

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**



Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název tématu

***Hydrotechnické posouzení úprav na vodním toku Janovický
potok v k.ú. obce Václavice***

Název tématu v anglickém jazyce

**Hydrotechnical assessment adjustments in Janovický stream
watercourse in Václavice cadastral community**

autor : Bc. Petr Šindelář

obor: Regionální environmentální správa

Vedoucí diplomové práce : Ing. Radek Roub, Ph.D

2011

PROHLÁŠENÍ

Tímto čestně prohlašuji, že jsem Diplomovou práci na téma: „Hydrotechnické posouzení úprav na vodním toku Janovický potok v k.ú. obce Václavice“ vypracoval zcela samostatně, pod vedením Ing. Radka Rouba, Ph.D, s použitím uvedené literatury a dalších pramenů, které jsou uvedeny v závěru Diplomové práce.

V Praze, 30. března 2011

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Radku Roubovi, Ph.D za odborné vedení mé diplomové práce, za cenné připomínky a za trpělivost při vysvětlování jak pracovat se systémem HEC-RAS a poskytnutí potřebných materiálů a informací za účelem zpracování Diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat za poskytnutí potřebných materiálů Ing. Blance Sobolíkové z Povodí Vltavy, Dolní závod Vltavy, pracoviště Praha.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem ze svého okolí, zejména mým nejbližším, kteří mne podporovali ve studiu, a tím se podíleli na vzniku této Diplomové práce.

ABSTRACT

Obsahem této diplomové práce je hydrotechnické posouzení možných úprav vybraného toku Janovického potoka, nacházející se ve Středočeském kraji. Předmětné posuzované místo se pak nachází v katastrálním území obce Václavice, vzdálené 5 km od města Benešov. Za požití nekomerčního software HEC-RAS (River Analysis System), verze 4.0, můžeme pak pomocí naměřených hodnot vypočítat možná rizika.

Cílem této práce je pak navržení možných protipovodňových opatření na vybraném úseku toku Janovického potoka v obci Václavice, s vybráním té nejvhodnější pro možnou realizaci.

Klíčová slova

Janovický potok
povodně
software HEC-RAS
vzniklá rizika
možná řešení vzniklých rizik
návrh protipovodňového opatření

ABSTRACT

The content of this thesis is to assess the possible hydro-flow adjustments selected Janovice Creek, located in the Central Region.

The subject site is considered, then located in the cadastral municipality Vaclavice, 5 km from the town of Benešov. For the ingestion of non-commercial software HEC-RAS (River Analysis System), version 4.0, you can use our measurements to calculate the risks.

The aim of this paper is suggesting possible flood protection measures on a selected section of the flow stream in the village Janovice Vaclavice with selecting the most suitable for possible implementation.

Keyworlds

Janovický stream

floods

HEC-RAS software

risks created

possible solution to the risks

proposal for flood protection measures

Obsah

1. ÚVOD	8
2. CÍLE PRÁCE	9
3. METODIKA	10
3.1. Získané teoretické poznatky.....	10
3.2. Literární rešerše	10
4. POVODNĚ	11
4.1. Historie povodní v České republice	11
4.1.1. Historie povodní v zájmovém území	12
4.2. Druhy povodní	12
4.2.1. Povodně dešťové	13
4.2.2. Povodně sněhové	13
4.2.3. Povodně smíšené	14
4.2.4. Povodně ledové	14
4.3. Faktory ovlivňující povodně	14
4.4. Ochrana před povodněmi	16
4.4.1. Povodňové stupně	16
4.5. Povodně v České republice	18
4.5.1. Nerozsáhlejší povodně v novodobé historii České republiky	18
4.6. Vliv povodní z hlediska urbanizace	19
4.6.1. Vliv povodně na režim a zdroje podzemních vod	19
4.6.2. Vliv povodně na funkci vodovodních sítí.....	20
4.6.3. Vliv povodně na funkci stokových sítí	21
4.7. Srážkový stav na území České republiky.....	21
4.7.1. Srážkový stav v zájmovém území	22
5. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	23
5.1. Povodí toku	23
5.2 Hydrologické poměry	23
5.3 Tvar a využití údolí	24
5.4. Popis vybraného úseku Janovického potoka	24
5.5. Popis objektů na Janovickém potoce v celém svém toku	25
5.5.1. Popis objektů v úseku 9 ř.km až 6 ř.km.	25
5.6. Povodňová situace na Janovickém potoce	28
5.6.1. Ve vybraném území	29

6. MOŽNÉ ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ	30
6.1. Správa vodních toků	31
6.2. Úpravy vodních toků v zastavěné oblasti	31
6.3. Opatření přijatá po povodni	31
6.4. Důsledky úprav na charakter toku	32
7. MATEMATICKÉ MODELY V HYDROLOGII	35
7.1 Matematické modelování	35
7.1.1. Matematické modelování 1D	35
7.1.2. Matematické modelování 2D	38
7.1.3. Matematické modelování 3D	41
8. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ VYBRANÉHO ÚSEKU JANOVICKÉHO POTOKA	42
8.1. Software HEC–RAS	42
8.2. Manuál a instalace programu	42
8.3. Samotné spuštění a nastavení software HEC–RAS	42
8.4. Zadání potřebných dat do programu	43
8.5. Výsledky	49
9. CELKOVÉ VÝSLEDKY	50
10. MOŽNÝ NÁVRH	53
11. DISKUSE	55
11.1. Slovo starosty obce	55
12. ZÁVĚR	58
12.1. Možný dopad výstavby dálnice D3 na stav vodního toku Janovického potoka	59
13. SEZNAM LITARATURY	61
14. SEZNAM OBRÁZKŮ	64
15. SEZNAM PŘÍLOH	66

1. ÚVOD

Úvodem bych chtěl nastínit proč jsem si vůbec vybral uvedené téma. Zájmové území Janovického potoka, se nachází ve Středočeském kraji, v katastrálním území obce Václavic. Jak je známo celé území České republiky prochází každoročně řadou povodňových situací. V námi řešené lokalitě k těmto přírodním jevům dochází nepravidelně v intervalech přibližně jednou za 5 let a to zejména v obdobných tání sněhu a v období vydatných srážek. I když povodňové stavy v zájmovém území Janovického potoka v mnohých případech způsobili pouze materiální škody, pokusím se touto prací nastínit možné řešení z hydrotechnického pohledu formou několika možných úprav Janovického potoka.

V další části Diplomové práce se budu věnovat naměřeným hodnotám, které nám s použitím software HEC-RAS stanoví záplavové území na vybraném úseku.

2. CÍL PRÁCE

Cílem Diplomové práce je v části literární rešerše nastínit problematiku povodní z obecného a historického hlediska, jak celé České republiky, tak i v námi vybraném úseku. Zároveň budou v Diplomové práci nastíněny možné druhy známých povodní, vyskytujících se na území České republiky s uvedením těch, dle mého pohledu, nejzávažnějších v novodobé historii. Dále zde bude nastíněna problematika vlivu samotné povodně z hlediska urbanizace s uvedením srážkového stavu na našem území.

V další části bude charakterizováno zájmové území, tedy území Janovického potoka. Zde bude dále uvedeno povodí toku, hydrologické poměry toku a tvar a využití údolí. V neposlední řadě zde bude zmínka o objektech, nacházející se na celém Janovickém potoce v celé své délce s uvedením povodňové situace.

Součástí práce budou v další kapitole uvedeny možné úpravy vodních toků a s tím spojená tato problematika. V poslední části literární rešerše bude zmíněna problematika matematických modelů v hydrologii s konkrétními příklady software, které tyto matematické modely počítají.

Vzhledem k tomu, že tato Diplomová práce je řešena formou projektu bude další část věnována hydrotechnickému posouzení Janovického potoka v úseku ř.km 9 až ř.km 6, což je území nacházející se v katastrálním území obce Václavice. Samotné hydrotechnické posouzení bude provedeno pomocí software Hec – Ras, verze 4.0, který nám vyhodnotí záplavové území při různých N-letých průtocích.

Závěr Diplomové práce bude věnován výsledkům z programu Hec – Ras, který nám určí záplavové území. Součástí závěru bude také okrajové nastínění budoucí výstavby dálnice D3 v okolí Janovického potoka a možného vlivu na vodní tok. Úplným závěrem bude navrženo možné řešení z hydrotechnického pohledu na možnou úpravu Janovického potoka v obci Václavice.

3. METODIKA

3.1. Získané teoretické poznatky

Samotný sběr teoretických poznatků bude spočívat ve shromáždění a prostudování co největšího množství dostupných materiálů týkajících se Janovického potoka. Z pohledu praxe to pak znamená získání potřebných dat z povodí Vltavy, jakožto z Městských, potažmo školních knihoven. Vlastní měření a výsledek bude proveden pomocí software HEC – RAS. Pro získání co nejpresnějšího pohledu na danou problematiku bude v textu použita vlastní fotodokumentace.

3.2. Literární rešerše

Tato část bude obsahovat povodně z obecného pohledu. Dále samotné druhy povodní a faktory je ovlivňující. Dále zde bude věnována pozornost ochraně před povodněmi a těm nejrozsáhlejším povodním v novodobé historii České republiky. Dále zde bude nastíněna problematika možných úprav na vodním toku. V neposlední řadě zde bude detailnějším způsobem popsáno zájmové území. Podrobněji samostatné kapitoly 4., 5., 6. a 7.

4. POVODNĚ

Povodně jsou na území České republiky z hlediska přírodních katastrof ty nejrozsáhlejší, které se u nás vyskytují.

Definice povodní lze definovat podle několika způsobů. Podle ČSN 1975 zní :

„Přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku anebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (např. ledovou zácpou)“.
(ČSN, 1975)

Podle pozdější normy ČSN 1983 zní definice povodně takto :

„Jedná se o fázi hydrologického režimu vodního toku, která se může vícekrát opakovat v různých ročních obdobích; vyznačuje se náhlým, obvykle krátkodobým zvětšením průtoků a vodních stavů; je vyvolána dešti nebo táním sněhu z oblevy“.
(ČSN, 1983)

Povodně lze dále definovat např. podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (dále jen „Vodní zákon“) takto :

„Povodněmi se rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při které voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod“.
(zákon č. 254/2001 Sb.)

4.1. Historie povodní v České republice

Z historického pohledu se první zmínky o samotných povodních datují do období mezi 12. stol. – 14. stol. V minulosti se data o povodních shromažďovala a dále předávala k dalšímu využití pomocí denních záznamů o počasí, osobní korespondencí, speciálními tisky, úředními hospodářskými záznamy, novinami, obrazovou dokumentací a vědeckou prací. Následně si lidé tyto většinou písemné materiály vzájemně předávali k dalšímu využití. např. první zmínka o větší povodni z roku 1342 uvádí, že došlo ke stržení Juditina mostu v Praze, dále v roce 1496,

1784 a 1890, kdy byl naopak nejvíce poškozen Karlův most, kdy v roce 1890 došlo dokonce ke stržení celkem 3 oblouků z mostní konstrukce uvedeného mostu. V průběhu celého 20. století, s výjimkou roku 1903, kdy došlo k povodni na území Slezska, se jiné vážnější povodně nevyskytly. V tomto období je navíc nutné konstatovat, že docházelo ze strany člověka k zásadním zásahům do krajinného rázu v podobě, vykácování lesů v okolí údolních niv, které dokázali zadržovat vodu, a dále člověk začal využívat území, která byla po dlouho dobu nevyužitá z důvodu povodní, avšak vzhledem k tomu, že k povodním po delší dobu nedocházelo, začal člověk toto území dále využívat. (Brázdil a kolektiv, 2005)

4.1.1. Historie povodní v zájmovém území

V celém toku Janovického potoka nejsou k dispozici údaje o záplavovém území historické přirozené povodně. Na druhou stranu je možné v daném případě konstatovat, že námi zpracovávaném úseku a i na jiných částech Janovického potoka, v katastrálním území obce Václavice, dochází i když k ojedinělým, ale pravidelným drobným záplavám. K těmto přírodním katastrofám na vybraném toku dochází v pravidelných intervalech 5 let a to z důvodu zejména tání sněhu. Vydatné deště se zde vyskytují spíše sporadicky. Při zasažení uvedené lokality zmíněnou pohromou navíc dochází k zaplavování vždy těch samých území. V některých případech dojde i k vytopení části nemovitostí jako jsou sklepy, dílny, garáže, stodoly popřípadě zahrady nacházející se svým umístěním nejbližší toku.

4.2. Druhy povodní

Podle příčiny vzniku uváděla ČNR (1975, 1983) bez definičního vymezení povodně dešťové, sněhové a smíšené. Pod pojmem dešťová povodeň se zde rozumí případ vzniklý jen z dešťových srážek, sněhová povodeň je zapříčiněna táním sněhu a dešťových srážek. Zvláštním případem jsou ledové povodně, způsobené dočasným zmenšením průtočnosti koryta v důsledku ledových jevů např. ledovou zácpou. Vznik dešťových, sněhových, smíšených nebo ledových povodní je zpravidla způsobena několika přírodními meteorologickými příčinami.

- povodně dešťové

- povodně sněhové

- povodně smíšené

- povodně ledové

Povodně lze dále charakterizovat např. na povodně přirozené a povodně zvláštní. Do přirozených povodní lze pak zařadit námi zmíněné, kterým v následujícím textu budou věnovány samostatné kapitoly.

Povodně zvláštní je povodeň způsobená umělými vlivy, tj. situace, jež může nastat při stavbě nebo provozu vodních děl, které vzdouvají nebo mohou vzdouvat, zejména při narušení tělesa vzdouvacího vodního díla, poruše hradicích konstrukcí výpustných zařízení vodního díla nebo nouzovém řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla. (Brázdil a kolektiv, 2005)

4.2.1. Povodně dešťové

Dešťové povodně jsou vyvolány kapalnými srážkami a podle způsobu vzniku, doby trvání a intenzity deště je lze dále dělit na povodně z trvalých srážek a povodně z přivalových srážek.

Dešťové povodně z trvalých srážek jsou vázány zpravidla na jedno až vícedenní trvalé srážky, které jsou spojené s některými vybranými srážkově významnými synoptickými situacemi.

Dešťové povodně z přivalových srážek souvisení se srážkami s krátkou dobou trvání, avšak s velkou intenzitou, zpravidla doprovázenými bouřkami.

4.2.2. Povodně sněhové

Sněhové povodně vznikají náhlým táním sněhové pokrývky při kladných teplotách v zimních a v jarních obdobích, které mohou být doprovázeny i ledovými jevy.

4.2.3. Povodně smíšené

Smíšené povodně jsou způsobeny kombinací tání sněhu a dešťových srážek, které mohou být doprovázeny taktéž sněhovými jevy a jsou vázány na dosti rozdílné povětrnostní situace přinášející v zimě a na začátku jara oteplení s kladnými teplotami, doprovázené často i silnějším větrem.

4.2.4. Povodně ledové

Ledové povodně vznikají zpravidla po období déle trvající mrazů se zámrazem řek, kdy následné náhlé oteplení může způsobit odchod ledu, přičemž když dojde ke tvorbě ledových zácp a nápichů, může dočasné zmenšení průtočnosti koryta způsobit výrazné vzduť vodní hladiny.

V České republice se však mohou vyskytnout i specifické povodně bez přímé vazby na meteorologickou situaci. (Brázdil a kolektiv, 2005)

4.3. Faktory ovlivňující povodně

Vznik a průběh povodně je ovlivňován především meteorologickými faktory, a to předběžnými a příčinnými.

Předběžné faktory působí několik dnů až měsíců před vznikem povodně. Patří mezi ně zejména nenasycenost povodí, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota, promrznutí půdy apod. Z hydrologických předběžných faktorů hraje důležitou roli míra naplnění koryt vodních toků před začátkem povodně.

Příčinné meteorologické faktory působí několik hodin až dnů před vznikem povodně jako její spouštěcí mechanismus.

Kromě uvedených faktorů jsou povodně podmíněny také fyzikogeografickými a antropogenními faktory v povodí. V souvislosti se vznikem a průběhem povodní jsou rozhodující vlivy - intercepce, detence, infiltrace a objem říční sítě.

intercepce – zadržující účinek vegetace ba padající srážky, daný druhem, hustotou a vývojovým stavem porostu, který může navíc zpomalovat pohyb vody na povrchu a tím prodlužovat dobu možného vsaku

detence – schopnost zpomalovat odtok ze spadlých srážek naplňováním depresí

terénu, což může vést k dočasné akumulaci většího množství vody v rovinném než ve sklonitém terénu

infiltrace – vsak vody do půdních vrstev s navýšením podzemních vod, který závisí na typu půdy, její mocnosti, pórovitosti, obsahu humusu, jejím nasycení vodou atd.

objem říční sítě – plnění koryt toků včetně množství vody vtlačené do přilehlých podpovrchových částí břehové zóny v důsledku hydrostatického tlaku a objemu inundací, tj. rozliv do inundačních území podél toků. (Brázdil a kolektiv 2005)

Jak již bylo nastíněno, kromě uvedených klimatických vlivů má na povodeň vliv i změna v území. Změna v území má na povodeň vliv jak z pohledu rozsahu, tak z pohledu průběhu. Zvláštní pozornost je nutné věnovat území údolních niv, což jsou oblasti podél toku, které jsou nebo v nedávné minulosti byly zasahovány záplavami.

Z nedávné historie můžeme vyzorovat několik rozšířených zásahů do krajiny, které jsou dnes považovány za faktory umocňující problém povodní na našem území. Jedná se o regulace koryt vodních toků, zejména jejich narovnání, zemědělskou činnost a osídlování údolních niv.

Dále je možné uvést, že úpravy na samotném vodním toku problém povodní nijak neřeší, pouze ho posouvají dále po proudu. I když je tato skutečnost všeobecně známá, při realizaci současných regulací koryt vodních toků jakožto protipovodňových opatření se na ni často zapomíná.

Zemědělská činnost v ploše povodí významně ovlivňuje odtokové poměry. Za minulého režimu došlo ke scelení zemědělských pozemků, k jejich melioracím a odstranění dalších krajinných prvků (např. mezí, remízků apod.), které byly schopny zadržovat vodu. Z tohoto důvodu je dnešní retenční schopnost značně snížena.

V souvislosti s povodněmi se opakovaně zmiňuje zejména jev vodní eroze, které ohrožuje zejména zemědělské pozemky s vyšším sklonem, které jsou nevhodně obhospodařovány. Vodní eroze vzniká zejména v období přívalových srážek, kdy voda s sebou odnáší velké množství půdy a splavenin, což má za následek zanesení vodních toků a nádrží bahnem. Následkem toho je pak to, že se toto bahno musí nechat odstranit.

Povodně tedy nelze eliminovat, lze však změnou využívání území do jisté míry snížit frekvence jejich vzniku a dramatičnost povodňových průběhů. Vhodným využíváním údolních niv je možné významně snížit potenciál pro vznik povodňových škod. (Čamarová, Jílková a kolektiv 2006)

4.4. Ochrana před povodněmi

Samotnou ochranu před povodněmi lze obecně charakterizovat jako možné předcházení přímého ohrožení života, zdraví a majetku občanů a společnosti a životního prostředí při povodních prováděná pomocí systematické prevence, zvyšováním retenční schopnosti povodí a ovlivňováním průběhu povodní. Samotná ochrana před povodněmi je pak dále řízena pomocí tzv. povodňových plánů, a v případě vyhlášení krizové situace tzv. krizovými plány. Těmito plány se při samotném vyhlášení řídí povodňové orgány, které zabezpečují celkovou koordinaci činností podle zmíněných plánů. V případě vyhlášení např. nouzového nebo krizového stavu pak povinnosti přecházejí na příslušné územní orgány krizového řízení. (Kovář 2004)

4.4.1. Povodňové stupně

Povodňový plán stanovuje tři stupně povodňové aktivity při povodňových a ledových jevech:

1. stupeň - stav bdělosti
2. stupeň - stav pohotovosti
3. stupeň - stav ohrožení

1. stupeň (stav bdělosti) nastává při nebezpečí povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí, přičemž za nebezpečí povodně se považuje:

- upozornění nebo výstraha předpovědní služby
- náhlé tání sněhové pokrývky
- srážky větší intenzity
- velké narůstání nebo hromadění ledu v toku
- dosažení určeného stavu na vybraných hlásných profilech, stanoveného v povodňových plánech
- dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti vodního díla
- provozní situace na vodním díle, které mohou vést k mimořádnému vypouštění nebo neřízenému odtoku, při kterém je dosažen stav odpovídající prvnímu stupni

povodňové aktivity na vybraném vodočtu

Při tomto stupni je zároveň zahajována činnost hlásné a hlídkové služby.

2. stupeň (stav pohotovosti) se vyhláší v době vlastní povodně na základě údajů hlídkové služby a zpráv předpovědní a hlásné služby, přičemž za povodeň se považuje:

- dosažení určeného stavu na vybraných hlásných profilech, stanoveného v povodňových plánech
- přechodné výrazné stoupnutí hladiny vodního toku, při kterém hrozí jeho vylití z koryta nebo se voda z koryta již rozlévá a může způsobit škody
- přechodné výrazné stoupnutí hladiny vodního toku, při kterém se voda z koryta již rozlévá a může způsobit škody
- přechodné stoupnutí hladiny vodního toku při současném chodu ledů, případně vlivem vytvoření ledových bariér;
- pokračující nepříznivý vývoj bezpečnosti vodního díla odvozený podle hodnocení sledovaných jevů a skutečností v rámci výkonu technicko-bezpečnostního dohledu
- mimořádné vypouštění vody nebo neřízený odtok z vodního díla, které vyvolávají umělou průtokovou vlnu, při které může být dosažen stav odpovídající druhému stupni povodňové aktivity na vybraném hlásném profilu

Při tomto stupni se aktivizují povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce a podle možnosti se provádějí opatření ke zmírnění průběhu povodně podle povodňového plánu.

3. stupeň (stav ohrožení) se vyhláší při:

- dosažení určeného stavu na vybraných hlásných profilech, stanoveného v povodňových plánech
- bezprostředním nebezpečím ohrožení majetku a životů v záplavovém území
- vzniku kritické situace na vodním díle podle vyhodnocení technicko-bezpečnostního dohledu při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností, pokud hrozí havárie díla doprovázená nebezpečím vzniku průlomové vlny

- mimořádném vypouštění nebo neřízeném odtoku z vodního díla, které vyvolávají umělou průtokovou vlnu, při které je dosažen stav odpovídající třetímu stupni povodňové aktivity na vybraném vodočtu

Při tomto stupni se provádějí zabezpečovací a podle potřeby záchranné práce. (Ministerstvo životního prostředí, 1997)

4.5. Povodně v České republice

Výskyt meteorologických a klimatologických extrémů je výsledkem přirozené variability zemské atmosféry. V ní se pod vlivem různých přírodních a antropogenních faktorů odehrává řada složitých a vzájemně se ovlivňujících fyzikálních a chemických procesů, které v interakci s aktivním povrchem mohou vést k výskytu extrémních stavů různého plošného rozsahu a trvání. Zatímco v přírodních ekosystémech jsou takovéto extrémy včetně jejich účinků součástí jejich přirozeného vývoje, v kulturní krajině způsobují při stále složitější infrastruktuře lidské společnosti mnohdy velké materiální škody i ztráty na lidských životech. Jak ukázala statistika z Mnichova (Münchener Rück 1999), vzrostl počet velkých přírodních katastrof mezi léty 1950-1959 a 1990-1999 asi čtyřikrát, ekonomické ztráty asi čtrnáctkrát a ztráty pojišťoven (od 60. let) asi patnáctkrát.

