

Porovnávací studie

1. Úvod

Hlavním cílem projektu je zpracování porovnávací studie přesnosti vymezení záplavových území ve vybraných referenčních lokalitách (úsecích vodních toků), které jsou specifické z pohledu různých charakteristik - morfologie inundačního území, způsobu jeho využití (charakter povrchu terénu, vegetace, zástavby), hydrologických a dalších charakteristik, které ovlivňují přesnost výsledků hydrodynamického modelování a následného vymezení záplavových území. Výsledky stávajícího vymezení záplavových území realizovaného s využitím dostupných výškopisných podkladů různé přesnosti (fotogrammetrie, geodetické zaměření, výškopis ZABAGED[®]) jsou porovnány s výsledky nového hydrodynamického modelování (1D nebo 2D) a vymezení záplavových území s využitím nových výškopisných dat území ČR získaných metodou leteckého laserového skenování (LLS).

Na základě závěrů porovnání výsledků v referenčních lokalitách je navržen způsob klasifikace přesnosti vymezení záplavových území, který je s využitím principu charakteristikové analogie obecně aplikovatelný na libovolný úsek vodního toku v ČR. Tímto způsobem je následně možné provést klasifikaci přesnosti vymezení stávajících záplavových území v ČR. Tato klasifikace může být vhodným pomocným nástrojem pro rozhodování například o prioritách nutnosti nového vymezení záplavových území. Hlavní závěry porovnávací studie spolu s dalšími informacemi metodického charakteru budou na závěr projektu zpracovány do podoby metodiky vymezování záplavových území, která stanoví pravidla vymezování záplavových území z pohledu požadavků na použité podklady, hydraulické aspekty modelování a požadované výstupy.

Způsob a rozsah stanovování záplavových území je dán vyhláškou MŽP ČR 236/2002 Sb. V současné době jsou aktivity spojené s analýzou rizika v záplavových územích řízeny Evropskou směrnicí o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik 2007/60/ES (Směrnice 2007/60/ES).

Projekt navazuje na výsledky výzkumu testování možností použití dat LLS pro účely aktualizace vodohospodářských dat, zejména dat vodohospodářské geodatabáze DIBAVOD (www.dibavod.cz/laserscan), který probíhá od roku 2009 na Oddělení GIS a kartografie Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M., v.v.i. Výsledky výzkumu byly publikovány v řadě odborných periodik (Uhlířová, Zbořil, 2009; Uhlířová, Nováková, 2011; 2012a; 2012b).

2. METODY A DATA

Iniciační myšlenou pro sestavení řešeného projektu byly dva okruhy vysoce aktuálních problematik. Na podzim roku 2009 (přípravné práce začaly již v roce 2008) byl zahájen Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky (<http://geoportal.cuzk.cz/>) pomocí technologie leteckého laserového skenování, který se zavazuje k výraznému zlepšení přesnosti výškopisných dat v ČR. Na projektu spolupracují ČÚZK, MZe ČR a MO ČR. Pořizování dat je naplánováno ve 3 etapách (v roce 2009 - 2010 probíhá skenování v pásmu „Střed“, 2010 - 2011 v pásmu „Západ“ a 2011 - 2012 v pásmu „Východ“). Zpracování dat a vytváření výsledných produktů by mělo být dokončeno do roku 2015. Oddělení GIS a kartografie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. M., v.v.i. (dále jen pracoviště VÚV) od počátku spolupracovalo se zhotovitelem dat (Zeměměřický odbor Pardubice

Zeměměřického úřadu). Z výsledků výzkumu vyplývá velký potenciál využití těchto dat zejména v záplavových oblastech.

Další aktuální problematikou jsou požadavky Evropské povodňové směrnice (Směrnice 2007/60/ES) na zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. V loňském roce byla na pracovišti VÚV zpracována Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, (www.dibavod.cz/mapy-rizik). Tento projekt na metodiku navazuje a jeho výsledkem bude metodický postup pro kvalitní vymezení záplavových území, která jsou základním podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a rizik. Součástí projektu je klasifikace všech stávajících záplavových území, která by měla sloužit jako jeden z nástrojů pro rozhodování o prioritách nutnosti nového vymezení stávajících záplavových území.

Řešení projektu je z velké části realizováno v prostředí GIS (především platforma ESRI ArcGIS). Jedná se o komplexní prostorové analýzy vstupních výškopisných dat a výstupních čar záplavových území, případně rastrových dat. Výstupní data byla vytvořena subdodavatelskou firmou HYDRO EXPERT s r. o. pomocí 1D nebo 2D numerických modelů. Popis datových sad, použitých modelů a metod je obsahem následujících kapitol.

Porovnání vstupních a výstupních datových sad bylo provedeno na tzv. referenčních lokalitách. Ty byly voleny v závislosti na časovém plánu Projektu tvorby nového výškopisu- jedná se o lokality, které spadají do pásma „Střed“ a pásma „Západ“ leteckého snímkování. Vzhledem k postupu pořizování a zpracování výškopisu ČÚZK se tento fakt projevil v harmonogramu prací jako 2 etapy numerického modelování a činností s tím spojených. Výsledky 1D a 2D numerického modelování záplavových území v jednotlivých referenčních lokalitách (zpracované s využitím nových výškopisných dat leteckého laserového skenování) byly porovnány se stávajícími záplavovými územími. Konkrétní výsledky jsou uvedeny v samostatných kapitolách pro každou lokalitu zvlášť.

Referenčním lokalitám byly přiřazeny klasifikační parametry, které mají vliv na výsledky hydrodynamického modelování. Na základě výsledků porovnání a vybraných charakteristik byl vytvořen obecný způsob klasifikace přesnosti vymezení záplavových území. Ten je následně aplikován na stávající záplavová území v ČR. Při zpracování je použita metoda charakteristikové analogie jednotlivých lokalit s lokalitami referenčními.

2.1 DATA

Základním vstupem pro úlohu vymezení záplavového území je forma digitální interpretace skutečného povrchu Země. Podle metody určení nadmořské výšky terénu vznikají odlišné typy geodetických dat. V případě této studie byly ve dvou fázích výpočtů použity celkem 4 typy dat.

První fáze vymezení ZÚ, provedená mimo řešený projekt, proběhla nad tzv. tradičními daty (případně jejich kombinací):

- Letecká fotogrammetrie
- Geodetické zaměření profilů (území)
- Vrstevnice Základní mapy 1:10 000 (jako doplněk fotogrammetrie)

Výpočty v rámci projektu, které sloužily k porovnání výstupů hydrodynamického modelování, proběhly na datech leteckého laserového skenování. Z důvodu širší aplikovatelnosti výsledků byly

využity dva produkty Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního vzniklé během tvorby nového výškopisu České republiky – digitální model reliéfu 4. a 5. generace. Protože řešení výzkumného projektu se časově překrývalo s tvorbou výškopisu, mohl být v roce 2011 využit pouze neplnohodnotný produkt modelu 5. generace (viz dále).

Geodetické zaměření

Geodetické zaměření toku a jeho inundačního území v minulosti představovalo hlavní prostředek pro popis tvaru řešeného území. V současné době je pozemní zaměření používáno zejména pro popis geometrie hlavního koryta a vedlejších vodotečí a objektů na nich, pro popis inundačního území je možné použít i jiné metody.

Geodetické zaměření koryta zahrnuje polohopisné zaměření osy toku, případně břehových linií, polohopisné a výškopisné zaměření příčných profilů a polohopisné a výškopisné zaměření objektů na vodním toku.

Poloha měřených příčných profilů by měla být volena tak, aby byla zachycena prostorová variabilita vodního toku, a to jak co se týče tvaru příčného průřezu, tak co se týče podélného sklonu dna. Při rozmístění profilů v terénu by měl s geodetem spolupracovat vodohospodář, nejlépe zpracovatel výpočtů tak, aby bylo zaručeno co nejuvěstičnější zobrazení tvaru koryta pro sestavení numerického modelu. Důležité je zaměření profilů v blízkosti objektů – např. silnic křižujících vodní tok. Maximální vzdálenost mezi jednotlivými příčnými profily závisí na proměnlivosti tvaru říčního koryta a může se obecně pohybovat v rozsahu od několika desítek metrů až po stovky metrů u pravidelných velkých koryt. Obvyklá vzdálenost příčných profilů v podmínkách našich toků činí 50 až 100 metrů v intravilánu a 200 až 300 m v extravilánu, doporučená vzdálenost však závisí na konkrétních místních poměrech.

Geodetické zaměření břehů koryta (lomová linie mezi břehem koryta a inundací) je vhodné i v případě, kdy je zaměření koryta kombinováno se zaměřením inundačního území získaného metodou leteckého měřického snímkování (letecká fotogrammetrie, laserové skenování), a tato informace tedy může být získána dvojnásobným způsobem. Důvodem je, že břehová linie často bývá hustě porostlá vegetací a její určení z leteckých metod může být nepřesné kvůli omezené viditelnosti.

V případě, že v řešené oblasti jsou podmínky vhodné pro aplikaci jednorozměrného přístupu – proudění v inundaci má převážně jednorozměrný charakter, neovlivněný výrazně překážkami, či terénními tvary, může být geometrie inundačního území popsána obdobně jako tvar koryta v podobě geodetického zaměření vhodně zvolených údolních profilů. Údolní profily mají být orientovány přibližně kolmo na hlavní proudnici a mohou být přímé, či v případě potřeby zalomené, s délkou odpovídající šířce předpokládaného rozsahu zaplavovaného území. Pro jejich umístění platí obdobné zásady jako v případě korytových řezů, profily svou polohou a tvarem musí vystihovat tvarové změny inundačního území včetně všech významných terénních tvarů (paralelní vodoteče, násypy komunikací, ochranné hráze, hráze vodních nádrží, atd.).

Kromě hlavního vodního toku je také třeba zaměřit další významné vodoteče, stará ramena, případně kanály – náhony na elektrárny (bývalé mlýny), které mohou významně ovlivnit směr proudění vody.

Přesnost geodetického pozemního měření je dána vyhláškou č. 26/2007 Sb. (katastrální vyhláška) se základní střední souřadnicovou chybou 14 cm a maximální střední výškovou chybou 11 cm. Oproti

nedávné praxi, kdy byly příčné profily vztahovány relativně např. k ose toku, je dnes běžné, že poloha příčných profilů a jednotlivé zaměřené body jsou definovány v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

Při vyhodnocení výsledků numerického modelování se může ukázat, že použitá délka zaměřených údolních profilů nebyla dostatečná – průnik vypočítané hladiny s terénem vychází mimo zaměřený profil. V takových případech se pro vyhodnocení záplavových čar používají vrstevnice ze základní mapy 1:10 000.

Pro účely porovnávací studie byly podklady popisující geometrii toků a inundačního území v jednotlivých lokalitách poskytnuty příslušnými správci vodního toku.

Letecká fotogrammetrie

Novější podklad pro popis tvaru inundačního území představuje podrobný digitální model terénu (DMT). DMT je možné zpracovat např. metodou letecké fotogrammetrie. V případě využití leteckého snímkování je důležité, aby nálet byl prováděn v době vegetačního klidu kvůli dobré viditelnosti terénu.

V případě fotogrammetrického zpracování je DMT tvořen rastrem 3D bodů a souborem 3D čar, charakterizujících významné terénní hrany (ukázka dat viz Obrázek 1). Rastr bodů by měl mít krok v rozmezí maximálně 10 až 25 m, ve formě prostorových čar by měly být zpracovány terénní hrany a lomy, jejichž relativní výška je nad 25 cm (násypy dopravních staveb, hráze, násypy spojené se zástavbou). Pro správnou reprezentaci terénu v modelu je vhodné vyznačit pomocí 3D čar např. i linie silnic, obrysy větších plochých útvarů – hřišť, polí, rybníků apod.



Obrázek 1: Ukázka vyhodnocení terénu z letecké fotogrammetrie

Pro potřeby stanovování záplavových území je zvláštním předpisem (Metodický pokyn MZ ČR 2005) stanoven způsob a přesnost fotogrammetrického vyhodnocení modelu terénu, požadovaná přesnost pro tento typ DMT je dána maximální polohovou odchylkou 0,5 m a střední výškovou chybou 0,11 m.

Pro účely porovnávací studie byly podklady popisující geometrii toků a inundačního území v jednotlivých lokalitách poskytnuty příslušnými správci vodního toku.

Letecké laserové skenování

Letecké laserové skenování je moderní technologie pořizování přesných výškopisných dat. Princip metody je vysvětlen např. v (Šíma, 2011). V současné době (od roku 2009) připravuje Český úřad zeměměřičský a katastrální ve spolupráci s MZe ČR a MO ČR touto metodou novou komplexní výškopisnou vrstvu. Práce spojené se skenováním povrchu, zpracováním dat a generováním výsledných produktů jsou v rámci území České republiky rozděleny do tří pásem: „Střed“, „Západ“ a „Východ“ (Brázdil, 2009).

Výsledné výškopisné produkty, které jsou v projektu využívány jako vstupní data, jsou v zásadě dva:

- digitální model reliéfu území České republiky 4. generace (DMR 4G) ve formě mřížky (grid) 5 x 5 m s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu,
- digitální model reliéfu území České republiky 5. generace (DMR 5G) ve formě nepravidelné sítě výškových bodů s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu (Uhlířová, Nováková, 2012a).

Protože zpracování skenovaných dat LLS na pracovišti Zeměměřického úřadu v Pardubicích se překrývá s řešením tohoto projektu, bylo nutné v roce 2011 pracovat s určitými produktovými mezivýstupy DMR 5G. Jedná se o manuálně kontrolovaná klasifikovaná data rostlého terénu, tzv. *groundMK*, která jsou následně ředěna pomocí technologie vyvinuté firmou ATLAS. Data jsou v textu označována jako DMR 5G beta a oproti výslednému produktu DMR 5G neprošla vizuální kontrolou a dalšími úpravami na základě těchto kontrol.

Podrobnou specifikaci obou datových sad je možné čerpat z technických zpráv těchto datových produktů uveřejněných na Geoportálu ČÚZK (Brázdil et al., 2012a; 2012b).

Data pro 5 lokalit řešených v roce 2011 byla pro potřeby projektu zapůjčena Zeměměřickým odborem Pardubice Zeměměřického úřadu. Změnou politiky hospodaření s daty ČÚZK na konci roku 2011 musela být data pro 6 lokalit řešených v roce 2012 zakoupena podle platného ceníku ČÚZK.

2.1.1 PŘÍPRAVA DAT LLS PRO SUBDODÁVKU

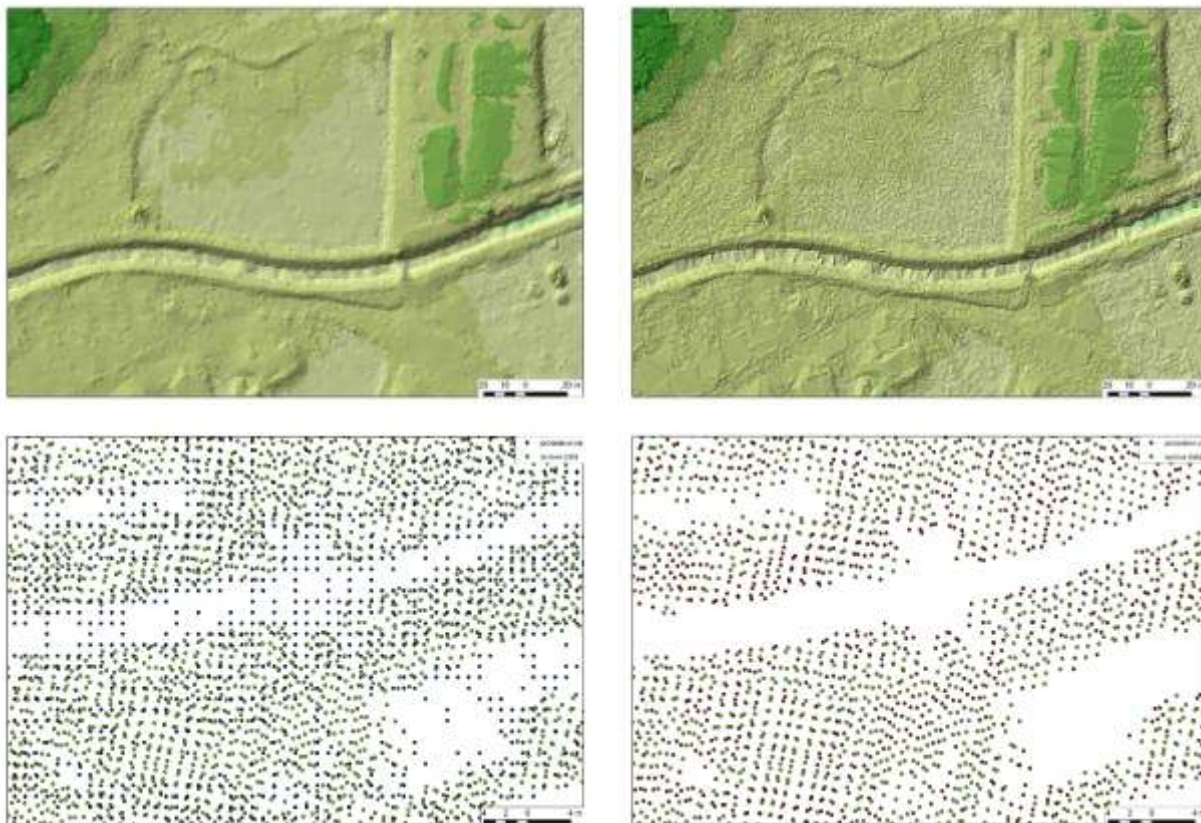
Data leteckého laserového skenování vydává ČÚZK v rozsahu mapového listu Státní mapy 1:5 000 (SM 5 - 2,5 x 2 km) ve formátu textového souboru (*.xyz). V případě dat DMR 4G jde o popis zemského povrchu ve formě výšek diskretních bodů v pravidelné síti (5 x 5 m) bodů o souřadnicích X, Y, H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. U produktu DMR 5G (a DMR 5G beta) je to soubor bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu (<http://geoportal.cuzk.cz/>).

V roce 2011 bylo ČÚZK Pardubice zapůjčeno pro potřeby projektu celkem 19 mapových listů SM 5, v roce 2012 bylo zakoupeno 45 mapových listů.

Formát textového souboru není vhodný pro práci v prostředí geografického informačního systému (GIS) ani v hydrodynamických modelech. Proto byl vytvořen skript v jazyce Python, který data poloautomaticky importoval do geodatabáze GIS. Protože se jednalo o velké objemy dat, byl tento proces neobyčejně náročný na výpočetní čas.

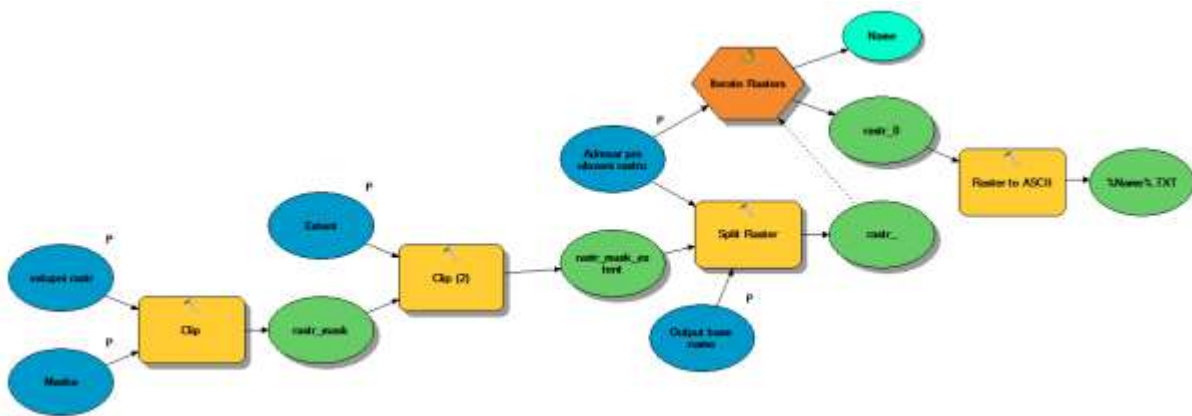
Dalším krokem bylo testování variant úpravy vstupních dat pro potřeby hydrologického modelování. 1 list zdrojových dat obsahoval přibližně 45 miliónů bodů a měl velikost v průměru 30 MB. S takto obrovskými soubory není možné pracovat v prostředí zvolených modelů. Proto byl počet bodů tzv. proředěn, tedy redukován při zachování jistých požadavků na kvalitu výsledných dat. Bylo vyzkoušeno několik verzí ředění dat. Jako nejvhodnější bylo zvoleno převedení mračna bodů do pravidelné čtvercové sítě o vzdálenosti jednotlivých bodů 1 x 1 m.

Na Obrázek 2 jsou ukázky dvou variant ředění dat z 3D pohledu pomocí funkce *ArcGIS Terrain* a klasického bodového pole.



Obrázek 2: Ukázka ředění dat

Po proředění dat byla data dále upravována a nakonec exportována do formátu ascii požadovaného subdodavatelem. Příprava dat byla řešena pomocí nástrojů ArcGIS. Data z jednotlivých mapových listů byla v rámci referenčních lokalit spojena do jedné vrstvy. Vznikl tak tzv. bezešvý digitální model terénu. Celý proces obsahuje řadu výpočetních kroků. Prostředí GIS umožňuje sestavení modelů, které pomáhají automatizovat sled operací a opakovat je na dalších datových sadách. Příklad jednoho z mnoha použitých modelů je na Obrázek 3.



Obrázek 3: Model přípravy dat pro subdodávku

2.1.2 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

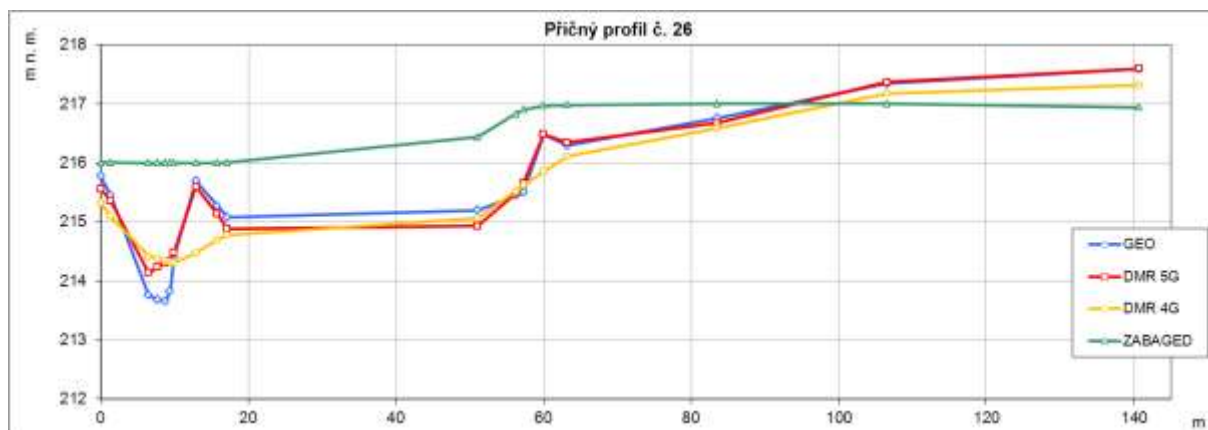
Pro stanovování záplavových území byly v průběhu let používány různé výškopisné podklady, jejichž kvalita nepochybně ovlivňuje přesnost výsledku. V rámci projektu byly porovnány tyto datové sady:

- geodetické podklady (GEO, zaměření příčných profilů) pro určení záplavových území – zapůjčeny od Povodí Labe s. p. a Povodí Vltavy s. p.
- fotogrammetrické měření (FOT) – zapůjčeno od ČVUT v Praze
- zdokonalený výškopis ZABAGED[®] (ZAB, grid 10 x 10 m) – zapůjčen od ČÚZK
- data LLS (DMR 4G, DMR 5G) – zapůjčena nebo zakoupena od Zeměměřického úřadu v Pardubicích

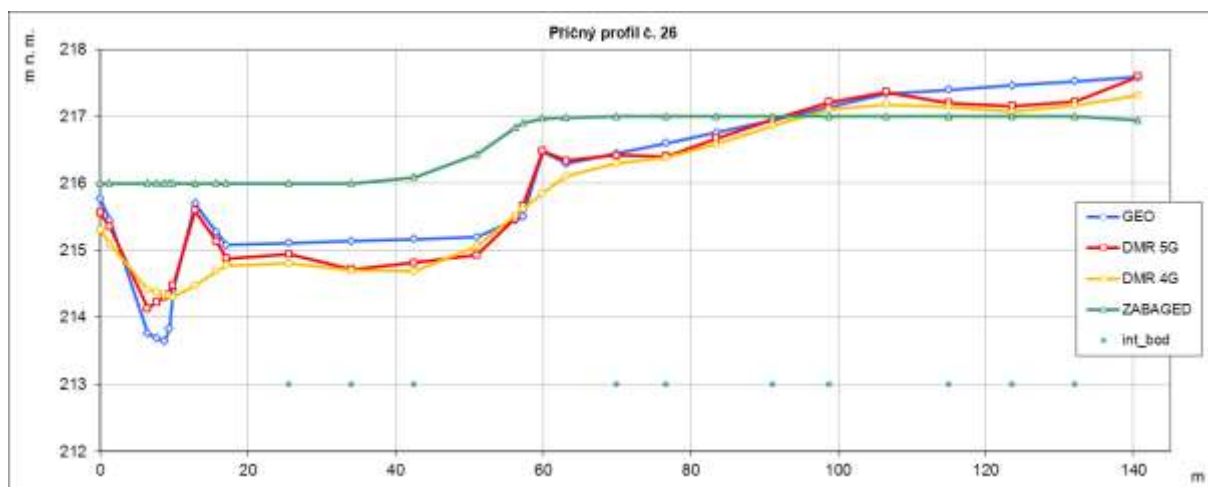
Hlavním způsobem porovnání podkladních výškopisů bylo vytvoření příčných profilů terénu nad všemi podkladními daty v místech geodetického zaměření (Obrázek 4). Ve všech bodech profilů byl proveden rozbor vzájemných rozdílů výškopisů a jejich komplexní statistické vyhodnocení. Byl sledován široký rozsah statistických ukazatelů (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnota, suma čtverců, percentily, kvartily). Za veličiny nejlépe charakterizující rozdíl v přesnosti dat byla zvolena systematická a úplná střední chyba. Systematická chyba je rovna aritmetickému průměru a ukazuje na celkový trend výšky dat v porovnání s geodetickým zaměřením. Úplná střední chyba odpovídá střední kvadratické chybě RMSE (*Root Mean Square Error*) a určuje celkovou přesnost dat.

Výškopis z geodetického zaměření je brán jako nejpřesnější. Ve všech analýzách tvoří profil GEO srovnávací (základní) hladinu pro stanovení rozdílů nadmořských výšek. Protože body GEO byly často zaměřovány v dlouhých vzdálenostech, byly pro detailnější popis terénu pomocí interpolace přidány do profilů další body s rozstupem do 10 m (Obrázek 5).

Data LLS z podstaty metody jejich pořízení nezobrazují správně tvar koryta vodního toku. Dno toku, které je pod hladinou vody v okamžiku pořízení snímku, není součástí mračna bodů. Pro relevantnost porovnání kvality výškopisných dat byla proto ve všech profilech ručně určena hranice koryta a inundace. Statistické výpočty byly prováděny jednak pro celý profil a zároveň odděleně pro koryto a inundaci. Do závěrečného vyhodnocení byly zahrnuty pouze data z inundace zájmového území.



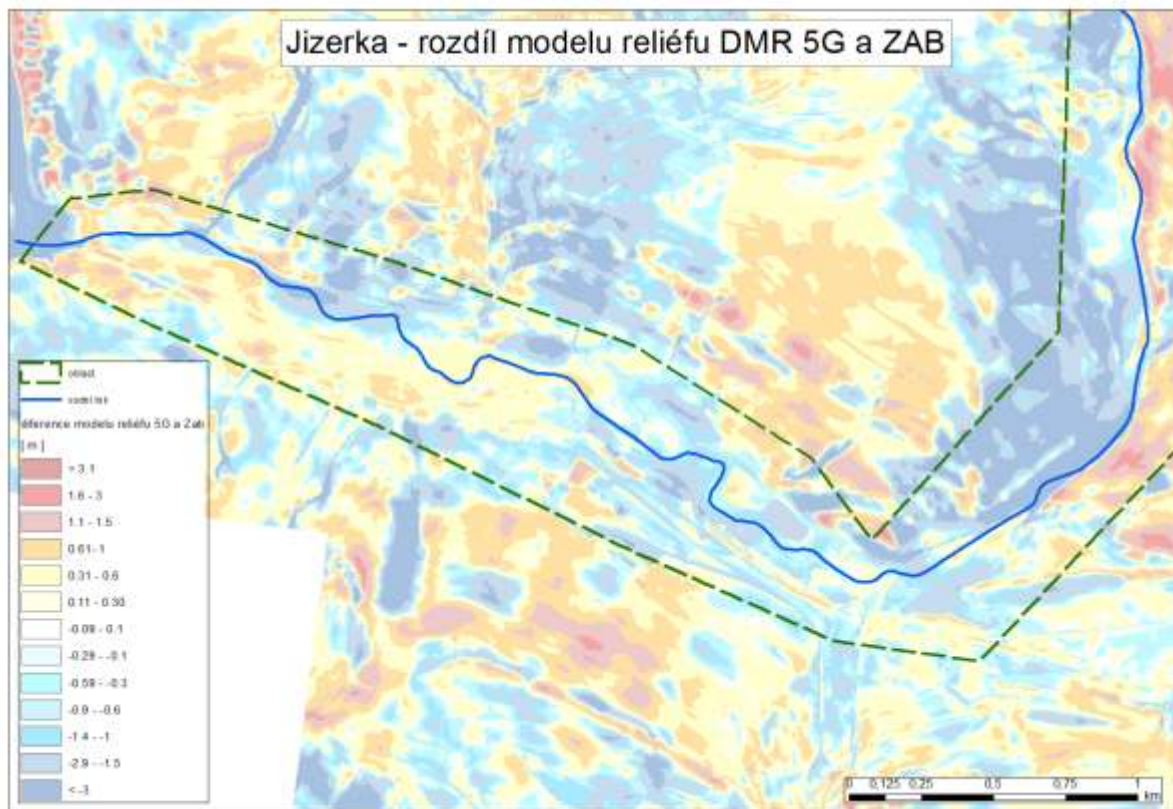
Obrázek 4: Příčný profil nad výškopisnými daty



Obrázek 5: Příčný profil s vloženými body

Celkem bylo porováno 9362 bodů terénu v 396 profilech. U lokality Lužnice nebylo k dispozici geodetické zaměření, a proto byla tato lokalita vyjmuta ze srovnávací analýzy. Výsledky statistiky rozdílů nadmořských výšek výškopisných podkladů jsou uvedeny v příslušných kapitolách jednotlivých referenčních lokalit.

Vstupní data byla v prostředí GIS porovnáována rovněž plošně ve formě rastrů. Rozdíly vzniklé odečtením původního a nového modelu terénu jsou ukázány v grafických výstupech (mapách, Obrázek 6). I v případě srovnání rastrových vrstev byla zpracována statistika rozdílů.



Obrázek 6: Porovnání modelu terénu z dat ZABAGED[®] a LLS

2.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Pro stanovování záplavových území se v současné době používají dva typy numerických modelů - modely jednorozměrné (1D, 1,5D) a dvourozměrné.

Výhodou aplikace jednorozměrných (1D) případně kvazidvourozměrných (1,5 D) modelů spočívá v jejich jednoduchosti, v poměrně malých nárocích na vstupní data, na výpočetní techniku a ve snadné interpretovatelnosti výstupů. Používají se v úsecích toků s inundačním územím menšího rozsahu, kde se dá předpokládat převážně jednorozměrný charakter proudění paralelní s tokem. Jednorozměrné modely proudění vody sestavené v rámci studie byly vytvořeny pomocí software HEC-RAS (HEC-RAS River Analyzing System, US Army Corps of Engineers, 1998).

Aplikace dvourozměrného modelu pro stanovení hydraulických charakteristik při proudění vody v korytě a inundačním území je podstatně náročnější z hlediska potřebných dat, výpočetní techniky a výpočetního času i prostředků pro názorné vyhodnocení vypočtených veličin než model jednorozměrný. Poskytuje ale přesnější a podrobnější výsledky a umožňuje zohlednit i drobné stavby či terénní nerovnosti, které se při jednorozměrné aproximaci nedají postihnout. Hlavní oblastí pro aplikaci dvourozměrných modelů jsou široká inundační území s nepravidelnou morfologií terénu, kde může docházet při různých průtocích k tvorbě dílčích inundačních proudů, a urbanizovaná území s komplikovanou sítí průtočných a neprůtočných oblastí.

Výhodou aplikace dvourozměrných modelů v těchto náročných podmínkách je skutečnost, že jejich výstupem jsou kromě základních informací o poloze hladiny mnohé další údaje, které jednorozměrné

modely v potřebné kvalitě a spolehlivosti neposkytují – jedná se například o informace o celkovém charakteru proudového pole, způsobu obtékání jednotlivých překážek, informace o hloubkách vody a o směrech a velikostech rychlostí v celém rozsahu modelované oblasti, informace o vlivu jednotlivých existujících staveb a objektů na proudové pole apod., což jsou právě takové údaje, které mají pro analýzu povodňových situací a následně kvalifikované plánování a rozhodování mimořádný význam. Ve studii byl pro dvourozměrné modelování použit software FAST 2D (Valenta, 2004), který byl již mnohokrát aplikován při řešení praktických vodohospodářských úloh (Valentová a kol., 2010, Valenta, Valentová, 2011, Valenta, Valentová, 2009).

2.2.1 METODIKA JEDNOROZMĚRNÉHO MODELOVÁNÍ

Model HEC-RAS

Jedná se o jednorozměrný model pro řešení proudění ve větvené, případně i okružové síti otevřených koryt. Model vychází ze soustavy rovnic Saint Venanta ve tvaru:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial UQ}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} - S_0 \right) + gAS_f = 0$$

kde Q je průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$], A průtočná plocha příčného řezu [m^2], $U = Q/A$ je střední průřezová rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], h je hloubka vody [m], S_0 je sklon dna [-], S_f je sklon čáry energie [-] a g je gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$].

Sklon čáry energie S_f vyjádřený pomocí Chézyho rychlostního součinitele reprezentuje celkové hydraulické odpory, které kromě tření na dně přibližně zahrnují i vlivy turbulence proudění, nerovnoměrnosti rychlostního pole v příčném řezu, prostorové efekty proudění apod.

Při řešení ustáleného proudění model používá známou metodu po úsecích podle rovnice:

$$H_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = H_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e$$

kde

$$h_e = L \cdot \overline{S_f} + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right|.$$

Indexy 1 a 2 označují dva sousední profily. Další označení představuje:

H_1, H_2	=	hloubky vody
Z_1, Z_2	=	poloha dna
V_1, V_2	=	průměrné rychlosti
α_1, α_2	=	rychlostní součinitel
g	=	gravitační zrychlení
h_e	=	ztrátová výška
L	=	délka úseku

$\overline{S_f}$	=	průměrný sklon čáry energie
C	=	koeficient kontrakce

Neustálené proudění je řešeno jednorozměrnou variantou metody sítí při aplikaci Preissmanova diferenčního schématu. Model je schopen simulovat říční i bystřinné proudění, případně jejich kombinaci. Model má velmi podrobně propracovanou metodiku řešení objektů na toku – mostů, propustků, jezů pevných i pohyblivých.

2.2.1.1 VSTUPNÍ DATA PRO 1D MODEL

Vstupních podklady, které jsou nutné pro simulaci proudění vody v zájmové oblasti, obecně zahrnují:

- data popisující geometrii území
- data popisující charakter povrchu
- hydrologická data
- hydrotechnické podklady
- kalibrační podklady.

V případě modelu HEC-RAS je modelovaná oblast schematizována soustavou příčných profilů obecného tvaru, které lze členit na dílčí části (koryto a inundace, případně její části) a geometrický popis příčného řezu lze doplnit o specifikaci neprůtočných bloků, neaktivních ploch a bočních přelévavých hrází.

Geometrie vodního toku je většinou definována podrobným pozemním zaměřením, které zahrnuje polohopisné a výškopisné zaměření osy toku, příčných profilů a objektů na vodním toku. Příčné profily vedené kolmo k ose koryta by od sebe měly být vzdálené tak, aby byly zachyceny všechny významné změny v geometrii koryta (tvar, sklon). Na toku musejí být zaměřeny také všechny objekty – jezy, stupně, propustky, mosty.

Geometrie inundačního území je v jednorozměrném modelu popsána sadou zaměřených údolních profilů, které mají být orientovány kolmo na hlavní proudnici a mohou být přímé anebo zalomené s délkou odpovídající šířce předpokládaného rozsahu zaplaveného území. Zvolené profily musejí vystihovat tvar inundačního území včetně významných terénních hran a překážek, na správné volbě polohy příčných profilů značně záleží správnost dosažených výsledků hydraulického modelování. V případě, že je v řešené oblasti k dispozici digitální model terénu, mohou být příčné profily pro výpočet získány z tohoto digitálního modelu.

Geometrická data je vždy třeba doplnit podrobnou rekognoskací terénu, jejímž cílem je ověření stavu řešeného území, prohlídka objektů na toku, zhodnocení drsnosti koryta toku i inundačního území.

Numerické simulace průtoků vody v korytě a přilehlém území se provádějí pro předem stanovené průtokové stavy, většinou se vychází z průtoků dané N-letosti, které pro daný tok a konkrétní profil na něj poskytuje Český hydrometeorologický ústav. Při řešení problematiky průchodu povodňové vlny a její transformace v oblasti je zapotřebí si vyžádat od ČHMÚ časové průběhy (hydrogramy) povodňových vln.

Kalibrační podklady jsou informace o průběhu v minulosti proběhlé povodňové situace v řešeném úseku toku a zahrnují informace o rozsahu rozlivu, výšce hladiny v konkrétních lokalitách (povodňové značky) a o velikosti kulminačního průtoků, případně o časovém průběhu povodně (hydrogramy).

Kalibrace modelu spočívá zejména v úpravě parametrů modelu tak, aby se simulační výsledky co nejlépe blížily pozorovaným hodnotám v terénu při skutečné povodňové události.

2.2.1.2 VÝPOČTY A ZPRACOVÁNÍ VÝSTUPŮ

Po zadání všech potřebných vstupních dat je možné provést potřebné simulační výpočty pro různé průtokové stavy v řešeném území. Výsledkem výpočtů jsou informace o poloze hladiny a průměrné průřezové rychlosti pro jednotlivé příčné profily tvořící model. Z těchto lze vytvořit základní grafické výstupy v podobě příčných a podélných profilů. Další vyhodnocovací činnosti (tvorba záplavových čar, tvorba map hloubek apod.) spočívají v aplikaci vhodných interpolačních procedur, které umožní získat odhad plošného rozložení úrovní hladin mezi jednotlivými profily.

