

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Hydrotechnické posouzení vodního toku Mnichovka na území obce Senohraby

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala: Bc. Johana Málková

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

Studijní program: Krajinné inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

Zadání DP

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství uvedených v seznamu literatury na konci této práce. Souhlasím se zveřejněním práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

.....
V Praze dne

.....
Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Radku Roubovi Ph. D. za odborné vedení a cenné informace ke zpracování práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Endlicherovi ze státního podniku Povodí Vltavy, Ing. Zdeňce Vilhelmové z oddělení hydrologie ČHMÚ a starostovi obce Senohraby Ing. Pavlu Pangráci za poskytnutí podkladových dat.

Důležité poděkování patří i mé rodině, která mě podporovala po celou dobu studia a také Davidovi, Vojtovi a Zdendovi za neocenitelnou pomoc při geodetickém měření a technickou pomoc při práci v programech.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hydrotechnickou situací vodního toku Mnichovka a to konkrétně v katastrálním území obce Senohraby. V úvodních kapitolách jsou rozlišeny různé druhy povodní a jejich příčiny, popis protipovodňových opatření a rozdělení hydrologických modelů, které se používají k tvorbě a testování návrhů protipovodňových opatření a modelaci povodňových situací.

V druhé části práce se čtenář seznamuje se zájmovým územím, charakteristikou přírodních a hydrologických poměrů. Je zde popsána práce v modelu HEC-RAS, ve kterém je provedena simulace průtoků na toku Mnichovka. Na závěr jsou uvedena opatření, která vedou ke zlepšení situace při povodních. Součástí práce jsou mapové výstupy z programu HEC-RAS.

Klíčová slova:

Povodně, protipovodňová ochrana, Mnichovka, HEC-RAS, průtok, vodní tok

Abstract

This thesis deals with hydro-technical situation of watercourse Mnichovka, particularly in cadastral area of municipality Senohraby. Introductory chapters are focused on different types of local floods and their causes, flood protection measures and division of hydrological models used to model of flood events and technical countermeasure designs proposals.

Second part of the thesis familiarizes the reader with the area of interest, nature and hydrological conditions. After that follow the methods of works in HEC-RAS modeling software used to simulate flow rates on the Mnichovka watercourse. On the final part of the thesis are listed the measures leading to the flood situation improvement. The annex contains the map outputs from this software.

Keywords:

flood, flood protection, Mnichovka, HEC-RAS, discharge, water flow

1. Úvod	- 9 -
2. Cíl práce	- 10 -
3. Metodika	- 11 -
4. Co to jsou povodně	- 12 -
4.1. Rozdělení povodní.....	- 13 -
4.1.1. Letní nebo zimní povodně způsobené déletrvajícými regionálními srážkami	- 13 -
4.1.2. Letní povodně způsobené přivalovými srážkami	- 13 -
4.1.3. Povodně způsobené táním sněhové pokrývky	- 14 -
4.1.4. Zimní povodně	- 14 -
4.1.5. Zvláštní povodně.....	- 14 -
4.2. Intravilán a povodně	- 14 -
5. Protipovodňová opatření	- 15 -
5.1. Technická opatření	- 15 -
5.2. Přírodě blízká opatření	- 16 -
5.2.1. Revitalizace v ochraně před povodněmi.....	- 16 -
5.3. Řízení protipovodňové ochrany	- 21 -
5.3.1. Hlásná a předpovědní služba.....	- 21 -
5.3.2. Stupně povodňové aktivity	- 23 -
6. Předpovědi v minulosti a dnes	- 24 -
7. Hydrologické modely	- 25 -
7.1. Matematické modely.....	- 25 -
7.2. Rozdělení podle účelu modelu.....	- 25 -
7.2.1. Srážko-odtokový model.....	- 26 -
7.2.2. Hydrodynamické modely	- 26 -
7.2.3. Modely jakosti vody.....	- 26 -
7.2.4. Modely erozní činnosti	- 27 -
7.3. Rozdělení podle přístupu k prostorové schematizaci	- 27 -
7.3.1. Jednorozměrné a pseudodvourozměrné.....	- 27 -
7.3.2. Dvourozměrné a kvazitřirozměrné	- 28 -
7.3.3. Třirozměrné	- 28 -
7.4. Charakteristiky vybraných modelů	- 28 -
7.4.1. DesQ-MaxQ.....	- 28 -
7.4.2. HEC-HMS	- 29 -
7.4.3. HEC-RAS.....	- 29 -
7.4.4. HYDROCHECK	- 30 -

7.4.5. SIMCAT	- 30 -
7.4.6. AGNPS	- 30 -
7.5. Vstupní data do modelů.....	- 31 -
7.5.1. Srážky.....	- 31 -
7.5.2. Pevné srážky	- 31 -
7.5.3. Teplota vzduchu.....	- 32 -
7.5.4. Vodní stavy a průtoky.....	- 32 -
7.5.5. Vodní nádrže	- 32 -
8. Charakteristika zájmového území	- 33 -
8.1. Místní poměry.....	- 33 -
8.2. Hydrologické poměry.....	- 34 -
8.2.1. Charakteristika povodí	- 34 -
8.3. Hydrologické údaje	- 35 -
8.4. Geomorfologie území	- 37 -
8.5. Klimatické poměry	- 37 -
8.6. Aktuální situace v Senohrabech.....	- 37 -
9. Hydrotechnické posouzení zájmového území.....	- 41 -
9.1. Základní nastavení	- 44 -
9.2. Geometrická data a schematizace říční sítě	- 45 -
9.2.1. Zadávání příčných profilů.....	- 46 -
9.3. Objekty na toku.....	- 48 -
9.4. Okrajové podmínky.....	- 51 -
9.5. Výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění.....	- 53 -
9.6. Presentace výsledků.....	- 53 -
10. Výsledky.....	- 54 -
11. Diskuse a závěr	- 60 -
12. Seznam literatury	- 61 -
12.1. Internetové zdroje	- 63 -
13. Přílohy	- 65 -

1. Úvod

Vzhledem k poloze České republiky jsou povodně největší možnou hrozbou katastrofou. U nás se vyskytují odněpaměti a způsobují škody nejen na majetku, ale i na lidských životech. Mezi lety 1997 až 2009 byly škody vyčísleny na 153 900 mil. Kč a přišlo o život 112 lidí. Vzniku povodní nemůžeme zabránit, můžeme však zmírnit jejich ničivý dopad vhodnými protipovodňovými opatřeními.

Vodní tok Mnichovka protíná 7 katastrálních území. V obci Senohraby bylo v minulosti vytvořeno technické opatření, které zabraňovalo na soutoku s Hrusickým potokem obracení směru toku při velkých průtocích. Další úpravy byly vyhotoveny u čistírny odpadních vod, které ji mají chránit před stoupanou vodou. Opatření byla vybudována jen na konkrétních úsecích, jednotlivě nejsou propojena, natož s okolními obcemi a v některých úsecích, kde by byla zapotřebí, chybí. Při povodních dochází na soutoku s Kunickým potokem k záplavám přilehlých chatařských pozemků. Již při jednoletých průtocích dochází k zaplavování zahrad.

2. Cíl práce

Cílem práce je v literární rešerši poskytnout souhrnné informace o povodních a opatřeních, která zmírňují jejich dopad. Vytvořit přehled hydrologických modelů, které se používají při simulacích jednotlivých druhů povodní a o vybraných modelech poskytnout souhrnné informace.

Praktická část posoudí vodní režim toku Mnichovka v katastrálním území obce Senohraby z hydrotechnického hlediska.

Práce se bude zaměřovat zejména na:

- aktuální stav území,
- v jakém technickém stavu se tok a jeho okolí nachází,
- zda zde dochází k záplavám a pokud ano, které oblasti jsou ohroženy,
- jiné nedostatky, které ohrožují vodní tok nebo jeho okolí,
- pokud jsou zjištěny nedostatky, návrhy opatření, která by je odstranila nebo přispěla k jejich zlepšení,
- simulace N-letých průtoků v programu HEC-RAS a vykreslení záplavových čar.

3. Metodika

K vykreslení modelu terénu vodního toku a jeho okolí jsou zapotřebí podkladová data. Pro základní model jsou použita data Zabaged, které poskytuje Český zeměměřičský úřad. Vrstevnice jsou zde ve vzdálenosti 5 metrů. Jako další mapový podklad je použit povodňový plán, kde jsou vykresleny některé příčné profily. Protože v zájmovém území nejsou k dispozici žádné další podrobnější mapové podklady a dosavadní získané jsou nedostatečně podrobné, chybějící data jsou zaměřena pomocí totální stanice. Hodnoty z ní jsou zpracovány programem Kokeš. Z jednotlivých nadmořských výšek jsou sestaveny chybějící příčné profily a spolu s daty z mapových podkladů jsou přeneseny do programu HEC-RAS. V místech, kde jsou mezi profily větší vzdálenosti, je použita interpolace. Do programu jsou zadány návrhové průtoky a na základě rozsahu zaplaveného území jsou navržena protipovodňová opatření, která zmírňují rozsah škod. Výsledky jsou prezentovány mapovými výstupy.

4. Co to jsou povodně

Proč je otázka povodní stále aktuálnější? Podle hypotézy klimatologa Václava Cilka, která se odráží od analýzy statistických dat a záznamů v kronikách, se od poloviny 90. let 19. století začalo měnit klima celé Evropy. Od roku 1500 bylo v kronikách zaznamenáno asi 500 povodní různé intenzity. Z těchto záznamů lze zjistit období klidu a zvýšení povodňové aktivity. Období neklidu trvá asi 30 – 50 let s intenzitou velkých záplav přibližně 11 let (BUCHERT, 2006).

Většina povodní je způsobena intenzivními bouřkami, při kterých je vyprodukováno více vody, než je půda schopná vsáknout a než je schopné pojmout koryto. Na menších tocích trvají povodně několik minut až několik hodin a mají rychlý průběh, oproti tomu na větších tocích můžou trvat i několik dní (MORELAND, 2001). Pro Českou republiku představují povodně největší nebezpečí v oblasti přírodních katastrof nejen kvůli značným materiálním škodám, ale i ztrátám na životech. Nepravidelný výskyt a variabilita mají nepříznivý vliv na provádění preventivních opatření (HYDROPROJEKT, 2009).

Faktor, který výrazně zvyšuje intenzitu výskytu povodní, je krajinný ráz a jeho změny. Údolní nivy, které byly od pradávna zaplavovány, jsou v dnešní době hojně zastavovány kvůli nárůstu počtu obyvatel. Již naši předkové zjistili, že údolní nivy jsou velmi bohaté, ale zároveň i velmi nebezpečné. Proto je využívali pro hospodaření, zejména jako louky, ale stavby umísťovali mimo dosah rozlivu řek (KENDER, 2004).

4.1. Rozdělení povodní

Povodně jsou charakterizovány zejména průběhem kulminačního průtoku, objemem a tvarem povodňové vlny.

Rozdělují se do pěti kategorií (PATERA ET AL., 2002):

- letní nebo zimní povodně způsobené déletrvajcími regionálními srážkami,
- letní povodně způsobené přívalovými srážkami,
- povodně způsobené táním sněhové pokrývky,
- zimní povodně,
- zvláštní povodně.

4.1.1. Letní nebo zimní povodně způsobené déletrvajcími regionálními srážkami

Při těchto povodních může spadnout i větší část srážek z dlouhodobého průměru ročních srážek. Jsou nebezpečné spíše pro střední a dolní toky, kde se nasčítané vodní průtoky začínají rozlévat. Bývají zesíleny orografickými vlivy v povodí (PATERA ET AL., 2002).

4.1.2. Letní povodně způsobené přívalovými srážkami

Jedná se o povodně v povodí do 10 km² a často se jim říká bleskové povodně. Každý rok se na našem území vyskytne 60-100 lokálních bleskových povodní, a to především v horních částech toků, v podhorských a horských oblastech. Přívalové srážky mohou dosáhnout hodnot až 200 mm. Povodně zasáhnou relativně malé území, ale často mají katastrofální účinek (PATERA ET AL., 2002). Jsou podporovány nevhodnou zemědělskou činností doprovázenou splachy ornice do toků, půdní erozí, odlesňováním a absencí mezí a remízků, které by mohly zadržet srážkovou vodu. Napomáhají jim i nedostatečná péče o toky a to především na udržování průtočného profilu a čištění toku (ČAMROVÁ, HROMÁDKA, 2006). Extrémní případ bleskové povodně se stal v roce 1872 na Berounce, kdy srážky zasáhly větší území. Řeka v Berouně vystoupala výše než v roce 2002 a přítoky obrátily směr proudění řeky. Další povodeň je spjata s nejvyšší naměřenou srážkou a to 345 mm na Nové louce v Jizerských horách. Bleskové povodně byly časté i v minulosti, není však o nich tolik záznamů. Protože tyto povodně často nelze předpovídat modely, mohou obce, které jsou často zasaženy, vybudovat lokální výstražný systém, který může být finančně podporován z dotačních programů Ministerstva životního prostředí (NOVÁK, NOVÁK, 2011).

4.1.3. Povodně způsobené táním sněhové pokrývky

Typickým obdobím pro tyto povodně je začátek jara nebo v průběhu zimy, kdy dochází k oblevám. Často jsou ještě zesíleny deštěm. Ohrožují zejména horské toky (PATERA ET AL., 2002).

4.1.4. Zimní povodně

Bývají způsobeny tvorbou ledových nápěchů při vzniku ledu nebo tvorbou ledových bariér při tání ledu (PATERA ET AL., 2002). Na povrchu řek se vytvoří ledová vrstva. Hladina řeky je ale níže, než je její normál. Po zvýšení teploty začne tát sníh a hladina toku stoupá. Led se rozpadne a tok ho začne tlačit před sebou. Pokud narazí na překážku, vytvoří se hráz a následně dochází k rozlivům (MORELAND, 2001). Ohrožena jsou místa, kde dochází k náhlému poklesu rychlosti proudu, například jez, nebo u mostů a propustků. Tyto povodně jsou často spojeny s jarním táním (NOVÁK, NOVÁK, 2011).

4.1.5. Zvláštní povodně

Jsou způsobovány porušením hydrotechnických staveb, například přehrad, hrází rybníků a podobně. Na našem území se vyskytují méně často. Většinou se jedná o narušení statiky v důsledku přívalových povodní (PATERA ET AL., 2002).

4.2. Intravilán a povodně

Nevhodné zásahy a stavby v obcích jsou častou příčinou vzniku povodní. Jedná se zejména o poddimenzování mostků a propustků, což vede k rozlivům před těmito objekty. Ucpání kanalizací nebo překročením jejich kapacit dochází k zaplavování komunikací a zástavby (ČAMROVÁ, HROMÁDKA, 2006). Komunikace, parkoviště a další zpevněné povrchy nemají schopnost absorbovat dešťové srážky, tím se zvyšuje odtok 2-6 krát oproti přírodnímu terénu (NOAA, 1992).

5. Protipovodňová opatření

Před povodněmi se nikdy nemůžeme úplně ochránit, můžeme však omezit povodňové kulminační průtoky a ovlivnit jejich průběh. Impulsem pro tvorbu protipovodňových opatření byly do značné míry i povodně v letech 1997 a 1998. Naposledy se takto velké povodně objevily na našem území na konci minulého století. V roce 1999 byla zpracována strategie povodňové ochrany. Na základě tohoto dokumentu se zformulovaly návrhy k omezení rozsahu povodní a snížení jejich následků. Cílem bylo vytvoření podkladů pro rozhodování o vzniku opatření a pro usměrňování rozvoje území. Dokument také definuje rozsah odpovědnosti. Lidé si musí uvědomit, že veškerou odpovědnost nemá stát, ale že záleží jak na samosprávách, tak i na jednotlivých občanech (MŽP, 2000).

V první řadě je nejdůležitější prevence. Její realizaci zajišťuje stát, regiony, okresy, obce i vlastníci nemovitostí. Při tvorbě se musí klást důraz na její propojení v celém povodí. Ochrana musí být kombinací opatření, která zvyšují akumulaci a retardaci vody a technických zásahů, která ovlivňují průtoky. Při návrzích je třeba využívat moderních matematických modelů povodí. Musíme brát ohled i na povodí, která překračují hranice našeho státu (MŽP, 2000). Úpravy na tocích by měly zajišťovat jak zvyšování retence, tak zlepšovat podmínky pro život vodních organismů, zvýšit samočisticí schopnost toku a zkvalitnit protipovodňovou ochranu (SLAVÍKOVÁ ET AL., 2007).

5.1. Technická opatření

Mezi technické úpravy patří taková opatření, která zprůchodňují průtočný profil jako je bagrování, čištění toků a opravy břehů. Dále se vystavují hrázky a valy, které zabraňují rozlivu toku. Obnovují se meliorační kanály, aby odvedly přebytečnou vodu. Patří sem i vkládání stupňů, narovnávání toků, zatrubňování, zkapacitnění propustků a mostků. Většina technických opatření je určena k rychlému odtoku vody z povodí, což má za následek posunutí povodňových vln níže po toku.

Výrazným škodám na majetku by šlo předcházet stavební uzávěrou v rizikových oblastech v rámci územního plánování nebo změny funkčního využití, např. na veřejnou zeleň (ČAMROVÁ, HROMÁDKA, 2006).

5.2. Přírodě blízká opatření

Hlavním úkolem je snížit povrchový odtok a zvýšit zadržení dešťové vody v místě jejího dopadu. K tomu nejlépe slouží suché poldry nebo pozemky určené k rozlivům. Tyto úpravy při revitalizacích zadržují vodu v povodí a zabraňují jejímu rychlému odtoku. Změny způsobu zemědělského hospodaření a změny osevního postupu jsou účelné, ale záleží pouze na zemědělci, jestli je budou chtít dodržovat. Nejúčinnějším protierozním opatřením je zatravnění a zalesnění. Přírodě blízká protipovodňová opatření se často dělají až po komplexních pozemkových úpravách, při kterých jsou vyčleněny pozemky na opatření, která snižují odtok. Enviromentální opatření mohou být vzdáleny i desítky kilometrů před vesnicí (ČAMROVÁ, HROMÁDKA, 2006).

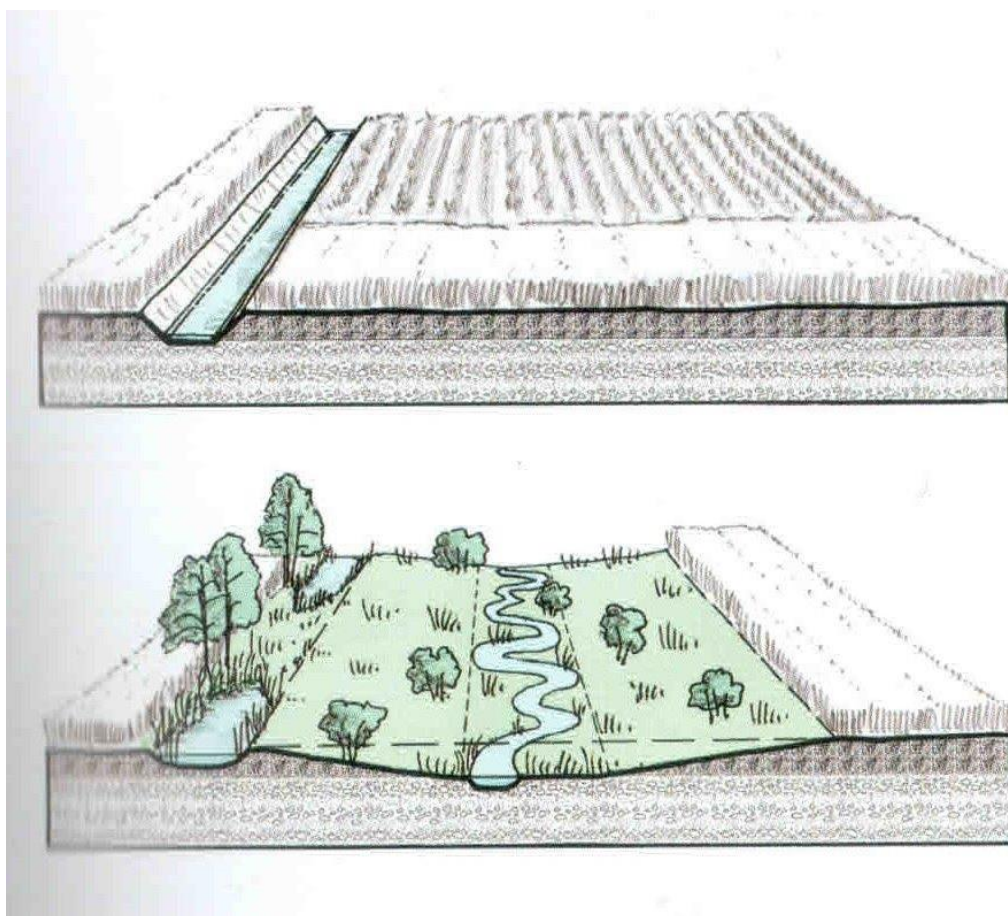
5.2.1. Revitalizace v ochraně před povodněmi

V 19. a 20. století byly vodní toky upravovány kvůli odvodňování zamokřených ploch a i jako ochrana před povodněmi. Byla budována technická opatření, která soustřeďovala povodňový průtok do koryta a zrychleně ho dováděla z daného území. Tyto úpravy sice ochránily okolní lokalitu, ale zrychlený odtok způsoboval značné problémy níže položeným oblastem. Další negativum těchto opatření je, že se voda v oblasti nezdrží a nemá možnost zasakovat do půdy. V letních měsících tak dochází k problémům s nedostatkem vláhy pro rostliny a i k vysychání pitných zdrojů (JUST ET AL., 2005). Antropogenní úpravy koryt mohou výrazně ovlivnit průběh povodňové vlny. Patří mezi ně změna trasy koryta, úprava podélného profilu, změna příčných profilů a změny ve využívání údolní nivy. Nejvíce ale ovlivňují průběh povodňové vlny mosty a jezy (SITAŘ, LANGHAMMER, 2008). V dnešní době je snaha o nápravu těchto škod pomocí vodohospodářských revitalizací. Ty se pokoušejí vracet korytům přírodní ráz a zároveň přispívat k protipovodňovým opatřením (JUST ET AL., 2005).

Příklady revitalizací a úprav

- Rozliv povodní v nivě a zpomalení jejich postupu

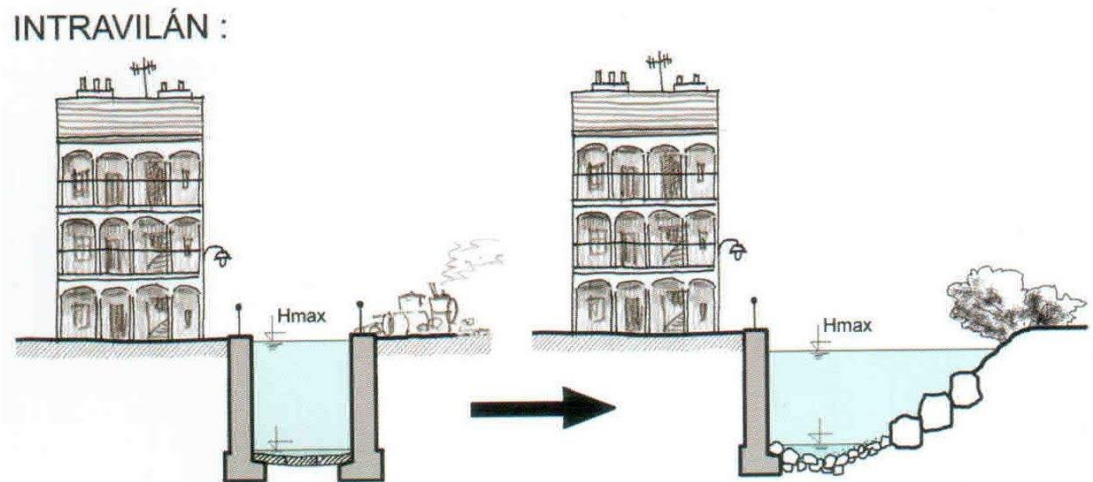
Tato opatření se provádí ve volné krajině. Na mnoha místech mimo intravilán se nacházejí technicky upravená koryta, která měla za úkol ochraňovat přilehlá zemědělská pole. V dnešní době ale tento požadavek ustupuje a dává se přednost takové úpravě toku, aby se při zvýšené vodní hladině mohla voda rozlévat v údolní nivě (obr. č. 1). Koryta se dimenzují na Q_{30d} až Q_1 a jejich povrch se zdrsňuje. Základním požadavkem je zpomalení povodňových proudů, tím i omezení bleskových povodní. V údolních nivách je vhodné vysazování vegetace, především lužních lesů. Při povodních se zde bude zachycovat plavený materiál, který po opadnutí vody bude sice způsobovat negativní estetický dojem, ale zde nemůže způsobit škody, jako kdyby se dostal do intravilánu, kde by mohl například ucpat mostní propustě. Navíc bude zpomalovat povodňové vlny (JUST ET AL., 2005).