Česká republika byla v posledních letech postižena velkými přírodními katastrofami hned několikrát. Platí to zejména o povodních na Moravě a ve Slezsku v červenci 1997 (52 obětí, škody za 62 miliard Kč), ve východních Čechách v červenci 1998 (6 obětí, škody za 2 miliardy Kč) nebo v Čechách v srpnu 2002 (17 obětí, odhadované škody přes 100 miliard Kč), ale i o suchu na jižní Moravě v dubnu až červnu 2002 (škody za 5 miliard Kč). K tomu přistupují další oběti a škody při bleskových povodních v důsledku přivalových dešťů, při vichřicích, krupobitích a dalších meteorologických a klimatologických extrémech.

4.5.1 Nerozsáhlejší povodně v novodobé historii České republiky

Na celém území dnešní České republiky došlo od počátku vzniku samostatné České republiky k řadě ničivým povodním. Pro nastínění jsem vybral 3, dle mého názoru ty nejhorší povodně, a to z hlediska jak materiálních škod, tak bohužel i z hlediska ztráty lidských životů.

První katastrofální povodeň se stala v roce 1997 na Moravě a proběhla zhruba v rozpětí 5. července 1997, kdy přišla první velká voda a trvala do 16. července 1997. Zasažené území bylo na Moravě, Slezsku a na východě Čech. Záplavy zasáhly také sousedící území Polska, Slovenska a Rakouska. Povodňová vlna z Odry se ničivě projevovala i na jejím dolním toku v úsecích hranice s Německem. Povodeň na Moravě se tak stala součástí katastrofy evropských rozměrů. Pro úplnost uvádím celkovou škodu, kterou tato povodeň způsobila – 63 miliard Kč.

Druhá katastrofální povodeň se stala v srpnu 2002 a postihla naše hlavní město Prahu. Tuto povodeň lze považovat za jednu z největších událostí svého druhu v historii České republiky. První přívalové deště se na území české republiky dostavili již dne 7. srpna 2002, což způsobilo rozvodnění hladin jihočeských řek, kdy na základě tohoto museli vodohospodáři odpouštět naplněné přehrady (Lipno, Římov, Husinec). Zároveň začínají přetékat rybníky. Od uvedeného data se hladiny malých, ale i velkých řek každým dnem zvyšovaly, což mělo za následek zatopení velmi rozsáhlého území po celé České republice. např. v Praze, na Vltavě byl naměřen průtok 5300 m³/s, což byl nejvyšší průtok od povodně z roku 1875. V celkem 7 krajích byl vyhlášen stav nouze. Z materiálního pohledu způsobila povodeň ze srpna 2002 škodu bezmála 74 miliard Kč, z toho přes 6 miliard byla způsobena škoda v pražském metru.

Třetí katastrofální povodeň se stala v období od 22. června 2009 do 4. července 2009 a stala se tak třetí nejzávažnější povodní v České republice a nejvíce postihla zejména Jihočeský, Zlínský, Olomoucký a Moravskoslezský kraj. Celková škoda pak byla vyčíslena na částku 5,6 miliardy Kč.

4.6. Vliv povodní z hlediska urbanizace

Z hlediska urbanizace může mít povodeň vliv na režim a zdroje podzemních vod, dále na funkci vodovodních sítí a na funkci stokových sítí.

(Patera & kolektiv, 2002)

4.6.1. Vliv povodně na režim a zdroje podzemních vod

Extrémní hydrologické jevy náleží k nejzávažnějším úkazům, které se vyskytují v hydrologickém režimu nejen vodních toků, ale i podzemních vod.

Význam těchto výjimečných hydrologických jevů je dán tím, že jejich výskyt má obvykle nepříznivé důsledky pro veškerou hospodářskou činnost a někdy i katastrofální následky. Největší zájem se v minulosti soustředil na povodňové situace vzhledem k obrovským škodám, které způsobují. Velké nároky na zásobování obyvatelstva, průmyslu i zemědělství vodou vyvolaly potřebu zabývat se negativními důsledky vlivu povodní na režim a zdroje podzemních vod.

Příčinou vzniku povodně je výskyt výjimečných meteorologických situací, mající zpravidla za následek některé nežádoucí průvodní jevy i v režimu podzemních vod. Patří k nim v první řadě extrémně rychlé zvyšování hladin a zvětšování zásob mělkých podzemních vod a poškozování vodních zdrojů s následným omezením nebo úplným vyřazením provozu, což je mnohdy příčinou drastického omezování dodávek pitné vody pro obyvatelstvo i jiné účely. Kromě toho mají nepříznivý vliv na pěstování zemědělských plodin i na ostatní vegetaci v krajině i na většinu staveb a některé procesy probíhající v krajině.

Ochrana všech významných zdrojů podzemní vody, které slouží k hromadnému zásobování obyvatelstva pitnou vodou, proti negativním účinkům povodní ne nezbytná. K tomuto účelu je nutno využít všechny dostupné technické prostředky. Ve většině případů nelze spoléhat pouze na přirozenou ochranu zdrojů podmíněnou geologickou stavbou a hydrologickými poměry území, v nichž se nachází. Při řešení způsobů účinné ochrany těchto vodních zdrojů by se mělo vycházet z výsledků speciálních hydrologických studií a expertiz zaměřených právě na tyto problémy. (Patera & kolektiv, 2002)

4.6.2. Vliv povodně na funkci vodovodních sítí

V případě povodní je třeba mít na zřeteli, že nesmí být daná lokalita, která byla zasažena, ohrožena od vzniku omezení ve formě dodávání pitné vody vodovodním potrubí, přičemž v uvedeném případě musí být ještě kontrolována kvalita dodávané pitné vody. Dále je možné podle dosavadních studií konstatovat, že podzemní zdroje pitné vody jsou daleko méně zranitelné ve srovnání se zdroji povrchovými. Za tímto účelem je nutné provádět kontrolu, zda nebyly narušeny nebo porušeny objekty na vodovodní síti nebo vodárenské řady. Při rekonstrukci vodovodní sítě v území se zvýšeným výskytem povodní musíme provést nezbytná opatření, abychom zamezili možným negativním rizikům. Samotné vedení potrubí se nesmí ukládat na vodovodní stranu mostních konstrukcí, neboť by mohlo dojít k porušení plovoucími předměty při povodních. Dále je nezbytné v případě vzniku

povodně zajistit dodávky elektrické energie do ČOV a to z důvodu, aby např. nedošlo ke znehodnocení kalů.

Závěrem je nutné podotknout, že ve městech a v obcích je třeba zlepšovat odtokové poměry, aby nedošlo při povodních ke zhoršení kvality vody.

(Patera & kolektiv, 2002)

4.6.3. Vliv povodně na funkci stokových sítí

V oblastech dotčených extrémními hydrologickými jevy bývá nezbytně třeba navrhnout opatření pro projektování objektů stokování a čištění odpadních vod vzhledem k těmto situacím. Proto je třeba v rámci budoucích projektů navrhnout nejen opatření na 100-letou vodu, ale posoudit je i na větší maximální průtoky a odhadnout jimi způsobených škod. Jako podklad v tomto případě sloučí vodovodní stavy upřesněné po velkých povodních minulých let. Statické výpočty nádrží provést i pro větší maximální průtoky s posouzením na vztlak (tj. provést zatěžovací stav během stavby nádrže, když je nádrž prázdná během rekonstrukce a případně ještě není naplněna kapacita čistírny odpadních vod a nádrž není využívána. Na 100-letou vodu posoudit odlehčovací komory před čistírnou i na dalších místech stokové sítě.

Závěrem je možné uvést a to nám dávají za pravdu i studie z posledních let, že nejvíce jsou ohroženy výtokové objekty. Škodám z nich nelze zabránit, ale lze zmenšit nebezpečí jejich poškození vhodným umístěním v toku a opevněním koryta kamennou dlažbou nejen v bezprostřední blízkosti výtokového objektu, ale i delším úseku toku. (Patera & kolektiv, 2002)

4.7. Srážkový stav na území České republiky

Srážkové úhrny jsou na území České republiky vzhledem k její velké vertikální členitosti velmi proměnlivé v čase a prostoru. Vliv nadmořské výšky na srážkové úhrny se projevuje jen u nejvyšších pohraničních pohoří. Významné jsou návětrné a závětrné efekty horských překážek.

Roční srážkové úhrny kolísají na území ČR od 410 mm po více než 1700 mm. Na více než 60 % území potom roční úhrn srážek dosahuje 600 - 800 mm. Nejsušší oblasti České republiky jsou v okolí Kladna, Žatce a kolem Řípské tabule, kde jsou srážkové úhrny nižší než 500 mm. Výrazně nízké srážkové úhrny jsou v západních Čechách, kde spadne průměrně ročně méně než 550 mm. Směrem k východu srážkové úhrny rostou, na Českomoravské vrchovině jsou průměrné

srážkové úhrny okolo 700 mm. V pohraničních horách pak mohou dosahovat i více než 1400 mm.

Ve vztahu k zemědělské výrobě a vegetaci celkově je rozhodující rozložení srážek během roku. Roční chod srážek v České republice lze charakterizovat jako kontinentální s maximem v létě (40 % srážek) a s minimem v zimě (15 % srážek). Na jaro pak připadá 25 % a na podzim 20 % srážek. Nejvíce srážek tedy spadne od května do srpna a vůbec nejdeštivějším měsícem bývá zpravidla červenec. V nížinných oblastech Moravy se projevuje tzv. druhotné maximum v říjnu, zde je spolehlivě prokázáno ovlivnění Jaderského moře. Minimum srážek v ročním chodu se vyskytuje v ČR zpravidla v únoru, ale v horských oblastech to může být i v březnu.

Absolutně nejdeštivějším měsícem v historii na území České republiky byl červenec 1897, kdy v Nové Louce v Jizerských horách napršelo 656 mm. Přitom více než polovina tohoto množství spadla v průběhu jediného dne a to 29.7.1897, kdy spadlo 345 mm srážek, což je středoevropský rekord.

Průměrný počet dnů s měřitelnými srážkami vyššími než 0,1 mm, kolísá od 90 dnů, ve velmi suchých oblastech až po 240 dnů v oblastech horských.

4.7.1. Srážkový stav v zájmovém území

Roční srážkový stav ve vybraném území se pohybuje v rozmezí srážek 500 – 800 mm. (Václavické listy 2010)

5. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Janovický potok je potok ve Středočeském kraji, levostranný přítok řeky Sázavy, který do ní ústí v Týnci nad Sázavou na říčním kilometru 19,2 v nadmořské výšce 255 m. Délka toku je 26,3 km. Plocha povodí měří 159,2 km².

5.1. Povodí toku

Povodí Janovického potoka je součástí povodí Sázavy, které náleží hydrologicky k povodí Vltavy, resp. Labe.

Celková plocha povodí je 159,230 km², délka údolí je 26,3 km. Lesnatost povodí je 10%. Nejvyšší místo v povodí Kopanina dosahuje výšky 592 m n.m., nejnižší místo (ústí do Sázavy) dosahuje výšky 255 m n.m.

Geologicky přináleží povodí Janovického potoka do Českého masivu oblasti Kutnohorského kristalinika.

Geomorfologicky se povodí Janovického potoka nachází v Benešovské pahorkatině, která patří do geomorfologického celku Středočeské pahorkatiny, v subprovincii Česko – moravské provincie České vysočiny. (Souhrnná technická zpráva GEFOS a.s., 2004)

5.2 Hydrologické poměry

Janovický potok se řadí mezi vodní toky dešťovo - sněhového typu. Hydrologické poměry povodí se vyvíjejí v závislosti na hlavních činitelích utvářejících vodní poměry, tj. na srážkách, geomorfologii, geologické skladbě a půdním krytu. Průměrný roční úhrn srážek v povodí je 615 mm.

V povodí není žádný významný odběr vody, který by výrazně měnil hydrologické poměry. Na horní části toku se nachází rybníční soustava, která může mít významný vliv na transformaci povodňové vlny zejména v horní polovině toku. Celkem je zde 7 rybníků, z nichž 4 největší Hůrecký, Libohošťský, Kamenný a Zrcadlo mají celkovou plochu 47 ha a objem 870 tis. m³.

Pro výpočet velkých vod v celé délce toku byly údaje ČHMÚ rozděleny do dílčích úseků definovaných hlavními povodími toku podle atlasu hydrologických poměrů ČR. V horní části povodí byly dílčí úseky určeny podle přítoků. (Souhrnná technická zpráva GEFOS a.s., 2004)

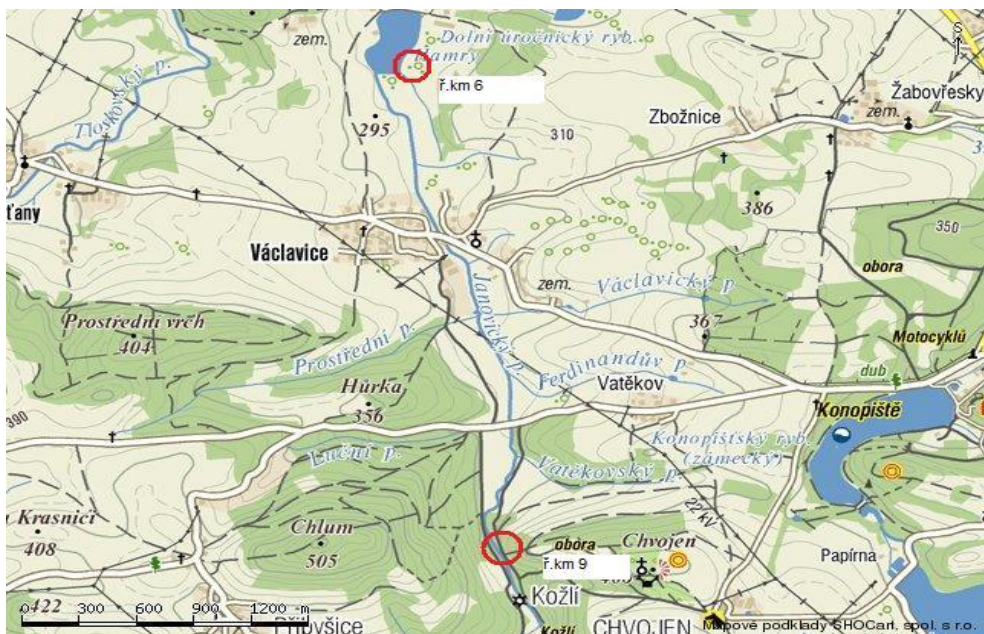
5.3 Tvar a využití údolí

Nad Vrchotovými Janovicemi prochází koryto Janovického potoka svažitém územím s převážně zemědělským využitím. Na přilehlých pozemcích jsou pole, louky a v krátkých úsecích les. Ve Vrchotových Janovicích prochází koryto toku zámeckým parkem. Začíná zde rybníční soustava, která sestává ze 7 rybníků na 6-ti kilometrech délky toku. Pod touto rybníční soustavou prochází tok zatravněnou údolní nivou šířky cca 100 m až k soutoku s Nesvačilským potokem. V ř.km 11,6 – 12,7 přiléhá k pravému břehu areál golfového hřiště. Dále tok vtéká do sevřeného zalesněného údolí délky 2 km. Pod tímto úsekem se údolí opět otevírá a údolní niva dosahuje šířky do 200 m. V ř.km 4,1 – 6,0 se nachází soustava tří neprůtočných rybníků. Janovický potok je obtéká při pravé straně údolí. Poslední 4 kilometry k soutoku se Sázavou má údolní niva šířku kolem 50 metrů a střídají se zde zatravněné úseky s neobhospodařovanou půdou. (Souhrnná technická zpráva GEFOS a.s., 2004)

5.4. Popis vybraného úseku Janovického potoka

Námi hodnocený úsek Janovického potoka se nachází ve Středočeském kraji, na ř.km 9,245 až 6,037, což je úsek v katastrálním území obce Václavice. Tento úsek se nachází od osady Kožlí až k rybníku Hamry. Do Janovického potoka se v uvedeném úseku pak dále vlévá Prostřední p., Luční p., Václavický p., Ferdinandův p. a Vatěkovský p.

Z vlastního terénního šetření však bylo zjištěno, že všechny přítoky jsou ve velmi špatném stavu – zarostlé vegetací, říční koryto zaneseno popadanými stromy apod. a hladina samotných přítoků v místech ústí do Janovického potoka dosahuje maximální hloubky 30 cm s šíří koryta do 1 metru.



obr. č. 1 Znárodnění zájmového území Janovického potoka

5.5. Popis objektů na Janovickém potoce v celém svém toku

Na toku Janovického potoka je celkem 66 objektů. Jedná se o 1 železniční propustek, 33 silničních mostů, hospodářských přejezdů a propustků, 16 trvalých lávek, 7 rybníčních hrází, 6 jezů a 3 stupně ve dně. (Souhrnná technická zpráva GEFOS a.s., 2004)

5.5.1. Popis objektů v úseku ř.km 9 až ř.km 6

V námi zvoleném úseku, tedy v úseku kolem mezi ř.km 9 až ř.km 6 se nachází celkem tři významnější objekty, a to 2 železobetonové silniční mosty, a železobetonová lávka. Dále se v katastrálním území nachází několik nemovitostí, pozemků, stodoly a relativně nově vybudovaná čistička odpadních vod.

Železobetonové silniční mosty

První železobetonový silniční most se nachází na ř.km 8,308. Jedná se o železobetonový most, který se nachází na silnici III č. 11434 a je určen pro obousměrný provoz silničních motorových vozidel.



obr. č.2 Silniční most nacházející se n ř.km 8,308

Druhý železobetonový silniční most se nachází na ř.km 7,029. Jedná se o železobetonový most, který se nachází na silnici III č. 10614 a je určen pro obousměrný provoz silničních motorových vozidel.



obr. č. 3 Silniční most nacházející se n ř.km 7,029

Železobetonová lávka

Železobetonová lávka se nachází na ř.km 6,904 a je určena výhradně pro pěší turistiku. Z hlediska konstrukce je dlouhá 21 metrů a široká necelé 2 metry.



obr. č. 4 Železobetonová lávka nacházející se n ř.km 6,904

Čistička odpadních vod

V roce 2007 byla v k.ú. obce Václavice postavena čistička odpadních vod pro obyvatele obce Václavice. Při výstavbě se samotná ČOV umístila na vyvýšeninu zeminy, aby se vyhnula případným povodním. O vhodnosti a účelnosti samotné výstavby jsme se sami přesvědčili při záplavách v roce 2006.



obr. č. 5 Povodně z roku 2006 (v pravém horním rohu ČOV)

Popis pozemků, domů, chat atd. v okolí atd.

Janovický potok se vlévá k prvním obhospodařovaným místům na ř.km 7,5 a jako poslední v zastavěném území se nachází shora uvedená ČOV, což je na ř.km 6,8. Na tomto úseku se v ohrožené oblasti říčního toku nachází celkem 11 celoročně obydlených nemovitostí, dále celkem 10 zahrad, z nichž 4 zahrady jsou pravidelně ohrožovány zejména při přívalových deštích. Pro zajímavost bych rád uvedl, že se u ř.km 7,1 nachází nově vybudovaná stavba - truhlárna, která se také nachází v záplavovém území, avšak při stavbě bylo myšleno na případný povodňový stav, a proto se majitel rozhodl o výstavbu 25 cm spodní obvodové zdi nad hranicí 100leté vody.

5.6. Povodňová situace na Janovickém potoce

Rozhodnutím Krajského úřadu Středočeského kraje, odbor životního prostředí jako příslušný vodoprávní úřad podle zákona č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, v rámci své působnosti, na návrh správce významného vodního toku, Janovického potoka, stanovil rozsah záplavového území, tj. administrativně určeného území, které může být zaplaveno vodou při výskytu přirozené povodně kolem významného vodního toku, Janovického potoka – ř.km

0,00 – 18,7. Stanovené území se nachází v katastrálním území obcí Týnec nad Sázavou, Krusičany, Václavice, Příbyšice, Benešov, Tisem, Tvoršovice, Zahrádka, Rudoltice, Vrchotovy Janovice a Křešice u Olbramovic. Zároveň byla v daném území stanovena aktivní zóna záplavového území. (Stanovení záplavového území Janovického potoka, 2005).

5.6.1. Ve vybraném území

Námi zvolený úsek (ř. km 9 až 6) se nachází dle rozhodnutí Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí v záplavovém území Janovického potoka. viz kapitola 5.6.

6. MOŽNÉ ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ

Možných úprav na vodním toku jako opatření proti povodním je celá řada, a proto se v této kapitole budeme věnovat možným opatřením v obecné rovině. I když každý případ, kde se o jakékoliv protipovodňové úpravě uvažuje, je třeba řešit individuálně. Dále je nutné uvést, že je třeba provádět i preventivní opatření a pravidelné kontroly vodních toků a tím předcházet k možným negativním důsledkům.

V praxi se jedná o :

- údržbu upravených koryt a kanálů ve formě odbahňování, sečení a čištění
- rozvlňování koryt střídavými výsadbami dřevin (stromy, keře), jak vně koryta, tak i v blízkém okolí koryta
- změlčování, rozvlňování a substrátová rehabilitace dna vodního toku vkládáním štěrkových záhozů ve formě štěrku, kamenů a podobného materiálu z pravé a levé strany břehu shazující se do vně koryta, kdy cílem je zvýšit úroveň dna, rozvlnit proudnici, vytvořit brodová místa a vytvořit štěrkové trdliště
- pomocí konstrukcí z kamene a dřeva chránit určité pasáže břehů před vymíláním vodou, nebo naopak pomocí těchto konstrukcí vhodně usměrnit proudění vody tak, aby nedocházelo k jejím rozlivům mimo koryto
- zvětšení říčního toku jeho rozšířením
- vícefunkční řešení říčního prostoru ve formě konceptu příležitostně zaplavovaných povodňových parků
- budovat raději strmé, konstrukčně náročné břehy a co nejširší říční koryta
- za běžných a malých průtoků udržovat v korytě větší množství vody
- budovat povodňová ochranná koryta, plochy pro povodňové poldry a retenční nádrže přírodně blízkého rázu

- kompletní modelace nového říčního toku

6.1. Správa vodních toků

V podmínkách České republiky jsou záležitosti vodního hospodářství rozděleny do dvou resortů, a to resortů ministerstva zemědělství a ministerstva životního prostředí. To je v současné době však největší problém, protože se tím omezuje efektivnost učiněných opatření. Z tohoto důvodu je nutné uvést, aby ve spolupráci obou resortů došlo k nalezení co největšího počtu společných cílů a tím i k větší efektivnosti.