2.2.2 METODIKA DVOUROZMĚRNÉHO MODELOVÁNÍ

Model FAST 2D

Dvourozměrný model FAST 2D umožňuje simulaci ustáleného proudění vody s volnou hladinou v oblastech se složitou geometrií. Model je založen na soustavě svisle integrovaných Reynoldsových rovnic (rovnice mělké vody), které mohou být získány integrací Reynoldsových rovnic pro třírozměrné proudění přes hloubku vod. Výsledná soustava řídicích rovnic zahrnuje rovnici kontinuity a dvě pohybové rovnice pro horizontální složky rychlostí u_i a u_j :

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -g \frac{\partial}{\partial x_i} (z_f) + \frac{1}{\rho h} \frac{\partial}{\partial x_j} (T_{ij}) + S_i ; \quad i, j = 1, 2$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (hu_i)}{\partial x_i} = 0$$

kde t je čas [s], h je hloubka vody [m], z_f je vertikální souřadnice dna [m], ρ je hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$], g je tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]. Složky rychlosti u_1 a u_2 jsou svisle integrované rychlosti ve směrech x_1 a x_2 Kartézského souřadného systému. Zdrojový člen S_i v pohybových rovnicích zahrnuje vliv vnějších sil, jako je Coriolisova síla, tření na dně a tření na hladině vlivem větru.

Svisle integrované složky tenzoru efektivních napětí T_{ij} jsou definované jako součet laminárního τ^l a turbulentního τ^t napětí a napětí τ^d , které vzniká vlivem nerovnoměrného rozdělení rychlosti po svislici. V modelu FAST 2D jsou efektivní napětí modelována s využitím principu turbulentní viskozity ν_t [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] pomocí výrazu:

$$T_{ij} = \nu_t \rho \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right).$$

Turbulentní viskozita je modelována s využitím svisle integrované verze k- ϵ modelu. V tomto modelu je viskozita závislá na turbulentní kinetické energii k [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$] turbulentního pohybu a disipace ϵ [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$]:

$$v_t = c_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

Horizontální rozložení turbulentních parametrů v modelované oblasti je řešeno pomocí transportních rovnic. Výsledná soustava rovnic je tedy tvořena celkem pěti parciálními diferenciálními rovnicemi – rovnice kontinuity, dvě rovnice pohybové a dvě rovnice transportní. Hledanými veličinami je hloubka vody h , složky rychlosti u_1 a u_2 a parametry turbulence k a ε .

K řešení parciálních diferenciálních rovnic je v modelu FAST 2D použita metoda konečných objemů. Model umožňuje použití křivočaré sítě, hledané veličiny jsou vztaženy ke středu každého konečného objemu (buňky). Výsledný systém algebraických rovnic se řeší iterační metodou. Postup řešení lze shrnout do následujících kroků:

1. čtení vstupních dat (výpočetní síť, topografická data) a počátečního odhadu hodnot všech hledaných veličin,
2. výpočet složek rychlostí řešením pohybových rovnic na základě odhadnutého tlakového pole,
3. aplikace interpolačního schématu pro výpočet rychlostí na hranicích buněk, výpočet hmotnostní bilance a provedení korekce tlaku,
4. oprava hodnot rozložení tlaku a složek rychlosti,
5. výpočet turbulentní kinetické energie k a disipace ε a oprava rozložení viskozity ν_t ,
6. kontrola konvergence, opakování od kroku 2.

Závislost mezi tlakem a hloubkou vody je v modelu řešena vnějším iteračním cyklem. Výpočet začíná s odhadnutou polohou hladiny a tedy hloubkou vody, která závisí na úrovni dna v zájmové oblasti. Při postupujícím výpočtu se tlakové pole mění, mění se poloha hladiny a tedy hloubka vody. V průběhu iterací je poloha hladiny přepočítávána a iterační proces běží tak dlouho, až jsou změny hladiny nepatrné a je dosažena konvergence.

2.2.2.1 VSTUPNÍ DATA PRO 2D MODEL

Vstupní data pro dvourozměrný model jsou v mnohém shodná s daty pro model jednorozměrný. To se týká dat hydrologických, hydrotechnických, mapových podkladů a dat pro kalibraci modelu. Mnohem podrobnější data jsou však zapotřebí pro popis geometrie koryta toku, případně dalších vodotečí v inundačním území a především pro popis morfologie celého zaplavovaného území – je zapotřebí mít k dispozici digitální model terénu včetně koryt. Také informace o drsnostech povrchu jsou pro 2D model detailnější.

Vstupní data pro dvourozměrný model zahrnují:

- geometrická data výpočetní sítě aproximující řešenou oblast,
- geometrická data popisující topografii terénu,
- plošné rozložení drsnostních charakteristik povrchu,
- definici neprůtočných překážek (budovy, zdi, hráze, nepřelévané násypy silnic),
- okrajové podmínky.

Při zpracování dvourozměrného modelu proudění vody musí být nejprve stanoven rozsah zájmové oblasti. Ten je primárně určen konkrétní problematikou, která má být řešena – např. při stanovování záplavových území je zadavatelem určen konkrétní úsek toku, který odpovídá podélnému rozměru modelu a šířka modelu je odhadnuta podle předpokládaného maximálního rozlivu. Vstupní a výstupní hranice modelu se umísťují do profilů, ve kterých je možné předepsat okrajové podmínky.

Zvolená oblast řešení je nejprve pokryta výpočetní sítí, která je tvořena souhrnem buněk, jejichž vrcholy jsou definovány souřadnicemi v Kartézském souřadném systému. Model FAST 2D je schopen pracovat s křivočarou výpočetní sítí, která umožňuje přizpůsobit linie sítě nepravidelným tvarům reálné oblasti a významným liniím, které predestinují směry proudění vody (hráze, násypy silnic, zástavba) a to nejen na okraji oblasti ale i uvnitř.

Další krok tvorby modelu proudění v oblasti představuje specifikaci tvaru terénu – definování výšky terénu pro každý bod výpočetní sítě. Tím vznikne digitální model terénu sestavený na výpočetní síti. Proces transformace primárních dat modelu terénu na výpočetní síť se děje pomocí vhodného interpolačního algoritmu poskytovaného preprocesorem.

Výpočetní síť musí být dále modifikována zadáním informací o drsnosti povrchu v zájmové oblasti - každé buňce je třeba přisoudit kód nesoucí informaci o typu povrchu. Tomuto kódu je při výpočtu přiřazena konkrétní hodnota Manningova součinitele drsnosti.

Ve výpočetní síti je také zapotřebí definovat překážky pro proudění vody. Tyto překážky mohou být při výpočtu zohledněny několikerým způsobem v závislosti na jejich výšce. Jestliže je překážka relativně nízká (je předpoklad, že při řešených podmínkách proudění bude přelévána), je možné ji modelovat jako terénní vlnu – výška terénu v modelu se upraví podle výšky překážky. Vysoké překážky, které nebudou přelévány, se v síti označí zablokováním příslušných buněk a na hranicích zablokované oblasti bude aplikována vnitřní okrajová podmínka – vertikální stěna. Třetí možností jak modelovat překážky pro proudění vody je použít velmi vysoké hodnoty součinitele drsnosti v příslušných buňkách výpočetní sítě. Tento způsob je vhodný použít pro modelování shluku drobných překážek, které není možné v síti zohlednit.

Na hranicích modelu je třeba zadat okrajové podmínky. Model umožňuje zadání následujících typů okrajových podmínek, které se použijí na příslušných částech hranice oblasti:

- zadání rychlostního profilu (rozložení složek rychlosti),
- zadání rozdělení průtoku podél hranice a směru proudění,
- zadání polohy hladiny,
- zadání parametrů turbulence,
- zadání vertikální stěny – neprůtočná hranice s vlivem tření,
- zadání hladké stěny – neprůtočná hranice bez vlivu tření (symetrie).

2.2.2.2 VÝPOČTY A ZPRACOVÁNÍ VÝSTUPŮ

Po zadání všech potřebných vstupních dat je možné provést potřebné simulační výpočty pro různé průtokové stavy v řešeném území. Na rozdíl od jednorozměrného modelu tato fáze vykazuje značné nároky na kvalitu výpočetní techniky a výpočetní čas.

Výsledkem numerického řešení řídicích rovnic je detailní popis charakteristik proudění vody (poloha hladiny, složky rychlostí a charakteristiky turbulence) v oblasti, který představuje rozsáhlý soubor

hodnot hledaných veličin v každé buňce výpočetní sítě. Základními výstupy modelu jsou polohy hladiny a velikosti a směry rychlostí proudění, které je možné graficky znázornit. Výstupy je možné vyhodnotit ve formě barevných map zobrazujících prostorové rozložení stanovených veličin.

Při praktické aplikaci jsou výsledné mapy vyhodnoceny v souřadném systému JTSK a mohou být zobrazeny v soutisku s leteckou fotografií anebo s libovolným mapovým podkladem (základní mapa, katastrální mapa).

2.2.3 ANALÝZA VLIVU DATOVÉHO ZDROJE NA VÝSTUPY MODELOVÁNÍ

Hlavním účelem hydrodynamického modelování v rámci studie bylo zpracování opakovaných výpočtů proudění vody při využití různých datových zdrojů charakterizujících geometrii inundačního území a vyhodnocení vyplývajících rozdílů s hlavním zaměřením na vyhodnocení rozsahu záplavového území. Výpočty byly prováděny pro různé průtokové stavy odpovídající N-letým průtokům.

Modely bylo proto zapotřebí vytvořit v několika variantách v závislosti na použitém datovém zdroji. V případě 1D modelů byl výchozí verzí model sestavený s využitím geodeticky zaměřených údolních profilů. Porovnávané varianty modelu pak byly konstruovány na základě kombinace zaměřených korytových profilů s inundačními částmi získanými z DMR 4G, resp. DMR 5G.

V případě 2D modelů se postupovalo obdobně s tím, že modely hlavního koryta a vedlejších vodotečí byly totožné a jednotlivé varianty se lišily použitým datovým zdrojem pro modelování inundací (FOT, DMR 4G a DMR 5G).

Numerické výstupy jednotlivých variant byly základním číselným vstupem pro podrobnější analýzu ve vyhodnocení záplavového území a jeho závislost na použitém datovém zdroji, jak je uvedeno v následujících odstavcích.

2.3 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Výstupem numerických modelů proudění jsou informace o poloze hladiny při konkrétním návrhovém průtoku (např. Q_5 , Q_{100} , atd.). V případě 1D modelu jde o výšky vázané na výpočtové příčné profily. U 2D modelu je výstupem spojitá informace v rozsahu modelu ve formě rastrové vrstvy.

Vypočtené průběhy hladin pro zvolené průtokové stavy a dílčí varianty jednotlivých modelů byly dále použity pro vyhodnocení záplavových čar. V případě 2D modelu jsou tato vyhodnocení přímým výstupem modelu. U 1D modelů založených na produktech DMR 4G/5G byly údaje o výšce hladiny protnuty s příslušným výškopisným podkladem a následně revidovány v prostředí GIS. Vyhodnocení původních záplavových čar (modely GEO) se vesměs opíralo o ruční konstrukci čar nad vrstevnicemi mapového podkladu ZABAGED®. Výsledné polygony záplavových území jsou porovnány ve vektorových grafických výstupech (mapách).

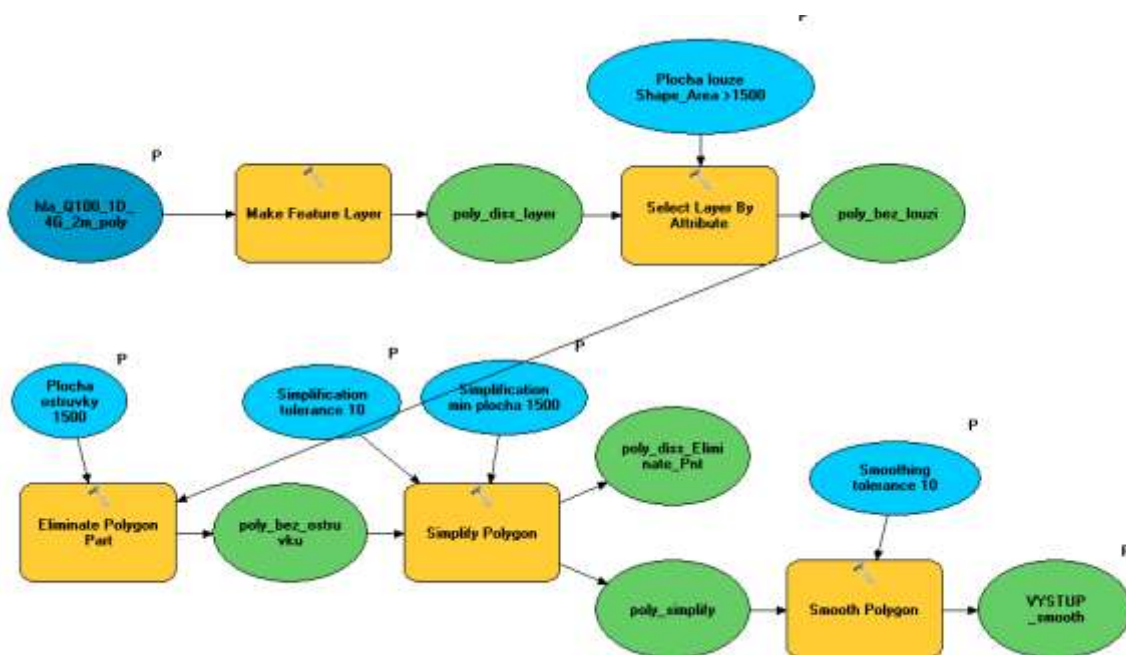
Práce na vytvoření kompaktní čáry záplavového území z hladin vypočtených subdodavatelem byly časově velmi náročné. Jednalo se o postup mnoha kroků, od převedení dat do formátu podporovaného platformou ArcGIS Desktop, promítnutí hladin na digitální model terénu, vyhlazení a zjednodušení čar po ruční editaci chybových míst. Příklad části sledu potřebných kroků je ukázán na Obrázek 7.

Pro stanovení tříd přesnosti vymezení záplavových území bylo nezbytné kvantifikovat rozdíly výsledků nad různými vstupními daty. V prostředí GIS byly odečteny plochy odpovídajících si polygonů záplavových území vymezených nad daty LLS a nad daty tradičními. Výsledkem je procentní podíl kladných a záporných rozdílů ploch záplavových území (Obrázek 8).

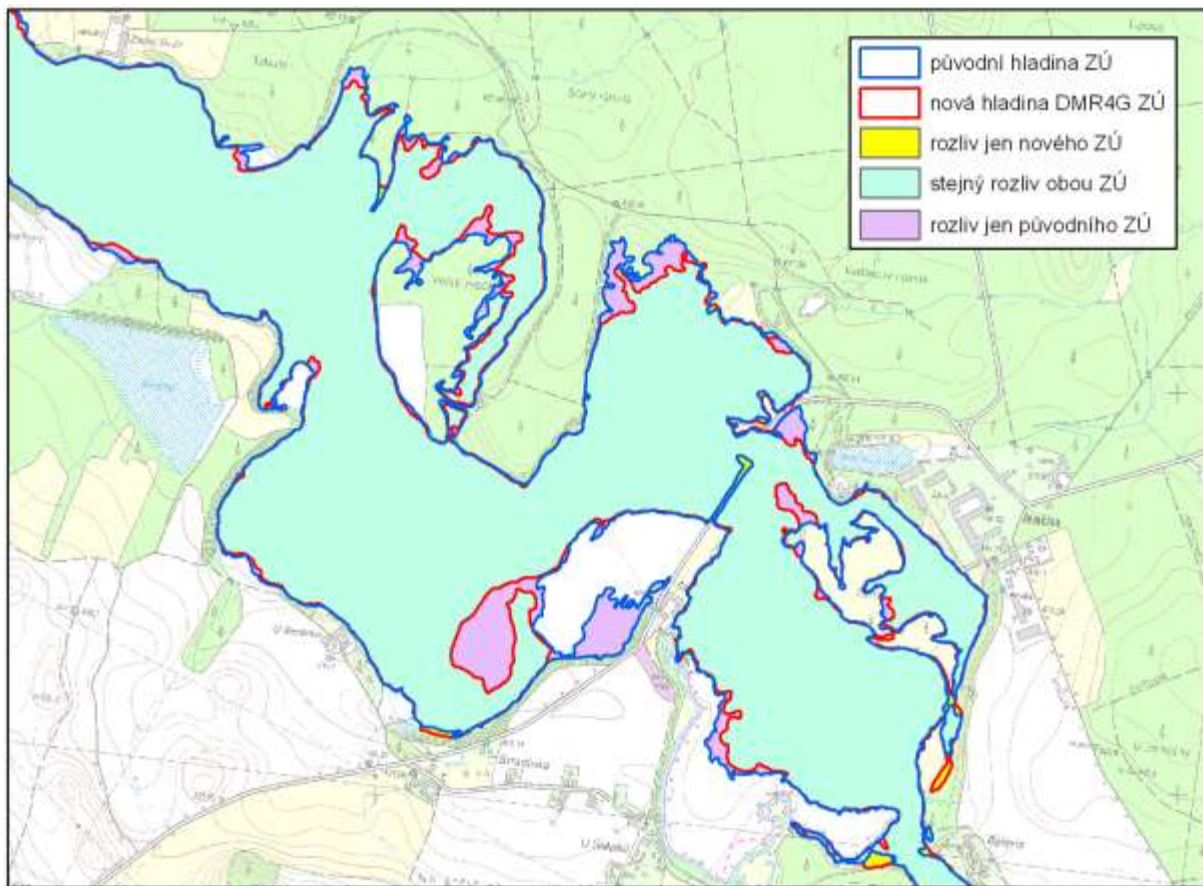
Třídy přesnosti vymezení záplavových území byly určeny podle rozsahu zjištěných procentních rozdílů na referenčních lokalitách. Intervaly jednotlivých tříd jsou uvedeny v Tabulka 1.

Tabulka 1: Třídy přesnosti vymezení ZÚ

Třída přesnosti	I	II	III	IV
Rozdíly v %	0-5	5-20	20-50	>50



Obrázek 7: Schematizace výpočetního modelu ArcGIS pro vyhlazení polygonů ZÚ



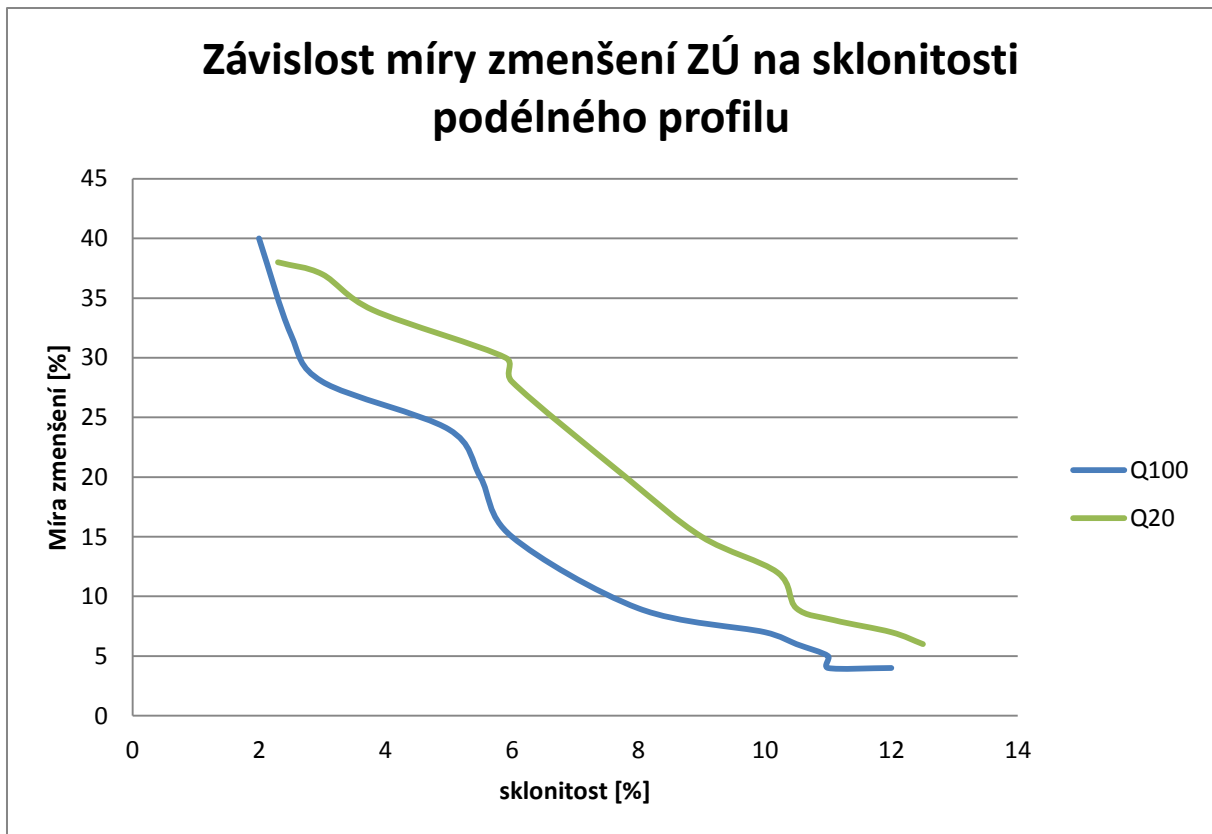
Obrázek 8: Porovnání čar záplavových území

Konkrétní výsledky porovnání ploch ZÚ budou uvedeny u každé referenční lokality v příslušných kapitolách.

2.4 KLASIFIKACE ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Princip klasifikace ZÚ spočívá ve stanovení závislosti míry přesnosti stanovení ZÚ na určitých charakteristikách území. K určení funkcí závislostí slouží referenční lokality. U těch jsou na základě terénních průzkumů, dostupných datových sad a analýz v prostředí GIS určeny hodnoty parametrů, které ovlivňují výpočet čar zatopení v hydrodynamických modelech. Parametrům hodnocení se věnuje následující kapitola.

Pro každou referenční lokalitu byly vypočteny rozdíly v plochách záplavových území vymezených nad tradičními a novými daty. Odečtením ploch bylo zjištěno, v kolika procentech plochy došlo ke zvětšení rozlivu a v kolika ke zmenšení. Hodnota parametru lokality (např. sklonitost podélného profilu) a procento zmenšení plochy ZÚ je jednou dvojicí bodů v grafu závislosti. Vynesením hodnot konkrétního parametru u všech lokalit spolu s mírou zmenšení ZÚ vytvoří graf závislosti pro daný návrhový průtok. Stejný postup byl opakován i pro míru zvětšení a postupně všechny parametry hodnocení. Příklad grafu závislosti je na Obrázek 9.



Obrázek 9: Graf závislosti míry zmenšení plochy ZÚ na sklonitosti podélného profilu

V okamžiku vynesení grafů závislosti míry zvětšení/zmenšení plochy ZÚ na určitém parametru je podle tvaru výsledné křivky možné určit váhu onoho parametru.

Tento postup lze následně analogicky použít pro libovolné záplavové území v ČR. Určením hodnot parametrů hodnocení lze pomocí grafů odhadnout míru přesnosti vymezení ZÚ.

3. PARAMETRY HODNOCENÍ

Pro charakteristiku území z pohledu velikosti rozlivu povodně se lze inspirovat v nauce o vodních tocích. Jde o podobné faktory, jaké ovlivňují vývoj vodních toků v čase i prostoru:

1. Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry (N-leté průtoky, m-denní průtoky, doba trvání extrémních průtoků, rozkolísanost průtoků v čase).
2. Fyzikálně geografické poměry – sklonitost údolí i celého povodí.
3. Geologické poměry – základní geologická a hydrogeologická stavba povodí
4. Charakter koryta – přirozené, upravené, tvar, způsob stabilizace, náhynost k erozi, rychlost rozpadu kamenů, zrnitostní složení materiálu dna.
5. Vegetační pokryv.

Pouze některé z těchto faktorů ovlivňují výsledky hydrodynamického modelování a tedy výsledné vykreslení čar ZÚ. V Tabulka 2 jsou vypsány charakteristiky, které byly zjišťovány pro všechny referenční lokality. Tučně zvýrazněné jsou faktory, které mají přímý vliv na výsledek hydrodynamického výpočtu, a proto jsou zařazeny do seznamu parametrů hodnocení. Číslo v posledním sloupci koresponduje s aplikovatelností parametru na klasifikaci ZÚ v celé ČR. Parametry, u nichž je číslo 2, byly vyplněny v případě referenčních lokalit. Pro obecné ZÚ v České republice tyto parametry nejsou jednoduše specifikovatelné.

Tabulka 2: Faktory ovlivňující hydrologické poměry v území

Skupina faktorů	faktory	Možnosti + zdroj	jednotky	Parametr hodnocení
Fyzikálně geografické poměry				
Plocha	spádové oblasti	GIS	km ²	
Sklonitost	povodí celého toku	GIS	%	
	úseku (podélný profil)	GIS	%	1
	území rozsahu modelu	GIS	%	1
	spádové oblasti	GIS	%	
Délka toku	spádové oblasti	GIS	km	
	úseku	GIS	m	
	celkem	GIS	km	
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku	GIS DMT	m n. m.	
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	GIS DMT	m n. m.	
			m n. m.	
	průměrná nadmořská výška spádové oblasti	GIS DMT	m n. m.	
	rozsah nadmořské výšky spádové oblasti	GIS DMT	m n. m.	
			m n. m.	
	průměrná nadmořská výška povodí	GIS DMT	m n. m.	
rozsah nadmořské výšky povodí	GIS DMT	m n. m.		
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	GIS ortofoto	m	
	hloubka koryta (od – do, prům.)	GIS, geodetické profily	m	

Skupina faktorů	faktory	Možnosti + zdroj	jednotky	Parametr hodnocení
Základní parametry koryt vodních toků	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	výpočet	1	2
	šířka nivy (od – do, prům.)	GIS ortofoto, geodetické profily	m	
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry				
Průtok	N-leté průtoky,	hlásné profily	[m ³ /s]	
Srážky	průměrný roční úhrn	Atlas podnebí Česka	[mm]	
Geologické a hydrogeologické poměry				
Geologie	základní geologická stavba povodí,	text		
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	text	[l/s.km ²]	
Koryto				
Charakter břehů	převládající typ opevnění	terénní průzkum	%	2
Niva				
Charakter nivy	míra zalesnění	GIS (ZABAGED, CORINE)	%	1
	míra zastavění	GIS (ZABAGED, CORINE)	%	1
Hydrodynamický model				
	použitá data původní	FOT, LLS, GEO, ZABAGED		
	hustota profilů	dokumentace ZÚ		2
	hustota fotogrammetrie	dokumentace ZÚ		2
	použitá data LLS	DMR 4G, DMR 5G		2
	typ modelu	1D, 2D		

Parametr zakřivení byl počítán jako stupeň sklonitosti území, kdy byly v rastrové vrstvě digitálního modelu terénu pro jednotlivé buňky určeny hodnoty sklonu, ty dále reklasifikovány po celých jednotkách procent a následně zjištěna četnost zastoupení jednotlivých sklonitostních intervalů. Nejčetnější interval byl považován za stupeň sklonitosti.

Šířkou a hloubkou koryta jsou myšleny minimální a maximální rozměry zářezu koryta v terénu při korytovém průtoku. Korytový průtok je maximální průtok, při kterém nedochází k rozliti vody mimo koryto.

Výsledný seznam parametrů hodnocení je pro přehlednost uveden v samostatné Tabulka 3.

Tabulka 3: Parametry hodnocení

	Parametr
1	Sklonitost úseku (podélný profil)
2	Průměrná sklonitost území rozsahu modelu
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu
4	Míra zalesnění
5	Míra zastavění
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ

4. REFERENČNÍ LOKALITY

Pro navržení systému klasifikace záplavových území bylo vybráno 12 tzv. referenčních lokalit (ve skutečnosti 11 – lokalita Nežárka byla řešena dvěma způsoby, 1D i 2D modelováním). Seznam lokalit je uveden v Tabulka 4. Rozložení lokalit v rámci ČR je patrné z Obrázek 10.

Úseky toků byly vybírány podle tří kritérií. První cílem bylo dosažení co největšího počtu kombinací hlavních charakteristik území (jako je morfologie, extravilán/intravilán, typ krajiny, velikost vodního toku, atd.). Druhým hlediskem byl přístup k záplavovým čárám vymezeným v minulosti pomocí tradičních výškopisných dat.

Třetí skutečností ovlivňující volbu lokalit byla dostupnost hotových dat LLS. Protože se doba zpracování projektu překrývá s dobou tvorby nového výškopisu, nebyla k dispozici data LLS pro libovolné území. V roce 2011 bylo z větší části zpracováno pouze pásmo „Střed“. V roce 2012 bylo možné v omezené míře vybírat i z území v pásmu „Západ“. Data z oblasti pásma „Východ“ byla v době vytipování lokalit ve fázi prvotního zpracování, a proto nemohla být do projektu zařazena žádná území z východních Čech či Moravy.

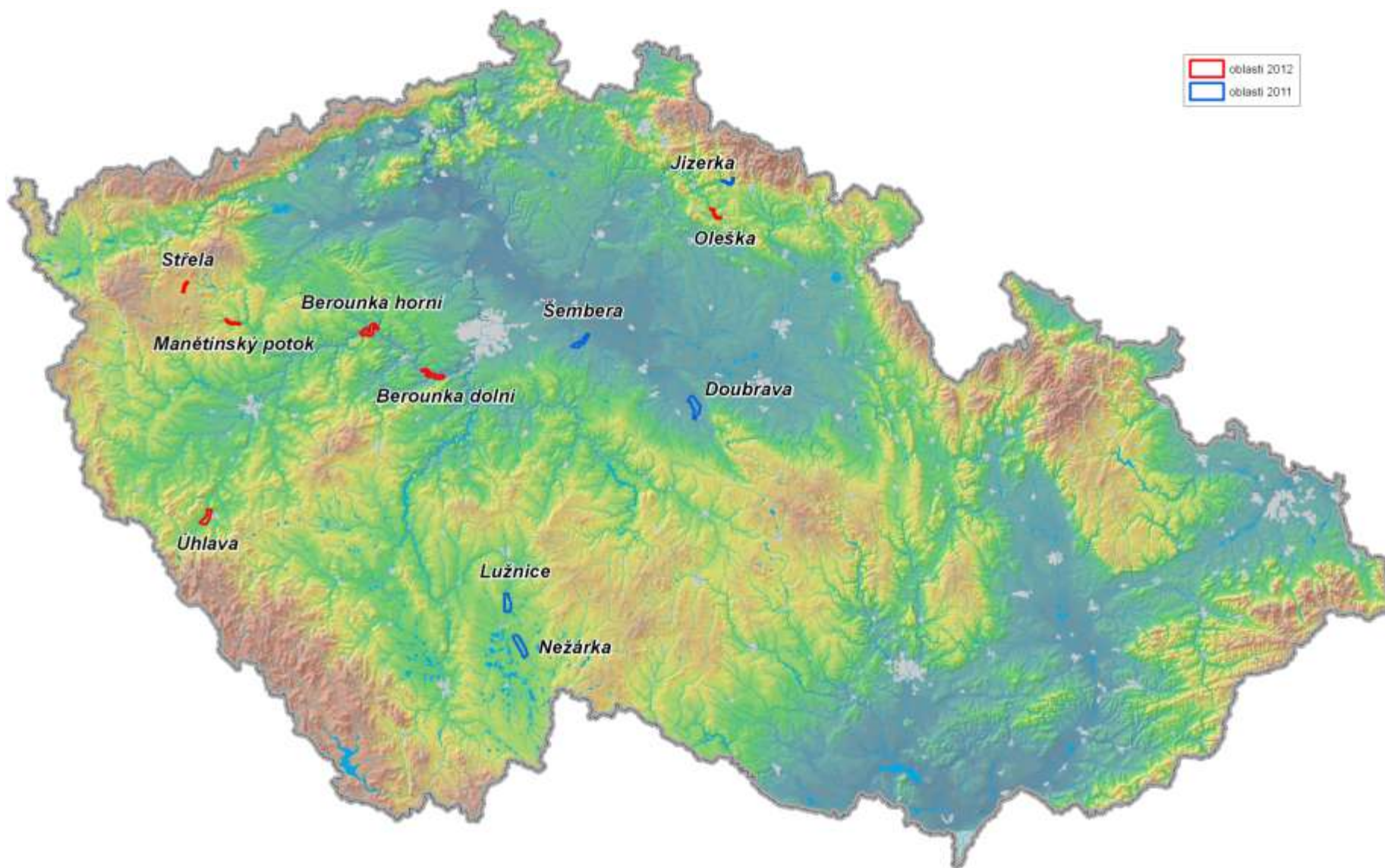
Datum skenování dat LLS je důležité pro vyhodnocení výsledků porovnání. Doba pořízení dat má v souvislosti s vegetačním obdobím (výška a hustota vegetačního pokryvu terénu) vliv na přesnost určení polohy reliéfu. Během vegetačního období může dojít k jistým chybám způsobeným nadměrnými odrazy laserového paprsku od rostlin. Tyto chyby jsou většinou odstraněny manuální kontrolou během zhotovování výsledného výškopisu. V roce 2011 byly k dispozici data před závěrečnou manuální kontrolou, a proto je nezbytné uvedené možné zkreslení dat vzít v úvahu.

Tabulka 4: Referenční lokality

Lokalita	Rok řešení	Rozsah modelu, ř.km	skenováno	model
Nežárka	2011	17,997 – 24,234	23.8.+26.8.+6.9.2010	1D
Nežárka	2011	14,933 – 24,284	23.8.+26.8.+6.9.2010	2D
Šembera	2011	9,956 – 16,945	21.11.2009+25.3.+1.4.+8.10.2010	1D
Doubrava	2011	14,995 – 22,273	30.3.+7.4.2010	1D
Lužnice	2011	59,300 – 68,800	25.8.2010	2D
Jizerka	2011	0,000 – 6,579	4.6.+20.8.2010	1D
Úhlava	2012	61,096 – 70,205	7.4.+22.4.+7.5.2011	2D
Berounka dolní	2012	16,600 – 26,800	18.4.2011	2D
Berounka horní	2012	52,800 – 65,000	10.4.2011	2D
Oleška	2012	15,823 – 23,056	23.4.2010+20.8.2010	1D
Manětínský potok	2012	3,529 – 9,465	21.3.2011+19.4.2011	1D
Střela	2012	85,704 – 91,985	23.3.2011	1D

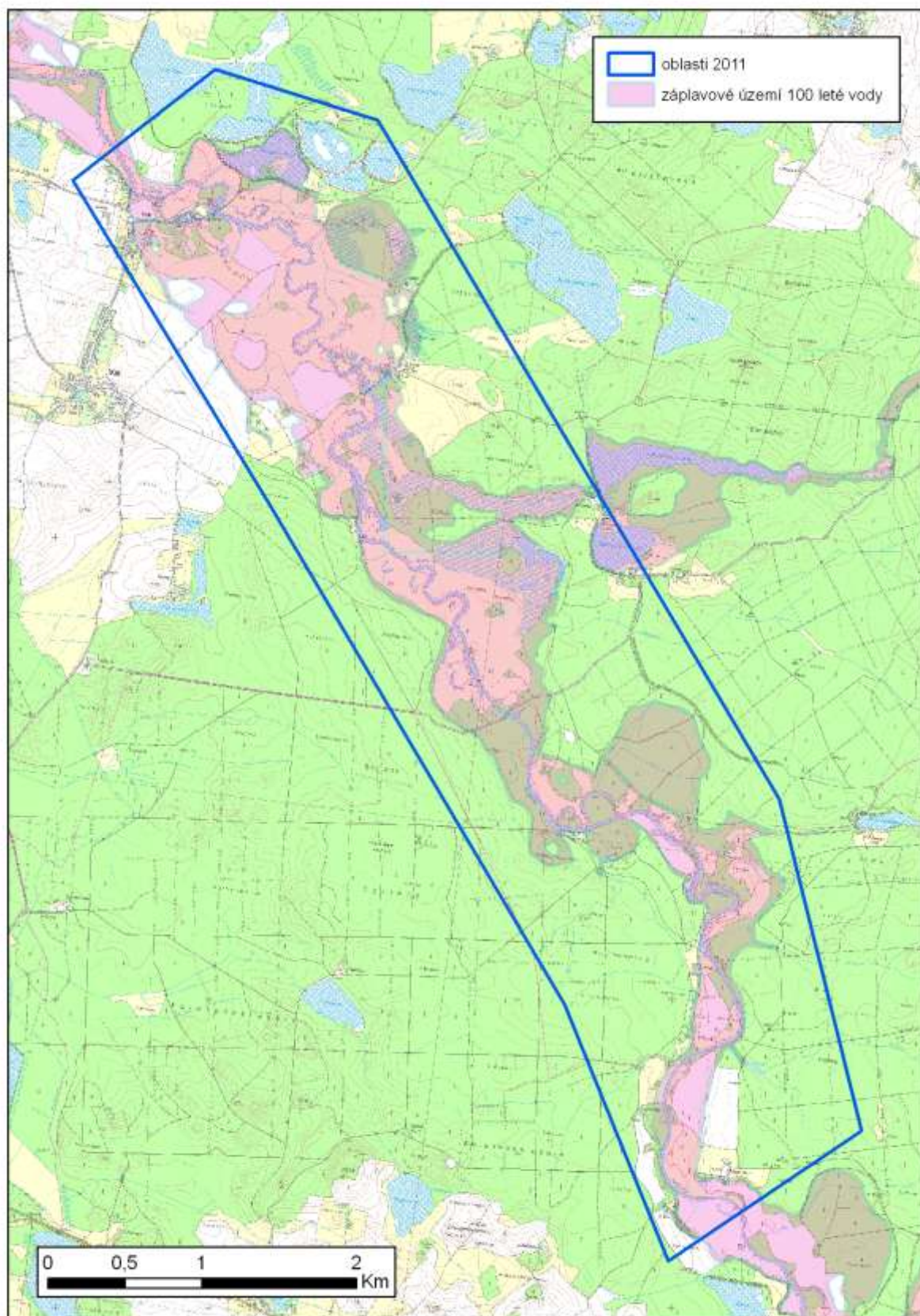
V každé lokalitě byl proveden podrobný terénní průzkum a pořízena fotodokumentace. Ta slouží k určení, případně doplnění některých parametrů a jako pomůcka při porovnání záplavových čar.

Následující kapitoly jsou věnovány jednotlivým referenčním lokalitám. V každé jsou popsány hlavní charakteristiky území, porovnána vstupní data, uvedeny informace o hydrodynamickém modelování, odečteny čáry záplavových území a provedena klasifikace přesnosti vymezení ZÚ.



Obrázek 10: Referenční lokality

4.1 NEŽÁRKA



Obrázek 11: Lokalita Nežárka

4.1.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.1.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Lokalita Nežárka byla řešena odděleně 1D a 2D hydrodynamickým modelováním. Plošný rozsah modelů se v obou případech mírně lišil. Pro popis a určení hodnot charakteristických parametrů byl zvolen rozsah 2D modelu, který je delší a obsahuje v sobě beze zbytku lokalitu 1D modelu.