Obr. č. 1: Technicky upravené a revitalizované koryto. Zdroj: JUST ET AL., 2005

- Revitalizace v zastavěném území

V zastavěných částech toků se snažíme o tvorbu kapacitních a stabilních koryt. Na prvním místě je zde ochrana majetku a lidských životů, proto většinou v obcích vidíme lichoběžníkové nebo obdélníkové hladké koryto, které rychle odvádí průtoky (obr. č. 2). Tato opatření nejsou ale vždy zcela nutná. Koryto lze upravit i takovým způsobem, aby si zachovalo ekologickou funkci, esteticky dobře vypadalo a zároveň dostatečně ochránilo při povodních (JUST ET AL., 2005).



Zdroj: JUST ET AL., 2005

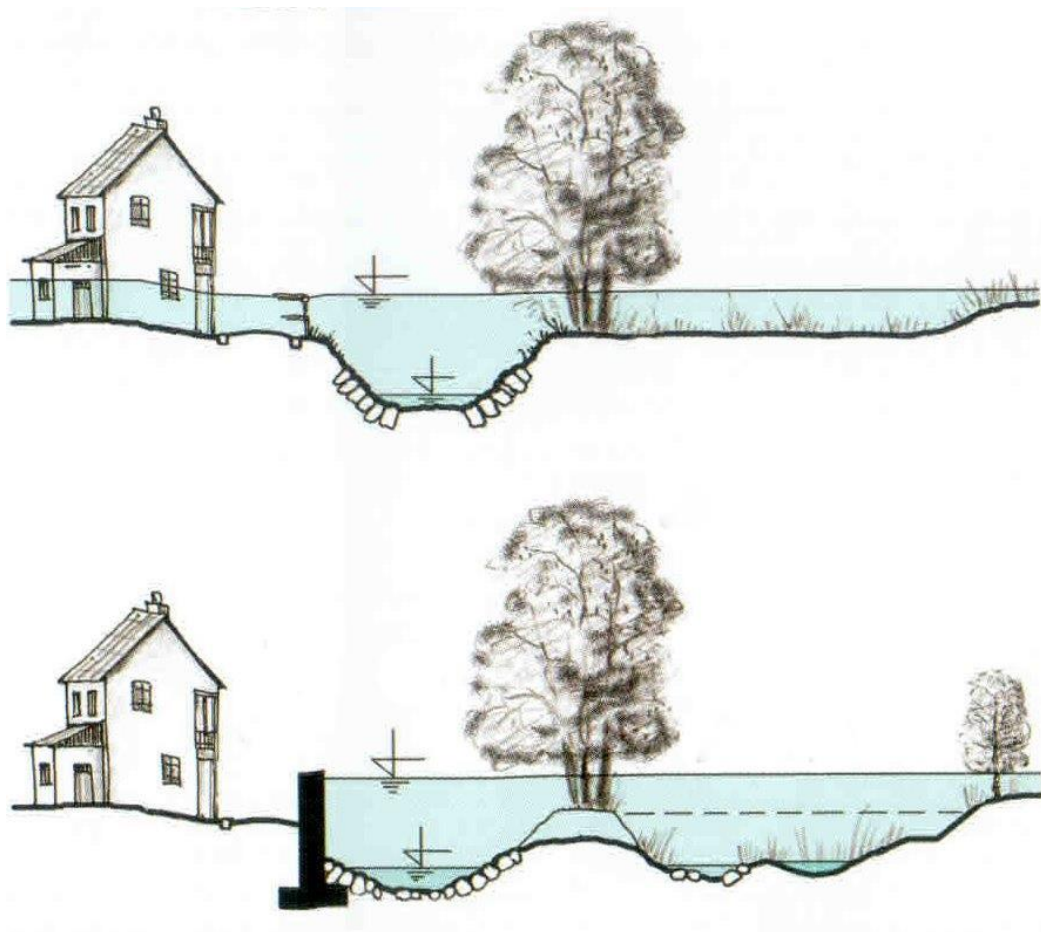
Obr. č. 2: Úprava toku v intravilánech .

- Ochranná povodňová koryta

Výstavba tohoto druhu se provádí v intravilánech, která leží na plochem území a jsou často zaplavována. Do velkého ochranného koryta je vloženo další koryto, které má přírodní charakter. V bernách jsou pak vytvořeny parkové úpravy nebo hřiště (JUST ET AL., 2005).

- Ochranné hráze

Stavba ochranných hrází nám může pomoci, pokud se nacházíme v území, kde částečně můžeme povolit rozliv, ale zároveň potřebujeme některá území ochránit (obr. č. 3). Území vně hráze je možné hospodářsky omezeně využít. Jsou vhodná pro tvorbu mokřadních biotopů, lužních lesů nebo parkových úprav (JUST ET AL., 2005).



Zdroj: JUST ET AL., 2005

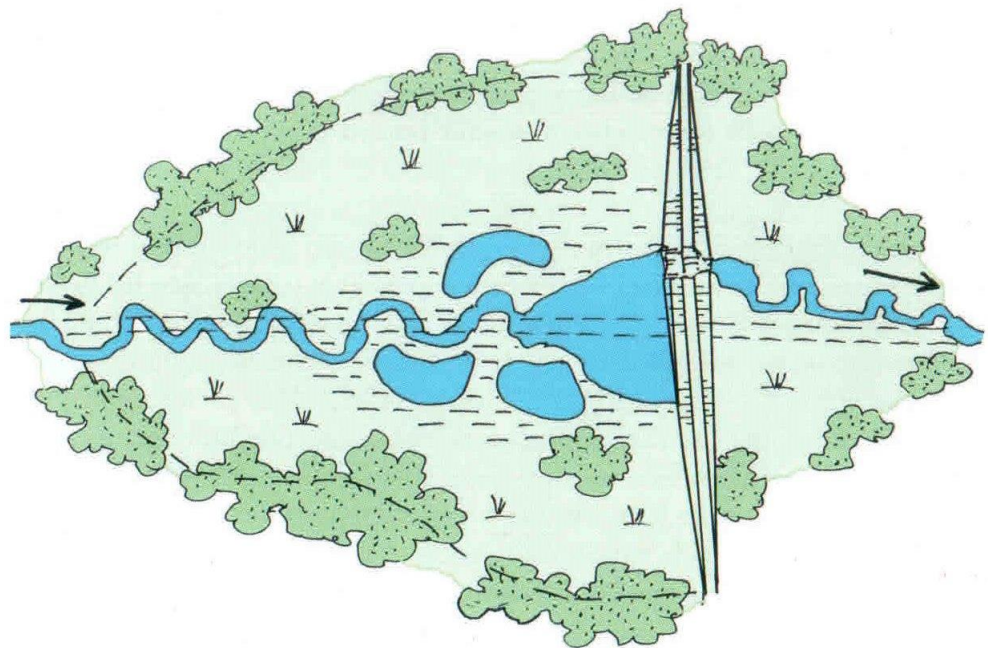
Obr. č. 3: Ochranná hráz .

- Odlehčovací kanál

Toto opatření je vhodné pro obce ležící v rovinném území. Vodní tok je před obcí rozdělen do dvou koryt. Obchvat může být tvořen soustavou poldrů nebo volným územím, kam se může voda rozlévat (JUST ET AL., 2005). Vtok do města je dimenzován na bezpečný průtok, ostatní je veden do druhého koryta, který je zpravidla zaústěn do původního toku, ve výjimečných případech může být veden do sousedního povodí (NOVÁK, NOVÁK, 2011).

- Tvorba poldrů

Poldry mají schopnost zadržet část povodňového průtoku. Dělíme je na průtočné, postranní a suché. Průtočný poldr je podobný vodní nádrži (obr. č. 4). Zadržuje kulminační průtok povodňové vlny. Postranní poldr funguje na principu odlehčovacích komor v kanalizaci. Po dosažení určité hladiny se voda bude přelévat do tohoto místa. Suché poldry zachycují povrchový odtok z povodí. V bezdeštném období se zde žádná voda nenachází a hráz poldru vysychá, což může způsobovat problémy při přívalích vody (JUST ET AL., 2005).



Zdroj: JUST ET AL., 2005

Obr. č. 4: Průtočný poldr.

5.3. Řízení protipovodňové ochrany

Problematikou ochrany před povodněmi se zabývá zákon č. 254/2001 o vodách, a to konkrétně Hlava IX. Ochranu před povodněmi zabezpečují protipovodňové orgány, které se řídí povodňovými plány.

Mimo povodeň:

- orgány obcí, v hlavním městě Praze jednotlivé orgány městských částí,
- obecní úřady obcí s rozšířenou působností,
- krajské úřady,
- Ministerstvo životního prostředí, příprava záchranných akcí spadá pod Ministerstvo vnitra.

Při povodních:

- povodňová komise obcí, v hlavním městě Praze povodňová komise jednotlivých městských částí,
- povodňová komise obcí s rozšířenou působností,
- povodňová komise krajů,
- Ústřední povodňová komise.

Orgány mohou dělat opatření a vydávat příkazy k zabezpečení ochrany před povodněmi a to v rámci povodňových plánů, ve zvláštních případech i nad jejich rámeček.

5.3.1. Hlásná a předpovědní služba

Jedná se o významné opatření při ochraně před povodněmi. Hlavním úkolem je informovat povodňové orgány a další účastníky povodňové ochrany (správce toků, občany, vlastníky nemovitostí,...) o nebezpečí vzniku povodní a o jejich vývoji. Předpovědní službu zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) a správci vodních toků (ZÁKON Č. 254/2001 SB). Centrální předpovědní pracoviště je v Komořanech v Praze, dalších 6 je v bývalých krajských městech. Ke svým předpovědím používají hydrologické modely, které většinou obsahují srážko-odtokové vztahy a transformaci povodňové vlny. V povodích Labe a Vltavy používá ČHMÚ modelový systém AQUALOG, který byl vyvinut na České zemědělské univerzitě v Praze (NOVÁK, NOVÁK, 2011).

ČHMÚ je složkou Integrovaného záchranného systému České republiky. Ten byl vytvořen na základě spolupráce s Vojenskou meteorologickou službou. Systém byl zprovozněn v roce 2000. Po povodních v roce 2002 byl inovován a spuštěn v nové formě v roce 2006. Varování před nebezpečnými jevy jsou zveřejňovány na internetových stránkách www.chmi.cz v grafické a tabulkové formě. Vybraným osobám jsou zasílány e-mailové zprávy o vydání varovných informací. Systém má především snižovat dopad nebezpečných jevů (SANDEV, 2011).

Hlásná služba může být zabezpečena hlídkovou službou, která nastupuje na výzvu předsedy povodňové komise nebo podle svého uvážení. Zabezpečuje informace pro varování obyvatelstva. V ČR jsou na tocích umístěny hlásné profily, které slouží k sledování povodňové situace. Rozdělují se do tří kategorií podle provozovatele. Kategorie A spadá pod ČHMÚ a slouží k řízení na národní úrovni. Takových profilů je u nás 420. Kategorie B je provozována správci toků a má krajský význam. Kategorii C jsou označovány pomocné hlásné profily, které jsou zřizovány jednotlivými obcemi nebo vlastníky nemovitostí. Mají pouze lokální význam. Při dosažení 1.stupně povodňové aktivity (SPA) je kontrola na profilech prováděna 2x denně, při 2.SPA se kontroluje 3x denně a při 3.SPA se provádí kontrola podle potřeby (ZÁKON č. 254/2001 Sb).

5.3.2. Stupně povodňové aktivity

Stupni povodňové aktivity (SPA) se hodnotí míra nebezpečí spjatá s povodněmi. Dle zákona 254/2001 Sb o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění, se vyhláší po dosažení předem určených limitů, a to především průtoků a vodních stavů. Je vázaná na limity nebo kritické hodnoty určené v povodňovém plánu (NOVÁK, NOVÁK, 2011).

- 1.SPA – stav bdělosti

Tento stupeň se vyhláší, pokud nastává nebezpečí přirozené povodně a zaniká ve chvíli, kdy pominou příčiny tohoto nebezpečí. Dále nastává v momentě, kdy je vydána výstražná informace povodňové služby. Při tomto stupni se věnuje větší pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji nebezpečí a aktivuje se hlásná služba.

- 2.SPA – stav pohotovosti

Vyhlašuje se v případě, že přirozené nebezpečí přerostlo v povodeň. Dochází k rozlivům, ale ty ještě nepůsobí velkou škodu na majetku a neohrožují na lidských životech. K rozlivům dochází především v údolní nivě a bývá poškozeno jen koryto toku nebo těsné okolí. Provádí se opatření, která by zmírnila průběh povodňové vlny.

- 3.SPA – stav ohrožení

Je vyhlášován při nebezpečí vzniku škod velkého rozsahu, ohrožení lidských životů nebo majetku v záplavovém území. Při této aktivitě dochází k bezprostřednímu nebezpečí. Jsou zaplavována města a obce, provádí se protipovodňová opatření. Povodňové orgány jsou povinni informovat subjekty, které jsou uvedeny v povodňovém plánu (ČHMÚ, sdělovací prostředky,) a vyšší stupně povodňových orgánů.

6. Předpovědi v minulosti a dnes

Už od pradávna si lidé uvědomovali nutnost měření vodních stavů a množství spadlých srážek kvůli ochraně před povodněmi. Byl to například tzv. Bradáč pod Karlovým mostem, kterým se měřila výška hladiny již od roku 961 nebo Hladový kámen v Děčíně, který zde byl od 11. století. V 19. století bylo zaváděno pravidelné měření nejdříve v Praze u Staroměstského jezu, později v Mělníku, Litoměřicích, Ústí nad Labem, Děčíně a v Českých Budějovicích. V roce 1884 začala Hydrografická komise pro království České v Děčíně vydávat za povodní předpovědi vodních stavů pro Děčín s předstihem jednoho dne a pro Drážďany s předstihem jeden a půl dne. Postupně se předpovědi rozšiřovaly o další města. V roce 1891 se předpovídalo pro 23 stanic a podávalo se hlášení o spadlých srážkách ze 27 stanic. V dnešní době předpovědi zajišťuje Český hydrometeorologický ústav spolu se správami povodí. Předpovědi se vydávají pro 19 vodoměrných profilů s časovým předstihem několik hodin až jeden den. Podklady pro předpovědi zajišťuje asi 200 hlásných sítí na 60-ti nejvýznamnějších tocích (ŘIČICOVÁ, BUCHTELE, 2002).

7. Hydrologické modely

Při návrzích protipovodňových opatření se využívají různé techniky modelování a to především proto, že na modelu můžeme vytvořit odlišné povodňové situace, které nebyly v reálu ještě pozorovány. Mezi základní patří technické a numerické modelování. Protipovodňová opatření můžeme vystavit různým situacím a podle potřeby jejich návrh upravit (VALENTA, 2002). Při modelování povodňových situací se používají spíše numerické modely, protože mají řadu výhod. Mezi ty hlavní patří především menší finanční náročnost, flexibilita variant, rychlý vývoj výpočetní techniky a mnoho další. Na druhou stranu, ve fyzikálních modelech získáváme data nutná pro verifikaci a testování modelových principů a algoritmů (VALENTA, 2005).

7.1. Matematické modely

Matematické modely pracují na základě podobnosti reálného a abstraktního systému. K popisu systému slouží obyčejné nebo parciální diferenciální rovnice či soustavy, které popisují chování povodí a jeho strukturu. Pomocí těchto modelů se mohou provádět operativní předpovědi, návrhové studie či zkoušet odolnost protipovodňového opatření (KULHAVÝ, KOVÁŘ, 2000).

Modely můžeme dělit podle mnoha kritérií a hledisek, například podle účelu modelu nebo přístupu k prostorové schematizaci.

7.2. Rozdělení podle účelu modelu

- srážko-odtokové modely,
- hydrodynamické modely,
- modely jakosti vody,
- modely erozní činnosti.

7.2.1. Srážko-odtokový model

Zobrazuje hydrologický systém ve zjednodušené podobě a definuje ho pomocí fyzikálních procesů. Používají se pro výpočet odtoku z povodí a slouží k operativním předpovědím nebo na vyhodnocování protipovodňových opatření. Mohou se používat samostatně nebo v kombinaci s jinými modely, například s modelem tání sněhové pokrývky (HAVLÍK, 2001). Mezi tyto modely patří například DesQ-MaxQ, HEC-HMS, MIKE SHE 2005, KINFIL, HYDROLOG 9.0, SAC-SMA, AQUALOG a HBV.

7.2.2. Hydrodynamické modely

Fungují na principu pohybu vody v systému kanálů toku. Popisují, jak se transformuje povodňová vlna v hydrologických objektech a k jakému dochází rozlivu. Modely ve spojení s GIS (geografické informační systémy) se stávají nejúčinnějšími nástroji v předpovědích a hydrologických analýzách. Jejich doplňkové funkce upravují jednotlivé parametry podle aktuálních hydrologických podmínek. Tyto modely jsou používané Hlásnou a předpovědní službou ČR (UNUCKA, 2009). Mezi zástupce patří MIKE 11, HEC-RAS a HYDROCHECK.

7.2.3. Modely jakosti vody

V jakostních modelech jsou koncentrace látek vypočteny na základě okrajových podmínek proudění, počátečních stavech znečištění a emisních zdrojích znečištění. V modelech jsou použity rovnice, které popisují fyzikální, chemické a biochemické procesy. Jednotlivé modely jsou zaměřeny na různé druhy prostředí, jako je plošné znečištění, znečištění v korytech, v nádržích, v podpovrchovém a podzemním proudění, v kanalizacích a v dalších (LANGHAMMER, 2002). Příklad zástupců: SIMCAT, SWAT, QUAL 2E, QSim a MODFLOW.

7.2.4. Modely erozní činnosti

Matematické modely řeší erozní činnost jako dynamický proces. Erozi rozdělují na jednotlivé akce, které řeší samostatně, a to uvolnění půdních částic deštěm nebo povrchovým odtokem a přemístění půdních částic deštěm nebo povrchovým odtokem. Modely vyhodnocují kritická místa a posuzují různé návrhy protierozních ochrany (BEVEN, 2001). Příkladem modelu erozní činnosti je AGNPS, GRASS – GIS, EPIC, EROSION 2D a 3D.

7.3. Rozdělení podle přístupu k prostorové schematizaci

Podle přístupu k prostorové schematizaci můžeme matematické modely dělit na jednorozměrné (1D), pseudodvouřozměrné (1,5D), dvouřozměrné (2D), kvazitřirořměrné (2,5D) a třirořměrné (3D) (VALENTA, 2002).

7.3.1. Jednorozměrné a pseudodvouřozměrné

Ve vodohospodářské praxi jsou nejrozšířenější jednorozměrné modely. Ty řeší ustálené i neustálené proudění v otevřených korytech nebo v jejich soustavách. Dnes jsou z komerčních modelů nejvíce využívány např. HYDROCHECK, HEC–RAS a MIKE 11. Jsou to jednoduché modely, které se dají poměrně snadno sehnat a mají malé nároky na vstupní data. Modely jsou složeny z jednotlivých příčných profilů. Proudění se popisuje příčnými profily s polohou hladiny a střední průřezovou rychlostí v ose koryta (VALENTA, 2002). Proudění mezi profily probíhá ve směru spojnic. 1D modely jsou vhodná, pokud řešíme pouze proudění v korytech nebo s nejbližším inundačním územím, které má pravidelné tvary (VALENTA, 2005). Výpočet probíhá v časových krocích, které si zvolíme. Podle nich můžeme pozorovat rychlost kulminace povodně a její transformaci (HAVLÍK, 2001).

Pokud je okolí složitější a nacházejí se zde překážky, které voda musí obtékat, lze použít 1,5D modely (HAVLÍK, 2006). Prostor se uměle geometricky rozdělí na části, které jsou řešeny jako větvená nebo okružová síť (VALENTA, 2002). To ovšem může způsobovat problémy, pokud proudění v jednotlivých částech je málo predestinováno okrajovými podmínkami (VALENTA, 2005).

7.3.2. Dvourozměrné a kvazitřirozměrné

Tyto modely se používají ve složitých prostorových podmínkách. Jsou to například modely FAST 2D, FLUVIUS a SHALLOW (VALENTA, 2002). Jsou náročnější na vstupní data, protože vytvářejí 3D model terénu. Poskytují nám informace o proudových poměrech s hlavními proudnicemi, průběhu hladiny při povodni, o rozložení rychlosti proudění, o způsobu obtékání překážek a další (HAVLÍK, 2006).

7.3.3. Třirozměrné

3D modely se moc často nepoužívají a to především pro jejich vysoké nároky na hardware. Jejich využití je spíše jen pro úlohy s malým rozsahem (VALENTA, 2002) jako je proudění v těsné blízkosti hydraulických objektů. V současnosti jsou spíše ve vývojové fázi (PATERA, 2002).

7.4. Charakteristiky vybraných modelů

7.4.1. DesQ-MaxQ

Tento model byl vyvinut Prof. Ing. Františkem Hrádkem, Dr.Cs. na Lesnické fakultě životního prostředí a stanovují se s ním návrhy charakteristik povodňových vln pro velmi malá povodí, na kterých nejsou hydrologická pozorování. Je vhodný i pro výpočty změn průtoku pro povodí, která byla ovlivněna antropogenními změnami. Model byl ověřen porovnáním vypočtených hodnot povodňových vln z 11 povodí s údaji z ČHMÚ. Model využívá pro výpočet buď jednu odtokovou plochu – svah nebo modelové povodí ve tvaru „otevřené knihy“. Pokud je povodí složitějšího tvaru, rozděluje se do subpovodí. Celkový maximální průtok se spočítá sčítáním jednotlivých maximálních průtoků (HRÁDEK, KUŘÍK, 2001).

7.4.2. HEC-HMS

V 60. letech byl americkou armádou vyvinut S-O model HEC-1. Řešil odtokové ztráty několika variantami a pro transformaci odtoku používal jednotkový hydrogram. Tento model zahrnuje program HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System). Povodí lze sestavovat z menších celků, je zde možnost modelovat tání sněhu, průchod povodňové vlny nádrží a transformovat povodňovou vlnu. Jsou zde různé metody pro stanovení ztráty na povodí a efektivních srážek, pohyb v korytech a základní odtok (DAÑHELKA ET AL, 2003). Významná je podpora GIS, HEC-GeoHms. Vyšší verzí modelu HEC-1 je HEC-WMS, která využívá některé prvky z GISu (HEC-HMS, 2010).

7.4.3. HEC-RAS

Model HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) byl vyvinut firmou Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers (HAVLÍK, 2006). Je založen na výpočtech nerovnoměrného proudění v neprizmatických korytech metodou „po úsecích“. Profil toku se může rozdělit na vlastní koryto a levou a pravou inundaci. Do výpočetního schématu zahrnuje hydraulickou funkci mostních a jezových objektů. Model je založen na základních veličinách, geometrii koryta a objektů a počátečních a okrajových podmínkách. Základní veličiny, které jsou vypočteny, jsou průtoky, hloubky, vodní stavy a rychlosti proudění. Z nich jsou posléze vypočteny další veličiny. Geometrie koryta a objektů jsou kromě rozměrů popisovány drsnostním součinitelem podle Manninga, parametrem zrnitostního složení materiálu dna a dalšími. Geodetická data je možné importovat například z Excelu nebo pomocí nástavby HEC-GeoRAS. Grafické výstupy vykreslují příčné a podélné profily (KŘOVÁK ET AL., 2008).

7.4.4. HYDROCHECK

Model HYDROCHECK je český model firmy Hydrosoft Veleslavín (HAVLÍK, 2006). Byl vyvíjen od roku 1990 ve spolupráci se státním podnikem Povodí Ohře a.s. Software zahrnuje tři spolupracující programy – HYDROCHECK 1-3, které byly inovované na základě požadavků uživatelů.

HYDROCHECK 1 řeší výpočty pro ustálené a neustálené proudění v obecném korytě. Profil lze rozdělit na úseky s různými hodnotami drsnosti nebo tvaru koryta, pak se jedná o „metodu po úsecích“.

HYDROCHECK 2 vypočítává konsumpční křivky objektů jako jsou jezy, výtoky otvorem, mostní objekty, a další. Výpočty jsou prováděny „proužkovou“ metodou, kterou vymyslela firma Hydrosoft Veleslavín.

HYDROCHECK 3 slouží k vypočítání časově neustáleného proudění a využití závislých a nezávislých okrajových podmínek. Průběžná grafická reprezentace umožňuje kontrolu výpočtu a operativní změnu základních parametrů. Časový průběh lze zobrazovat krokovou nebo plynulou animací (PATERA ET.AL., 2002).

7.4.5. SIMCAT

Agentura pro Životní prostředí ve Velké Británii vyvinula jednoduchý model na podporu regulace kvality vody v řekách. Formulace jsou v modelu jednoduché a snadno řešitelné, ale proto je méně vhodný pro použití extrapolaci změn okrajových podmínek nebo simulaci dynamických událostí. SIMCAT modeluje uhlíkatý BSK, čpavek, konzervativní látky a rozpuštěný uhlík za ustálených podmínek (MCINTYRE, 2004:).

