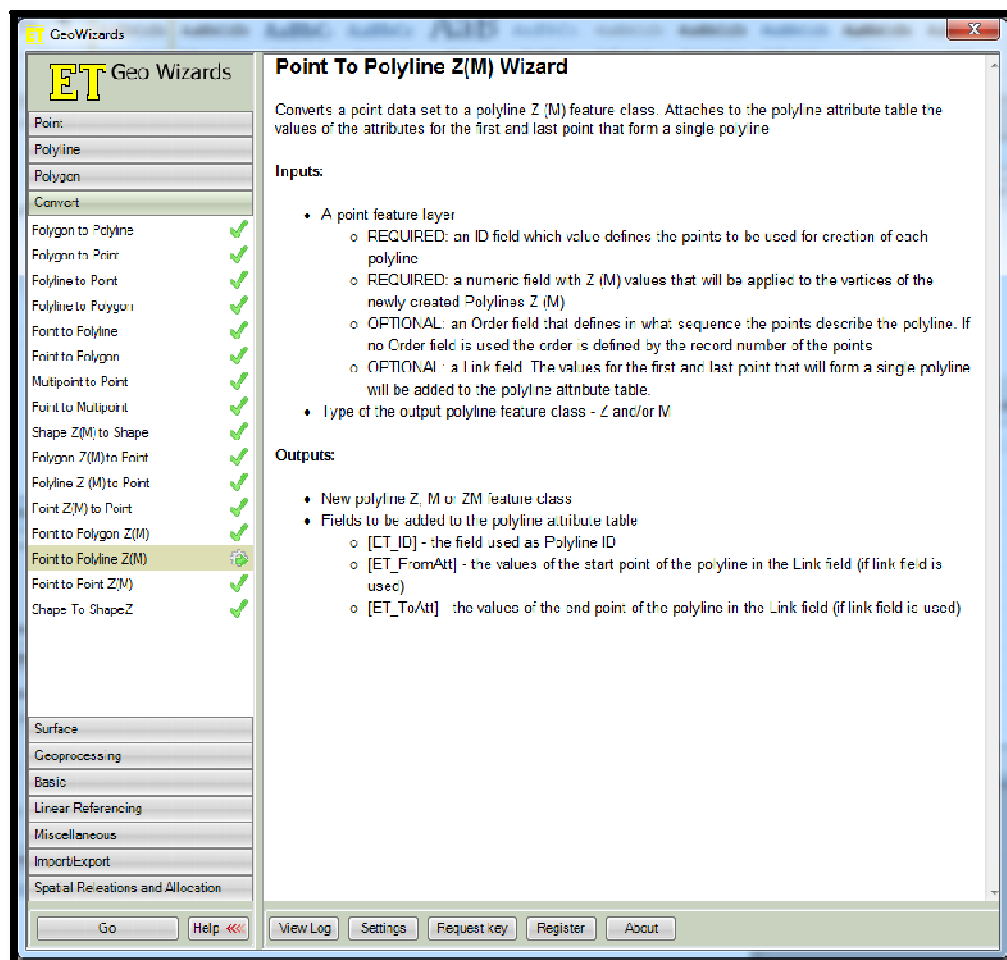


River ChannelBathymetry obsahuje sedm nástrojů.viz. Obr 14.

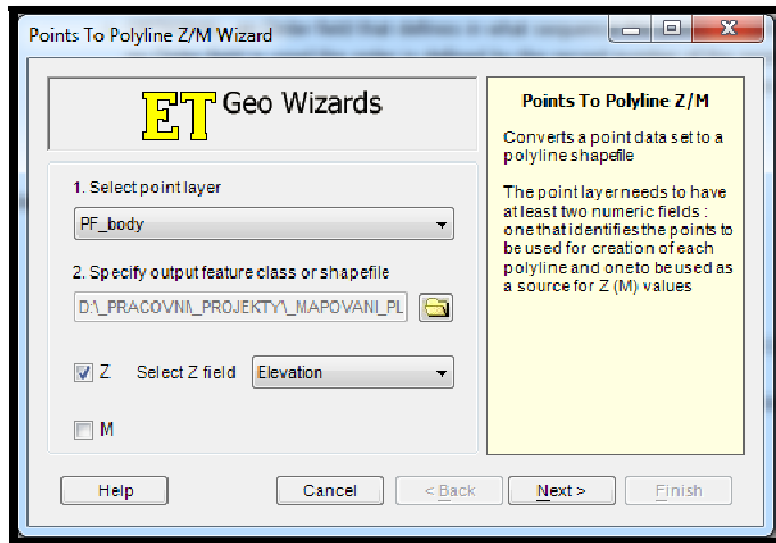
5.4.1.1 Vytvoření PF

Z bodů PF byla vytvořena linie pomocí nástroje ET GeoWizard. Body PF musí obsahovat sloupec s výškou (v tomto případě sloupec „Elevation“), který je zadaný jako parametr Z.

Obrázek č. 20. - ET GeoWizards

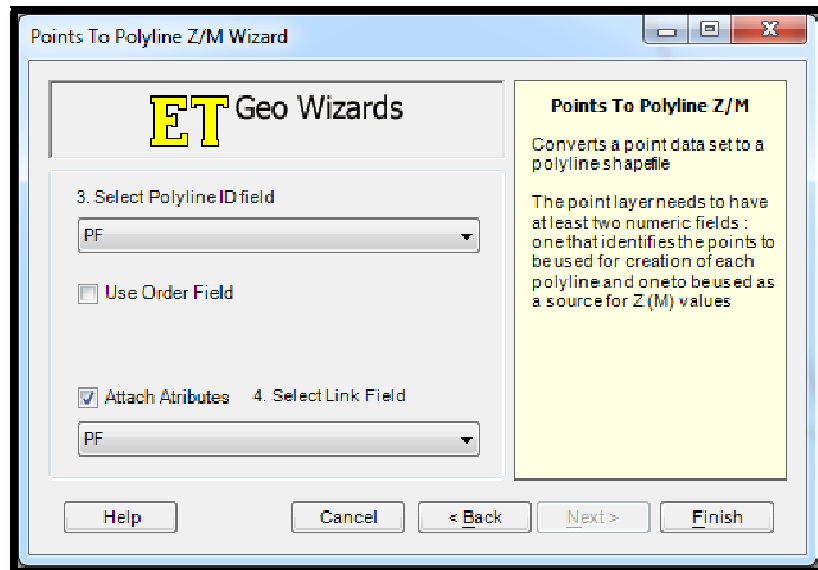


Obrázek č. 21. - ET DeoWizard zadání vrstvy



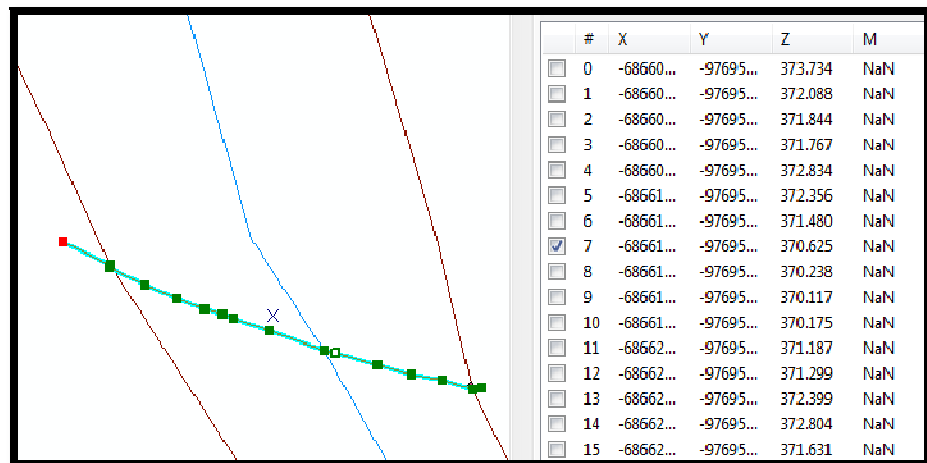
V ET GeoWizards je potřeba nastavit identifikátory u bodů PF k polyline.

Obrázek č. 22. - ET GeoWizards výběr ID složky



Vytvořené PF mají Z-etovou hodnotu, jak je vidět v attributech vertexů.

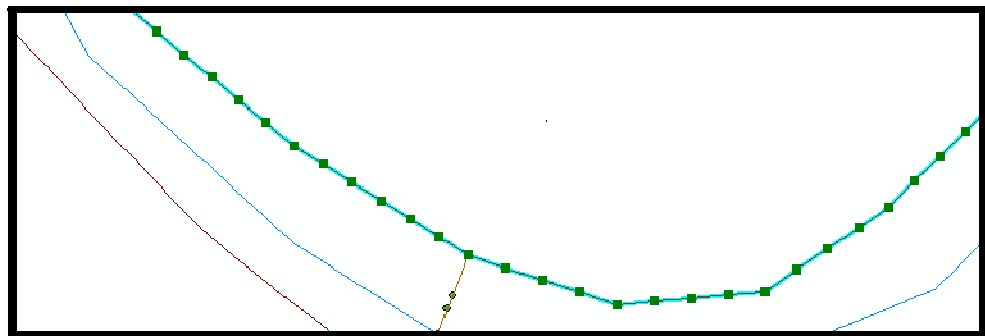
Obrázek č. 23. - Zobrazení vertexové tabulky se všemi souřadnicemi



5.4.1.2 Zpodrobnění bodů

Před vytvořením korytových linií je nutné zpodrobnit vertexy na břehových hranách a ose koryta nástrojem River ChannelBathymetry. Je potřeba v rozevíracích seznamech vybrat příslušné shapefily a zadat hodnotu vzdálenosti vertexů závislou na charakteru koryta a jeho směrových změnách.

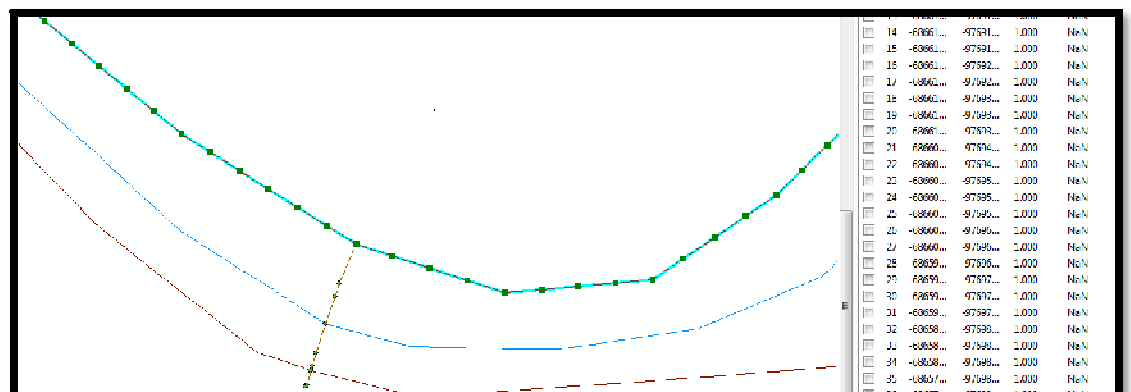
Obrázek č. 24. -Zpodrobnění bodů



5.4.1.3 Příprava osy a břehů

Pro vytvoření korytových linií byla přiřazena nás Z-etová hodnota 1 břehům a 0 ose toku.