Vybraný úsek tohoto vodohospodářsky významného toku leží 4 až 12 km jihovýchodně od Veselí nad Lužnicí mezi obcí Hamr a samotou Zadní Dvůr (Obrázek 11). Rozsah zájmového území Nežárky je od 14,933 ř. km do 24,284 ř. km toku. Jeho délka je 9,351 km. Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 23-33-02, 23-33-07, 23-33-08 a 23-33-13 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 23-33 Veselí n. Luž. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Levý břeh řešené lokality leží v okrese Tábor, zbytek lokality patří k okresu Jindřichův Hradec, oba jsou začleněny do Jihočeského kraje. Po toku Nežárky patří toto území k obcím Hatín, Novosedly nad Nežárkou (ještě s katastrálním územím Kolence), Val (s k. ú. Val u Veselí nad Lužnicí a Hamr nad Nežárkou), Kardašova Řečice (ještě s katastrálním územím Nítovice) a Drahov. Z těchto obcí se nachází ve studovaném území pouze Hamr nad Nežárkou jako součást Valu. Je zde řada samot jako Zadní Dvůr, Šticha, Pávek (Obrázek 13) a další. Některé z nich vznikly jako mlýny přímo u řeky, některé jsou statky, často postavené nad údolní nivou na terasách řeky. V údolní nivě je na pravém břehu řeky proti Hamru kemp. Na levém břehu U Barona je dětský tábor Paprsek. Místy - zejména na pravém břehu - jsou v lese chatové osady.

Železnice zkoumaným územím neprochází a i silniční síť je velmi řídká. Středem území prochází místní silnice z Klece do Kardašovy Řečice, která Nežárku křížuje na mostě (Obrázek 14). Silnice III. třídy z Veselí nad Lužnicí prochází obcí Val do Hamru nad Nežárkou. Na tyto cesty navazuje řada polních a lesních cest a ulice v obci Hamr nad Nežárkou. Přes Nežárku vedou dva silniční mosty. První je na výše zmíněné silnici do Kardašovy Řečice, druhý vede nad jezem v Hamru do kempu. Nad Dětským táborem Paprsek je provizorní lávka, nová ocelová lávka je nad Metelským jezem (Obrázek 15). V Zadním Dvoře je zdroj podzemní vody a úpravna. Další dva zdroje podzemní vody jsou u Hamru.

Identifikátor TOK_ID Nežárky je 117740000100, podle Gravelia jde o tok IV. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 10703069000000, 10703071000000, 10703075000000, 107030770000030 a pod vodočtem ještě 107030770000090. Jde o prakticky – kromě úseků u dvou jezů – neregulovaný přírodní tok nížinné řeky. Nežárka má v tomto úseku hodně přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím IV. řádu. Zprava to je Holenský potok (TOK_ID 118130000100; CHP_14 10703070020000), Řečice (TOK_ID 118150000100; CHP_14 10703071000000) a Vřesenský potok (TOK_ID 118190000100; CHP_14 10703076000000). Zleva přitékají pouze drobnější toky.

Celé zájmové území leží v CHKO Třeboňsko, které je zařazena do mezinárodní sítě biosférických rezervací.

Nežárka je v celém úseku vodácky sjízdná, její obtížnost je ZW B až ZW C (Kohoutek, 1978).

4.1.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Nežárka pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 107 kategorie A - Hamr, ř. km 8,00 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází na dolním okraji řešeného území. Stanici

spravuje ČHMÚ České Budějovice, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Soběslav. Plocha povodí k profilu činí 982,4 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 12,3 m³/s a průměrný roční stav 157 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 290 cm a průtoku 51,9 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 230 cm a průtoku 64,3 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 350 cm a průtoku 82,0 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 474 cm, byl na profilu zaznamenán 14. 8. 2002, druhý nejvyšší, 435 cm, 7. 3. 1915.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 5: N-leté průtoky Hamr

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	56,0	100	124	194	230

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307238, aktualizace listopad 2007)

4.1.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) MW11. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o oblast mírně vlhkou (B3). Okrsek je tedy mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 7,0°C podle měření klimatické stanice Jindřichův Hradec (478 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 7 a 8°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 500 – 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Drahov (ležící v nadmořské výšce 435 m cca 1 km S od sledovaného území) z časové řady let 1901 – 1950 je 628 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Kardašova Řečice hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 6: Teplota (t) v povodí - Jindřichův Hradec

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-2,9	-1,9	2,2	6,5	11,7	15,0	17,2	15,9	12,4	7,4	2,3	-1,3	7,0	13,1

Tabulka 7: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Drahov

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	35	32	31	48	63	77	92	77	48	47	38	40	628

4.1.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Českomoravské soustavy, oblasti Jihočeských pánví (IIB) podcelku Kardašovečické pahorkatiny (IIB-2B), okrsku Veselské pahorkatiny (IIB-2B-a).

Původně tekla Nežárka od Lásenice na jih. V pliocénu došlo k tektonickému poklesu západně od Stráže nad Nežárkou, čímž byl její tok odvrácen k západu.

Nežárka zde teče v mělkém údolí, kde vytváří četné meandry řádu desítek až stovek m. Šířka tohoto údolí i s říčními terasami dosahuje místy až 1,5 km, pod Hamrem se zužuje na několik desítek m.

Zpočátku je údolní niva široká 200 až 300 m (Obrázek 16) v prostoru nad a pod samotou Pávek se zužuje na cca 180 m. V dalším průběhu se opět rozšíří, avšak pod soutokem s Holenským potokem, kde prochází tělesem mrákotínské žuly, se niva zužuje až na několik desítek metrů. Následuje další rozšíření – až na více než 500 m. V těchto místech se na severním okraji dna údolí vyskytují bažiny, rašeliny a slatiny o rozloze až 15 ha. Pod Hamrem, těsně před opuštěním studovaného území, se údolní niva zúží opět na několik desítek metrů a má zde i práh se skalnatým dnem (Obrázek 17). Řeka teče krajinou, kde převládají lesy nad loukami a ostrůvky polí. Zastavěných ploch (obce, samoty, chaty) je málo.

Nadmožská výška lokality je cca 417 – 434 m n. m., při čemž Nežárka teče ze 427,75 m n. m. u Zadního Dvora po 417,2 m n. m. pod Hamrem. Celkový sklon sledovaného úseku toku je 0,1 %. Místy řeka vytváří drobné peřeje a ostrůvky. Dno Nežárky je štěrkovité a písčité, místy i kamenité. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 15 – 45 m, průměrně 30 m. Výška břehů nad průměrnou hladinou se pohybuje do 1 m. Koryto je regulováno jen v krátkých úsecích u jezů a mostů. Jezy jsou zde dva – Metelský na ř. km 11,4 o délce koruny 28,6 m a výšce 1,8 m a Hamerský na ř. km 8,8, dlouhý 21 a vysoký 0,9 m (Obrázek 18). Od Metelského jezu vede 730 m dlouhý náhon zpět do Nežárky. Podél toku, zejména v širších částech údolní nivy je řada slepých a mrtvých ramen. Dále je zde řada rybníků – od drobných nádržek až po rybníky dosti velké. Shora dolů to jsou Nepraš, Malý závistivý rybník, Odměna, Smíchov II., Smíchov I., Hluboký u Hamru, Hluboký Sax a Přední Sax (malá část). Všechny leží na přítocích Nežárky.

Řeku provází dvě pleistocenní říční terasy, jejichž povrch je ve sledovaném úseku 2 - 8 m a 11 - 14 m nad její hladinou (Čech, 1962).

4.1.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalní podklad zkoumaného území tvoří krystalické břidlice moldanubika proterozoického stáří a paleozoické žuly moldanubického plutonu. Na nich leží svrchnokřídové sedimenty severního okraje jihočeské pánve, pleistocenní terasy a holocenní uloženiny.

Celé území je rozlámáno četnými dislokacemi směrů: Z-V, SZ-JV a SV-JZ, které mj. omezují rozsah křídových sedimentů.

Krystalické břidlice moldanubika jsou zastoupeny pouze migmatizovanou biotitickou, sillimanit-biotitickou a cordierit-biotitickou pararulou s vzácnými vložkami amfibolitu. Je proražena mohutným tělesem mrákotínského drobnozrnného až středně zrnitého muskovit-biotitického granitu mrákotínského typu.

Jihočeská vyšší část svrchní křídly se zde vyskytuje ve dvou částech klikovského souvrství. Spodní oddíl je stáří coniak až spodní santon a jsou to světle šedé až nazelenale šedé kaolinické pískovce a slepence, často arkózovité a pestré, většinou rudohnědé jílovce až prachovce, tmavošedé jílovce, jílovité pískovce a prachovce. Svrchní oddíl tohoto souvrství stáří střední až svrchní santon - bělošedé kaolinické pískovce a slepence, rudočervené a bělošedé jílovce, jílovité pískovce a prachovce.

V pleistocénu zde lze rozlišit dvě říční terasy. Nad levým břehem Nežárky doprovází ve vzdálenosti 500 až 1000 m mezi počátkem zkoumaného území a obcí Val terasa mindelského stáří, tvořená zde fluviálními písky a štěrky mocnosti do 13 m. Stejný materiál skládá risskou terasu, která zaujímá rozsáhlé plochy po celé délce pravého břehu zkoumaného úseku řeky. Na levém břehu se vyskytuje jen v malém rozsahu. Její mocnost je 4 až 9 m, při čemž směrem po toku klesá.

V nepatrném rozsahu nad levým břehem Nežárky severně od silnice Vršková – Karštejn byly zjištěny pleistocenní až holocenní deluviální a soliflukční písčitohlinité sedimenty.

Holocén je zastoupen především v aluviu Nežárky a jejích přítoků fluviálními písčitymi hlínami, hlinitými písky a sedimenty vodních nádrží. Jejich mocnost dosahuje 9 až 10 m. Na nich leží nad pravým břehem Nežárky tři výskyty rašelin a slatin. Vzácně se zde vyskytují i hnílokalové sedimenty. Deluviofluviální hlinité písky a písčité hlíny se vyskytují v bočních malých údolích, ale jen sporadicky.

Na levém břehu Nežárky mezi osadami Pávek a Štícha se nachází chráněné ložiskové území Kolence – jíly, kaolin. V něm bylo stanoveno výhradní ložisko Kolence – Pecák. K němu patří i malé výhradní ložisko jílu a kaolinu nazývané rovněž Kolence – Pecák, které se nachází v poloze Spálený jižně od cesty z Vrškové do Karštejna. Obě byly dříve povrchově těženy firmou LB MINERALS, s.r.o., Horní Bříza. Těženou surovinu představovaly jílovce klikovského souvrství jihočeské svrchnokřídové pánve.

Na pravém břehu řeky mezi Zadním Dvorem a cestou z Vrškové do Karštejna je v zájmovém území část chráněného ložiskového území Hatín – štěrkopísky. V něm se nachází tři výhradní ložiskové plochy Hatín – Jemčina. Ložisko patří Českomoravskému štěrku, a.s., Mokrá a dosud nebylo těženo. Surovinu tvoří pleistocenní písky a štěrky risské terasy (Malecha et al., 1991).

V některých místech byly v minulosti pro místní potřebu těženy písky a štěrkopísky v nepatrném rozsahu.

4.1.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice. Většina zájmového území je rovněž součástí rajónu svrchní vrstvy 1212 – Kvartér Nežárky (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Krásný (1991). V zájmové území je z hydrogeologického hlediska většinou dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásma přípoверхového rozpojení puklin skalních hornin. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Podloží území tvoří krystalinikum, koeficient transmisivity T tu činí od $6 \cdot 10^{-6}$ do $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, tato část oblasti je vhodná pouze pro menší odběry pro místní zásobování – pro jednotlivé domy (Krásný, 1991). Mírně lepší potenciální využití mají denudační reliktky křídových sedimentů na levém břehu Nežárky, jejich koeficient transmisivity T se pohybuje v řádu $10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Nejvýraznější kolektor průlinového typu je vyvinut ve fluvialních písčitých štěrcích kvartérního stáří podél Nežárky. Zde se koeficient transmisivity T pohybuje v řádech od 10^{-3} do $10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Krásný, 1991).

Mělká zvědeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickou složkou mohou být zejména sloučeniny dusíku (Krásný, 1991).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký (mezi 1 až $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Nežárky drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Nežárky a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy je v zájmovém území možnost větší infiltrace povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních omezena, vhodné by mohly být zejména písčitéjší sedimenty křídly, případně v menším rozsahu i sedimenty terasových stupňů.

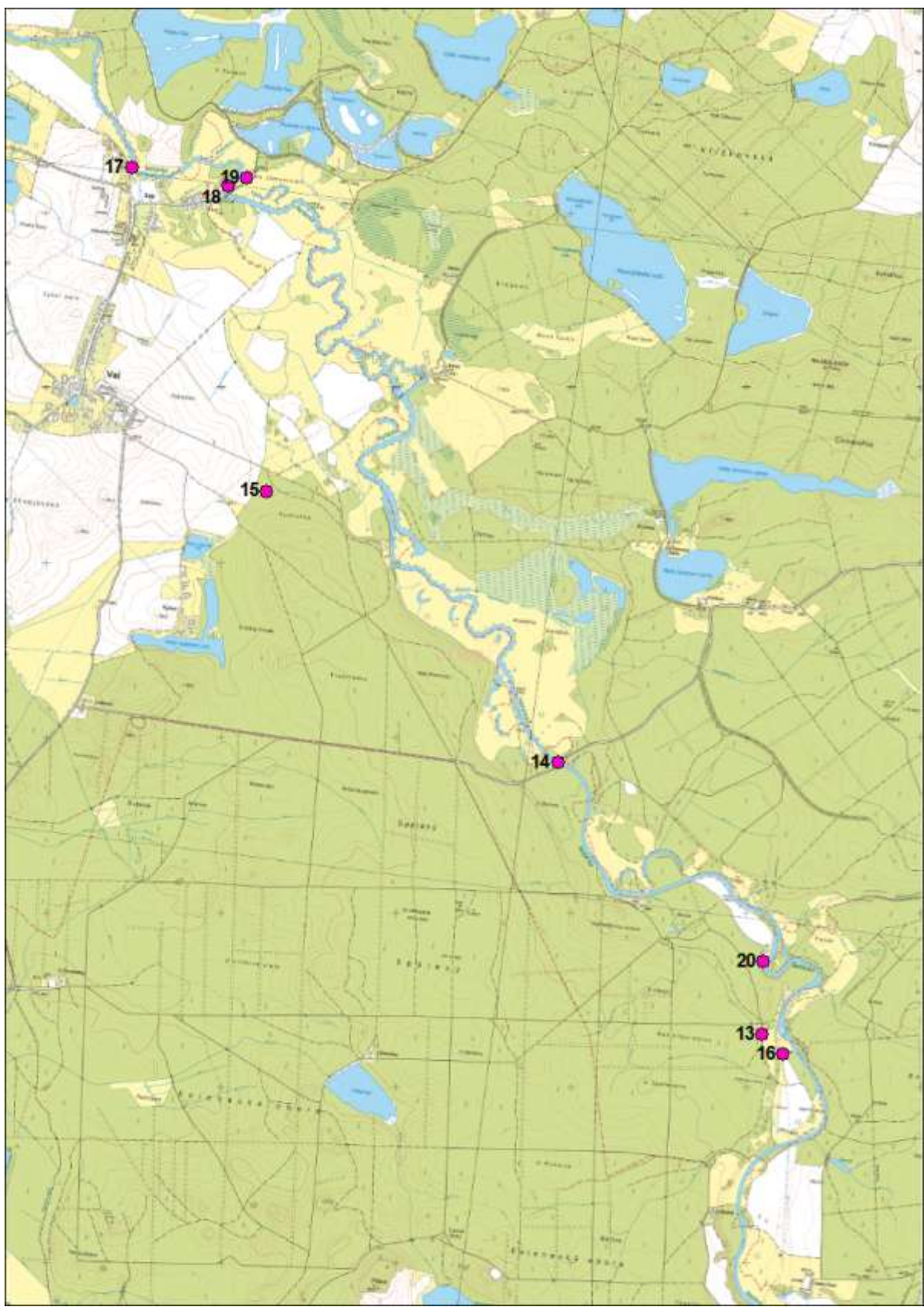
4.1.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Řeka teče krajinou, kde převládají lesy (borovice, smrky, modříny, duby, Obrázek 19). Dalším rostlinným společenstvem jsou louky, zčásti zamokřené. Pole jsou v krajině pouze ostrůvkovitě.

Břehy Nežárky jsou většinou pokryty lužní vegetací (olše, jívy, vrby, duby, černý bez, břízy, javory a mnohdy i vysoký bylinný porost), místy výše uvedený lesní porost zasahuje téměř až k řečišti (hlavně v příkrých partiích, Obrázek 20). Méně často k řece přiléhají přímo luční porosty. Podél řeky se šíří netýkavka žláznatá (*Impatiens grandulifera*).

4.1.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl ve dnech 1. – 2. 8. 2011 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 20°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 12).



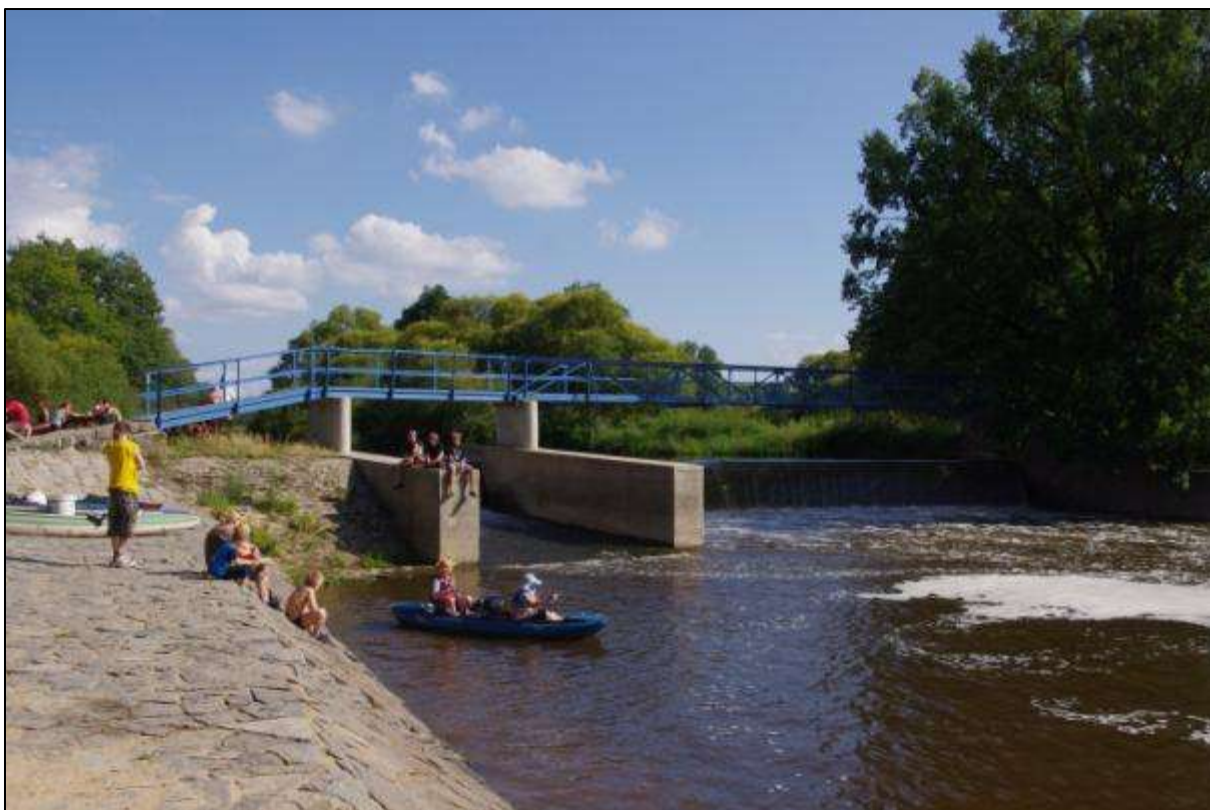
Obrázek 12: Lokalizace fotografií



Obrázek 13: Samota u Pávku



Obrázek 14: Most na silnici z Klece do Kardašovy Řečice



Obrázek 15: Ocelová lávka nad Metelským jezem



Obrázek 16: Údolní niva Nežárky



Obrázek 17: Přirozený kamenitý stupeň



Obrázek 18: Jez Hamr



Obrázek 19: Niva na konci sledovaného úseku



Obrázek 20: Břehový pokryv

4.1.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.1.3.1 PODKLADY

V Tabulka 8 je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 8: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Letecká fotogrammetrie, vrstevnice ZM 1:10000, geodeticky zaměřené profily
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G beta
Použitý model	FAST 2D, HEC-RAS
Typ modelování	1D, 2D
Počet profilů	50

4.1.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 17,997 až 24,234 pomocí jednorozměrného a v úseku ř. km 14,933 až 24,284 dvourozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 21, kde je na podkladu základní mapy 1:10 000 černě vyznačena hranice dvourozměrného modelu a modře jsou vyznačeny zaměřené příčné (převážně korytové) profily, použité pro jednorozměrný model.

Hodnoty Manningova součinitele drsnosti byly pro oba typy modelů (1D, 2D) zadávány stejně.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} a Q_5 pro Nežárku v profilu pod Novou řekou.

Jednorozměrné modelování

Pro jednorozměrné modelování proudění vody v zájmovém úseku byl zvolen model HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Nežárky, na kterém se nachází 68 zaměřených příčných profilů. Profily většinou zachycují pouze tvar koryta a jsou od sebe vzdálené cca 100 až 200 m. V řešeném úseku se nacházejí dva objekty – silniční most Jemčina a pevný jez Jemčina, pro ně byly k dispozici řezy objektové. Krátké korytové objekty byly prodlouženy pomocí modelu terénu, který byl v území k dispozici.

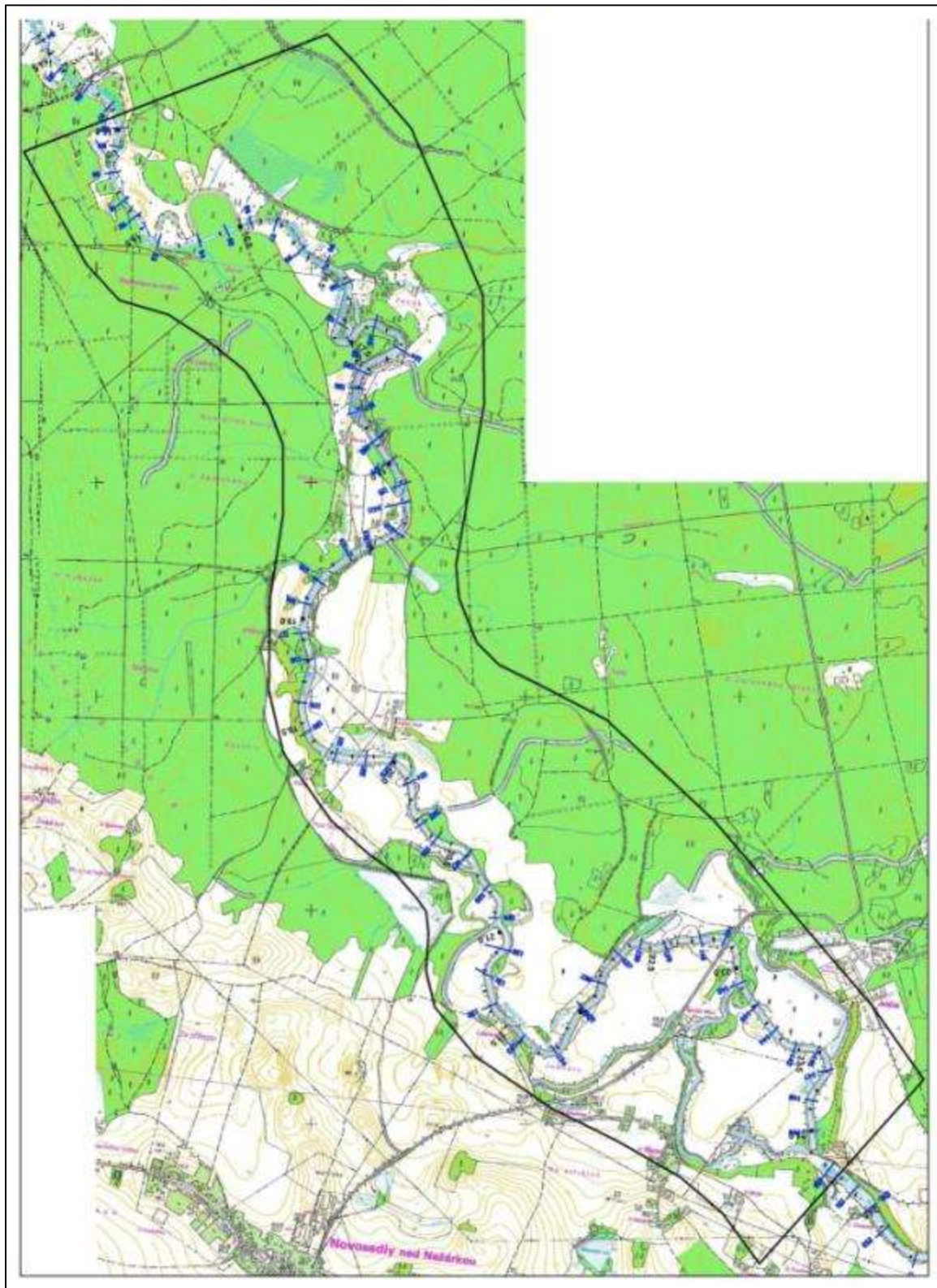
Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry.

Jednorozměrný model byl vytvořen ve třech variantách, které se lišily modelem terénu (letecká fotogrammetrie, DMR 4G a DMR 5G), použitým pro prodloužení výpočetních profilů a také pro vyhodnocení záplavových čar. Vyhodnocené záplavové čáry byly potom pro jednotlivé varianty modelu porovnány.

Dvourozměrné modelování

Dvourozměrné modelování bylo provedeno pomocí modelu FAST 2D, který používá křivočarou výpočetní síť. Oblast je ve směru proudění dlouhá cca 6000 m, široká v průměru 1100 m. Výpočetní síť je tvořena $3000 \times 500 = 1,5$ mil. buňkami o průměrné velikosti $2 \times 2,5$ m. Výpočetní síť při dvourozměrném modelování nese mimo jiné informaci o tvaru terénu v zájmové oblasti. Pro účely porovnávací studie byly vytvořeny tři varianty modelu pro tři různé vstupní podklady charakterizující

terén v inundaci (letecká fotogrammetrie, DMR 4G a DMR 5G). Tvar koryta je popsán pomocí zaměřených korytových příčných profilů. Pro jednotlivé buňky výpočetní sítě byly zadány charakteristiky drsnosti povrchu a v lokalitách mimo rozsah záplavy a v místech budov byly příslušné buňky výpočetní sítě označeny jako neprůtočné.



Obrázek 21: Rozsah numerického modelování v lokalitě Nežárka

Na vstupní hranici modelu byla zadána okrajová podmínka definující hodnotu průtoku a na dolním okraji byla zadána známá poloha hladiny.

Výsledkem dvourozměrného modelového řešení jsou hodnoty hladiny a velikosti rychlostí v každém uzlu výpočetní sítě. Tyto hodnoty byly zpracovány pomocí postprocesorů do podoby map hladin a záplavových čar.

4.1.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Nežárka byl kromě geodeticky zaměřených příčných profilů inundací k dispozici také digitální model terénu vytvořený z dat letecké fotogrammetrie. Z dat LLS byly dostupné produkty DMR 4G a DMR 5G v beta verzi (před závěrečnou manuální kontrolou). Proto mohla být zpracována poměrně komplexní statistická analýza rozdílů několika typů vstupních dat. Výstupy analýzy jsou uvedeny v Tabulka 9. V levé části tabulky je provedeno porovnání dat LLS a ZABAGED[®](ZAB) s geodetickým zaměřením (GEO). V pravé části jsou srovnána stejná data s leteckou fotogrammetrií (FOT).

Tabulka 9: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G- GEO	DMR4G- GEO	ZAB- GEO	DMR5G- FOT	DMR4G- FOT	ZAB- FOT
počet bodů	377	377	377	377	377	377
average	-0,003	-0,062	-0,195	-0,134	-0,192	-0,326
sm. Odch	0,419	0,501	0,939	0,800	0,810	1,135
MIN	-1,279	-1,777	-4,290	-5,041	-4,987	-5,804
MAX	1,541	2,047	3,477	2,686	2,586	2,907
RMSE	0,419	0,504	0,959	0,811	0,832	1,181
suma	-1,107	-23,215	-73,647	-50,334	-72,442	- 122,874
systematická chyba	-0,003	-0,062	-0,195	-0,134	-0,192	-0,326
suma čtverců	66,116	95,921	346,624	248,139	260,972	525,907
úplná střední chyba	0,419	0,504	0,959	0,811	0,832	1,181
percentil 1	-1,271	-1,764	-4,189	-4,970	-4,943	-5,668
percentil 5	-0,766	-0,974	-1,484	-1,191	-1,357	-2,051
percentil 95	0,707	0,698	1,550	1,010	1,029	1,517
percentil 99	1,527	1,976	3,387	2,644	2,538	2,859
1. kvartil	-0,195	-0,314	-0,808	-0,455	-0,520	-0,986
2. kvartil	0,022	-0,023	-0,283	-0,101	-0,142	-0,302
3. kvartil	0,189	0,186	0,284	0,252	0,218	0,282

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 5G je tento rozdíl pouze 3 mm. Data ZAB jsou rovněž výškově podhodnocena a rozdíl je větší (cca 20 cm). Podobný trend je u porovnání dat s fotogrammetrií, pouze velikost chyby je řádově vyšší.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 42 cm u dat DMR 5G, resp. 50 cm u DMR 4G je zhruba o polovinu menší než chyba u dat ZAB (96 cm). U srovnání s FOT jsou rozdíly mezi DMR 5G a 4G velmi malé, zatímco chyba dat ZAB je o cca 40 cm vyšší.

Poměrně vysoké hodnoty chyb u dat LLS mohou být ovlivněny dobou snímkování. Data byla v tomto případě pořizována v srpnu a září, tedy v období, kdy je kolem vodních toků vzrostlá a hustá vegetace. Ta formou náhodných odrazu laserového paprsku snižuje přesnost dat. Protože data z roku 2011 neprošla závěrečnou manuální kontrolou, mohly v nich určité nepřesnosti v určení polohy povrchu terénu zůstat.

4.1.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Referenční lokalita Nežárka byla na rozdíl od ostatních lokalit zpracována 1D i 2D hydrologickým modelováním. V posuzování jsou tyto dvě skupiny výsledků brány jako dvě samostatné lokality. Zvyšuje se tak počet hodnot do grafů závislostí.

Tabulka 10: Porovnání ploch ZÚ (Nežárka 1D)

Nežárka 1D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	49,5	51,3
	míra zmenšení [%]	12,6	10,6
	celková změna [%]	136,9	140,7
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	3,2	3,2
	míra zmenšení [%]	4,3	4,3
	celková změna [%]	98,9	98,9

Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo zvětšení rozlivu povodně o cca 40% - třída přesnosti III - u návrhového průtoku Q₅ (přičemž rozdíl mezi daty DMR 4G a 5G je nepatrný) a zmenšení rozlivu o cca 1% - třída přesnosti I - u průtoku Q₁₀₀ (s nulovým rozdílem mezi daty DMR 4G a 5G).

Tabulka 11: Porovnání ploch ZÚ (Nežárka 2D)

Nežárka 2D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G	PUV ZU-FOT
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	58,1	50,7	58,1
	míra zmenšení [%]	4,7	4,9	1,5
	celková změna [%]	153,4	145,8	156,5
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	4,7	4,8	3,4
	míra zmenšení [%]	2,2	2,0	1,5
	celková změna [%]	102,5	102,8	101,8

Porovnání ploch ZÚ určených 2D modelováním ukázalo zvětšení rozlivu povodně o cca 50% - třída přesnosti III-IV - u návrhového průtoku Q_5 (přičemž rozdíl mezi daty DMR 4G, 5G i FOT je poměrně malý) a zvětšení rozlivu o cca 2% - třída přesnosti I - u průtoku Q_{100} (minimální rozdíl mezi daty DMR 4G, 5G a FOT).

Lokalita Nežárka má v rámci sledovaných míst nejnižší hodnotu průměrné sklonitosti území. Rozdíly porovnání výsledků u nižšího návrhového průtoku jsou poměrně vysoké (třídy přesnosti III a IV). To potvrzuje domněnku, že rovinný terén je více citlivý na kvalitu výškopisných dat než terén s většími vertikálními nerovnostmi.

Rozdíly výsledků porovnání mezi původními daty GEO a FOT ukazují mírně ve prospěch dat GEO. ZÚ vymezené nad těmito daty se liší od nové vymezených méně než nad daty FOT. Bez ohledu na přesnější typ modelování (GEO = 1D, FOT = 2D).

4.1.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele. Vzhledem k tomu, že rozsahy modelu pro 1D a 2D se vzájemně překrývají, byly zvoleny parametry odpovídající plošně většímu modelu 2D.

Tabulka 12: Parametry hodnocení lokality Nežárka

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,1	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	2,7	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	1	-
4	Míra zalesnění	38	%
5	Míra zastavění	-	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	10	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	FOT, GEO	-

Nežárka patří ve skupině lokalit mezi toky se střední šířkou toku, stejně jako poměrem šířky a hloubky. Má jednu z nejnižších průměrných sklonitostí území i sklon podélného profilu. V inundaci se vyskytuje pouze několik ojedinělých budov (statků), které v hrubém měřítku databáze CORINE nejsou zahrnuty. Procento zalesnění je naopak jedno z nejvyšších.

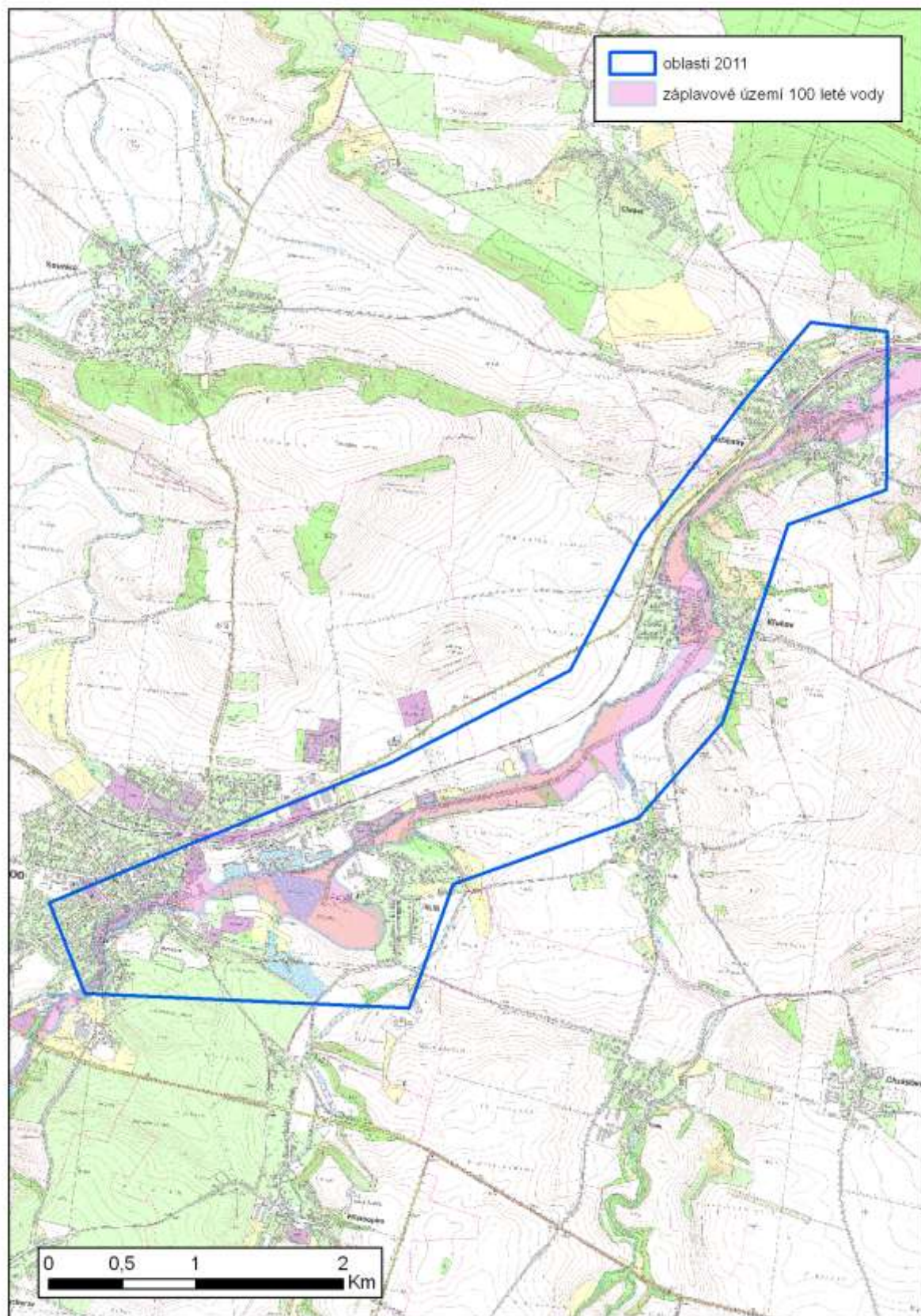
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 13).

Tabulka 13: Charakteristiky lokality Nežárka

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	848,46
Sklonitost	povodí celého toku	%	5,40
	úseku (podélný profil)	%	0,10
	území rozsahu modelu	%	2,70

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
	spádové oblasti	%	5,67
Délka toku	spádové oblasti	km	38,58
	úseku	m	9351
	celkem	km	56,04
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	422,48
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	417,20
		m n. m.	427,75
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	554,75
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	419,61
		m n. m.	836,40
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	541,30
rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	406,70	
	m n. m.	836,40	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	15-45; 30
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,7-4; 3
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	10
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(180-950) 573
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=56; 5=100; 10=124; 50=194; 100=230
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	500-550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: ruly, granit, jílovce až slepence. Pokryvné útvary: hlíny až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-2
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	přírodní, průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	38
	procento zastavění	%	-
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	FOT, GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G beta
	typ modelu	-	1D, 2D

4.2 ŠEMBERA



Obrázek 22: Lokalita Šembera

4.2.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.2.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Šembera leží východně od Prahy mezi Českým Brodem a Poříčany. Jde o 6,989 km prakticky v celé délce upraveného toku (ř. km 16,945 – 9,956). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 13-13-19, 13-13-20 a 13-13-24 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 13-13 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav. Správcem povodí je Povodí Labe, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okresech Kolín (obce Český Brod a Klučov u Českého Brodu) a Nymburk (obec Poříčany) Středočeského kraje. Katastrální území to jsou po toku Šembery: Český Brod, Liblice u Českého Brodu, Lstiboř, Klučov u Českého Brodu a Poříčany.

Nad levým břehem Šembery prochází hlavní železniční trať č. 010 Praha – Česká Třebová. Nad ní vede silnice II. třídy II/330 Český Brod – Činěves, na kterou navazuje poměrně hustá síť silnic III. třídy, místních komunikací, městských ulic a polních cest. Šemberu přetínají silniční mosty – pět v Českém Brodě (Obrázek 24), jeden v Klučově a dva v Poříčanech – a lávka pro pěši v Českém Brodě. Jde o bývalé stavidlo (Obrázek 26). U mostu do Liblic v Českém Brodě je nad Šemberou vedeno zavěšené potrubí produktovodu. Další silniční i železniční mosty a lávky vedou přes přítoky Šembery. Odtoku vody ze záplavového území brání místy až k vodě postavené stavby domů.