7.4.6. AGNPS

Tento americký model (Agricultural NoN-Point Source pollution model) byl vyvinut R. A. Youngem, C. A. Onstadem a D. D. Boschem z Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture a W. P. Andersonem z Division of Water Quality, Minesota Pollution Control Agency (YOUNG, 1989). Pracuje na jednoduchém principu, při kterém používá výpočty odtoku, eroze, transportu a ukládání splavenin a chemických látek v povodí o maximální velikosti 200 ha (JANEČEK ET. AL, 2002). Model rozdělí terén na buňky o velikosti 0,4 až 16 ha. Každý čtverec tvoří samostatnou jednotku, na které probíhají hydrologické činnosti (odtok, eroze, transport) a informace o ní jsou uloženy. Díky tomu můžeme zkoumat procesy v jakémkoliv místě v povodí (YOUNG, 1989).

7.5. Vstupní data do modelů

Výsledky všech modelů jsou závislé na vstupních datech, především na jejich kvalitě, reprezentativnosti a aktuálnosti. Snažíme se využívat data, která jsou nejnovější, abychom nezkracovali předstih povodní. Musejí být co nejpřesněji naměřena, aby co nejvíce odpovídala skutečnosti. Reprezentativnost dat je dána především výběrem měrných stanic.

Mezi vstupní data považujeme srážky, pevné srážky, teplotu vzduchu, vodní stavy a průtoky. Pokud se na toku nacházejí vodní nádrže, tak i informace o nich (LETT, DAÑHELKA, 2002). Velmi užitečné zdroje podkladů jsou hodnoty získané během povodní. K tomu slouží nejen přímá měření, ale i letecké a satelitní snímky. Z nich můžeme například zjistit časový průběh a rozsah záplav. Tyto hodnoty jsou pak důležité pro kalibrace modelů (VALENTA, 2005).

7.5.1. Srážky

Jsou nejvýznamnějším vstupem do hydrologických modelů. Můžou vstupovat buď jako naměřené hodnoty nebo předpovědi. Zajímá nás celkový úhrn za časový interval, doba trvání deště, intenzita a plošné rozdělení v povodí. Do modelů vstupují pouze data z určitých stanic, která jsou převedena na celé povodí (LETT, DAÑHELKA, 2002). Jako vstupní data se používají i výstupy meteorologického modelu ALADIN (NOVÁK, NOVÁK, 2011). Úhrny se předpovídají na 48 hodin dopředu a jsou aktualizovány na každých 6 hodin. Předpovědi byly porovnávány s naměřenými daty z roku 2000 z podhorských a horských oblastí severních Čech. Shoda byla poměrně dobrá, při vyšších hodnotách došlo k chybě 15 mm v méně než 10% (DAÑHELKA ET. AL., 2003).

7.5.2. Pevné srážky

V pozorovacích stanicích se měří výška sněhu a vodní hodnota sněhové pokrývky. Speciální komponenty v modelech spočítají zásobu vody ve sněhové pokrývce ze srážek a teplot vzduchu (LETT, DAÑHELKA, 2002).

7.5.3. Teplota vzduchu

Používá se především jako vstup do sněhových komponent modelů. Kvůli výraznému dennímu chodu teplot je vhodné zvolit krátký časový úsek při měření, například jednu hodinu (LETT, DAŇHELKA, 2002). A to zejména když se teplota pohybuje okolo nuly nebo pokud se vyskytuje teplotní inverze. Výhodné je použít teploměrné stanice v různých nadmořských výškách. Pokud to není možné, malou náhradou se stává spojitost mezi nadmořskou výškou a teplotou (DAŇHELKA ET. AL., 2003).

7.5.4. Vodní stavy a průtoky

Ideální hodnoty průtoků jsou v časovém intervalu jedna hodina. To proto, aby byly zachyceny i povodňové vlny na malých tocích. Povodí jsou rozdělena na dílčí povodí a mezipovodí a na nich jsou umístěny měrné profily (LETT, DAŇHELKA, 2002). Pokud dochází k extrémně velkým povodním, je vhodné prověřit měrnou křivku, protože dochází ke změnám v morfologii koryta (DAŇHELKA ET. AL., 2003).

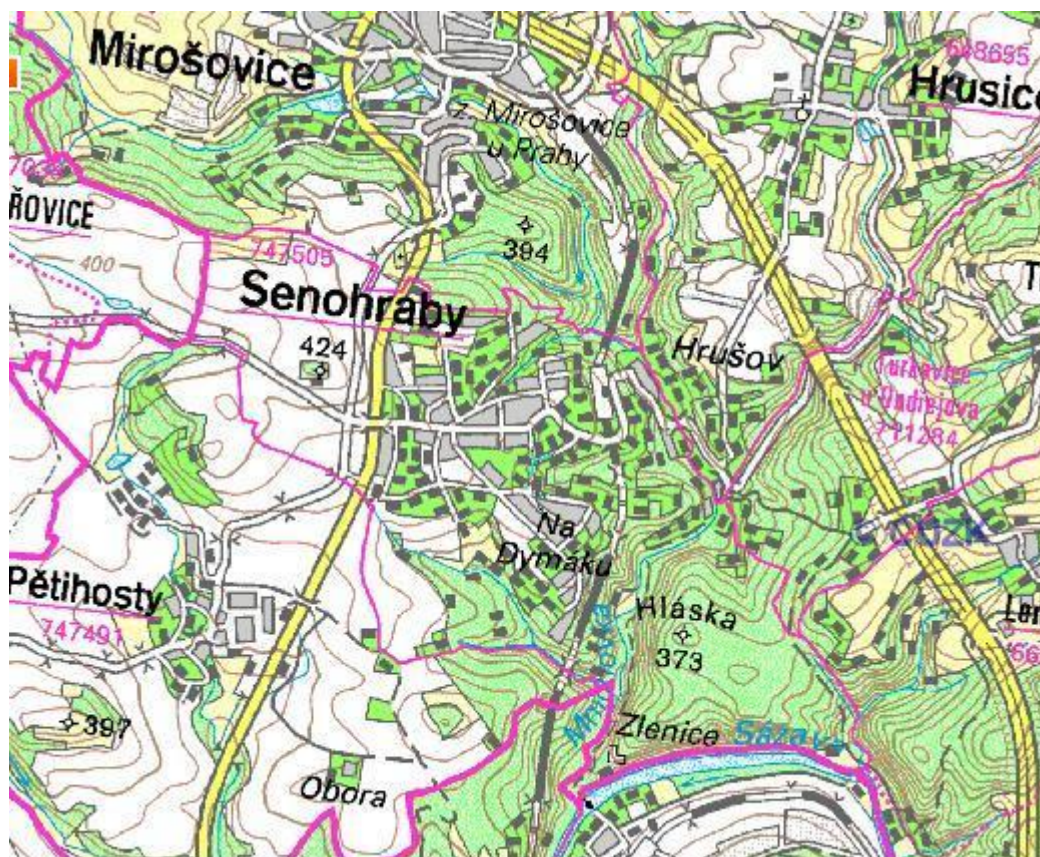
7.5.5. Vodní nádrže

Zde se sbírají data o přítoku, odtoku a kótě hladiny. Díky tomu je možné odhadovat objem zachycené vody. Informace o vodních dílech jsou velmi významná, protože transformují povodňové vlny (LETT, DAŇHELKA, 2002).

8. Charakteristika zájmového území

8.1. Místní poměry

Obec Senohraby se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Praha-východ, na hranici s okresem Benešov. Středem obce prochází železniční trať z Prahy do Českých Velenic a leží přibližně 2 km od dálnice D1. Obec je položena mezi městy Benešov a Říčany, které jsou vzdálené přibližně 13 km. Katastrální výměra obce je 343 ha (obr. č. 5). Vodní tok Mnichovka tvoří hranici mezi katastrálním územím obce Senohraby a Hrušov.



Zdroj: mapy.cz

Obr. č. 5: Katastrální území obce Senohraby.

Jméno obce pravděpodobně vzniklo z činnosti místních obyvatel, kteří ji vykonávali pro svého pána. První písemná zmínka pochází z 1. poloviny 15. století, kdy vlastnictví obce i nedalekého hradu Zlenice přešlo do vlastnictví rodu Kostků z Postupic. Zlenický hrad byl roku 1465 pobořen a již nikdy nebyl obnoven. Zřícenině hradu a kopci, na kterém stojí, se dnes říká Hláska, což původně byla malá osada u hradu, která dostala jméno po rytíři Hlasovi. Na soutoku Mirošovického potoka a Mnichovky stával hrad Ježkov. Ten již

neexistuje a na jeho místě byly vystaveny objekty českých drah. Zlenické panství vystřídalo několik majitelů, kdy nejdůležitější byly Khewenhüllerové, kteří v okolí založili několik škol. Až do roku 1848 spadaly Senohraby pod rychtářskou obec Mirošovice. V tomto roce byly rychty zrušeny a začalo se volit obecní zastupitelstvo a starosta. V roce 1933 zde byl postaven skokanský můstek „Valencia“ a o 8 let později se zde konalo Mistrovství světa.

V současnosti má obec 1 052 obyvatel. Protože se nachází nedaleko Prahy (35 km), je snadno dostupná z nedaleké dálnice a přitom se zde nachází rozlehlé lesy a krásná posázavská krajina, stala se obec atraktivní pro chatáře. V obci je vystaveno 350 chat, převážně na jejím okraji, což je jen o 70 budov méně než pro stálé občany. Obec je vybavena mateřskou a základní školou, lékařem, lékárnou a poštou. Nachází se zde také obchod s potravinami, restaurace a hotel.

8.2. Hydrologické poměry

V katastrálním území Senohraby se nachází tři vodní toky. Nejvýznamnějším je vodní tok Sázava (hydrologické pořadí 1-09-03-123), který se nachází v nejjižnější části katastru. Další vodní tok je Mnichovka (hydrologické pořadí 1-09-03-126, 1-09-03-130, 1-09-03-132), do které se vlévá Kunický potok v jejím ř. km 2,50 (hydrologické pořadí 1-09-03-129). V katastrální území obce Hrusice se nachází potok Šmejka. Přestože se tento tok vlévá do Mnichovky v jiném katastrálním území, může mít vliv na povodňové průtoky.

8.2.1. Charakteristika povodí

Vodní tok Mnichovka je součástí povodí Sázavy, které je hlavním povodím Dolní Vltavy. Plocha povodí je 56,1 km² a délka toku je 13,2 km. Průměrný podélný sklon je 1,1% v dolní části toku. Údolí, kterým Mnichovka protéká, je příkré a je zde malá možnost rozlivu. Většina okolních pozemků je lesního typu. V obci Senohraby je koryto uměle upraveno do obdélníkového profilu (POVODÍ VLTAVY S. P., 2011).

V oblasti, kde Mnichovka ústí do Sázavy, dochází k častým rozlivům, a to již při jednoleté vodě. Tím trpí především přilehlý dětský letní tábor. Ohrožena je i lávka, která se zde nachází. V zastavěných oblastech obce dochází k rozlivům při Q_{10} . Na toku se nachází velké množství mostků a propustků, které nejsou dimenzovány na povodně, proto může dojít k jejich ucpání a tím k zvýšení hladiny v inundačním území (POVODÍ VLTAVY, S. P., 2011).

Kritickým místem při povodních se může stát soutok s Kunickým potokem, oblast, kde ústí potok Šmejalka a okolí hotelu „Hrušov“. Na tomto území může dojít k přirozeným povodním, kdy průtok stoupá z důvodů přivalových či lokálních dešťů nebo náhlým táním sněhu. Povodeň může být ještě umocněna zmenšením průtočného profilu jeho ucpáním. Nebo zde může dojít ke zvláštní povodni protržením Hubačovského rybníka a vodního díla Želivka. Při Q_{10} je ohrožena chatová osada na

ř.km 0,65-0,75, území pod lávkou pod hotelem Hrušov ř.km 1,33-1,60, ústí Šmejalky ř.km 1,8, zástavba nad ústím Šmejalky ř. km 1,8-2,16 a nejvíce chatová oblast pod ústím Kunického potoka ř. km 2,3 – 2,54. Při Q_{100} je ohrožen hotel Hrušov na ř.km 1,7. Povodňová voda může vniknout a poškodit objekty a přilehlé studny. V záplavovém území se nenachází objekty, kde by docházelo k manipulaci s látkami škodlivými vodám. Čistírna odpadních vod, která se nachází v obci, je nad hladinou stoleté vody.

V katastrální území Hrusice se nachází největší vodní nádrž na Mnichovce a to rybník Hubačov. Jedná se o rybochovný rybník o rozloze 6 ha s ovladatelným prostorem 72 000 m³. Celkový objem hráze je asi 200 000 m³ a výška hráze je 6 m. Nádrž má nehrazený bezpečnostní přeliv. Snížení kulminace stoleté povodňové vlny je zanedbatelné.

Na toku v katastrálním území Senohrab se dále nachází 8 mostků a lávek.

8.3. Hydrologické údaje

Celková délka vodního toku Mnichovka je 13,2 km, z toho se 2,5 km nachází v katastrálním území obce Senohraby. Tok má nad i pod obcí přírodně blízký charakter. Nachází se v hlubokém údolí, proto meandruje jen zlehka. V obci je Mnichovka technicky upravená, téměř v celé délce má koryto tvar obdélníku.

Data o hodnotách N-letých průtoků jsou získána z profilů:

- Mnichovka nad ústím Kunětického potoka,
- Mnichovka nad ústím potoka Šmejalka,
- Mnichovka při ústí do Sázavy,
- Kunětický potok nad ústím do Mnichovky,
- potok Šmejalka nad ústím do Mnichovky,
- Sázava nad ústím Mnichovky.

Profil Mnichovka nad ústím Kunětického potoka.

Číslo hydrologického pořadí 1-09-03-126

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	6,1	8,6	12,2	15,2	18,4	22,9	26,6

Profil Mnichovka nad ústím potoku Šmejalka

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	6,9	9,6	13,6	17	20,5	25,6	29,7

Profil Mnichovka při ústí do Sázavy

Číslo hydrologického pořadí 1-09-03-132

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	7,3	10,2	14,4	18	21,8	27,2	31,6

Profil Kunětický potok nad ústím do Mnichovky

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	3.3	4.8	7.8	10	11.7	15.5	19.4

Profil potok Šmejalka nad ústím do Mnichovky

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	2.8	4	6.6	8.6	9.5	13.3	16.6

Profil Sázava nad ústím Mnichovky

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	177	249	362	445	528	630	722

8.4. Geomorfologie území

Oblast se řadí do Hercynského systému – Hercynské pohoří, Česká vysočina a do Česko-moravské soustavy. Jako celek je reprezentována Benešovskou pahorkatinou.

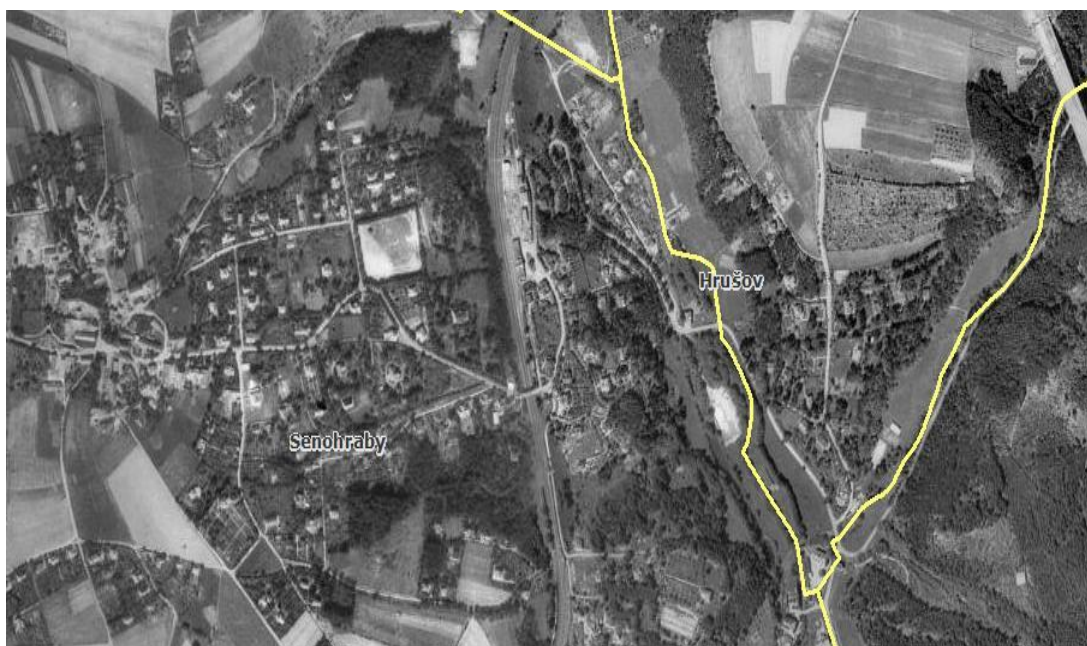
Z geologického hlediska se oblast nachází na moldanubiku. Jedná se o komplex přeměněných a hlubinných hornin. Jsou zde zastoupeny hlubinné magnetity a granodiority. Stáří se řadí do svrchního paleozoiku. Krajina v okolí vodního toku je charakterizována zvlněnou vrchovinou až pahorkatinou. Údolí je v horní části spíše mírné, v dolní části je hluboce zaříznuté. V nivě se nacházejí kvartérní horniny. Jedná se o nezpevněné sedimenty jako je písek a štěrk.

8.5. Klimatické poměry

Podle Köppenovy klasifikace se oblast Senohrab nachází v podnebí listnatých lesů mírného pásma. Oblast je mírně suchá, převážně s mírnou zimou. Podnebí je ovlivněno pahorkatým terénem. Průměrná teplota je 8°C. V letních měsících je zde 16°C, v zimě – 1°C. Srážky se pohybují okolo 600 až 650 mm. Sezónní úhrn sněhu je 60 – 80 cm. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 80% (TOLASZ ET AL.,2007).

8.6. Aktuální situace v Senohrabech

V 50. letech byla téměř veškerá zástavba situována po levé straně toku na přilehlém kopci (viz obr. č. 6).

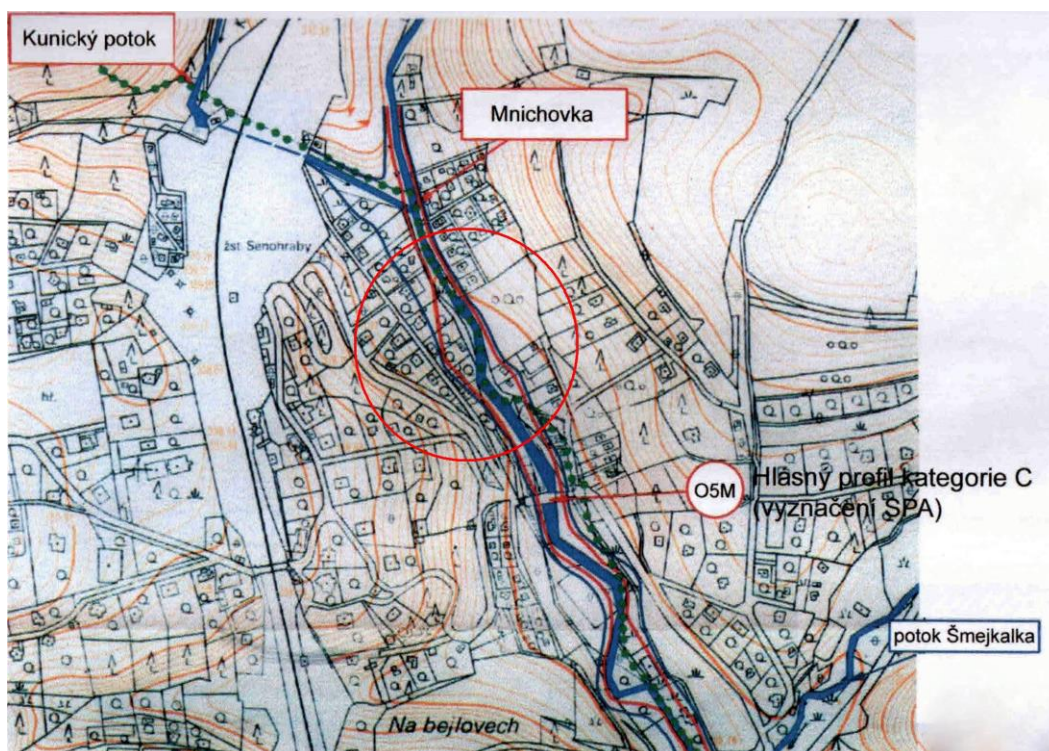


Zdroj: geoportal.cenia.cz

Obr. č. 6: Zástavba v 50. létech.

S nárůstem chatařského boomu okolo řeky Sázavy se postupně zastavovala i údolní niva potoku Mnichovka. Tyto chaty a obytné domky byly téměř každoročně ohrožovány rozvodněným tokem při jarním tání. Ve středu zástavby byl tok sveden do betonového koryta s vysokými stěnami a tak se zabránilo alespoň některým rozlivům.

V katastrálním území se nachází čtyři problémová místa. První z nich je za soutokem Mnichovky a Kunického potoka, kde dochází k rozlivům již při pětileté vodě (viz obr. č. 7).



Zdroj: Povodňový plán obce Senohraby

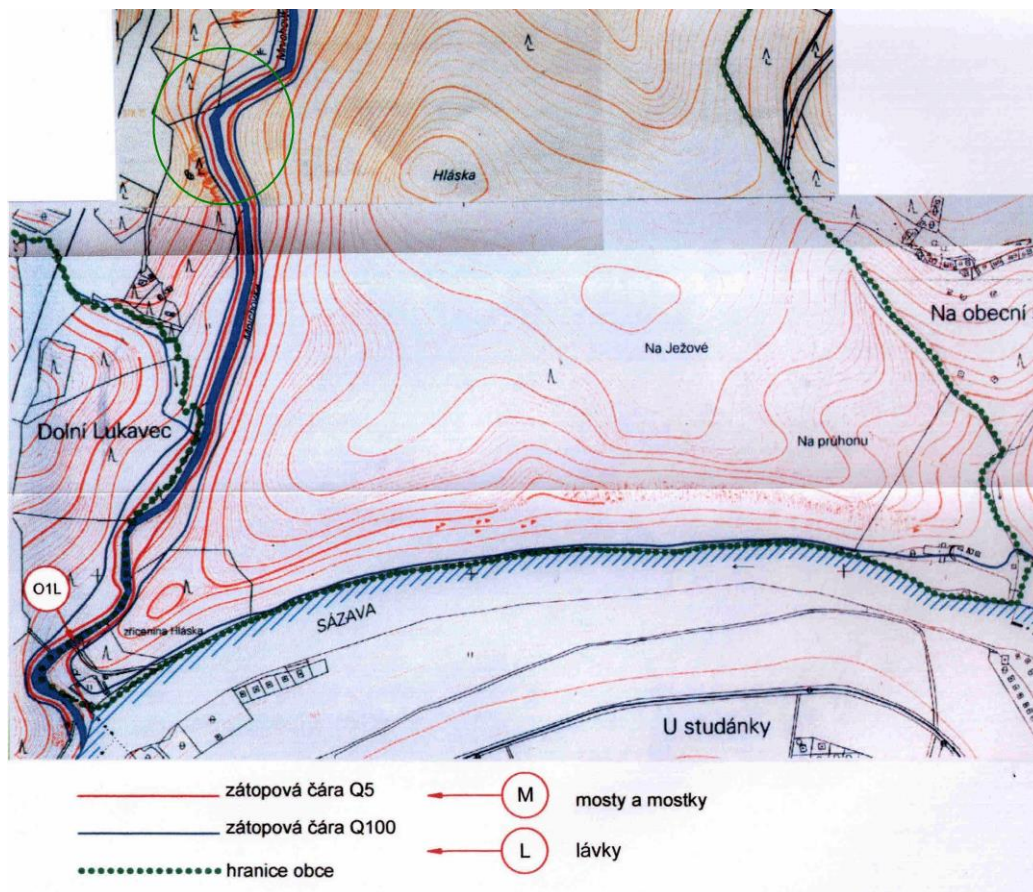
Obr. č. 7: Rozliv vodního toku Mnichovka.

Druhé ohrožené místo je za mostem silnice III/6031 (označení O5M), kde dochází k vymílání prudkého svahu po pravé straně toku (viz obr. č. 8).



Obr. č. 8: Zobrazení svahu u mostu.

Další místo, kde vznikají problémy, se nachází v lese pod kopcem, na kterém se nachází zřícenina hradu Zlenice (viz obr. č. 9). Na úpatí tohoto kopce působí při povodních vodní břehová eroze a dochází k jeho postupnému sesuvu. To může mít za následek zničení cenného archeologického naleziště.



Zdroj: Povodňový plán obce Senohraby

Obr. č. 9: Záplavové území v dolní části toku Mnichovka.

Poslední místo se nachází na soutoku s řekou Sázavou. Zde dochází k zaplavování letního tábora.