6.2. Úpravy vodních toků v zastavěné oblasti

V zastavěných oblastech je zpravidla nutné dodržení dvou zásad – koryta by měla být průtokově kapacitní, aby zastavěné okolí bylo co nejméně ohroženo a dále by měla tato vodní koryta být stabilní, protože v zastavěné oblasti není mnoho prostoru pro jejich vývoj do stran. V minulosti bylo těchto dvou podmínek docíleno ve formě např. zpevněných vodních kanálů.

6.3. Opatření přijatá po povodni

Po samotné povodni je vhodné postupovat tak, aby se při odstraňování škod vzniklých při povodni neudělalo ještě více škod, než které způsobila předešlá povodeň. Změny po povodni by se měli hodnotit v souvislosti s konkrétním úsekem vodního toku. V této fázi je nutné podotknout, že z pohledu vodního toku je dále nutné, zda se vybraný úsek nachází v zástavbě, popř. mimo zástavbu (ve volné krajině). Ve volné přírodě je tedy vhodné a dle mého názoru na místě, aby bylo používáno tzv. přírodě blízkých opatření jako jsou kamenné záhozy apod. To přírodu poškozují méně, než např. pomocí tzv. technických opatření jako jsou vodní skluzy apod., které jsou zase naopak účinnější, jak již bylo uvedeno v samotné kapitole 6.2., v zastavěné oblasti.

V souvislosti s uvedenými opatřeními je dále nutné položit si některé otázky jako např.

- jaké závady nám povodňová změna přinesla
- které aspekty povodňové změny je nutné řešit technickými zásahy
- jaké přínosy nám povodňová změna přinesla
- jaký je cílový stav daného vodního toku
- jaký je možný – vhodný další postup
- jak provést konkrétní kroky ve formě nápravných opatření tak, aby tato opatření byla co nejméně z ekonomického pohledu, nákladná a účinná

Dále je nutné při odstraňování povodňových škod přijímat nastíněná opatření ekologicky šetrně, tzn.

- usazeniny odstraňovat výhradně ze středu koryt a při tom šetřit břehy (stabilizované přírodní pasáže břehů zbytečně nepoškozovat, nestrhávat jejich drnový pokryv a neničit kořenový systém dřevin)
- pro nezbytnou sanaci nádrží a výmolů upřednostňovat přírodě blízké kamenné záhozy, které lze použít i při záhozech a opravách starých dlažeb
- pokud možno, nevytvářet v korytě spádové stupně, nejvýše nízké prahy a skluzy

Takovým to otázkám je tedy nutné věnovat pozornost a zvažovat, zda vůbec k některým uvedeným protipovodňovým opatřením přistupovat, protože i povodně mohou mít pozitivní účinky. (časopis Ochrany přírody č. 4/2009 a 6/2010)

6.4. Důsledky úprav na charakter toku

Při projektování úprav vodních toků musíme stále sledovat všechny důsledky, které provedená úprava toku vyvolá. Technickým zásahem při úpravě toku ovlivňujeme jeho dosavadní přirozený charakter, zejména zasahujeme do režimu odtoku vody v korytě a stavu hladiny podzemní vody v přilehlém území.

Samotné úpravy toků provádíme pro různý účel, většinou pro neškodné odvedení vod, k dosažení rovnováhy pohybu splavenin, pro ustálení hladiny

podzemní vody z hlediska zemědělských zájmů, pro místní ochranu objektů, obyvatel apod. mnohdy jsou požadavky na úpravu toku velmi složité.

Musíme si při tom být vědomi toho, že úpravou koryta zrychlujeme odtok vody, i při ponechání původního sklonu dna, neboť vyrovnáním a opevněním svahů břehu snižujeme jeho mnohdy drsnost. Urychlení odtoku ještě větší měrou ovlivní nepříznivé zvětšování sklonu dna zkracováním délky toku, zejména značným napřimováním trasy a odřezáváním větších zákrutů. Musíme mít tedy na zřeteli kapacitu koryta v dolní části úseku, zejména při místní úpravě toku, abychom nezhoršili průtokové poměry. Dostatečnou kapacitu koryta v dolní části toku může zabezpečit soustavná úprava toku, prováděná postupně od vyústění proti toku.

Musíme si být vědomi dále toho, že úpravou toku v hrázích soustřeďujeme průtok do ohrazovaného koryta a zrychlujeme odtok větších vod vyloučením dosavadních inundačních prostorů. Tím se zbavujeme mnohdy vítané záplavy přilehlých pobřeží pozemků okolovými vodami.

Při projektování úpravy toku je rovněž nezbytné posoudit vliv úpravy na režim splavenin. Zmenšováním sklonu nově navržené nivelety dna v krátkém úseku toku můžeme způsobit nežádoucí regresivní erozi koryta v horní trati nad upravovaným úsekem.

Úpravou toku a změnou výšek hladin proti původnímu stavu v korytě zasahujeme mnohdy nepříznivě do úrovně hladiny podzemní vody v přilehlém území. Nepříznivým zařízením koryta a snížením úrovně hladiny v korytě, zejména hladiny nejčastějších průtoků, snižujeme stavy podzemní vody a naopak zvýšením vodních stavů v korytě vyvoláváme opět zvýšení hladiny podzemní vody v okolí toku. Změny úrovně hladiny podzemní vody zasahují nepříznivě nejen v zemědělství, ale zhoršují podmínky využití vody pro účely zásobování. K posouzení optimální úrovně hladiny podzemní vody musíme provést předem pečlivý průzkum přilehlého území, musíme se dokonale seznámit s poměry hydrologickými, s charakteristikou přirozeného toku a všemi vodohospodářskými podmínkami v povodí toku. Při samotném návrhu pak musíme uvážit ekonomické podmínky kraje i jeho výhledový rozvoj a výstavbu.

Technický zásah do krajiny nesmí působit tvrdě, ale má do ní citlivě zapadat. Způsoby úprav mají být voleny tak, aby odstraňovaly závady vodních toků v neupraveném stavu, aniž by však porušily jejich přirozený ráz, zvláště násilnými změnami v směrové trase, volbou nevhodných způsobů opevnění břehů koryt, neodůvodněnou likvidací esteticky působivých břehových porostů atd.

Význam a prospěšnost úprav vodních toků je třeba hodnotit z hlediska jejich krajinnotvorné funkce. Toky jsou integrální součástí přírodního prostředí, proto při

návrhu jejich úprav musí být přihlédnuto nejen k hlediskům stavebně – technickým a ekonomickým, ale má být současně posuzována biologická rovnováha krajiny. Tok je třeba upravit tak, aby se stal organickou součástí přírody. Při tom by měl být zachován původní ráz krajiny a nedostatky odstraněny.

Jen podrobná znalost místních podmínek s využitím teoretických znalostí o úpravách vodních toků, doplněných praktickými zkušenostmi, může poskytnout účelné řešení úpravy, které přinese prospěch danému regionu, potažmo celé společnosti. (Kovář, 1988)

7. MATEMATICKÉ MODELY V HYDROLOGII

Při vypočítávání různých vlastností vodních toků používáme v hydrologii celou řadu modelů. Jedná se např. o matematické modelování, fyzikální modelování atd. V dané kapitole bych rád uvedl ty matematické a to z důvodu, že budeme v následujících kapitolách pracovat s programem Hec – Ras, což je software určený pro matematické modelování říčních toků v jednodimenzionálním pohledu (1D).

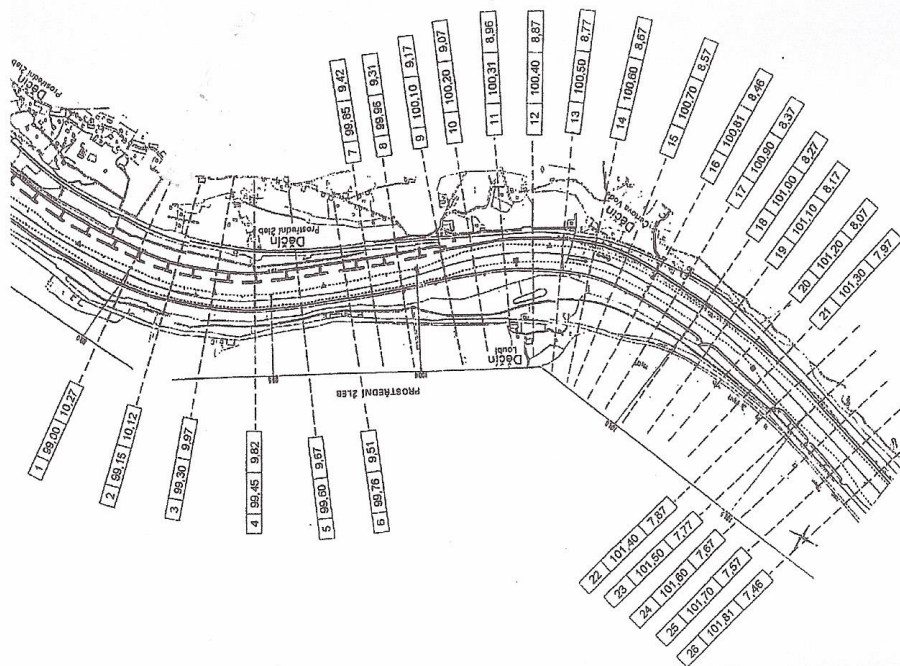
7.1 Matematické modelování

Při matematickém modelování přirozených i umělých otevřených koryt je třeba postupovat metodicky stejně jako při experimentálním výzkumu na hydraulických modelech. To znamená, že každý matematický model je žádoucí vždy verifikovat. To vyžaduje zpravidla opakovanou úpravu některých dat (součinitelů drsnosti, neefektivních průtočných ploch atd.) tak, aby se dosáhlo požadované shody simulovaných parametrů (průběhů hladin) s parametry zaměřenými. V opačném případě mohou mít výsledky výpočtů - i při značných zkušenostech - pouze kvalitativní charakter, a to bez ohledu na druh použitého modelu.

7.1.1. Matematické modelování 1D

Matematické modely 1D se používají pro vyšetřování průběhů hladin v podélném profilu vodního toku při povodních různé četnosti výskytu. V případě, že posuzovaný úsek vodního toku protéká členitým nebo zastavěným inundačním územím, vyžaduje tvorba modelu velké zkušenosti, jelikož je nutno provádět tzv. větvení toku, kde dochází k předurčení směru proudění.

V 1D modelech je prostředí obvykle definováno geometrickými a hydraulickými parametry vhodně zvoleného souboru příčných profilů toku. Samotné proudění je přitom popsáno středními hodnotami veličin v těchto profilech (hloubka, rychlost, průtok). Pomocí 1D matematických modelů lze řešit jak případy ustáleného proudění, kdy je průtok v čase konstantní, tak i případy neustáleného proudění za reálných povodňových situací.



obr. č. 6 Schéma 1D matematického modelu úseku říčního toku

Základní vstupní údaje pro 1D matematické modelování říčních úseků tvoří:

- zaměřené příčné profily modelovaného úseku toku. Jejich umístění je třeba volit tak, aby mezi dvěma sousedními profilem bylo možno předpokládat lineární průběh geometrických a hydraulických parametrů
- návrhový průtok a kontrolní návrhový průtok, popř. hydrogram n-leté povodně v posuzované lokalitě (horní okrajová podmínka řešení)
- vhodná dolní okrajová podmínka (např. známá hladina, sklon hladiny, kritická hloubka)
- drsnosti koryta toku a jejich rozdělení v příčném profilu
- definování průtočných a neprůtočných oblastí v příčném profilu toku

1D matematický model je schopen podat informace o podélném sklonu hladiny v posuzovaném úseku vodního toku, o úrovni hladin v jednotlivých zaměřených příčných profilech, o prostorovém rozlivu v posuzované lokalitě a

průměrné rychlosti proudění v zaměřených příčných profilech včetně mostního profilu. Některé 1D matematické modely jsou schopny pomocí proužkové metody poskytnout údaje o rozdělení rychlostí proudění v příčném profilu. Tyto výsledky je možné použít pouze v přímých nebo prizmatických úsecích toků, kde převládá podélná složka proudění, nikoliv však v meandrujících korytech nebo v širokém inundačním území. Některé 1D modely jsou schopny zjednodušeným způsobem na základě úbytku průtočné plochy v mostní otvoru řešit i ucpávání mostního profilu splávím.

Pro 1D matematické modelování říčních toků lze použít např. tyto softwarové prostředky:

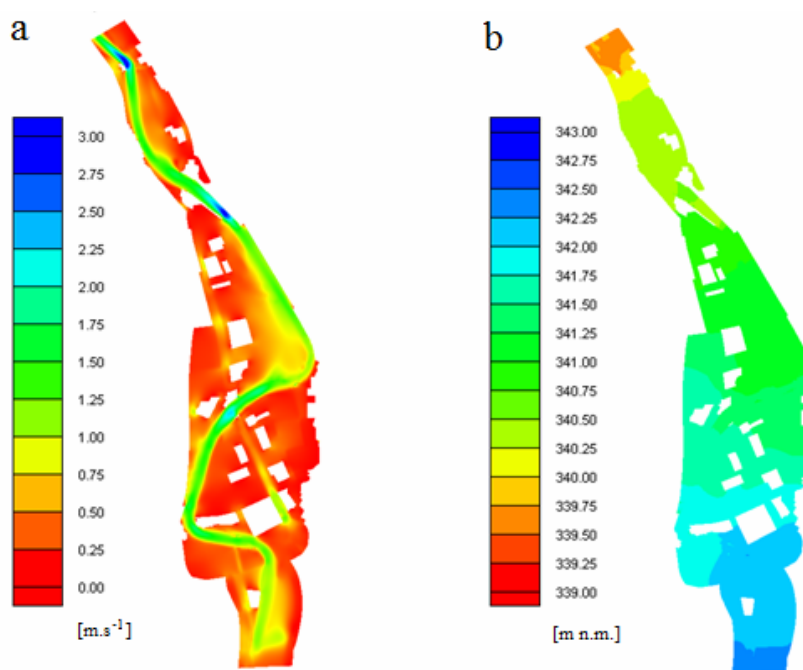
- *software HYDROCHECK 3* - umožňuje simulovat hydraulický režim v libovolně rozvětveném systému otevřených neprizmatických koryt obecného tvaru příčných profilů, s vodními díly nebo objekty situovanými na hlavním toku i na kterékoli větví přítoků. Systém otevřených koryt může obsahovat i soustředěné přítoky a odběry, resp. další singularity.

- *software MIKE 11* - matematický model modulární stavby, umožňující simulovat neustálené proudění v síti otevřených koryt libovolného tvaru příčného průřezu, včetně objektů základního typu. Na základní hydrodynamický modul navazuje řada dalších modulů, mezi nimi modul „Non-Cohesive Sediment Transport and Morphological [NST] Module“ simulující morfologické změny koryta (vymílání, zanášení).

- *software HEC-RAS, River Analysis System* - je schopen řešit ustálené a neustálené proudění v otevřených korytech s oboustranným inundačním územím, včetně rozdělení rychlostí a průtoků v příčném profilu při konstantní hladině v příčném profilu. Stupeň drsnosti lze zadávat pomocí Manningova drsnostního součinitele nebo pomocí ekvivalentní drsnosti K. Kromě základních hydraulických modulů pro ustálené a obsahuje modul pro simulaci transportu sedimentů v korytě toku, kvalitativní teplotní modul, modul pro projektování úprav koryt, možnost manipulace na jezových objektech a grafický editor. Model dále umožňuje export dat do programů typu GIS nebo CAD. Výhodou tohoto modelu je propracované řešení mostních objektů, propustků a jezů, včetně možnosti výpočtu proudění přes přelévanou mostovku. Blíže viz kapitola 8.1. (Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích, 2009)

7.1.2. Matematické modelování 2D

Matematické modelování 2D se používá pro hydraulické řešení mostních objektů v případech, kdy 1D modelování již nemá dostatečnou vypovídací schopnost. Přichází to v úvahu u mostních objektů s vysokou dopravní důležitostí, křižujících meandrující a morfologicky složité vodní toky resp. vodní toky s přilehlým širokým a členitým inundačním územím. Pomocí 2D matematických modelů lze poměrně hodnověrně vyšetřit proudové poměry (průběh proudnic, vektory středních svislicových rychlostí proudění) v plochem i různě členitém inundačním území, vliv jednotlivých překážek na okolní proudové pole, hydrodynamické účinky proudící vody na mostní podpěry apod.



obr. č. 7 Mapa rychlostí proudění (a) a úrovní hladiny (b) pomocí 2D modelu

Matematický popis modelovaného jevu - proudění vody, pohybu splavenin - vede k soustavě parciálních diferenciálních rovnic, pro jejíž numerické řešení se nejčastěji používá metoda konečných diferencí, metoda konečných objemů nebo metoda konečných prvků. Přesnost výsledků je dána především přesností vstupních podkladů, ale hodně závisí i na vhodné volbě sítě uzlových bodů a její hustotě. Z toho často vyplývají problémy, způsobené nároky na paměť počítače a jeho výkon.

2D modely jsou náročnější na vstupní data, hardware počítače i pracnost výpočtů; jejich použití je proto nákladnější - oproti 1D modelům více než dvojnásobně.

Pomocí 2D matematických modelů lze řešit - obdobně jako u 1D modelů, jak případy ustáleného proudění, kdy průtok v čase je konstantní, tak i případy neustáleného proudění za reálných povodňových situací.

Základní vstupní údaje pro 2D matematické modelování říčních úseků tvoří:

- podrobné tachymetrické zaměření modelovaného úseku toku a přilehlého inundačního území, které je podkladem pro tvorbu trojrozměrného modelu terénu
- návrhový průtok a kontrolní návrhový průtok, popř. hydrogram n-leté povodně v posuzované lokalitě
- okrajové podmínky řešení v obou okrajových profilech modelovaného úseku vodního toku. Lze je zadávat i různým rozdělením průtoků nebo rychlostí proudění podél okrajového profilu
- drsnosti koryta toku a inundačního území, jejich změny v podélném a příčném směru
- granulometrie dnového materiálu (v případě modelování morfologických změn koryta toku)

Pro 2D matematické modelování říčních toků se dnes používají softwarové prostředky, vyvinuté u nás nebo získané ze zahraničí. Z nich lze uvést např.:

- *software SHALLOW* - 2D model umožňující simulovat ustálené proudění i v oblastech s přítoky a odběry. Pro popis geometrie zkoumané oblasti a pro řešení ustáleného proudění používá izoparametrické kvadratické konečné prvky s osmi uzly a s možností zakřivení stran. Výpočetní síť může být zcela libovolná, lze ji lokálně zahušťovat a přizpůsobovat složité geometrii prostředí (objekty, překážky apod.). V jednotlivých konečných prvcích lze zadávat různé drsnosti dna. Model je vybaven systémem grafických interaktivních pre- a post- procesorů, koncipovaných jako aplikace ADS pro grafický systém AutoCAD. Lze jej výhodně použít pro

vyšetřování proudových poměrů, rychlostí proudění a prostorových deformací hladin při kulminačních povodňových průtocích v složitém prostředí.

- *software FAST 2D* - model založený na metodě konečných objemů, kde neznámé jsou definovány ve středech konečných objemů, přičemž obsahuje i k-ε model turbulence. Pro znázornění modelované oblasti používá strukturovanou neortogonální křivočarou síť, která dovoluje výstižněji definovat geometrii prostředí než síť ortogonální. Model umožňuje řešit ustálené i neustálené proudění v morfologicky složitých říčních tratích a přilehlých inundačních územích s rozličnou zástavbou. Model má obdobné vybavení jako předcházející a umožňuje tedy získat všechny potřebné údaje o proudových poměrech, rychlostních polích a prostorových deformacích hladin.

- *software FLUVIUS* - 2D model umožňující simulovat ustálené i neustálené proudění vody v říčních korytech a inundačních územích. Model používá vystřídanou ortogonální síť s ekvidistantním krokem. V rámci modelované oblasti lze simulovat nepřelitelné překážky, reprezentující zástavbu, hráze, mostní objekty apod., jakož i proměnnost dnových odporů. Součástí simulace je zaplavování a opětné obnažování inundačních území. Jeho výhodou je vazba na systémy GIS (např. geodetický software ATLAS) s možností importu vrstevnicových map a následnou automatizovanou tvorbou vstupních geometrických dat. Kvalitně je zpracován i výstupní, graficky orientovaný modul, dovolující prezentaci výsledků řadou různých forem, včetně animace

- *software MIKE 21* - 2D programový prostředek umožňující řešit široké spektrum problémů říční hydrauliky. Základní hydrodynamický modul řeší řídicí rovnice metodou konečných diferencí na ortogonální síti s ekvidistantním krokem. Tento základní modul lze doplnit o Sediment Transport Module a řadu dalších modulů, včetně modulu pro simulaci vln

- *software SMS (Surface Modelling System)* - je určen k modelování 2D proudění s volnou hladinou. Jedná se o komplexní nástroj, který umožňuje vytvářet výpočetní síť (Mesh modul, Map modul a Scatter modul) a provádět potřebné výpočty proudění pomocí některého z modelů založeného na 2D přístupu včetně prezentace výsledků. Součástí SMS jsou matematické modely řešící 2D proudění s volnou hladinou (modely RMA2 a FESWMS), dvourozměrný pohyb vody při velmi

vysokých rychlostech proudění (model HIVEL2D), dvourozměrný pohyb splavenin (model SED2) a dvourozměrné šíření znečištění (RMA4). Řešení všech modelů je založeno na metodě konečných prvků.

- software *FESWMS (Finite Element Surface-Water Modeling System)* - 2D model umožňující řešit ustálené i neustálené proudění, a to jak v oblasti říčního, tak i bystřinného režimu. Velkou předností modelu je možnost simulování důležitých objektů na toku, jako jsou jezy a mosty, včetně výpočtu tlakového proudění. (Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích, 2009)

7.1.3. Matematické modelování 3D

Pro vyšetřování prostorového proudění v lokalitách tvarově složitého prostředí lze využívat metodu 3D matematického modelování. 3D matematické modely jsou vhodné pro simulaci obtékání středových a břehových podpěr mostních objektů a propustků v případech, kdy je nutno vyšetřit, zda dojde nebo nedojde k překročení vymílačích rychlostí a kdy je popř. potřebné navrhnout vhodná opatření ve formě opevnění dna a břehů koryta.

V současnosti se k 3D matematickému modelování proudění používá např.:

- software *COMSOL Multiphysics (dříve FEMLAB)* - v tomto prostředí lze využít k - ε turbulentního modelu v 3D schematizaci, v němž je pro numerickou aproximaci řídicích rovnic použita metoda konečných prvků. Jeho použití pro modelování proudění na dlouhých a složitých říčních úsecích však naráží na omezení rychlosti současných počítačů a velikosti jejich operační paměti.