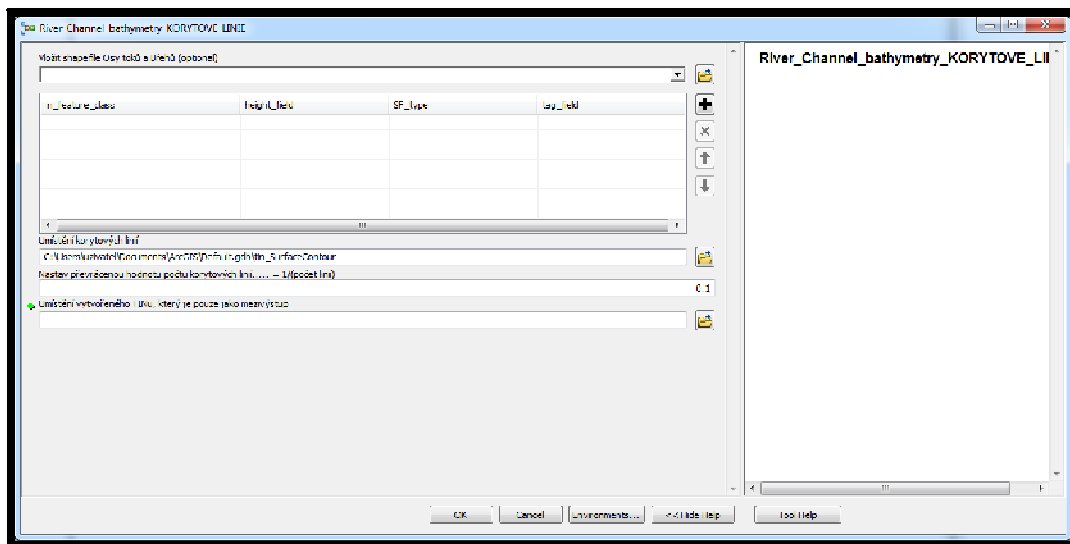
Obrázek č. 25. - Příprava osy a břehů



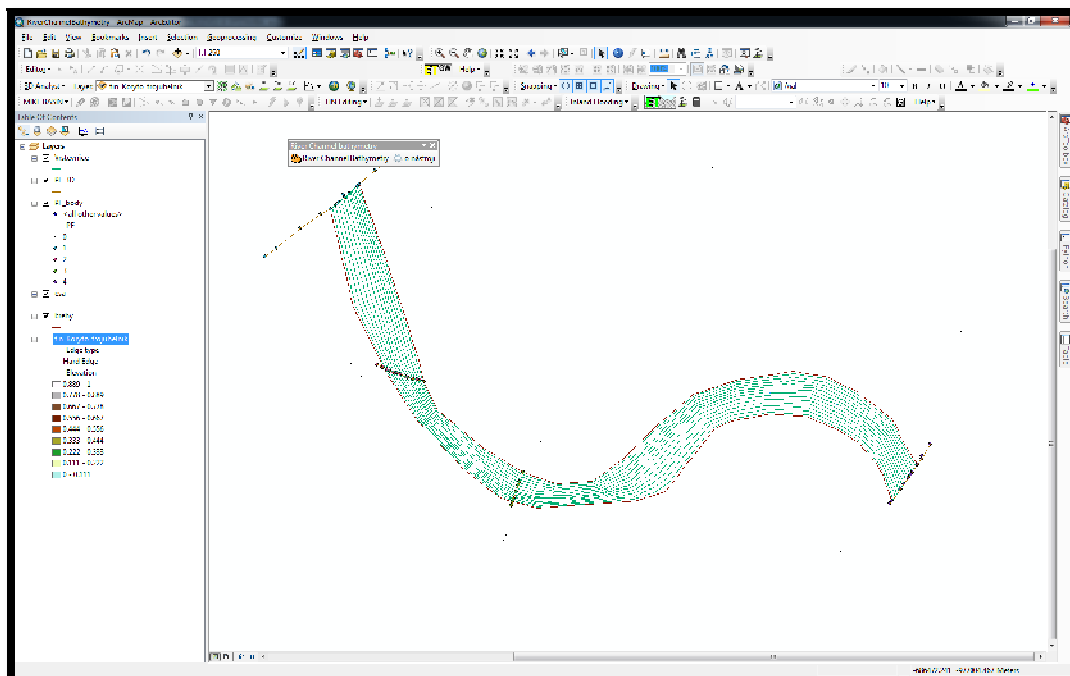
5.4.1.4 Korytové linie

Korytové linie byly vytvořeny pomocí dalšího nástroje v River_Channel_bathymetry.

Obrázek č. 26. -Vytvoření korytových linií



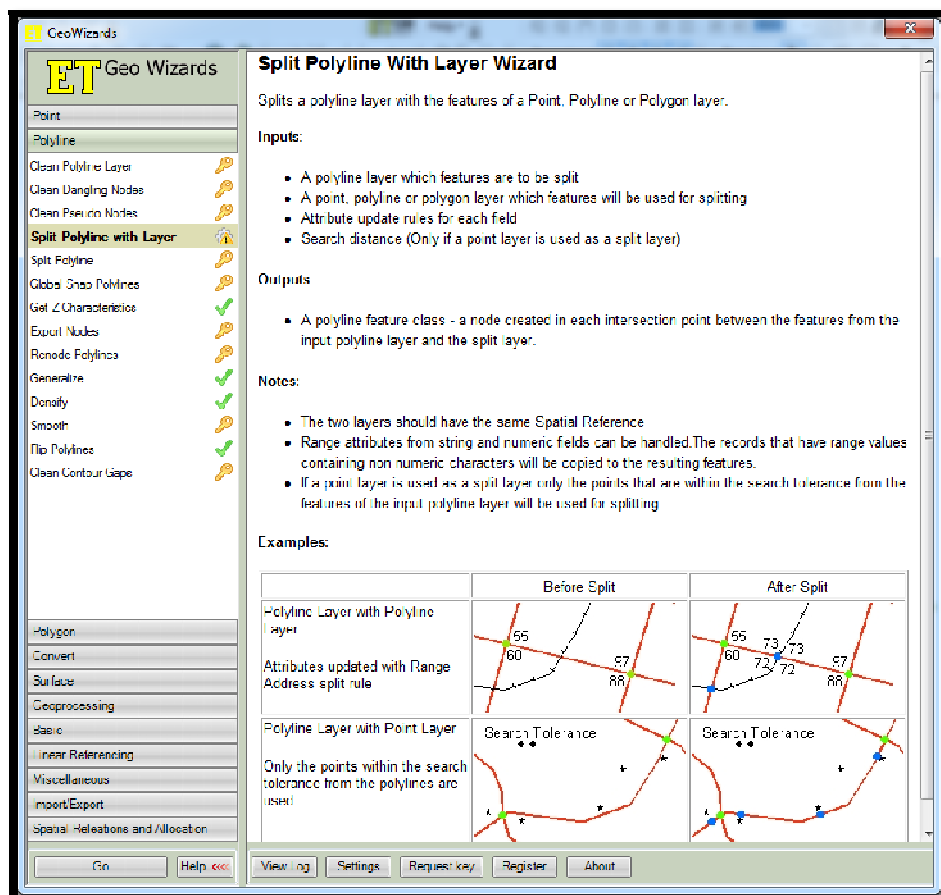
Obrázek č. 27. - Vytvořené korytové linie



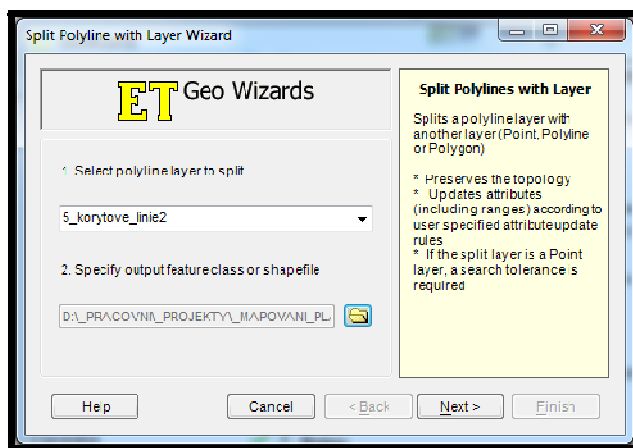
5.4.1.5 Rozdělení

Vytvořené korytové linie bylo potřeba rozdělit dle vrstvy s příčnými profily, aby byly vždy linie pouze pro úsek mezi PF. Toto rozdělení bylo provedené pomocí ET GeoWizardu.

Obrázek č. 28. Rozdělení korytových linií



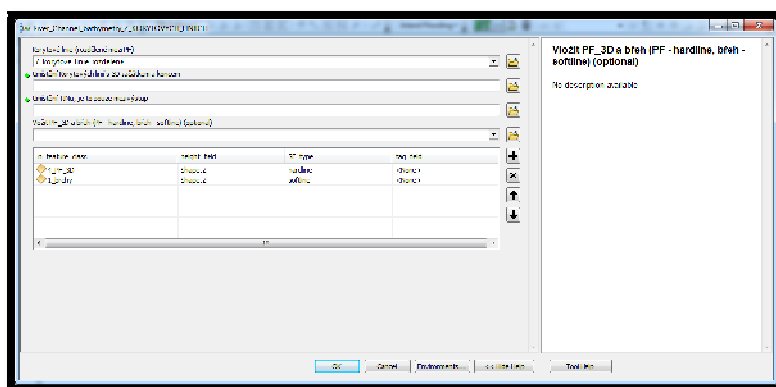
Obrázek č. 29. - Specifikace linií, které se mají rozdělit



Obrázek č. 30. - Specifikace vrstvy, podle které se linie mají rozdělit



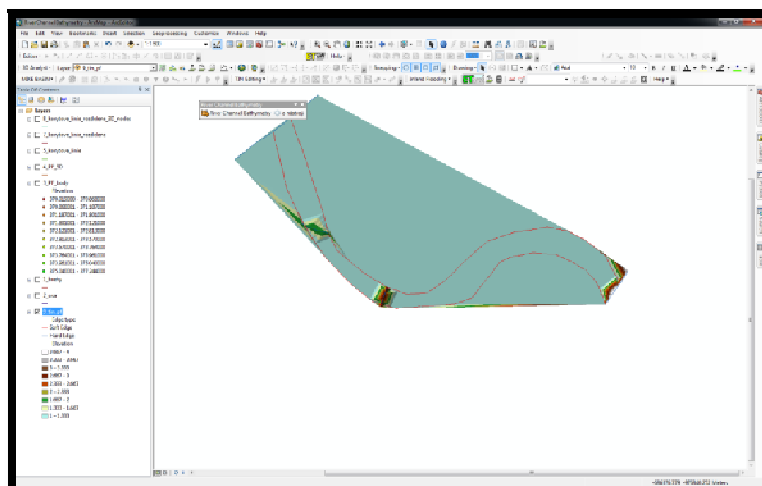
Obrázek č. 31. - Přiřazení Z-etové souřadnice



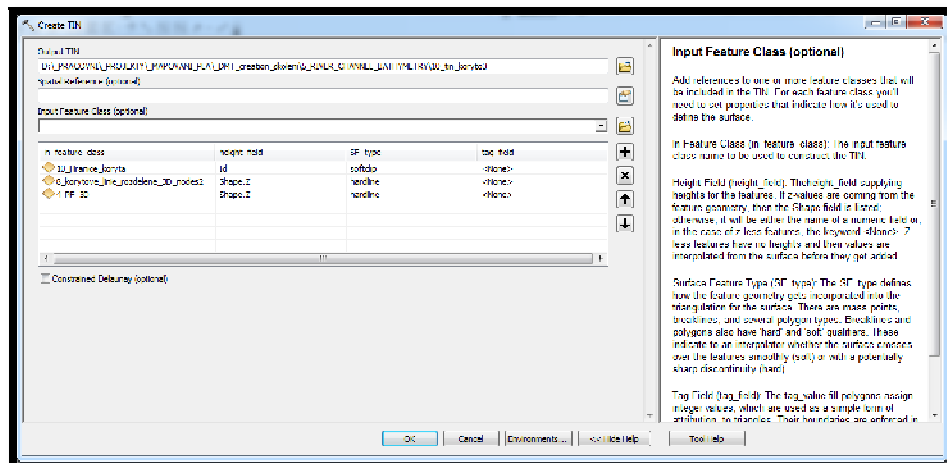
5.4.1.6 Koryto

Když byly korytové linie rozděleny podle PF, bylo potřeba přiřadit Z-etové souřadnice počátkům a koncům korytových linií. Přiřazením výškové souřadnice bylo zajištěno, že nebude zkrasené výsledné zobrazení koryta.