9. Hydrotechnické posouzení zájmového území

Pro simulaci povodňových vln v daném území byl použit program HEC – RAS, který pracuje na bázi jednorozměrového modelu. Vyvinul ho US Army Corps for Engineers, Hydrologic Engineering Center, River Analysis System. Tento software byl vybrán, protože je nekomerční a spolu s manuály je volně ke stažení na internetových stránkách <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/downloads.aspx>

Jedná se o hydraulický 1D model pro rovnoměrné a nerovnoměrné proudění v síti říčních koryt s volnou hladinou. Základní schéma je vypočteno metodou po úsecích. Profily jsou rozděleny na koryto a pravou a levou inundaci. Výpočet je založen na :

- stavových veličinách – průtočné plochy, šířka příčného řezu...,
- parametrech modelu – Manningův součinitel drsnosti, topologie koryta, geometrie řezů a objektů ...,
- počátečních a okrajových podmínkách – výška hladiny, průtok,
- vstupní a výstupní data – grafická nebo tabulková prezentace.

Výpočet průběhu hladin je založen na Bernoulliho rovnici (rovnice č. 1). Lokální ztráty jsou vyjádřeny koeficienty a energetické ztráty se řeší pomocí Manningova součinitele drsnosti. Ukázky hodnot jsou uvedeny v tabulce č. 1. Vodní tok Mnichovka je přirozený tok, který je převážně přímý a čistý, s občasným výskytem kamenů, viz obr. č. 10. Proto byla zvolena hodnota 0,03. Komplikovanější místa jako jsou soutoky, propustky atd., jsou řešeny pohybovou rovnicí (rovnice č. 2).

$$\frac{1}{2}pv^2 + p = konst. \quad \text{rovnice č. 1}$$

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt}(mv) \quad \text{rovnice č.2}$$



Obr. č. 10: Vyhodnocení drsnostního součinitele.

Pokud je koryto pokryto hrubozrnným pískem, využívá se spolu s Manningovým součinitelem i parametr k . Ten nám vyjádří zrnitostní složení materiálu. Tyto dvě hodnoty se mohou u každého profilu měnit. K modulu průtoku koryta se přičítají hodnoty modulů průtoků pravou a levou inundací. Do výpočetních postupů jsou zakomponovány funkce mostních a jezových objektů. Při výpočtu mostních objektů lze počítat s prouděním o volné hladině, se zatopeným vtokem a volným výtokem, s tlakovým prouděním, mostním profilem a s přeléváním přes mostní objekty. Při výpočtech s volnou hladinou lze zahrnout i vliv mostních pilířů. U mostů je na výběr z různých druhů oblouků, u propustků z různých tvarů. V tomto modelu je možné vypočítat např. vliv ucpání průtočného profilu mostu připlavovanými předměty, potencionální tvorbu výmolů a další (HAVLÍK, VALENTA, 2002).

Druh koryta a jeho popis	min.	střední	max.
Přirozené vodní toky			
Malé toky se šířkou hladiny při velké vodě < 30 m			
a) čisté, přímé, zaplněný profil, bez peřejí a tůní	0,025	0,030	0,033
b) totéž, ale s přítomností kamenů a plevele	0,030	0,035	0,040
c) zakřivená trasa, čisté koryto s tůněmi a peřejemi (brody)	0,033	0,040	0,045
d) se zákruty, tůněmi a brody, větší množství kamenů	0,045	0,050	0,060
e) bahnité úseky, hluboké tůně, zarostlé plevem, při malých rychlostech vody	0,050	0,070	0,080
Horské toky, bez vegetace v korytě, břehy obvykle strmé, stromy a keře na březích zaplavené při vysokém vodním stavu	0,030	0,045	0,070

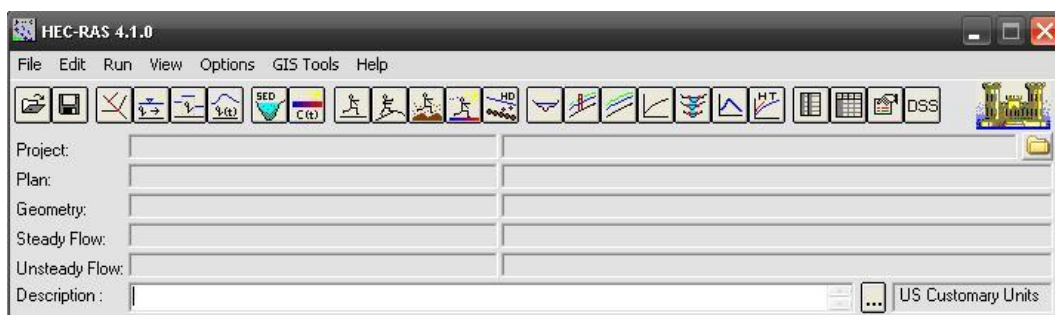
Zroj: HEC-RAS, Hydraulic Reference Manual, 2010

Tabulka č. 1: Hodnoty Manningova drsnostního součinitele.

9.1. Základní nastavení

Aby program mohl správně fungovat, je nutné změnit nastavení desetinného oddělovače z čárky na tečku. Tuto změnu provedeme v *Ovládacích panelech* → *Místní nastavení* → *Vlastní nastavení* → *Desetinný oddělovač* . (tečka).

Po spuštění se objeví základní okno „HEC-RAS –River Analysis Systém“ viz obr. č. 11.



Obr. č. 11: Základní okno programu HEC-RAS.

Jak už bylo zmíněno, software byl vyvinut v USA, proto jsou standardně nastaveny jednotky „*US Customary Units*“ a musejí se změnit na metrický systém SI. Tuto změnu provedeme v hlavním menu *Options* → *United system*.

Program pracuje s několika základními soubory, které dohromady tvoří PROJECT. Všechny soubory, které jsou v rámci jeho vytvořeny, mají před koncovkou shodný název jako samotný projekt.


V textovém souboru s koncovkou *.prj jsou uloženy základní informace, které lze editovat i mimo program HEC-RAS. V průběhu práce jsou vytvářeny skupiny souborů. Mezi základní patří:


- soubor pro projekt **prj*
- soubor pro každý plán **p01 až *p99*
- soubor pro každou variantu geometrických dat **g01 až *g99*
- soubor pro každou variantu okrajových podmínek **f01 až *f99*
- soubor pro každý průběh výpočtu **r01 až *r99*
- soubor obsahujícím výsledky pro každý plán **o01 až *o99*

Aby mohl být spuštěn výpočet, musí být zadány soubory s informacemi o projektu, geometrickým plánem a okrajovými podmínkami. Díky struktuře programu lze kombinovat projekty s různými plány a okrajovými podmínkami.

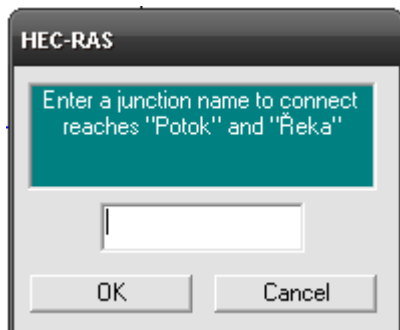
9.2. Geometrická data a schematizace říční sítě

Po otevření programu si uložíme nový projekt: *File* → *New Project*. Název může obsahovat maximálně 8 znaků a musí být bez interpunkce. Následně zadáváme

geometrická data příkazem *Edit* → *Geometric data* nebo ikonou . V rámci tohoto okna provádíme schematizaci říční sítě, popis jednotlivých příčných profilů

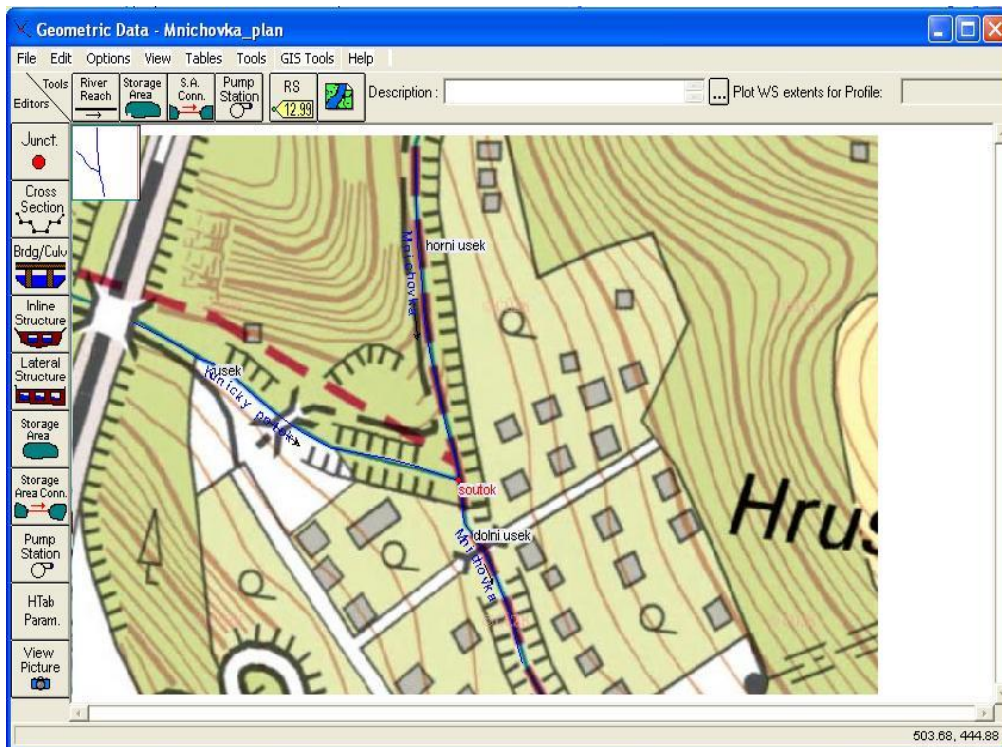
a objektů. Ikonou *River Reach*  zadáváme trasu vodního toku. Vykreslování provádíme pomocí myše. Jedno kliknutí levého tlačítka znamená jeden bod na trase toku, dvojkliknutí těsně za sebou znamená ukončení nákresu větve a objeví se dialogové okno, kde do *River Name* napíšeme název řeky a do kolonky *Reach Name* jméno úseku.

Tímto způsobem je vykreslen tok Mnichovka . V horním úseku toku se nachází i pravostranný přítok Kunický potok. Ten je vykreslován obdobným způsobem. V místě soutoku je vykreslování ukončeno dvojklikem a následně se objeví okno, kde volíme, zda chceme vodní toky spojit a jak tento soutok nazveme, viz obr. č. 12.



Obr. č. 12: Dialogové okno soutoku.

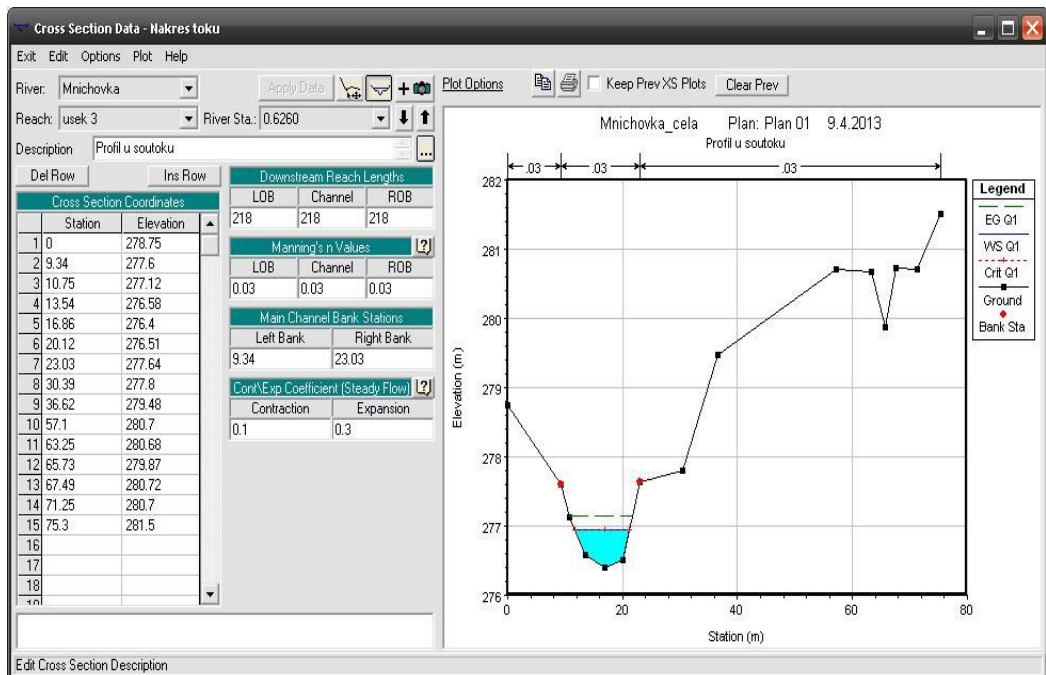
Aby trasa lépe odpovídala skutečnosti, je do pozadí pomocí funkce *Background Picture* vložena mapa, viz obr. č. 13.



Obr. č. 13: Zobrazení podkladové mapy v programu HEC-RAS.

9.2.1. Zadávání příčných profilů

Pro zadání příčných profilů použijeme ikonu „Cross Section“. Otevře se základní okno na zadávání hodnot, viz obr. č. 14. Nový profil zadáme příkazem *Options* → *Add a new Cross Section*. Zobrazí se okno, kde vypíšeme staničení profilu. Do okna *Description* vkládáme název nebo popis profilu. Do Oblasti *Cross Section Coordinates* vyplníme vzdálenosti příčných řezů a příslušné nadmořské výšky a to od levého břehu k pravému břehu, v kolonce *Downstream Reach Lengths* zvolíme vzdálenost k předchozímu profilu v metrech. *Manning's n values* udává hodnoty drsnosti. Můžeme zadat zvlášť pro levou inundaci, pravou inundaci a vlastní koryto. V okně *Main Cannel Bank Stations* rozdělujeme profil na levou a pravou inundaci a koryto. Toto označení je graficky znázorněno červenými tečkami ve schématickém vykreslení. Aby se nám zadané hodnoty zobrazily, projekt buď uložíme *File* → *Save Geometric data*, a nebo použijeme ikonu *Apply Data*. Hodnoty příčných profilů jsou uvedeny v příloze č. 1: Příčné profily.



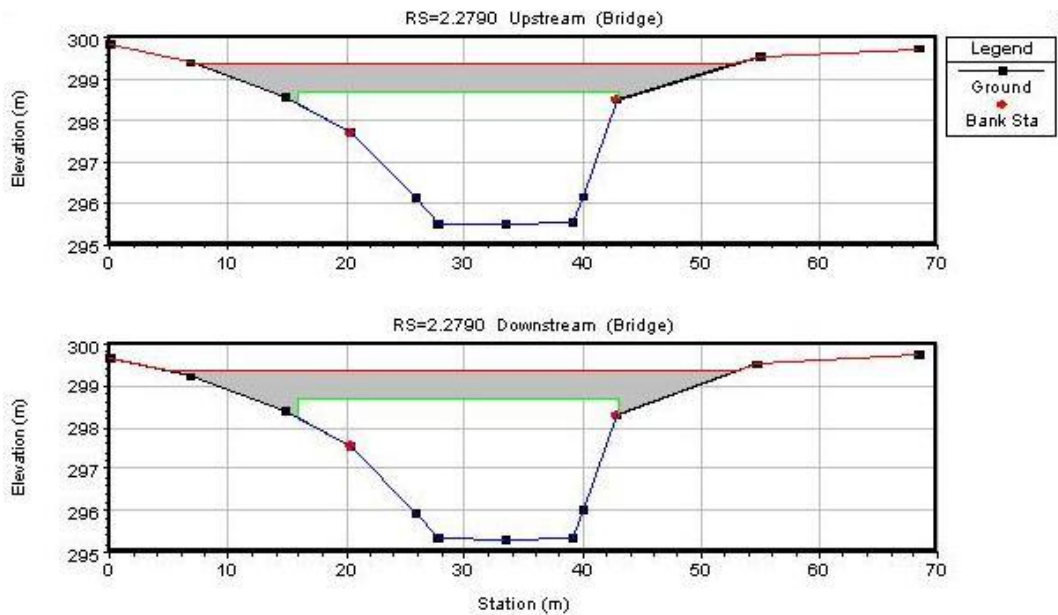
Obr. č. 14: Zadávání hodnot příčných profilů.

Pokud je nedostatek podkladových dat a příčné profily se nacházejí daleko od sebe, použijeme Interpolaci *Tools* → *XS Interpolation*. Vkládání můžeme zadávat dvěma způsoby. Buď funkcí *Within a Reach...*, nebo *Between 2 XS's ...* První nám vytvoří profily po celé délce toku v pevně daných vzdálenostech a druhý vkládá pouze mezi dva zvolené profily. Počet vložených profilů se řídí zvolenou hodnotou *Maximum Distance (m)*, která udává, po jaké vzdálenosti budou vykresleny.

9.3. Objekty na toku



Mostky a propustky zadáváme ikonou *Brdg/Culv*. Po jejím vyvolání se objeví okno *Bridge Culvert Data*, kde vykreslujeme konstrukci mostu, obr. č. 15. *Options* → *Add a New Bridge/Culvert* vložíme nový most či propustek. Ikonou *Deck/Roadway* zadáváme parametry horní mostové konstrukce. Ikonou *Pier* určujeme parametry jednotlivých mostních pilířů. Použité hodnoty jsou uvedeny v Příloze č. 2: Parametry mostních konstrukcí.



Obr. č. 15: Vykreslení mostové konstrukce.

Ukázka zadávání hodnot je na obr. č. 16, kde *Distance* znamená vzdálenost mezi mostem a příčným profilem, *Width* šířku mostu a *Weir Coef* hodnotu součinitele přepadu. Popis geometrie mostu je dána staničením *Station*, které musí být stejně dlouhé jako staničení profilu nad ním. *Height* a *Low Coard* udává hodnoty horní a spodní úrovně mostovky (rozdíl mezi nimi = tloušťka mostu). Hodnoty se zadávají 2x, jako spodní a horní profil mostu. Pokud jsou hodnoty totožné, je možné použít funkci *Copy US to DS*.

Deck/Roadway Data Editor

Distance	Width	Weir Coef
1	2	2.6

Clear Del Row Ins Row Copy US to DS

Upstream				Downstream			
	Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord	
1	0.	0.	0.	0.	0.	0.	▲
2	24.6	301.5	301.2	24.6	301.5	301.2	
3	24.6	301.5	301.2	24.6	301.5	301.2	
4	25.6	301.5	301.2	25.6	301.5	301.2	
5	25.6	301.5	301.2	25.6	301.5	301.2	
6	33.1	301.5	301.2	33.1	301.5	301.2	
7	33.1	301.5	301.2	33.1	301.5	301.2	
8	34.1	301.5	301.2	34.1	301.5	301.2	▼

U.S Embankment SS: D.S Embankment SS:

Weir Data
 Max Submergence: Min Weir Flow El:

Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel


Obr. č. 16: Ukázka hodnot mostové konstrukce.

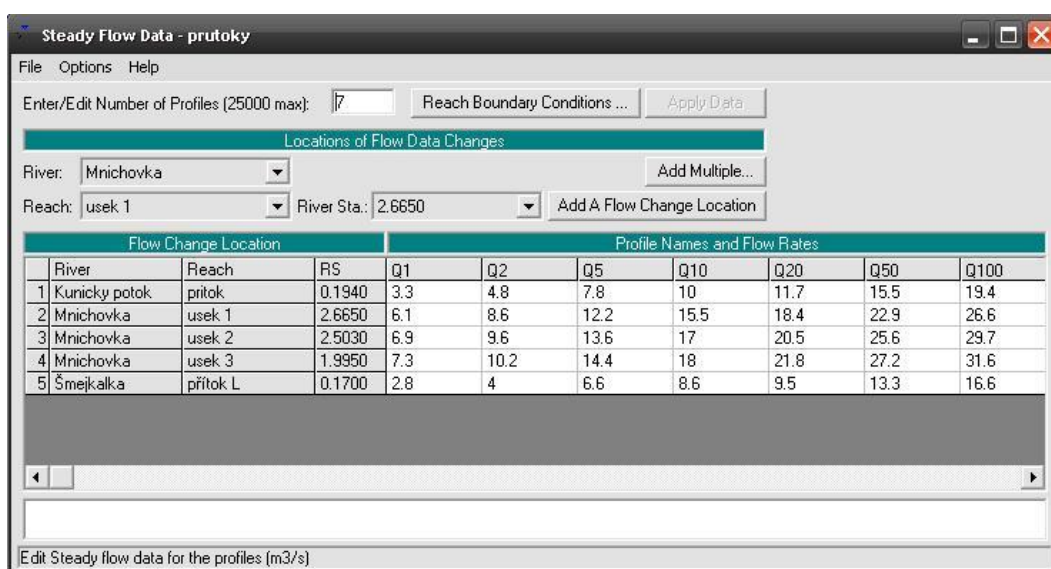
Na našem zájmovém území se nacházejí i lávky, obr. č. 17. K vykreslení schodů je použita funkce *Sloping Abutment*, kam do sloupce *Station* vkládáme hodnoty staničení a do sloupce *Elevation* hodnoty nadmořských výšek.



Obr. č. 17: Lávka na území obce Senohraby.

9.4. Okrajové podmínky

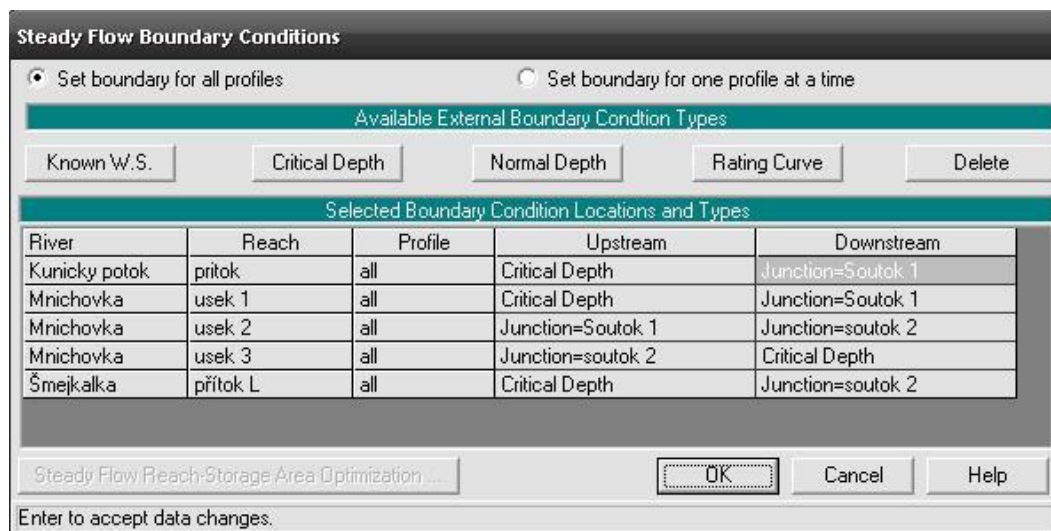
Po simulaci výpočtu je nutné zadat okrajové podmínky. Při ustáleném proudění je v obou uzávěrových profilech volena jedna hodnota, většinou průtok nebo výška hladiny. V našem případě byl zadáván průtok. Základní okno otevřeme příkazem *Edit* → *Steady Flow Data* nebo ikonou . Nejprve zadáme počet průtoků, které budeme chtít řešit – *Enter/Edit Number of profile*. *Profile* zde neznamená příčný nebo podélný profil, ale právě jednu úroveň dat s okrajovými podmínkami. Ve studii bylo řešeno 7 různých N-letých průtoků. Po vyplnění počtu se objeví příslušný počet polí pro zadávání průtoků. Automaticky jsou pojmenovány jako Prof#1, Prof#2, atd. Profily byly přejmenovány příkazem *Option* → *Edit Profil Names* na Q1, Q2,...a následně vyplněny, viz obr. č. 18.



Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates							
River	Reach	RS	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	
1	Kunický potok	přítok	0.1940	3.3	4.8	7.8	10	11.7	15.5	19.4
2	Mnichovka	usek 1	2.6650	6.1	8.6	12.2	15.5	18.4	22.9	26.6
3	Mnichovka	usek 2	2.5030	6.9	9.6	13.6	17	20.5	25.6	29.7
4	Mnichovka	usek 3	1.9950	7.3	10.2	14.4	18	21.8	27.2	31.6
5	Šmejčalka	přítok L	0.1700	2.8	4	6.6	8.6	9.5	13.3	16.6

Obr. č. 18: Hodnoty N-letých průtoků.

Ikonou *Reach Boundary Conditions* otevřeme okno „*Steady Flow Boundary Conditions*“, obr. č. 19, kde zadáváme podle druhu proudění typ dolních a horních okrajových podmínek.



Obr. č. 19: Typy okrajových podmínek.

Je možné vybrat z následujících okrajových podmínek:

Known W.S. Známá úroveň hladiny v příčném profilu pro každý řešený průtok.

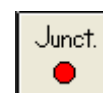
Critical Depth Kritická hloubka v příčném profilu.

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

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

Delete Vymazání okrajové podmínky.

Pro řešení studie byla vybrána podmínka *Critical Depth*.



Editaci soutoku provádíme v okně vyvolané ikonou *Junct.* Definujeme zde, jak daleko jsou první příčné profily od soutoku. Na Kunickém potoce se první nachází ve vzdálenosti 6 metrů a na Mnichovce ve vzdálenosti 4 metrů.