V blízkosti Šembery jsou v Českém Brodě a v Poříčanech fotbalová hřiště. V Českém Brodě je těsně nad sledovaným úsekem u říčky zrušené koupaliště se suchým bazénem. Pod Klučovem jsou v blízkosti toku Šembery hřbitov a v opuštěném stěnovém lomu pomník Rudé armádě. V Českém Brodě, Klučově (tyto dvě zatím nejsou na mapových podkladech) a Poříčanech jsou ČOV, v Liblicích i úprava vody, která má stanovené ochranné pásmo. V Liblicích a Poříčanech jsou čerpací stanice a je zde řada využívaných objektů podzemních vod. V Českém Brodě je v blízkosti Šembery několik průmyslových podniků (Obrázek 27), sklady, odkaliště, fotovoltaická elektrárna. Nad pravým břehem Šembery na jižním okraji Českého Brodu mezi Malechovem a Chodotínem je v údolní nivě skládka odpadů.

Identifikátor TOK_ID Šembery je 110250000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 10406038000000 (dolní část), 10406040000000 a 10406044000000 (horní část). Šembera má v tomto úseku několik přítoků. Zleva se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí. Zprava přitékají i toky s vlastním povodím: Jalový potok (TOK_ID 110300000100) a Bylanka (110320000100). Na počátku sledovaného úseku Šembery pod mostem v Sokolské ulici je limnigrafická stanice na ř. km 16,55. V prostoru Český Brod – Liblice je řada nádrží: Pivovarský rybník (Obrázek 28), šest Nouzovských rybníků, Chodotínský rybník (Obrázek 25), šest odkalovacích nádrží a usazovací nádrž v ČOV. V Klučově je malá nádrž na levostranném přítoku Šembery. U českobrodského pivovaru je na Šembeře staré nefunkční stavidlo, sloužící jako lávka (Obrázek 26). Nad pivovarem je 5 m široký a 0,7 m vysoký stupeň (Obrázek 29).

Vodácky je Šembera téměř celoročně sjízdná, obtížnost má ZW B (Kohoutek, 1978).

Ve studované oblasti není žádné chráněné území.

4.2.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Šembera pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 61 kategorie B – Český Brod, ř. km 16,55 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází na horním okraji řešeného území. Stanici spravuje Městský úřad Český Brod, příslušnou obcí s rozšířenou působností je rovněž Český Brod. Plocha povodí k profilu činí 50,58 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 0,170 m³/s.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 90 cm, 2. SPA pohotovost při stavu 120 cm a 3. SPA ohrožení při stavu 150 cm. V evidenčním listu nejsou uvedeny maximální dosažené stavy ani průtoky.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 14: N-leté průtoky Český Brod

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	4,20	9,70	12,6	20,7	24,8

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307025, aktualizace leden 2006)

Povrchová voda v povodí Šembery a tok Bylanka od počátku sledovaného území až pod Liblicí má pH 7,5 – 8,5. Šembera téměř na konec sledovaného území má pH 6,5 – 7,5, na dolním konci Poříčí opět 7,5 – 8,5. Pokud jde o obsah jednotlivých prvků, má Šembera na začátku sledovaného toku u mostu v Českém Brodě zvýšené obsahy Li > 25 ppb a Be > 0.25 ppb. Mezi Liblicí a Klučovem má zvýšené obsahy Li > 25 ppb, Pb > 2,0 ppb, Cu > 2,5 ppb a Cd > 0,3 ppb. Navíc je zde anomální obsah Be > 1,5 ppb. Fe má hodnotu nad 2,5 ppm, Mn nad 1 ppm. V Klučově má voda Šembery zvýšené obsahy Li > 25 ppb, Cu > 2,5 ppb a Cd > 0,3 ppb.

Řečištní sedimenty Šembery obsahují v Českém Brodě anomální obsahy Pb > 60 ppm, Zn > 150 ppm a Cu > 30 ppm. Níže po toku se tyto obsahy zmenšují a až v Poříčanech přesáhnou obsahy Zn 150 ppm a Cu 30ppm.(Skalický et al., 1988)

4.2.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) W2. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) leží zkoumané území na přechodu mezi oblastí A2 (teplou a suchou) přes A3 (teplá oblast mírně suchá) až do mírně teplé suché oblasti B1. Okrsek je tedy teplý až mírně teplý, suchý až mírně suchý, s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 8,5°C podle měření klimatické stanice Liblice (227 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 8 a 9°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 500 – 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Liblice (227 m n. m.) z časové řady let 1901 – 1950 je 547 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Poděbrady hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 15: Teplota (t) v povodí - Liblice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-1,4	-0,5	3,5	8,2	13,6	16,4	18,2	17,5	14,0	8,6	3,6	-0,0	8,5	14,6

Tabulka 16: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Liblice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	26	26	29	48	51	69	72	68	48	41	34	35	547

4.2.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí České tabule (VI). Z oblasti Středočeské tabule (VIB) zabírá většinu území podcelek Českobrodské tabule (VIB-3E) s nadmořskými výškami pod 300 m, patří k celku Středolabské tabule (VIB-3).

Studované území se nachází na jižním okraji české křídové tabule a severním konci příkopové propadliny blanické brázdy, vzniklé již v permokarbonu. Poté prošlo dlouhým morfologickým vývojem, včetně transgrese křídového moře a následné denudace jeho uloženin. Významně se projevily kvartérní doby ledové a meziledové vznikem údolí s říčními terasami v původní parovině a uložením sprašových závějí a vátých písků (tyto již mimo naše území).

Šembera zde teče v poměrně širokém údolí, jehož západní svah je pozvolnější a nadmořské výšky vrcholků mírných kopečků dosahují maximálně ke 230 m (Obrázek 30). Východní svah je strmější, místy až skalnatý (u Klučova) a kopce nad údolím dosahují u Klučova 250 m n. m. Šířka údolní nivy je na začátku sledovaného území jen do 85 m. K dolnímu okraji Českého Brodu se rozšiřuje až na 200 m. Pod ústím Bylanky u Klučova se opět zužuje na cca 100 m a naposledy se rozšíří v Poříčanech, aby dosáhla na jejich konci v místech, kde Šembera opouští sledované území přes 400 m.

Řeka teče značně obydlenou krajinou. Střídají se zde zastavěné plochy obcí se zahradami a parky s poli. Luk a lesíků je málo. V nevelké výšce nad západním okrajem údolní nivy vede železnice. Nadmořská výška lokality je 201,36 – 250 m n. m., při čemž Šembera teče z 217,61 m. n. m. v Českém Brodě po 200 m n. m. v Poříčanech. Celkový sklon toku je 0,23 %, je však nevyrovnaný: u Klučova dosahuje až 0,8 %. Místy řeka vytváří drobné peřeje. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 10 – 20 m, průměrně 15 m. Koryto je prakticky celé regulováno. Většinou jde o jeho zahloubení a zemní hráze (Obrázek 31), vzácněji – v obcích – jsou břehy zpevněny betonem nebo kamennými zdmi. V některých částech je koryto značně zarostlé (Obrázek 32). Neregulovaných nebo jen lehce upravených úseků toku se zde nachází jen několik, např. pod Klučovem. V těchto místech je šířka hladiny toku cca 3 m a výška břehů do 1 m nad průměrnou hladinou.

Pleistocenní říční terasy jsou ve zkoumaném území zastoupeny jen zbytky nejmladší z nich ve výšce 3 – 5 m nad hladinou Šembery mezi Českým Brodem a Lstiboří. Nejstarší, gůnzského stáří je zachována v nepatrném denudačním zbytku západně od Poříčan ve výšce 25 – 30 m nad její hladinou. Ostatní se nacházejí již mimo zkoumané území (Horný et al., 1963; Volšan et al., 1989c).

4.2.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Nejstarším geologickým útvarem je zde Blanická brázda – její severní část. Je příkopovou propadlinou, která vznikala již před sedimentací permokarbonu jako deprese, ve které plynule sedimentovaly uloženiny svrchního stefanu až spodního permu (autun). V našem území jsou zastoupeny černokosteleckým souvrstvím. Jde o slepence, pískovce, brekcie a jílovce. V hlubších partiích obsahuje toto souvrství i polohy vápenců, rohovců, pelokarbonátů a slabých slojek uhlí. Na okraji aluviální nivy pod Klučovem je stěna bývalého lomu 50 x 10 m. Zde byl těžen a je odkryt nejmladší člen tohoto souvrství - bulánecká brekcie, představující materiál suťových kuželů východního okraje propadliny; jde o její typovou lokalitu.

Celková mocnost permokarbonu zde dosahuje 700 m.

Základními tektonickými liniemi, omezujícími permokarbon jsou zde kouřimský zlom, zde SJ směru, omezující příkopovou propadlinu na východě a zlom kounického hřbetu VZ směru, omezující ji na severu. Kouřimský zlom je posunut na několika místech příčnými VZ poruchami. K pohybům podél těchto zlomů docházelo opakovaně až do terciéru. Generelní sklon sedimentů permokarbonu je 10 – 20° k SV až V.

Uloženiny české křídové pánve jsou zastoupeny ve zkoumaném území v nepatrné míře. Jde o slínovce a slíny jizerského souvrství (střední turon), které se nachází nad severním okrajem Poříčan v předpolí bývalé těžebny. Jde o okraj chráněného ložiskového území s plochou výhradního ložiska Poříčany – cihlářská surovina. Patří firmě TONDACH Česká republika s.r.o., Hranice.

Pleistocenní uloženiny říčních teras jsou zastoupeny jen v malé míře. Nejstarší, gůnzského stáří je zachována v nepatrném denudačním zbytku západně od Poříčan. Asi nejmladší z nich se nachází ve výšce 3 – 5 m nad hladinou Šembery mezi Českým Brodem a Lstiboří. Její stáří ale je ne zcela jisté. Mocnosti obou těchto teras nebyly ověřeny vrty. Předpokládaná je pouze několik málo m. Na severovýchodním okraji Klučova na okraji zkoumaného území se nachází ložisko nevyhrazeného nerostu Klučov u Českého Brodu – štěrkopísky. Dříve zde byly těženy pleistocenní fluviální písky a štěrkovité písky, dnes je opuštěno. Přesnější stáří této terasy nebylo stanoveno. Těžba písků a štěrkopísků střednopleistocenní terasy (mindel I.) ložiska nevyhrazených nerostů – štěrkopísek - Hořany u Poříčan probíhá těsně za hranicí zkoumaného území. Tato ložiska nerostných surovin jsou, jak je uvedeno níže, kryta zemědělskými půdami velmi vysokého až nejvyššího produkčního potenciálu.

Významnou horninou pleistocenního stáří jsou spraše a sprašové hlíny. Zaujímají rozsáhlé plochy na okolních plošinách ve střední a severní části zkoumaného území a místy (mezi Českým Brodem a Klučovem) přímo sousedí s aluviálními uloženinami Šembery. Běžně dosahují mocnosti i přes 10 m.

Na svazích údolí se v menší míře vyskytují deluviální hlinitopísčité až písčitohlinité sedimenty stáří pleistocén až holocén. Jejich mocnost je do několika m. U ústí některých bočních údolíček vytváří dejekční kužely mocnosti do 10 m.

Fluviální písčité a hlinitopísčité holocenní sedimenty aluvia Šembery mají velmi proměnlivou mocnost. Běžně je několik málo metrů, ale místy dosahují mocnosti i přes 10 m.

Antropogenní uloženiny představují především navážky a násypy silnic a železnice.

Z půdních druhů jsou v údolní nivě Šembery a jejich větších přítoků polygenetické hlíny karbonátové. U Liblice se nacházejí na deluviofluviálních uloženinách glejové hlíny. Na stráních jsou většinou černozemě, obvykle degradované, nebo hnědozemě (na spraších). Hnědé půdy jsou na křídových horninách a terasových uloženinách na západním svahu údolí Šembery mezi Klučovem a Poříčany. Kromě zastavěných území to jsou zemědělské půdy velmi vysokého až nejvyššího produkčního potenciálu. Svahové nestability a poddolovaná území zde nejsou (Horný et al., 1963; Volšan et al., 1989a; Volšan et al., 1989b; Holásek et al., 1987; Tomášek et al., 1990).

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.2.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 4350 – Velimská křída, nejsevernější část zájmové oblasti patří do rajónu základní vrstvy 4360 – Labská křída (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Hrkal (1987). Podloží většiny zájmového území je tvořena permokarbonskými sedimenty, kde existuje nepravidelné střídání izolátorů a kolektorů s průlinovo-puklinovou propustností, koeficient transmisivity T se pohybuje řádově od 10^{-5} do $10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, oblast je vhodná i pro větší odběry pro místní zásobování. Sever zájmového území (v blízkosti Poříčan) je tvořen sedimenty svrchní křídý, zde jsou nejdůležitějším kolektorem písčité sedimenty cenomanu. Ty vytvářejí bazální křídovou zvodeň, koeficient transmisivity T se pohybuje mezi od 10^{-5} do $10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Hrkal, 1987).

Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody zejména III. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku (Hrkal, 1987).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký (mezi 1 až $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Šembery drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Šembery a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy je ještě významný prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních zejména v rámci písčitéjších hornin permokarbonu a kolektoru bazální křídové zvodně.

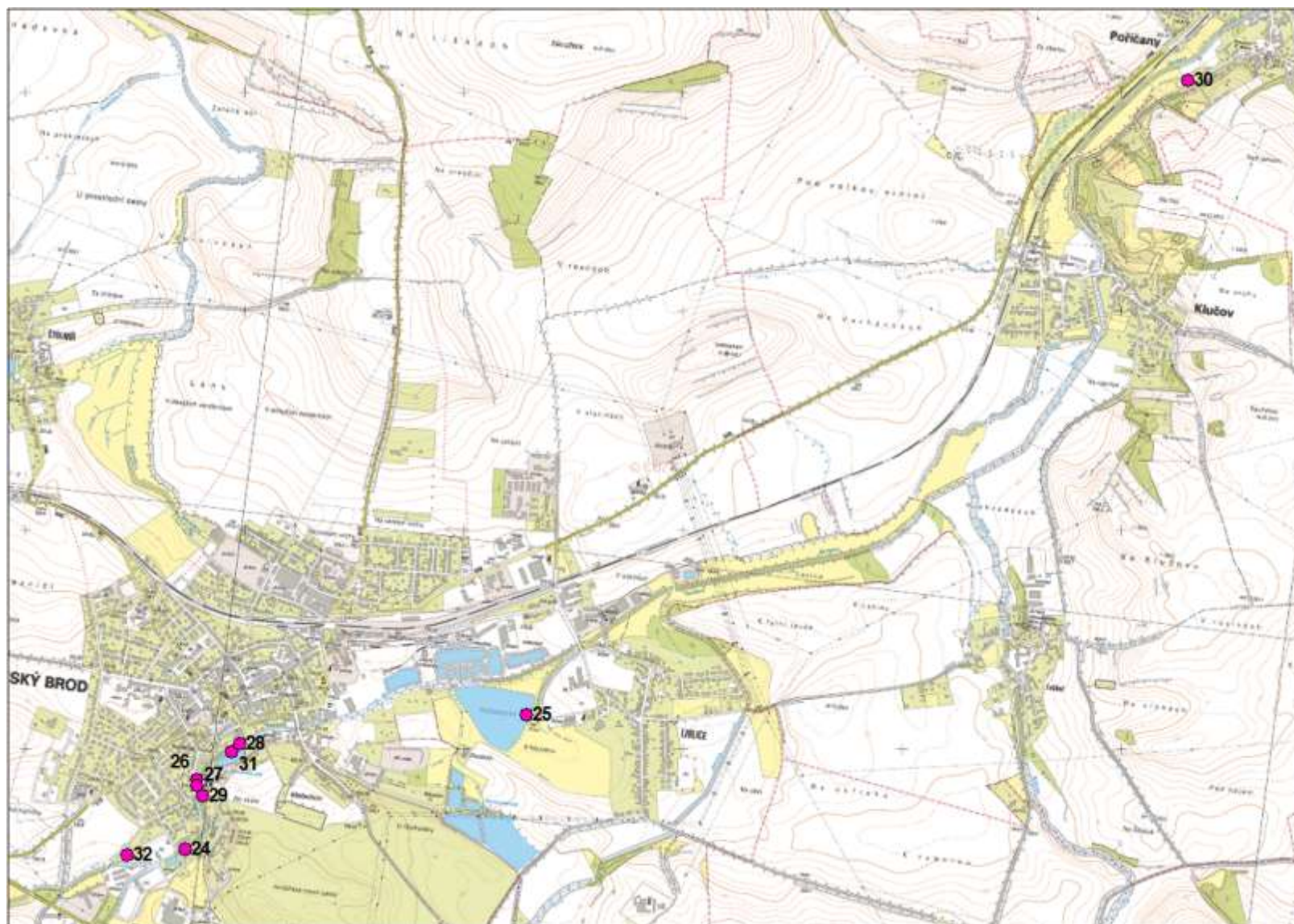
Na soutoku potoka pod Liblicí byl v podzemní vodě zjištěn zvýšený obsah SO_4 – nad 250 mg/l . Tato koncentrace má vliv na agresivitu podzemní vody na beton (Zeman et al., 1989).

4.2.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Šembery mají z hlediska vegetace poměrně jednoduchý charakter: jsou pokryty lužní vegetací (olše, osiky, topoly, vrby, javory, jasany, černý bez, břízy a mnohdy i vysoký bylinný porost – zejména kopřivy). Mezi Klučovem a Poříčany jsou v údolní nivě plošně vysazeny mladé borovice. V Českém Brodě jsou u říčky časté parkové úpravy. Za lužní vegetací jsou mimo zastavěná území většinou pole, méně louky. V obcích přiléhají k řece zahrady.

4.2.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl odpoledne dne 18. 10. 2011 za slunečného, místy polojasného, počasí, při teplotě přibližně 20°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 23).



Obrázek 23: Lokalizace fotografií



Obrázek 24: Silniční most v Českém Brodě



Obrázek 25: Chodotínský rybník



Obrázek 26: Stavidlo v Českém Brodě



Obrázek 27: Pivovar nedaleko toku Šembery



Obrázek 28: Pivovarský rybník



Obrázek 29: Stupeň ve dně nad pivovarem



Obrázek 30: Údolní niva Šembery



Obrázek 31: Zahloubené koryto Šembery



Obrázek 32: Zarostlé koryto v Českém Brodě

4.2.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.2.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 17: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodeticky zaměřené profily
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G beta
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	43

4.2.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 9,956 až 16,945 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 33 kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} a Q_5 pro Šemberu v Českém Brodě.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Šembery, na kterém se nachází 44 zaměřených

příčných údolních profilů. Některé z nich popisují objekty. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 200 m. V řešeném úseku se nachází osm objektů – sedm silničních mostů a jez v Českém Brodě.

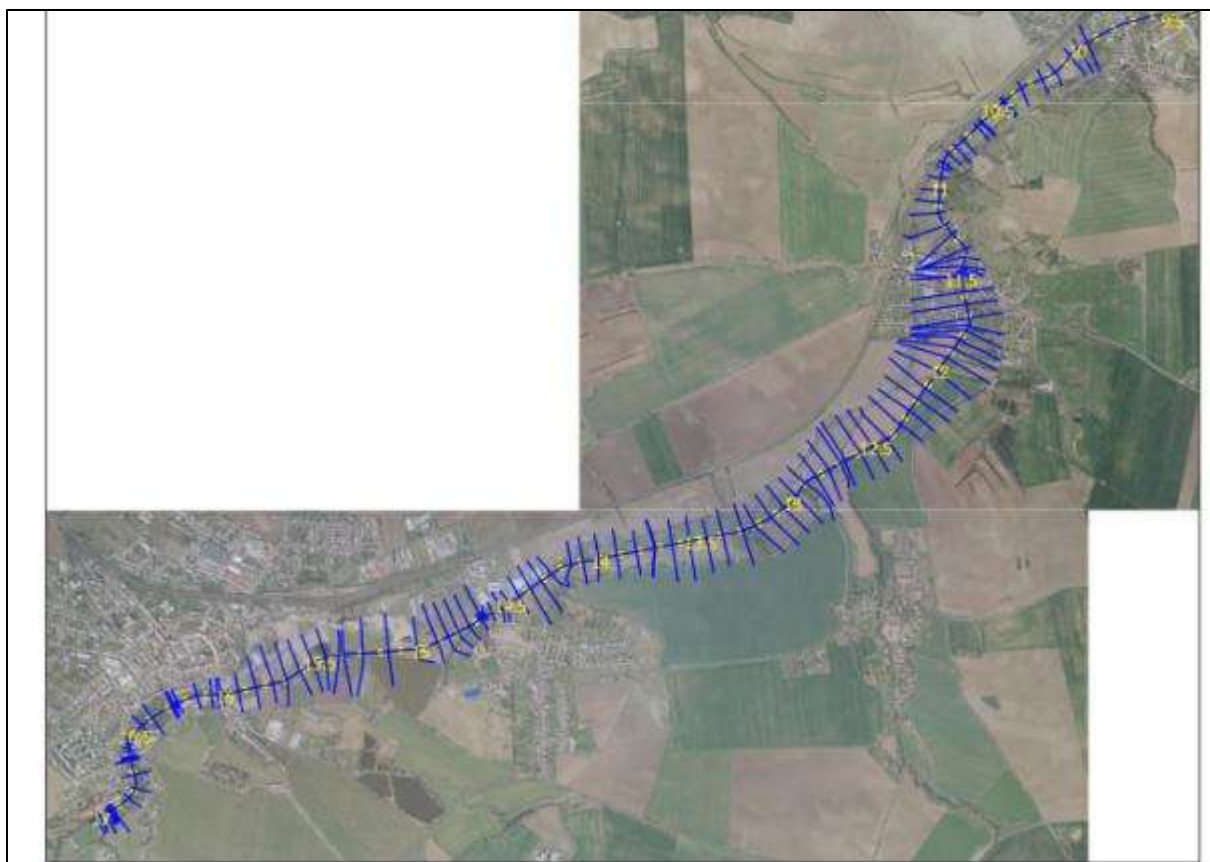
Pro výpočet proudění vody bylo zapotřebí zahustit zaměřené interpolovanými profily (celkový počet výpočetních profilů v modelu je 122). Pro účely stanovení ZÚ byly doplňované výpočetní profily interpolovány z profilů zaměřených, protože nebyla k dispozici žádná jiná informace o tvaru terénu v inundaci mezi zaměřenými profily. Pro účely porovnávací studie byl v doplňovaných profilech tvar inundačního území vytvořen z dostupného modelu terénu a to ve dvou variantách – DMR 4G a DMR 5G beta. Jednorozměrný model byl tedy k dispozici ve třech variantách, které se lišily tvarem doplňovaných výpočetních profilů v inundaci.

Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly ve všech variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10 000, v dalších dvou variantách model terénu DMR 5G beta.

4.2.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Šembera byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací. Z dat LLS byly dostupné produkty DMR 4G a DMR 5Gv beta verzi (před závěrečnou manuální kontrolou). Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 18.



Obrázek 33: Jednorozměrný model v lokalitě Šembera

Tabulka 18: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G-GEO	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet bodů	548	548	548
average	-0,018	-0,137	0,324
sm. Odch	0,251	0,390	1,138
MIN	-2,016	-2,169	-2,220
MAX	0,960	0,822	5,034
RMSE	0,252	0,413	1,183
suma	-17,448	-130,724	309,270
systematická chyba	-0,032	-0,239	0,564
suma čtverců	35,076	114,387	884,335
úplná střední chyba	0,253	0,457	1,270
percentil 0.3	-1,852	-2,004	-2,201
percentil 5	-0,378	-0,965	-1,098
percentil 95	0,221	0,261	2,671
percentil 99,7	0,939	0,796	4,771
1. kvartil	-0,088	-0,360	-0,160
2. kvartil	-0,018	-0,155	0,362
3. kvartil	0,052	-0,037	1,273

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 5G je tento rozdíl pouze 3 cm a u dat DMR 4G cca 24 cm. Data ZAB jsou naopak výškově nadhodnocena, rozdíl činí cca 56 cm.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 25 cm u dat DMR 5G, resp. 46 cm u DMR 4G je zřetelně menší než chyba u dat ZAB (127 cm). Protože data LLS byla pořizována mimo vegetační období, blíží se vypočtené hodnoty chyb hodnotám udávané přesnosti dat LLS. Velké rozdíly mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou nepřesnost tradičního výškopisného podkladu ZABAGED[®] pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.2.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 19: Porovnání ploch ZÚ (Šembera 1D)

Šembera 1D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	172,1	152,4
	míra zmenšení [%]	4,4	7,7
	celková změna [%]	267,7	244,7
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	9,4	7,8
	míra zmenšení [%]	11,6	11,4
	celková změna [%]	97,8	96,5

Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo zvětšení rozlivu povodně o cca 170% u dat DMR 4G a 145% u dat DMR 5G - třída přesnosti IV - u návrhového průtoku Q₅ a zmenšení rozlivu o cca 3% - třída přesnosti I - u průtoku Q₁₀₀ (s minimálním rozdílem mezi daty DMR 4G a 5G).

4.2.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 20: Parametry hodnocení lokality Šembera

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,23	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	5,1	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	-	%
5	Míra zastavění	36	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	7,5	-
9	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Šembera patří do skupiny menších řek tekoucích středně sklonitým terénem. Krajina v inundaci je z větší části hospodářská či urbanizovaná s vysokým procentem zastavění. Lesy se ve zvoleném území nevyskytují.

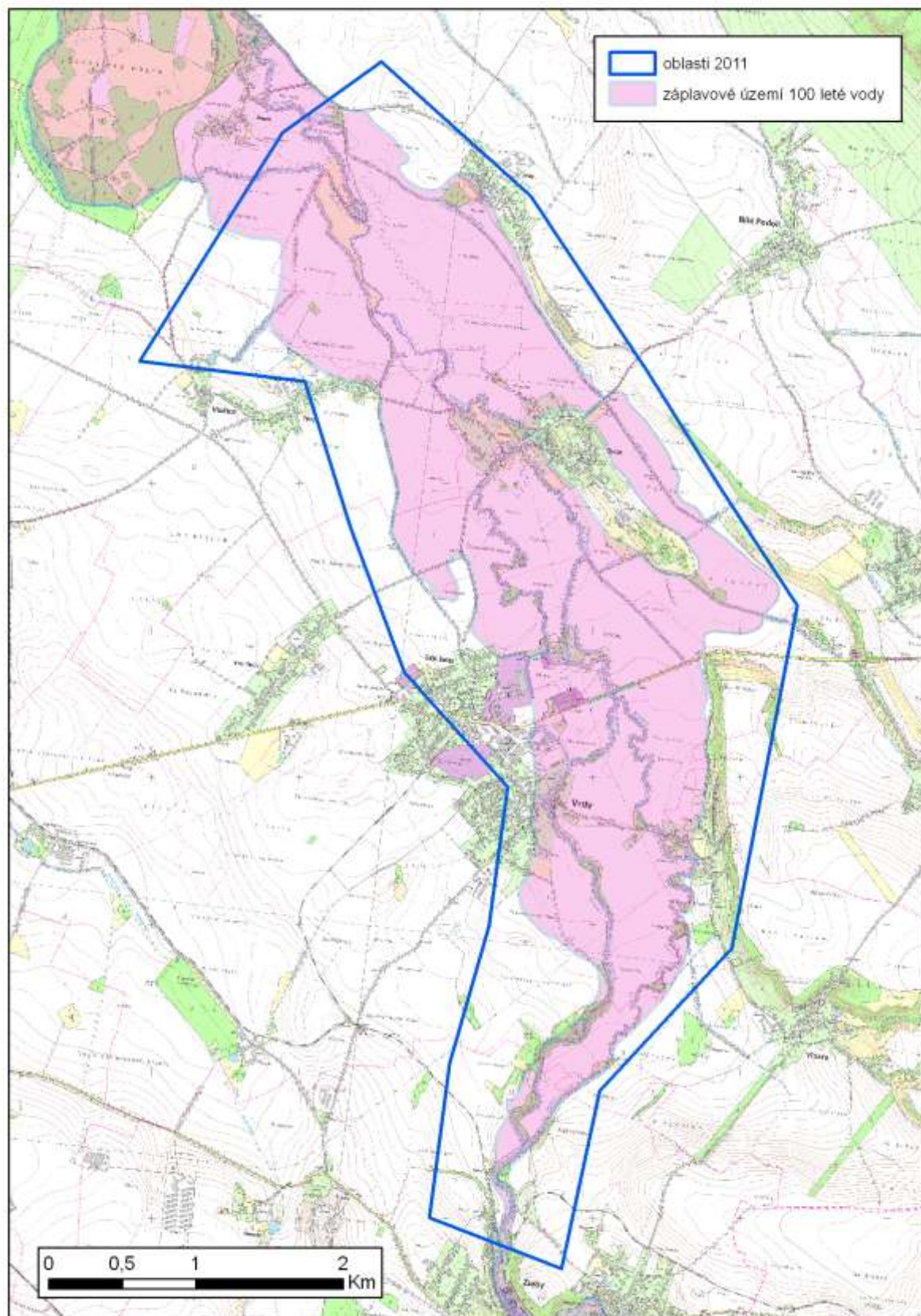
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 21).

Tabulka 21: Charakteristiky lokality Šembera

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	92,01
Sklonitost	povodí celého toku	%	5,7
	úseku (podélný profil)	%	0,23
	území rozsahu modelu	%	5,1
	spádové oblasti	%	7,39
Délka toku	spádové oblasti	km	18,4

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
	úseku	m	6989
	celkem	km	28,2
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	209,49
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	201,36
		m n. m.	217,61
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	309,30
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	201,11
		m n. m.	451,30
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	278,20
	Rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	182,60
m n. m.		451,30	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	10-20; 15
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,2-3; 2
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	7,5
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(85-420) 187
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=4,20; 5=9,70; 10=12,6; 50=20,7; 100=24,8
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	500-550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: jílovce až slepence Pokryvné útvary: spraše, hlíny až štěrky
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-2
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	upravené, většinou průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	-
	procento zastavění	%	36
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G beta
	typ modelu	-	1D

4.3 DOUBRAVA



Obrázek 34: Lokalita Doubrava

4.3.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.3.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Doubravy leží východně od Čáslavi. Začíná u obce Žleby a končí nad obcí Bojmany na soutoku Doubravy se Starkočským potokem. Jde o 7,278 km převážně neupraveného toku mezi ř. km 22,273 a 14,995. Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 13-41-12, 13-41-13, 13-41-17, 13-41-18 a 13-41-23 a na Základní vodohospodářské mapě ČR listy 13-41 Čáslav. Správcem povodí je Povodí Labe, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Kutná Hora Středočeského kraje. Po toku Doubravy se rozkládá v katastrálních územích Žleby, Vinaře, Bílé Podolí, Starkoč u Bílého Podolí, Vrdy, Horní a Dolní Bučice (obec Vrdy), Lovčice (obec Bílé Podolí), Zbyslav (obec Bílé Podolí), Zaříčany (obec Bílé Podolí), Vlačice, Bojmany (obec Žehušice). Obcí Žleby prochází jednokolejná železniční trať č. 236 Čáslav – Třemošnice. Středem území ze západu na východ vede silnice I. tř. č. 17 z Čáslavi do Vysokého Mýta. Na tuto hlavní cestu navazuje řada silnic III. třídy a místních komunikací včetně ulic, polních a lesních cest. Přes Doubravu vedou 3 silniční mosty a 2 menší na místních komunikacích (polní cesty). Řada mostů a lávek vede přes náhony a přítoky Doubravy. Pod Zbyslaví je tok přemostěn potrubím produktovodu (Obrázek 36).

V blízkosti řeky je nad Bojmany vodní elektrárna (Obrázek 37), ve Vrdech bývalý cukrovar, fotbalové hřiště a koupaliště. Na Mlýnském potoce (náhon z Doubravy) jsou bývalé mlýny.

Identifikátor TOK_ID Doubravy je 107420000100, podle Gravelia jde o tok II. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku Doubravy jsou 10305045000090, 10305047100000, 10305047200000 a 10305047400000. Doubrava přibírá zleva bezejmenný přítok – v dolním toku jako podzemní tok - s TOK_ID 107880200100 a s CHP 14 10305047301000 a 10305047302000. Toto povodí je rozděleno mimoúrovňovým křížením s Mlýnským potokem (TOK_ID 107860001200; CHP_14 10305049201000 a 10305049202000), odbočujícím z Doubravy u jezu nad Bojmany (Obrázek 37). Z pravé strany přibírá Doubrava Lovčický potok (TOK_ID 107870000100; CHP_14 10305046000000) a Starkočský potok (TOK_ID 107890000100; CHP_14 10305048000000). Povodí Čertovky (TOK_ID 108010000100; CHP_14 10305060000000) zasahuje do sledovaného území pouze v nepatrných částech a pro studium této části Doubravy nemá význam. Kromě toků, které mají samostatná povodí, přijímá Doubrava řadu drobných toků a je na ní několik náhonů. Je třeba dát pozor na zaměnitelnost dvou náhonů s názvem Mlýnský potok: první s TOK_ID 107860001200 se nachází v horní části sledovaného území a teče od Korčického splavu (pod osadou Ksiny), druhý s TOK_ID 107900100100 v části dolní – teče od jezu nad Bojmany. Posledně jmenovaný se mimoúrovňově kříží s odvodňovací strouhou v hlubším zářezu (TOK_ID 107880200900), tekoucí od Vlačic.

Ve Vrdech jsou dvě čistírny odpadních vod (Obrázek 38). Ve Zbyslaví jsou v blízkosti vodních toků dva zdroje podzemních vod (z toho jeden přímo u Doubravy) vybavené čerpacími stanicemi. Pod Zbyslaví bylo koryto toku Doubravy rozsáhle upraveno a regulováno (Obrázek 39). Ve Žlebech jsou vybudovány protipovodňové hráze a zdi a tok je zde rovněž regulován (Obrázek 40).

Ve stráni za posledními domky ve Zbyslaví, již mimo zátopové území, se nachází jedno z nejmenších českých chráněných území – přírodní památka Zbyslavská mozaika. Zde jsou chráněny zkameněliny mořských živočichů, odkryté na rulové ploše útesu křídového moře

Vodácky je řeka sjízdná, má hodnotu obtížnosti ZW B (Kohoutek, 1978).

4.3.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Doubrava pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 46 kategorie A - Žleby, ř. km 23,80 (kilometrůž ČHMÚ), který se nachází cca 1,5 km nad horním okrajem řešeného území. Stanici spravuje ČHMÚ Hradec Králové, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Čáslav. Plocha povodí k profilu činí 381,73 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 2,87 m³/s a průměrný roční stav 51 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 100 cm a průtoku 15,4 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 200 cm a průtoku 62,2 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 240 cm a průtoku 85,4 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 400 cm, byl na profilu zaznamenán 23. 5. 1908, druhý nejvyšší, 304 cm, 14. 8. 2002.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 22: N-leté průtoky Žleby

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	23,4	68,0	95,7	182	229

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307014, aktualizace srpen 2009)

4.3.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti W2 podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007). Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) prochází středem území hranice mezi mírně teplou oblastí mírně suchou (B2) a mírně vlhkou (B3). Okrsek je tedy mírně teplý, mírně suchý až mírně vlhký, s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu podle měření klimatické stanice Žehušice (216 m n. m.) z časové řady let 1901 – 1950 je 8,4°C. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 8 a 9°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) je okolo 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Čáslav (249 m n. m.) je za období 1901 – 1950 590 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje v této stanici hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 23: Teplota (t) v povodí - Žehušice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-1,5	0,6	3,4	8,3	13,8	16,4	18,1	17,2	13,6	8,4	3,5	0,1	8,4	14,6

Tabulka 24: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Čáslav

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	32	28	32	43	63	69	80	73	49	45	35	36	590

4.3.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí České tabule (VI). Patří do oblasti Středočeské tabule (VIB), celku Středolabské tabule (VIB-3), podcelku Čáslavské kotliny (VIB-3B). Jeho horní část až pod odbočení Mlýnského potoka nad samotou Šmolcov přináležejí do okrsku Ronovské kotliny (VIB-3B-b), dolní část do okrsku Žehušické kotliny (VIB-3B-a).

Tyto kotliny jsou výsledkem zdvihu Železných hor podle mladotřetihorního zlomu směru SZ-JV. Jsou zde patrné značné nerovnosti předkřídového povrchu – suky (kamýky) tvrdších hornin. Je to např. Zbyslav a okolí s mozaikou schránek měkkýšů. Tyto kamýky odolaly prvnímu náporu abraze křídového moře, ale druhá fáze je již zakryla.

Nad naším územím mezi Ronovem a Žleby je pěkný příklad epigeneze zahloubených meandrů Doubravy. Celý námi sledovaný úsek Doubravy a její další pokračování byl v terciéru dolním tokem dnešní Chrudimky.

Pod Žleby, kde Doubrava teče několik set metrů v úzkém údolí se strmými svahy (Obrázek 41), se její údolí do široka otevírá a tok řeky volně meandruje v poněkud zahloubeném korytu. Svahy zpočátku ještě místy strmější se pod samotou Šmolcov zcela zmírňují a rovinaté dno údolí dosahuje šířky přes 1,5 km (Obrázek 42). Z řeky jsou odváděny četné náhony, které sloužily původně k pohonu mlýnů, později elektráren nebo napájení nádrží. Jezů, stavidel a stupňů je zde několik: první stupeň pod dolním koncem Žlebů o šířce 17,3 m a výšce 1,2 m. Dále po toku Doubravy je Korčický jez pod osadou Ksiny – široký je 38,6 m a vysoký 1,8 m. Stavidlo v horní části Vrd má šířku 19,8 m a výšku 1,0 m, stavidlo u ČOV ve Vrdech 19,2 m a 1,5 m. Stupeň pod soutokem Doubravy a Lovčického potoka má šířku 24,0 m a výšku 0,2 m. Poslední jez na sledovaném úseku je nad Bojmany. Má délku 15,6 m a výšku 3,6 m (Obrázek 37).

Šířka hladiny při korytovém průtoku se pohybuje většinou kolem 25 m, minimální šířka je 15 m, maximální výjimečně 40 m, výška břehů je okolo 2 m.

Řeka teče zemědělsky obdělávanou krajinou, kde se střídají pole, louky a zastavěné plochy obcí. Zalesněných ploch je málo, jde spíš jen o drobné lesíky. Nadmořská výška lokality je cca 215 – 260 m n. m., při čemž Doubrava sama teče z 219,12 m n. m. pod Žleby po 215,07 m n. m. na soutoku se Starkočským potokem. Generelní sklon toku je 1,1 ‰, pod Žleby dosahuje v krátkém úseku až 2,4 ‰. Koryto je regulováno v poměrně krátkých úsecích, např. u jezů, mostů a v obcích. Ve Vrdech a okolí byly při regulaci postaveny protipovodňové hráze (Obrázek 43). Kromě protipovodňových hrází a regulace brání rozlivu vody při povodních i souvislá řada domků ve Vrdech a některé liniové stavby, jako násep železnice pod Žleby, násep silnice Čáslav – Chrudim ve Vrdech nebo násep silnice ve Zbyslavi. Ty mají nejen mosty, ale i řadu propustků.