Vzhledem k uvedenému hardwarovému omezení se při modelování delších říčních úseků obvykle používá kombinace 2D a 3D schematizace. V první fázi se na 2D modelu vyšetří rychlostní pole s rozdělením svislicových rychlostí v profilu před lokalitou mostního objektu. Toto rychlostní pole v druhé fázi slouží jako vstupní okrajová podmínka pro 3D model, na němž je potom zkoumáno prostorové proudění ve vlastní lokalitě. (Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích, 2009)

8. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ VYBRANÉHO ÚSEKU JANOVICKÉHO POTOKA


8.1. Software HEC–RAS

Samotný Program HEC RAS byl vyvinut U.S. Army Corps for Engineers, Hydrologic Engineering Center, River Analysis System. Oproti předchozím verzím zahrnuje i výpočty v režimu neustáleného proudění a mnoho nových prvků v režimu ustáleného proudění. Dále umožňuje prostřednictvím nadstavby HEC-GeoRas importovat geometrická data pomocí ArcView GIS do HEC-RAS a výsledky výpočtů zpětně exportovat do prostředí GIS. Rovněž se výrazným způsobem zvýšil uživatelský komfort a grafická i tabelární prezentace výsledků.

8.2. Manuál a instalace programu

Než přejdeme k samotné manipulaci s programem Hec - Ras je nutné si připravit potřebná data pro, v našem případě, výpočet záplavového území na vybraném úseku Janovického potoka.

Vzhledem k tomu, že program Hec – Ras je freeware, lze jej pořídit zcela bez problémů. V našem případě budeme pracovat s verzí 4.0.

Po samotném nainstalování programu Hec – Ras, verze 4.0 se na ploše počítače vytvořila, pokud jsme provedli vytvoření ikony , pomocí které se program velmi snadno spouští.

8.3. Samotné spuštění a nastavení software HEC–RAS

Vzhledem k tomu, že se jedná program vyvinutý U.S. Army Corps for Engineers tak tento není přizpůsoben pro Evropské používání. Proto po samotné instalaci je nutné provést změnu Národního prostředí v následujícím formátu.

Obecné: Angličtina (Spojené státy)

Čas: h:mm:ss tt

Datum: krátký formát MM/dd/rr

Oddělovač /

Dlouhý formát 24 July,2001

Dd MMMM, rrrr

Dále musíme provést změnu z amerických jednotek na metrický systém SI. To se provede po spuštění programu v základní nabídce *Options => Unit system*.


V neposlední řadě platí nepsané pravidlo, že program Hec – Ras neumí pracovat s čárkou, a proto se standardně používá místo čárky tečka.


8.4. Zadání potřebných dat do programu

Po spuštění a nastavení potřebných parametrů se jako první krok vytvoří nový projekt a to pomocí *File => New projekt*, kde následně zadáme i název projektu. Po zadání názvu se nám nový projekt uloží do námi zvoleného kmenového adresáře na pevném disku s koncovkou *.prj*.


Po vytvoření nového projektu začínáme vkládat potřebná data, v našem případě pro výpočet záplavového území na Janovickém potoce.

V základním menu klikneme na ikonu  *Edit/Enter geomatric data*. Po

otevření nového okna pomocí ikony  *Add/Edit background Picture fot the schematic* provedeme zkopírování mapy zájmového území do programu, což se provede příkazem *Add* a potvrdí se *Ok*. Tím dojde ke zkopírování mapy zájmového území do programu.

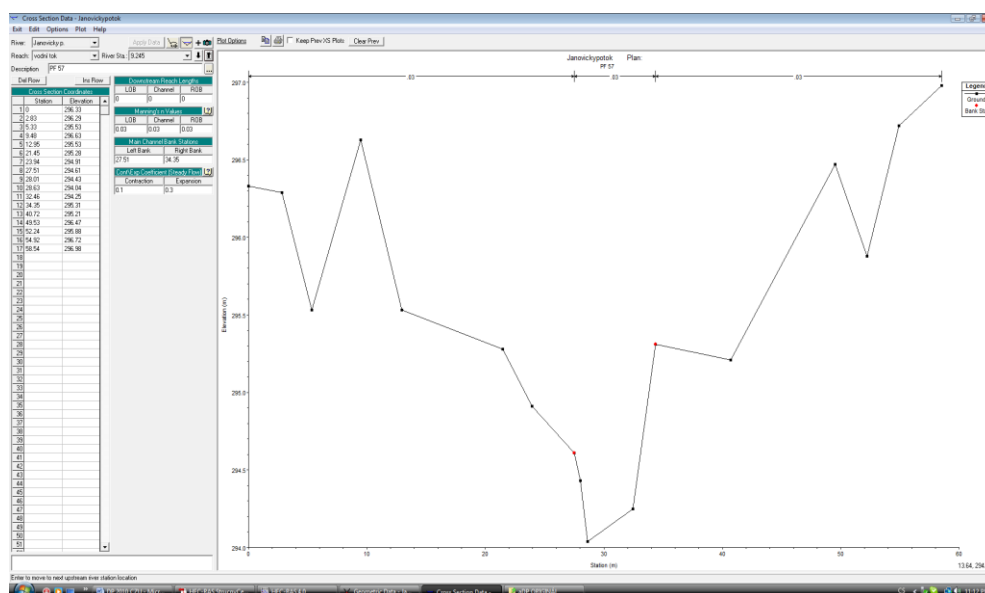
Poté pomocí ikony  *Add a new river reach to the schematic* a tužky provedeme obkreslení zájmové území podle zkopírované mapy.

Nyní zadáme naměřená data příčných profilů společně s vyznačením nadmořské výšky, stanovení staničních kilometrů jednotlivých příčných profilů s naměřenou vzdáleností mezi jednotlivými profily.

Zadání nové příčného profilu do programu Hec – Ras se provede pomocí ikony  *Edit and/or create Gross sections*, čímž dojde k otevření nového okna

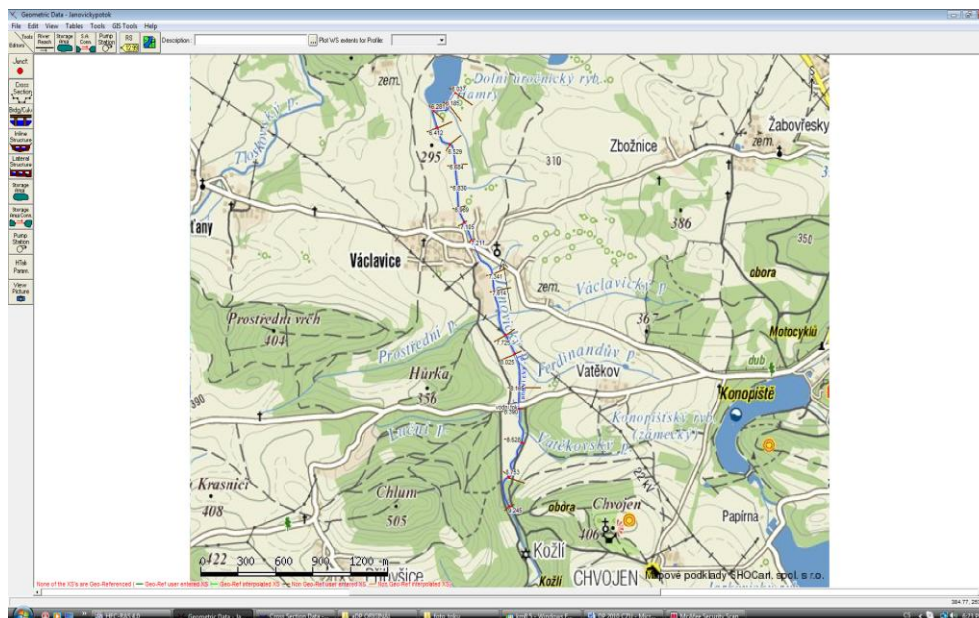
s *Cross Section data*. Pomocí ikony v Základním menu *Options* => *Add a new Cross sections* ..., dojde k vytvoření nového příčného profilu, kdy jako název nového profilu uvedeme ř. km. Postupně zadáme naměřené hodnoty příčných profilů, kdy po zadání potřebných informací pomocí ikony v základním menu *Plot* => *Plot cross sections* ... dojde ke grafickému znázornění námi zadaných dat, s přesným vymezením levého a pravého břehu. Zároveň se nám zadaný příčný profil znázorní na vykreslené mapě.

Součástí samotných dat potřebných pro zadání příčného profilu je dále stanovení přesné vzdálenosti od předchozího příčného profilu a zadání součinitele drsnosti, což jsme v našem případě vyřešili koeficientem 0,03 a to z důvodu struktury dna vodního toku po celé délce vybrané části. Dále stanovení délky od výchozího bodu měření s určením nadmořské výšky.

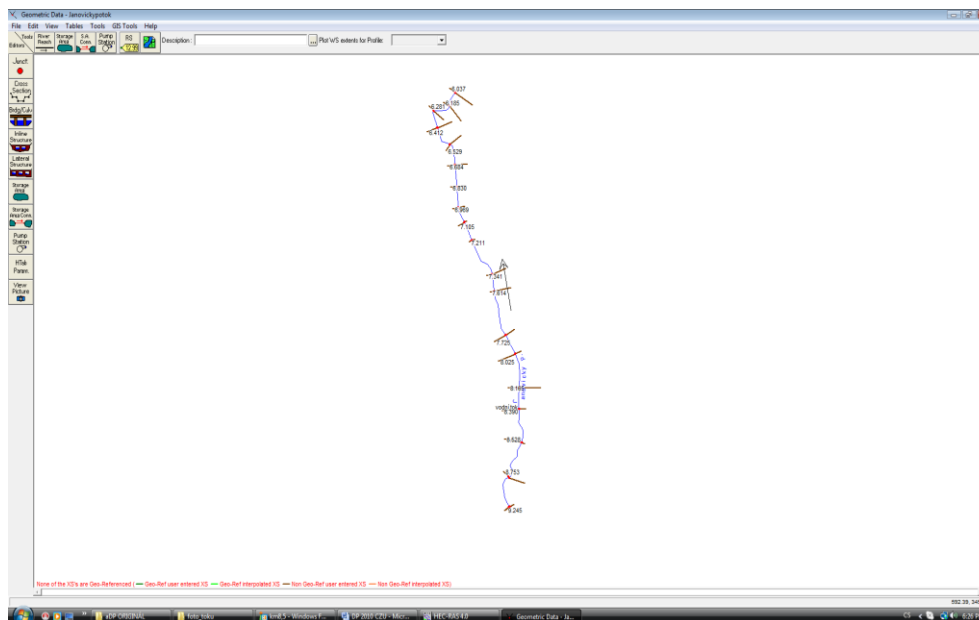


obr. č. 8 Grafické znázornění příčného profilu s vymezením levého a pravého břehu společně se zadanými hodnotami

Tímto způsobem zadáme do programu všechny příčné profily.



obr. č. 9 Zadané příčné profily znázorněné na podkladové turistické mapě



obr. č. 10 Zadané příčné profily znázorněné bez podkladové turistické mapy

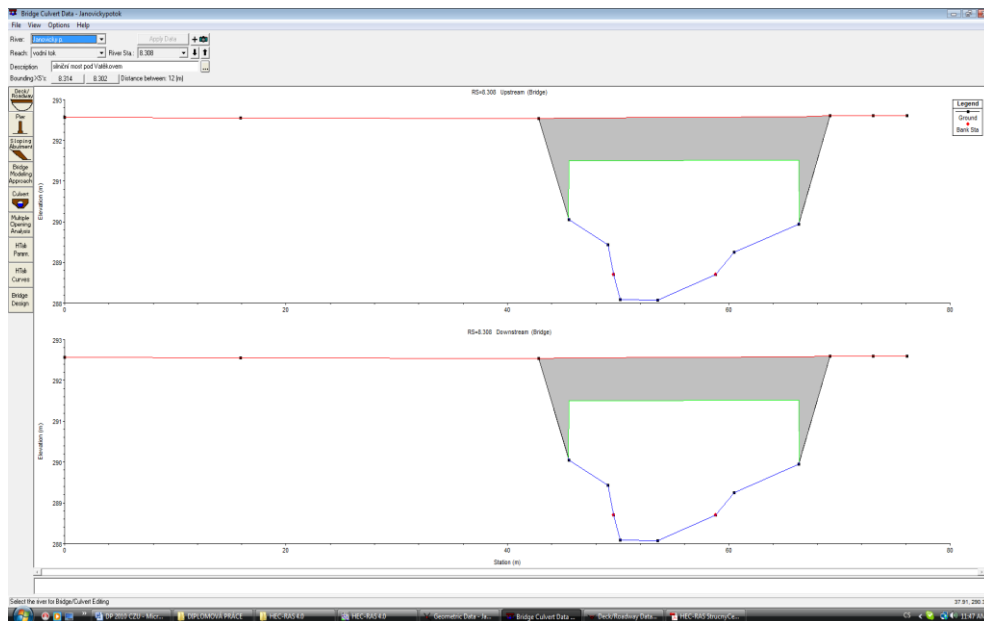
V této fázi projektu zadáme do programu objekty (v našem případě se jedná o dva silniční mosty a jednu železobetonovou lávku), což se provede pomocí ikony



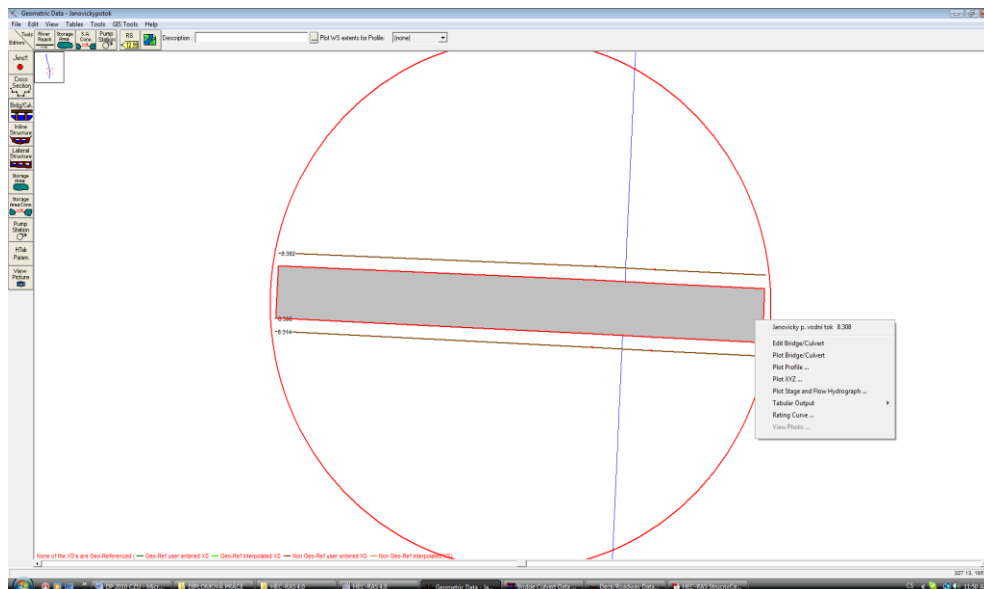
Edit and/or create bridges and culvert. Dojde k otevření nového okna, kdy pomocí položky v Základním menu *Options => Add a Bridge/and or Culvert ...*, dojde po zadání ř. km. k vytvoření nového objektu na vodním toku.



Po zadání ř.km pomocí ikony *Deck/Roadway Data Editor* dojde k otevření nového okna, kde zadáme hodnoty objektu. K kolonce *Distance* uvedeme vzdálenost objektu od předchozího nejbližšího příčného profilu. V kolonce *Width* zadáme celkovou šíři objektu. Následně k kolonce *Upstream* zadáme potřebné hodnoty objektu, což jsou maximální a minimální nadmořské výšky a rozměrovou hodnotu objektu. Poté tyto hodnoty pomocí *Copy US to DS* zkopírujeme do tabulky *Downstream*. Ostatní hodnoty zůstanou zachovány. Pak provedeme kliknutí na *OK* a tím dojde k zakreslení námi zadaného objektu mezi příčné profily, podle ř.km.

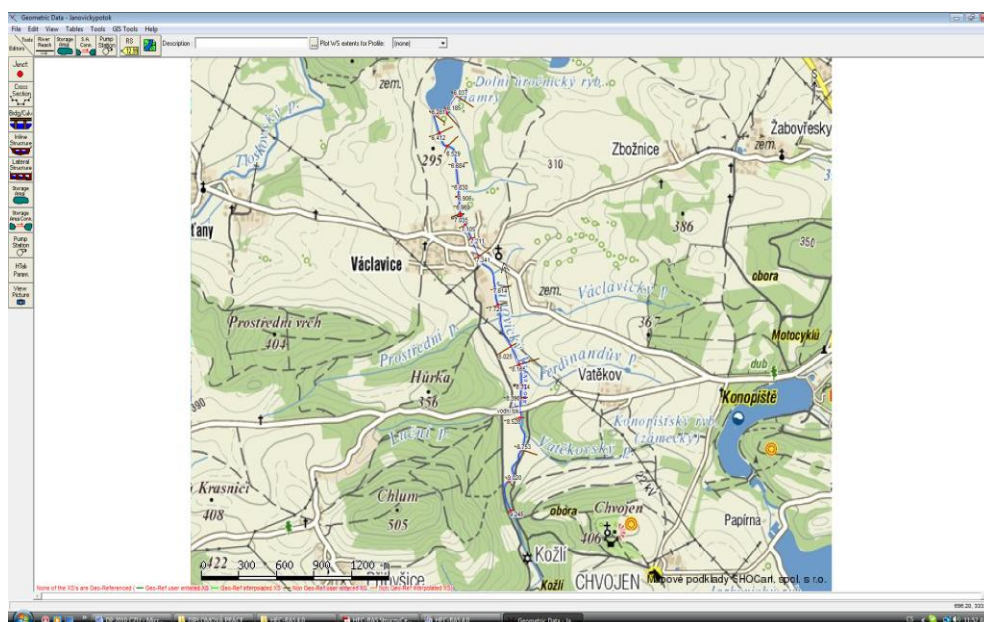


obr. č. 11 Výsledné zobrazení zadaného objektu (silničního mostu) do programu Hec – Ras



obr. č. 12 Zobrazený zadaný objekt mezi příčnými profily


Tímto způsobem do programu zadáme všechny objekty, nacházející se v našem zájmovém území.

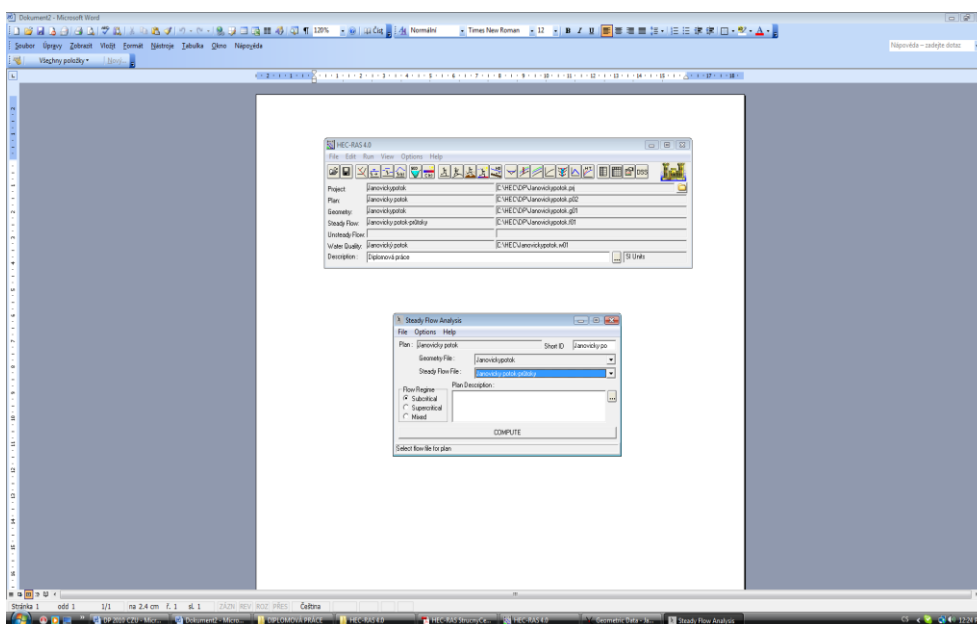


obr. č. 13 Výsledné zobrazení po zadání všech příčných profilů a objektů na vybraném úseku Janovického potoka na podkladové mapě

Jako poslední do programu zadáme N-leté průtoky, což se provede otevřením nového okna v *Základním menu* Hec - Ras pomocí *Edit => Steady Flow Data*. Po otevření nového okna jako první data zadáme do kolonky *Entre/Edit Numer of Profiles* počet N-letých průtoků. Pomocí menu *Options => Edit Profil names ...* zadáme jednotlivé názvy N-letých průtoků. Do připravených kolonek pak

zadáme jednotlivě N-leté průtoky. V neposlední řadě zadáme do kolonky *River Sta.:* staniční kilometr uvedených N-letých průtoků. Jako poslední data potřebná pro kompletaci N-letých průtoků klikneme na ikonu *Reach Boundary Conditions*, kde zadáme naměřenou hodnotu průtoku (v našem případě Q1, Q2, Q5, Q10, Q20, Q50 a Q100).

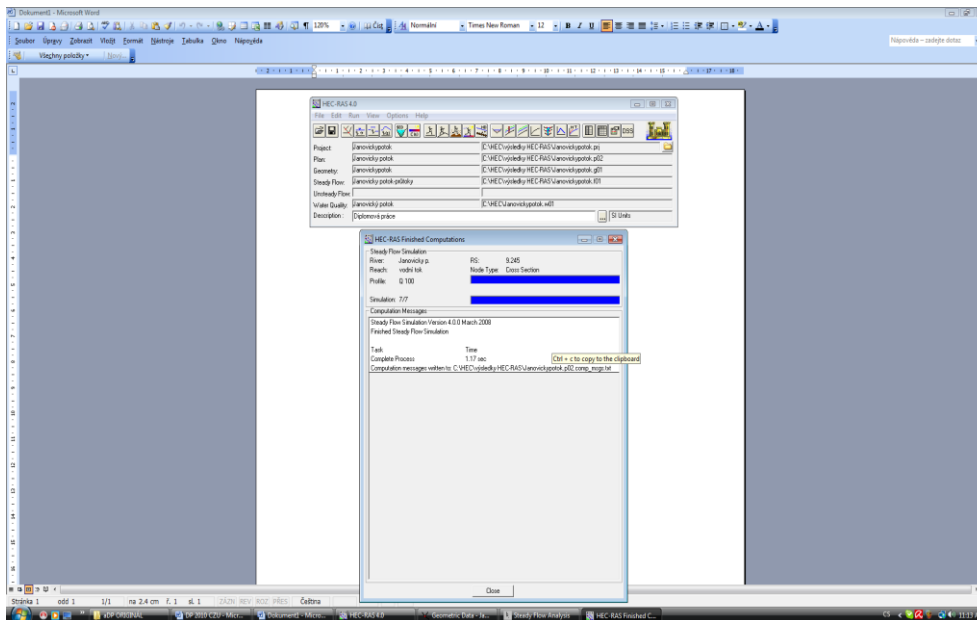
Po zadání všech potřebných dat do programu Hec – Ras provedeme pomocí ikony  *Perform a Steady flow simulation* a kliknutí na tlačítko *COMPUTE* výpočet námi zadaných hodnot. Po provedení výpočtu si projekt uložíme.



obr. č. 14 Znárodnění uloženého projektu před zadáním výpočtu

8.5. Výsledky

Po celkových výpočtech nám nové okno *HEC – RAS Finished Computations* znázorní výsledky námi zadaných hodnot.