9.5. Výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění

Spuštění výpočtu můžeme příkazem *Run* → *Steady Flow Analysis* nebo ikonou



. Po spuštění tlačítka *Compute* nám proběhne výpočet, který pomocí *File* → *Save Plan* uložíme. Tento výpočet se řídí rovnicí:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

kde:

Z_1, Z_2 – nadmožská výška vodního koryta

Y_1, Y_2 – hloubka vody v průřezu

V_1, V_2 – průměrná rychlost

a_1, a_2 – koeficient zrychlení

g – gravitační koeficient

h_e – energie tlakové ztráty

Je zde možnost zkombinovat různá geometrická data s okrajovými podmínkami. Popis plánů můžeme zadat v *Plan Description*. Charakter proudění zadáváme možnostmi *Subcritical* – říční proudění, *Supercritical* – bystřinné a *Mixed* – smíšené.

9.6. Presentace výsledků

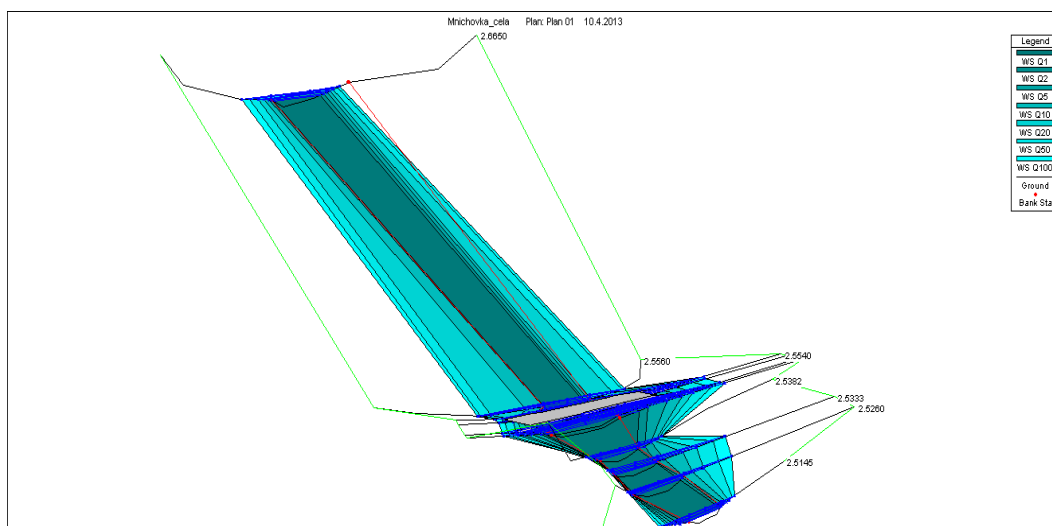
Program HEC-RAS nabízí prezentaci v grafické nebo tabulkové podobě. Grafické se ovládají příkazy v hlavním menu a umožňují tisk nebo export do programů typu MS Word, MS Excel, atd. Příkazem *Options* můžeme nastavit kóty terénu, průběhy hladin, průběhy čar energie a kritickou hloubku, popisky u grafů a veličin, legendy, charakteristiku písma, měřítko, mřížkování, volby čar a značek a další.

Tabulkové výstupy ovládáme v hlavním menu úvodního okna a taktéž nám umožňují tisk a export do programů typu MS Word, MS Excel, atd.

10. Výsledky

Simulace, které byly provedeny v programu HEC-RAS, vytvářejí vizuální znázornění záplavových čar jednotlivých N-letých průtoků.

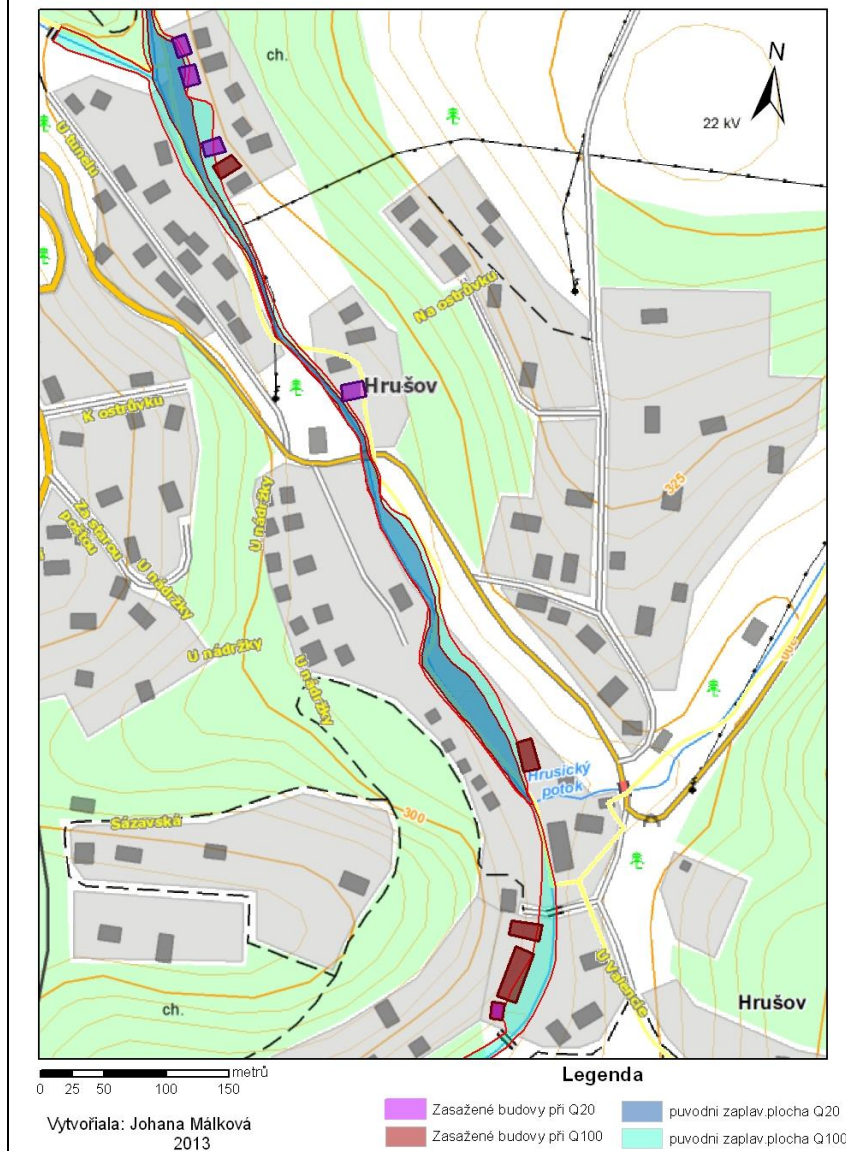
Podle grafických příloh, které jsou uvedeny v příloze č. 3: Rozliv N-letých průtoků, můžeme vidět, že dochází k menším rozlivům již při pětileté vodě, k zásadnějším při průtoku Q_{20} . Ukázka rozlivu v horní části Mnichovku je uvedena na obr. č. 20. Téměř každoročně je zaplavovaná chatová oblast, která se nachází pod soutokem Kunického potoka a Mnichovky. Údolní niva pod kopcem Hláška je nepatrně širší než v jiných místech toku. Při větších průtocích zde voda vystupuje z koryta a vytváří si novou trasu. Na úpatí kopce působí vodní eroze a dochází k odnosu zeminy. Situace dosáhla bodu, kdy se začíná narušovat stabilita archeologického naleziště, které se nachází na tomto kopci.



Obr. č. 20: N-leté rozlivy na horní části toku Mnichovka.

V jednotlivých profilech jsou graficky znázorněny výšky při průchodu příslušných N-letých průtoků. Po odečtení vzdáleností a nadmořských výšek můžeme určit rozsah záplavových území. Z vykreslování jednotlivých povodňových čar je patrné, že při průtoku Q_{20} dochází k zaplavování zahrad a některých objektů, které se nacházejí na soutoku Kunického potoka a Mnichovky. Záplavové území 100-leté vody je značně rozsáhlejší a dochází k ohrožení budov i nad soutokem s Hubačovským potokem (potok Šmejka) a nad mostem na ř. km 1,750. V mapě záplavového území (obr. č. 21) můžeme vyčíst, které budovy mohou být zasaženy.

Záplavové území pro Q20 a Q100 na území obce Senohraby před úpravou



Obr. č. 21: Záplavové oblasti na území obce Senohraby.

Abychom minimalizovali škody, které mohou být způsobeny povodňovými vlnami, jsou na toku navržena ochranná opatření, která jsou schopna ochránit minimálně před průtokem Q_{20} . Prvním z nich je průtočný poldr, který se nachází v ř.km 2,620. Jeho rozměry byly stanoveny tak, aby byl schopen s rezervou pojmout i průtok Q_{100} bez jeho přelití, viz obr. č. 22.

Rovnice použité při výpočtu hodnot poldru:

$$Q = S \cdot v$$

Rovnice pro výpočet průtoku

Q – průtok (m^3/s), S – průtočná plocha (m),
 v – rychlost proudění (m/s)

$$S = y \cdot b$$

Rovnice pro výpočet průtočné plochy

S – průtočná plocha (m), y – výška koryta (m),
 b – šířka koryta (m)

$$O = 2 \cdot y + b$$

Rovnice pro výpočet omočeného obvodu

$$R = \frac{S}{O}$$

Rovnice hydraulického poloměru

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

Rovnice pro výpočet Chezyho rychlostního součinitele

n – stupeň drsnosti

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Rovnice pro výpočet rychlosti

i – sklon hladiny

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{y \cdot g}}$$

Rovnice pro výpočet režimu proudění

Fr – Froudovo číslo, $Fr < 1$ – říční proudění, $Fr > 1$ – bystřinné proudění, $Fr = 1$ kritické proudění, g – gravitační konstanta

Jeho šířka ve dně je 5 m a je hluboký 1,75m. Přičemž hladina 100-leté vody dosahuje výšky 1,44 m. Kapacita poldru je stanovena tak, aby při průtoku Q_{20} nedocházelo k zaplavování pozemků v chatové oblasti, která se nachází za soutokem toku Mnichovka a Kunického potoka. Aby nedocházelo k zaplavování lávky na ř. km 2,4860, bude zde provedena úprava, která zvýší kapacitu koryta

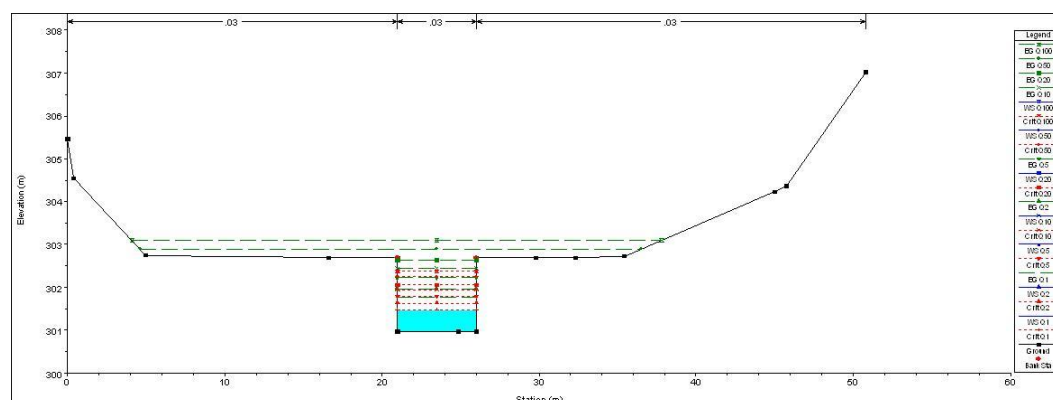
pod tímto objektem. V tabulce č. 2 jsou uvedeny výpočty z programu HEC-RAS pro profil průtočného poldru, kde jednotlivé sloupce znamenají:

Profile	Označení průtoku
Q Total	N-letý průtok
Min Ch. El.	nadmořská výška dna
W.S. Elev.	nadmořská výška hladiny při průchodu N-letého průtoku
Crit. W. S.	nadmořská výška hladiny při kritickém proudění
E.G. Elev.	nadmořská výška čáry energie
E. G. Slope	sklon čáry energie
Vel Chnl.	střední průřezová rychlost proudění
Flow Area	plocha průtočného průřezu (profilu)
Top Width	šířka v hladině příčného profilu při průchodu N-letého průtoku
Froude # Chl	Froudovo číslo pro hlavní koryto

Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Q20	18.4	300.57	301.71	301.71	302.03	0.0108	2.51	7.35	11.81	1.01
Q100	26.6	300.57	301.91	301.91	302.28	0.0094	2.73	9.92	14.41	0.98

Tabulka č. 2: Vypočtené hodnoty pro profil průtočného poldru.

Výpočty pro zbylé profily jsou uvedeny v příloze č. 4: Vypočtené hodnoty pro jednotlivé profily.

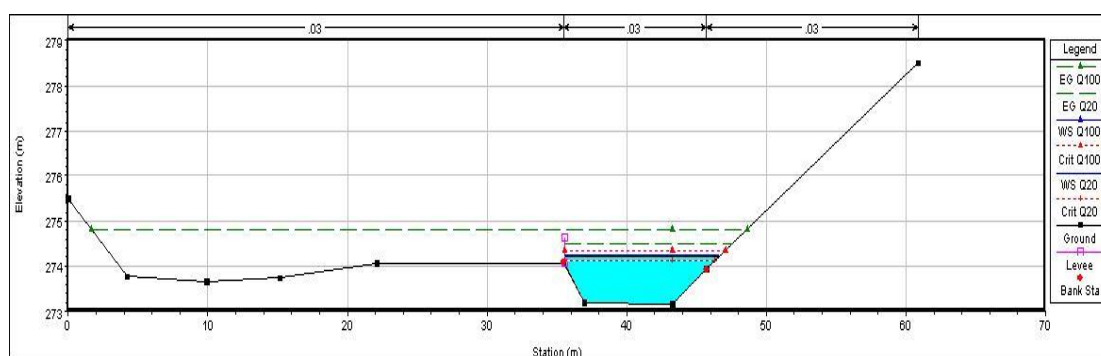


Obr. č. 22: Parametry průtočného poldru.

Materiál, který bude použit ke stavbě poldru, bude z úpravy svahu na ř.km 2,266-2,226. Zde dochází k narušování svahu, odnášení zeminy a zanášení koryta. Svah je příliš prudký, proto bude upraven jeho sklon a bude osázen vhodnými stromovými a keřovými porosty, například Vrby (*Salix alba, fragilis, viminalis, purpurea* . . .), Líska obecná (*Corylus avellana*), Olše (*Alnus*

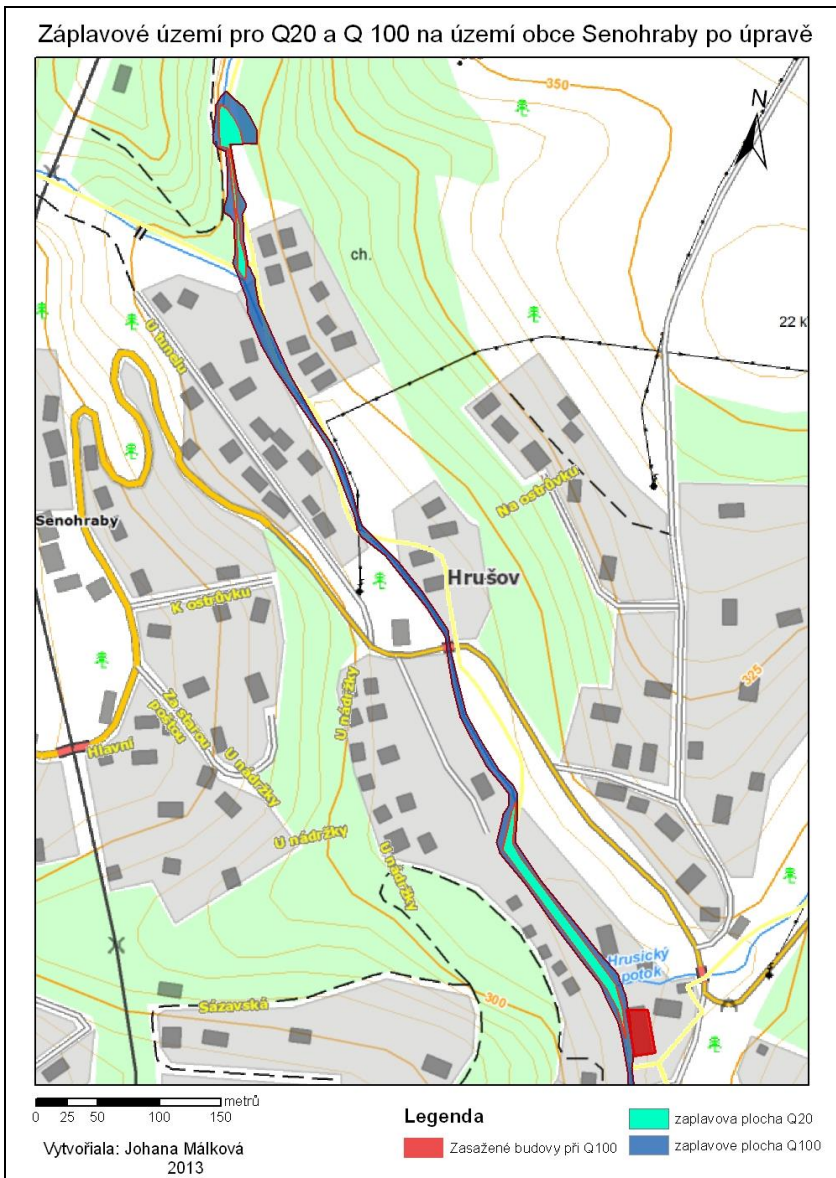
glutinosa,...). Vegetace tlumí rychlost proudění při větších průtocích, stabilizuje břeh, zlepšuje samočisticí schopnost toku a mají další pozitivní vlastnosti. Návrh úpravy svahu je uveden v příloze č. 5: Úprava svahu na ř. km 0.226-0,266.

Třetí úprava bude provedena na ř. km 0,203-0.408. Na tomto místě bude vystavěna hráz, která je schopna zadržet průtok Q_{50} a tím zamezí narušování stability stráně. Její průměrná výška bude 0,53 m. Stavební materiál na toto opatření bude použit z místa stavby. Příklad příčného profilu vidíme na obr. č. 23 a grafické znázornění hráze je uvedeno v příloze č. 6: Návrh ochranné hráze na ř. km 0, 203-0.408.



Obr. č. 23: Příčný profil s návrhem ochranné hráze.

Úpravy byly opět namodelovány do programu HEC-RAS a po další simulaci vykreslena nová mapa záplavového území. Změnu zasaženého území 20-letou a 100-letou vodou můžeme vidět na obr. č. 24. Po výstavbě průtočného poldru došlo k zabránění rozlivu při průtoku Q_{20} a při vyšších průtocích je rozliv značně omezen a nedochází k zasažení budov a to po celém toku. Zobrazení změn v zasažených oblastech je uvedeno v příloze č. 7 : Záplavové oblasti po úpravách na toku.



Obr. č. 24: Změna zaplaveného území po vytvoření úprav na toku.

11. Diskuse a závěr

Život blízko vodních toků vždy přináší určité riziko povodní. V minulosti se málokdy osídlovaly údolní nivy, proto nebyla potřeba vytvářet protipovodňová opatření. S nárůstem počtu obyvatel se ovšem tato situace změnila. Na rozdíl od jiných zemí, naše území nebylo až do roku 1997 vystaveno účinkům velkých povodní. Docházelo k podceňování nebezpečí a k hojnému osídlování v blízkostech toku. Pokud se vytvářely úpravy na tocích, jednalo se zejména o zvýšení kapacity koryta a ke zrychlení odtoku vody. Vlivem zvětšování nepropustných ploch se snižuje zásoba podzemní vody a ještě více se podporuje povrchový odtok. Okolo menších toků se nestanovovaly záplavové plochy a pokud ano, často nejsou dodržovány. Nutnost vytvořit nebo zlepšit ochranu nám ukázaly povodně v letech 1997, 1998 a 2002.

Cílem této práce bylo zhodnotit stávající stav na vodním toku Mnichovka a navrhnout opatření, která by mohla zlepšit situaci. Byla zmapována oblast mezi 0.tým a 2,6.tým kilometrem. Na toku jsou v některých místech navržena technická opatření, ty ale neochraňují veškeré objekty v okolí toku. V zájmovém území se nachází 8 mostů a lávek, z čehož 5 je v zastavěném území. 2 mosty jsou s rezervou průtočné na Q_{100} . Zbylé lávky mají menší kapacitu, při vyšších průtocích dochází k jejich obtékání a může vzniknout riziko zacpání koryta.

Na území obce Senohraby byla navržena výstavba průtočného poldru. Je umístěn cca 200 metrů před prvními chatařskými objekty a ochraňuje území do průtoku Q_{20} . Při vyšších průtocích dochází k rozlivům, ale již nejsou ohroženy budovy. Druhé protipovodňové opatření bylo navrženo mezi ř. km 0,203-0,408. Jedná se sice o nezastavěné území, ale vodní tok zde narušuje stabilitu svahu a tím ohrožuje archeologické naleziště, které leží nad ním. Dále byly navrženy 2 technické opatření. První je zvýšení kapacity koryta pod lávkou na ř. km 2,4850 a druhé je úprava prudkého svahu na ř. km. 0,226-0,266. Po těchto úpravách by se výrazně zlepšila situace v obci.

Povodně tu vždy byly a budou, proto je nutné dbát na protipovodňovou ochranu a respektovat záplavové území při umisťování nových objektů.

12. Seznam literatury

- BEVEN K, 2001: How far can we go in distributed hydrological modelling? Hydrology and Earth System Sciences, 5/2001, str. 1 – 12
- ČAMROVÁ L, HROMÁDKA P, 2006: Lokální bleskové povodně v ČR – možnost řešení z pozice samosprávných obcí. In: Langhammer J. (ed.): Změny v krajině a povodňové riziko. PřF UK, Praha, 251 str.
- DAÑHELKA J, KREJČÍ J, ŠÁLEK M, ŠERCL P, ZEZULÁK J, 2003: Posouzení vhodnosti aplikace srážko-odtokových modelů s ohledem na simulaci povodňových stavů pro lokality na území ČR. ČZU a ČHMÚ, Praha, 220 str.
- HAVLÍK A [ed]., 2001: Matematické modely v ochraně před povodněmi. MŽP, ČVUT, Praha, 11 str.
- HAVLÍK A, 2006: Metoda odhadu kulminačního průtoku při povodňových průtocích pomocí hydraulických výpočtů. ČVUT, 23 str.
- HAVLÍK A, VALENTA P, 2002: Dostupné matematické modely v oblasti říční hydrauliky. In: Patera A, Váška J, Zezulák J, Eliáš V,(eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. ČVUT, Cicero Ostrava, 436 str.
- HRÁDEK F, KUŘÍK K, 2001: Maximální odtok z povodí: teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q. ČZU, Praha, 37 str.
- JANEČEK M ET AL., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV, Praha, 201 str.
- JUST T ET AL., 2005: Vodohospodářská revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. ZO ČSOP, Hořovicko, 359 str.
- KENDER J, BÍLEK J, CÍLEK V, 2004: Voda v krajině: kniha o krajinotvorných programech. MŽP a AOPK, Praha, str. 207.
- KŘOVÁK F, SOVINA J, ZEZULÁK J, 2008: On experience with USACE HEC systems at CUA Prague, mathematical models: flood protection, flood plain mapping, flood control, reservoir operation. CZU, Česká protipovodňová asociace, Praha.
- KULHAVÝ Z, KOVÁŘ J, 2000: Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 123 str.
- LETT P, DAÑHELKA J, 2002: Požadavky na meteorologické a hydrologické vstupy do hydrologických modelů. In: Patera A, Váška J, Zezulák J., Eliáš V.,(eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. ČVUT, Cicero Ostrava, 436 str.

- NOVÁK L ST., NOVÁK L ML, 2011: Protipovodňová opatření v České republice. Český svaz vědeckotechnických společností, Praha, 64 str.
- PASCAL YIOU, PIERRE RIBEREAU, PHILIPPE NAVEAU, MARTA Nogaj & RUDOLF BRÁZDIL 2006: Statistical analysis of floods in Bomenica (Czech republic) since 1825. Hydrological Science Journal, 51/2006, str. 930 – 945.
- PATERA A (ed.), 2002: Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. ČVUT, Cicero Ostrava, 436 str.
- POVODÍ VLTAVY S. P., 2011: Povodňový plán obce Senohraby, Praha, výtisk č. 6, 29 str.
- ŘIČICOVÁ P, BUCHTELE Js, 2002: Metody a modely hydrologických předpovědí. In: Patera A, Váška J, Zezulák J, Eliáš V,(eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. ČVUT, Cicero Ostrava, 436 str.
- SANDEV M, 2011: System of integrated warning service (SIWS) in Czech hydrometeorological institute (CHMI). In: Obrusník I (ed), 2011: Early Warning for flash floods, CHMÚ, Komořany, 94 str.
- SITAŘ J, LANGHAMMER J, 2008: Modelování vlivu antropogenních úprav koryta toku na průběh povodní. In: Langhammer J. (ed.): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, str. 93 – 112.
- SLAVÍKOVÁ L, BAREŠ V, BENEŠ R, JÍLKOVÁ J, STRÁNSKÝ D, VALENTOVÁ M, 2007: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných území. IREAS, Praha, 82 str.
- TOLASZ R (ed.), 2007: Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha, 256 str.
- UNUCKA J, 2009: Floreon - Infrastruktura, která předpovídá povodně. Computerword, 17/2009, str. 28-29.
- VALENTA P., 2002: Přístupy k řešení průchodu povodně širokou inundací. In: Patera A, Váška J, Zezulák J, Eliáš V,(eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. ČVUT, Cicero Ostrava, 436 str.
- VALENTA P, 2005: Využití numerických modelů proudění vody v protipovodňové ochraně. ČVUT, 25 str.