Z geomorfologických fenoménů je vhodné připomenout Čertův důl, což je téměř 400 m dlouhá úzká erozní rýha v mírně k severu skloněné plošině, tvořené bělohorskými slínovci. Nachází se na východním okraji sledovaného území jižně od silnice Čáslav – Chrudim.

Říční terasy jsou morfologicky nevýrazné. Zbytek starší terasy (günz) nad Vinicemi je cca 50 m nad řekou. Povrch risské terasy u Vlačic leží cca 12 m nad řekou, její báze asi 3 m (Beneš et al., 1963).

4.3.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová oblast leží v prostoru severovýchodního okraje kutnohorského krystalinika, z větší části krytého křídovými sedimenty Dlouhé meze nedaleko hlavního zlomu, který omezuje Železné hory. Na nich pak leží pleistocenní až holocenní pokryvné útvary a antropogenní uložení.

Svrchnoproterozoické kutnohorské krystalinikum tvoří podklad celého území. V prostoru Žlebů jsou to muskovit-biotitické svory, místy s granátem, staurolitem a kyanitem a drobnozrnné biotitické pararuly jeho svorové zóny. Malínská skupina tohoto krystalinika, tvořená drobnozrnnými biotitickými pararulami s granátem a kyanitem vystupuje na povrch v ostrůvku nad holocenními fluvialními uloženinami ve Zbyslavi.

Tento krystalinický podklad je překryt uloženinami svrchní křídly (cenoman a spodní až svrchní turon – jizerské a bělohorské souvrství) mocnosti i přes 100 m. Jde o slínovce, místy spongilitické a vápnité prachovce. Ve Zbyslavi se na bázi těchto sedimentů přímo na rulovém podkladu nachází zbytky příbojové facie vápnitých slepenců, místy s hojnou faunou. Ve stráni za posledními domky ve Zbyslavi se nachází chráněné území – Zbyslavská mozaika s chráněnými zkamenělinami mořských živočichů, odkryté na rulové ploše útesu křídového moře.

Pleistocén je zastoupen fluvialními štěrkovitými písky říčních teras – starší gůnzské jsou jen nepatrné zbytky, terasa risského stáří je poněkud rozsáhlejší v dolní části zkoumaného území. Její mocnost je až 10 m. Würmu přísluší spraše a sprašové hlíny u Vrd (u Horních Bučic byla zjištěna jejich mocnost kolem 10 m) a naváté písky u Zaříčan, nicméně jen na okraji našeho území, již v povodí Čertovky.

Pleistocenního až holocenního stáří jsou deluviálně soliflukční a deluviální sedimenty na úpatí svahů. Jejich mocnost je běžně kolem 2 m, na úpatí strmého svahu u Vinice ale dosahuje až 12 m.

Holocenního stáří jsou deluviofluvialní písčité hlíny a hlinité písky bočních údolí, mocné okolo 2 m, někdy končící dejekčním kuzelem, ale především široce rozšířené fluvialní uloženiny aluvia Doubravy. Jde o hlíny, písčité hlíny a jíly, hlinité a jílovité písky a štěrkové písky. Vrty byly zastíženy v mocnostech od 3 do 10 m. Antropomorfní uloženiny představují především násypy dopravních staveb.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se v zájmovém území nevyskytují. Nicméně pod obcí Vinice je u Vrského mlýna malé území poddolované těžbou radioaktivních surovin po roce 1945.

(Holásek et al., 1998; <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>)

4.3.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je většina území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 4340 – Čáslavská křída, pouze drobná oblast na jihu zájmového území je tvořena rajónem 6531 – Kutnohorské krystalinikum. Území je rovněž součástí rajónu svrchní vrstvy 1151 – Kvartér Labe po Kolín (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Kadlecová (1998). V zájmovém území se z hydrogeologického hlediska vyskytují tři významnější zvodně. Nejbliže povrchu se nalézá mělká zvodně v kvartérních sedimentech a pásmu připovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Významná je také bazální křídová zvodeň v sedimentech cenomanu (perucko-korycanské souvrství, kolektor A) s puklinovo-průlinovou propustností, koeficient transmisivity T tu činí od $8,1 \cdot 10^{-5}$ do $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kadlecová, 1998).

Puklinový kolektor B se nachází v sedimentech bělohorských vrstev, stáří spodního turonu, a je od bazální zvodně oddělen mezilehlým izolátorem A/B.

Nejvýraznější kolektory průlinového typu jsou vyvinuty ve fluviálních písčitých štěrcích kvartérního stáří podél Doubravy. Sedimenty údolní nivy Doubravy mají koeficient transmisivity T od $7 \cdot 10^{-4}$ do $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Holocénní fluviální štěrky a písky Doubravy v okolí obce Vrды dosahují koeficientu transmisivity T odborným odhadem od $1 \cdot 10^{-4}$ do $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kadlecová, 1998).

Mělká zvodeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. V zájmovém území je zhoršená kvalita podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku, železa a manganu, nevyhovující je často též oxidovatelnost a mineralizace podzemní vody (Kadlecová, 1998).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký (mezi 1 až $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

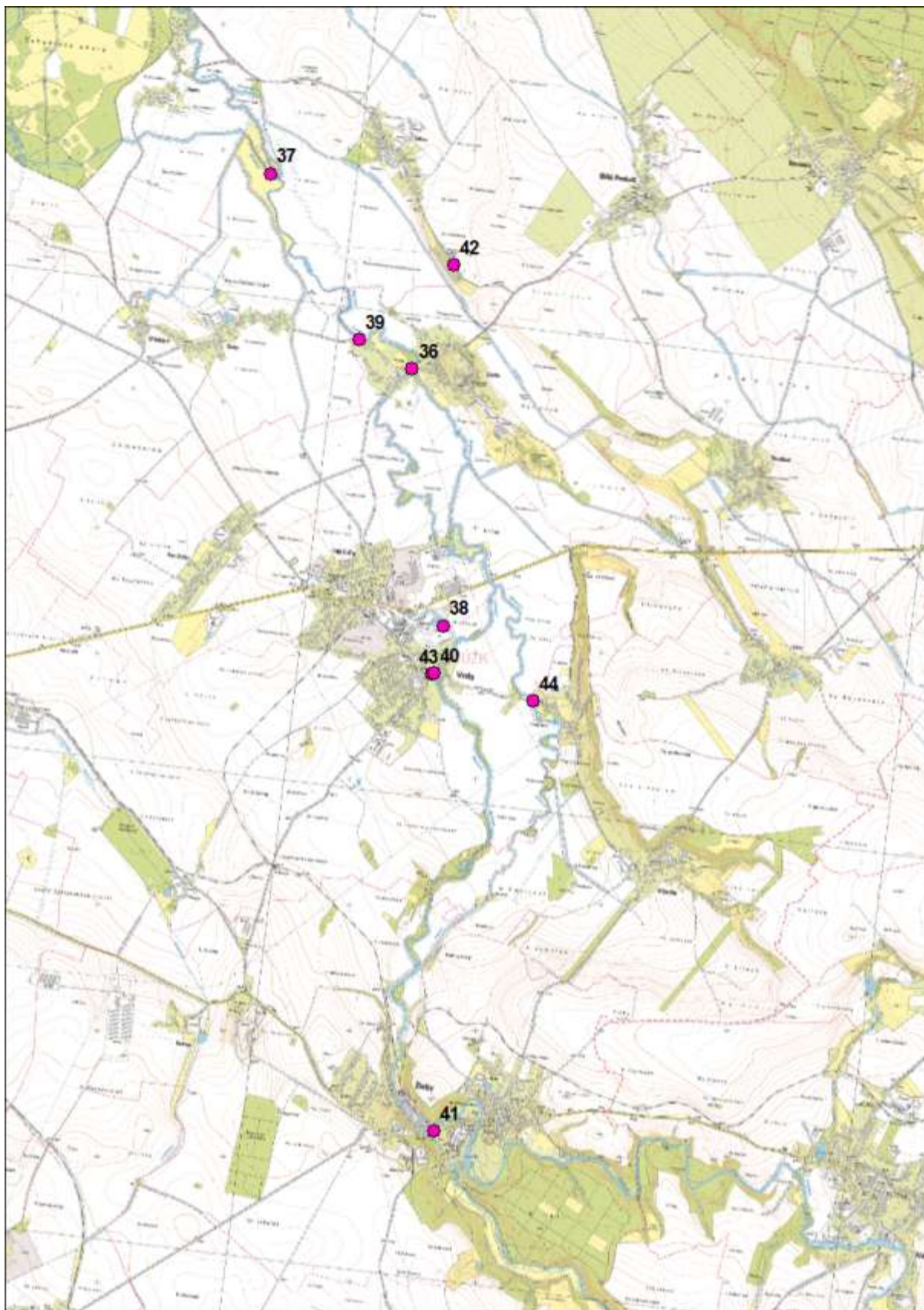
Při normálních a nižších průtocích má tok Doubravy drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Doubravy a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy je v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních zejména do propustnějších poloh sedimentů křídly, významná by mohla být zejména infiltrační čela cenomanských pískovců a celá oblast stoku kolektoru A.

4.3.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Doubravy mají z hlediska vegetace charakter poměrně monotónní. Ve většině toku jsou lemovány porostem olší, osik, topolů, vrb a vysokým bylinným porostem. Za lužní vegetací přiléhají k řece pole, vzácně i louky. Obdobné je to i u náhonů (Obrázek 44). Pod Žleby je u řeky několik drobných lesíků a křovinných porostů. V obcích jsou u ní zahrady a ve Vrdech i komunikace kolem domů bez vegetace.

4.3.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl odpoledne dne 18. 10. 2011 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 23°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 35).



Obrázek 35: Lokalizace fotografií



Obrázek 36: Vedení produktovodu nad Doubravou



Obrázek 37: Vodní elektrárna nad Bojmany



Obrázek 38: ČOV ve Vrdech



Obrázek 39: Úprava toku Doubrava



Obrázek 40: Protipovodňové zdi na Doubravě



Obrázek 41: Strmé svahy koryta Doubravy



Obrázek 42: Údolní niva Doubravy



Obrázek 43: Protipovodňová ochrana ve Vrdech



Obrázek 44: Vegetační kryt břehů

4.3.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.3.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 25: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodeticky zaměřené profily
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G beta
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	29

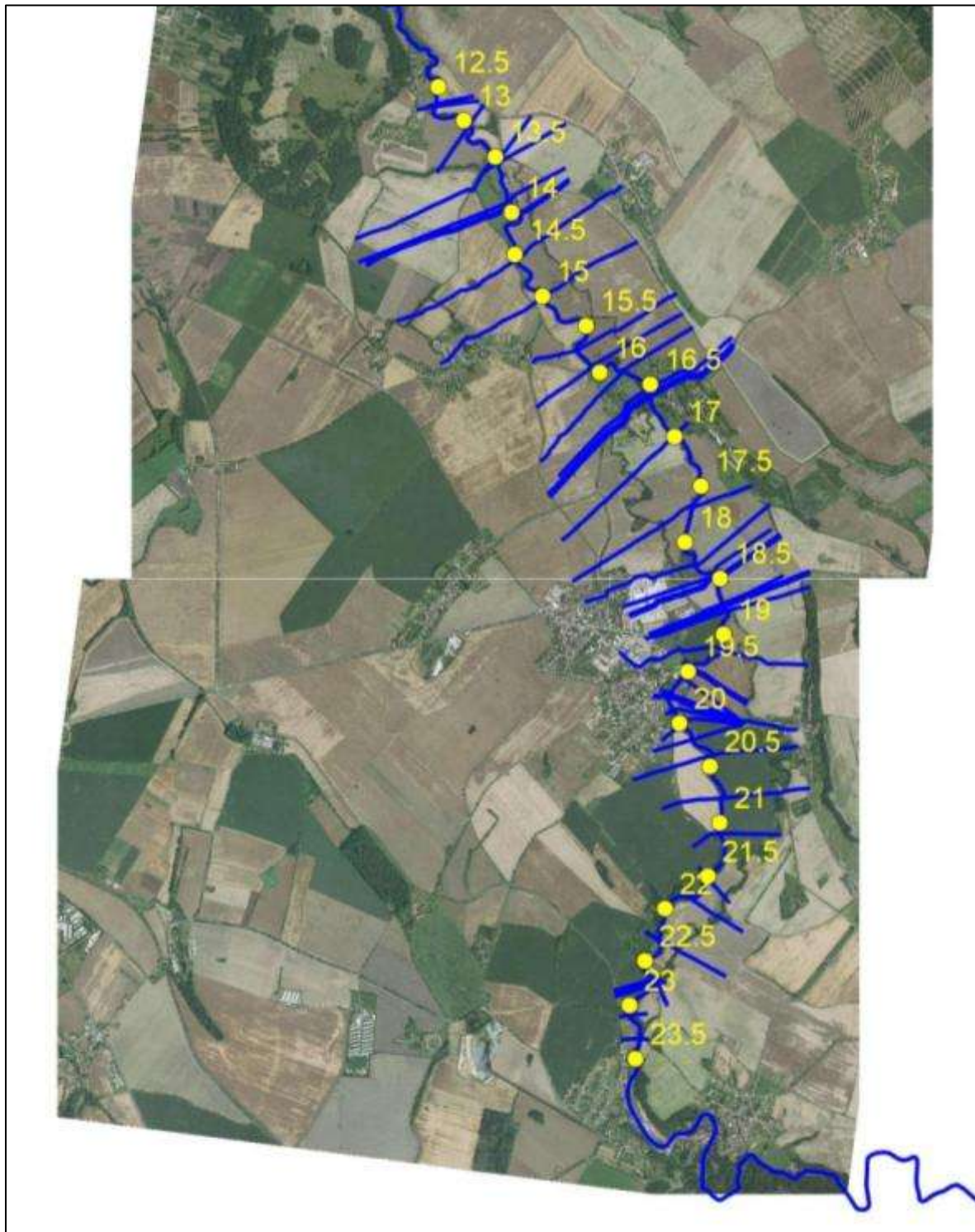
4.3.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 14,995 až 22,273 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 45, kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} a Q_5 pro Doubravu v řešeném území.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Doubravy, na kterém se nachází 28 zaměřených

příčných údolních profilů. Některé z nich popisují objekty. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 400 m. Zaměřené profily byly ve výpočetním modelu doplněny dalšími interpolovanými profily, celkový počet profilů v modelu je 38. V řešeném úseku se nachází 5 objektů – 3 silniční mosty a dva pevné jezy.



Obrázek 45: Jednorozměrný model v lokalitě Doubrava

Výpočetní model byl pro účely porovnávací studie k dispozici ve třech variantách. První varianta – použitá pro stanovení ZÚ vychází ze zaměřených profilů, ve druhé variantě byl tvar inundačního

území odvozen z modelu terénu DMR 4G, ve třetí variantě z modelu terénu DMR 5G beta. Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly ve všech variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10000, ve druhé variantě byl pro konstrukci záplavových čar použit model terénu DMR 4G a ve třetí variantě model terénu DMR 5G beta.

Pro výše uvedené tři varianty modelu bylo provedeno porovnání záplavových čar

4.3.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Doubrava byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací. Z dat LLS byly dostupné oba produkty DMR 4G a DMR 5G v beta verzi (před závěrečnou manuální kontrolou). Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 26.

Tabulka 26: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G-GEO	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet	628	628	628
average	-0,037	-0,194	0,133
sm. Odch	0,146	0,259	0,744
MIN	-0,996	-1,950	-3,568
MAX	0,944	0,983	3,654
RMSE	0,151	0,324	0,756
suma	-23,491	-121,685	83,279
systematická chyba	-0,037	-0,194	0,133
suma čtverců	14,224	65,846	358,621
úplná střední chyba	0,151	0,324	0,756
percentil 0.3	-0,974	-1,487	-3,190
percentil 5	-0,202	-0,704	-1,184
percentil 95	0,163	0,065	1,255
percentil 99,7	0,880	0,940	2,971
1. kvartil	-0,104	-0,250	-0,202
2. kvartil	-0,046	-0,146	0,130
3. kvartil	0,025	-0,074	0,530

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 5G je tento rozdíl pouze necelé 4 cm a u dat DMR 4G cca 19 cm. Data ZAB jsou naopak výškově nadhodnocena, rozdíl činí cca 13 cm.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 15 cm u dat DMR 5G, resp. 32 cm u DMR 4G je zřetelně menší než chyba u dat ZAB (76 cm). Protože data LLS byla pořizována mimo vegetační období, blíží se vypočtené hodnoty chyb hodnotám udávané přesnosti dat LLS (u DMR 5G je chyba dokonce nižší). Velké rozdíly mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou

nepřesnost tradičního výškopisného podkladku ZABAGED® pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.3.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 27: Porovnání ploch ZÚ (Doubrava 1D)

Doubrava 1D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	409,1	388,9
	míra zmenšení [%]	4,1	5,9
	celková změna [%]	505,0	483,0
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	11,1	10,6
	míra zmenšení [%]	1,9	2,5
	celková změna [%]	109,3	252,2

Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo zvětšení rozlivu povodně o cca 400% u dat DMR 4G a 380% u dat DMR 5G - třída přesnosti IV - u návrhového průtoku Q₅ a zvětšení rozlivu o cca 10% u dat DMR 4G a 150% - třída přesnosti II - u dat DMR 5G - třída přesnosti IV - u průtoku Q₁₀₀.

Výsledky porovnání u lokality Doubrava nabývají extrémních hodnot. To je pravděpodobně způsobeno charakterem nivy. Asi 1 km nad obcí Vrды se doposud zařízlé údolí Doubravy otevírá do široké nivy s minimálním plošným sklonem. V plochem terénu způsobí i minimální změna (v řádu centimetrů) v podkladních výškopisných datech velký rozdíl v zatopené ploše. Rovněž zaměřené geodetické profily ukazovaly na existenci hrázek, které byly ve vyhodnocení uvažované jako souvislé, což data LLS nepotvrdila. Jedná se tedy o široké rozlivy s velmi malou hloubkou.

4.3.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 28: Parametry hodnocení lokality Doubrava

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,11	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	2,9	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	-	%
5	Míra zastavění	11	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	10	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Doubrava je středně široká řeka tekoucí poměrně málo sklonitým terénem. Krajina v inundaci je z větší části hospodářská či urbanizovaná s 11% zastavěné plochy. Lesy se ve zvoleném území nevyskytují.

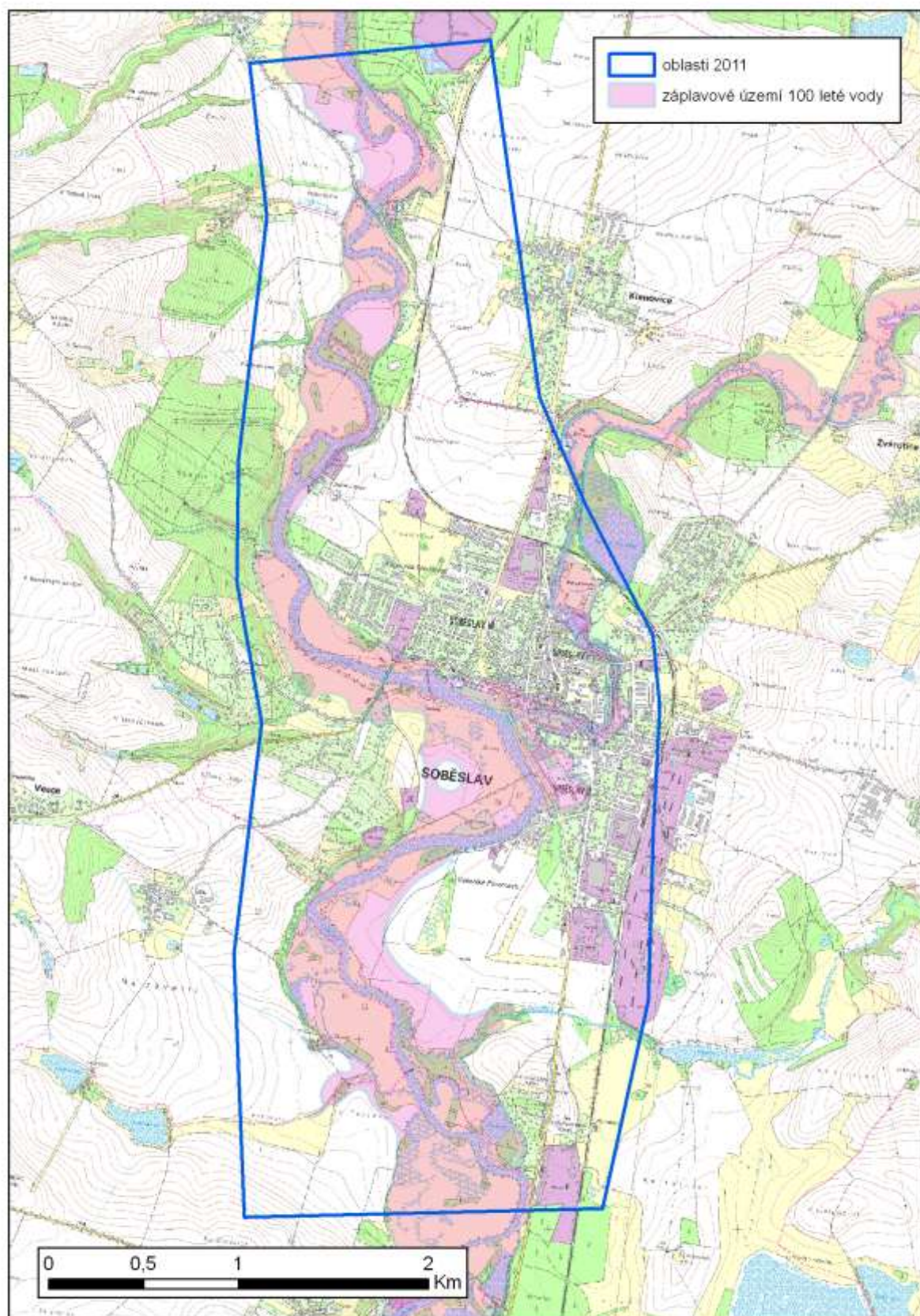
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 29).

Tabulka 29: Charakteristiky lokality Doubrava

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	424,31
Sklonitost	povodí celého toku	%	6,4
	úseku (podélný profil)	%	0,11
	území rozsahu modelu	%	2,9
	spádové oblasti	%	7,52
Délka toku	spádové oblasti	km	75
	úseku	m	7278
	celkem	km	88,3
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	219,12
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	215,07
		m n. m.	223,17
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	428,90
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	214,86
		m n. m.	801,99
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	387,80
	rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	172,70
m n. m.		802,00	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	15-40; 25
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,5-4; 2,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	10
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(550-1600)1245
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=23,4; 5=68,0; 10=95,7; 50=182; 100=229
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: svory až ruly, slínovce. Pokryvné útvary: hlíny, jíly až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-2
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, většinou průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	-
	procento zastavění	%	11

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G beta
	typ modelu	-	1D

4.4 LUŽNICE



Obrázek 46: Lokalita Lužnice

4.4.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.4.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Lužnice leží v Soběslavi a jejím bezprostředním okolí. Jde o 9,5 km jen zčásti upraveného toku (ř. km 68,8 – 59,3). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 23-31-11 a 23-31-16 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 23-31. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Tábor Jihočeského kraje. Po toku Lužnice to jsou obce Soběslav a Klenovice. Kromě toho sem zasahují i části katastrálních území Dráčov, Čeraz a Rybova Lhota. Podél řeky a ve stráních nad ní je řada chatových osad, zčásti v zaplavovaném území. Po pravém břehu Lužnice, ale místy až 1,5 km daleko, prochází jednokolejná železniční trať 220 Praha – České Budějovice. Silniční síť je hustá. Páteří je silnice I. třídy č. 3 Praha – České Budějovice – hraniční přechod do Rakouska Horní Dvořiště. V Soběslavi ji křížuje silnice II tř. č. 135 Chrástany – Bechyně - Soběslav – Včelnička. Na tyto hlavní cesty navazuje řada silnic III. třídy a místních komunikací včetně městských ulic, polních a lesních cest. Na Lužnici jsou dva silniční mosty a dvě lávky (Obrázek 48)

V říční nivě je několik čerpacích stanic u vrtaných studní. Na levém břehu Lužnice proti Tábořskému Předměstí Soběslavi je kemp a nad ním využívaný zdroj podzemních vod. Ten se nachází i na soběslavském náměstí. Kemp s hřištěm je rovněž na levém břehu proti Veselskému Předměstí přímo v údolní nivě. V Soběslavi je šest čističek odpadních vod. Dvě skládky odpadu se nachází na levém břehu nad zátopovým územím proti Veselskému Předměstí Soběslavi a velká skládka je na dolní hranici zkoumaného území pod Klenovicemi. V Soběslavi je v zátopovém území velký sportovní areál (Obrázek 49). Nad Veselským Předměstím je travnaté sportovní letiště. Leží v zátopovém území, stejně jako i velká část Soběslavi.

Identifikátor TOK_ID Lužnice je 116920000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 10704010000000 (horní část), 10704026000000, 10704040000050 a pod vodočtem u Klenovic 10704040000090 (dolní část, Obrázek 50). Lužnice má v tomto úseku několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím. Zprava to je Dírenský potok (TOK_ID 118310000100; CHP_14 10704025000000) od něhož jde do Lužnice Andělská stoka (TOK_ID 118460002800); v jeho povodí leží malý rybník Švadlačka. Dále po toku Lužnice přibírá zprava (Obrázek 51) vodohospodářsky významný Černovický potok (118470000100; CHP_14 10704030000000). Je v zastavěné části regulovaný (Obrázek 52). Na něm leží Nový rybník (viz níže). Zleva to je Svákovský potok (TOK_ID 118600000400), který vlastní povodí IV. řádu nemá.

Na začátku studovaného území se nachází v přirozené nivě Lužnice část přírodní rezervace Dráčovské tůně s chráněnou faunou a flórou.

Přírodní památka Nový rybník s plovoucími ostrovy a vzácnou květenou leží na hranici našeho zájmového území severně od Soběslavi.

Vodácky je tento úsek Lužnice vždy sjízdný, má obtížnost ZW C (Kohoutek, 1978).

4.4.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Lužnice pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 109 kategorie A - Klenovice, ř. km 59,70 (kilometrůž ČHMÚ), který se nachází v dolní části řešeného území. Stanici

spravuje ČHMÚ České Budějovice, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Soběslav. Plocha povodí k profilu činí 3152,01 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 19,7 m³/s a průměrný roční stav 82 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 190 cm a průtoku 69,1 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 240 cm a průtoku 104 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 300 cm a průtoku 175 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 529 cm, byl na profilu zaznamenán 15. 8. 2002, druhý nejvyšší, 390 cm, 2. 4. 2006.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 30: N-leté průtoky Klenovice

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	76,0	151	193	313	374

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307239, aktualizace duben 2007)

4.4.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) MW11. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o mírně teplou oblast B2, okrsek mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) je 7 – 8° C. Podle měření klimatické stanice Tábor (441 m n. m.) z časové řady let 1901 – 1950 to je 7,3°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 600 – 650 mm, ale podle měření srážkoměrné stanice Soběslav (403 m n. m.) - ovšem z časové řady let 1901–1950-588 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Klenovice (421 m n. m.) hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 31: Teplota (t) v povodí - Borkovice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-2,9	-1,4	2,5	6,9	12,6	15,4	17,1	16,2	12,6	7,4	2,3	-1,2	7,3	13,5

Tabulka 32: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Kardašova Řečice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	33	31	29	43	57	75	86	73	44	44	36	37	588

4.4.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Česko-moravské soustavy. Z oblasti Jihočeské pánve (IIB) zasahuje po soutok Lužnice s Andělskou stokou celek Třeboňské pánve (IIB-2),

podcelek Kardašovickořečická pahorkatiny (IIB-2B), okrsek Veselské pahorkatiny (IIB-2B-a). Severní část zájmového území patří do oblasti Středočeské pahorkatiny (IIA), celku Táborské pahorkatiny (IIA-3), podcelku Soběslavské pahorkatiny (IIA-3B). V rámci tohoto podcelku náleží západní část počínaje okrajem nivy Lužnice okrsku Malšické pahorkatiny (IIA-3B-a). Východní část je tvořena Sezimoústeckou pahorkatinou (IIA-3B-b).

Základním geomorfologickým tvarem je v této oblasti pahorkatina se zbytky původní paroviny, vznikající od mladšího paleozoika do oligocénu, zachovanými na rozvodích. Odolnější horniny zde tvoří hřbety a kamýky. Lužnice teče ve svém údolí od pleistocénu.

Lužnice zde teče zpočátku nad Soběslaví v až dva km širokém mělkém údolí, kde v nivě šířky 250 (Obrázek 50) až 1650 m (Obrázek 53) meandruje – meandry jsou až 1,5 km široké. Pod Soběslaví se začíná údolí zužovat, ale přesto dosahuje v místech, kde řeka opouští studované území 650 m. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 27 - 80 m, průměrně 40 m. Výška břehů je okolo 1 m. Stráně nad řekou jsou většinou povlnné, strmé jsou pouze v nárazových částech meandrů na levém břehu proti Soběslaví a na pravém pod ní. Nadmořská výška lokality je cca 442 – 3394 m n. m., při čemž Lužnice sama teče z 401 m n. m. nad Soběslaví po 394 m n.m. pod Klenovicemi. Generelní sklon toku ve sledovaném úseku je 0,05 %. Většinou je však menší, neboť je zmírňován výše zmíněnými jezy. Místy řeka vytváří drobné peřeje. Koryto je regulováno alespoň jednobřežně v 50 % sledovaného úseku. Částečně jsou regulovány i přítoky Lužnice, zejména ve městě (Obrázek 52). Podél břehů je několik chatových osad, ale většinou jsou chaty posunuty výše do strání. Nejnižší terasa (würmského stáří) je zachována pouze ostrůvkovitě pod Špačkovým mlýnem. Její povrch se nachází až 5 m nad řekou. Nejvíce je zachována svrchnorisská terasa (do výšky až 12 m nad Lužnicí), obvykle v jádrech meandrů. Ve stráních nad ní jsou zbytky spodnorisské terasy, které sahají v tomto úseku maximálně do výšky 18 m nad hladinou.

V nivě Lužnice je několik slepých a mrtvých ramen. Nad Soběslaví od jezu Čejnov (délka 31,2 m, výška 2,2 m) jde na levé straně Lužnice dosti dlouhé úzké rameno. Další rameno se vytvořilo pod Steinigerovým jezem, který má délku 124 m a výšku 1,0 m (Obrázek 54). Další jez je nad soběslavskou ČOV, jmenuje se podle starého mlýna U Špačků. Je dělený, uprostřed Lužnice je zde ostrov. Jeho výška je 1,4 m, délka levé části 27 m, pravé 34 m.

(Čech et al., 1962)

4.4.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalní podklad zkoumaného území tvoří krystalické břidlice moldanubika proterozoicko-paleozoického stáří. Na nich leží neogénní sedimenty jihočeské pánve, pleistocenní terasy a holocénní uloženiny včetně antropogenních.

Celé území je rozlámáno četnými dislokacemi všech čtyř základních směrů: Z-V, S-J, SZ-JV a SV-JZ.

Krystalické břidlice moldanubika jsou zastoupeny biotitickými, sillimanit-biotitickými a muskovit-biotitickými pararulami a muskovit-biotitickou ortorulou. Je proráží malá tělesa žilného granitu, patřící moldanubickému plutonu. Jde o převážně biotitický a muskovit-biotitický leukogranit, místy s turmalínem.

Neogén jihočeských pánví je zastoupen pouze mydlovarským souvrstvím. Jeho spodní část (karpat) je složena z pískovců, na bázi až slepenců, jíly a písky. Svrchní část (spodní baden) tvoří jíly, písky a diatomové sedimenty.

V pleistocénu zde lze rozlišit tři říční terasy. Nejvýše leží fluviální štěrkovité písky (riss 1) a stejné sedimenty tvoří i nižší terasu stáří riss 2. Obě mají maximální mocnost okolo 6 – 7 m. Würmská terasa má stejné složení, ale zachovaly se z ní pouze zbytky mocnosti několika málo metrů. K pleistocénu jsou řazeny i deluvioaeolické písčité hlíny, vyskytující se na levobřežních svazích údolí Lužnice. Pleistocenní až holocenní deluviální a deluviálně soliflukční písčité hlíny, hlinité písky a písčité jíly s úlomky hornin podkladu se vyskytují vzácně.

Holocén je zastoupen deluviofluviálními hlinitými písky, písčitými hlínami a jíly. Hlavní uloženinou tohoto období jsou ale fluviální písčité a jílovitopísčité hlíny, hlinité písky a jíly v aluviu Lužnice a jejích přítoků. Jejich mocnost dosahuje šesti metrů. Na nich se vyskytují vzácně i hnílokaly.

Antropomorfní uloženiny představují především násypy dopravních staveb a skládky.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se v zájmovém území nevyskytují, právě tak jako sesuvná území.

(Mašek et al., 1996; <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>)

4.4.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je většina území součástí hydrogeologických rajónů základní vrstvy 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice (jižní část zájmového území) a rajónu 6320 – Krystalinikum v povodí střední Vltavy (severní část zájmového území). Většina zájmového území je rovněž součástí rajónu svrchní vrstvy 1211 – Kvartér Lužnice (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Kadlecová (1994). V zájmové území je z hydrogeologického hlediska většinou dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásmu přìpovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Podloží území tvoří krystalinikum, koeficient transmisivity T tu činí od $4,5 \cdot 10^{-6}$ do $5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, tato část oblasti je vhodná pouze pro menší odběry pro místní zásobování – pro jednotlivé domy (Kadlecová, 1994). Obdobné potenciální využití mají i rozptýlené denudační relikty terciérních sedimentů, jejich koeficient transmisivity T dosahuje od $1,5 \cdot 10^{-5}$ do $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Nejvýraznější kolektor průlinového typu je vyvinut ve fluviálních písčitých štěrčích kvartérního stáří podél Lužnice. Zde naměřené hodnoty odpovídají odhadem koeficientu transmisivity T od 10^{-3} do $10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kadlecová, 1994).

Mělká zvodeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickou složkou mohou být zejména sloučeniny fosforu, železa a manganu (Kadlecová, 1994).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký (mezi 1 až $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Lužnice drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Lužnice a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy již není v zájmovém území velký prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních, určitou možnost uplatnění infiltrace však představují propustnější polohy terciérních sedimentů, případně lokálně i vyšší terasy Lužnice.

4.4.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Lužnice mají z hlediska vegetace různorodý charakter: místy jsou pokryty lužní vegetací stromů a keřů (olše, jívy, osiky, vrby, topoly, břízy, duby a mnohdy i vysoký bylinný porost, rákosí, aj.). Místy lesní porost smrků a borovic zasahuje téměř až k řečišti (Obrázek 55). Vzácně jsou u břehů i maliny a ostružiny. Podél řeky se šíří netýkavka žláznatá (*Impatiens grandulifera*). Často za lužní vegetací přiléhají k řece louky, méně pole. Pouze v několika místech je koryto otevřené, bezprostředně sousedící s lučními porosty. V obcích přiléhají k řece zahrady a v Soběslavi park.

4.4.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl ve dnech 1. - 2. 8. 2011 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 20°C. V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 47).



Obrázek 47: Lokalizace fotografií



Obrázek 48: Silniční most přes Lužnici



Obrázek 49: Sportovní areál v Soběslavi



Obrázek 50: Vodočet u Klenovic



Obrázek 51: Přítok Lužnice - Černovický potok



Obrázek 52: Regulovaný Černovický potok



Obrázek 53: Údolní niva Lužnice



Obrázek 54: Steinigerův jez



Obrázek 55: Vegetační pokryv břehů Lužnice

4.4.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.4.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 33: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Letecká fotogrammetrie
Data LLS	DMR 5G beta
Použitý model	FAST 2D
Typ modelování	2D
Počet profilů	-

4.4.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 68,800 až 59,300 pomocí dvourozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 56, kde je na podkladu základní mapy 1:10 000 černě vyznačena hranice dvourozměrného modelu a modře jsou vyznačeny zaměřené příčné (převážně korytové a objektové) profily, použité pro popis tvaru koryta.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy. Jako první byl použit průtok povodně v srpnu roku 2002, hodnota $Q = 625 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ byla vyhodnocena pro profil Klenovice (ř. km 60,371), který se nachází v řešeném úseku pod Soběslaví. Průtok byl vyhodnocen jako průtok s dobou opakování 500 až 1000 let. Pro druhý řešený stav byl zvolen průtok o hodnotě $Q=272 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Tento průtok je v rozmezí mezi dvacetiletou a padesátiletou vodou, je to průtok, při kterém se začíná přelévat silnice na pravém břehu Lužnice nad přítokem Černovického potoka.

Dvourozměrný model proudění vody byl vytvořen pomocí modelu FAST 2D, který používá křivočarou výpočetní síť. Řešená oblast je ve směru proudění dlouhá cca 6100 m, šířka je proměnlivá v rozmezí od 1300 m do 2100 m. Výpočetní síť je tvořena $2000 \times 650 = 1,3$ mil. buňkami o průměrné velikosti $2 \times 3 \text{ m}$.

V porovnávací studii jsou porovnány výsledky dvou variant dvourozměrného modelu, které se liší vstupními daty pro model terénu v inundačním území. V první variantě byla použita data z letecké fotogrammetrie – pomocí tohoto modelu bylo stanoveno v současné době platné záplavové území. Druhá varianta modelu využívá pro popis tvaru inundace data z leteckého skenování – DMR 5G beta. Tvar koryt toků – Lužnice a Černovického potoka byl vytvořen na základě zaměřených korytových a objektových profilů.

Parametry popisující charakter povrchu jsou v obou variantách modelu zadávány stejně.

Na vstupní hranici modelu a v místě přítoku Černovického potoka byla zadána okrajová podmínka definující hodnotu průtoku a na dolním okraji byla zadána známá poloha hladiny.

Výsledkem dvourozměrného modelového řešení jsou hodnoty hladiny a velikosti rychlostí v každém uzlu výpočetní sítě. Tyto hodnoty byly zpracovány pomocí postprocesorů do podoby map hladin a záplavových čar.



Obrázek 56: Rozsah numerického modelování v lokalitě Lužnice

4.4.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Lužnice nebyla k dispozici data geodetického zaměření, a proto nebylo možné porovnávat vstupní data.

4.4.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 34: Porovnání ploch ZÚ (Lužnice 2D)

Lužnice 2D		Q ₂₀₀₂ ZÚ-DMR 5G	Q ₂₀₀₂ ZÚ-Fot
původní ZÚ Q ₂₀₀₂	míra zvětšení [%]	2,9	4,7
	míra zmenšení [%]	2,5	2,7
	celková změna [%]	100,4	102,0

Lužnice se v rámci referenčních lokalit od ostatní odlišuje tím, že zde nebylo k dispozici geodetické zaměření příčných profilů inundací a korytem řeky. Původní ZÚ bylo vymezeno nad fotogrammetrií. Jako návrhový průtok použit pouze skutečný průtok z povodní v roce 2002. Průtok Q₂₇₂, pro který byly rovněž vypočítány nové záplavové čáry, nebylo možné do porovnání zahrnout, protože pro tento průtok není standardně vymezeno záplavové území.