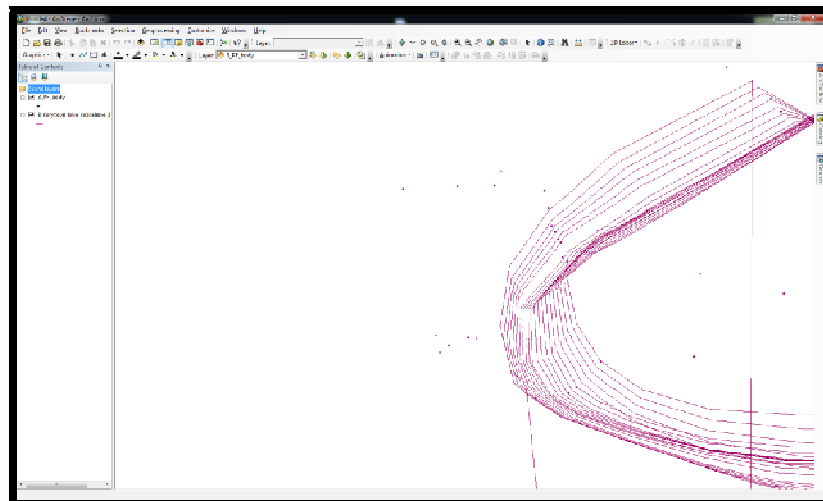
Obrázek č. 32. - Mezi výstup TINu koryta



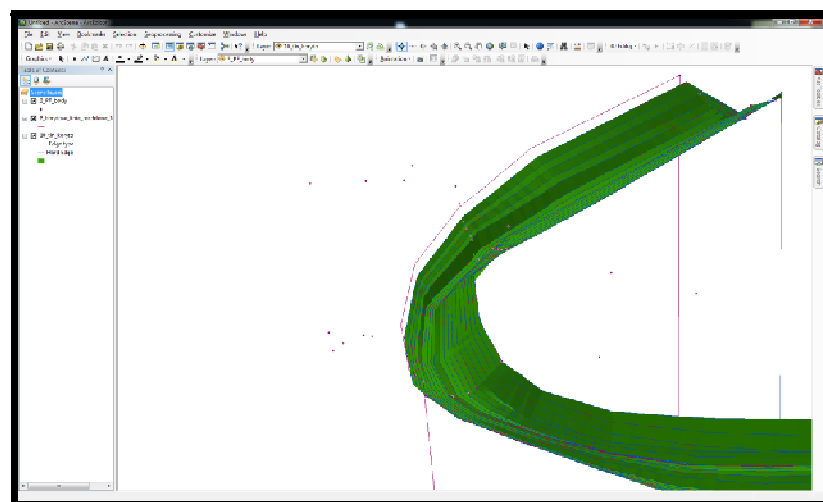
Obrázek č. 33. - Vytvoření TINU



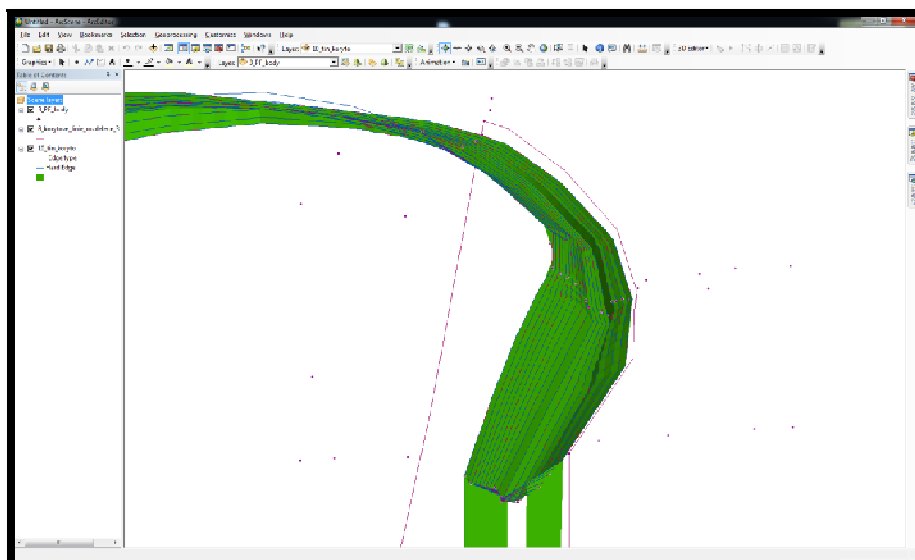
Obrázek č. 34. - Zobrazení 3D korytových linií



Obrázek č. 35. - 3D zobrazení TINU koryta - 1



Obrázek č. 36. - 3D zobrazení TINU koryta - 2

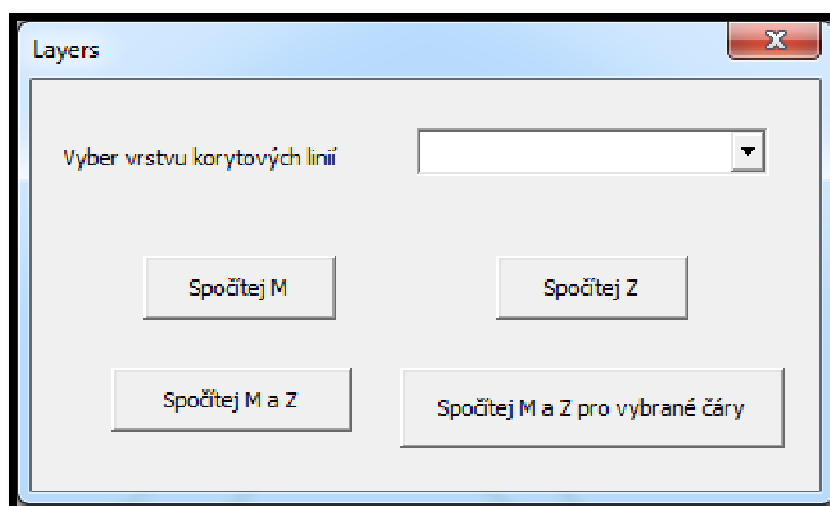


5.4.2 Doplnkový panel nástroje

Slouží pro doplnění či úpravu koryta, které bylo vytvořené podle hlavního panelu. Pro vytvoření koryta, které je silně upravené a pro jeho popsání, nadále stačí 4 jasně definované hrany (např. obdélníkové koryto).

Pokud byla dokreslena nějaká linie, či několik linií, tak bylo potřeba linií označit a přepočítat její parametry Z a M pomocí „Spočítej M a Z pro vybrané čáry“.

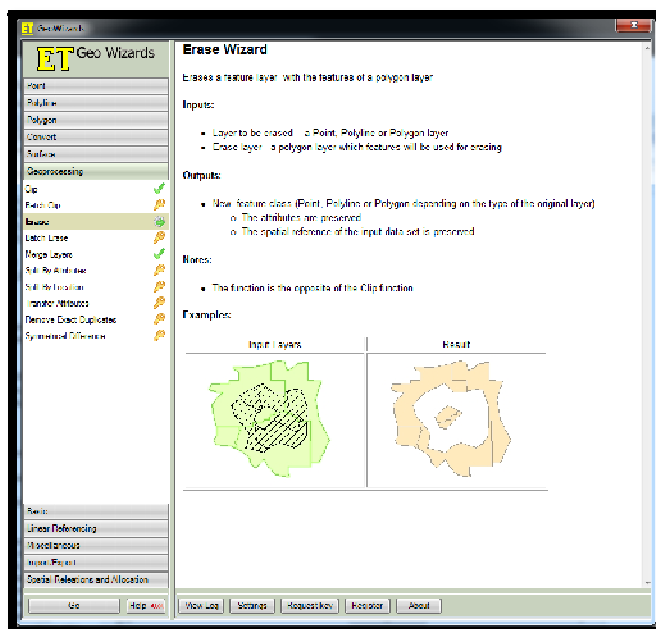
Obrázek č. 37. - Přepočítání parametrů M a Z



5.5 Spojení DMR a DMT koryta

Nejprve bylo nutné vyříznutí oblasti koryta toku z bodů DMR funkcí ET GeoWizard/Geoprocessing/erase, aby bylo možné spojení DMR a DMT koryta.

Obrázek č. 38. - ET GeoWizardsErase



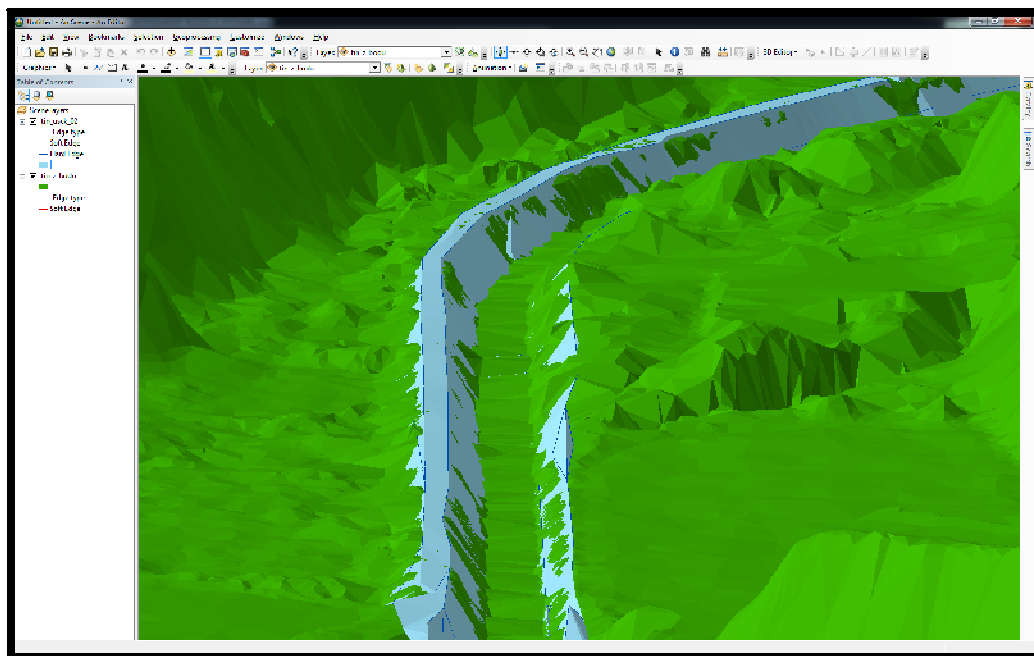
Obrázek č. 39. - Ukázka DMR bez koryta toku



5.6 Analýza DMR a DMT koryta

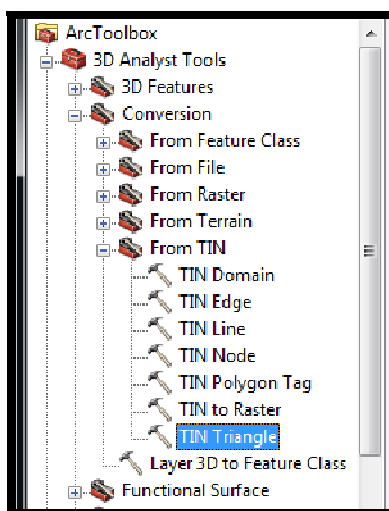
Kontrola TINu koryta vůči DMR a zajištění případného ponechání zaměření z příčných profilů (např. cyklostezky na náspu u břehu koryta).

Obrázek č. 40. - Zobrazení TINu DMR a DMT v ArcScene



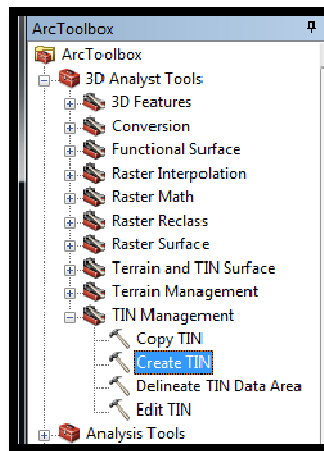
Z TINu koryta bylo potřeba vytvořit triangulaci pro lepší a jednodušší pozdější úpravy bodů v korytě.