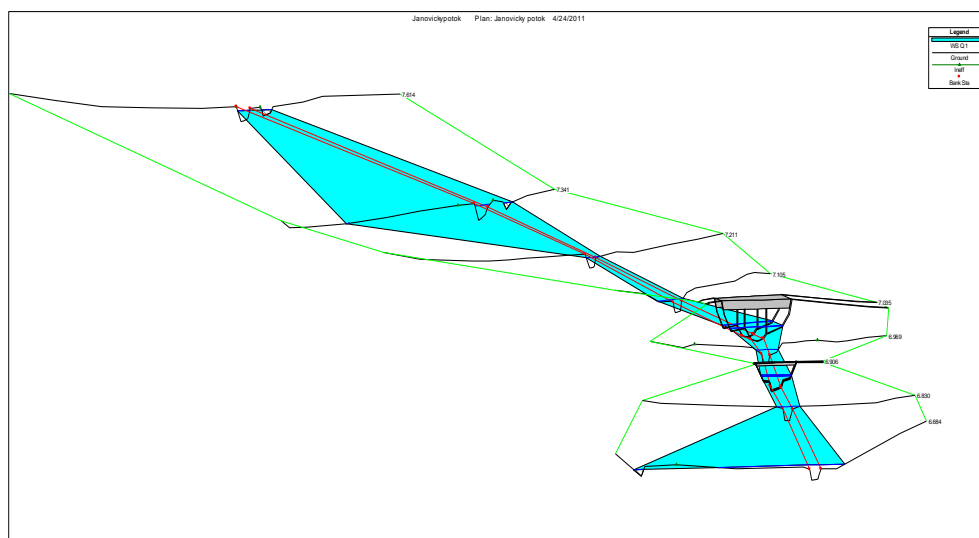
obr. č. 15 Potvrzující okno po celkových výpočtech

9. CELKOVÉ VÝSLEDKY

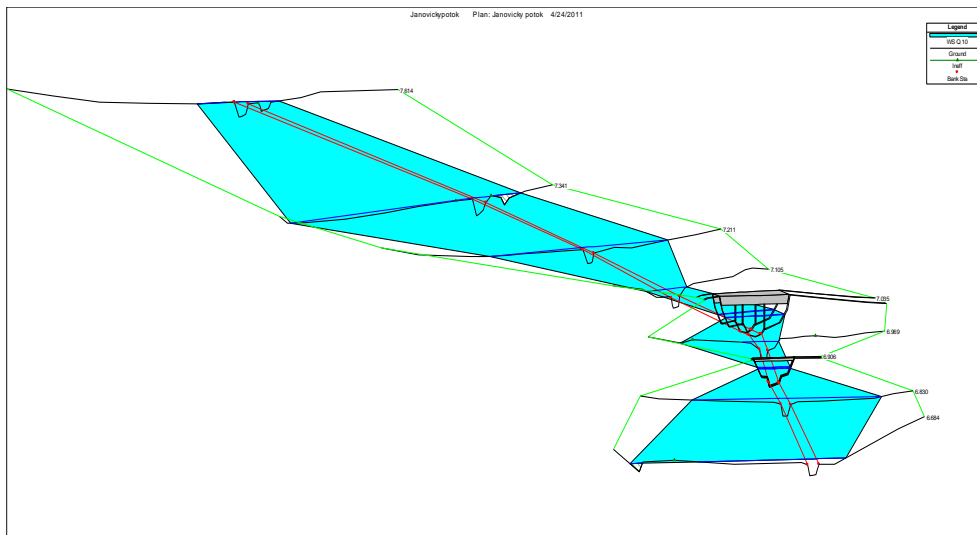
Program HEC – RAS nám nabízí velmi široké možnosti prohlížení a samotné prezentace výsledků a to jak tabulkových, tak i grafických.

Cílem této Diplomové práce bylo hydrotechnické posouzení úprav na vodním toku Janovický potok v k.ú. obce Václavice, kdy pomocí zadaných dat do programu HEC – RAS bylo vypočítáno záplavové území pro až 100letou vodu. Na *obr. č. 16* až *obr. 19* je v grafické podobě znázorněno (modrou barvou) záplavové území pro hladinu Q1, Q10, Q 50 a Q 100 v zastavěném území obce Václavice, které se nachází od ř.km 7,5 až ř.km 6,7.

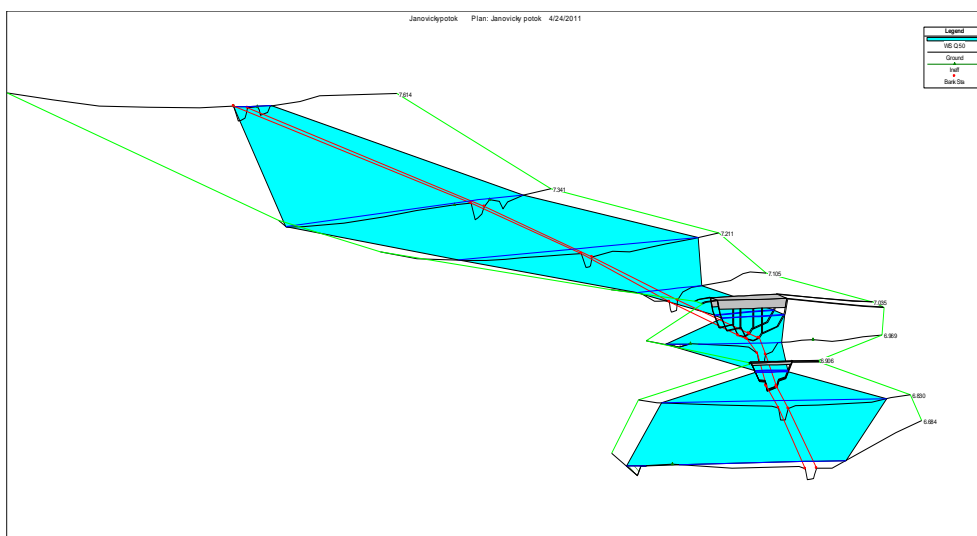
Ve zbylém úseku, do vzdálenosti 200 m od říčního koryta Janovického potoka, se kromě uvedeného mostu na ř.km 8,308 jiné objekty nenachází.



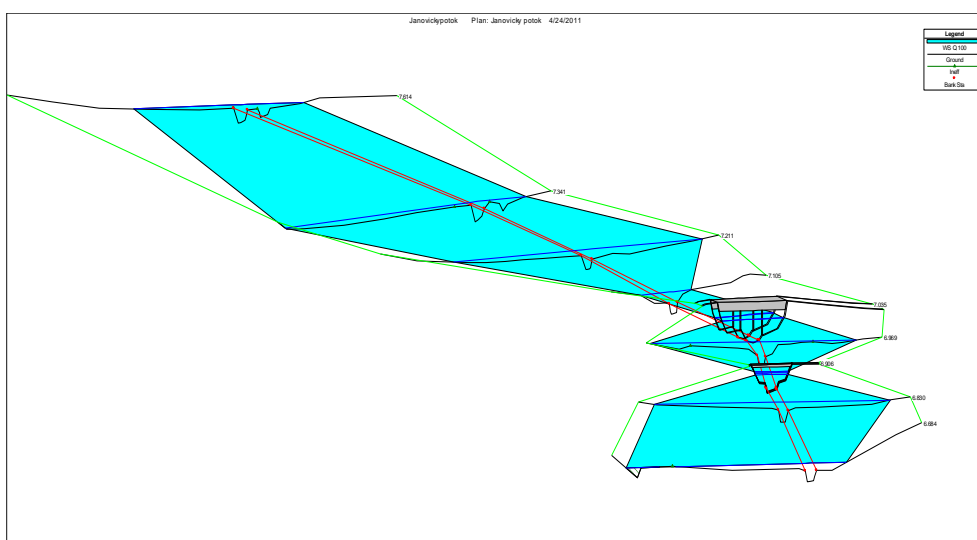
obr. č. 16 Vypočítaná hladina Q 1 se znázorněním záplavového území



obr. č. 17 Vypočítaná hladina Q 10 se znázorněním záplavového území



obr. č. 18 Vypočítaná hladina Q 50 se znázorněním záplavového území



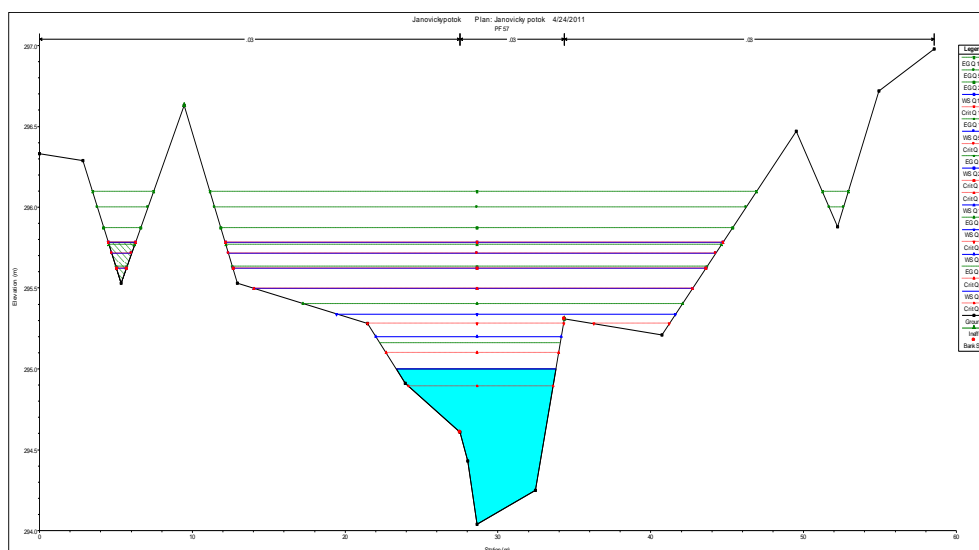
obr. č. 19 Vypočítaná hladina Q 100 se znázorněním záplavového území

Z těchto výsledků vyplývá skutečnost, která byla v praxi několikrát potvrzena a to je, že v případě hladiny Q1 se voda v podstatě nikam nerozlívá a s přibýváním průtočnosti vody až do hladiny Q100 se voda rozlívá na zemědělsky obhospodařovaná území, nacházející se na obou koncích obce, tedy v okolí ř.km 7,5 – 7,2 v případě jednoho konce zastavěného území a v případě druhého konce zastavěného území se jedná o úsek ř.km 6,8 – 6,0.

Samostatné znázornění objektů na říčním toku Janovického potoka, tedy dvou silničních mostů a jedné železobetonové lávky s jednotlivými N-letými průtoky je znázorněno v grafické podobě v přílohách.

Nastínění záplavového území pro Q1, Q10, Q 50 a Q 100 v celém úseku Janovického potoka je pak také součástí příloh.

Dalším možným výstupem bylo znázornění příčného profilu s jednotlivými N-letými průtoky. Na obr. č. 20 je znázorněn příčný profil na ř.km 9,245 s hladinou Q1,Q2, Q5, Q10, Q20, Q50 a Q100. Tímto způsobem to bylo vypracováno pro každý příčný profil.



obr. č. 20 Znázornění hladin příčného profilu 9,245 ř.km. s jednotlivými N-letými průtoky

Podrobnější grafické znázornění vyhodnocených výsledků je taktéž součástí příloh této Diplomové práce.

10. MOŽNÝ NÁVRH

Stanovením záplavového území pomocí programu HEC – RAS byla potvrzena ta skutečnost, že v případě povodní je z celého námi vybraného úseku ohrožen pouze úsek od ř.km 7,2 až ř.km 6,8 a to z důvodu, že se zde nachází většina objektů uvedených v kapitole 5.5.1. Ostatní úseky jsou při hladině Q100 také postiženy, ale vzhledem k tomu, že se zde nenachází žádná zastavěná území, nemělo by význam zde provádět nějaká protipovodňová opatření.

Při návrhu protipovodňových opatření je nutné dbát na to, aby při jakémkoliv zásahu byl, pokud možno, co nejméně narušen krajinný ráz okolí toku.

Možným řešením rizik vzniklých při záplavách by se dalo předejít např. revitalizací úseku, protékajícího obcí nebo vyčištěním retenční nádrže, která se zde nachází, avšak u samotné retenční nádrže by bylo zapotřebí provést celkovou obnovu, protože za současné situace to vypadá jako by zde retenční nádrž vůbec nebyla. V minulosti obec Václavice dokonce žádala na povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava o revitalizaci říčního toku, avšak tento návrh nebyl nikdy realizován. K tomuto bylo dále zjištěno, že byl na uvedené povodí podán ve spolupráci s Agenturou Praha – ochrana přírody a obcí Václavice nový návrh spatřován v revitalizaci Janovického potoka v úseku ř.km 7 až ř.km 6, tedy v zastavěném území obce Václavice, ale ten je v současné době v přípravné fázi.

Z hlediska možných úprav by se v zájmovém území (ř.km 7,2 až 6,8 ř.km) dalo uvažovat o možném zpevnění vybraného úseku pomocí např. vodního skluzu, který by byl vybudován nad hranicí Q 100. Jedná se o přibližně 400 metrový úsek, kde by však před samotným technickým zásahem, jak již bylo nastíněno, mělo dojít k vyčištění říčního koryta, řečiště a okolí břehů, které jsou po většinu roku zarostlé vegetací. Tato vegetace navíc tím, že se neudrzuje a žádným způsobem nekultivuje každoročně zužuje šíři a tím zmenšuje vodní koryta, což má za následek menší průtočnost vody a tím pádem větší riziko při povodních. Po provedení zmíněného vyčištění by se teprve mohl vybudovat vodní skluz. Samotný vodní skluz by byl dlouhý, tak jak již bylo uvedeno přibližně 400 m. U tohoto technického řešení by bylo vhodné, aby tento vodní skluz byl projektován v minimální výši hladiny = Q100 a větší. Nastíněné protipovodňové řešení by bylo možné ještě doplnit výsadbou vhodných dřevin na horních březích nebo v blízkém okolí břehů po celé délce vodního skluzu.

Případným dalším možným protipovodňovým opatřením by bylo zpevnění obou břehů na ř.km 7,2 až ř.km 6,8 pomocí např. vhodných dřevin, kamenů nebo betonových desek. I v tomto případě je však nutné uvést, že před samotným

záměrem by bylo nutné přistoupit, jak již bylo uvedeno k obnově říčního toku.

Jako protipovodňové opatření by ale dle mého názoru stačilo i to, kdyby se řečiště vodního toku vyčistilo od naplavených dřevin apod. a pravidelně se udržovalo. S touto úpravou by bylo spojeno rozšíření obou břehů. Tento se způsob úpravy vodního toku Janovického potoka je navíc z ekonomického pohledu ten nejreálnější.

V neposlední řadě by bylo vhodné provést revitalizaci melioračních příkopů, které jsou v současné době také ve velmi znehodnoceném stavu, a které mají na hladinu vody při povodních také vliv.

11. DISKUSE

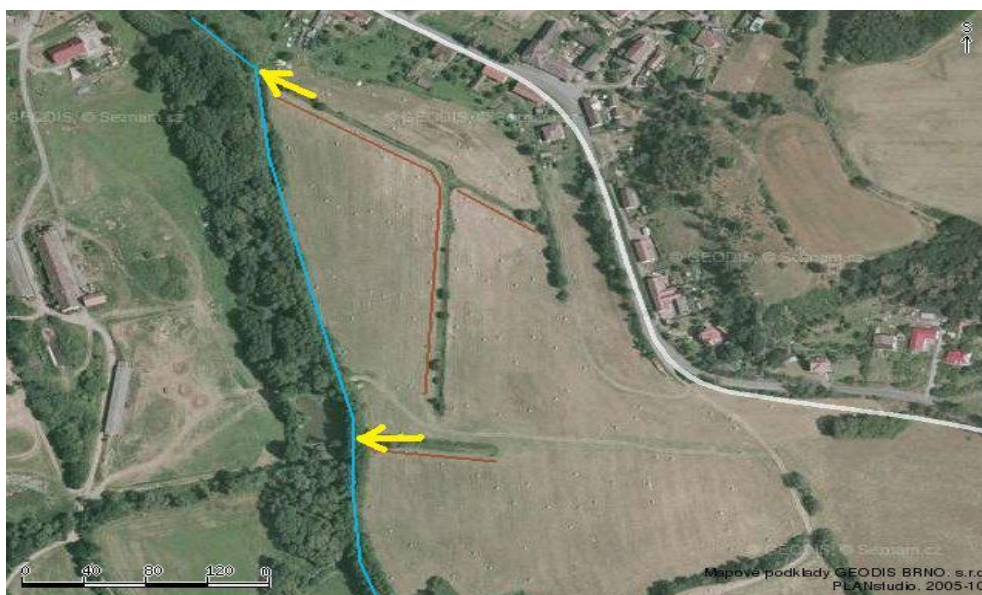
Námi řešené území se dle rozhodnutí Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí nachází v záplavovém území Janovického potoka. Po zadání potřebných dat bylo programem HEC – RAS stanoveno záplavové území, ze kterého vyplynulo, že v zastavěné části obce Václavice dochází k rozlivu vody při povodních vždy ve stejných místech a zpravidla dochází ke stejným potažmo obdobným škodám na majetku. A tak je v daném případě zapotřebí položit si otázku, zda by mělo význam budovat, ve většině případů z ekonomického pohledu nákladné protipovodňové opatření, když při nejhorších záplavách v novodobé historii obce Václavice v roce 2006 vznikly minimální materiální škody.

Problematika povodní v námi řešeném úseku nebyla do současné doby více méně řešena vůbec. Proto jsem v rámci zpracování této Diplomové práce navštívil starostu obce Václavice, p. Zdeňka Votrubu.

11.1. Slovo starosty obce

Z provedené vzájemné konzultace na zpracovávanou problematiku s panem starostou obce Václavic Zdeňkem Votrubou bylo zjištěno, že z historického hlediska byl první větší zásah do Janovického potoka proveden kolem r. 1970, kdy byla provedena Vodohospodářskou správou meliorace říčního koryta mezi ř.km 9 až ř.km 7. Avšak od té doby se říční koryto v k.ú. obce žádným způsobem neudrzuje, a proto se řečiště v současné době nachází ve velmi zanedbaném stavu.

V následných letech se před obcí, na ř.km 7,5 vybudovali meliorační příkopy a to jako protipovodňová opatření při příválových deštích. Při samotném budování však byly s výstavbou melioračních příkopů v dané lokalitě problémy z hlediska spádu. To se podařilo vyřešit celkově dvěma spády, přičemž jeden se nachází v těsné blízkosti jedné z nemovitostí, která je tímto každoročně vystavována možným záplavám.



obr. č. 21 Znáznornění melioračních příkopů se spádem do Janovického p.

(modrá barva – tok Janovického potoka, žlutá barva – spády do Janovického potoka
a hnědá barva – meliorační příkopy)

Dalším významným problémem z hlediska povodní jsou možné průsaky podzemních vod. To je v současné době také jeden z velkých neřešitelných problémů blízkého okolí Janovického potoka. Na druhou stranu samotné průsaky se většinou vyskytují v menším měřítku než lokální záplavy a ve většině případech dojde k prosáknutí podzemní vody na menší zatravněné plochy jako např. louky nebo zahrady apod.

V současné době se zdá být v dané lokalitě ještě jeden problém, a tím je zejména v jarních a letních obdobích růst vegetace v blízkém okolí řečiště, což má za následek zmenšování šíře koryta a tím pádem menšího průtoku vody. V rámci jednání zastupitelstva pak byl přijat návrh jednoho z místních občanů, který vzniklou situaci bude řešit pravidelnou údržbou.



obr. č. 22 Znáznornění vzrostlé vegetace v období letních měsíců

12. ZÁVĚR

Cílem této Diplomové práce bylo nastínit problematiku povodní, detailně popsat zájmové území Janovického potoka a popsat z technického pohledu možné úpravy vodních toků. V zájmovém území poté pomocí softwaru HEC – RAS stanovit záplavové území, nacházející se k.ú. obce Václavice.

Dalším cílem této diplomové práce po samotném výpočtu 100-leté vody (Q100) zjistit, zda jsou ohroženy stavby v blízkém okolí toku a zhodnotit, zda jsou tyto stavby vyhovující, popř. zda jsou tyto stavby nějakým způsobem ohroženy.

Z celkového pohledu známých výpočtů je úvodem nutné konstatovat, že při výpočtu hladiny Q100 nedojde k přelivu vody přes jak silniční most nacházející se na ř.km. 8,308, tak ani přes most nacházející se ve středu obce Václavic, na ř.km 7,029. Z tohoto pohledu je vyhovující i železobetonová lávka nacházející se ř.km 6,904. Z grafického pohledu, který je součástí přílohy této Diplomové práce je pak patrné, že nejbližše se voda při hladině Q100 ke konstrukci mostu dostane na ř.km 8,308 a to na úroveň 40 cm od spodní konstrukce mostu. Naopak most na ř.km 7,029 je z hlediska konstrukce ještě lépe konstruován, kdy při stejné hladině bude hladina vody od spodní konstrukce mostu ve vzdálenosti 70 cm.

Z hlediska ohroženosti objektů nacházející se v místech blízkých říčnímu toku Janovického potoka v úseku od ř.km 7,5 až po ř.km 6,8 bylo zjištěno, že objektů je při průtoku hladiny Q100 přímo ohroženo hned několik. Na druhou stranu ale bylo potvrzeno to, o čem jsme se přesvědčili při minulých povodních. A to je to, že ty nejbližší objekty jsou až na drobné výjimky zahrady, kde vznikají majitelům mnohdy žádné popř. zanedbatelné škody. Z celkem 11 ohrožených celoročně obydlených objektů bylo vyhodnocenými daty zjištěno, že se sice nacházejí v záplavovém území, ale samotné stavby jsou situovány tak, aby v případně povodní byly dostatečně ochráněny, tzn. byly vybudovány dostatečně nad hladinou Q100. Navíc ke škodám na majetku v obydlených oblastech dochází sporadicky. Jeden z objektů nacházející se na ř.km 7,1 je ohrožen i při dosažení hladiny Q 50, avšak tento je z hlediska konstrukce vybudován 25 cm nad hladinou 100-leté vody. O tomto výsledku jsme se navíc sami přesvědčili při povodních v roce 2006, kdy dle nastíněných fotografií (*viz Seznam obrázků – fotografie č. 12 – č. 14.*) je patrné, že průtok vody v námi zvoleném úseku byl srovnatelný s hladinou Q100 a k žádným škodám takřka nedošlo.