Porovnání ploch ZÚ určených 2D modelováním ukázalo zcela minimální zvětšení rozlivu povodně u dat DMR 5G i FOT - třída přesnosti I - u návrhového průtoku Q₂₀₀₂. Na velikost rozlivu při průtoku přesahujícím dobu opakování 500let již kvalita výškopisného podkladu nemá žádný vliv.

4.4.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 35: Parametry hodnocení lokality Lužnice

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,05	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	4,0	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	7	%
5	Míra zastavění	20	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	16	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	FOT	-

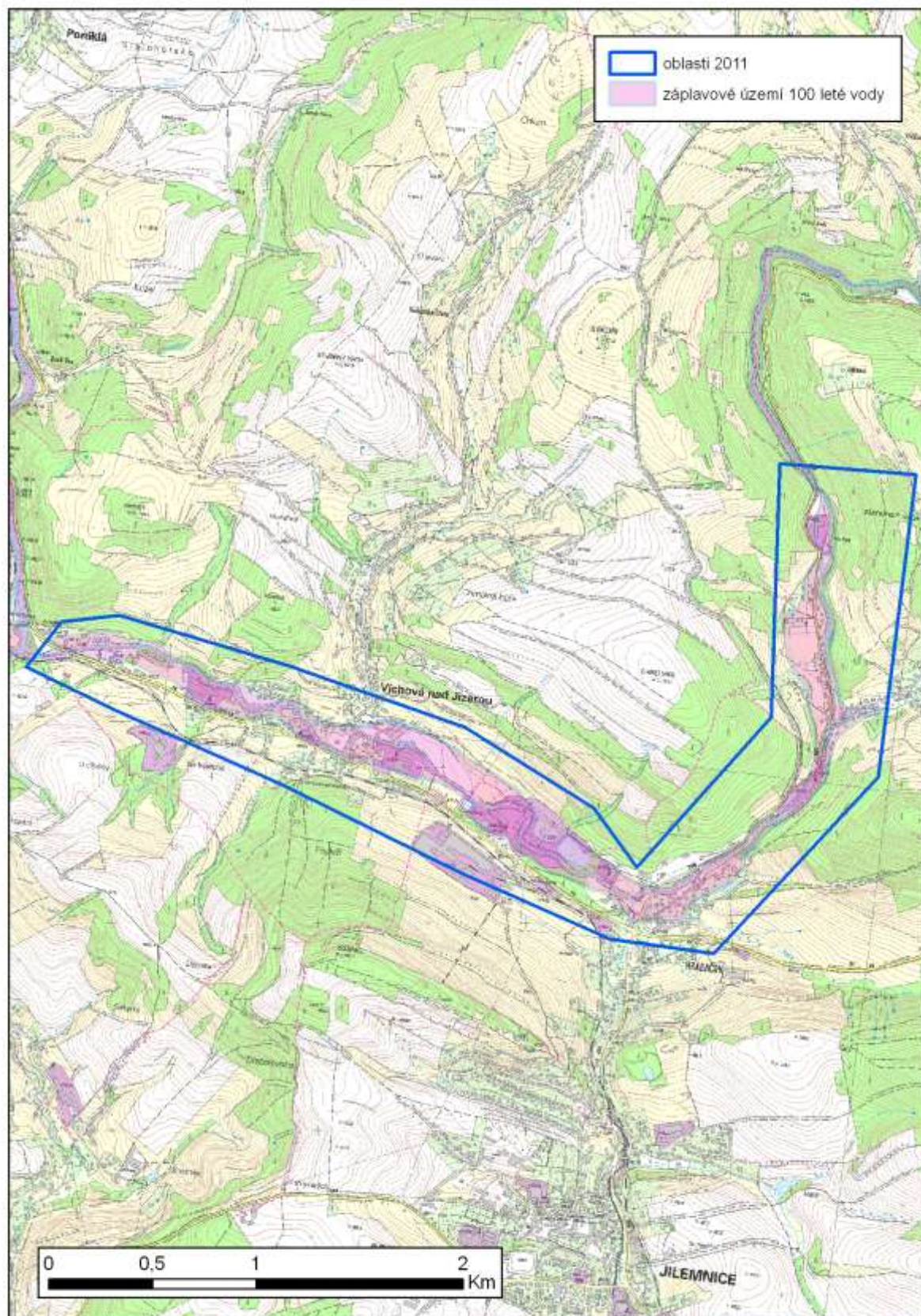
Lužnice patří v rámci zvolených referenčních lokalit k největším řekám s vyšším poměrem šířky a hloubky koryta. Podélný profil má nejnižší sklon. Vyšší procento zastavění je díky protékání řeky Soběslaví. V inundaci dále převládají louky a lužní vegetace se 7 % zalesněné plochy.

Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 36).

Tabulka 36: Charakteristiky lokality Lužnice

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	2549,38
Sklonitost	povodí celého toku	%	5,2
	úseku (podélný profil)	%	0,05
	území rozsahu modelu	%	4
	spádové oblasti	%	4,5
Délka toku	spádové oblasti	km	141,15
	úseku	m	9500
	celkem	km	200,46
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	400,46
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	397,63
		m n. m.	403,28
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	510,14
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	394,09
		m n. m.	836,40
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	503,30
	rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	347,40
m n. m.		836,40	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	27-80; 40
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	2-3,5; 2,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	16
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(250-1650) 649
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=76; 5=151; 10=193; 50=313; 100=374
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	600-650
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: ruly, granit, jílovce až slepence Pokryvné útvary: hlíny, jíly až písky
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-2
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	převážně přírodní, průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	7
	procento zastavění	%	20
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	FOT
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 5G beta
	typ modelu	-	2D

4.5 JIZERKA



Obrázek 57: Lokalita Jizerka

4.5.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.5.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Jizerky leží severně od Jilemnice mezi Dolními Štěpanicemi (část obce Benecko) a Horní Sytovou (část obce Víchová nad Jizerou). Jde o 6,579 km převážně upraveného toku (ř. km 6,579 – 0,0). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 03-41-13 a 03-41-18 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 03-41 - Semily. Správcem povodí je Povodí Labe, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Semily Libereckého kraje. Po toku Jizerky u ní leží osada Na Pile a Dolní Štěpanice (části obce Benecko), Hrabačov (část Jilemnice) a Víchová nad Jizerou. Ve výšce cca 10 m nad levým břehem dolního toku Jizerky pod Hrabačovem prochází jednokolejná železniční trať č. 042 Martinice v Krkonoších – Rokytnice nad Jizerou. Páteří silniční sítě je levobřežní silnice I. Třídy č. 14 z Trutnova do Harrachova, která mostem křížuje Jizerku 250 m nad jejím ústím do Jizery. V Hrabačově ji křížuje silnice II.třídy č. 286 z Jičína přes Jilemnici do Benecka. Kromě toho z obou těchto silnic odbočují další silnice III. třídy a řada místních komunikací včetně ulic v obcích.

Na Jizerce je 11 silničních mostů (Obrázek 59), jeden železniční, tři lávky a přemostují ji i potrubí (Obrázek 59). Další mosty a lávky jsou na jejích přítocích. V blízkosti řeky je ve Víchové nad Jizerou fotbalové hřiště. Po celé délce toku je řada průmyslových objektů, část z nich přiléhá přímo k řece. Některé z nich využívají vodu Jizery přímo, nebo pomocí náhonů. V Hrabačově má jeden z podniků na levém břehu řeky odkaliště s ČOV. Další samostatné ČOV jsou v Hrabačově (Obrázek 60) a Na Pile. V Hrabačově je i úprava vody a tři vodojemy. Na stráni nad levým břehem Jizerky ve Víchové nad Jizerou jsou dva zdroje podzemních vod. Na obou svazích údolí je několik evidovaných pramenů. V obcích přiléhají k řece zahrady, domy a přímo stavby průmyslových závodů (Obrázek 61).

Identifikátor TOK_ID Jizerky je 110930000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 10501022000000 (rozdělené vodočtem na říčním km 5,3 na 10501022000070a 10501022000090), 10501024000000 a 10501026000000 Jizerka má v tomto úseku několik přítoků. Zleva to je potok Cedron (TOK_ID 110960000100; CHP 14 10501023000000), Jilemka (TOK_ID 110980000100; CHP 14 10501025000000) s Hatinou (TOK_ID 110980010400) a Klenice (TOK_ID 110990004800), zprava Chlumský (Víchovský) potok (TOK_ID 100990001200). Kromě toho Jizerka v tomto úseku přibírá několik drobných bezejmenných toků. Pod Víchovou vytváří malý ostrov. V horní části z toku Jizerky odbočují dva zdánlivě solitérní toky. Jde však o náhony, využívané v průmyslových objektech. Na řece je zde řada jezů. Na Pile jsou dva, oba o délce 10 m a výšce 3,0 m. Další je v Dolní Štěpanici pod soutokem Jizerky s Cedronem na ř. km 4,80, dlouhý je 12 m, vysoký 2,2 m. U něj je vybudován rybí přechod (Obrázek 62). Jez v Hrabačově má délku 15 m a výšku 2,0 m. Ve Víchové nad Jizerou je 0,3 m vysoký stupeň o šířce 14 m a níže po toku 1,6 m vysoký jez o stejné šířce. Nově byl vybudován stupeň u úpravy vody v Hrabačově (Obrázek 63). Malý stupeň je i na potoce Cedron před soutokem s Jizerkou (Obrázek 64). Obdobné stupně jsou např. na Jilemce.

Do horní části studovaného území zasahuje Krkonošský národní park. Jiná chráněná území zde nejsou. Vodácky je tento úsek Jizerky sjízdný za velké vody. Nad Hrabačovem má obtížnost WW III, pod ním WW II (Kohoutek, 1978).

4.5.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Jizerka pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 65 kategorie B – Dolní Štěpanice, ř. km 5,30 (kilometrůž ČHMÚ), který se nachází v horní části řešeného území. Stanici spravuje ČHMÚ Praha, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Jilemnice. Plocha povodí k profilu činí 44,68 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 1,35 m³/s a průměrný roční stav 85 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 140 cm a průtoku 9,53 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 165 cm a průtoku 14,9 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 190 cm a průtoku 21,2 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 220 cm, byl na profilu zaznamenán 29. 5. 1941, druhý nejvyšší, 190 cm, 26. 5. 1928.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 37: N-leté průtoky Dolní Štěpanice

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	18,0	43,7	58,0	99,0	120

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307027, aktualizace březen 2006)

4.5.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) na hranici mezi MW2 a MW3. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o mírně teplou oblast B3, okrsek mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 6,7°C podle měření klimatické stanice Libštát (450 m n. m.), ležící 9 km JZ od studovaného území již v povodí Olešky z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 7 a 8°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 800 – 1000 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Libštát z let 1901 – 1950 je 716 mm, podle stanice Benešov u Semil (367 m n. m.) ležící 9 km ZJZ od studovaného území v povodí Jizery je 760 mm. Tento údaj bude pravděpodobně našemu úseku odpovídat lépe. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Benešov u Semil hodnot mezi 61 až 80 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 38: Teplota (t) v povodí - Libštát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-3,5	-2,2	1,5	6,2	11,6	14,8	16,3	15,3	12,4	7,5	2,0	-1,4	6,7	12,8

Tabulka 39: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Libštát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	62	50	41	51	56	71	76	76	53	59	60	61	716

Tabulka 40: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Benešov u Semil

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	70	55	45	52	59	71	84	79	55	60	67	63	760

4.5.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Krkonoško-jesenické soustavy (IV). Patří do Krkonošské oblasti (IVA), do celku Krkonošského podhůří (IVA-8). Jizerka mezi Hatěnou přes Hrabačov k ústí do Jizery dělí tento celek na dva podcelky: severní Železnobrodskou vrchovinu (IVA-8A) s okrskem Vysocké hornatiny (IVA-8A-c) a jižní Podkrkonošskou pahorkatinu (IVA-8B) s okrskem Lomnické vrchoviny (IVA-8B-a), což je sníženina pod trupovou hrástí Krkonoš.

Systém dnešních toků vznikl v době saxonských tektonických pohybů od miocénu do pliocénu. Do té doby tekla v prostoru V – Z údolí dolní Jizerky řeka Jizera směrem k JV.

Jizerka zde teče v úzkém a dosti hlubokém údolí. Stráně nad řekou jsou většinou strmé, ale jen v nejvyšší části před soutokem s Jilemkou vzácně i skalnaté. Šířka dna údolí se pohybuje před soutokem s Jilemkou od 40 m po 150 m, jen v nejvyšší části má pouhých 20 m. V dolní části má šířku 100 až 200 m. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 10 – 22 m, průměrně 14 m. Na počátku sledovaného úseku řeky je užší (Obrázek 61), ale pod soutokem s potokem Cedron a zejména pod soutokem s Jilemkou se její šířka zvyšuje. Výška břehů je 1 – 2 m (Obrázek 66). Řeka teče značně hustě osídlenou krajinou. Nadmořská výška lokality je cca 384,83 – 650 m n. m., přičemž Jizerka sama teče ze 445,21 m n. m. v osadě Na Pile po 384,83 m n. m. v jejím ústí do Jizery. Generelní sklon toku je 1,03%, nad přítokem potoka Cedron dosahuje až 1,53 %. Odtud po Jilemku má sklon 1,21 % a až po soutok s Jizerou se dále zmírňuje na 0,9 %. Místy řeka vytváří drobné peřeje. Koryto je regulováno v dlouhých úsecích (Obrázek 65). Neregulováno je pouze 25 % sledovaného úseku toku (Obrázek 67). Domy a jiné stavby jsou často přímo u regulované i neregulované řeky. Regulované a obezděné jsou i části přítoků Jizerky, např. Hatina a Jilemka.

Nad levým břehem Jizerky ve Víchové nad Jizerou je zachován přes 1 km dlouhý a až 70 m široký úsek svrchnopleistocénní terasy ve výšce 5 až 8 m nad řekou (Čepek et al., 1963).

4.5.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová oblast leží v oblasti lugika na rozhraní krkonoško-jizerského krystalinika a mladšího paleozoika podkrkonošské pánve. Pokryvné útvary se skládají z pískové až štěrkopískové údolní terasy a v jejím nadloží z povodňových hlín a navážek.

Nejstarší horniny kambrické radčické skupiny – chlorit-sericitické fylity (metatufity a metatufy) s polohami zelených břidlic (metabazity) se nachází severně od V – Z zlomu u soutoku Jizerky s Jizerou. Mají sklon okolo 55°k SV.

Na Pile se objevují mladší silurské horniny ponikelské skupiny. Jsou to chlorit-sericitické fylity, zčásti karbonatické. V nich jsou vložky křemen-albit-sericitických břidlic („porfyroidy“) a albitických kvarcitů a mohutnější polohy grafit-sericitických fylitů. Jejich sklon je okolo 40° k SSV.

Na tomto metamorfovaném komplexu leží diskordantně zhruba ve V – Z směru a sklonu k jihu do 25° již nemetamorfované horniny karbonu a permu podkrkonošské pánve.

Na bázi jsou to karbonské (westfal D až stefan C) polymiktní slepence, pískovce, aleuropelity a nevytříděné slepence a brekcie. Na nich je semilské souvrství (stefan C) – hnědé aleuropelity s podřadnými polohami pískovců a slepenců.

Nad nimi leží perm (assel až spodní autun) vrchlabského souvrství. Jeho spodní část je tvořena prachovci, jílovcí, pískovci, zřídka s polohami slepenců. V nich jsou polohy olivinického bazaltu až bazaltického andezitu (melafyrů) a rudnický obzor šedých prachovců, jílovců a pískovců s vrstvami bituminózních jílovců. Svrchní část tohoto souvrství tvoří červenohnědé aleuropelity a pískovce s polohami šedých aleuropelitů a pískovců (kozinecký a hájecký obzor).

Svrchní pleistocén je zastoupen pouze zbytkem terasy Jizerky ve Víchové nad Jizerou. Jsou to fluvialní písčité štěrky.

Pleistocenního až holocenního stáří jsou deluviální až deluviofluvialní hlinitokamenité až kamenitohlinité sedimenty na úpatí svahů údolí a v drobných postranních údolíčkách.

Aluvium řeky tvoří holocenní fluvialní písčité až jílovitopísčité hlíny a písky s kameny a balvany v řečišti.

Antropomorfní uložení představují především násypy dopravních staveb.

Ve Víchové nad Jizerou nad levým břehem Chlumského potoka, který je pravostranným přítokem Jizery, je u okraje zájmového území aktivní nevelký plošný sesuv, ohrožující zástavbu.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se v zájmovém území nevyskytují. 400 m SSV od soutoku Jilemky s Jizerkou na stráni na hranici zkoumaného území je v permských bazaltoandezitech opuštěný lom. Zbytky důlních děl po těžbě měděných rud na severním úbočí Kozince právě tak jako po těžbě železných a manganových rud na Vartišti (kóta 563) u Víchové nad Jizerou jsou mimo sledované území.

(Chaloupka et al., 1992; http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver;http://mapy.geology.cz/geocr_25/): Geologická mapa ČR 1 : 25.000, list 03 – 413)

4.5.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je většina území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 5151 – Podkrkonošský permokarbon, na severu zájmové území zasahuje i na menší ploše do rajónu 6414 – Krystalinikum Krkonoš a Jizerských hor v povodí Jizery (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Kadlecová (1994). V severovýchodní části zájmového území (horní tok Jizerky) je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásmu připovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodeň je

vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Většinu území tvoří permokarbonské sedimenty podkrkonošské pánve, kde existuje několik dílčích hlubších zvodní, souhrnný koeficient transmisivity T tu činí od $2,1 \cdot 10^{-5}$ do $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, oblast je vhodná i pro větší odběry pro místní zásobování – pro menší obce (Kadlecová, 1994).

Mělká zvedeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami mohou být zejména sloučeniny dusíku, fosforu, železa a manganu (Kadlecová, 1993).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) vysoký (mezi 5 až $7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Jizerky drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Jizerky a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku, když tato funkce je vzhledem k nevelké nivě této říčky omezená. Při zaplavení nivy je v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních v prostoru výskytu propustnějších permokarbonských sedimentů.

4.5.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Jizerky mají z hlediska vegetace různorodý charakter: místy jsou pokryty lužní vegetací - olše, topoly, javory, břízy, modřiny (Obrázek 67). Vysoký bylinný porost v horní části v příkrých partiích lesní porost smrků a borovic zasahuje často až k řečišti. V obcích přiléhají k řece zahrady.

4.5.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl odpoledne dne 5. 10. 2011 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 18°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 58).



Obrázek 58: Lokalizace fotografií



Obrázek 59: Silniční most v Hrabačově



Obrázek 60: ČOV v Hrabačově



Obrázek 61: Objekty v těsné blízkosti Jizerky



Obrázek 62: Rybí přechod



Obrázek 63: Stupeň u úpravny vody



Obrázek 64: Stupeň na potoce Cedron



Obrázek 65: Překlenutí Jizerky potrubím



Obrázek 66: Koryto upravené kamennou rovnaninou



Obrázek 67: Vegetační pokryv břehů Jizerky

4.5.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.5.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 41: Podklady výpočtů

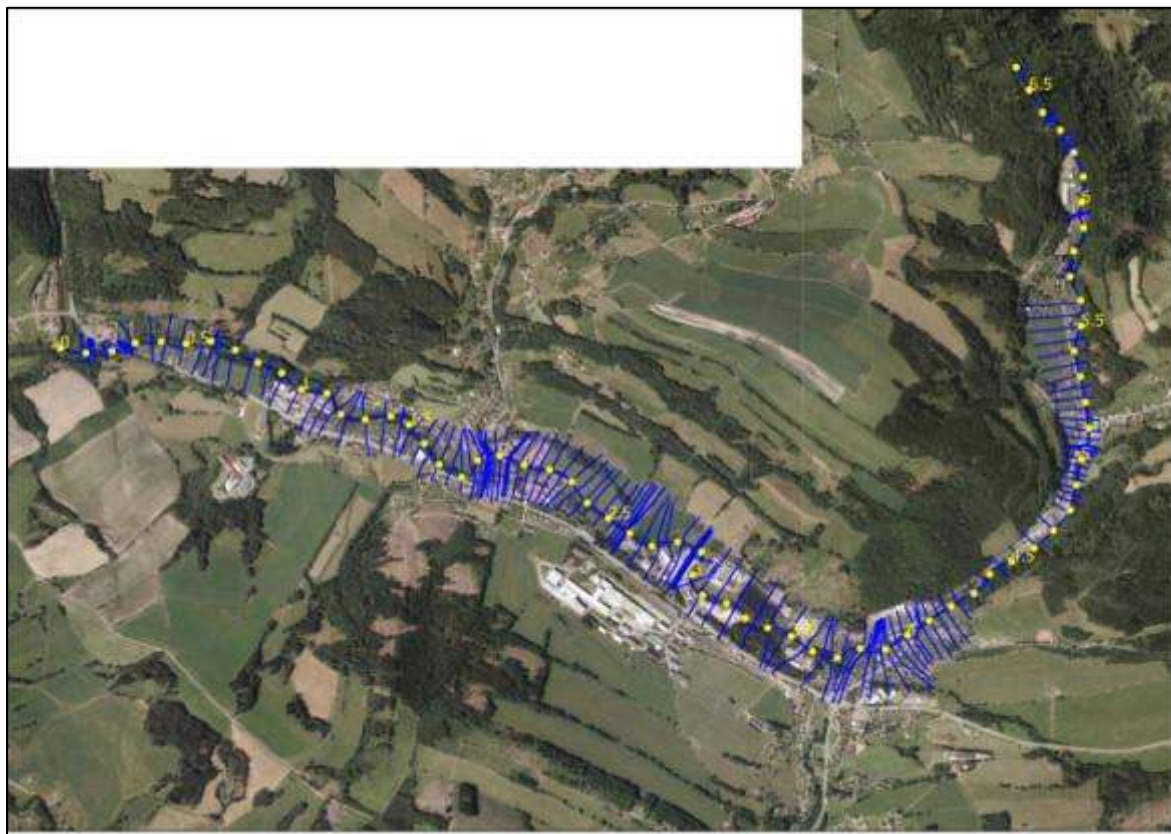
Podklady pro stanovení ZÚ	Geodeticky zaměřené profily
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G beta
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	45

4.5.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 0,000 až 6,579 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 68, kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} a Q_5 pro Jizerku v řešeném území.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Jizerky, na kterém se nachází 52 zaměřených příčných údolních profilů. Některé z nich popisují objekty. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 200 m. V řešeném úseku se nachází osmnáct objektů – 14 silničních mostů a čtyři pevné jezy.



Obrázek 68: Jednorozměrný model v lokalitě Jizerka

Pro výpočet proudění vody bylo zapotřebí zahustit zaměřené profily interpolovanými (celkový počet výpočetních profilů v modelu je 104). Pro účely stanovení ZÚ byly doplňované výpočetní profily interpolovány z profilů zaměřených, protože nebyla k dispozici žádná jiná informace o tvaru terénu v inundaci mezi zaměřenými profily. Pro účely porovnávací studie byl v doplňovaných profilech tvar inundačního území vytvořen z dostupného modelu terénu a to ve dvou variantách – DMR 4G a DMR 5G beta (viz tabulka). Jednorozměrný model byl tedy k dispozici ve třech variantách, které se lišily tvarem doplňovaných výpočetních profilů v inundaci.

Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly ve všech variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10 000, v dalších dvou variantách model terénu DMR 5G beta.

4.5.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Jizerka byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací. Z dat LLS byly dostupné oba produkty DMR 4G a DMR 5G v beta verzi (před závěrečnou manuální kontrolou). Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 42.

Tabulka 42: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G-GEO	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet bodů	432	432	432
average	-0,105	-0,289	0,462
sm. Odch	0,805	0,888	2,703
MIN	-5,843	-6,516	-8,895
MAX	3,846	2,440	11,005
RMSE	0,812	0,934	2,742
suma	-45,384	-124,967	199,177
systematická chyba	-0,105	-0,289	0,461
suma čtverců	284,997	376,720	3248,506
úplná střední chyba	0,812	0,934	2,742
percentil 0.3	-5,417	-5,901	-8,613
percentil 5	-1,495	-1,749	-2,899
percentil 95	0,744	0,796	6,582
percentil 99,7	3,443	2,430	10,838
1. kvartil	-0,159	-0,492	-1,142
2. kvartil	-0,017	-0,114	-0,038
3. kvartil	0,136	0,074	1,438

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 5G je tento rozdíl cca 10 cm a u dat DMR 4G cca 30 cm. Data ZAB jsou naopak výškově nadhodnocena, rozdíl činí 46 cm.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 81 cm u dat DMR 5G, resp. 93 cm u DMR 4G je zřetelně menší než chyba u dat ZAB (274 cm). Hodnoty chyb jsou poměrně vysoké. To může být způsobeno dobou snímání dat LLS. Protože data LLS byla pořizována v červnu a srpnu, tedy ve vrcholném vegetačním období, mohou být chyby způsobeny náhodnými odrazy od rostlin, které v beta verzi dat DMR 5G nemusely být odstraněny. Velké rozdíly mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou nepřesnost tradičního výškopisného podkladu ZABAGED® pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.5.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 43: Porovnání ploch ZÚ (Jizerka 1D)

Jizerka 1D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	26,7	23,4
	míra zmenšení [%]	22,3	25,3
	celková změna [%]	104,4	98,1
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	7,5	6,2
	míra zmenšení [%]	16,5	17,4
	celková změna [%]	91,0	88,8

Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo u návrhového průtoku Q₅ u dat DMR 4G zvětšení rozlivu povodně o cca 4% a zmenšení o 2% u dat DMR 5G - třída přesnosti I. U průtoku Q₁₀₀ se rozliv zmenšil o cca 9% resp. 11% - třída přesnosti II.

4.5.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 44: Parametry hodnocení lokality Jizerka

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	1,03	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	21	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	25	%
5	Míra zastavění	28	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	7	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Jizerka patří v rámci zvolených referenčních lokalit k řekám s nejvyšším sklonem podélného profilu i celého území. Krajina v podhůří Jizerských hor je velmi rozmanitá. V inundaci je vysoké procento zalesnění i zastavěné plochy. Velikostí toku a poměrem šířky a hloubky koryta se Jizerka řadí mezi menší řeky.

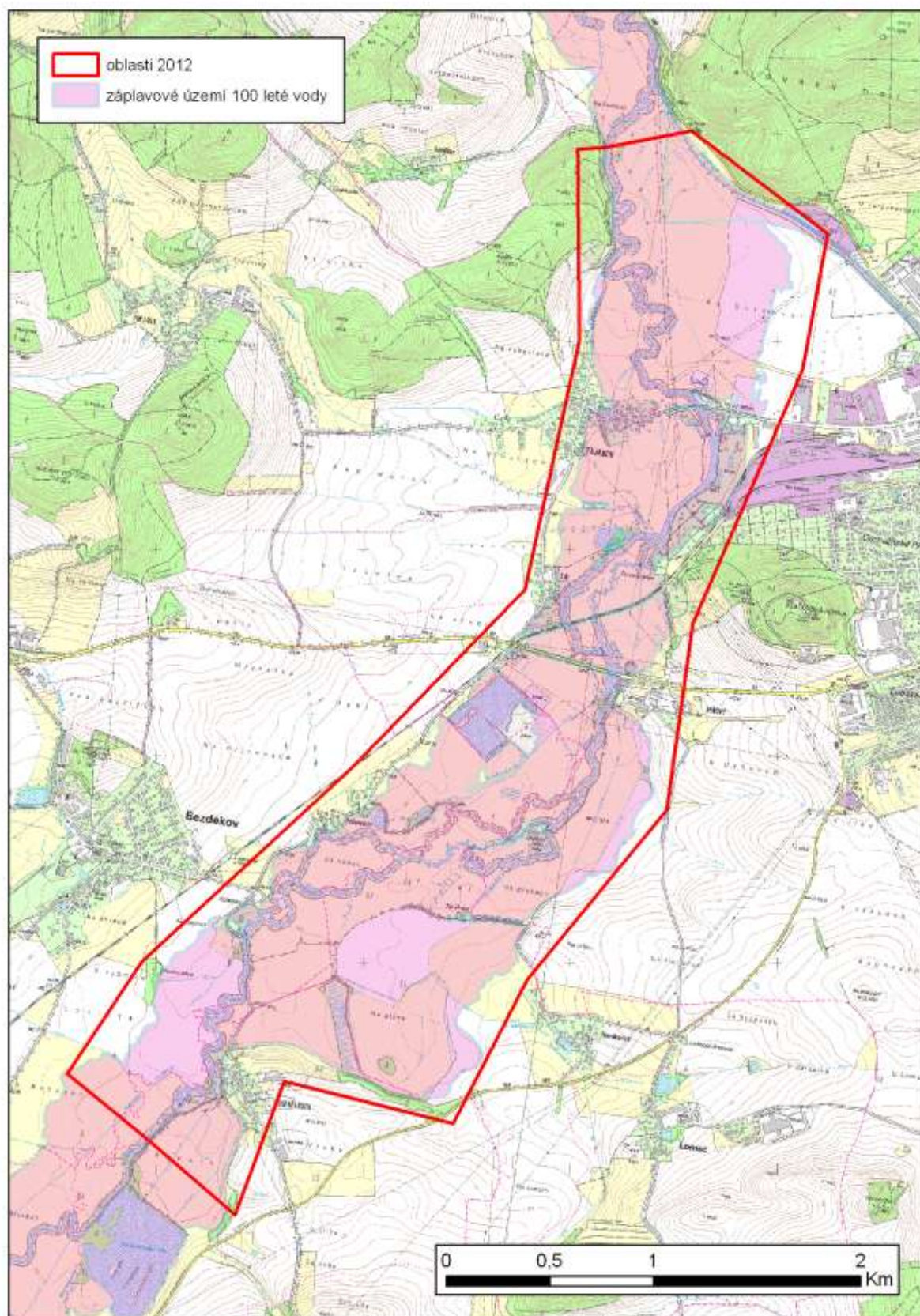
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 45).

Tabulka 45: Charakteristiky lokality Jizerka

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	86
Sklonitost	povodí celého toku	%	22,6
	úseku (podélný profil)	%	1,03
	území rozsahu modelu	%	21
	spádové oblasti	%	22,57
Délka toku	spádové oblasti	km	15,7
	úseku	m	6579
	celkem	km	21,6
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	415,02
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	384,83
		m n. m.	445,21
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	697,31
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	381,48
		m n. m.	1435,10
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	697,31
	rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	381,480
m n. m.		1435,10	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	10-22; 14
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	0,5-5; 2
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	7
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(63-190)127
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=18; 5=43,7; 10=58; 50=99; 100=120
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	800 - 1000
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: fylity, jílovce až slepence. Pokryvné útvary: hlíny, jíly až balvanité písky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	5-7
Koryto			
charakter břehů koryta	převládající typ opevnění	%	většinou upravené, průtočné

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	25
	procento zastavění	%	28
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G beta
	typ modelu	-	1D

4.6 ÚHLAVA



Obrázek 69: Lokalita Úhlava

4.6.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.6.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek tohoto vodohospodářsky významného toku leží na západním okraji Klatov. Jedná se o 9,109 km převážně neupraveného toku (ř. km 70,205 – 61,096). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 21-24-19, 21-24-20, 21-24-24 a 21-24-25 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 21-24 Klatovy. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Klatovy Západočeského kraje. Po toku Úhlavy zde leží obce Janovice nad Úhlavou (osada a katastrální území Dolní Lhota u Klatov), Bezděkov (k. ú. Bezděkov u Klatov), Lomec (osada a k. ú. Novákovice) a Klatovy (město a k. ú. Klatovy, část a k. ú. Kal u Klatov a Tajanov u Tupadel).

Po levém břehu Úhlavy prochází jednokolejná železnice Klatovy – Domažlice (trať č. 185), která mezi obcemi Kal a Beňovy řeku křížuje po mostě. Údolní nivu překračuje na náspu. Silniční síť je poměrně hustá, což je dáno sousedstvím křižovatky cest v okresním městě Klatovy. Středem území prochází ve v-z směru silnice I/22 Vodňany – Strakonice – Klatovy – Draženov u Domažlic. Severním okrajem prochází silnice II/185 Klatovy – Staňkov. Na tyto hlavní cesty navazuje řada silnic III. třídy a místních komunikací včetně ulic v obcích, polních a lesních cest.

Na Úhlavě jsou zde následující mosty: silniční u Bezděkova (u dvora Volenov, Obrázek 71) a nad Beňovy z pravého břehu na ostrov do kempu Drážský Mlýn. Mezi Beňovy a Kale je mostů několik. Čtyři silniční (přes Úhlavu, přes náhon a dva přes malé přítoky) a dva železniční (přes Úhlavu, Obrázek 72 a přes náhon). Další dva jsou na silnici mezi Klatovy a Tajanovem – přes Úhlavu a odlehčovací nad nivou – pod ním žádný tok neteče. Na tomto úseku silnice jsou ještě dva propustky.

Rovněž je zde řada lávek:

- nad elektrárnou u Dolní Lhoty
- tři přes náhon mezi Volenovem a Poborovicemi
- přes náhon nad kempem Drážský Mlýn
- přes náhon u Červeného Mlýna na Z okraji Klatov
- přes Úhlavu a dva přes náhon u Nového Mlýna na Z okraji Klatov (Obrázek 73)

Na Úhlavě je několik jezů:

- mezi ř. km 70 a 71 u elektrárny pod Dolní Lhotou dva jezy na dvou ramenech řeky (délka 26,3 a 18,0 m, výška 2,7 m, Obrázek 74)
- mezi ř. km 69 a 70 dva jezy u Bezděkova o délce 20,2 m a 18,0 m a výškách 1,7 m a 1,9 m,
- mezi ř. km 67 a 68 pod Poborovicemi o délce 18,0 m a výšce 1,9 m,
- mezi ř. km 66 a 67 mezi Beňovy a Kalem pro elektrárnu o délce 33,7 m a výšce 1,5 m,
- mezi ř. km 64 a 65 u Tajanova s délkou 13,1 a výškou 2,4 m.

U Drážského Mlýna je v těsné blízkosti řeky a náhonu kemp. Na pravém břehu na Z okraji Klatov je koupaliště. Pod Dolní Lhotou je v nivě řeky čerpací stanice. Nad Volenovem, nad Beňovy a nad Tajanovem jsou v nivě řeky zdroje podzemních vod. U Nového Mlýna na Z okraji Klatov je úpravná vody, vodoměrná stanice a dvě čerpací stanice. U Tajanova a naproti pod Klatovy jsou dva objekty

státní pozorovací sítě podzemních vod. Klatovská ČOV se nachází na sv. okraji zkoumaného území na Drnovém potoce (Obrázek 75). Zde je přes něj i lávka.

V Klatovech je řada průmyslových podniků, z nichž jeden leží na okraji zkoumaného území, na okraji nivy Úhlavy severně od nádraží. Západní konec klatovského nádraží je rovněž na okraji údolní nivy a zasahuje do našeho území. Objekty zemědělských podniků v Dolní Lhotě a Beňovech jsou 10 - 15 m vysoko nad nivou Úhlavy. Z údolní nivy se mezi Poborovicemi a Kalem těží štěrkopísky (Obrázek 76 a Obrázek 77).

Identifikátor TOK_ID Úhlavy je 132140000100, podle Gravelia jde o tok V. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 11003032000000 (dolní část), 11003034000000, 11003036000000 (rozdělené vodočtem na 11003036000070 a 11003036000090) a 11003038000000 (horní část). Úhlava má v tomto úseku několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím. Zleva to jsou Korytský potok (TOK_ID 132460000100) a Tupadelský potok (132500000100), zprava Novákovický potok (132480000100) a Drnový potok (132520000100).

V okolí dolního toku Novákovického potoka a jeho levostranných přítoků u Dolní Lhoty leží přírodní rezervace Luňáky. Chráněny jsou zde zbytky slatinných luk a fauna.

Vodácky je tento úsek Úhlavy sjízdný po většinu roku, pokud vodočet ve Švihově ukazuje minimálně 25 cm. K Tajanovu má obtížnost WW I, pod ním ZW B (Kohoutek, 1978).

4.6.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Úhlava pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 180 kategorie A - Tajanov, ř. km 64,30 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází v dolní části řešeného území. Stanici spravuje ČHMÚ Plzeň, příslušnou obcí s rozšířenou působností jsou Klatovy. Plocha povodí k profilu činí 338,81 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 3,46 m³/s a průměrný roční stav 72 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 250 cm a průtoku 22,7 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 290 cm a průtoku 28,8 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 300 cm a průtoku 44,5 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 362 cm, byl na profilu zaznamenán 13. 8. 2002, druhý nejvyšší, 315 cm, 28. 6. 2009.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 46: N-leté průtoky Tajanov

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	20,1	49,3	65,7	112	137

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307073, aktualizace září2011)

4.6.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) MW11. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o mírně teplou a mírně suchou oblast B2. Okrsek je tedy mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 7,6°C podle měření klimatické stanice Klatovy

(421 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 8 a 9°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) jsou okolo 600 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Klatovy z časové řady let 1901 - 1950 (421 m n. m.) 582 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Klatovy hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 47: Teplota (t) v povodí - Klatovy

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-2,1	-0,9	3,1	7,3	12,4	15,3	17,1	16,4	12,9	7,7	2,6	-0,8	7,6	13,6

Tabulka 48: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Klatovy

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	30	27	28	46	65	76	82	70	51	42	32	33	582

4.6.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Poberounské soustavy. Z oblasti Plzeňské pahorkatiny (VB) sem zasahuje celek Švihovské vrchoviny (VB-3), podcelek Klatovské kotliny (VB-3C), okrsek Janovického úvalu (VB-3C-a).

Vznik povrchu oblasti byl podmíněn existencí Plzeňské kotliny již v mladším paleozoiku. Oblast byla podle zachovaných stop odvodňována do této kotliny již od oligocénu. Jsou tu malé výškové rozdíly, celý reliéf kromě suků tvrdých hornin je plochý. Hluboká eroze Úhlavy byla vystřídána v mladším kvartéru sedimentací. Činností větru se v nejmladším kvartéru vytvořily závěje spraší a sprašových hlín.

Úhlava zde nepříliš složitě meandruje v údolí, širokém u svého dna 400 až 1 700 m. Zpočátku teče k SV, západně od Klatov je odkloněna prahem odolnějších hornin k S až SSZ ve směru převládajících tektonických poruch. Tyto rovněž predisponovaly směr pravostranného přítoku – Drnového potoka. Údolní niva se zužuje v místech křížení poloh pevnějších hornin u Dolní Lhoty, Klatov a na dolním konci zkoumaného území až na 400 – 500 m. Oba svahy údolí jsou povolvné, mimo právě zmíněné části. Zejména stráně Klatovské hory, Husína a protilehlé stráně Klatovského boru (533 m n. m.) jsou značně strmé.

Řeka teče krajinou, kde mimo zastavěné plochy obcí převládají louky (Obrázek 79). Pole jsou spíše na stráních a není jich mnoho. Les se vyskytuje pouze na svahu Husína a zasahuje až k řece. Údolní niva je široká 400 – 1700 m. Železnice překonává údolní nivu nospem s mosty (Obrázek 72 a Obrázek 80). Na náspu s mosty a propustky ji překonávají i hlavní. Nadmořská výška lokality je cca 385,18 – 442 m n. m., při čemž Úhlava sama teče ze 400,32 m n. m. po 385,18 m n. m. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 15 – 50 m, průměrně 20 m. Generelní sklon toku je 0,17 % a je vyrovnáván jezy u elektráren a mlýnských náhonů. Těch je zde několik a mají i své boční napájení z dalších míst na toku

Úhlavy. Protože řeka zde má malý sklon, jsou zamokřené části údolní nivy odvodňovány příkopy, někdy jen s občasným průtokem vody. Pouze místy řeka vytváří drobné peřeje. Větší vodní nádrže zde nejsou, pouze několik malých rybníčků a zatopené plochy po těžbě štěrkopísků. Podél řeky jsou nesouvisle vyvinuty říční terasy, zejména würmského stáří (především mezi Bezděkovem a Tajanovem).