Obrázek č. 41. - ArcToolbox TIN Triangle

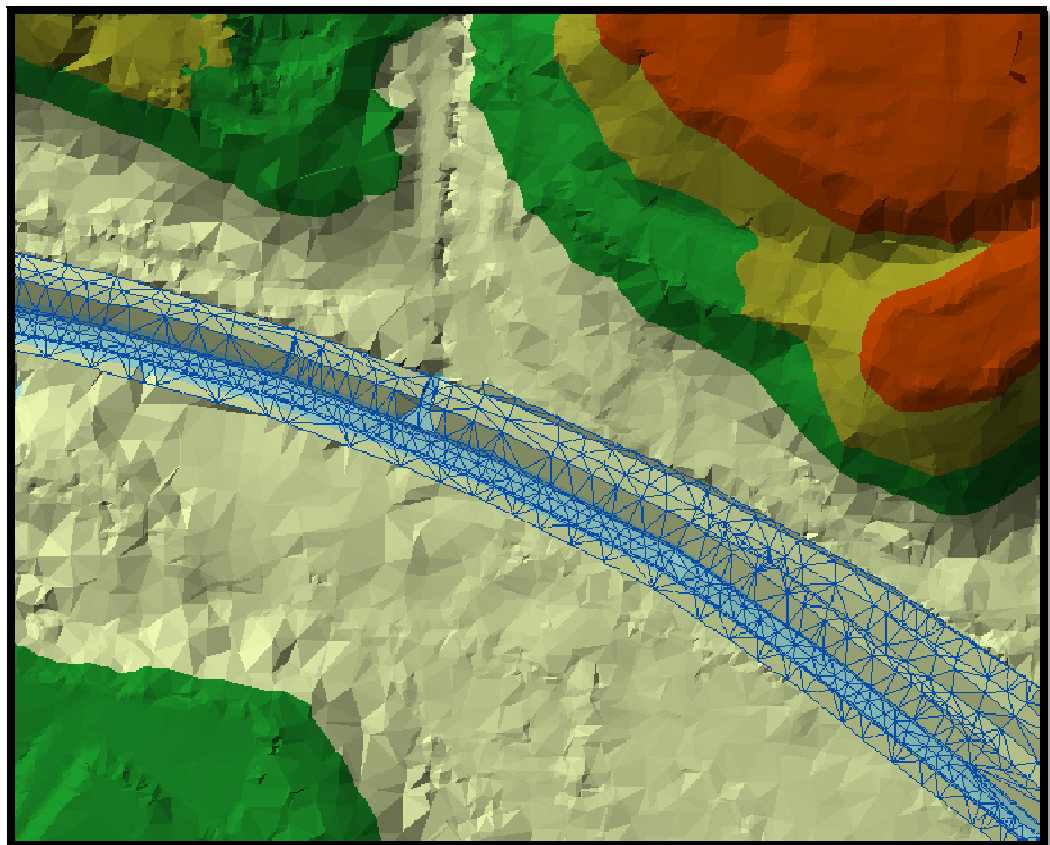


Finální TIN z TIN koryta a DMR bodů byl vytvořen pomocí ToolBox/3D_Analyst/TinManagement/CreateTIN, při tvorbě je důležité přidat hranici zájmového území.

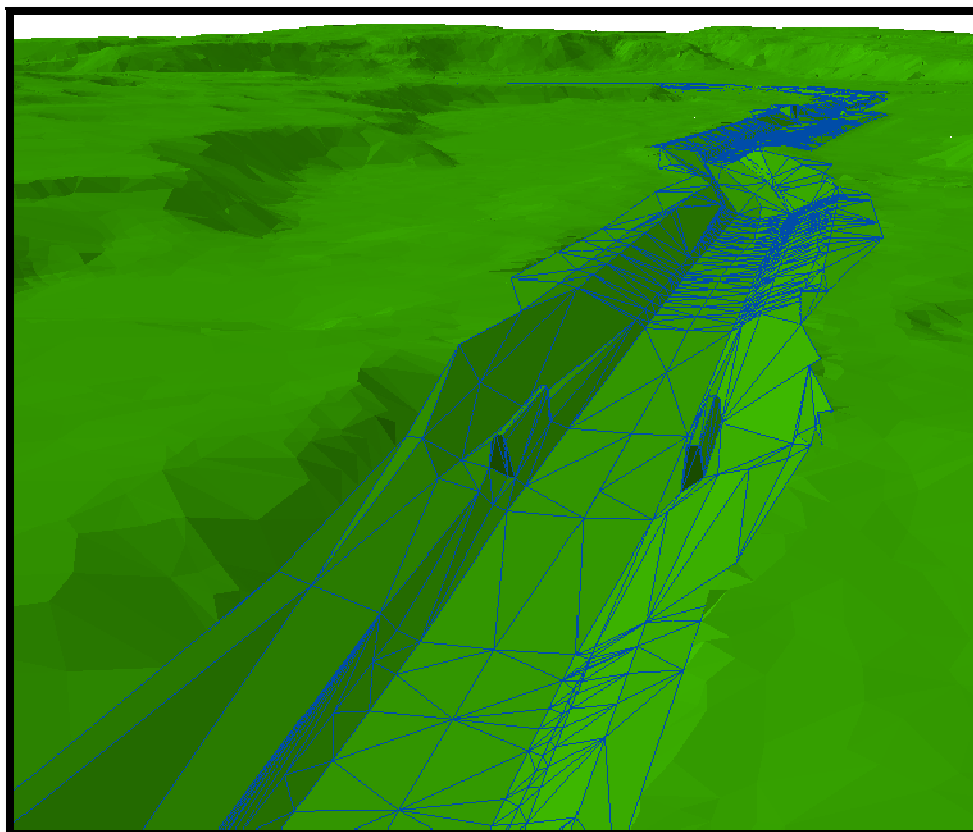
Obrázek č. 42. - ArcToolboxCreate TIN



Obrázek č. 43. - Tin DMT po spojení



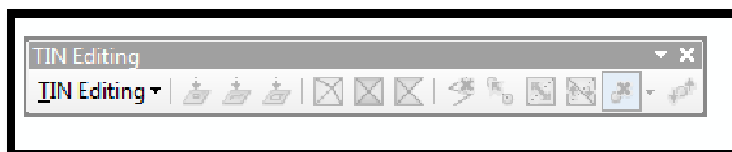
Obrázek č. 44. - Zobrazení TINů v ArcScene před úpravou koryta



5.6.1 Nástroje na úpravu TINU

Panel nástrojů TIN editind slouží k finální úpravě právě vytvořeného TINU. TIN obsahuje nerovnosti a koryto toku je často nerovnoměrné, proto je potřeba TIN upravit do podoby skutečného koryta.

Obrázek č. 45. - Neaktivní panel nástrojů



Obrázek č. 46. - Aktivní panel nástrojů



Obrázek č. 47. - TIN neupraveného koryta

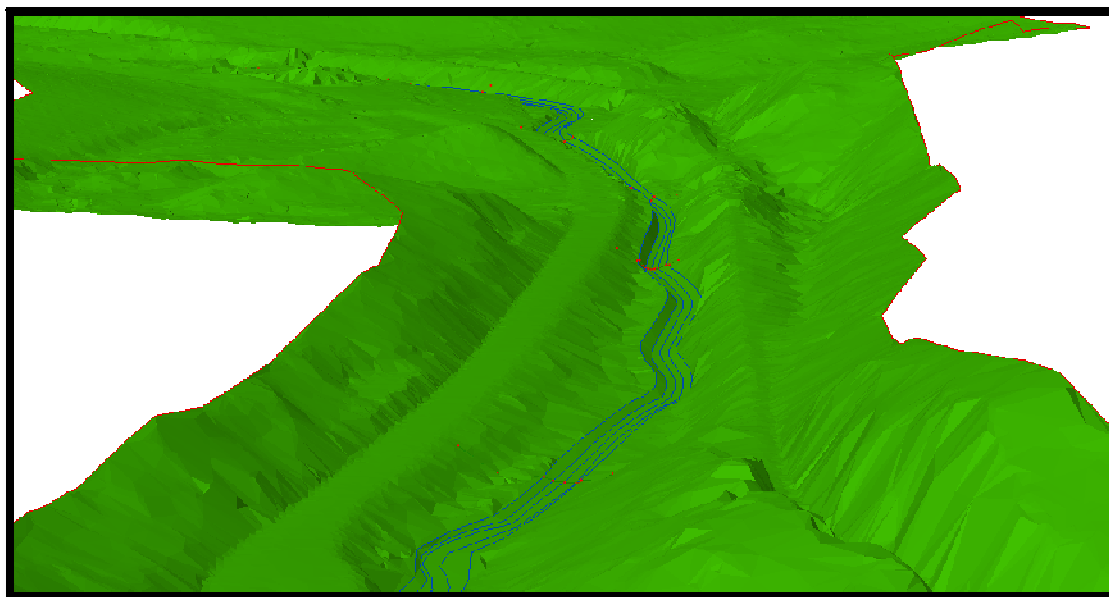


Obrázek č. 48. - Finální podoba TINU koryta

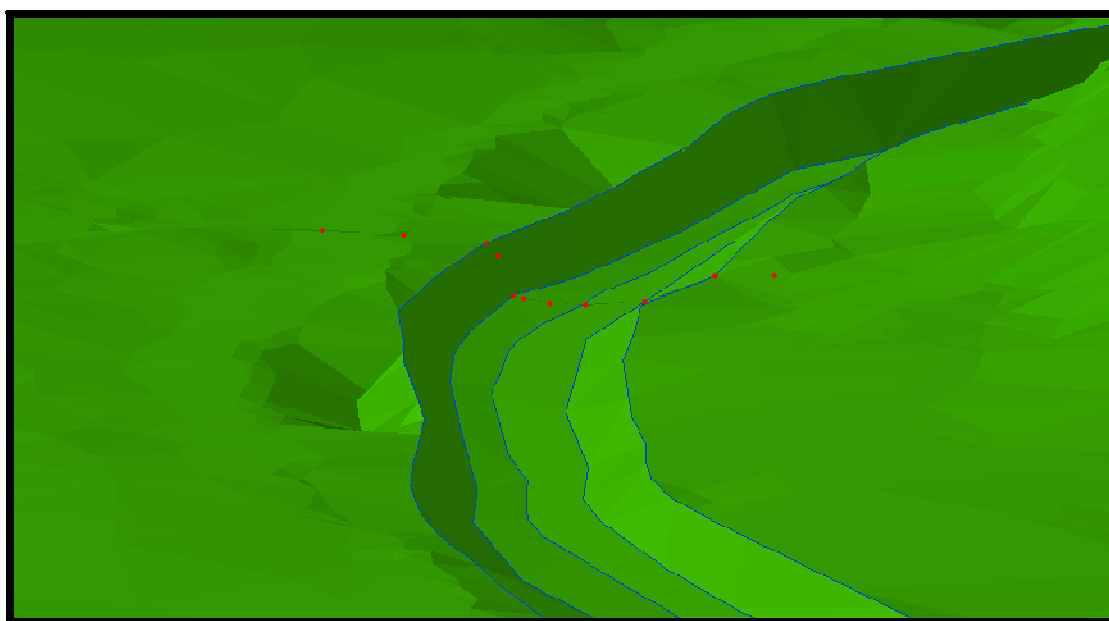


Takto připravený TIN neboli Digitální model terénu je již možné použít pro výpočet průtoků v programu HEC – RAS.