12.1. Internetové zdroje

- BUCHERT V, 2006: Přijdou ještě větší povodně, říká geolog Čilek. Rozhovor, MF Dnes, 9. dubna 2006, on-line: http://zpravy.idnes.cz/prijdou-jeste-vetsi-povodne-rika-geolog-cilek-foo-/domaci.aspx?c=A060409_085026_domaci_jan, cit: 30.10.2012
- HYDROPROJEKT, 2009: Concept of anti-flood measures in central Bohemian Region. European Regional Development Fund, on-line:
- LANGHAMMER J, 2002: Kvalita povrchových vod a jejich ochrana, on-line: http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/skripta/skriptaWQ_2009_web.pdf, cit: 5.11.2012.
- MCINTYRE N, 2004: Analysis of Uncertainty in River Water Quality Modelling. Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, on-line: <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/7253966.PDF>, cit: 8.11.2012.
- MORELAND J A, 2001: Floods and flood plains. US Geological Survey, on-line: <http://pubs.usgs.gov/of/1993/ofr93-641/pdf/ofr93-641.pdf>, cit: 19.2.2013.
- MŽP, Ministerstvo životního prostředí, 2000: Strategie ochrany před povodněmi v České republice, on-line: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_ochrany_povodne/\\$FILE/OOV_strategie_povodne_20000419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_ochrany_povodne/$FILE/OOV_strategie_povodne_20000419.pdf), cit: 30.10.2011.
- NOAA, 1992: Flash floods and floods... the Awesome Power!, on-line: <http://www.srh.noaa.gov/images/fwd/pdf/floodsandfloods.pdf>, cit: 19.2.2013.
- Oficiální internetové stránky obce Senohraby, on-line: www.senohraby.cz, cit: 19.3.2012.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS, Hydrologic Engineering Center: HEC-RAS Hydraulics Reference Manual, USA, on-line: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/hecras-document.html>, cit: 1.3.2013.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS, Hydrologic Engineering Center: HEC-RAS User's Manual, USA, on-line: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/hecras-document.html>, cit: 1.3.2013.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS, Hydrologic Engineering Center: Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual, USA, on-line: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_3.5.pdf, cit: 1.3.2013.

- YOUNG R A, ONSAD C A, BOSCH D D, ANDERSON W P, 1989: AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. Journal of Soil and water conservation, 44/2, on-line: <http://www.tifton.uga.edu/sewrl/bosch/1989%20Young%20JSWCS%20AGNPS.pdf>, cit: 6.11.2012.
- ZÁKON č. 254/2001 Sb ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Praha, 2001. on-line: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/\\$file/150-10.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/$file/150-10.pdf), cit: 3.3.2012.

13. Přílohy

Příloha č. 1: Příčné profily.

Příloha č. 2: Parametry mostních konstrukcí.

Příloha č. 3: Rozliv N-letých průtoků.

Příloha č. 4: Vypočtené hodnoty pro jednotlivé profily.

Příloha č. 5: Úprava svahu na ř. km 0.226-0,266.

Příloha č. 6: Návrh ochranné hráze na ř. km 0, 203-0.408.

Příloha č. 7: Záplavové oblasti po úpravách na toku.

Příloha č. 8: Fotodokumentace.

Příloha č. 1: Příčné profily.

Mnichovka

P1	vzdálenost staničení	0.0000 0.0000
-----------	---------------------------------	--------------------------

0.00	271.10
11.55	270.86
24.43	270.65
26.03	270.30
27.07	269.80
29.99	269.40
33.29	269.58
36.14	269.95
37.38	270.40
58.14	270.60
69.15	270.74

P01L	vzdálenost staničení	198.0000 0.1980
-------------	---------------------------------	----------------------------

0.00	275.28
7.20	275.38
13.52	272.20
15.46	272.18
17.63	271.30
20.62	271.12
23.76	271.18
26.48	272.16
33.02	272.28
40.64	272.50

P01L b	vzdálenost staničení	5.0000 0.2030
---------------	---------------------------------	--------------------------

0	275.28
7.2	275.38
13.21	272.53
15.41	272.47
16.68	271.19
20.66	271.13
25.66	271.21
27.14	272.45
33.13	272.49
40.73	272.65

Profil 2	vzdálenost staničení	40.0 0.2430
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.72
5.41	275.24
11.79	273.16
14.9	272.74
17.6	271.96
20.56	271.67
23.76	271.62
25.97	272.65
33.06	273.03
40.56	273.32

Profil 3	vzdálenost staničení	20.0 0.2630
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.62
6.43	274.89
12.81	273.41
15.18	273.06
17.65	272.31
20.56	271.84
24.18	272.21
25.51	273.04
33.01	273.30
38.55	273.75

Profil 4	vzdálenost staničení	10.0 0.2730
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.68
7.27	273.94
12.78	272.92
15.35	272.24
17.76	271.95
20.41	271.99
24.12	272.23
24.98	272.86
31.63	273.68
37.31	274.67

Profil 5	vzdálenost staničení	59.0 0.3320
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.81
4.29	274.31
10.18	273.41
15.6	273.58
23.56	273.56
44.28	273.54
45.64	272.69
51.94	272.65
53.68	273.37
63.68	278.31

Profil 8	vzdálenost staničení	9.7 0.3755
-----------------	---------------------------------	-----------------------

0	276.40
4.4	274.38
6.36	273.92
13.08	273.79
24.98	274.29
35.59	274.34
37.5	273.43
45.86	273.43
48.99	274.12
66.99	278.58

Profil 6	vzdálenost staničení	17.1 0.3491
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.97
3.86	274.34
10.15	273.53
16.59	273.86
21.71	273.78
40.09	273.85
41.52	272.98
47.97	273.12
50.5	274.02
62.5	278.53

Profil 9	vzdálenost staničení	10.4 0.3859
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	277.46
7.59	274.11
15.54	274.36
32.07	274.32
34.29	273.51
41.79	273.52
45.66	274.38
66.66	278.49

Profil 7	vzdálenost staničení	16.7 0.3658
-----------------	---------------------------------	------------------------

0	275.49
4.2	273.77
9.93	273.66
15.14	273.75
22.14	274.08
35.52	274.07
37	273.19
43.29	273.17
45.71	273.94
60.85	278.50

Profil 10	vzdálenost staničení	19.1 0.4050
------------------	---------------------------------	------------------------

0.00	275.93
4.84	274.62
20.39	274.94
22.78	274.48
24.55	273.80
29.08	273.79
32.18	275.33
42.92	276.04
54.18	277.89

Profil KU	vzdálenost staničení	3.0 0.4080
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	276.5
5.88	274.94
15.94	274.98
25.47	274.98
38.29	275.01
41.82	274.30
42.67	274.02
45.06	273.90
47.18	273.90
49.69	273.90
51.4	274.28
53.55	275.12

Profil u soutoku	vzdálenost staničení	218.0 0.6260	Profil 11	vzdálenost staničení	437.0 1.5720
0.00	278.75		0.00	296.71	
9.34	277.60		2.61	295.16	
10.75	277.12		5.24	293.11	
13.54	276.58		8.67	291.10	
16.86	276.40		13.56	290.89	
20.12	276.51		17.41	288.66	
23.03	277.64		20.12	288.50	
30.39	277.80		23.79	288.72	
36.62	279.48		26.02	289.63	
57.10	280.70		35.56	290.25	
63.25	280.68		43.12	290.60	
65.73	279.87		47.68	290.77	
67.49	280.72				
71.25	280.70		P03L	vzdálenost	66.0
75.30	281.50			staničení	1.6380
Prof 02L	vzdálenost staničení	506.0 1.1320	0.00	292.99	
0.00	284.59		2.60	292.93	
6.30	284.68		10.26	292.35	
8.13	283.77		18.56	291.18	
8.98	283.35		20.40	289.91	
9.24	283.22		23.88	289.64	
10.42	283.07		27.03	289.72	
13.48	283.03		29.95	290.66	
17.12	283.15		31.38	291.26	
17.82	284.09		36.04	291.13	
18.41	284.75		40.89	290.92	
21.87	284.76		49.78	291.25	
24.41	284.89				
			P03L-b	vzdálenost	7.0000
Prof 02L-b	vzdálenost staničení	3.0 1.1350		staničení	1.6450
0.00	284.64		0.00	293.00	
6.30	284.73		10.70	292.78	
8.13	283.82		17.97	291.12	
8.98	283.40		19.02	291.07	
9.24	283.27		20.20	290.03	
10.42	283.12		21.07	289.87	
13.48	283.08		23.37	289.69	
17.12	283.20		25.92	289.81	
17.82	284.14		28.98	290.25	
18.41	284.80		30.45	291.26	
21.87	284.81		46.01	291.01	
24.41	284.94				

P04L	vzdálenost staničení	100.0 1.7450
-------------	---------------------------------	-------------------------

0.00	294.78
12.60	293.87
21.24	293.50
21.54	291.30
23.83	290.82
26.97	291.18
27.27	293.50
29.88	293.47
38.39	293.49
53.83	294.40

P04L-b	vzdálenost staničení	10.0 1.7550
---------------	---------------------------------	------------------------

0.00	294.78
12.60	293.87
21.24	293.50
21.54	291.36
23.83	290.88
26.97	291.24
27.27	293.50
29.08	293.49
37.90	293.66
53.83	294.40

Profil 12	vzdálenost staničení	73.0 1.8280
------------------	---------------------------------	------------------------

0.00	294.42
6.65	294.02
15.07	293.85
15.49	291.61
17.54	291.52
19.62	291.73
20.59	293.36
26.69	294.01
33.01	294.23

Profil 13	vzdálenost staničení	167.0 1.9950
------------------	---------------------------------	-------------------------

0.00	297.36
4.63	297.54
7.16	296.38
14.34	296.61
45.24	294.78
63.87	294.24
65.61	293.05
67.99	292.86
69.54	292.95
72.47	293.20
75.07	294.80
77.13	295.15
89.64	295.58

P10M	vzdálenost staničení	50.0 2.0450
-------------	---------------------------------	------------------------

0.00	297.40
4.00	297.29
6.51	295.94
18.94	295.41
34.22	294.59
35.07	293.51
37.17	293.48
39.71	293.70
42.24	294.78
48.87	297.00

P10M-b	vzdálenost staničení	86.0 2.1310
---------------	---------------------------------	------------------------

0.00	297.83
4.00	297.72
8.52	296.83
19.34	295.93
33.52	295.26
35.61	294.28
38.11	294.26
39.74	294.57
41.88	295.37
50.87	297.27

Profil 14	vzdálenost staničení	86.0 2.2170
------------------	---------------------------------	------------------------

0.00	296.36
2.00	295.85
5.59	295.26
6.05	294.87
9.32	294.72
11.10	295.92
15.90	299.16

Profil 15	vzdálenost staničení	9.4 2.2264	Profil 18	vzdálenost staničení	10.1 2.2596
0.00	296.47		0.00	298.67	
1.75	296.44		1.51	298.20	
4.78	295.33		4.18	297.15	
5.71	294.76		9.03	295.09	
8.79	294.91		11.46	295.13	
9.99	296.01		14.18	297.20	
11.33	296.45		14.56	297.39	
13.22	297.25		15.78	297.58	
14.91	298.31		17.38	297.94	
			19.43	298.47	
Profil 16	vzdálenost staničení	15.6 2.2420	21.28	299.26	
0.00	298.70		23.19	299.66	
2.08	297.08		33.54	300.00	
4.35	296.39		Profil 19M	vzdálenost staničení	6.9 2.2665
6.06	295.41		0	298.41	
6.54	294.92		1.79	298.38	
8.83	294.82		4.69	297.09	
10.59	296.48		8.68	295.30	
11.76	297.03		11.71	295.16	
13.66	297.66		14	297.17	
15.01	298.26		15.52	297.92	
16.37	299.14		16.8	298.21	
17.91	299.87		18.51	298.51	
25.75	300.00		22.65	299.35	
			25.51	299.79	
Profil 17	vzdálenost staničení	7.5 2.2495	36.33	300.00	
0.00	299.47		Profil 19M- b	vzdálenost staničení	5.5 2.2720
2.10	297.61		0	299.68	
6.80	296.45		6.82	299.23	
8.64	294.95		14.76	298.39	
10.84	294.97		20.31	297.55	
12.61	296.73		25.79	295.95	
13.92	297.48		27.79	295.32	
15.72	297.66		33.5	295.31	
17.00	298.18		39.14	295.35	
18.38	298.99		40	296.00	
20.45	299.82		42.86	298.29	
29.70	300.00		54.71	299.52	
			68.43	299.75	

Profil 19M-c	vzdálenost staničení	8.1 2.2801
---------------------	---------------------------------	-----------------------

0	299.85
6.82	299.40
14.76	298.56
20.31	297.72
25.79	296.12
27.79	295.49
33.5	295.48
39.14	295.52
40	296.17
42.92	298.51
55	299.55
68.4	299.74

Profil 20	vzdálenost staničení	115.0 2.3951
------------------	---------------------------------	-------------------------

0	301.34
13.71	299.89
16.68	299.37
21.72	297.78
23.91	297.68
25.77	298.02
27.8	299.33
32.63	299.63
46.53	299.67
58.66	301.03

Profil 21	vzdálenost staničení	78.9 2.4740
------------------	---------------------------------	------------------------

0	300.18
9.1	300.07
14.29	300.32
16	299.65
16.83	298.75
18.39	298.60
21.91	298.71
23.23	299.79
27.98	300.29
48.09	301.91
66.32	303.83

Profil 22	vzdálenost staničení	6.0 2.4800
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	302.00
19.39	300.79
20.97	300.5
23.88	299.31
26.99	298.65
32.3	298.77
34.54	300.28

Profil 23	vzdálenost staničení	6.0 2.4860
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	302.00
19.39	300.78
20.97	300.49
23.88	299.3
26.99	298.64
32.3	298.76
34.54	300.27
46.5	301.73
63.5	302.41

Profil 24	vzdálenost staničení	17.0 2.5030
------------------	---------------------------------	------------------------

0	302.00
22.04	300.08
26.63	298.92
30.77	298.92
33.42	300.17
46.91	302

Profil 27	vzdálenost staničení	11.5 2.5145
------------------	---------------------------------	------------------------

0	302.00
11	300.38
12.12	300.35
14.29	299.29
18.08	299.16
21.8	300.46
38.93	302.00

Profil 28	vzdálenost staničení	11.5 2.5260
------------------	---------------------------------	------------------------

0.00	302.21
32.96	300.65
35.00	299.79
37.18	299.26
42.84	299.44
45.05	300.65
47.70	301.75

Profil 29	vzdálenost staničení	7.3 2.5333
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	302.00
33.72	300.57
34.64	299.74
38.42	299.36
41.68	299.58
42.65	300.59
44.67	301.40

P07L	vzdálenost staničení	4.9 2.5382
-------------	---------------------------------	-----------------------

0	303.52
12.63	302.44
23.42	300.61
25.21	300.35
27.4	299.62
29.2	299.5
31.01	299.77
35.21	300.91
38.06	301.05
42.08	305.57

Profil 32	vzdálenost staničení	2.0 2.5560
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	304.00
0.2	302.09
8.83	301.29
10.26	300.28
12.86	299.83
15.61	300.02
16.94	301.23
26.89	301.30
39.23	302.82
46.63	304.24

Profil 30	vzdálenost staničení	10.9 2.5491
------------------	---------------------------------	------------------------

0	302.00
23.93	301.07
26.5	301.03
30.22	299.80
36.13	299.64
44.79	299.76
47.38	300.10
50.11	301.07
61.18	302.00

Profil 33	vzdálenost staničení	109.0 2.6650
------------------	---------------------------------	-------------------------

0	306.50
6.5	303.49
21.65	303.37
27.68	302.15
32.88	301.71
34.79	302.59
36.53	302.81
38.61	303.27
49.47	305.36
53.57	308.96

Profil 31	vzdálenost staničení	4.9 2.5540
------------------	---------------------------------	-----------------------

0	302.00
26.2	301.19
28.63	300.22
31.82	299.84
37.94	299.76
43.28	299.84
45.81	300.4
48.9	301.04
57.51	302.00

Poldr	staničení	2.6200
vzdálenost	nadmořská výška	

0	305.45
0.37	304.55
4.98	302.75
16.6	302.70
21	302.64
21	300.96
24.86	300.96
27.60	300.95
27.60	302.70
29.77	302.70
32.34	302.70
35.42	302.72
45.03	304.23
45.74	304.36
50.79	307.02

Kunický potok

Profil 1	vzdálenost staničení	6 0.0060
----------	-------------------------	-------------

0.00	302.00
10.01	300.76
13.04	299.19
17.26	299.20
20.08	300.98
29.97	301.91

Profil 2	vzdálenost staničení	8 0.0140
----------	-------------------------	-------------

0.03	301.94
3.16	301.25
3.80	299.74
7.35	299.20
12.40	299.69
13.19	301.25
22.00	302.00

Profil 3	vzdálenost staničení	92 0.1060
----------	-------------------------	--------------

0.00	302.00
9.92	300.68
10.65	299.97
12.58	299.67
14.60	299.70
16.65	300.63
27.00	302.00

Profil 4	vzdálenost staničení	88 0.1940
----------	-------------------------	--------------

0.00	302.00
5.54	301.70
7.42	301.16
9.63	300.91
13.37	301.03
15.64	301.73
25.00	302.00

Potok Šmejalka

Profil 1	vzdálenost staničení	6 0.0060
----------	-------------------------	-------------

0	302.00
23.78	293.67
26.63	292.92
30.77	292.92
32.6	293.62
46.91	302.00

Profil 2	vzdálenost staničení	164 0.1700
----------	-------------------------	---------------

0	300.00
19.39	297.78
20.97	297.49
23.88	296.30
26.86	295.98
32.86	296.55
34.54	297.27
46.57	298.49
63.43	300.00

Příloha č. 2: Parametry mostních konstrukcí.

Objekty na toku

Most 1	staničení	2.533
	vzdálenost profilu	1
	šířka mostu	3
	přepadový součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v.	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v.
0	0	0	0	0	0
26	301.5	0	26	301.5	0
26	301.5	301.2	26	301.5	301.2
49	301.5	301.2	49	301.5	301.2
49	301.5	0	49	301.5	0
61.18	0	0	61.18	0	0

pilíře

16	300.65	16	300.65
26	301.45	26	301.45
26	0	26	0
49	0	49	0
49	301.45	49	301.45
70	300.65	70	300.65

Most 2	staničení	2.485
	vzdálenost profilu	3
	šířka mostu	3
	přepadový součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v.	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v.
0	0	0	0	0	0
20	301.3	0	20	301.3	0
20	301.3	300.8	20	301.3	300.8
35	301.3	300.8	35	301.3	300.8
35	301.3	0	35	301.3	0
63.5	0	0	63.5	0	0

pilíře

15	300.3	15	300.3
20	301.25	20	301.25
20	0	20	0
35	0	35	0
35	301.25	35	301.25
45	300.3	45	300.3

Most 3	staničení	2.279
	vzdálenost	
	profilu	1
	šířka mostu	6
	přepadový	
	součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v
0	299.35	250	0	299.35	250
6.93	299.35	250	6.93	299.35	250
16	299.35	298.7	16	299.35	298.7
43	299.35	298.7	43	299.35	298.7
47	299.35	250	47	299.35	250
68.42	299.35	250	68.42	299.35	250

Most 4	staničení	1.7500
	vzdálenost	
	profilu	5
	šířka mostu	4.9
	přepadový	
	součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v
0	0	0	0	0	0
21	293.5	0	21	293.5	0
21	293.5	293.1	21	293.5	293.1
28	293.5	293.1	28	293.5	293.1
28	293.5	0	28	293.5	0
53.83	0	0	53.83	0	0

Most 5	staničení	1.6400
	vzdálenost	
	profilu	5
	šířka mostu	1.1
	přepadový	
	součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v
0	0	0	0	0	0
17	291.3	0	17	291.3	0
17	291.3	291.1	17	291.3	291.1
31.4	291.3	291.1	31.4	291.3	291.1
31.4	291.3	0	31.4	291.3	0
49.78	0	0	49.78	0	0

Most 6	staničení	1.1335
	vzdálenost	
	profilu	0.5
	šířka mostu	1.1
	přepadový	
	součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v
0.00	0.00	0	0.00	0	0
6.30	284.90	0	6.30	284.9	0
6.30	284.90	284.7	6.30	284.9	284.7
18.41	284.90	284.7	18.41	284.9	284.7
18.41	284.90	0	18.41	284.9	0
24.41	0.00	0	24.41	0.000	0

pilíře

0.00	283.00	0.00	283
6.30	284.85	6.30	284.85
6.30	0.00	6.30	0
18.41	0.00	18.41	0
18.41	284.85	18.41	284.85
30.00	283.00	30.00	283

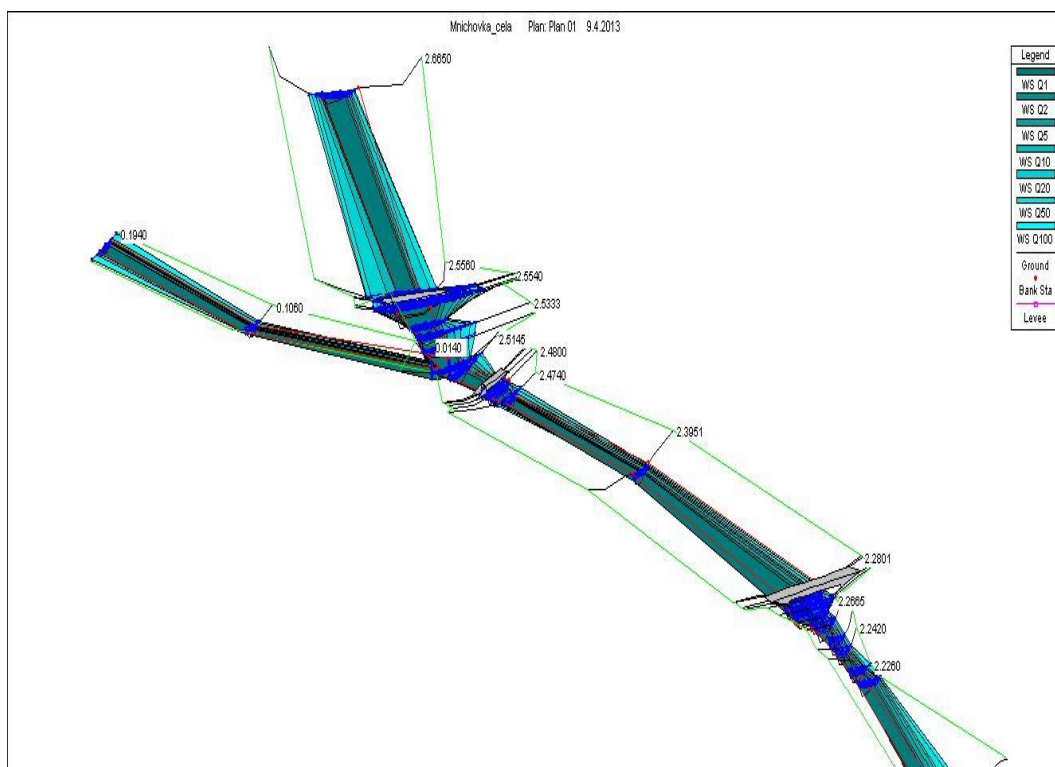
Most 7	staničení	0.202
	vzdálenost	
	profilu	1
	šířka mostu	3
	přepadový	
	součinitel	2.6

vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v	vzdálenost	dolní n.v.	horní n.v
0	0	0	0	0	0
15.4	272.65	0	15.4	272.65	0
15.4	272.65	272.5	15.4	272.65	272.5
28	272.65	272.5	28	272.65	272.5
28	272.65	0	28	272.65	0
40.64	0	0	40.64	0	0

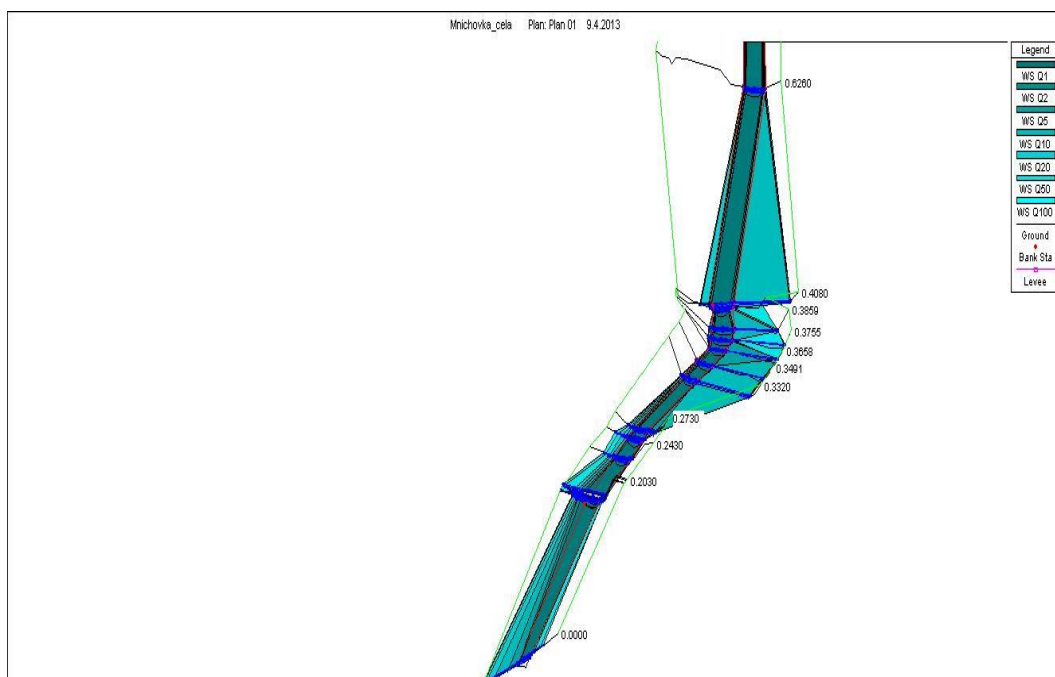
pilíře

8	271	8	271
15.4	272.6	15.4	272.6
15.4	0	15.4	0
28	0	28	0
28	272.6	28	272.6
35	271	35	271

Příloha č. 3: Rozliv N-letých průtoků.