Z uvedeného vyplynulo, že na celém námi vybraném úseku Janovického potoka jsou záplavová území velmi dobře situována buď na neobhospodařované území, kde se ve většině případů nachází množství stromů, keřů a jiné vegetace a

pokud se vodní tok přibližuje k zastavěnému území obce Václavice, tak jsou zde vybudovány protipovodňové plochy – odstavné louky, na kterých se pak nachází neudržovaný travní porost.

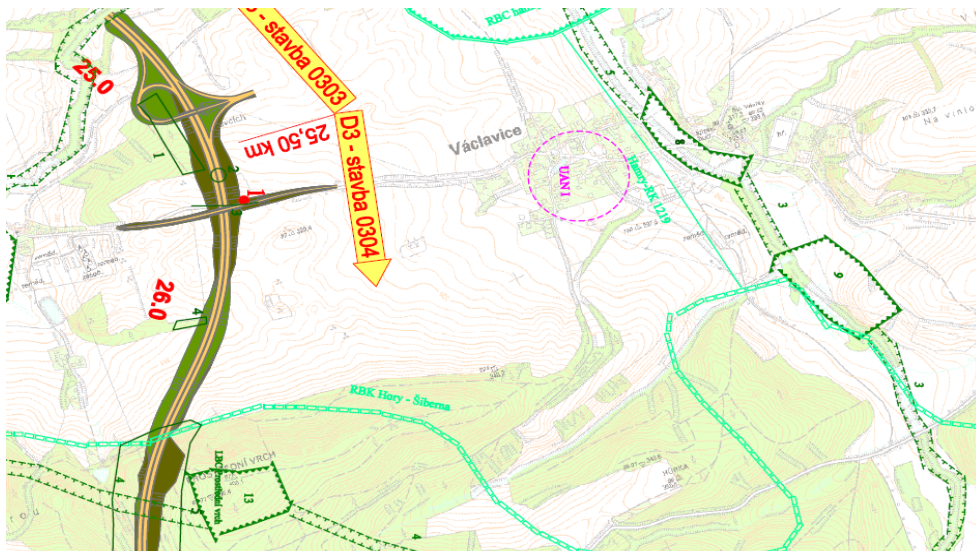
Závěrem lze shrnout, že i když obec Václavice se nachází v záplavovém území, tak už počátku samotného vzniku obce byla tato budována mimo záplavovou zónu Janovické potoka. Jako možné řešení předcházení možným byť minimálním škodám při povodních by se dalo předejít např. vybudováním vodního skluzu apod., tak jak bylo uvedeno v kapitole 10.

Dle mého názoru by však postačovala revitalizace vodního toku v úseku, procházející obcí Václavice spatřována v prohloubení a s tím spojené vyčištění říčního koryta. K tomuto by bylo vhodné provést rozšíření a zpevnění obou břehů. U tohoto způsobu je dále nutné konstatovat, že z možných návrhů je ekonomicky nejméně náročný.

Na druhou stranu je v daném případě na místě položit si otázku, zda by bylo nutné vůbec nějaká protipovodňová opatření přijmout, když jsme se sami přesvědčili, zejména při povodních v roce 2006, že obec Václavice je z hlediska protipovodňových opatření dobře připravena na „velkou vodu“.

12.1. Možný dopad výstavby dálnice D3 na stav vodního toku Janovického potoka

V závěru této diplomové práce bych rád nastínil ještě jeden možný problém, který může mít vliv na Janovický potok a tím je výstavba dálnice D3, v daném případě se to týká Západní a Východní varianty. V případě Janovického potoka je zásadnější západní varianta oproti východní, která se nachází od obce Václavice ve vzdálenosti 5 km, na rozdíl od západní varianty s možnou přípojkou, která se nachází 500 metrů od zastavěné části obce.



obr. č. 23 Nastínění Západní varianty dálnice D3

V rámci uvedeného projektu výstavby dálnice D3 byla zpracována EIA – posouzení vlivů na životní prostředí společností Pragoprojekt a.s./Sudop a.s. pro východní směr dálnice D3 a pro západní směr dálnice D3.

Proto se v dané kapitole budu věnovat té Západní variantě, která je v bezprostřední blízkosti obce Václavice. Ze samostatné dokumentace vyplynulo, že z hlediska povrchových vod bude v době výstavby dálnice D3 zvýšen svod povrchových vod do řeky Sázavy o 0,03 % z celkového odtoku z povodí za průměrný rok. Samotné odvodnění ze stavby bude pak řešeno pomocí dešťové kanalizace a pomocí otevřených příkopů v zářezu. Srážkové vody z přilehlých povodí pak nebudou zaústěny do kanalizace, ale budou zachytávány do silničních příkopů a odváděny do nejbližších recipientů.

Z hlediska podzemních vod bylo zjištěno, že v okolí obce Václavice by stavba neměla mít vliv na složení podzemní vody. Bylo však doporučeno sledování hladin ve studnách a provedení hydrogeologického průzkumu k upřesnění hydrogeologické situace.

Poblíž Janovického potoka, ve stanoveném záplavovém území obce Václavice bude v přes nedaleké údolí provedeno přemostění 9-polovým mostem, kdy v samotném záplavovém území bude celkem 7 mostních pilířů. Pro navrhovaný most však bude nutné provést hydrotechnické posouzení ovlivnění hladin při povodňových průtocích.

13. SEZNAM LITARATURY

- Balvín, P. & kol., **Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích**, Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, Praha 2009, 91s.
- Brázdil, R. & kol., 2005: **Historické a současné povodně v České republice**. Masarykova Univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze, Brno – Praha, 369s., ISBN 80-210-3864-0.
- Čamrová, L., Jílková, J. & kol., 2006: **Povodně v území – institucionální a ekonomické souvislosti**. IREAS, Institut pro strukturální politiku, o.p.s., 172s., ISBN 80-7379-000-9.
- ČSN, 1975: **Názvosloví v hydrologii**. Československá státní norma 73 6511, Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha, 154s.
- ČSN, 1983: **Názvosloví v hydrologii**. Československá státní norma 73 6530, Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha, 96s.
- dokumentace EIA pro záměr: **Dálnice D3 „Středočeská“ – oznámení dle zákona č. 100/2001 Sb., o posouzení vlivů na životní prostředí**, Sudop Praha a.s./Pragoprojekt a.s., 2007, 391s.
- Chamout, L. a Skála, P., 2003: **Základy geodezie**. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a enviromentální, 131s., ISBN 80-213-1051-0.
- Kovář, M., 2004: **Ochrana před povodněmi**. Triton, Praha, 100s., ISBN 80-7254-499-3.
- Kovář, P., 1988: **Úpravy toků**. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agronomická, 150s.

- Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí: **Stanovení záplavového území Janovického potoka**, Č.j.: 31472/2005/OŽP ze dne 18.5.2005.
- Ministerstvo životního prostředí, 1997: **Povodňové plány**, Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 2937, Praha, 34s.
- Odborná publikace **Ochrana přírody č. 4/2009 a 6/2010**, autor článku Tomáš Just
- Patera, A. & kol., 2002: **Povodně: prognózy, vodní toky a krajina**. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 436s., ISBN 80-01-02561-6.
- PŘÍRODA – zpravodajský portál [online]. CZ [cit. 16.3. 2011]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.priroda.cz> publikován dne 6. června 2006
- **Souhrnná technická zpráva** Povodí Vltavy, státní podnik, GEFOS a.s., 2004, 14s.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS, Hydrlogic Engineering Center: **HEC-RAS Hydraulice Reference Manual** [online]. USA. [cit. 10.1. 2010]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/hecras-documents.html>.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS, Hydrlogic Engineering Center: **HEC-RAS Hydraulice Reference Manual**. KTI & AquaLogic, leden 2004, česká verze, 21s.
- Václavické listy, svazek I, číslo 7 ze dne 21. srpna 2010.
- www.mapy.cz
- www.cuzk.cz

- **Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákona).** Praha, 2003.
- Západočeská univerzita v Plzni, katedra Archeologie: **Meteorologické extrémy a povodně v České republice**, Brázdil, R., Sborník České geografické společnosti - ročník 107, Plzeň 2002. [online]. CZ [cit. 15.2. 2011].
Dostupné z World Wide Web: <http://www.kar.zcu.cz/texty/Brazdil2002.htm>

14. SEZNAM OBRÁZKŮ

- [1] Znázornění zájmového území Janovického potoka
- [2] Silniční most nacházející se na ř.km 8,308
- [3] Silniční most nacházející se na ř.km 7,029
- [4] Železobetonová lávka nacházející se na ř.km 6,904
- [5] Povodně z roku 2006 (v pravém horním rohu ČOV po přívalových deštích)
- [6] Schéma 1D matematického modelu úseku říčního toku
- [7] Mapa rychlostí proudění (a) a úrovní hladiny (b) pomocí 2D modelu
- [8] Grafické znázornění příčného profilu s vymezením levého a pravého břehu společně se zadanými hodnotami
- [9] Zadané příčné profily znázorněné na podkladové turistické mapě
- [10] Zadané příčné profily znázorněné bez podkladové turistické mapy
- [11] Výsledné zobrazení zadaného objektu (silničního mostu) do programu Hec – Ras
- [12] Zobrazený zadaný objekt mezi příčnými profily
- [13] Výsledné zobrazení po zadání všech příčných profilů a objektů na vybraném úseku Janovického potoka na podkladové mapě
- [14] Znázornění uloženého projektu před zadáním výpočtu
- [15] Potvrzující okno po celkových výpočtech
- [16] Vypočítaná hladina Q 1 se znázorněním záplavového území

- [17] Vypočítaná hladina Q 10 se znázorněním záplavového území
- [18] Vypočítaná hladina Q 50 se znázorněním záplavového území
- [19] Vypočítaná hladina Q 100 se znázorněním záplavového území
- [20] Znázornění hladin příčného profilu ř.km 9,245 s jednotlivými N-letými průtoky
- [21] Znázornění melioračních příkopů se spádem do Janovického p.
- [22] Znázornění vzrostlé vegetace v období letních měsíců
- [23] Nastínění Západní varianty dálnice D3

15. SEZNAM PŘÍLOH

- [1] - [9] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 9,2 až ř.km 6,0

- [10] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km.7,3)
nacházející se před obcí Václavice

- [11] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km 7,1)
nacházející se u silničního mostu v obci Václavice

- [12] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km 6,9)
nacházející se za železobetonovou lávkou na konci obce Václavice

- [13] - [16] Zobrazení podélného profilu pro hladiny Q1, Q10, Q50 a Q100

- [17] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308
pro hladinu Q1

- [18] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za
objektem pro hladinu Q1

- [19] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308
pro hladinu Q10

- [20] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za
objektem pro hladinu Q10

- [21] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308
pro hladinu Q50

- [22] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za
objektem pro hladinu Q50

- [23] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308
pro hladinu Q100

- [24] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za

objektem pro hladinu Q100

- [25] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q1
- [26] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q1
- [27] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q10
- [28] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q10
- [29] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q50
- [30] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q50
- [31] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q100
- [32] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q100
- [33] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q1
- [34] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q1
- [35] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q10
- [36] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za

objektem pro hladinu Q10

[37] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q50

[38] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q50

[39] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q100

[40] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q100

[41] - [44] Kompletní grafické znázornění v 1D pohledu celého zájmového území Janovického potoka pro hladinu Q1, Q10, Q50 a Q100

[45] Znázornění záplavového území na podkladové mapě pro hladinu Q1, Q10, Q50 a Q100



[1] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 9,2



[2] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 8,8



[3] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 8,5



[4] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 8,0



[5] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 7,5



[6] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 7,1



[7] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 6,7



[8] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 6,4



[9] Fotodokumentace říčního toku na ř.km 6,0



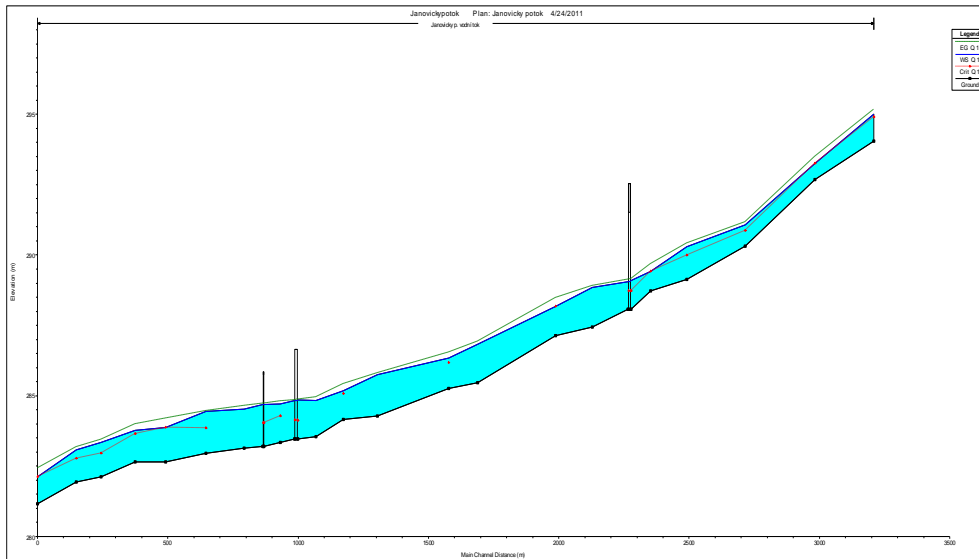
[10] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km 7,3) nacházející se před obcí Václavice



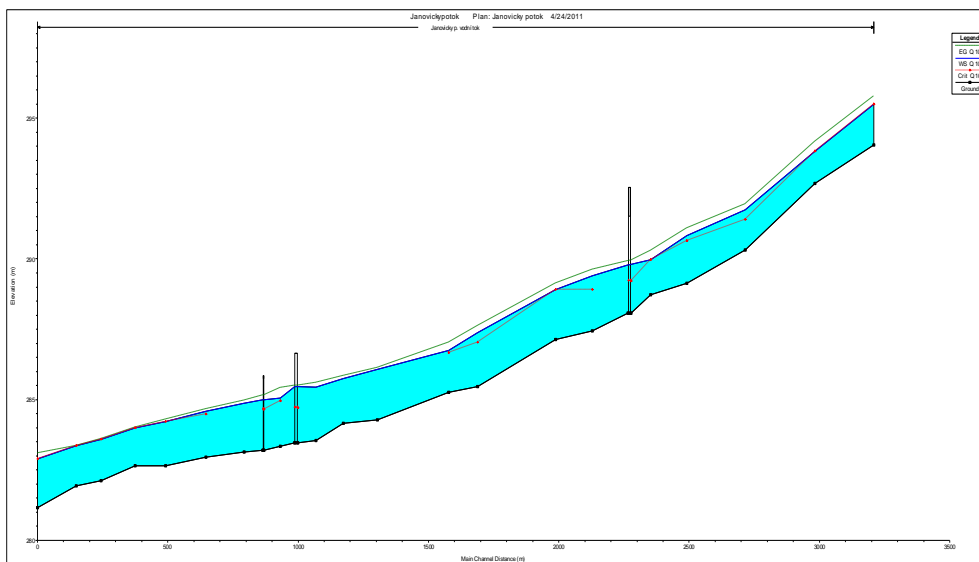
[11] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km 7,1) nacházející se u silničního mostu v obci Václavice



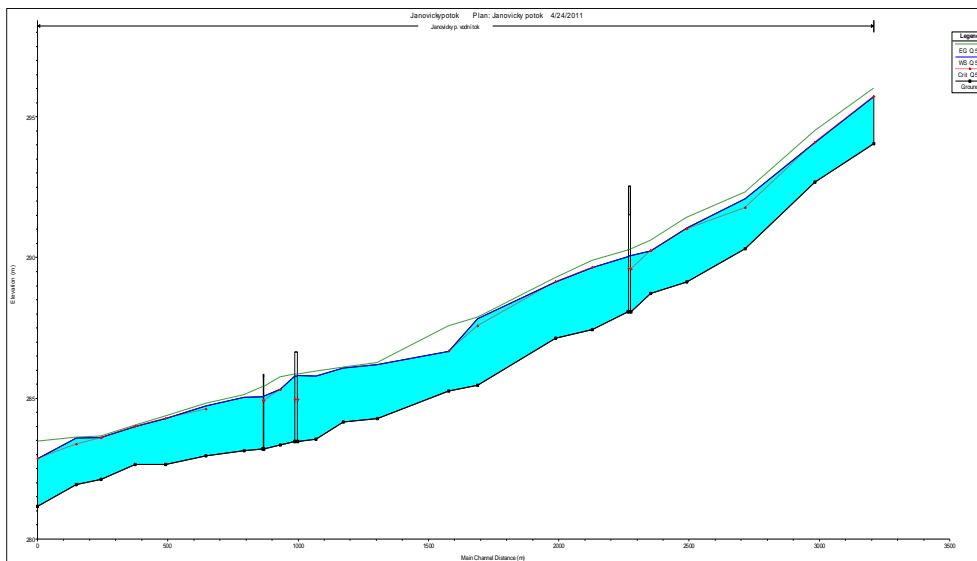
[12] Vzniklé záplavy v r. 2006 na území Václavic (úsek na ř.km 6,9) nacházející se za železobetonovou lávkou na konci obce Václavice



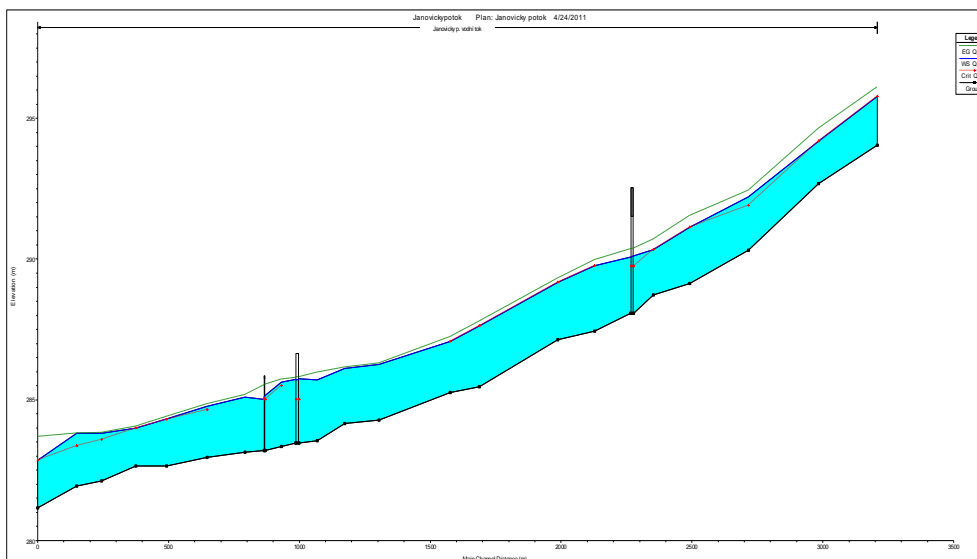
[13] Q 1 podélný profil



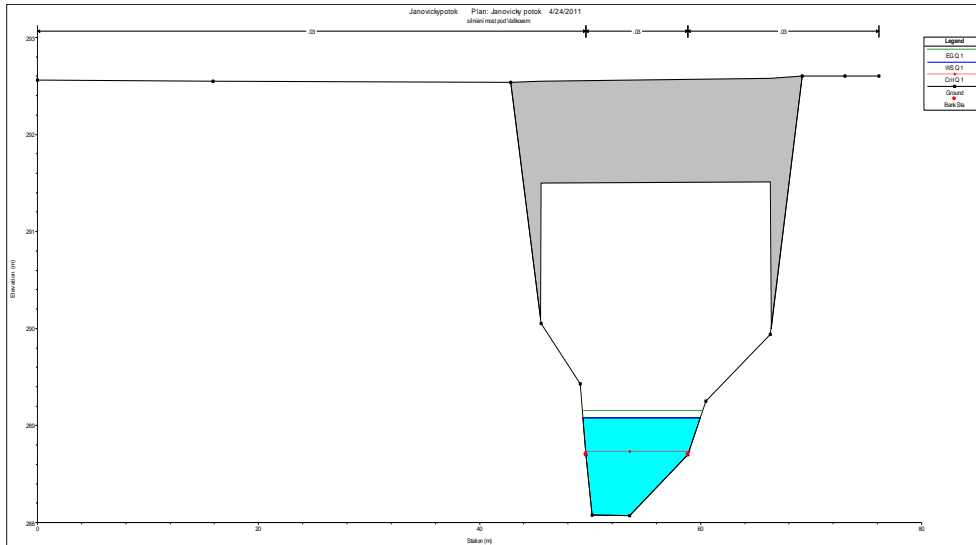
[14] Q 10 podélný profil



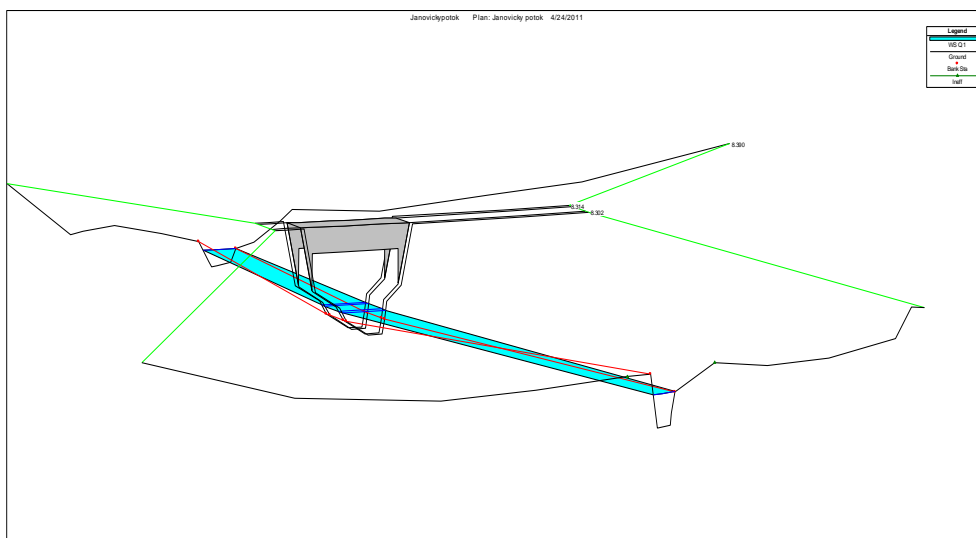
[15] Q 50 podélný profil



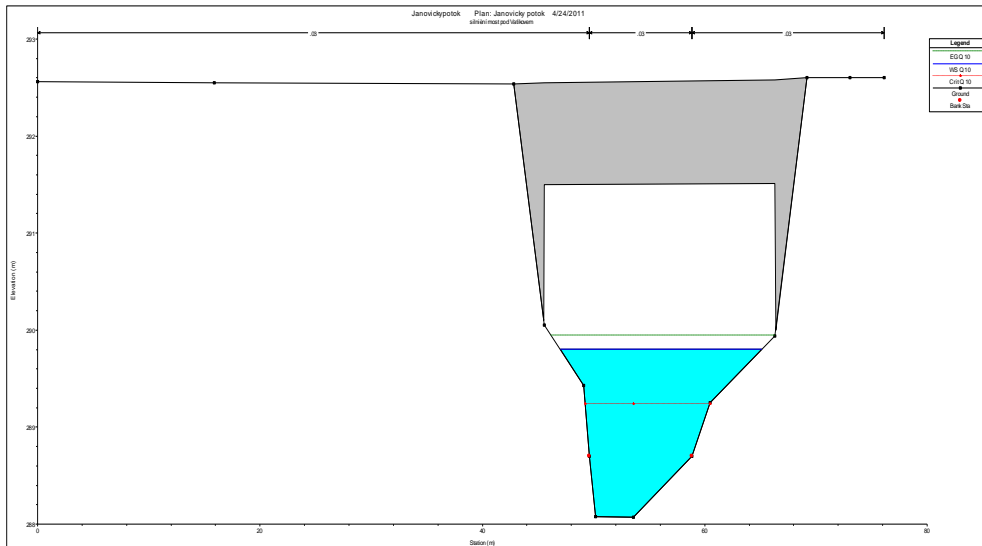
[16] Q 100 podélný profil



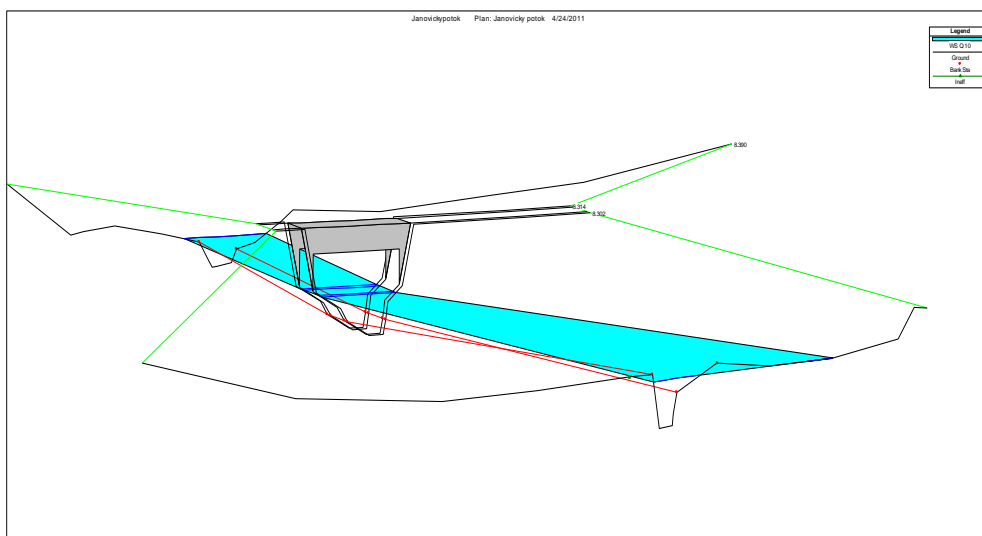
[17] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308 pro hladinu Q1