Obrázek č. 49. – Finální podoba TINU koryta v ArcScene PF



Obrázek č. 50. - Finální podoba TINU koryta v ArcScene s PF – Detail



6 Odvození hydraulických a geometrických charakteristik

6.1 Hydraulické charakteristiky

V zájmovém území je několik monitorovacích profilů, nad Maršovickým potokem, nad Pulečným potokem, nad Rádelským potokem a nad Bezděčným potokem a na 27 říčním kilometru řeky Mohelky. Tyto průtokové charakteristiky byly použity pro samotný výpočet a modelaci záplavových čar na řece Mohelka. Tato data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze. Použitá data jsou zobrazena v tabulce N – letých průtoků. *Viz obr. č. 51.*

Obrázek č. 51. - Tabulka N – letých průtoků

N - leté vody (m ³ .s ⁻¹)											
řeka	profil	ČHP	plocha povodí (km ²)	1	2	5	10	20	50	100	Q max
Mohelka	nad Maršovickým p.	1-05-02-034	1.65	1.8	2.6	3.9	5.0	6.2	7.9	9.4	13.3
	nad Pulečným p.	1-05-02-034	8.75	3.8	5.6	8.3	10.7	13.3	17.1	20.2	28.5
	nad Rádelským p.	1 05 02 034	19.20	5.7	8.4	12.5	16.0	19.9	25.6	30.3	42.8
	nad Bezděčným p.	1-05-02-034	35.32	7.8	11.4	17.0	21.8	27.1	34.8	41.2	58.1
	ř. km 27,0	1-05-02-036	47.19	8.9	13.0	19.4	25.0	31.0	39.9	47.2	66.6

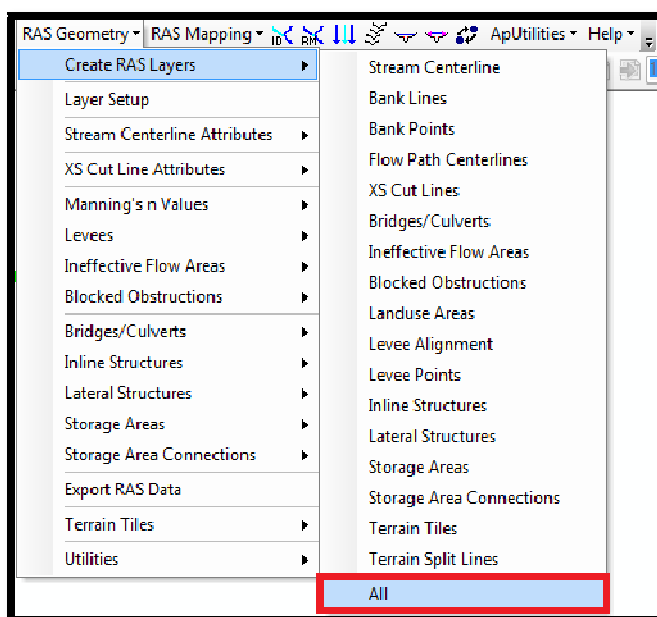
6.2 Geometrické charakteristiky

Geometrické charakteristiky byly vytvořeny pomocí nástroje Hec – GeoRAS, se kterým se pracuje v prostředí programu ArcGIS. Nejprve bylo potřeba vytvořit databázi prvků a ty následně editovat. Databáze se tvoří v nástroji Hec – GeoRAS pomocí RAS Geometry/Createlayers/All.

Obrázek č. 52. - Panel nástrojů Hec – GeoRAS



Obrázek č. 53. - Vytvoření databáze

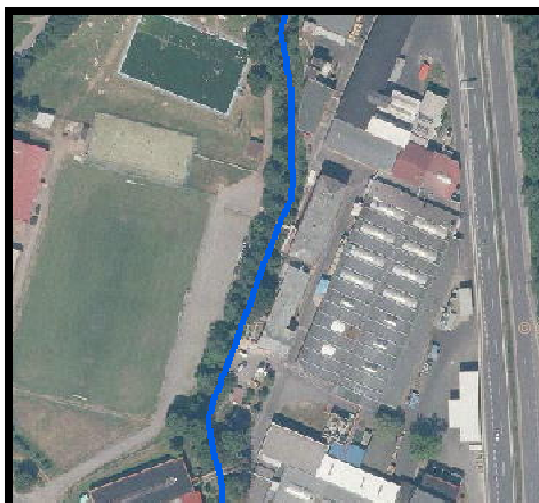


Vytvořená databáze postrádá data a je nutné databázi doplnit, k čemuž slouží nástrojová lišta editace.

Let us first start with river centerline. The river centerline is used to establish the river reach network for HEC-RAS. The baxter_tin dataset has the Baxter River flowing from east to west with Tule Creek as a tributary. So there are three reaches: upper Baxter River, lower Baxter River and Tule Creek Tributary as shown below. [11]

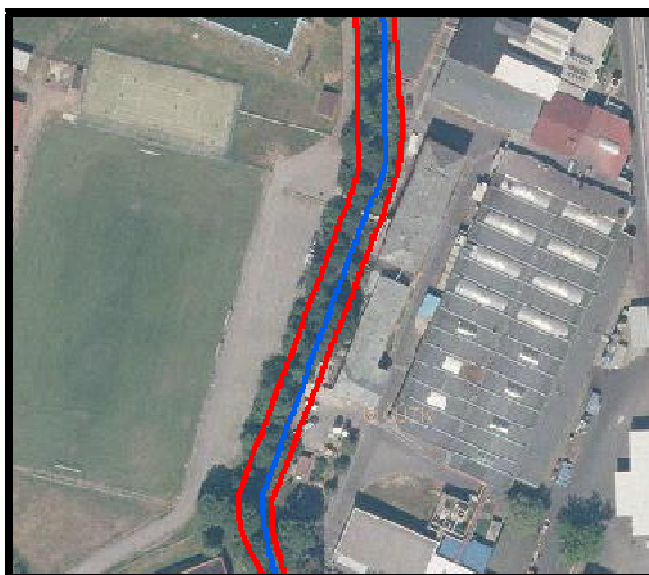
Jako první byla editována vrstva Stream Centerline, k jejímuž vytvoření posloužila již připravená vrstva „Osa toku“, která byla používána již v tvorbě DMT. Vrstva „Osa toku“ byla editována od pramene toku směrem dolů. Vrstvě „Osa toku“ byly také přiřazeny atributy a byly zapsány do atributové tabulky (např. název toku, ID a délka toku).

Obrázek č. 54. - Vrstva Osa toku



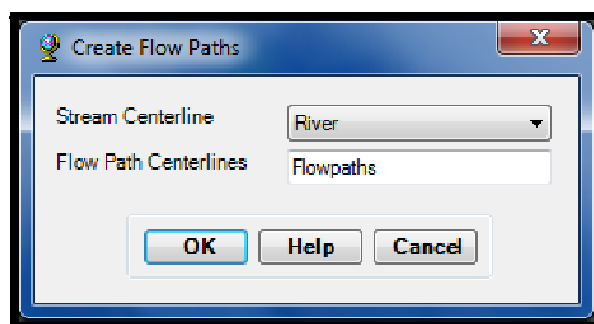
Jako další vrstvu bylo potřeba editovat vrstvu Banks, neboli vrstvu břehů koryta. Bylo nutné, aby byl nejprve editován pravý břeh a poté levý břeh. K tomuto účelu byla využita vrstva „Břehové linie“, která byla vytvořena již pro tvorbu DMT.

Obrázek č. 55. - Vrstva Břehové linie



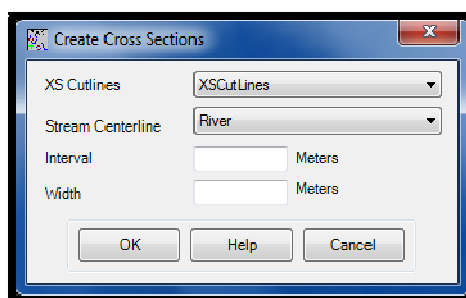
Jako další byla vytvořena vrstva Flowpaths, která je velmi důležitá pro export do programu Hec – Ras. Tvorba této vrstvy byla zjednodušena tím, že se využilo již vytvořené vrstvy River, která byla zkopírována a tyto vrstvy jsou tudíž shodné.

Obrázek č. 56. - Vytvoření vrstvy Flowpaths



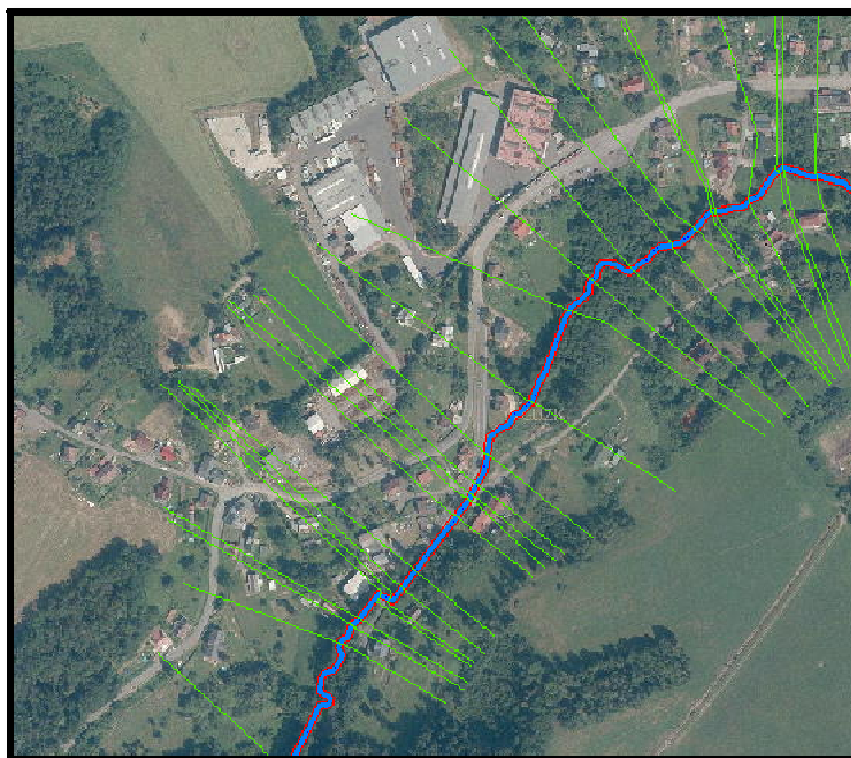
Nejdůležitější pro celou databázi je tvorba vrstvy příčných profilů, tvorba těchto profilů podléhá důležitým pravidlům. Příčné řezy se nesmějí protínat, avšak musí protínat linie Flowpaths a River. Pro vykreslení těchto profilů byla použita funkce CreateCrossSection. V této funkci se navolí parametry daných profilů (např. vzdálenost profilů od sebe a délka profilů). Pro vyšetřované zájmové území byly zvoleny dva druhy rozmístění profilů, v intravilánu byla vzdálenost mezi jednotlivými profily 50 m a šířka 200 m, mimo intravilán byla vzdálenost mezi profily 200 m a šířka profilů také 200 m.

Obrázek č. 57. - Příkazový panel CreateCrossSection



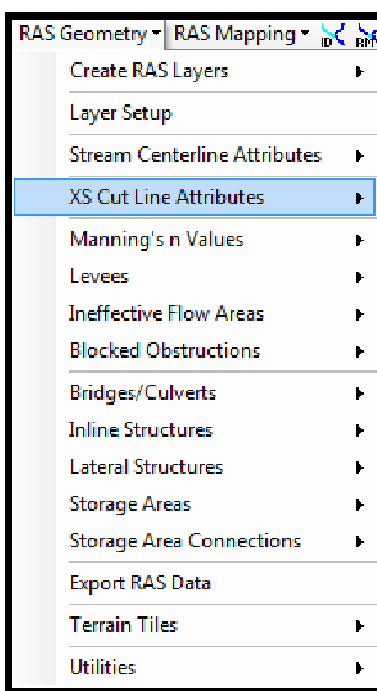
Tato funkce také zaručuje, že vykreslení jednotlivých profilů bude vedeno zleva doprava směrem po proudu a ty budou kolmé k tečně vodního toku.