Obr. č. 25: Rozliv N-letých průtoků na horním úseku toku Mnichovka.



Obr. č. 26: Rozliv N-letých průtoků na dolním úseku toku Mnichovka.

Příloha č. 4: Vypočtené hodnoty pro jednotlivé profily.

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Šmejalka	0.170	Q20	9.5	295.98	296.7	296.70	296.93	0.012175	2.1	4.52	10.32	1.01
Šmejalka	0.170	Q100	16.6	295.98	296.91	296.91	297.22	0.010766	2.43	6.83	11.33	1
Šmejalka	0.006	Q20	9.5	292.92	294.52		294.54	0.000311	0.72	14.07	12.77	0.2
Šmejalka	0.006	Q100	16.6	292.92	294.85		294.89	0.000434	0.99	18.57	14.28	0.24
Mnichovka	2.665	Q20	18.4	301.71	302.84	302.84	303.15	0.01102	2.46	7.48	12.4	1.01
Mnichovka	2.665	Q100	26.6	301.71	303.04	303.04	303.39	0.010239	2.64	10.09	14.25	1
Mnichovka	2.643	Q20	18.4	301.32	302.54	302.47	302.79	0.008049	2.18	8.44	13.25	0.87
Mnichovka	2.643	Q100	26.6	301.32	303.08		303.21	0.002153	1.56	18.06	28.26	0.49
Mnichovka	2.621	Q20	18.4	300.95	302.59	302.10	302.68	0.001456	1.35	15.27	22.76	0.41
Mnichovka	2.621	Q100	26.6	300.95	303.11		303.16	0.000563	1.08	30.88	33.43	0.27
Mnichovka	2.620	Q20	18.4	300.96	302.07	302.07	302.63	0.014054	3.32	5.55	5	1
Mnichovka	2.620	Q100	26.6	300.96	302.38	302.38	303.1	0.014333	3.74	7.11	5	1
Mnichovka	2.600	Q20	18.4	300.57	301.71	301.71	302.03	0.010765	2.51	7.35	11.81	1.01
Mnichovka	2.600	Q100	26.6	300.57	301.91	301.91	302.28	0.009445	2.73	9.92	14.41	0.98
Mnichovka	2.578	Q20	18.4	300.2	301.37	301.32	301.66	0.008674	2.35	7.83	11.61	0.91
Mnichovka	2.578	Q100	26.6	300.2	301.56	301.54	301.91	0.008066	2.64	10.37	16.19	0.91
Mnichovka	2.556	Q20	18.4	299.83	301.01	301.01	301.43	0.010438	2.89	6.36	7.46	1
Mnichovka	2.556	Q100	26.6	299.83	301.42	301.42	301.76	0.005798	2.66	11.22	20.35	0.78

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	2.554	Q20	18.4	299.76	301.01	300.38	301.05	0.000754	0.88	21.01	22.13	0.29
Mnichovka	2.554	Q100	26.6	299.76	301.27	300.52	301.32	0.000719	0.99	27.17	27.42	0.29
Mnichovka	2.549	Q20	18.4	299.64	301.02		301.05	0.000436	0.73	25.36	23.44	0.22
Mnichovka	2.549	Q100	26.6	299.64	301.28		301.31	0.000439	0.84	32.89	34.04	0.23
Mnichovka	2.538	Q20	18.4	299.5	300.67	300.67	301	0.010693	2.56	7.18	11.23	1.01
Mnichovka	2.538	Q100	26.6	299.5	300.87	300.87	301.27	0.009478	2.78	9.7	13.21	0.98
Mnichovka	2.533	Q20	18.4	299.36	300.53		300.8	0.006245	2.32	7.92	8.82	0.78
Mnichovka	2.533	Q100	26.6	299.36	300.75	300.61	301.11	0.006244	2.67	10.3	13.55	0.81
Mnichovka	2.526	Q20	18.4	299.26	300.6		300.73	0.002611	1.61	11.42	11.88	0.52
Mnichovka	2.526	Q100	26.6	299.26	300.86		301.02	0.002482	1.82	15.01	16.93	0.53
Mnichovka	2.515	Q20	18.4	299.16	300.27	300.27	300.65	0.010497	2.73	6.73	8.99	1.01
Mnichovka	2.515	Q100	26.6	299.16	300.53	300.53	300.95	0.008704	2.9	9.39	12.51	0.95
Mnichovka	2.503	Q20	20.5	298.92	300.16		300.38	0.005073	2.1	9.81	12.26	0.72
Mnichovka	2.503	Q100	29.7	298.92	300.46		300.7	0.003753	2.2	14.31	17.84	0.65
Mnichovka	2.486	Q20	20.5	298.64	300.19	299.63	300.3	0.001722	1.44	14.24	12.73	0.43
Mnichovka	2.486	Q100	29.7	298.64	300.49	299.85	300.63	0.001756	1.63	18.33	15.36	0.45

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	2.480	Q20	20.5	298.65	300.18		300.29	0.001843	1.47	13.91	12.63	0.45
Mnichovka	2.480	Q100	29.7	298.65	300.47		300.61	0.00187	1.67	17.92	15.07	0.46
Mnichovka	2.474	Q20	20.5	298.6	299.77	299.77	300.23	0.010598	3.01	6.82	7.52	1.01
Mnichovka	2.474	Q100	29.7	298.6	300.25	300.25	300.58	0.005335	2.61	13.18	25.94	0.75
Mnichovka	2.3951	Q20	20.5	297.68	298.92	298.92	299.32	0.010202	2.81	7.28	9.06	1
Mnichovka	2.3951	Q100	29.7	297.68	299.17	299.17	299.65	0.009724	3.06	9.72	10.25	1
Mnichovka	2.2801	Q20	20.5	295.48	297.19	296.15	297.22	0.000403	0.79	25.82	19.15	0.22
Mnichovka	2.2801	Q100	29.7	295.48	297.61	296.33	297.65	0.000377	0.87	34.3	21.12	0.22
Mnichovka	2.272	Q20	20.5	295.31	297.19		297.22	0.000284	0.7	29.19	19.96	0.19
Mnichovka	2.272	Q100	29.7	295.31	297.61		297.65	0.000278	0.78	38.02	22.13	0.19
Mnichovka	2.2665	Q20	20.5	295.16	297.01		297.2	0.003145	1.94	10.57	8.94	0.57
Mnichovka	2.2665	Q100	29.7	295.16	297.4		297.62	0.00258	2.08	14.41	10.49	0.54
Mnichovka	2.2596	Q20	20.5	295.09	297		297.17	0.002743	1.83	11.19	9.39	0.54
Mnichovka	2.2596	Q100	29.7	295.09	297.4		297.6	0.00227	1.95	15.3	11.12	0.51
Mnichovka	2.2495	Q20	20.5	294.95	296.54	296.54	297.09	0.010796	3.28	6.27	5.98	0.99
Mnichovka	2.2495	Q100	29.7	294.95	296.9	296.9	297.52	0.008805	3.5	8.8	7.95	0.93
Mnichovka	2.242	Q20	20.5	294.82	296.42	296.42	296.94	0.011046	3.21	6.39	6.27	1.01
Mnichovka	2.242	Q100	29.7	294.82	296.75	296.75	297.36	0.009087	3.48	8.74	8	0.95

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	2.226	Q20	20.5	294.76	296.16	296.16	296.61	0.010102	2.98	6.91	7.92	0.99
Mnichovka	2.226	Q100	29.7	294.76	296.46	296.46	296.97	0.008759	3.17	9.57	10.7	0.96
Mnichovka	2.217	Q20	20.5	294.72	296.15		296.44	0.006014	2.38	8.76	10.62	0.78
Mnichovka	2.217	Q100	29.7	294.72	296.28	296.26	296.73	0.008076	3.01	10.18	11.32	0.93
Mnichovka	2.131	Q20	20.5	294.26	295.51	295.5	295.86	0.007493	2.63	8.33	14.37	0.88
Mnichovka	2.131	Q100	29.7	294.26	295.77	295.77	296.11	0.005875	2.74	12.79	20.92	0.81
Mnichovka	2.045	Q20	20.5	293.48	294.7	294.7	295.12	0.009554	2.87	7.23	9.98	0.96
Mnichovka	2.045	Q100	29.7	293.48	295.03	295.03	295.43	0.006577	2.89	11.53	16.86	0.84
Mnichovka	1.995	Q20	20.5	292.86	294.37		294.52	0.002512	1.73	12.11	15.01	0.52
Mnichovka	1.995	Q100	29.7	292.86	294.74		294.88	0.001856	1.73	20.02	28.24	0.46
Mnichovka	1.995	Q20	21.8	292.86	294.33		294.52	0.003151	1.9	11.59	13.72	0.58
Mnichovka	1.995	Q100	31.6	292.86	294.7		294.87	0.002333	1.91	19.01	26.9	0.52
Mnichovka	1.828	Q20	21.8	291.52	293.01	292.96	293.58	0.011253	3.35	6.51	5.15	0.95
Mnichovka	1.828	Q100	31.6	291.52	293.39	293.32	294.09	0.011133	3.71	8.51	5.68	0.95
Mnichovka	1.755	Q20	21.8	290.88	292.5	292.26	292.89	0.006908	2.76	7.89	5.76	0.75
Mnichovka	1.755	Q100	31.6	290.88	292.87	292.59	293.38	0.007387	3.16	10.01	5.86	0.77
Mnichovka	1.745	Q20	21.8	290.82	292.2	292.2	292.77	0.012105	3.35	6.5	5.68	1
Mnichovka	1.745	Q100	31.6	290.82	292.53	292.53	293.25	0.012297	3.78	8.36	5.77	1

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	1.645	Q20	21.8	289.69	290.82	290.72	291.13	0.007162	2.45	8.92	10.51	0.85
Mnichovka	1.645	Q100	31.6	289.69	291.18	290.95	291.48	0.004874	2.43	13.84	23.26	0.73
Mnichovka	1.638	Q20	21.8	289.64	290.66	290.66	291.04	0.010367	2.73	7.98	10.65	1.01
Mnichovka	1.638	Q100	31.6	289.64	290.89	290.89	291.35	0.009813	3.01	10.49	11.52	1.01
Mnichovka	1.572	Q20	21.8	288.5	289.57	289.57	289.97	0.010291	2.79	7.83	10.04	1.01
Mnichovka	1.572	Q100	31.6	288.5	289.83	289.83	290.28	0.008605	2.98	10.85	13.75	0.96
Mnichovka	1.135	Q20	21.8	283.08	284.09	284.02	284.42	0.008254	2.57	8.48	10.19	0.9
Mnichovka	1.135	Q100	31.6	283.08	284.33	284.25	284.75	0.007984	2.86	11.03	10.88	0.91
Mnichovka	1.1335		Bridge									
Mnichovka	1.132	Q20	21.8	283.03	283.97	283.97	284.37	0.010479	2.79	7.83	10.01	1.01
Mnichovka	1.132	Q100	31.6	283.03	284.21	284.21	284.69	0.009938	3.09	10.24	10.67	1.01
Mnichovka	0.626	Q20	21.8	276.4	277.37	277.37	277.71	0.010482	2.6	8.37	12.31	1.01
Mnichovka	0.626	Q100	31.6	276.4	277.57	277.57	277.99	0.009929	2.86	11.03	13.45	1.01
Mnichovka	0.408	Q20	21.8	273.9	275.19	274.82	275.31	0.00239	1.53	14.32	17.88	0.51
Mnichovka	0.408	Q100	31.6	273.9	275.6	275.02	275.63	0.000545	0.93	44.97	62.56	0.26
Mnichovka	0.405	Q20	21.8	273.79	274.9	274.9	275.27	0.010177	2.71	8.05	10.72	1
Mnichovka	0.405	Q100	31.6	273.79	275.12	275.12	275.58	0.009788	3.02	10.46	11.26	1

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	0.3859	Q20	21.8	273.51	274.39	274.34	274.67	0.008359	2.34	9.33	13.64	0.9
Mnichovka	0.3859	Q100	31.6	273.51	274.67	274.53	274.96	0.005745	2.4	13.33	15.07	0.78
Mnichovka	0.3755	Q20	21.8	273.43	274.37	274.22	274.58	0.005305	2.05	10.74	14.4	0.73
Mnichovka	0.3755	Q100	31.6	273.43	274.66	274.41	274.89	0.003863	2.13	15.2	15.6	0.65
Mnichovka	0.3658	Q20	21.8	273.17	274.23	274.11	274.52	0.006357	2.39	9.23	11.12	0.81
Mnichovka	0.3658	Q100	31.6	273.17	274.34	274.34	274.81	0.009043	3.06	10.51	11.5	0.97
Mnichovka	0.3491	Q20	21.8	272.98	273.99	273.99	274.37	0.010219	2.74	7.96	10.31	1
Mnichovka	0.3491	Q100	31.6	272.98	274.4	274.21	274.45	0.001223	1.19	33.44	47.78	0.35
Mnichovka	0.332	Q20	21.8	272.65	273.62	273.62	274.02	0.010025	2.83	7.75	9.9	1
Mnichovka	0.332	Q100	31.6	272.65	273.85	273.85	274.36	0.009292	3.17	10.12	10.37	0.99
Mnichovka	0.273	Q20	21.8	271.95	273.38		273.49	0.001585	1.45	16.07	18.96	0.43
Mnichovka	0.273	Q100	31.6	271.95	273.64		273.77	0.001596	1.66	21.26	22.36	0.44
Mnichovka	0.263	Q20	21.8	271.84	273.04	273.04	273.43	0.010341	2.77	7.87	10.24	1.01
Mnichovka	0.263	Q100	31.6	271.84	273.34	273.34	273.71	0.006528	2.75	12.64	20.29	0.85
Mnichovka	0.243	Q20	21.8	271.62	272.69	272.69	273.06	0.010005	2.68	8.14	11.73	0.99
Mnichovka	0.243	Q100	31.6	271.62	272.95	272.95	273.34	0.007417	2.8	12.03	18.32	0.9
Mnichovka	0.203	Q20	21.8	271.13	272.41	271.98	272.56	0.002591	1.71	12.73	11.61	0.52
Mnichovka	0.203	Q100	31.6	271.13	272.62	272.2	272.83	0.002942	2.04	16.75	26.17	0.57

River	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	0.198	Q20	21.8	271.12	272.17	272.14	272.52	0.00908	2.6	8.4	11.68	0.95
Mnichovka	0.198	Q100	31.6	271.12	272.44	272.44	272.77	0.006143	2.61	13.8	25.56	0.82
Mnichovka	0	Q20	21.8	269.4	270.48	270.48	270.79	0.008178	2.49	9.1	20.46	0.91
Mnichovka	0	Q100	31.6	269.4	270.77	270.77	270.97	0.003991	2.16	19.83	52.34	0.67
Kunicky potok	0.194	Q20	11.7	300.91	301.67	301.67	301.93	0.01143	2.29	5.12	9.79	1.01
Kunicky potok	0.194	Q100	19.4	300.91	301.94	301.94	302.21	0.007073	2.35	9.23	21.99	0.85
Kunicky potok	0.106	Q20	11.7	299.67	300.64	300.61	300.95	0.009592	2.47	4.74	6.79	0.94
Kunicky potok	0.106	Q100	19.4	299.67	300.94	300.94	301.33	0.007892	2.82	7.32	10.99	0.9
Kunicky potok	0.014	Q20	11.7	299.2	300.33		300.45	0.002906	1.51	7.74	9.18	0.53
Kunicky potok	0.014	Q100	19.4	299.2	300.61		300.79	0.003329	1.88	10.31	9.43	0.57
Kunicky potok	0.006	Q20	11.7	299.19	300.24		300.42	0.004443	1.84	6.37	7.91	0.65
Kunicky potok	0.006	Q100	19.4	299.19	300.45		300.74	0.006375	2.42	8.03	8.62	0.8

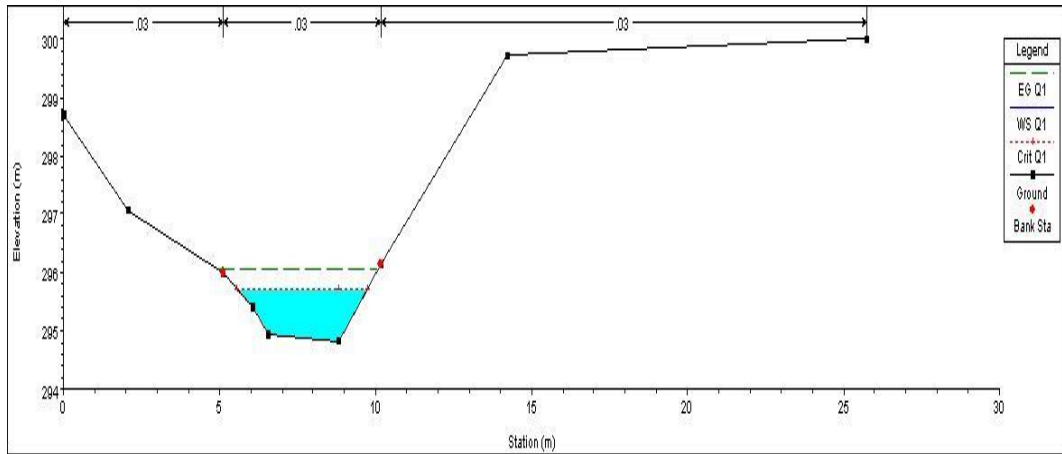
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Šmejalka	přítok L	0.170	Q20	9.5	301.98	302.7	302.70	302.93	0.012157	2.1	4.52	10.32	1.01
Šmejalka	přítok L	0.170	Q50	13.3	301.98	302.82	302.82	303.09	0.011458	2.31	5.76	10.88	1.01
Šmejalka	přítok L	0.170	Q100	16.6	301.98	302.91	302.91	303.22	0.010926	2.44	6.79	11.32	1.01
Šmejalka	přítok L	0.006	Q20	9.5	298.92	299.59	299.59	299.85	0.011619	2.23	4.25	8.47	1.01
Šmejalka	přítok L	0.006	Q50	13.3	298.92	299.73	299.73	300.03	0.01041	2.43	5.52	10.15	0.99
Šmejalka	přítok L	0.006	Q100	16.6	298.92	299.85	299.85	300.17	0.009006	2.53	6.79	12.01	0.94
Mnichovka	usek 1	2.665	Q20	18.4	301.71	302.84	302.84	303.15	0.01102	2.46	7.48	12.4	1.01
Mnichovka	usek 1	2.665	Q50	22.9	301.71	302.95	302.95	303.29	0.010706	2.58	8.88	13.43	1.01
Mnichovka	usek 1	2.665	Q100	26.6	301.71	303.04	303.04	303.39	0.010239	2.64	10.09	14.25	1
Mnichovka	usek 1	2.643	Q20	18.4	301.32	302.54	302.47	302.79	0.008049	2.18	8.44	13.25	0.87
Mnichovka	usek 1	2.643	Q50	22.9	301.32	302.86		303.01	0.003724	1.75	13.12	16.64	0.62
Mnichovka	usek 1	2.643	Q100	26.6	301.32	303.08		303.21	0.002153	1.56	18.06	28.26	0.49
Mnichovka	usek 1	2.621	Q20	18.4	300.95	302.59	302.10	302.68	0.001456	1.35	15.27	22.76	0.41
Mnichovka	usek 1	2.621	Q50	22.9	300.95	302.89	302.23	302.95	0.000826	1.19	23.62	31.42	0.32
Mnichovka	usek 1	2.621	Q100	26.6	300.95	303.11		303.16	0.000563	1.08	30.88	33.43	0.27
Mnichovka	usek 1	2.620	Q20	18.4	300.96	302.07	302.07	302.63	0.014054	3.32	5.55	5	1
Mnichovka	usek 1	2.620	Q50	22.9	300.96	302.24	302.24	302.89	0.014269	3.57	6.42	5	1.01
Mnichovka	usek 1	2.620	Q100	26.6	300.96	302.38	302.38	303.1	0.014333	3.74	7.11	5	1
Mnichovka	usek 1	2.600	Q20	18.4	300.57	301.71	301.71	302.03	0.010765	2.51	7.35	11.81	1.01
Mnichovka	usek 1	2.600	Q50	22.9	300.57	301.83	301.83	302.18	0.009765	2.62	8.81	13.35	0.98
Mnichovka	usek 1	2.600	Q100	26.6	300.57	301.91	301.91	302.28	0.009445	2.73	9.92	14.41	0.98

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	usek 1	2.578	Q20	18.4	300.2	301.37	301.32	301.66	0.008674	2.35	7.83	11.61	0.91
Mnichovka	usek 1	2.578	Q50	22.9	300.2	301.56	301.44	301.82	0.006003	2.27	10.35	16.17	0.79
Mnichovka	usek 1	2.578	Q100	26.6	300.2	301.56	301.54	301.91	0.008066	2.64	10.37	16.19	0.91
Mnichovka	usek 1	2.556	Q20	18.4	299.83	301.01	301.01	301.43	0.010438	2.89	6.36	7.46	1
Mnichovka	usek 1	2.556	Q50	22.9	299.83	301.15	301.15	301.63	0.010162	3.06	7.48	7.83	1
Mnichovka	usek 1	2.556	Q100	26.6	299.83	301.42	301.42	301.76	0.005798	2.66	11.22	20.35	0.78
Mnichovka	usek 1	2.554	Q20	18.4	299.76	301.01	300.38	301.05	0.000754	0.88	21.01	22.13	0.29
Mnichovka	usek 1	2.554	Q50	22.9	299.76	301.16	300.46	301.21	0.000738	0.94	24.39	23.72	0.29
Mnichovka	usek 1	2.554	Q100	26.6	299.76	301.27	300.52	301.32	0.000719	0.99	27.17	27.42	0.29
Mnichovka	usek 1	2.553		Bridge									
Mnichovka	usek 1	2.549	Q20	18.4	299.64	301.02		301.05	0.000436	0.73	25.36	23.44	0.22
Mnichovka	usek 1	2.549	Q50	22.9	299.64	301.17		301.2	0.00044	0.79	29.35	29.86	0.23
Mnichovka	usek 1	2.549	Q100	26.6	299.64	301.28		301.31	0.000439	0.84	32.89	34.04	0.23
Mnichovka	usek 1	2.538	Q20	18.4	299.5	300.67	300.67	301	0.010693	2.56	7.18	11.23	1.01
Mnichovka	usek 1	2.538	Q50	22.9	299.5	300.79	300.79	301.15	0.00975	2.68	8.63	12.41	0.98
Mnichovka	usek 1	2.538	Q100	26.6	299.5	300.87	300.87	301.27	0.009478	2.78	9.7	13.21	0.98
Mnichovka	usek 1	2.533	Q20	18.4	299.36	300.53		300.8	0.006245	2.32	7.92	8.82	0.78
Mnichovka	usek 1	2.533	Q50	22.9	299.36	300.66	300.51	300.98	0.006236	2.52	9.18	11.18	0.8
Mnichovka	usek 1	2.533	Q100	26.6	299.36	300.75	300.61	301.11	0.006244	2.67	10.3	13.55	0.81

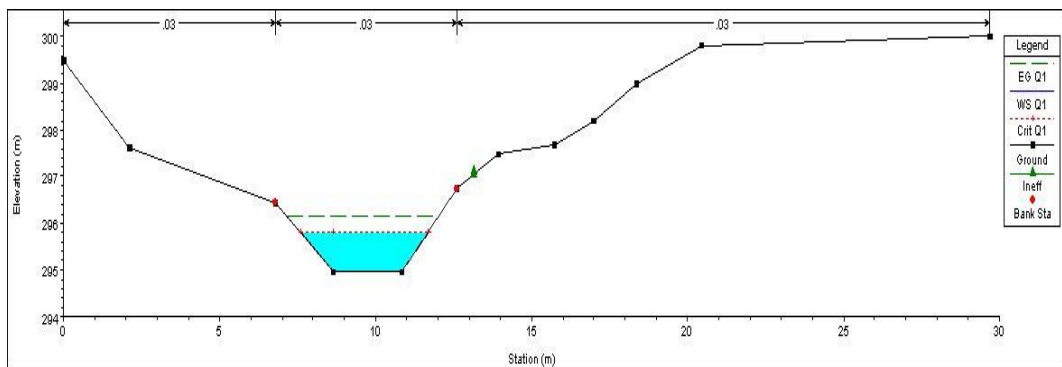
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Mnichovka	usek 1	2.526	Q20	18.4	299.26	300.6		300.73	0.002611	1.61	11.42	11.88	0.52
Mnichovka	usek 1	2.526	Q50	22.9	299.26	300.75		300.9	0.002531	1.73	13.35	14.44	0.53
Mnichovka	usek 1	2.526	Q100	26.6	299.26	300.86		301.02	0.002482	1.82	15.01	16.93	0.53
Mnichovka	usek 1	2.5145	Q20	18.4	299.16	300.27	300.27	300.65	0.010497	2.73	6.73	8.99	1.01
Mnichovka	usek 1	2.5145	Q50	22.9	299.16	300.42	300.42	300.83	0.009653	2.84	8.13	10.92	0.98
Mnichovka	usek 1	2.5145	Q100	26.6	299.16	300.53	300.53	300.95	0.008704	2.9	9.39	12.51	0.95
Mnichovka	usek 2	2.503	Q20	20.5	298.92	300.16		300.38	0.005073	2.1	9.81	12.26	0.72
Mnichovka	usek 2	2.503	Q50	25.6	298.92	300.36		300.58	0.003857	2.1	12.63	15.97	0.65
Mnichovka	usek 2	2.503	Q100	29.7	298.92	300.46		300.7	0.003753	2.2	14.31	17.84	0.65
Mnichovka	usek 2	2.486	Q20	20.5	298.64	300.19	299.63	300.3	0.001722	1.44	14.24	12.73	0.43
Mnichovka	usek 2	2.486	Q50	25.6	298.64	300.39	299.75	300.51	0.001647	1.52	16.87	14.31	0.43
Mnichovka	usek 2	2.486	Q100	29.7	298.64	300.49	299.85	300.63	0.001756	1.63	18.33	15.36	0.45
Mnichovka	usek 2	2.485		Bridge									
Mnichovka	usek 2	2.48	Q20	20.5	298.65	300.18		300.29	0.001843	1.47	13.91	12.63	0.45
Mnichovka	usek 2	2.48	Q50	25.6	298.65	300.37		300.5	0.001754	1.55	16.5	14.03	0.45
Mnichovka	usek 2	2.48	Q100	29.7	298.65	300.47		300.61	0.00187	1.67	17.92	15.07	0.46
Mnichovka	usek 2	2.474	Q20	20.5	298.6	299.77	299.77	300.23	0.010598	3.01	6.82	7.52	1.01
Mnichovka	usek 2	2.474	Q50	25.6	298.6	299.96	299.96	300.44	0.009363	3.08	8.42	9.62	0.97
Mnichovka	usek 2	2.474	Q100	29.7	298.6	300.25	300.25	300.58	0.005335	2.61	13.18	25.94	0.75

Příloha č. 5: Úprava svahu na ř. km 0.226-0,266.