Koryto je regulováno jen v krátkých úsecích, např. u jezů, mostů a staveb např. mlýnů. Výška břehů je v horní části okolo 0,5 m, dole se zvyšuje až na 1 m (Obrázek 81).

Zástavba obcí je situována většinou nad údolní nivou, vzácně i částečně na ni (Tajanov, část Domažlického předměstí Klatov).

(Čepek et al., 1961)

4.6.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalním podkladem sledovaného území je především klatovská apofýza středočeského plutonu. Pouze dolní úsek mezi Husínem a Klatovským borem je tvořen svrchnoproterozoickými kontaktně metamorfovanými horninami kralupsko-zbraslavské skupiny Barrandienu (cryogen - ediacar).

Hlavní horninou Barrandienu je biotitický rohovec, místy s muskovitem, primárně s převahou aleuropelitické složky, který lemuje SZ okraj klatovské apofýzy středočeského plutonu. Na bezprostředním styku s ním obsahuje i cordierit, někdy i draselný živec. Obecně je tvořen biotitem, plagioklasem a křemenem, podíl muskovitu je nízký. Občas obsahuje turmalín a grafitický pigment. V něm se nachází vločky grafitického kvarcitu.

Paleozoický středočeský pluton je zde zastoupen středním úsekem klatovské apofýzy. Hlavní horninou je hrubozrnný amfibol-biotitický granodiorit klatovského typu. Je tvořen amfibolem, biotitem, plagioklasem, draselným živcem a křemenem. Místy obsahuje xenolity rohovců a rul. Hrubozrnná biotitická žula v něm tvoří mladší čočkovitá tělesa. Tato hornina se snadno rozpadá na hrubě zrnité eluvium. Je tvořena biotitem, plagioklasem, mikroklinem, křemenem a ojedinělým muskovitem.

Z kvartéru je zastoupen pouze würm a holocén. Würmského stáří jsou terasové fluviální písčité štěrky v podloží holocénních sedimentů Úhlavy. Nad Tajanovem jsou mocné v osní části údolí až 15 m, u okrajů 5 – 7 m. Pod Tajanovem je jejich mocnost menší, právě tak i na dolním toku Drnového potoka. Jejich báze jen málo přesahuje 8 m pod povrchem. U báze jsou dosti hrubozrnné, valouny dosahují velikosti i 25 – 30 cm, směrem do nadloží se tyto terasové sedimenty zjemňují. Jak je uvedeno níže, jsou těženy na ložisku štěrkopísku Bezděkov – Beňovy.

Würmského stáří jsou rovněž sprašové hlíny na levém břehu Úhlavy mezi Rohoznem a Tajanovem a v prostoru klatovského nádraží. Kromě prachové frakce obsahují i jemně slídnatou hlínu a polohy horninové drti velikosti 5 – 7 mm. Deluviální sedimenty jsou převážně hlinitopísčité s hojnou příměsí hornin skalního podkladu. Je občas obtížné je odlišit od reziduálních sedimentů (zvětralinového pláště).

V holocénu se vytvořily deluviofluviální hlinitopísčité a hlinitokamenité sedimenty, vyplňující terénní deprese v mocnosti 1 – 5 m. V údolní nivě Úhlavy a dolních částí jejich větších přítoků jsou 1 – 2 m (max. 4 m) mocné fluviální písčitohlinité sedimenty. Jde obvykle o silně humózní, jemně slídnaté

jílovité a místy písčité povodňové hlíny, lokálně s polohami písčitého štěrku a písku. Hnilokalové usazeniny jsou pouze v klidných částech toku a jeho ramen; mají mocnost do několika dm.

Pro vysoký stupeň kontaktní rekrystalizace proterozoických hornin nelze jejich vrásovou stavbu přesněji dešifrovat. Nicméně podle kvarcitických vložek mají směr SV – JZ. Z poruch je zde významný zlom směru SZ – JV východně od Tajanova, jdoucí pod údolní nivou a dále ne svahu Klatovské hůrky. Dva subparalelní zlomy prochází Bezděkovem. Mezi Poborovicemi a Novákovými prochází další zlom ve směru ZSZ – VJV.

V nivě Úhlavy a přilehlých mírných svazích jsou vyvinuty hnědozemě, jinde podzolované půdy. Jsou převážně jílovité až jílovitohlinité, místy hlinitopísčité.

Na levém břehu Úhlavy se nachází dvě ložiska štěrkopísků. Mezi Bezděkovem u Klatov a Dolní Lhotou do našeho prostoru zasahuje část plochy ložiska nevyhrazeného nerostu Janovice nad Úhlavou – štěrkopísky.

Vsuvka: Poručík Hamáček pravil: „Přesunuli jsme se a jsme kde?“ „V prdeli“ doplnil vojín Voňavka. Ale poručík Hamáček nerušeně pokračoval: „V Janovicích nad Úhlavou“

Surovina je obdobného charakteru, jako v níže uvedeném ložisku Bezděkov – Beňovy. Má však nevhodnou humusovitost, kterou lze zmenšit těžbou z vody. Pro větší obsah větších valounů bylo doporučeno drcení. Dosud nebylo těženo. Do něj zasahuje níže uvedené chráněné území – hnízdiště vodního ptactva.

Mezi Bezděkovem a Beňovy leží chráněné ložiskové území Beňovy – štěrkopísky, které je celé v našem zájmovém území. Silnice Klatovy, a.s. zde na čtyřech plochách nevyhrazených nerostů Bezděkov – Beňovy těží Silnice Klatovy a.s. z vody eluviálně rozpadlý biotit-amfibolický granodiorit spolu s nadložními fluviálními písčity štěrky würmského stáří (Obrázek 76 a Obrázek 77). Jejich mocnost je 2,5 – 11,8 m. Maximální velikost valounů je 30 cm, jílovitost v průměru 4,6 %, zřídka přes 10 %, místy nevhodná humusovitost.

(Čepek et al., 1961; Vejnar et al., 1988; Vejnar et al., 1987)

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.6.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je zájmového území součástí rajónu základní vrstvy 6310 – Krystalinikum v povodí horní Vltavy a Úhlavy. Většina území je rovněž součástí rajónu svrchní vrstvy 1310 – Kvartér Úhlavy (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Hazdrová (1987). V zájmovém území je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásmu připovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem. Nejdůležitější je průlinový kvartérní kolektor fluviálních písků a štěrků. Koeficient transmisivity T tu činí od $2,0 \cdot 10^{-4}$ do $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Hazdrová, 1987).

Mělká zvodeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří částečně do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II., lokálně i III. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku (Hazdrová, 1987).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký až střední (mezi 1 až 3 l.s⁻¹.km⁻²).

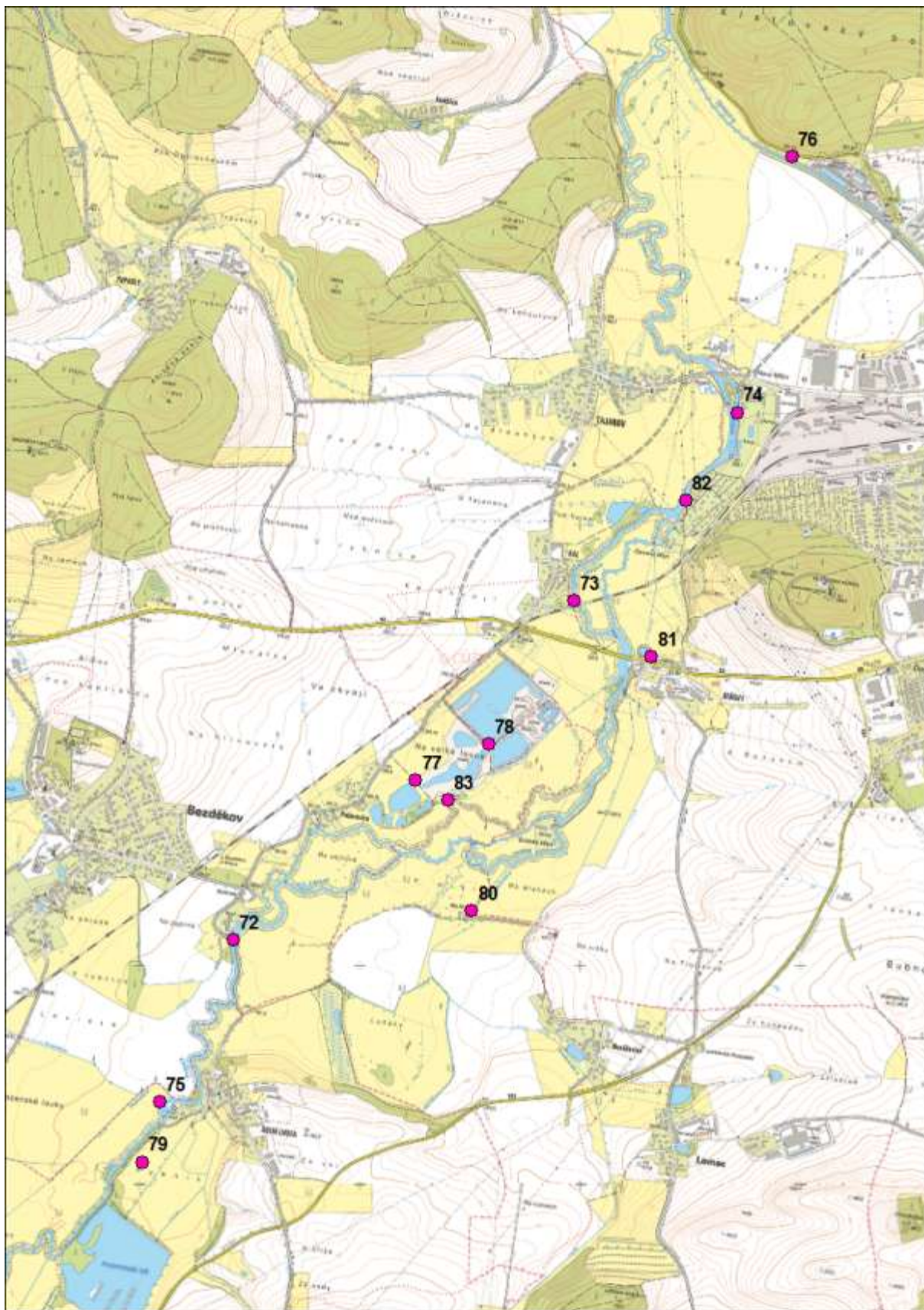
Při normálních a nižších průtocích má tok Úhlavy drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Úhlavy a tím i k určitému snížení průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy již není v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních.

4.6.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Úhlavy mají z hlediska vegetace různorodý charakter: většinou jsou pokryty úzkým pásem pobřežní vegetace dřevin (olše, topoly, vrby, olše, jasany, javory, duby, místy se objeví i hloh, Obrázek 78). Místy je zde i vysoký bylinný porost s invazní netýkavkou žláznatou (*Impatiens glandulifera*, Obrázek 82). Na dolním okraji území pod Husínem v příkrých partiích lesní porost smrků a borovic zasahuje téměř až k řečišti. Obvykle za lužní vegetací přiléhají k řece louky, vzácně pole. V několika místech je koryto otevřené, bezprostředně sousedící s lučními porosty.

4.6.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl odpoledne dne 20. 8. 2012 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 25°C. V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 70).



Obrázek 70: Lokalizace fotografií



Obrázek 71: Silniční most u Bezděkova



Obrázek 72: Železniční most přes Úhlavu



Obrázek 73: Lávka přes Úhlovu a náhon u Nového Mlýna



Obrázek 74: Jez u elektrárny pod Dolní Lhotou



Obrázek 75: Klatovská ČOV



Obrázek 76: Těžba štěrkopísku



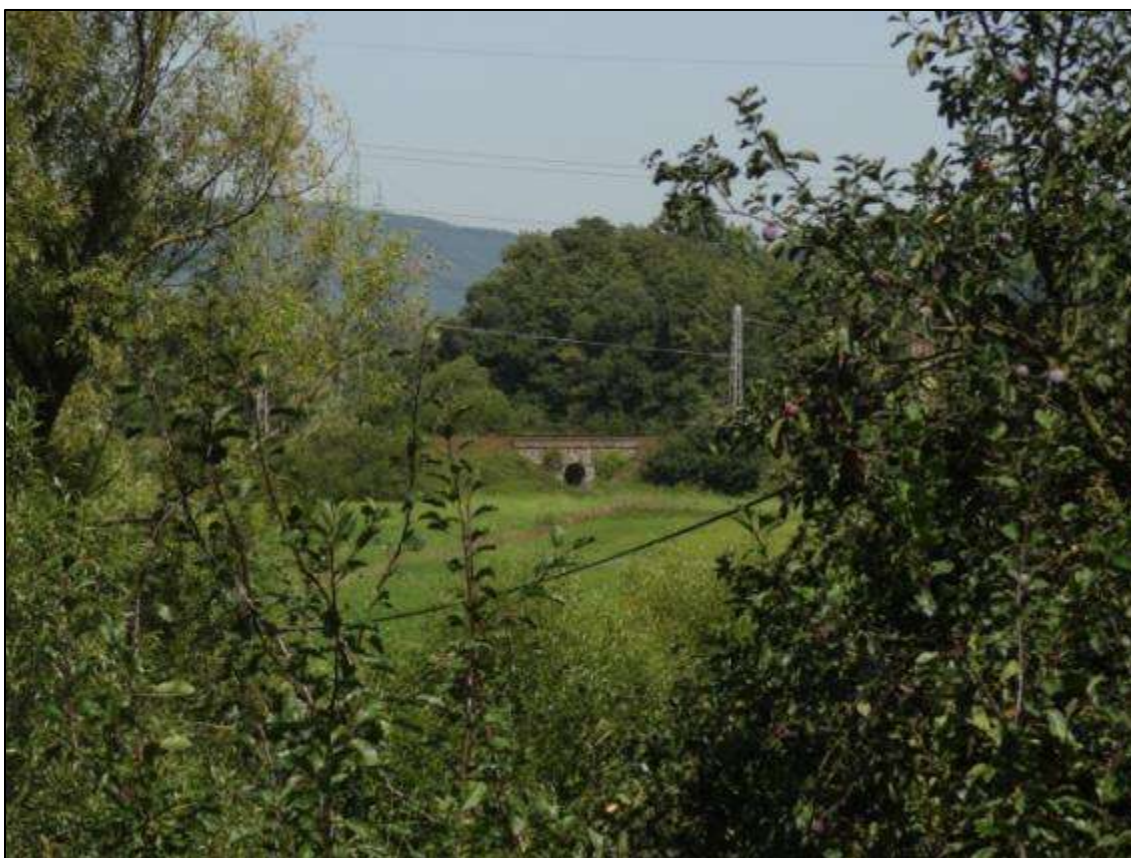
Obrázek 77: Těžba štěrkopísku



Obrázek 78: Břehový porost



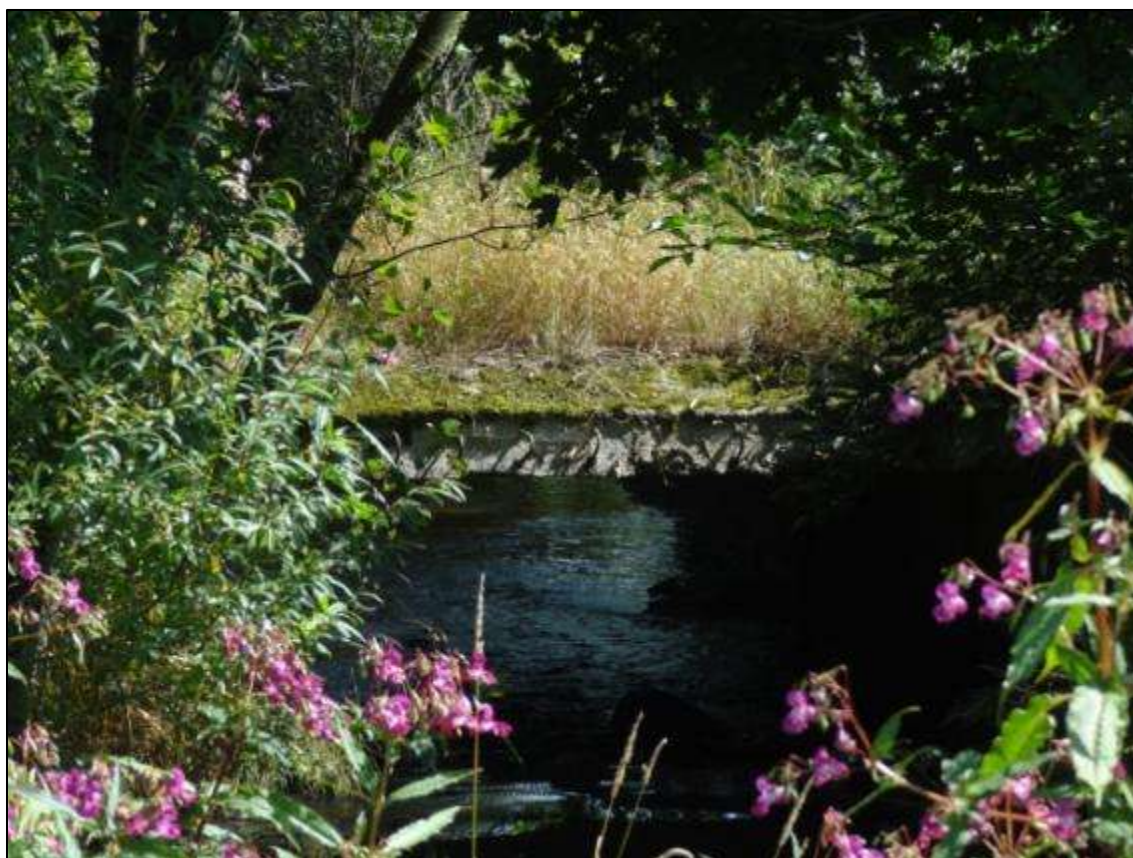
Obrázek 79: Údolní niva Úhlavy



Obrázek 80: Násyp se železnicí



Obrázek 81: Výška břehů koryta



Obrázek 82: Bylinný porost

4.6.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.6.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 49: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodeticky zaměřené profily, letecké laserové skenování Georeal 2006
Data LLS	DMR 4G
Použitý model	FAST 2D
Typ modelování	2D
Počet profilů	34

4.6.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 61,096 až 70,205 pomocí dvourozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý Obrázek 83, kde je na podkladu letecké fotografie červeně vyznačena hranice dvourozměrného modelu.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy – Q_{100} a Q_5 .

Dvourozměrný model proudění vody byl vytvořen pomocí modelu FAST 2D, který používá křivočarou výpočetní síť. Řešená oblast je ve směru proudění dlouhá cca 5700 m, šířka je proměnlivá v rozmezí od 500 m do 1300 m. Výpočetní síť je tvořena $2800 \times 600 = 1680000$ buňkami o průměrné velikosti $1,2 \times 2$ m.

V porovnávací studii jsou porovnány výsledky dvou variant výpočetního dvourozměrného modelu, které se liší vstupními daty pro model terénu v inundačním území. V první variantě byla použita data z leteckého skenování pořízená firmou Georeal v r. 2006 (poskytnuto od Povodí Vltavy), hustota rastru byla 2×2 m, deklarovaná výšková přesnost ± 15 cm – pomocí tohoto modelu bylo stanoveno v současné době platné záplavové území. Druhá varianta modelu využívá pro popis tvaru inundace nově dostupná data z leteckého skenování – model DMR 4G. Tvar koryta Úhlavy byl vytvořen na základě zaměřených korytových a objektových profilů. Pro popis kanálů a vedlejších vodotečí byly využity informace z leteckého skenování, případně byl popis doplněn existujícím pozemním zaměřením. Tvary násypů komunikací v modelu DMR 4G nebyly úmyslně upravovány pomocí dostupného pozemního zaměřením, aby se prokázal nedostatek použitých dat v těchto lokalitách.

Parametry popisující charakter povrchu byly v obou variantách modelu zadávány stejně.

Na vstupní hranici modelu byla zadána okrajová podmínka definující hodnotu průtoku a na dolním okraji byla zadána známá poloha hladiny.

Výsledkem dvourozměrného modelového řešení jsou hodnoty hladiny a velikosti rychlostí v každém uzlu výpočetní sítě. Tyto hodnoty byly zpracovány pomocí postprocesorů do podoby map hladin a záplavových čar.



Obrázek 83: Rozsah dvourozměrného modelu v lokalitě Úhlava

4.6.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

Lokalita Úhlava je z pohledu tradičních vstupních dat netypická. Původní model terénu byl sestaven jednak s použitím geodeticky zaměřených příčných profilů inundací a pak z historických dat leteckého laserového skenování provedeného firmou Georeal v roce 2006 (DMR_PUV - vlastník dat Povodí Vltavy, rastr 2x2 m, deklarovaná výšková přesnost ± 15 cm, přesnost v polohopisu ± 50 cm). Z nových dat LLS byl k dispozici pouze produkt DMR 4G. Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 50.

Tabulka 50: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR4G-GEO	ZAB-GEO	DMR_PUV-GEO
počet bodů	619,000	619,000	619,000
average	-0,066	0,011	-0,077
sm. Odch	0,879	0,893	0,478
MIN	-4,478	-3,394	-4,059
MAX	1,800	3,005	1,127
RMSE	0,882	0,893	0,484
suma	-40,890	7,093	-38,064
systematická chyba	-0,066	0,011	-0,061
suma čtverců	481,365	493,902	143,928
úplná střední chyba	0,882	0,893	0,482
percentil 0.3	-4,460	-3,327	-3,687
percentil 5	-2,375	-1,485	-0,579
percentil 95	0,740	1,516	0,289
percentil 99,7	1,504	2,994	1,017
1. kvartil	-0,078	-0,372	-0,069
2. kvartil	0,167	0,047	0,000
3. kvartil	0,248	0,407	0,080

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO a to jak nová data, tak původní zaměřená v roce 2006. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 4G je tento rozdíl cca 7 cm a u dat DMR_PUV cca 6 cm. Data ZAB jsou naopak výškově nadhodnocena, rozdíl je však překvapivě malý (1 cm). Důvod této výjimečné přesnosti dat ZABAGED® se v rámci projektu nepodařil zjistit.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 88 cm u dat DMR 4G je v případě Úhlavy stejná jako chyba dat ZAB (89 cm). Hodnoty chyb jsou poměrně vysoké. Rozdíl v chybě mezi původními daty skenovanými firmou Georeal (48 cm) a novým výškopisem (88 cm) je způsoben větší hustotou dat původních (rastr bodů je 2 x 2 m, zatímco DMR 4G má hustotu 4 x 4 m).

4.6.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 51: Porovnání ploch ZÚ (Úhlava 2D)

Úhlava 2D		PUV ZU-DMR 4G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	5,3
	míra zmenšení [%]	11,3
	celková změna [%]	94,0
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	1,6
	míra zmenšení [%]	4,7
	celková změna [%]	96,9

U lokality Úhlava byly srovnávány jiné výškopisné podklady, než v ostatních lokalitách. Původní ZÚ byla vymezena nad daty LLS firmy Georeal z roku 2006. Nová pak pouze na datech DMR 4G. Porovnání ploch ZÚ určených 2D modelováním ukázalo zmenšení rozlivu povodně o 6% - třída přesnosti II - u návrhového průtoku Q₅ a zmenšení rozlivu o cca 3% - třída přesnosti I - u průtoku Q₁₀₀.

4.6.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 52: Parametry hodnocení lokality Úhlava

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,17	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	5	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	6	%
5	Míra zastavění	6	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	8	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	LLS*	-

* Data LLS firmy Georeal zaměřená v roce 2006

Úhlava je v řešeném území středně široká řeka s mírným podélným sklonem i poměrně nízkou plošnou sklonitostí. Inundace je tvořena převážně lučními porosty s malou plochou zalesnění i zastavění.

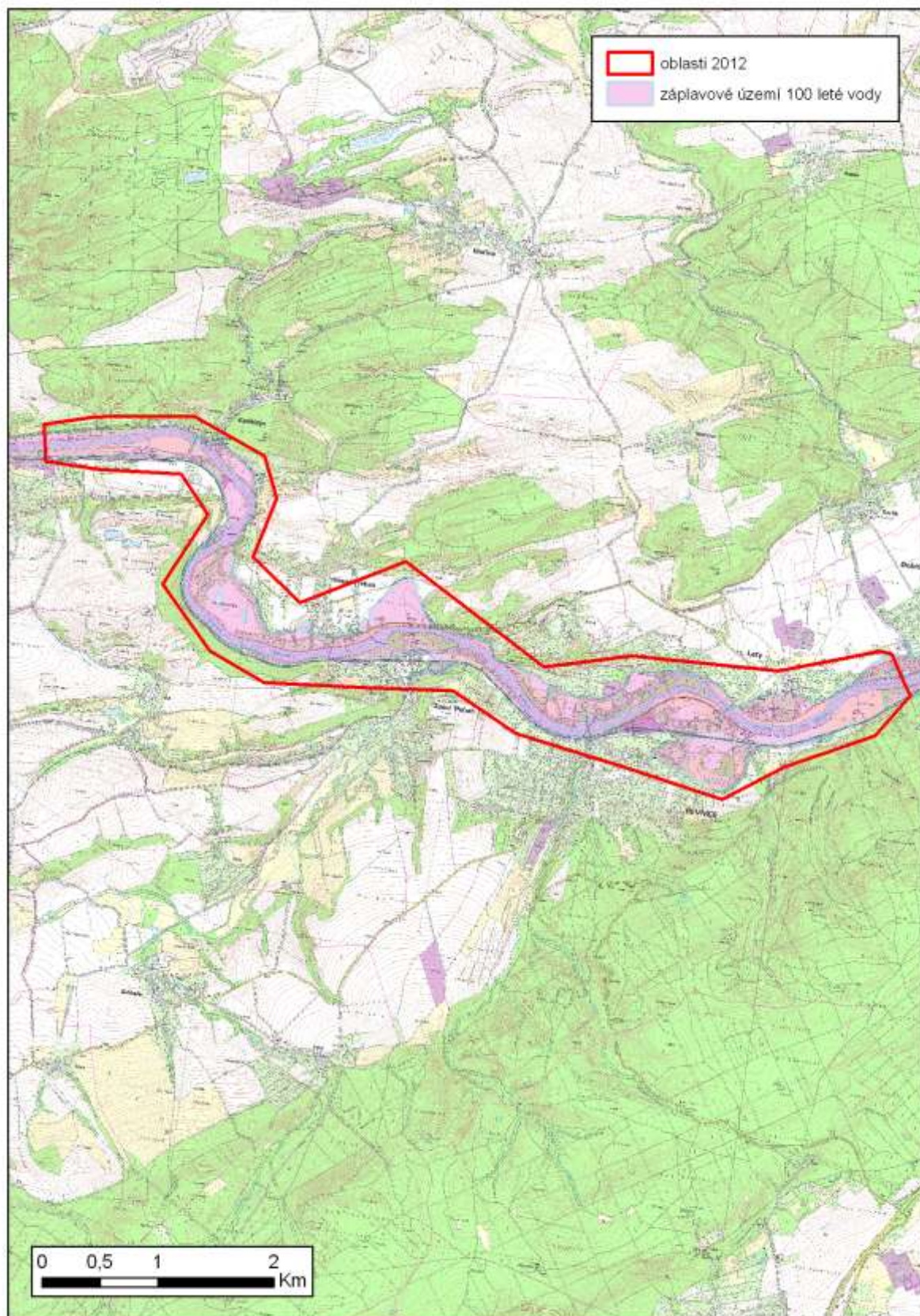
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 53).

Tabulka 53: Charakteristiky lokality Úhlava

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	441,36
Sklonitost	povodí celého toku	%	11,6
	úseku (podélný profil)	%	0,17
	území rozsahu modelu	%	5
	spádové oblasti	%	14,57

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Délka toku	spádové oblasti	km	44,58
	úseku	m	9109
	celkem	km	103,96
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	392,75
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	385,18
		m n. m.	400,32
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	592,56
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	383,16
		m n. m.	1343,18
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	519,36
rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	304,37	
	m n. m.	1343,18	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	15-50; 20
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	2-3,3; 2,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	8
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(400-1700) 914
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=20,1; 5=49,3; 10=65,7; 50=112; 100=137
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	600
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: granodiorit, rohovec. Pokryvné útvary: hlíny až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-3
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, většinou průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	6
	procento zastavění	%	6
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	LLS Georeal 2006
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G
	typ modelu	-	2D

4.7 BEROUNKA DOLNÍ



Obrázek 84: Lokalita Berounka dolní

4.7.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.7.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Berounky leží jihozápadně od Prahy mezi obcemi Karlštejn a Dobřichovice. Jedná se o 10,2 km, převážně neupraveného toku (říční km 26,8 -16,6). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 12-41-18, 12-41-19 a 12-41-20 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 12-41 Beroun. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

V řešené lokalitě leží řada obcí. Po toku Berounky to jsou v okrese Beroun Karlštejn, Hlásná a Zadní Třeboň, v okrese Praha – západ Řevnice a Lety. Po pravém břehu Berounky prochází dvojkolejná železniční trať č. 171 Praha – Beroun, v Zadní Třebani s odbočkou č. 172 do Lochovic. Silniční síť je hustá, po levém břehu vede silnice II. třídy 116 Lety – Beroun – Lány (Obrázek 86). Na ni navazuje řada silnic III. třídy a místních komunikací včetně městských ulic, polních a lesních cest. Na toku jsou tři silniční mosty (Obrázek 87) a jedna lávka pro pěší a tři jezy – v Zadní Třebani o délce 155 m i s ledolamy (Obrázek 88) - u kterých jsou vodní elektrárny. Náhony a rozvětvení řeky vytvářejí několik ostrovů. Přes náhon vede v Řevnicích most a v Letech dvě lávky. V blízkosti řeky jsou 3 fotbalová hřiště, 2 ČOV, zdroje podzemních vod, čerpací stanice a 2 kempy.

Identifikátor TOK_ID Berounky je 133030000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP_14) tohoto úseku toku jsou 11105030000090 (dolní část), 11105032000000, 11105038000000 a 11105040000000 (horní část). Berounka má v tomto úseku několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím IV. řádu. Zleva to je Budňanský potok (TOK_ID 137370000100; CHP_14 11105031000000), zprava Svinařský potok (TOK_ID 137390000100; CHP_14 11105037000000) a Moklický potok (TOK_ID 137450000100; CHP_14 11105039000000).

Horní část zájmového území až po Zadní Třeboň se nachází v CHKO Český kras. V něm je na levém břehu část národní přírodní rezervace Karlštejn s rozsáhlými krasovými geomorfologickými jevy a s charakteristickou vegetací. Na pravém břehu mezi Hlásnou a Zadní Třebaní leží chráněné území Voškov (zbytky bučin a suťových lesů).

Vodácky je řeka sjízdňá, má hodnotu obtížnosti ZW C (Kohoutek, 1978).

4.7.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Berounka - dolní pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 205 kategorie A - Beroun, ř. km 34,2 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází cca 8 km nad horním okrajem řešeného území. Přímo v území se žádný hlásný profil nenachází. Stanici spravuje ČHMÚ Praha, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Beroun. Plocha povodí k profilu činí 8284,7 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 35,6 m³/s a průměrný roční stav 122 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 260 cm a průtoku 210 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 320 cm a průtoku 308 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 400 cm a průtoku 467 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 796 cm, byl na profilu zaznamenán 13. 8. 2002, druhý nejvyšší, 565 cm, 21. 7. 1981.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 54: N-leté průtoky Beroun

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	270	615	799	1310	1560

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307284, aktualizace březen 2006)

4.7.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) W2. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde v horní části území o teplou oblast A3, okrsek teplý, suchý, s mírnou zimou. V dolní části prochází hranice mezi mírně teplou oblastí mírně suchou (B2) a mírně vlhkou (B3). Okrsek je tedy mírně teplý, mírně suchý až vlhký, s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 8,4°C podle měření klimatické stanice Králův Dvůr (237 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 8 a 9°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 500 – 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Beroun (235 m n. m.) za období 1901 – 1950 činí 480 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosáhl ve stanici Liteň (317 m n. m.) hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 55: Teplota (t) v povodí – Králův Dvůr

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-1,4	-0,1	3,7	7,9	13,5	16,6	18,3	17,3	13,5	8,2	3,4	-0,1	8,4	14,5

Tabulka 56: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Beroun

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	23	21	25	37	55	60	70	60	40	34	28	27	480

4.7.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Poberounské soustavy a její Brdské oblasti. V rámci této oblasti náleží území celku Hořovické pahorkatiny, podcelku Karlštejnské vrchoviny (VA-4B) ve své horní části a Hořovické brázdy v části dolní. Ta je zde ještě rozdělena do severnější Řevnické brázdy (VA-4A-e) a jižněji ležící Hostomické kotliny (VA-4A-d). Do nejvýchodnější části území zasahují z Brdské oblasti v celku Brdské vrchoviny výběžky podcelku Hřebenů (VA-5B).

Berounka v Českém krasu protéká silurskými a devonskými vápenci údolím kaňonovitého charakteru, zahloubeném do plošiny staropleistocenních teras. Šířka údolní nivy je zde 115 až 250 m (Obrázek 89). Směrem po toku v ordovických horninách od Hlásné Třebaně se otevírá až do šířky až 650 m. Téměř po celé délce teče řeka zastavěnou krajinou s loukami, poli, zahradami a liniovými stavbami, vedoucími podél ní (železnice, silnice, Obrázek 90). Nadmořská výška lokality je cca 202,758 –

340 m n. m., při čemž Berounka sama se pohybuje od 208,86 po 202,758 m n. m. Sklonitost úseku je 0,06 %. U Zadní Třebaně má ale v délce cca 900 m sklon 0,6 – 0,8 %, který je využit pomocí jezu a náhonu ve vodní elektrárně (Obrázek 91). Místy řeka vytváří drobné peřeje. Její koryto je regulováno jen v krátkých úsecích, např. u jezů, mostů, a v obcích v celkové délce 1950 m tj. 20 % délky toku. Regulované jsou často přítoky Berounky. V Řevnicích a Letech jsou vybudovány ochranné hráze v délce 730 a 960 m (Obrázek 92). Přírodní břehy jsou vysoké okolo 1 m (Obrázek 93). Podél břehů jsou rozsáhlé chatové osady, se zahrádkami až k okraji říčního koryta.

Berounku zde provází čtyři skupiny pleistocenních fluvialních teras. Starší (günz a mindel) se nachází ve vyšších geomorfologických patrech údolí. Nejstarší, Günzská, má až dvě úrovně nad kaňonem Berounky. Jejich povrch je 75 – 85 m nad řekou. Rovněž mindelské terasy mají dvě úrovně. Leží při horní hraně kaňonu ve výšce 50 – 65 m nad hladinou řeky. Mají ale malý rozsah.

Písčité štěrky středních teras (riss) jsou uloženy ve 2 – 3 úrovních s povrchy 12 – 35 m nad hladinou Berounky. Údolní terasa Berounky (würm) tvoří dno kaňonu a spodní část holocénní nivy. Povrch je až 4 m nad hladinou. Spodní úroveň 1 – 2 m nad řekou bývá zatopena při běžných povodních pravidelně, svrchní (3 – 4 m nad hladinou) až při povodních mnoholetých.

Z geomorfologického hlediska značně ovlivňují možnosti rozlivu vody při povodních liniové stavby. Především násypy železnice a silnic znemožňují rychlé rozlití povodňové vlny, nicméně voda za ně může proudit pod propustky a zejména mosty (Obrázek 94). Jde o mosty pro průtok potoků, ale také pro mosty železniční nad silnicemi, např. v Řevnicích. V Letech je část obce chráněna hrází (Obrázek 92).

(Kodym et al., 1963)

4.7.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologicky leží zájmová oblast v jihovýchodním křídle pražské pánve barrandienskéhopaleozoika – jeho svrchní části (ordovik až spodní devon). Celé toto souvrství je zde ukloněno 20 – 40°k SSZ a je porušeno četnými příčnými zlomy směru SZ – JV a podélnými přesmyky směru shodného se směrem vrstev. Z nich je nejvýraznější očkovský přesmyk, způsobující opakování vrstevního sledu. Pokryvné útvary kvaternárního stáří se skládají z písčitých až štěrkopískových údolních teras, spraší, svahovin, dejekčních kuželů a z povodňových hlín a navážek.

Podloží sledovaného úseku tvoří po proudu Berounky v okolí Karlštejna lochkovské souvrství (spodní devon - lochkov) ve facii radotínských bituminózních vápenců s vložkami vápničitých břidlic. Místy obsahují i lavice krinoidových vápenců např. v Budňanské skále (Obrázek 89), která je pomocným mezinárodním standardním profilem hranice silur – devon. Silur je zde zastoupen deskovitými vápenci s vložkami vápničitých břidlic přídolského souvrství (přídol).

Pod nimi, již pod Karlštejnem, se nachází silurské kopaninské souvrství (ludlow) složené z vápničitých břidlic s tufitickou příměsí. Niže je liteňské souvrství (llandover) jílovitých a prachovitých břidlic s tufitickou příměsí. V nich jsou četné polohy alterovaných bazaltických hornin. Těsně nad silnicí u Berounky proti Klučicím je v nich skalní výchoz těšinitu a egrinaugitického syenitu.

Dále k jihu až k Hlásné Třebani je v jejich podloží již ordovické kosovské souvrství (kosov) představované flyšoidním střídáním křemitých pískovců, drob, prachovců a jílovitých břidlic, na bázi i s hrubozrnným pískovcem s valounky.

Jihovýchodně od očkovského přesmyku v Hlásné Třebani sled vrstev opakuje od liteňských až po kosovské vrstvy a kvůli dalším paralelním přesmykům se opakuje ještě několikrát. Nad řekou jsou zde významné odkryvy bazálních vrstev siluru: Vočkov a Hlásná Třebaň – osada Rovina.

Dále po proudu Berounky jsou v podloží pokryvných útvarů (méně již ve výchozech) ordovická souvrství královského – královského jílovité břidlice, berounu – bohdalecké jílovité břidlice, zahořanské prachovce, vinické jílovité břidlice s příměsí křemitého prachu i hrubšího detritu a zejména mocné flyšoidní letenské souvrství drob, prachovců a jílovitých břidlic.

Na tomto zvrásněném paleozoickém podkladu jsou v údolí Berounky rozsáhlé fluviatilní písčité štěrky říčních teras. Pro posuzované zátopové území jsou důležité střední a spodní terasy stáří riss a würm, zatímco terasy starší (günz a mindel) se nachází ve vyšších geomorfologických patrech údolí.

Písčité štěrky střední terasy (riss) jsou uloženy ve 2 – 3 úrovních s povrchy 12 – 35 m nad hladinou Berounky. Jejich mocnost je 10 – 22 m. Na nich se vyskytují místy spraše, úlomkovité spraše a svahové uloženy.