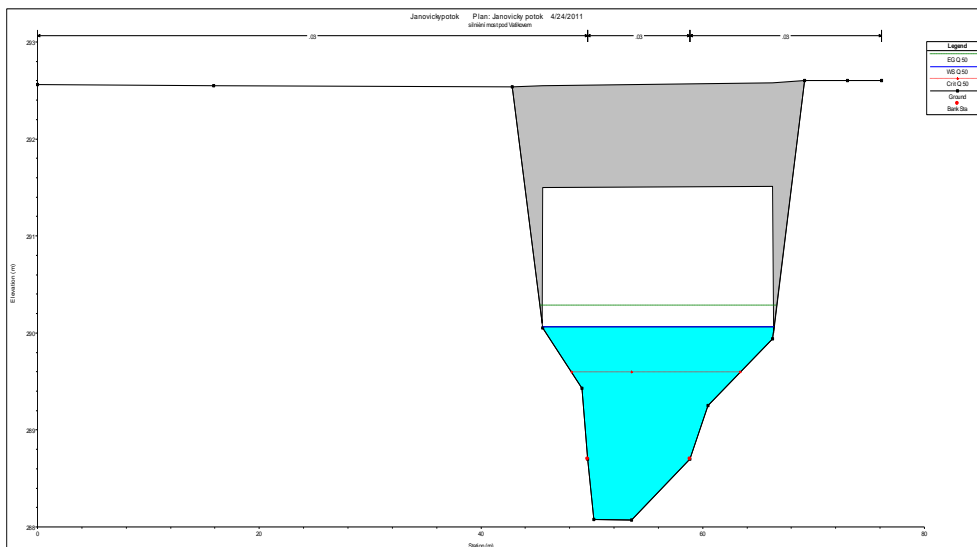
[18] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q1



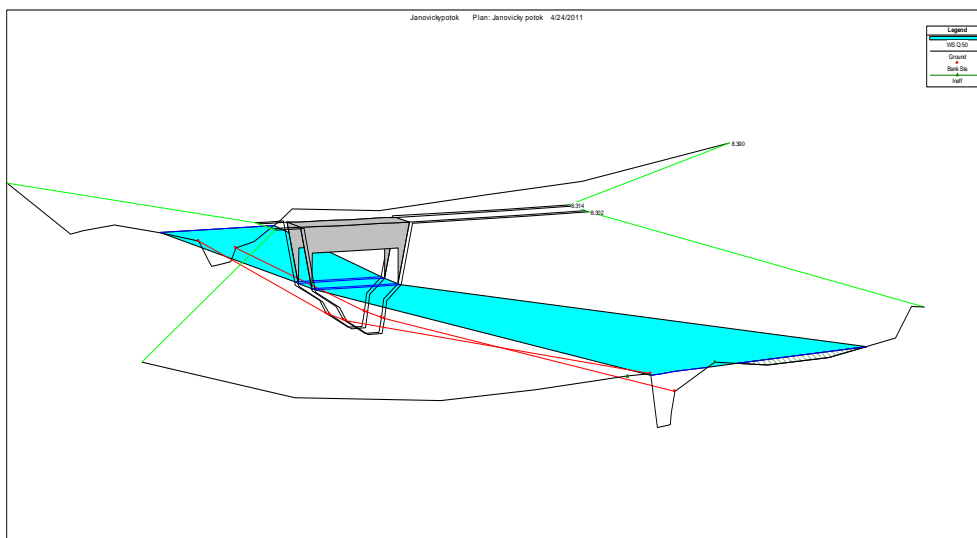
[19] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308 pro hladinu Q10



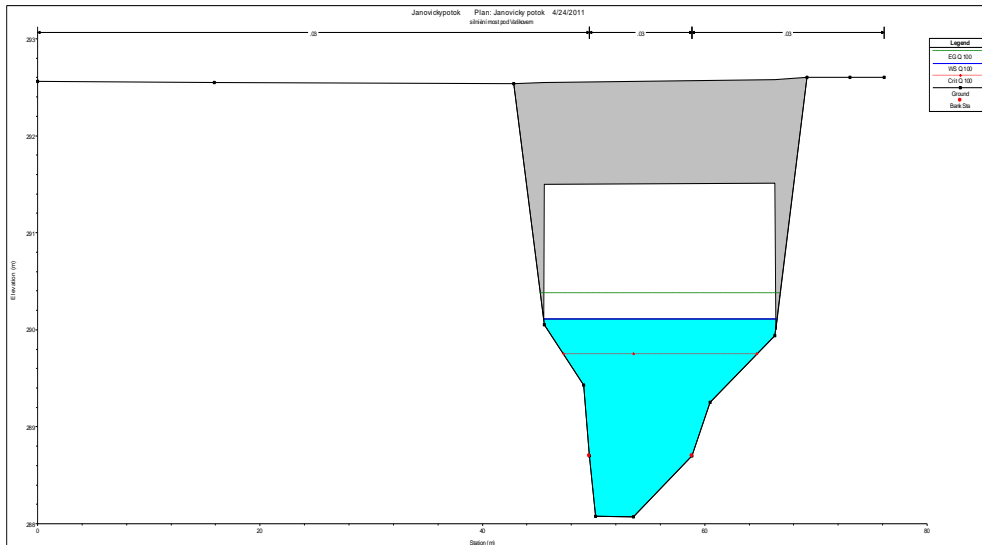
[20] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q10



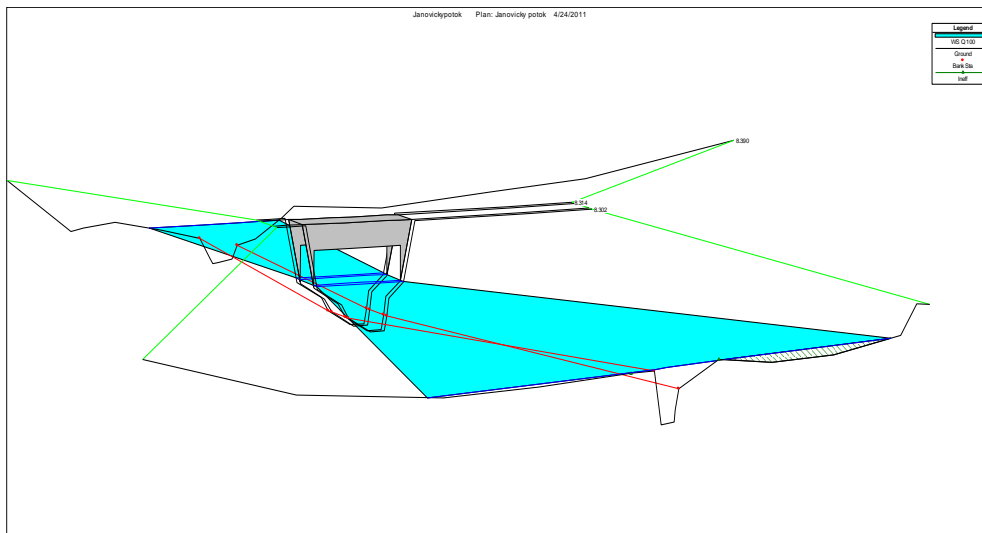
[21] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308 pro hladinu Q50



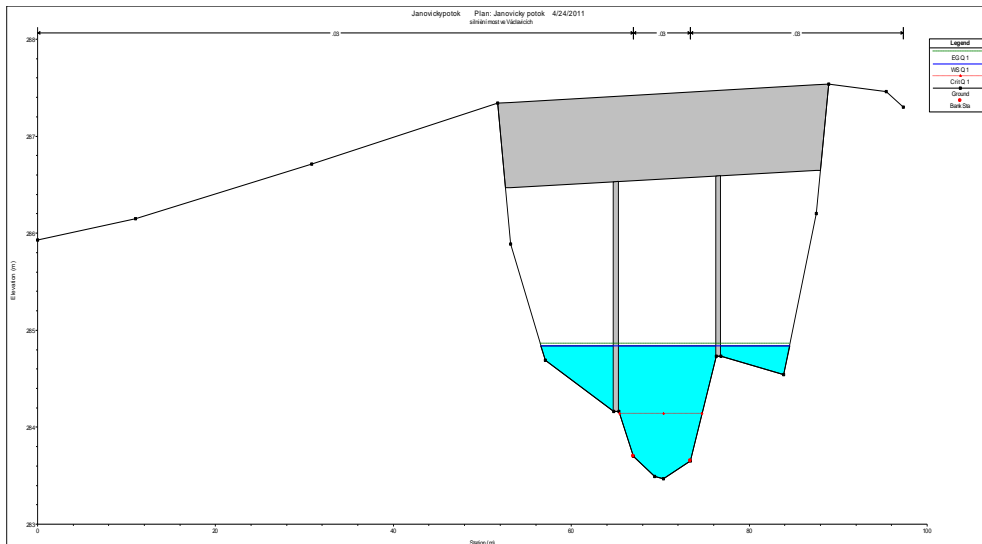
[22] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q50



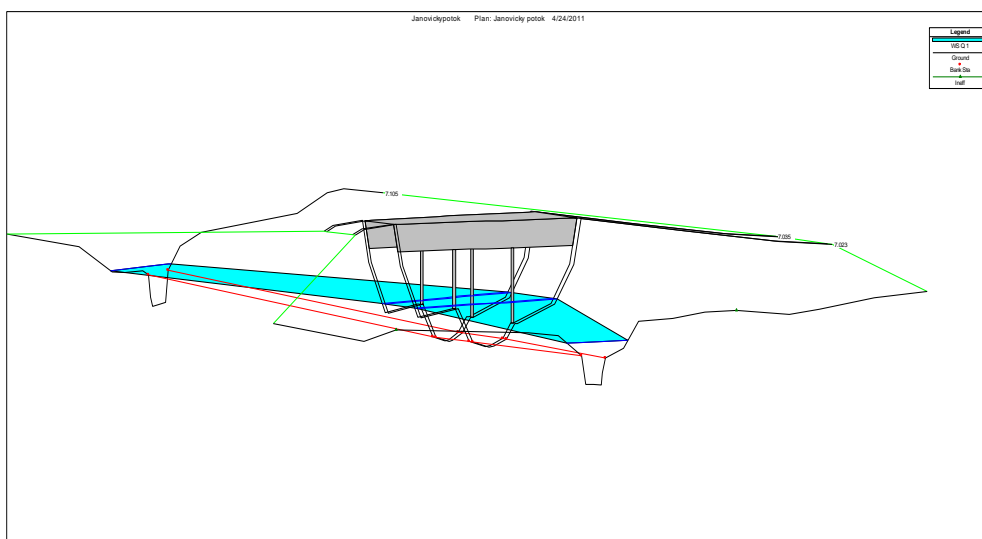
[23] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 8,308 pro hladinu Q100



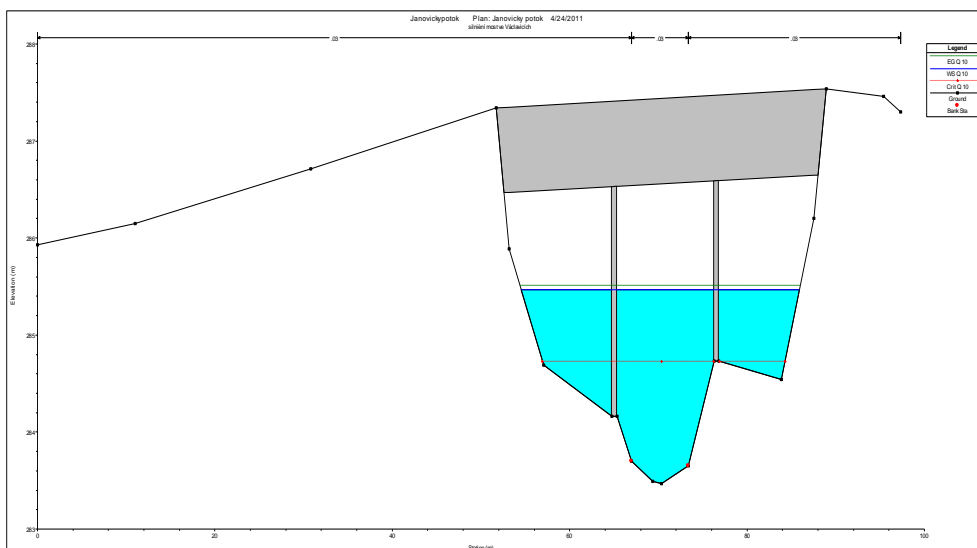
[24] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q100



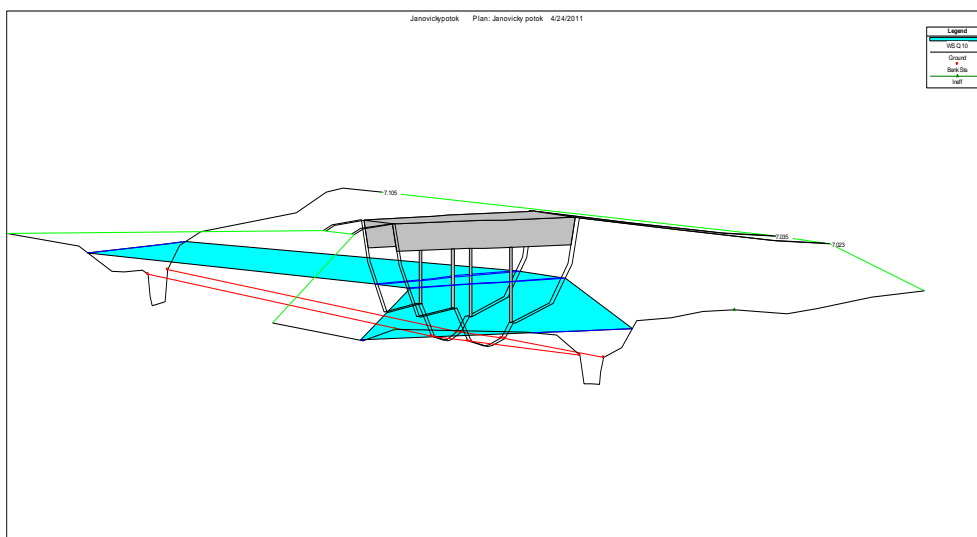
[25] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q1



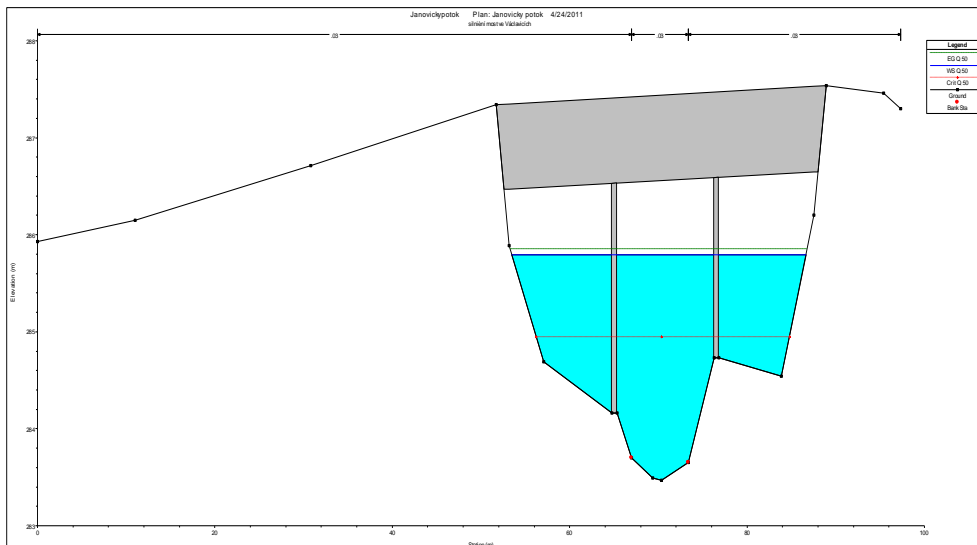
[26] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q1



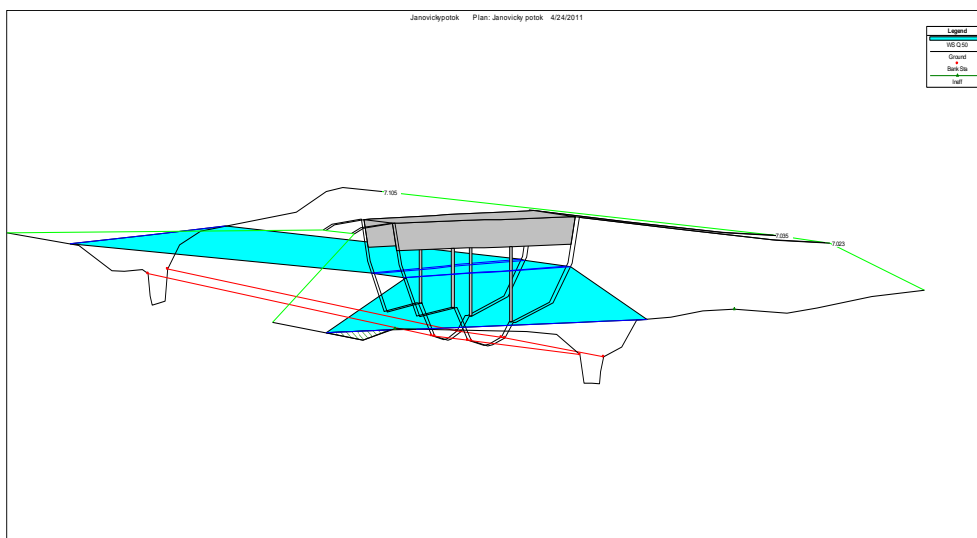
[27] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q10



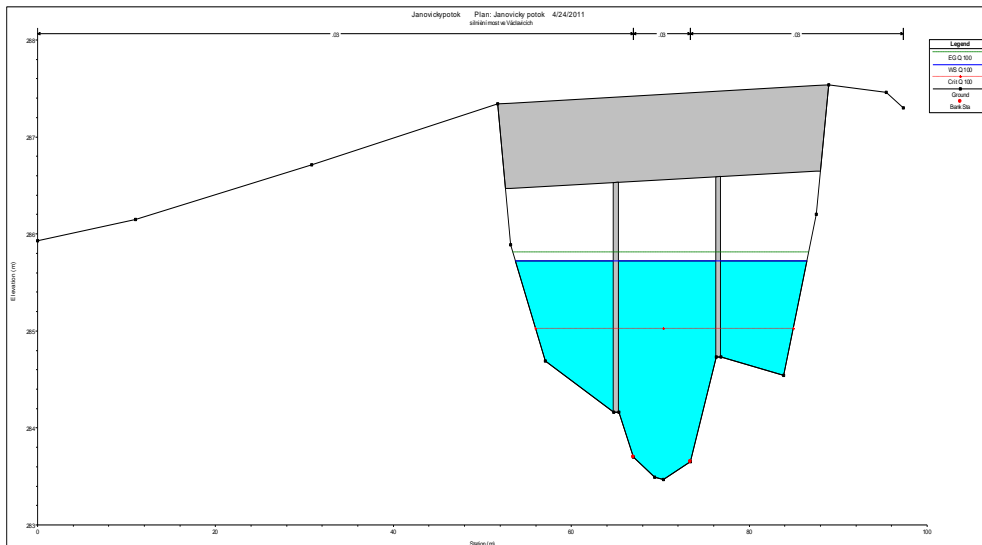
[28] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q10