Obrázek č. 58. - Příčné řezy

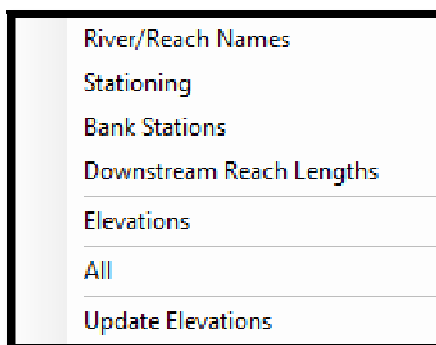


Jako další je nutné vypočítat tabulkové atributy, které se vypočítají přes záložku RAS Geometry – XS Cut Line Attributes.

Obrázek č. 59. - XS Cut Line Attributes



Obrázek č. 60. - Příkazy záložky XS Cut Line Attributes



River/ReachNames slouží k přiřazení názvu toku a úseku k vytvořeným příčným profilům.

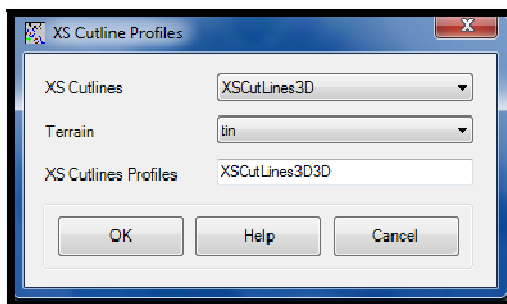
Stationing přiřazuje každému příčnému profilu vzdálenost od daného příčného profilu až ke konci zájmového úseku toku.

Bank Stations slouží k přiřazení vzdáleností břehových linií u jednotlivých profilů a tím vytváří potřebnou geometrii toku.

DownstreamReachLengths je nástrojem na přiřazení vzdálenosti daného profilu od profilu následujícího ve směru toku.

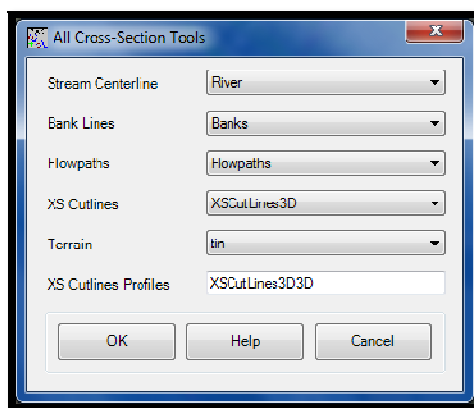
Když jsou takto přiřazená data, zbývá jen přiřadit informaci o výšce. Pomocí funkce Elevation vytvoříme vrstvu XSCutLines3D3D, která už výšková data obsahuje.

Obrázek č. 61. - Vytvoření vrstvy XSCutLines3D3D



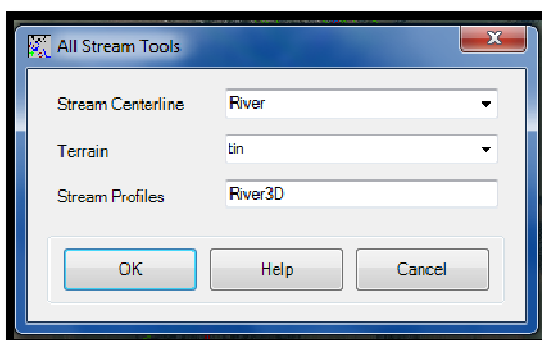
Tyto kroky lze také zjednodušit tím, že použijeme volbu All, v této záložce je možné vypočítat tabulkové atributy najednou a to i s přeměnou vrstvy z 2D podoby do podoby 3D.

Obrázek č. 62. – All Cross Section Tools



Do podoby 3D bylo potřeba převést i vrstvu River, převod byl proveden za pomoci volby All v záložce Stream Center Line Attributes – RAS Geometry.

Obrázek č. 63. – All Stream Tools

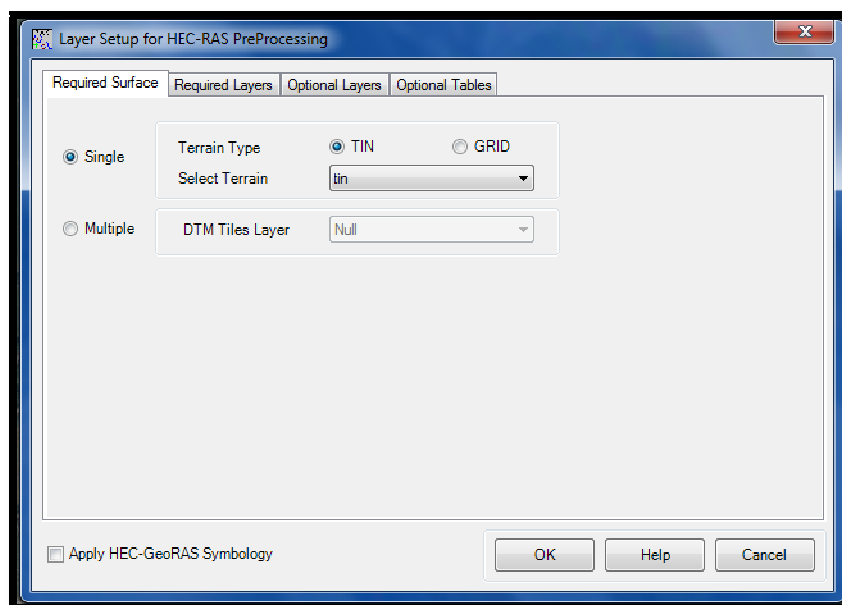


Další specifikace pro výpočet průtoků byly zadávány přímo v prostředí programu HEC – RAS.

6.2.1 Export geometrických dat

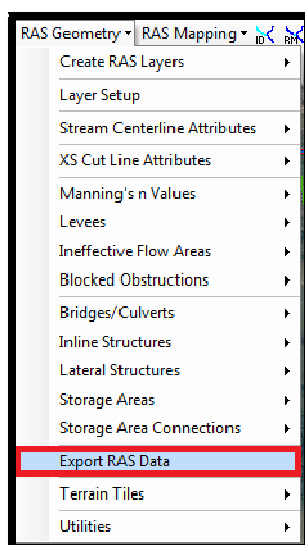
Posledním krokem, který je potřeba vyřešit v rámci pracovního prostoru ArcMap, je export právě vytvořených geometrických dat. K exportu těchto dat je nejprve potřeba vytvořené vrstvy zkontrolovat pomocí nástroje RAS Geometry – LayerSetup.

Obrázek č. 64. – Layer Setup



Když je kontrola hotova, je možné provést konečný export. Toho bylo docíleno pomocí záložky Export RAS data, kde pak stačilo jen zadat umístění pro uložení exportního souboru.

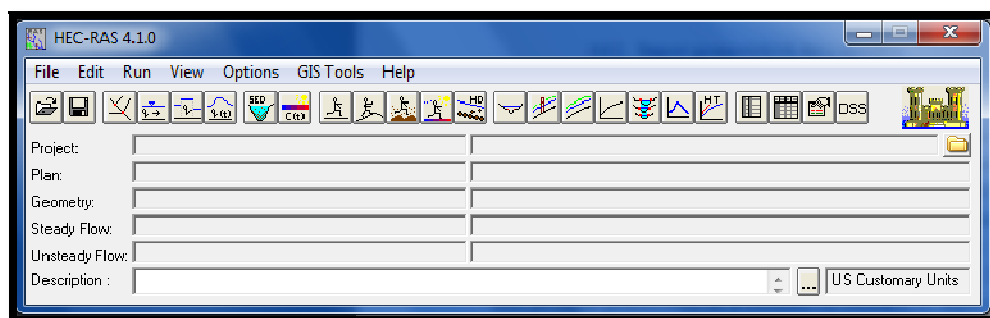
Obrázek č. 65. - Export RAS data



7 Vytvoření hydraulického modelu

7.1 Práce v prostředí Hec – RAS

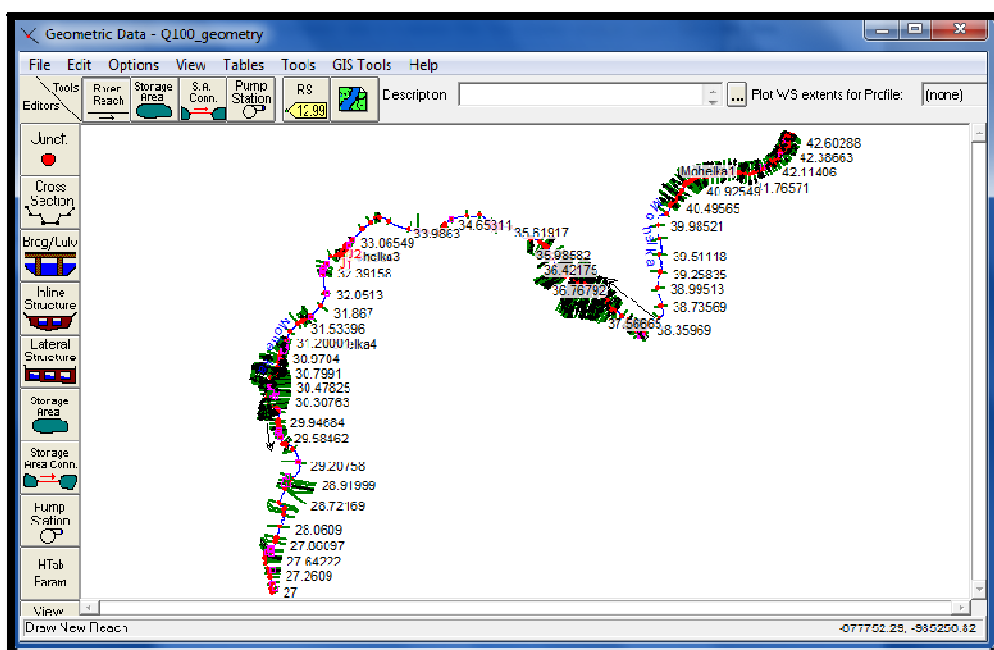
Obrázek č. 66. - Prostředí Hec-Ras



7.1.1 Import geometrických dat z ArcGISu

Předtím než byla započata práce v prostředí Hec – RAS, bylo potřeba importovat vytvořená data v prostředí ArcMap. Import byl proveden pomocí záložky Import Geometry Data, kde byl vybrán i druh importovaného souboru v podobě Gis Formát. Následně se otevřelo dialogové okno, do kterého byly zadány parametry v podobě pojmenování a zvolení jednotek a vlastností příčných profilů. Po zadání parametrů došlo k načtení vrstvy a vytvořila se geometrie vodního toku s příčnými profily.