Příklad úpravy svahu na ř. km 2.2420



Obr. č. 27: Profil 5 na ř. km 2,2495 bez úpravy.



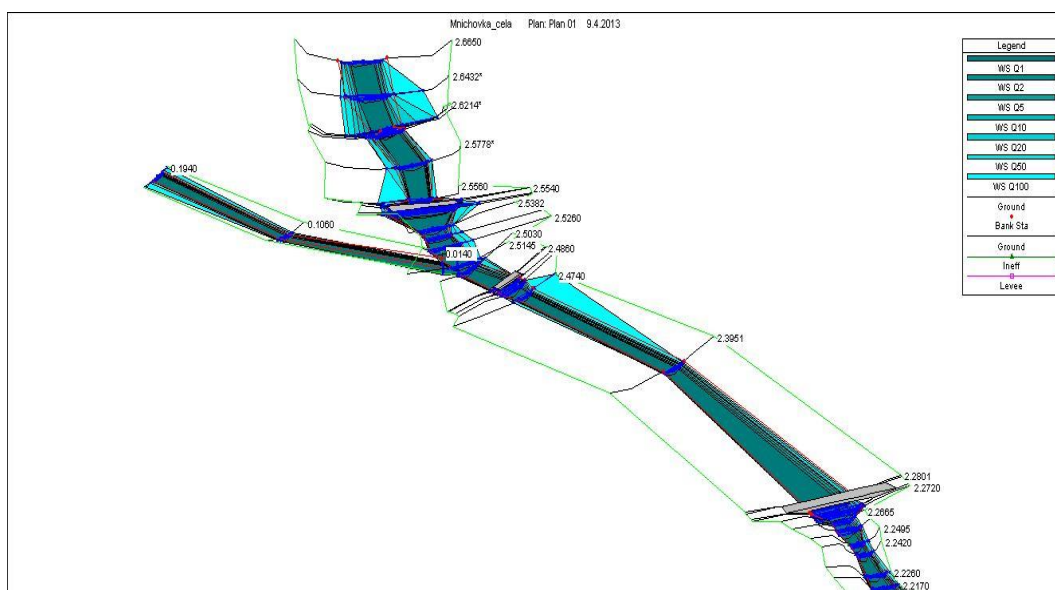
Obr. č. 28: Profil 5 na ř. km 2,2495 po úpravě.

Příloha č. 6: Návrh ochranné hráze na ř. km 0, 203-0.408.

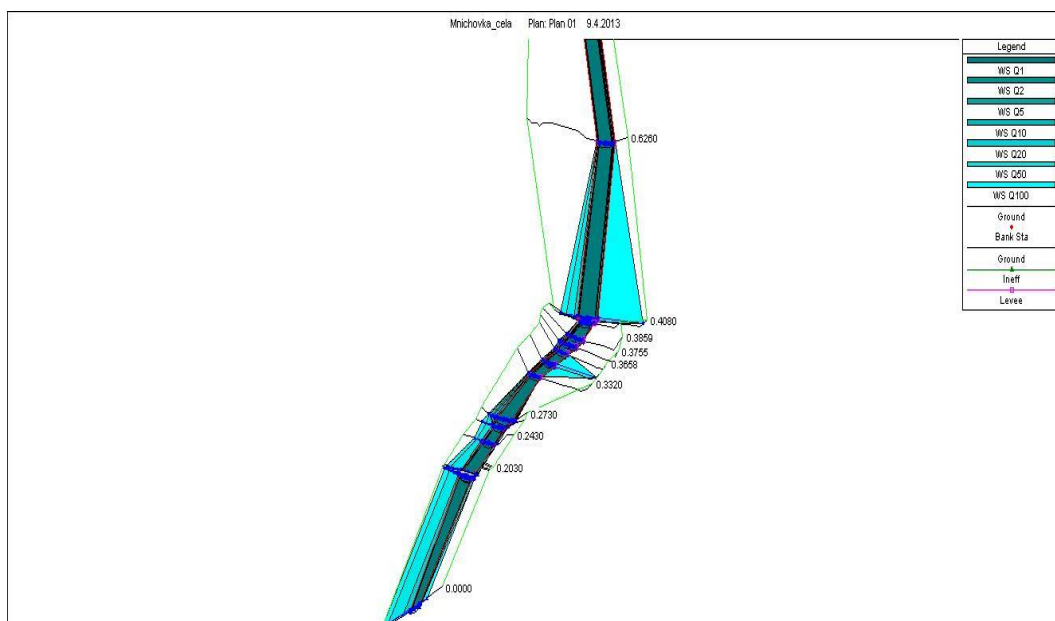


Obr. č. 29: Grafické znázornění návrhu ochranné hráze.

Příloha č. 7: Záplavové oblasti po úpravách na toku.

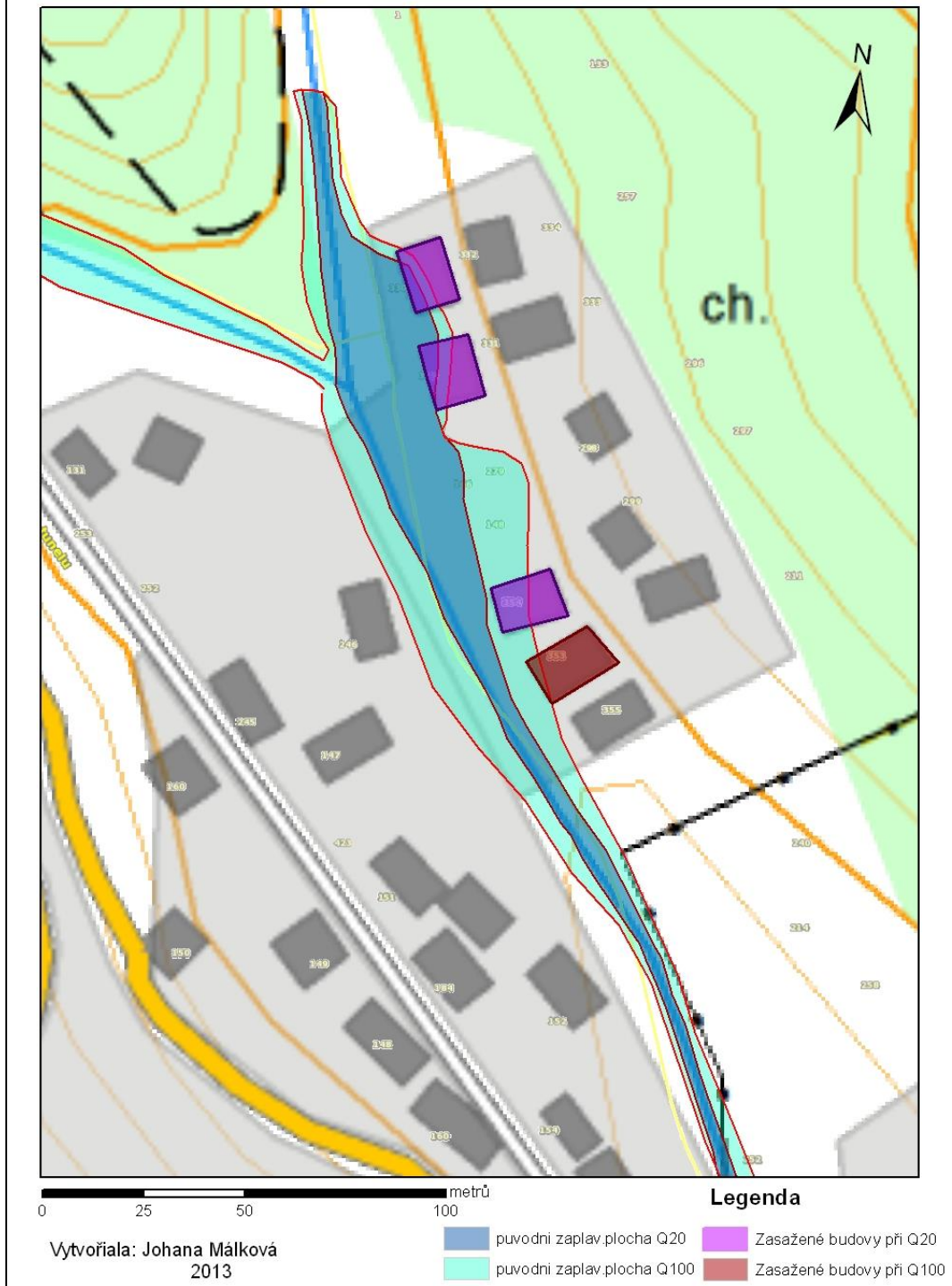


Obr. č. 30: Rozliv N-letých průtoků na horním úseku toku Mníchovka po úpravách.



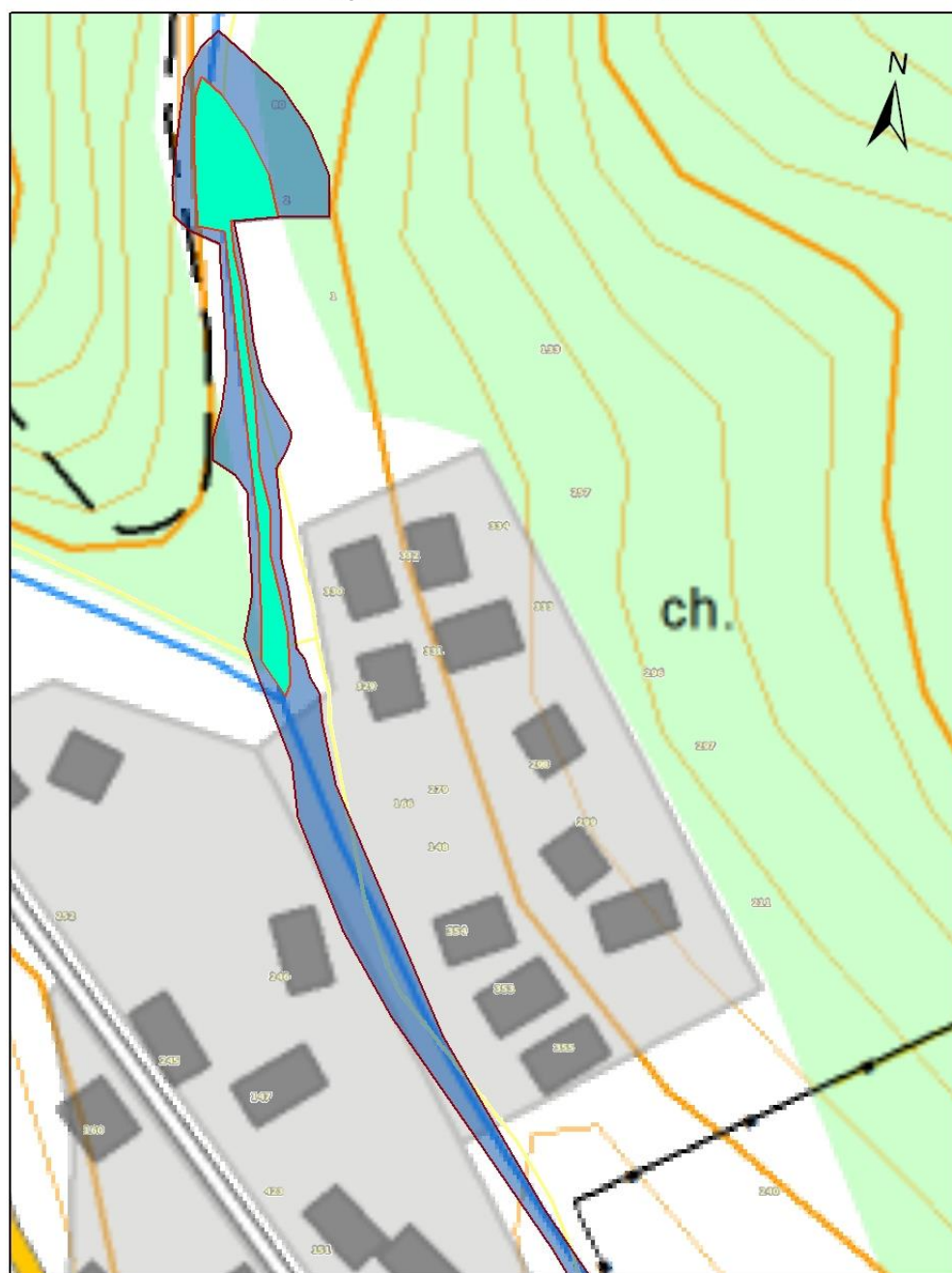
Obr. č. 31: Rozliv N-letých průtoků na dolním úseku toku Mníchovka po úpravách.

Záplavové území na horním úseku toku před úpravou



Obr. č. 32: Rozsah záplavového území při Q_{20} a Q_{100} na horní části toku Mnichovka před výstavbou průtočného poldru.

Změna rozsahu záplavového území na horním úseku toku



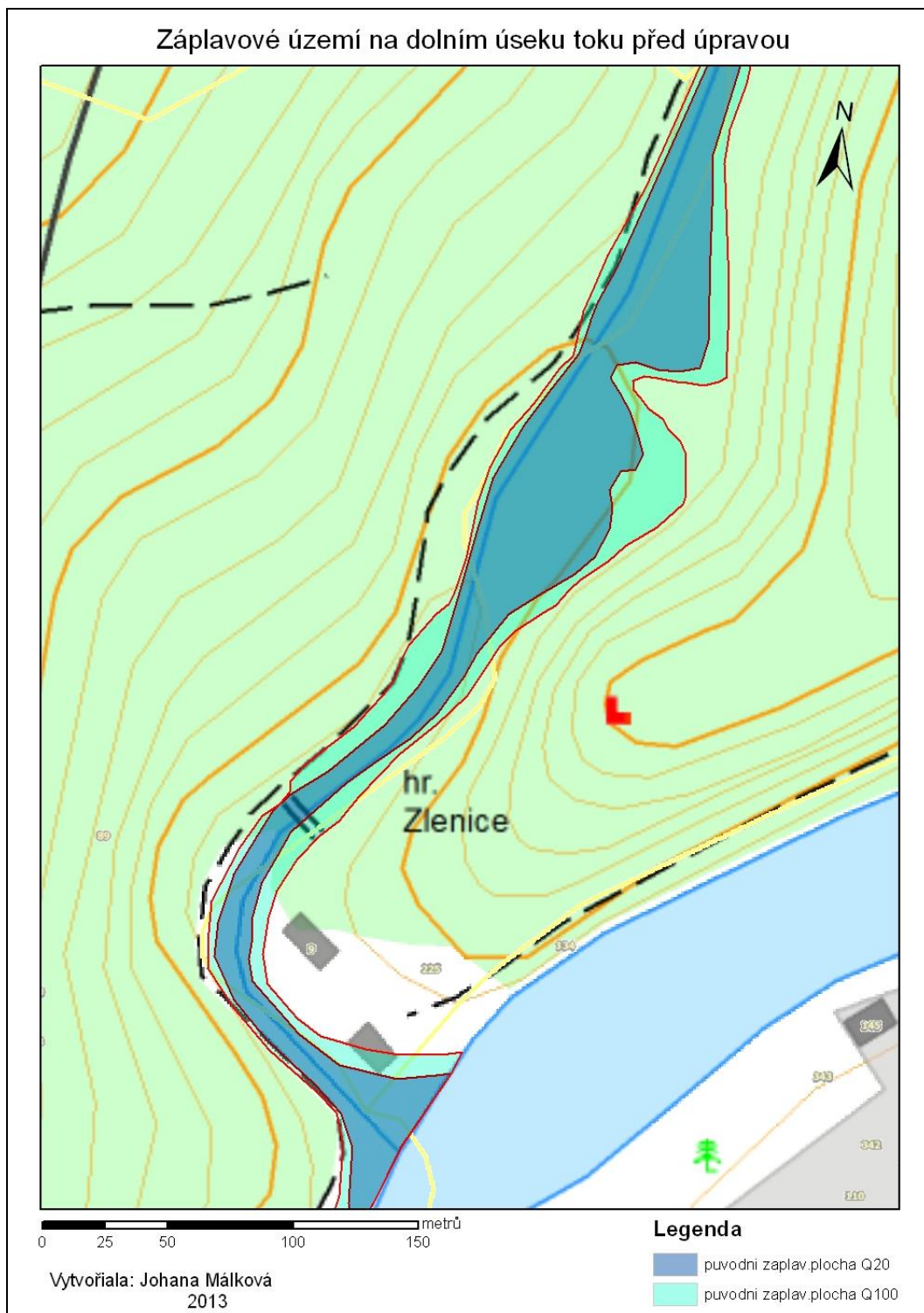
0 25 50 100 metrů

Vytvořila: Johana Málková
2013

Legenda

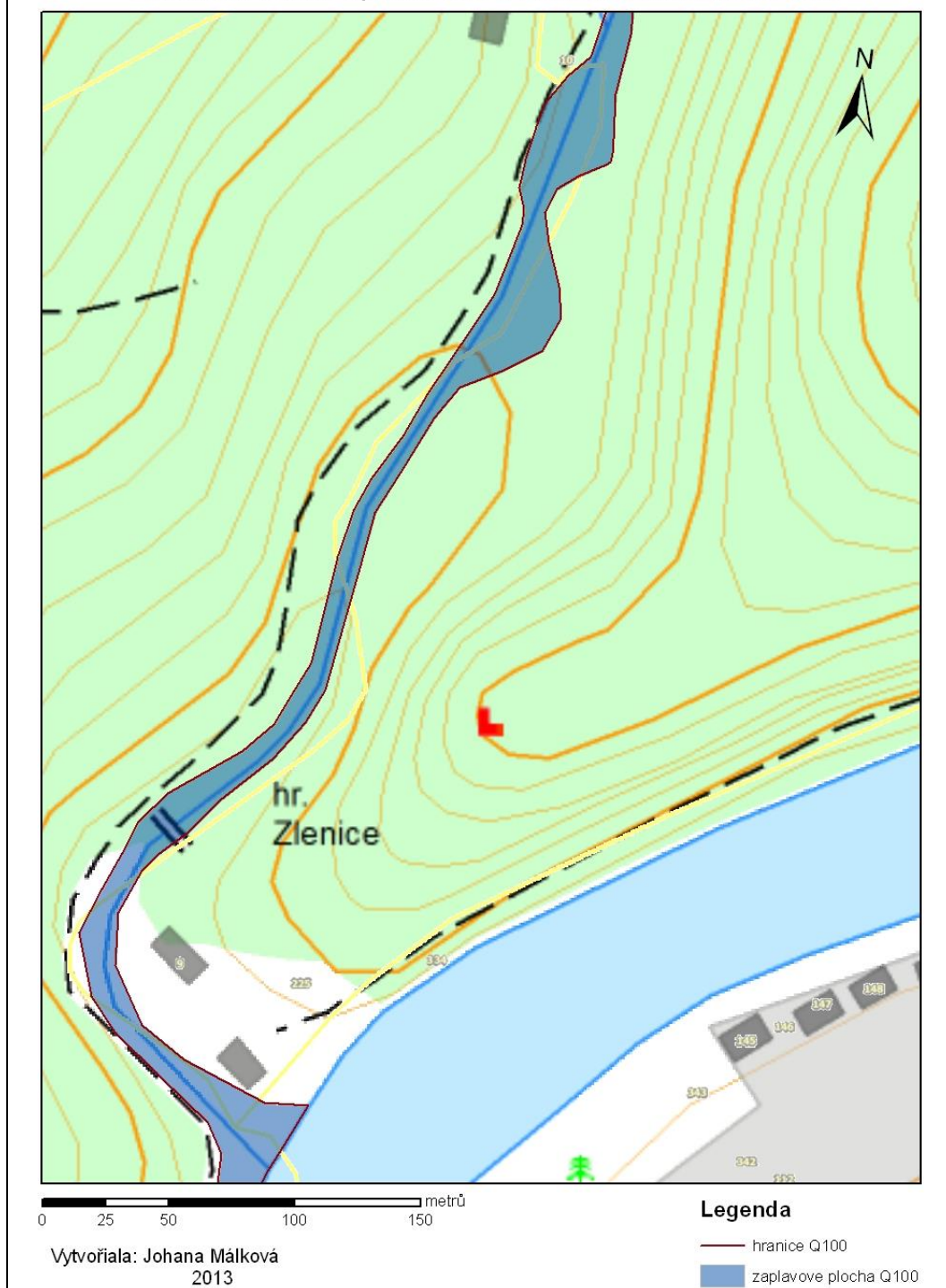
- zaplavova plocha Q_{20}
- zaplavove plocha Q_{100}

Obr. č. 33: Rozsah záplavového území při Q_{20} a Q_{100} na horní části toku Mnichovka po výstavbě průtočného poldru.



Obr. č. 34: Rozsah záplavového území při Q_{20} a Q_{100} na dolní části toku Mnichovka před výstavbou ochranné hráze.

Změna rozsahu záplavového území na dolním úseku toku



Obr. č. 35: Rozsah záplavového území při Q_{20} a Q_{100} na dolní části toku Mníchovka po výstavbě ochranné hráze.

Příloha č. 8: Fotodokumentace.



Obr. č. 36: Pozemky v okolí toku Mnichovka u soutoku s Kunickým potokem.



Obr. č. 37: Pozemky v okolí toku Mnichovka u soutoku s Kunickým potokem.



Obr. č. 38: Upravené koryto na území obce Senohraby.



Obr. č. 39: Oblast rozlivu vody pod zříceninou Hláska.



Obr. č. 40: Oblast rozlivu vody pod zříceninou Hláška.



Obr. č. 41: Pohled ze zříceni Hláška na vodní tok Mnichovka.