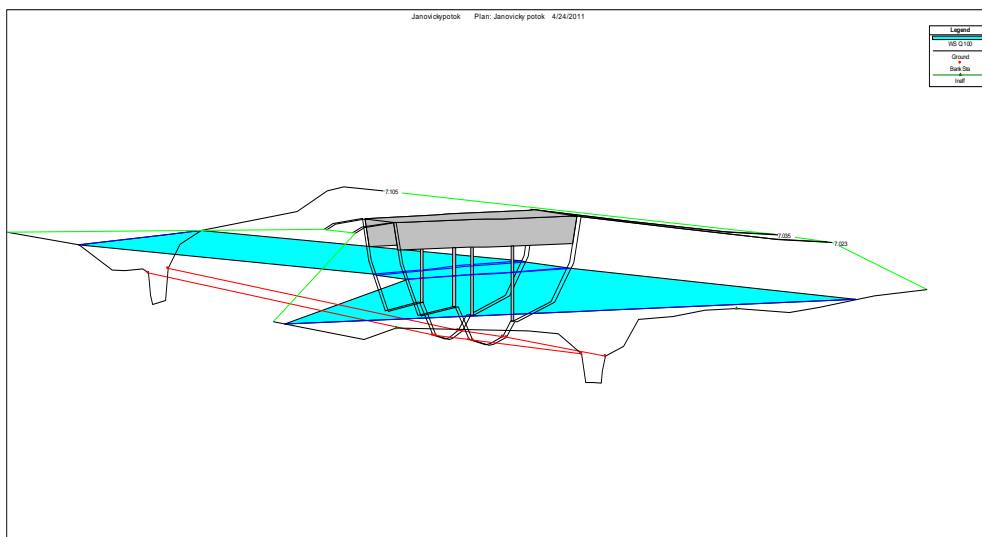
[29] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q50



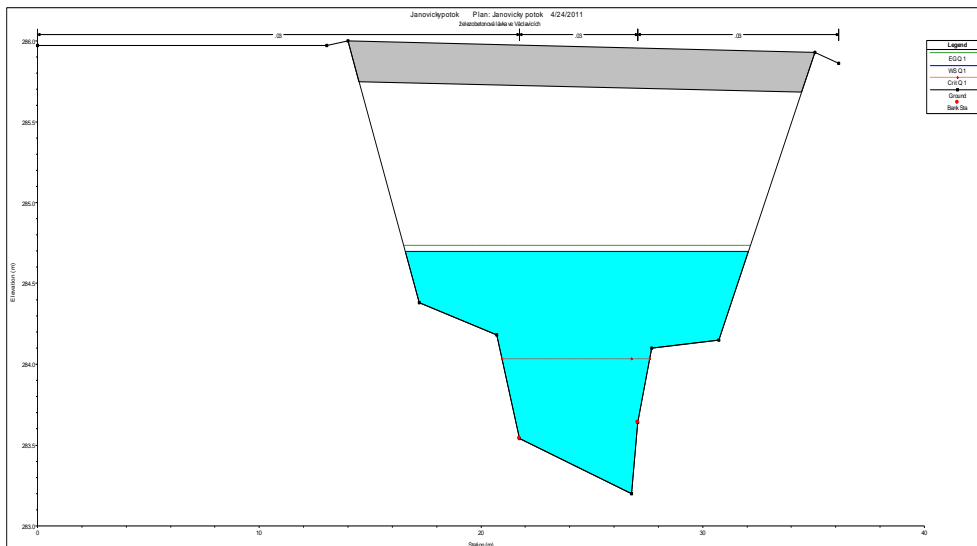
[30] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profilem před a za objektem pro hladinu Q50



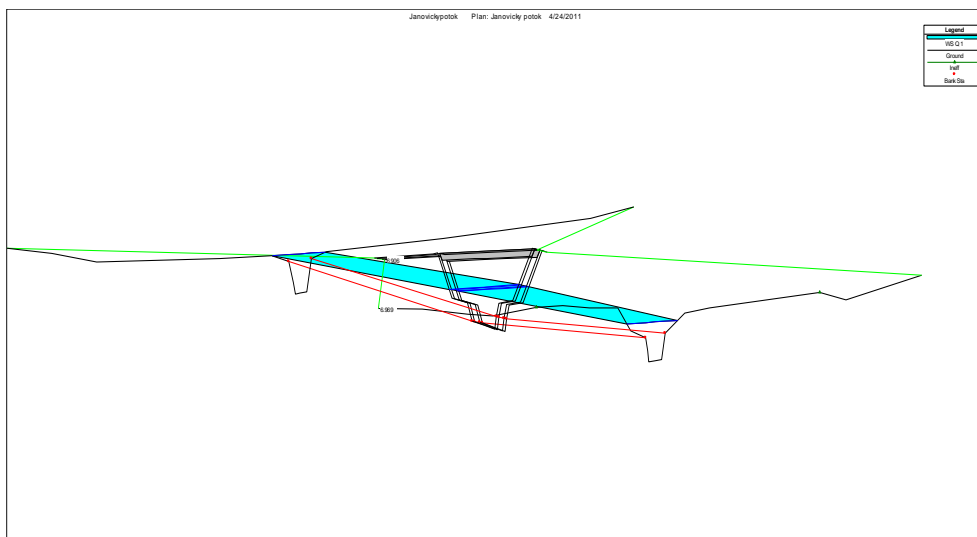
[31] Grafické znázornění příčného profilu silničního mostu na ř.km 7,029 pro hladinu Q100



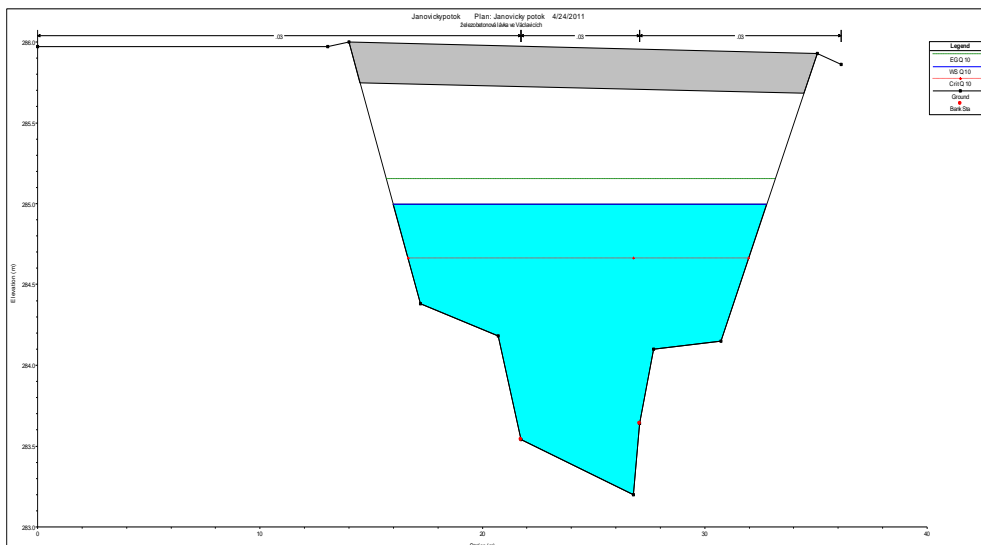
[32] Grafické znázornění silničního mostu s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q100



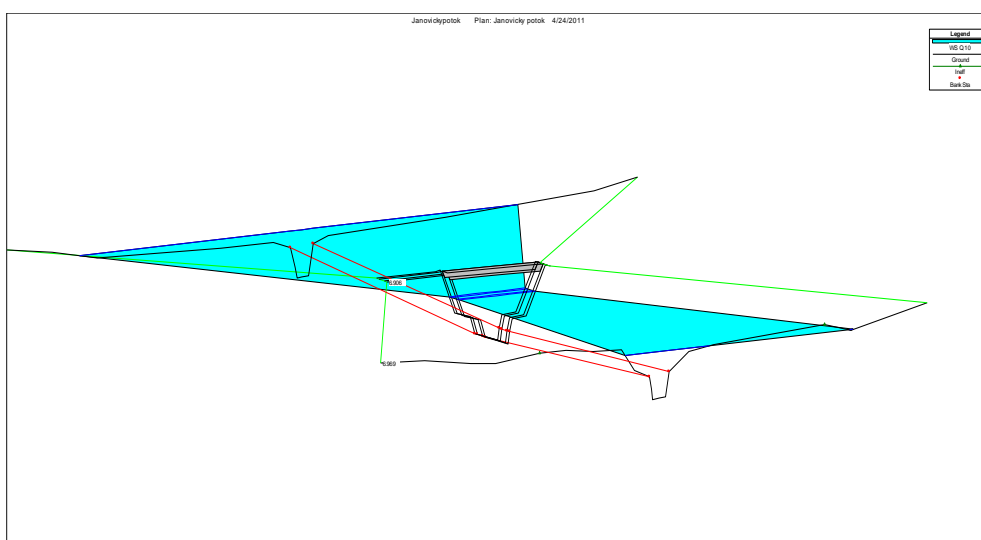
[33] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q1



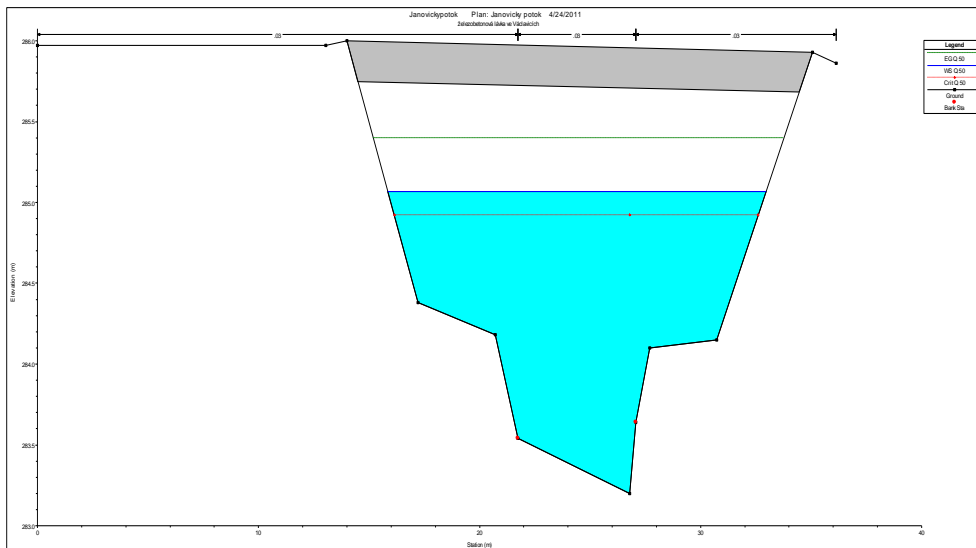
[34] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q1



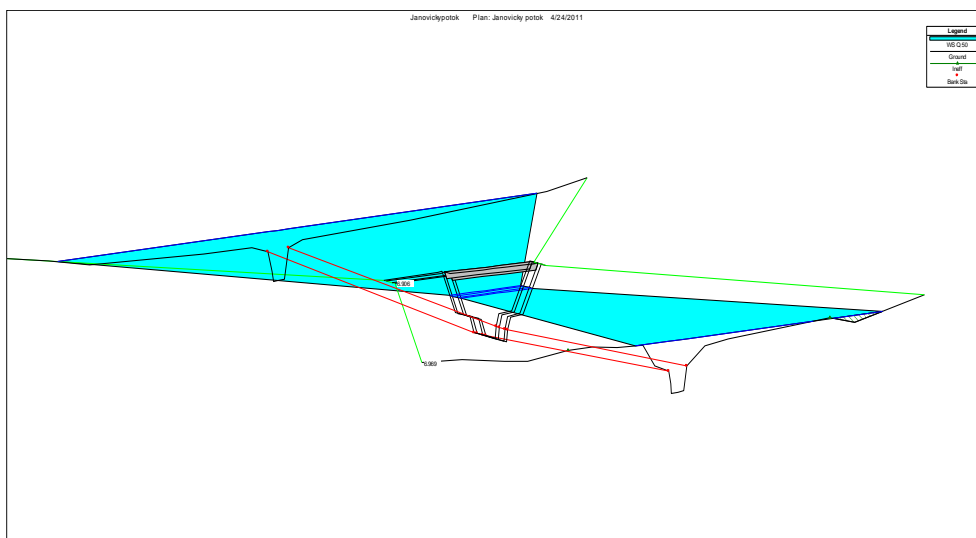
[35] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q10



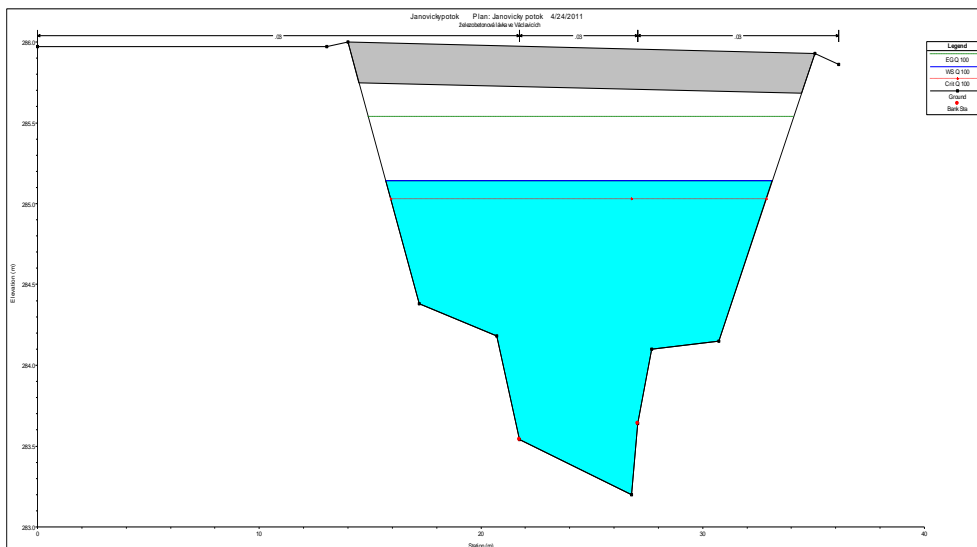
[36] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q10



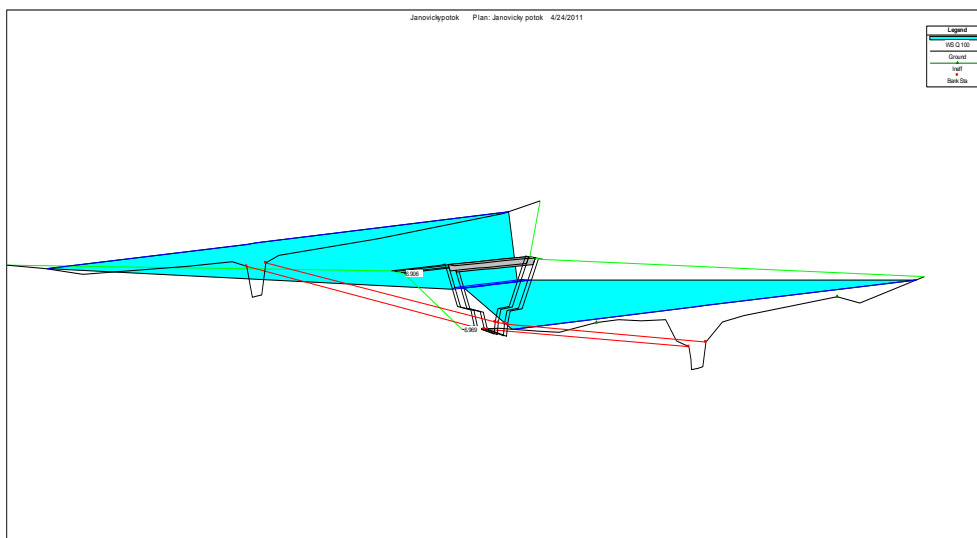
[37] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q50



[38] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q50

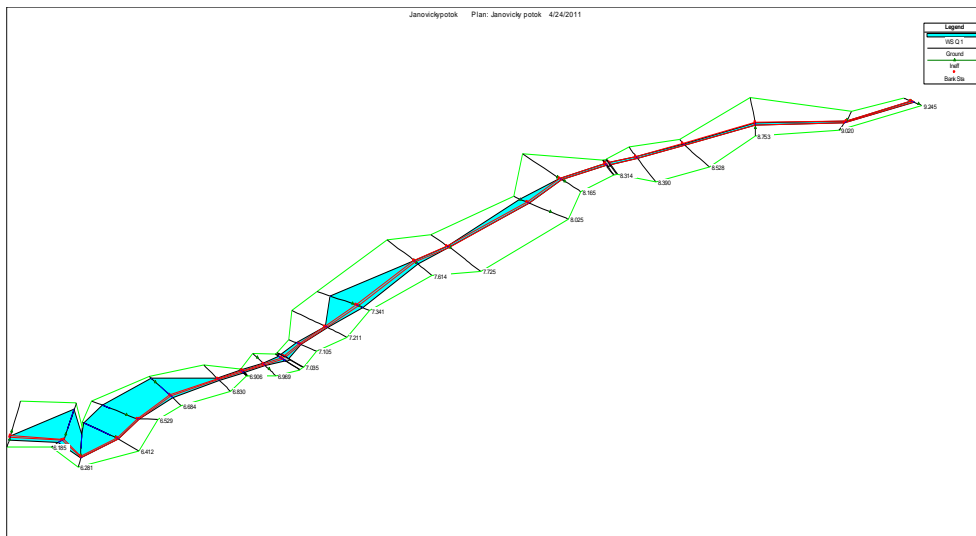


[39] Grafické znázornění příčného profilu železobetonové lávky na ř.km 6,904 pro hladinu Q100

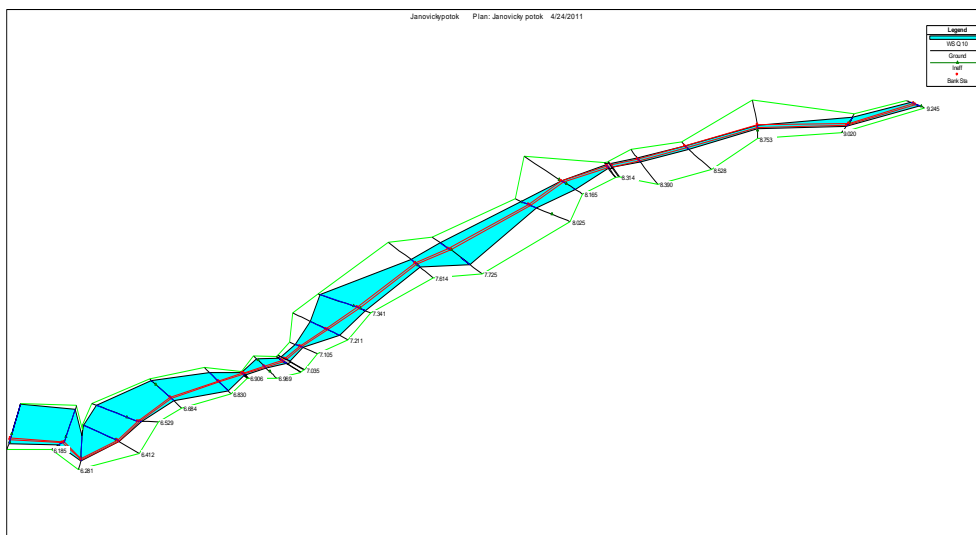


[40] Grafické znázornění železobetonové lávky s příčnými profily před a za objektem pro hladinu Q100

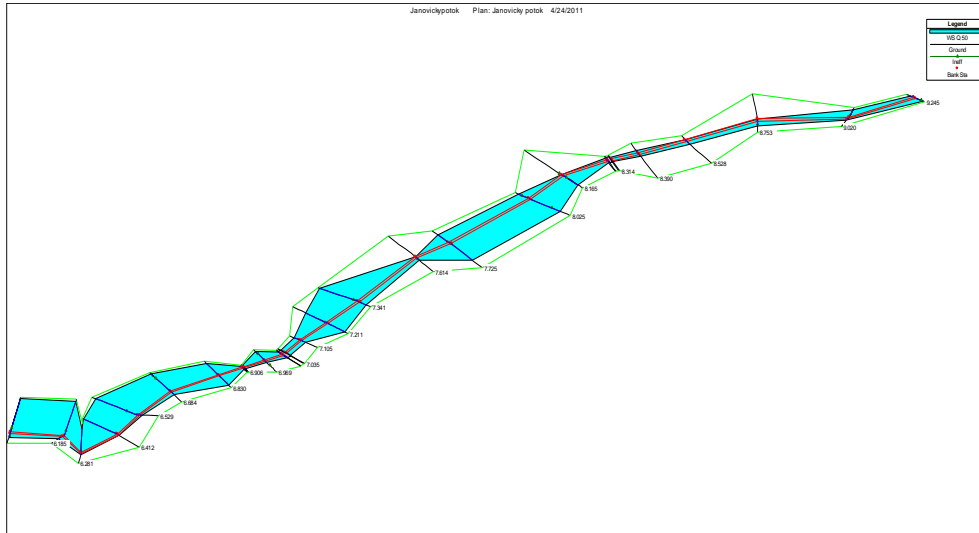
[41] - [44] Kompletní grafické znázornění v 1D pohledu celého zájmového území Janovického potoka pro hladinu Q1, Q10, Q50 a Q100



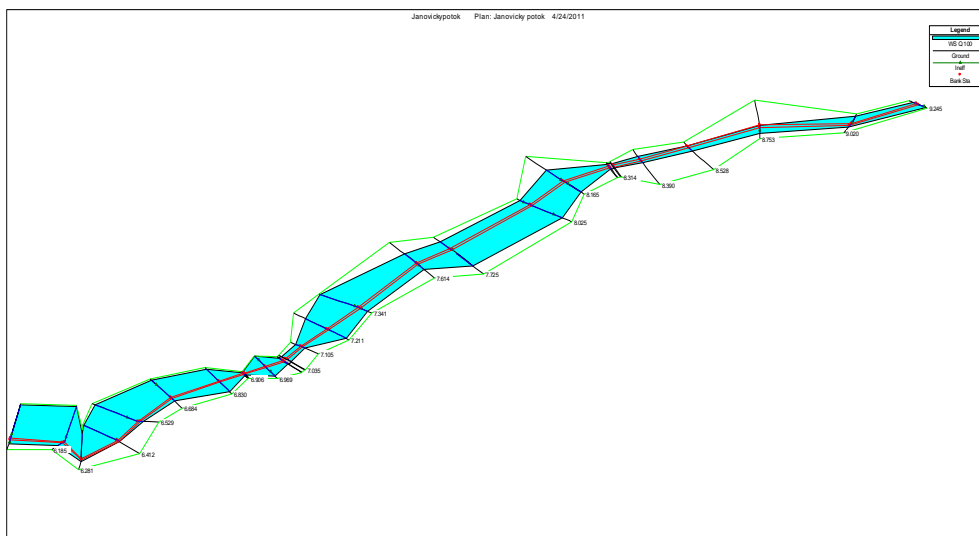
[41] hladina Q 1



[42] hladina Q 10



[43] hladina Q 50



[44] hladina Q 100

[45] Z kapacitních důvodů je záplavového území na podkladové mapě pro hladinu Q1, Q10, Q50 a Q100 součástí pouze vtištěné verze.