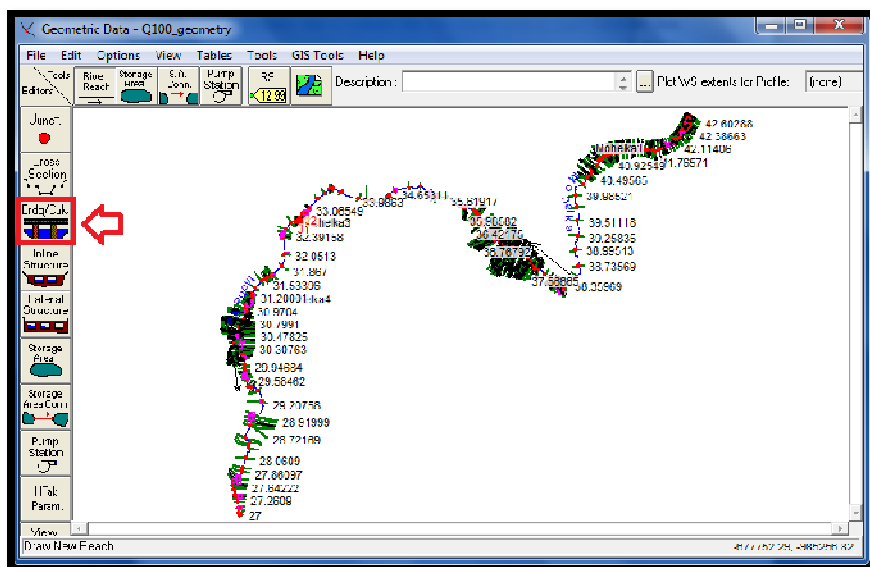
Obrázek č. 67. - Geometrie vodního toku Mohelka



7.1.2 Zadávání objektů

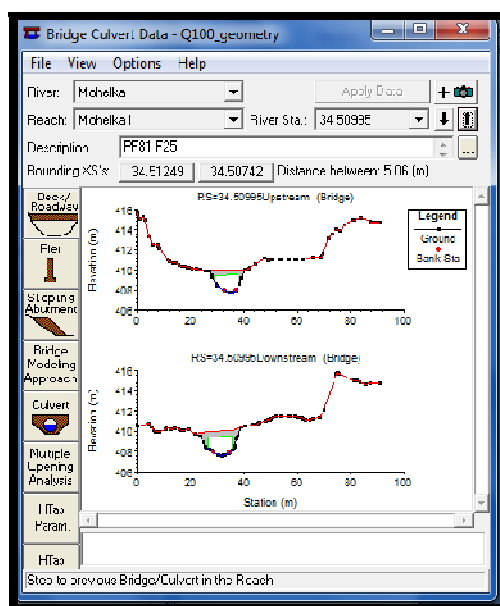
Program HEC-RAS je přizpůsobený k řešení proudění různými objekty (např. mosty, propustky, jezy atd). Protože se tyto objekty vyskytují i na řešeném toku byly též do programu zadány. Ve většině případu se jednalo o mosty či lávky, k jejichž zadání byla využita ikona Brdg/Culvs v okně Geometric Data.

Obrázek č. 68. - Brdg/Culvs

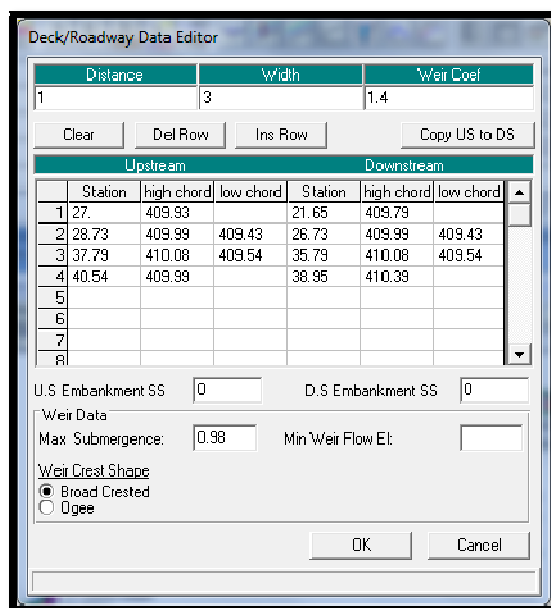


V otevřeném okně pak zvolíme možnost Deck/Roadway, která slouží k editaci mostů a přemostění. V následně otevřeném okně je potřeba zadat okrajové podmínky objektu Distance, šířka objektu Width a hodnota součinitele přepadu WeirCoef.

Obrázek č. 69. - BridgeCulvert Data



Obrázek č. 70. - Deck/Roadway Data Editor



Vlastní konstrukce mostů byla zadávána do jednotlivých sloupců, vodorovné staničení do sloupce Station, horní a spodní úroveň mostovky do sloupců High a LowCord. Tímto způsobem byly postupně editovány všechny objekty na vodním toku Mohelka, které mají vliv na odtok vody a na průtok za povodňové situace.

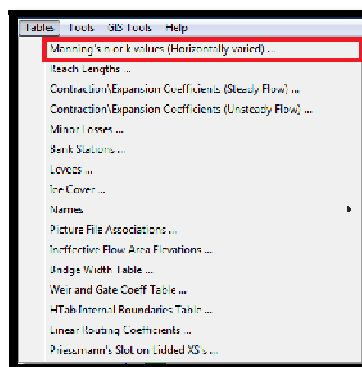
7.1.3 Zadání součinitele drsnosti

Při stanovení součinitele drsnosti záleží na druhu povrchu, každý povrch má odlišné vlastnosti a chování při zaplavení vodou. Z toho důvodu je nutné každému povrchu přiřadit odpovídající hodnoty, které co nejlépe odpovídají reálné situaci.

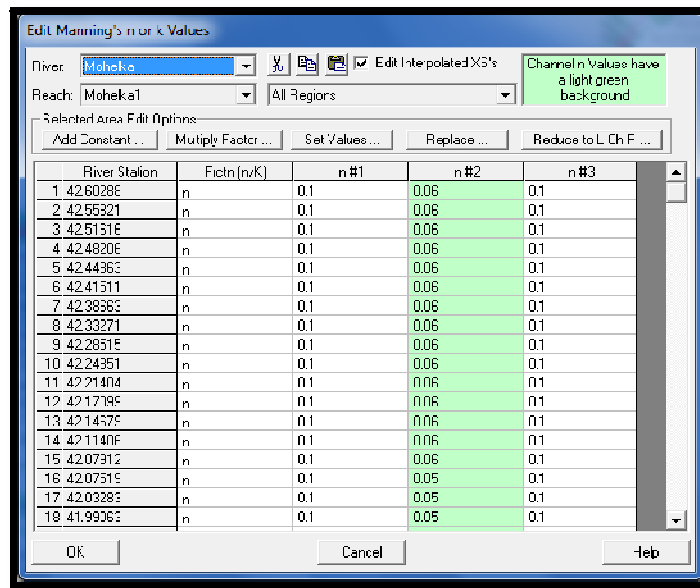
V tomto případě bylo využito kurčení drsnostních součinitelů hlavně terénního průzkumu.

Samotné zadání drsností se zadává pomocí Geometric Data/Tables/Mannings n or k Values.

Obrázek č. 71. - Mannings n or k Values



Obrázek č. 72. - Mannings n or k Values



Zde byly následně vyplněny součinitele v profilech uvažovaného vodního toku Mohelka, pomocí funkce Edit Mannings n or k Values.

7.1.4 Zadávání N – letých průtoků

Nejprve bylo potřeba zadat okrajové podmínky, závisící na proudění, které počítáme. Při volbě ustáleného proudění je v obou uzávěrových profilech říčního úseku volena jedna hodnota, a to buď hladina, nebo průtok.

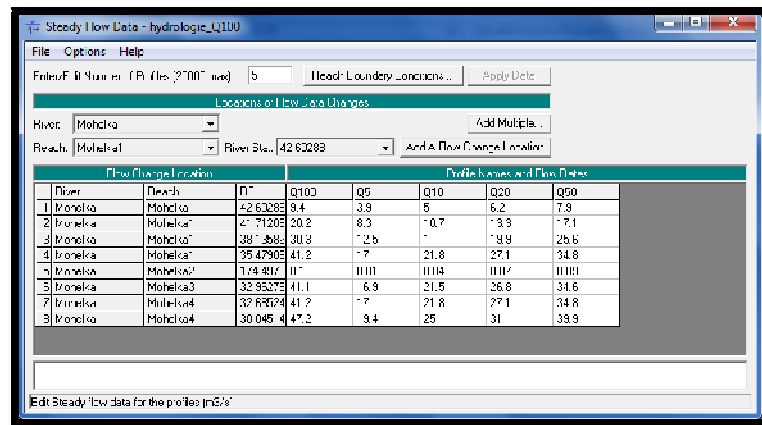
SteadyFlowWaterSurfaceProfiles. This component of the modeling system is intended for calculating water surface profiles for steady gradually varied flow. The system can handle a full network of channels, a dendritic system, of a single river reach. The steady flow component is capable of modeling subcritical, supercritical, and mixed flow regime water surface profiles. [2]

K zadávání průtoků je potřeba příkaz Edit a SteadyFlow Data nebo přímo ikona v základním okně Hec-Ras.

Obrázek č. 73. - SteadyFlow Data ikona



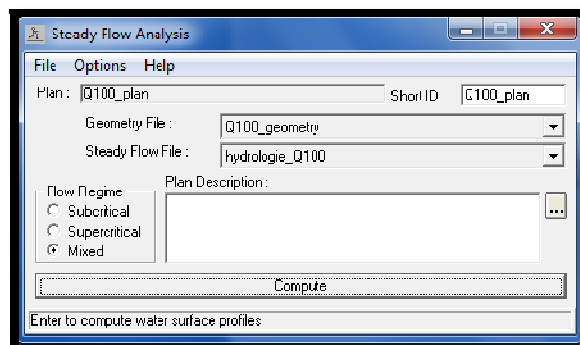
Obrázek č. 74. – Steady Flow Data



7.1.5 Výpočet průtoků

Samotný výpočet byl proveden příkazem Perform a SteadyflowSimulation, který otevře tabulku, ve které se zadají zbývající parametry pro výpočet.

Obrázek č. 75. – SteadyFlowAnalysis



8 Diskuze

Zde vypracovaná práce se věnuje využití DMT toku Mohelka k vypočtení návrhových průtoků Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} . Pro takovéto výpočty bývá většinou směrodatné geodetické zaměření, avšak tato práce je založena na kombinaci geodetického zaměření a DMR. Geodetické zaměření sestává ze 165 měřených profilů na 16 km toku. DMR byl zpracován z DMR 4G v horní části toku a DMR 5G ve spodní části toku. Byla také uvažována všechna možná vodní díla včetně mostů, jezů apod.

Vzhledem k podkladům, které byly pro tuto práci poskytnuty, je tato práce a její výsledky možné dále využít k modelaci záplavových území a vyhodnocení stupně ohrožení obyvatel povodněmi.

9 Závěr

Zaměření této práce bylo směřováno na modelování digitálního modelu terénu a jeho následné využití při výpočtech N – letých průtoků. Modelování digitálního modelu vyžaduje velkou přesnost a proto je nutno zajistit pravdivá a důvěryhodná data. I přes důvěryhodná data, je však vždy možnost, že práce bude obsahovat nějakou chybu. Už jen odchylky programů, v nichž jsou tato data zpracovávána, mohou způsobit menší odchylky od skutečnosti, navíc je možný výskyt chyby zpracovatele. Vzhledem k tomu, že v této práci jde pouze o ukázkou možného využití digitálního modelu a vzorový výpočet N – letých průtoků, jsou podklady, software a výsledky plně vyhovující.

Z digitálního modelu terénu, který byl porovnáván s výsledky terénního průzkumu (fotek a měření), je patrné, že tvorba digitálního modelu byla vypracována správně, a že se shoduje se skutečným stavem vodního toku Mohelka. Takto zpracovaný model terénu by bylo možné dále využít pro zjištění stupně ohrožení povodněmi.

Z vypočtených N – letých průtoků, je patrné, že vstupní údaje byly dobře zvoleny a že byly použity vhodné programy ke stanovení N – letých průtoků. Zobrazení výsledků je uvedeno v přílohové části.

10 Literatura

10.1 Metodiky a manuály

- [1] **Drbal, K. a kolektiv. 2011.** Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, Praha, 92 s.
- [2] **US ArmyCorps of Engineers. 2001.** Hec – RAS River Analysis Systém User Manual, Davis, 295 s.
- [3] © **KTI & AquaLogic. 2004.** HEC–RAS stručný manuál, 21 s.

10.2 Studie, směrnice a vyhlášky

- [4] **Jakoubek, J., Tměj, J. 2011.** Studie záplavového území toku Mohelka.
- [5] **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES,** o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik
- [6] **Vyhláška č. 24 / 2011 Sb.,** o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik
- [7] **Vyhláška č. 393 / 2010 Sb.,** o oblastech povodí
- [8] **PLA. 2011.** Atlas rizik Labe – zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Povodí Labe s. p., Hradec Králové
Citováno: 23.11.2012
- [9] **Vyhláška č. 236/2002 Sb.,** o způsobu a rozpadu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- [10] **Směrnice 2007/60/ES** o vyhodnocení a zadávání povodňových rizik

10.3 Internetové zdroje

- [11] **Tutorial on using HEC-GeoRAS with ArcGIS 10 and HECRAS Modeling. 2012.**
Online: <http://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/georastutorial.pdf>
Citováno: 1.4.2013
- [12] **Geo-visualization assignments GRS-60312. 2008/2009.**
Online: <http://ebookbrowse.com/arcscene-manual60-pdf-d18739037>
Citováno: 1.4.2013
- [13] **Wikipedia. 2012.** Internetová encyklopedie.
Online: <http://cs.wikipedia.org/wiki/>
Citováno: 1.4.2013
- [14] **PVL. 2012.** Povodí Vltavy s. p., Praha
Online: <http://www.pvl.cz>

- Citováno: 17.1.2013
- [15] **HEIS VÚV. 2012.** Hydroekologický informační systém VÚV T. G. Masaryka
Online: <http://heis.vuv.cz/>
Citováno: 13.11.2012
- [16] **ČUZK: gis data – ZABAGED. 2012**
Online:http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx?
Citováno: 8.12.2012
- [17] **ČUZK: gis data – Ortofota. 2012**
Online:<http://geoportal.cuzk.cz>
Citováno: 8.12.2012
- [18] **ČUZK: gis data – RZM 1:10 000. 2012**
Online:<http://geoportal.cuzk.cz>
Citováno: 8.12.2012

10.4 Jiné zdroje

- [19] **Kolář. 2012.** Technická zpráva. Geošrafo s.r.o., Hradec Králové, 3 s.
- [20] **Zákon č. 254/2001** Sb., o vodách a změně některých zákonů, v plném znění
- [21] **Metodický pokyn č. 14/15** odboru ochrany vod MŽP

11 Seznam zkratek

Hec – RAS	HydrologicEngineering Center – River AnalysisSystem
ZABAGED	Základní báze geodetických dat
DTM	Digitální model terénu
DMR 4G	Digitální model reliéfu čtvrté generace
DMR 5G	Digitální model reliéfu páté generace
DMR	Digitální model reliéfu
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
GIS	Geografický informační systém
TIN	TriangulatedIrregular Network
DPP	Digitální povodňový plán
S-JTSK	Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
WMS	Web map Service
ÚPD	Územně plánovací dokumentace dotčených obcí
ÚP	Územně plánovací dokumentace
ÚAP	Územně analytické podklady
RSO	Registr sčítacích obvodů
Q_{max}	Maximální průtok
$Q_5, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}, Q_{100}$	N - leté průtoky
GIS	Geografické informační systémy
RZM 10	Rastrová základní mapa 1:10 000
ZM10	Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000

11.1 Seznam obrázků v textové části

OBRÁZEK Č. 1 – ROZSAH ZPRACOVANÉ OBLASTI	3
OBRÁZEK Č. 2 – PŘEVEDENÍ DAT DMR.....	10
OBRÁZEK Č. 3 – PŘÍŘAZENÍ Z – ETOVÉ SOUŘADNICE.....	11
OBRÁZEK Č. 4. - FUNKCE CLIP V ARCTOOLBOX.....	11
OBRÁZEK Č. 5. - ZOBRAZENÍ BODOVÉHO POLE BEZ OŘÍZNUTÍ.....	12
OBRÁZEK Č. 6. - ZOBRAZENÍ BODOVÉHO POLE S OŘÍZNUTÍM NA ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ.....	12
OBRÁZEK Č. 7. - FUNKCE PRO TVOŘENÍ TINU V ARCTOOLBOX.....	13
OBRÁZEK Č. 8. - PLNÉ ZOBRAZENÍ DMR V PROGRAMU ARCSCEN.....	13
OBRÁZEK Č. 9. - JEDNOBAREVNÉ ZOBRAZENÍ DMR V PROGRAMU ARCSCEN	14
OBRÁZEK Č. 10. - PŘEVEDENÍ SOUBORŮ DWG. NA SHAPEFILE	14
OBRÁZEK Č. 11. - ZOBRAZENÍ JIŽ PŘEVEDENÉHO GEODETICKÉHO ZAMĚŘENÍ V MXD.....	15
OBRÁZEK Č. 12. - PANEL NÁSTROJE RIVER CHANNELBATHYMETRY	15
OBRÁZEK Č. 13. - PANEL O NÁSTROJI RIVER CHANNELBATHYMETRY	15
OBRÁZEK Č. 14. - HLAVNÍ MENU NÁSTROJE RIVER CHANNELBATHYMETRY	16
OBRÁZEK Č. 15. - OKNO NÁSTROJE RIVER CHANNELBATHYMETRY K VÝPOČTU SOUŘADNICE Z A VZDÁLENOSTÍ MEZI BODY	16
OBRÁZEK Č. 16. -VYTVOŘENÍ BŘEHOVÝCH LINIÍ A OSY KORYTA.....	17
OBRÁZEK Č. 17. - SPETIALJOIN - ARCTOOLBOX.....	17
OBRÁZEK Č. 18. - SPETIALJOIN	18
OBRÁZEK Č. 19. - VÝLEDNÉ ROZŘAZENÍ PF.....	18
OBRÁZEK Č. 20. - ET GEOWIZARDS	19
OBRÁZEK Č. 21. - ET DEOWIZARD ZADÁNÍ VRSTVY.....	20
OBRÁZEK Č. 22. - ET GEOWIZARDS VÝBĚR ID SLOŽKY.....	20
OBRÁZEK Č. 23. - ZOBRAZENÍ VERTEXOVÉ TABULKY SE VŠEMI SOUŘADNICEMI	21
OBRÁZEK Č. 24. -ZPODROBNĚNÍ BODŮ	21
OBRÁZEK Č. 25. - PŘÍPRAVA OSY A BŘEHŮ	21
OBRÁZEK Č. 26. -VYTVOŘENÍ KORYTOVÝCH LINIÍ	22
OBRÁZEK Č. 27. - VYTVOŘENÉ KORYTOVÉ LINIE.....	22
OBRÁZEK Č. 28. ROZDĚLENÍ KORYTOVÝCH LINIÍ.....	23
OBRÁZEK Č. 29. - SPECIFIKACE LINIÍ, KTERÉ SE MAJÍ ROZDĚLIT	23
OBRÁZEK Č. 30. - SPECIFIKACE VRSTVY, PODLE KTERÉ SE LINIE MAJÍ ROZDĚLIT.....	24
OBRÁZEK Č. 31. - PŘÍŘAZENÍ Z-ETOVÉ SOUŘADNICE.....	24
OBRÁZEK Č. 32. - MEZI VÝSTUP TINU KORYTA	24
OBRÁZEK Č. 33. - VYTVOŘENÍ TINU.....	25
OBRÁZEK Č. 34. - ZOBRAZENÍ 3D KORYTOVÝCH LINIÍ.....	25
OBRÁZEK Č. 35. - 3D ZOBRAZENÍ TINU KORYTA - 1	25
OBRÁZEK Č. 36. - 3D ZOBRAZENÍ TINU KORYTA - 2	26
OBRÁZEK Č. 37. - PŘEPOČÍTÁNÍ PARAMETRŮ M A Z	26
OBRÁZEK Č. 38. - ET GEOWIZARDSERASE	27
OBRÁZEK Č. 39. - UKÁZKA DMR BEZ KORYTA TOKU	27
OBRÁZEK Č. 40. - ZOBRAZENÍ TINU DMR A DMT V ARCSCENE	28
OBRÁZEK Č. 41. - ARCTOOLBOX TIN TRIANGLE	28
OBRÁZEK Č. 42. - ARCTOOLBOXCREATE TIN.....	29

OBRÁZEK Č. 43. - TIN DMT PO SPOJENÍ	29
OBRÁZEK Č. 44. - ZOBRAZENÍ TINŮ V ARCSCE NE PŘED ÚPRAVOU KORYTA	30
OBRÁZEK Č. 45. - NEAKTIVNÍ PANEL NÁSTROJŮ.....	30
OBRÁZEK Č. 46. - AKTIVNÍ PANEL NÁSTROJŮ.....	30
OBRÁZEK Č. 47. - TIN NEUPRAVENÉHO KORYTA.....	31
OBRÁZEK Č. 48. - FINÁLNÍ PODOBA TINU KORYTA	31
OBRÁZEK Č. 49. – FINÁLNÍ PODOBA TINU KORYTA V ARCSCE NE PF	32
OBRÁZEK Č. 50. - FINÁLNÍ PODOBA TINU KORYTA V ARCSCE S PF – DETAIL.....	32
OBRÁZEK Č. 51. - TABULKA N – LETÝCH PRŮTOKŮ.....	33
OBRÁZEK Č. 52. - PANEL NÁSTROJŮ HEC – GEORAS	33
OBRÁZEK Č. 53. - VYTVOŘENÍ DATABÁZE.....	34
OBRÁZEK Č. 54. - VRSTVA OSA TOKU	34
OBRÁZEK Č. 55. - VRSTVA BŘEHOVÉ LINIE.....	35
OBRÁZEK Č. 56. - VYTVOŘENÍ VRSTVY FLOWPATHS.....	35
OBRÁZEK Č. 57. - PŘÍKAZOVÝ PANEL CREATECROSSSECTION.....	36
OBRÁZEK Č. 58. - PŘÍČNÉ ŘEZY	36
OBRÁZEK Č. 59. - XS CUT LINE ATTRIBUTES	37
OBRÁZEK Č. 60. - PŘÍKAZY ZÁLOŽKY XS CUT LINE ATTRIBUTES	37
OBRÁZEK Č. 61. - VYTVOŘENÍ VRSTVY XSCUTLINES3D3D.....	38
OBRÁZEK Č. 62. – ALL CROSS SECTION TOOLS.....	38
OBRÁZEK Č. 63. – ALL STREAM TOOLS	38
OBRÁZEK Č. 64. – LAYER SETUP.....	39
OBRÁZEK Č. 65. - EXPORT RAS DATA	39
OBRÁZEK Č. 66. - PROSTŘEDÍ HEC-RAS.....	40
OBRÁZEK Č. 67. - GEOMETRIE VODNÍHO TOKU MOHELKA	40
OBRÁZEK Č. 68. - BRDG/CULVS.....	41
OBRÁZEK Č. 69. - BRIDGECULVERT DATA.....	41
OBRÁZEK Č. 70. - DECK/ROADWAY DATA EDITOR.....	42
OBRÁZEK Č. 71. - MANNINGS N OR K VALUES	42
OBRÁZEK Č. 72. - MANNINGS N OR K VALUES	43
OBRÁZEK Č. 73. - STEADYFLOW DATA IKONA	43
OBRÁZEK Č. 74. – STEADY FLOW DATA	44
OBRÁZEK Č. 75. – STEADYFLOWANALYSIS.....	44

11.2 Seznam obrázků v přílohové části

Obrázek č. 1. – Záplavové území.....	54
Obrázek č. 2. – DMT klad 1.....	55
Obrázek č. 3. - DMT klad 2.....	56
Obrázek č. 4. - DMT klad 3.....	57
Obrázek č. 5. – Geodetické zaměření klad 1.....	58
Obrázek č. 6. - Geodetické zaměření klad 3.....	59
Obrázek č. 7. - Geodetické zaměření klad 2.....	60
Obrázek č. 8. - Podelný profil z prostředí HEC – RAS.....	61
Obrázek č. 9. – Podelný profil z prostředí HEC – RAS -Detail.....	61
Obrázek č. 10. – Zobrazení záplavy v 3D zobrazení HEC - RAS.....	62
Obrázek č. 11. - Vykreslený profil mostku s n-letými průtoky.....	63
Obrázek č. 12. - Mostek na 27 kilometru.....	63
Obrázek č. 13. – Příčný profil č.3.....	64
Obrázek č. 14. – Detail geodetického zaměření mostku.....	64