Údolní terasa Berounky (würm) tvoří dno kaňonu a spodní část holocénní nivy. Povrch je až 4 m nad hladinou, báze 8 – 10 m pod ní. Würmské sedimenty jsou tvořeny písčitými štěrky s povodňovými hlínami. Nejsou na nich spraše, ale u ústí údolí některých přítoků dejekční kužely. Největší je u ústí Kejně v Řevnicích.

Holocénní fluviatilní písčitohlinité, jílovité a štěrkovité sedimenty tvoří v celém sledovaném úseku řeky a jejich přítoků pouze dno toků a jejich bezprostřední okolí včetně většiny ostrovů. Jsou mocné 2 – 5 m a většinou jsou zvodněné.

Dále se zde vyskytují svahové a antropogenní sedimenty.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se zde nenacházejí.

(Havlíček et al., 1986 - 1; Havlíček et al., 1986 - 2)

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.7.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 6240 – Svrchní silur a devon Barrandienu. Na jihovýchodě zasahuje do zájmového území i rajon 6230 – Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Mentlík (1987). V zájmovém území je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodně v kvartérních sedimentech a pásmu přípovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodně je vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generálně konformní s terénem.

Nekarbonátové paleozoické horniny, ale i silurské a devonské vápence jsou bez průlinové propustnosti. Povrchové krasové jevy se vyskytují vzácně, živější a hlubší oběh vody je pouze po otevřených puklinách (Havlíček et al., 1986).

Nejvýraznější kolektory průlinového typu jsou vyvinuty ve fluvialních písčítých štěrcích kvartérního stáří podél Berounky. Zde naměřené hodnoty odpovídají řádově koeficientu transmisivity T od $3 \cdot 10^{-4}$ do $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Uložení vyšších terasových stupňů (často denudační zbytky) jsou málo mocné a málo zvodnělé. Výjimku tvoří levobřežní terasa Berounky mezi Lety, Karlíkem a Dobřichovicemi, kde mocnost štěrkovitých písků dosahuje 11 m, koeficient transmisivity T se zde pohybuje okolo hodnoty $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Pro účely vodárenského jímání podzemní vody jsou v zájmovém území nejlepší podmínky ve fluvialních písčítých štěrcích Berounky (Havlíček et al., 1986). Mělká zvedeň je však nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. V zájmovém území se vyskytují oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II., lokálně i III. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku, případně i železa a manganu (Mentlík, 1987).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) v sedimentech siluru a devonu zvýšený (mezi 3 až $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$), ve zbylé části území nízký (mezi 1 až $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Berounky drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Berounky a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy již není v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních, výjimkou jsou některé nižší a střední terasové stupně.

4.7.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Území na dolním toku Berounky má charakter antropomorfní krajiny – přírodního pokryvu je málo. Přesto jsou břehy téměř po celé délce pokryty lužní vegetací (olše, vrby, osiky, topoly, hustý a mnohdy i vysoký bylinný porost, Obrázek 89 a Obrázek 93). Tato vegetace se místy vyskytuje i na drobných ostrůvcích v mělkém korytě řeky. V menší míře přiléhají k řece zahrady a pole. Pouze v několika místech je koryto otevřené, bezprostředně sousedící s lučními porosty (Obrázek 95).

4.7.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl dne 19. 6. 2012 za podmračeného počasí s občasným deštěm a teploty přibližně 15°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 85).



Obrázek 85: Lokalizace fotografií



Obrázek 86: Silnice II. třídy 116 Lety – Beroun – Lány



Obrázek 87: Silniční most přes Berounku



Obrázek 88: Jez na Berounce



Obrázek 89: Údolní niva Berounky



Obrázek 90: Okolní krajina Berounky



Obrázek 91: Vodní elektrárna U Zadní Třebaně



Obrázek 92: Ochranná hráz na Berounce



Obrázek 93: Vegetační kryt břehů Berounky



Obrázek 94: Průchod pod železničním náspem



Obrázek 95: Vegetační kryt údolní nivy

4.7.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.7.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 57: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Letecká fotogrammetrie
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G
Použitý model	FAST 2D
Typ modelování	2D
Počet profilů	37

4.7.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 16,600 až 26,800 pomocí dvourozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 96, kde je na podkladu základní mapy 1:10 000 červeně vyznačena hranice dvourozměrného modelu.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro tři průtokové stavy – Q_{100} , Q_{20} a Q_5 . Průtok Q_{20} byl použit mimo jiné proto, že v řešeném úseku se vyskytují protipovodňové hrázky navrhované na tento průtok.

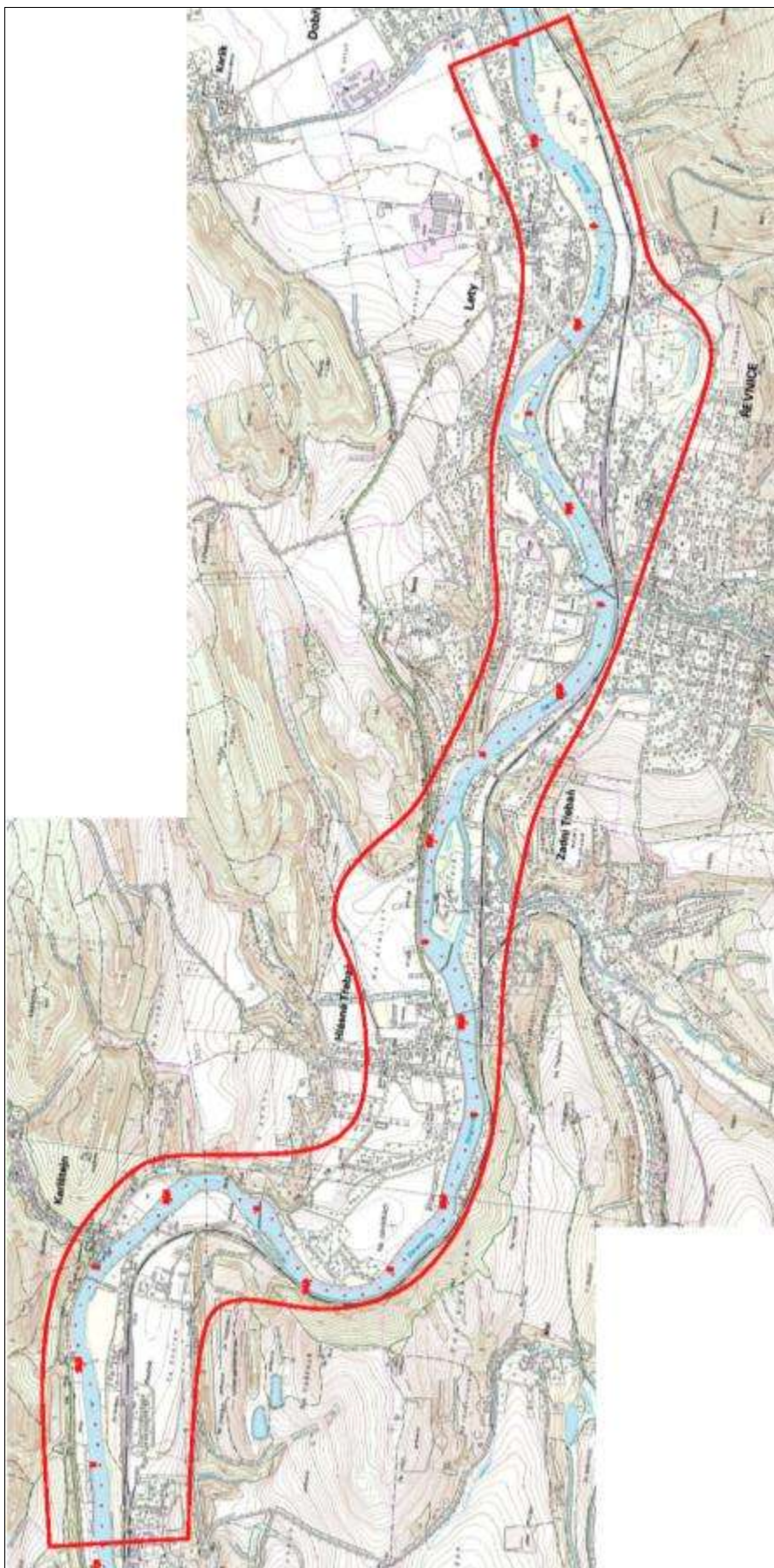
Dvourozměrný model proudění vody byl vytvořen pomocí modelu FAST 2D, který používá křivočarou výpočetní síť. Řešená oblast je ve směru proudění dlouhá cca 7700 m, šířka je proměnlivá v rozmezí od 600 m do 1000 m. Výpočetní síť je tvořena $3200 \times 500 = 1600000$ buňkami o průměrné velikosti 2×2 m.

V porovnávací studii jsou porovnány výsledky tří variant výpočetního dvourozměrného modelu, které se liší vstupními daty pro model terénu v inundačním území. V první variantě byla použita data z letecké fotogrammetrie – pomocí tohoto modelu bylo stanoveno v současné době platné záplavové území. Druhá varianta modelu využívá pro popis tvaru inundace data z leteckého skenování – DMR 4G a třetí varianta modelu DMR 5G beta. Tvar koryta Berounky byl vytvořen na základě zaměřených korytových a objektových profilů, při aplikaci laserových dat byly také využity body na březích koryta (nad hladinou vody). Pro popis kanálů a vedlejších vodotečí byly využity informace z fotogrammetrie, vzhledem k tomu, že zejména DMR4G neposkytuje tak podrobná data, která by byla schopna tyto prvky terénu popsat. Podle fotogrammetrie byly také upraveny lokality v laserových datech nedostatečně vystižené – podjezdy, propustky v železniční trati (tak, aby byl umožněn nátok za těleso železniční trati).

Parametry popisující charakter povrchu jsou ve všech třech variantách modelu zadávány stejně.

Na vstupní hranici modelu byla zadána okrajová podmínka definující hodnotu průtoku a na dolním okraji byla zadána známá poloha hladiny.

Výsledkem dvourozměrného modelového řešení jsou hodnoty hladiny a velikosti rychlostí v každém uzlu výpočetní sítě. Tyto hodnoty byly zpracovány pomocí postprocesorů do podoby map hladin a záplavových čar.



Obrázek 96: Rozsah numerického modelování v lokalitě Berounka dolní

4.7.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Berounka dolní byl kromě geodeticky zaměřených příčných profilů inundací k dispozici také digitální model terénu vytvořený z dat letecké fotogrammetrie. Z dat LLS byly dostupné produkty DMR 4G a DMR 5G. Proto mohla být zpracována poměrně komplexní statistická analýza rozdílů několika typů vstupních dat. Výstupy analýzy jsou uvedeny v Tabulka 58. V levé části tabulky je provedeno porovnání dat LLS a ZABAGED[®](ZAB) s geodetickým zaměřením (GEO). V pravé části jsou srovnána stejná data s leteckou fotogrammetrií (FOT).

Tabulka 58: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G- GEO	DMR4G- GEO	ZAB- GEO	DMR5G- FOT	DMR4G- FOT	ZAB- FOT
počet bodů	412	412	412	412	412	412
averageif	0,122	0,124	0,203	0,091	0,093	0,171
sm. Odch	0,805	0,851	1,220	0,598	0,632	1,108
MIN	-9,876	-9,803	-9,164	-3,278	-2,954	-6,853
MAX	4,249	4,424	5,144	4,249	4,424	3,914
RMSE	0,815	0,860	1,237	0,605	0,639	1,122
suma	50,251	50,954	83,409	37,327	38,030	70,485
systematická chyba	0,122	0,124	0,202	0,091	0,092	0,171
suma čtverců	273,416	304,388	630,570	150,818	168,186	518,230
úplná střední chyba	0,815	0,860	1,237	0,605	0,639	1,122
percentil 0.3	-8,366	-8,234	-9,027	-3,239	-2,880	-6,732
percentil 5	-0,550	-0,852	-1,131	-0,584	-0,751	-1,208
percentil 95	1,038	1,180	1,931	0,934	0,981	1,880
percentil 99,7	4,044	4,257	4,850	3,967	4,179	3,785
1. kvartil	0,020	-0,077	-0,428	-0,131	-0,162	-0,362
2. kvartil	0,145	0,187	0,239	0,055	0,067	0,208
3. kvartil	0,279	0,375	0,775	0,287	0,323	0,707

Zatímco v předchozích lokalitách byly hodnoty systematické chyby v naprosté většině záporné, u dalších 5 lokalit nabývají většinou kladných hodnot. Rozdíl je pravděpodobně způsoben jiným typem dat LLS. V roce 2012 (pro lokality obou Berounek, Úhlavy, Olešky, Střely a Manětínského potoka) už byl k dispozici finální produkt dat DMR 5G, který je od produktu používaného v roce 2011 mírně odlišný. Znamená to, že data LLS obecně terén podhodnocují. Digitální model terénu je tedy umístěn výš, než je skutečné zaměření. U lokality Berounka dolní u dat DMR 4G i 5G je tento rozdíl pouze 12 cm. Data ZAB jsou rovněž výškově nadhodnocena a rozdíl je větší (cca 20 cm). Podobný trend je u porovnání dat s fotogrammetrií, i velikost chyby je srovnatelná.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 81 cm u dat DMR 5G, resp. 86 cm u DMR 4G je zhruba o polovinu menší než chyba u dat ZAB (124 cm). U srovnání s FOT jsou rozdíly mezi DMR 5G a 4G velmi malé, zatímco chyba dat ZAB je o cca 50 cm vyšší.

4.7.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 59: Porovnání ploch ZÚ (Berounka dolní 2D)

Berounka dolní 2D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	3,6	3,7
	míra zmenšení [%]	6,3	5,1
	celková změna [%]	97,3	98,6
původní ZÚ Q ₂₀	míra zvětšení [%]	24,7	2,3
	míra zmenšení [%]	2,8	2,4
	celková změna [%]	121,9	99,9
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	1,3	1,4
	míra zmenšení [%]	1,9	1,7
	celková změna [%]	99,4	99,8

U této lokality byly výpočty provedeny kromě návrhových průtoků Q₅ a Q₁₀₀ i pro průtok Q₂₀. Porovnání ploch ZÚ určených 2D modelováním ukázalo u návrhového průtoku Q₅ zmenšení rozlivu povodně o cca 2% - třída přesnosti I - s minimálním rozdílem mezi daty DMR 4G a 5G. U průtoku Q₂₀ byl u dat DMR 4G rozliv větší o cca 22% - třída přesnosti III – zatímco u dat DMR 5G byla obě ZÚ prakticky shodná (= třída přesnosti I). Podobná situace nastala u průtoku Q₁₀₀ (s minimálním rozdílem mezi daty DMR 4G a 5G).

Výkyv přesnosti vymezení ZÚ u dat DMR Q₂₀ mohl být způsoben rozdílným přístupem k zadání okrajových podmínek do hydrologického modelu v minulosti a nyní. Jedná se především o zachycení míst, kde voda může protéct skrz terénní bariéru, např. propustky v železničních náspech, atd. Zatímco při nízkém návrhovém průtoku povodeň k onomu místu nenastoupá, při průtoku Q₂₀ už jeho začlenění nebo ignorování může značně ovlivnit velikost rozlivu. Při ještě vyšším průtoku (Q₁₀₀) mohlo dojít k přelití tělesa hráze a srovnání zatopené plochy nezávisle na existenci propustku v ní.

4.7.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 60: Parametry hodnocení lokality Berounka dolní

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,06	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	14,3	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	5	-
4	Míra zalesnění	16	%
5	Míra zastavění	42	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	25,7	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	FOT	-

Dolní úsek Berounky je mezi řešenými lokalitami nejširší s největšími N-letými průtoky. Koryto má druhý nejnižší sklon, zatímco průměrná sklonitost území dosahuje vyšších hodnot. Také poměr šířky a hloubky koryta je ze všech sledovaných lokalit největší. Inundace je silně antropogenizovaná se 42% zastavěného území a 16% zalesnění.

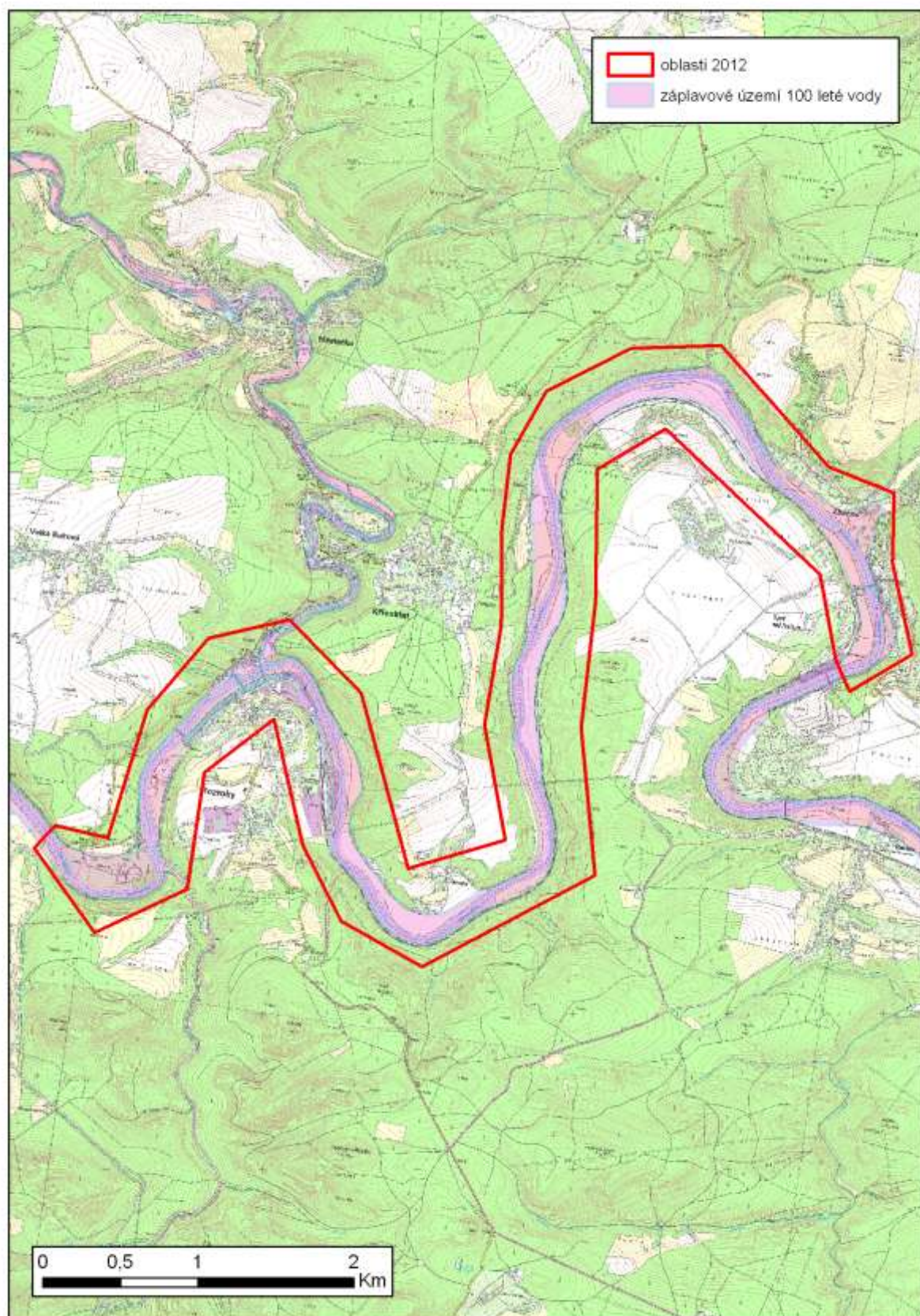
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 61).

Tabulka 61: Charakteristiky lokality Berounka dolní

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	8701,06
Sklonitost	povodí celého toku	%	9,2
	úseku (podélný profil)	%	0,06
	území rozsahu modelu	%	14,3
	spádové oblasti	%	9,16
Délka toku	spádové oblasti	km	123,25
	úseku	m	10 206
	celkem	km	139,45
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	205,81
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	202,76
		m n. m.	208,86
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	485,49
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	198,86
		m n. m.	1343,18
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	482,95
rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	187,38	
	m n. m.	1343,18	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	65-120; 90
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,5-5; 3,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	25,71428571
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(115-650) 295
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=270; 5= 15; 10=799; 50=1310; 100=1560
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	500 - 550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: vápence, břidlice, pískovce. Pokryvné útvary: spraše, hlíny až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-5
Koryto			
charakter břehů koryta	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	16
	procento zastavění	%	42
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	FOT
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G
	typ modelu	-	2D

4.8 BEROUNKA HORNÍ



Obrázek 97: Lokalita Berounka horní

4.8.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.8.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Berounky leží západně od Prahy mezi obcemi Zbečno a Roztoky. Jde o 12,2 km převážně neupraveného toku (ř. km 65,0 - 52,8). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 12-14-24, 12-14-25, 12-32-03, 12-32-04 a 12-32-05 a na Základní vodohospodářské mapě ČR listy 12-14 Rakovník a 12-32 Zdice. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Rakovník Středočeského kraje. Po toku Berounky to jsou osada Višňová (obec Branov), Roztoky, Křivoklát s osadou Častonice, Újezd nad Zbečnem, Zbečno. Kromě toho sem zasahují i části katastrálních území Velká Buková a Sýkořice. Po pravém břehu Berounky prochází jednokolejná železnice 174 Beroun - Rakovník, která v Roztokách křížuje po mostě Berounku a pokračuje dál podél Rakovnického potoka. Silniční síť je nesouvislá, po levém břehu ve Zbečně vede silnice II. třídy č. 201 z Prahy přes Chodovou Planou na hraniční přechod do SRN u Mähringu. Ta se v Křivoklátě vrací na zájmové území a pokračuje opět nad levým břehem Berounky do Slabců. Mezi Křivoklátem a Roztoky ji křížuje silnice II. třídy 236 ze Slaného do Zdic. Na tyto hlavní cesty navazuje řada silnic III. třídy a místních komunikací včetně městských ulic, polních a lesních cest. Na Berounce jsou dva silniční mosty (Obrázek 99) a jeden železniční. Od jezu v Roztokách (délka 82,5 m; rozdíl hladin 2,0 m) vede náhon k podniku Permon, s.r.o. Tento náhon překračují v Roztokách most a dvě lávky.

Ve Zbečně u ústí Klíčavy je zdroj podzemních vod a čerpací stanice (Obrázek 100). V blízkosti řeky je v Roztokách fotbalové hřiště a kemp Višňová. V Roztokách a ve Zbečně jsou ČOV, v Roztokách i úpravna vody. V Roztokách je profil základní sítě jakosti podzemní vody, u Častonice limnigrafická a teploměrná stanice. Nad silničním mostem ve Zbečně na ř. km 53,4 je vodočetná stanice, u které je rozděleno povodí Berounky na 11103050000020 a 11103050000090.

Identifikátor TOK_ID Berounky je 133030000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 11102152000000 (dolní část), 11102154000000, 11103044000000, 11103050000020 a 11103050000090 (horní část). Berounka má v tomto úseku několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím. Zleva to je Rakovnický potok (TOK_ID 135870000100; CHP_14 11103043000000, Obrázek 101) a Klíčava (TOK_ID 136310000100; CHP_14 11103049020000), zprava Klučná (TOK_ID 135850000100; CHP_14 11102153000000).

V příkrých, často skalnatých stráních nad řekou jsou čtyři chráněná území:

- na pravém břehu nad Roztokami přírodní rezervace U Eremita – habrový porost s hojným tisem (asi 1000 jedinců), je tu i pramen s pěnovcem v území, kde nejsou vápence, ale proterozoické prachovce, břidlice a droby,
- na levém břehu pod soutokem Berounky s Rakovnickým potokem přírodní rezervace Na Babě – stepní a lesostepní společenství,
- na pravém břehu proti Častonícím ve strmých svazích Háku a Čertova luhu přírodní rezervace Stříbrný luh – suťové lesy, bučiny a skalní společenstva (Obrázek 102),
- na levém břehu proti Újezdu nad Zbečnem přírodní rezervace Brdatka – přirozené lesní porosty (Obrázek 104).

Vodácky je řeka sjízdná, má hodnotu obtížnosti ZW C (Kohoutek, 1978).

4.8.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Berounka - horní pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 198 kategorie A - Zbečno, ř. km 53,40 (kilometrůž ČHMÚ), který se nachází v dolní části řešeného území. Stanici spravuje ČHMÚ Praha, příslušnou obcí s rozšířenou působností je Rakovník. Plocha povodí k profilu činí 7518,96 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 32,8 m³/s a průměrný roční stav 148 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 240 cm a průtoku 90,0 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 320 cm a průtoku 182 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 400 cm a průtoku 324 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 891 cm, byl na profilu zaznamenán 13. 8. 2002, druhý nejvyšší, 320 cm, 28. 1. 1995.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 62: N-leté průtoky Zbečno

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	257	571	740	1210	1440

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307229, aktualizace srpen 2006)

4.8.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti W2 podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007). Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde v horní části území o teplou oblast A3, okrsek teplý, suchý, s mírnou zimou. V dolní části prochází hranice mezi mírně teplou oblastí mírně suchou (B2) a mírně vlhkou (B3). Okrsek je tedy mírně teplý, mírně suchý až vlhký, s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 8,2°C podle měření klimatické stanice Křivoklát (323 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 8 a 9°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 500 – 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Křivoklát (323 m n. m.) 545 mm, podle stanice Sýkořice – Skalka 539 mm – oba údaje z časové řady let 1901 - 1950. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Křivoklát hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 63: Teplota (t) v povodí - Křivoklát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-1,9	-0,5	3,5	7,6	13,2	16,3	18,5	17,5	13,6	8,3	3,2	-0,3	8,2	14,4

Tabulka 64: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Křivoklát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	27	26	29	42	62	69	75	69	44	40	32	30	545

Tabulka 65: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Sýkořice - Skalka

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	29	26	29	41	59	66	75	68	44	39	31	32	539

4.8.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Poberounské soustavy. Z oblasti Plzeňské pahorkatiny (VB) zasahuje na levém břehu Berounky po soutok s Rakovnickým potokem celek Plaské pahorkatiny, podcelek Kralovická pahorkatiny (VB-2D, okrsek Radnické vrchoviny (VB-2D-c). Většina zájmového území patří do Brdské oblasti (VA), celku Křivoklátské vrchoviny (VA-3). V rámci tohoto celku náleží jižní část území podcelku Zbirožské vrchovině (VA-3B), okrsku Vlasecké vrchoviny (VA-3A-b). Severní pak Lánské pahorkatině (VA-3B), okrsku Klíčavské pahorkatiny (VA-3B-a).

Berounka se zde zahloubila v až několik km širokých meandrech do dosti pevných metamorfovaných původně sedimentárních i vyvěřelých hornin oligocénní paroviny. Proto jsou stráně nad řekou většinou velmi strmé a v nárazových částech i skalnaté. V některých úsecích zasahují skály přímo do řečiště. Mírnější sklon mají pouze některá jádra meandrů. Šířka nivy se pohybuje od 90 m po 250 m (ve Zbečně – Obrázek 105), ale většinou má šířku 150 až 200 m (Obrázek 106). Šířka hladiny při korytovém průtoku je 50 – 90 m, průměrně 70 m. Řeka teče krajinou, kde se střídají lesy, pole, louky a zastavěné plochy obcí a chatových osad. V nevelké výšce nad řekou vede železnice. Většinou je vedena v zářezech, méně na povrchu terénu nebo na náspech. Její těleso by rozliv vody při povodních prakticky neovlivnilo. Stejně je vedena většina silnic a cest. Nicméně při povodni v roce 2002 byly nejnižší části cest včetně přiléhajících domů hluboce zatopeny. Nadmořská výška lokality je 226,58 – 365 m n. m., při čemž Berounka sama teče z 238,44 m n. m. nad Roztoky po 226,58 m n. m. ve Zbečně. Sklon celého úseku toku je 0,1 %, většinou ale nižší, nicméně pod Roztoky dosahuje až 0,5 %. Místy řeka vytváří drobné peřeje. Koryto je regulováno jen v krátkých úsecích, např. u jezů, mostů a souvisle na levém břehu ve Zbečně (Obrázek 103). Celkem je regulováno cca 20 % toku. Přírodní břehy jsou vysoké do 1,5 m, regulované (např. ve Zbečně) i vyšší. Podél břehů je několik chatových osad, ale většinou jsou chaty posunuty výše do strání nebo na terasy Berounky (Obrázek 107). Tyto pleistocenní terasy jsou zachovány ve třech úrovních. Nejstarší, gůnzského stáří je ve výšce okolo 75 m nad Berounkou. Okolo 50 m nad ní jsou zachovány zbytky mindelské terasy, risská je cca 10 m pod ní. Nicméně se jedná o terasy, které nemají pro studovaný účel nijakou závažnost. Závažnost nemají ani morfologicky nevýznamné zbytky würmské terasy u železniční trati pod Pohořelcem. Nejnižší terasy mají dvě úrovně (1 – 2 m a 3 – 4 m nad průměrnou výškou hladiny Berounky, Obrázek 106) obdobně jako na dolní Berounce, ale vzhledem k jinému charakteru údolí tyto úrovně jsou vyvinuty jen občas (Zoubek et al., 1963).

4.8.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová oblast leží v prostoru Barrandienu, v jeho spodní části (prekambrium - kambrium). Pokryvné útvary se skládají z pleistocenních říčních teras, holocenních svahových a splachových a fluviálních hlín a navážek. Relikty sladkovodního neogénu se nachází v úrovních okolo 80 – 100 m nad řekou již mimo studovanou oblast.

Svrchní proterozoikum patří do kralupsko-zbraslavské oblasti (cryogen - ediacar). Jde o mohutné souvrství jemně až středně zrnitých, vzácně i hrubě zrnitých drob, břidlic a prachovců. Obsahují polohy metabazaltů („spilitů“), vločky silicitů (buližníků) a černých břidlic s prachovci, které jsou místy pyritické. Jsou proraženy drobnými tělesy kambrických ryolitů, andezitů a bazaltů.

Svrchní kambrium se zde nachází pouze ve vulkanickém vývoji křivoklátsko-rokycanského pásma. Jedná se především o porfyrické andezitové lávy, na bázi místy s bazalty.

Horniny proterozoika jsou dosti provrásněné, jejich generelní směr je SV – JZ. Všechny horniny skalního podloží jsou rozlámány na jednotlivé kry celu řadou zjištěných i předpokládaných zlomů různých směrů.

Pleistocenní říční terasy jsou v tomto úseku Berounky nepříliš rozsáhlé: nalezneme je v jádru meandrů v Roztokách, Častonicích a Újezdu nad Zbečnem. Nejrozsáhlejší jsou günzské uloženiny - fluviální hlinité až jílovité štěrky. Vrty v Roztokách prokázaly jejich mocnost do 8 m. Fluviální písky, písčité štěrky až štěrky dvou středních teras mindelu a rissu mají velmi malý rozsah a velmi proměnlivou mocnost, neboť jsou erodované. Würmské sedimenty jsou v úzkém údolí zastoupeny rovněž v malé míře jako svahové písčitojílovité, místy jílovité hlíny s úlomky hornin a sprašovou příměsí. Vzácně – např. u železniční zastávky Újezd nad Zbečnem - se zachovaly nepatrné zbytky würmské terasy. Místy jsou překryty svahovými sedimenty – hlínami a jíly s úlomky hornin. Svahoviny nejsou většinou příliš mocné, ale místy dosahují i více než 5 m. Antropogenních uloženin není mnoho.

Holocenní niva je vyplněna fluviálními hlínami, jíly, písky až štěrky. Písky a štěrky vyplňují i koryto Berounky. Vrt v korytě řeky nad Zbečnem je zastihl v mocnosti 1,5 m. I s nejmladší terasou dosahují mocnosti do 8 m. Recentního stáří je pěnovec u pramene v rezervaci U Eremita.

V zájmovém území se nachází část chráněného ložiskového území stavebního kamene Sýkořice s dobývacím prostorem Sýkořice (Zbečno). Ten ale již leží mimo studovaný prostor. Spilit (metabazalt) kralupsko-zbraslavské skupiny barrandienského proterozoika zde povrchovým lomem těží KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o.

V lese nad Berounkou cca 250 m SV od Častonic se nachází zbytky po středověkém dolování polymetalických rud. Tyto rudy byly zjištěny i při ražbě železničního tunelu v 19. století (již mimo studovanou oblast (Valín et al., 1991; Mašek et al., 1992).

(http://mapy.geology.cz/geocr_25/): Geologická mapa ČR 1 : 25.000, listy 12-144, 12-322; <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>)

4.8.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 6230 – Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Kinkor (1993). V zájmovém území je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásnu přípovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodeň je vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Svrchnokambrické vulkanity (křivoklátsko-rokycanské pásmo), které tvoří podloží většiny zájmového území, mají koeficient transmisivity T od $6 \cdot 10^{-6}$ do $6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. U svrchnoproterozoických sedimentů (kralupsko-zbraslavská skupina), které tvoří podloží východní části zájmového území, činí koeficient transmisivity T mezi $1 \cdot 10^{-5}$ do $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Denudační reliktů vyšších terasových stupňů se vyskytují zejména nad meandry Berounky (například okolí Roztok a Újezda nad Zbečnem). Koeficient transmisivity T zde dosahuje hodnot mezi $4 \cdot 10^{-6}$ až $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kinkor, 1993).

Nejvýraznější kolektory průlinového typu jsou vyvinuty ve fluvialních písčitéch štěrcích kvartérního stáří podél Berounky. Zde naměřené hodnoty odpovídají řádově koeficientu transmisivity T od $3 \cdot 10^{-5}$ do $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kinkor, 1993).

Pro účely vodárenského jímání podzemní vody jsou v zájmovém území nejlepší podmínky ve fluvialních písčitéch štěrcích Berounky. Mělká zvodeň je však nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. V zájmovém území se vyskytují oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku (Kinkor, 1993).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) velmi nízký (mezi $0,5$ až $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Berounky drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Berounky a tím i k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy již není v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních.

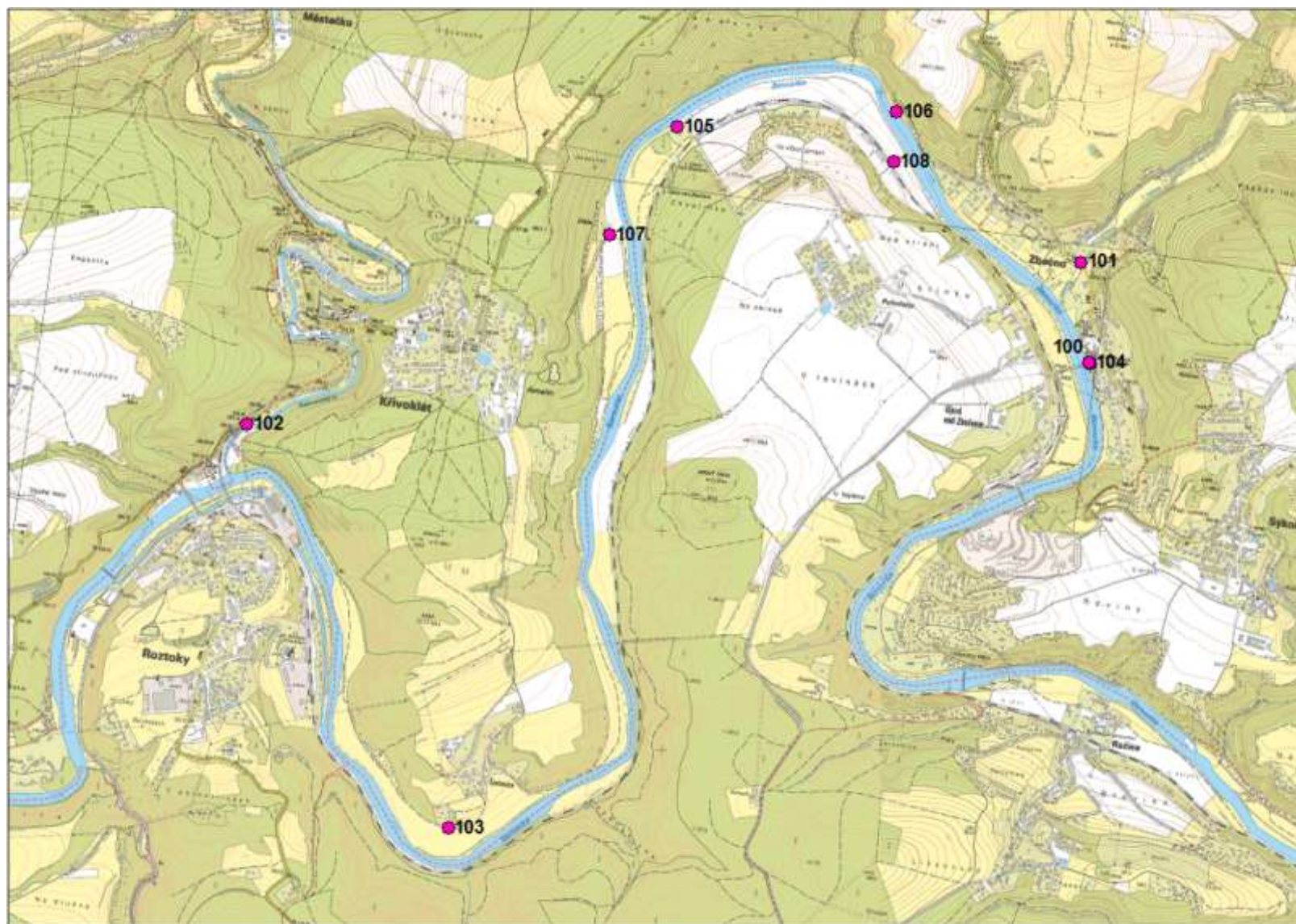
4.8.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Berounky mají z hlediska vegetace různorodý charakter: místy jsou pokryty lužní vegetací (olše, osiky, topoly, vrby, a mnohdy i vysoký bylinný porost, Obrázek 104), místy lesní porost smrků, borovic a jedlí, dokonce i tisů, zasahuje téměř až k řečišti (hlavně v příkrých partiích). Dále se zde vyskytují javory, jasany, lípy, jilmy, buky a habry. Dost často za lužní vegetací přiléhají k řece louky, méně pole. Skály, spadající přímo do koryta řeky jsou prakticky bez vegetace vyšších rostlin. Jinak je pouze v několika místech koryto otevřené, bezprostředně sousedící s lučními porosty.

V obcích někdy přiléhají k řece zahrady a v Roztokách přímo stavby závodu Permon s.r.o.

4.8.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl odpoledne dne 19. 6. 2012 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 22°C . V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 98).



Obrázek 98: Lokalizace fotografií



Obrázek 99: Silniční most přes Berounku



Obrázek 100: Čerpací stanice podzemních vod



Obrázek 101: Přítok Berounky - Rakovnický potok



Obrázek 102: Přírodní rezervace Stříbrný luh



Obrázek 103: Regulované koryto



Obrázek 104: Přírodní rezervace Brdatka



Obrázek 105: Nejnižší terasy Berounky ve Zbečně



Obrázek 106: Údolní niva



Obrázek 107: Chaty nad záplavovým územím

4.8.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.8.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 66: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Letecká fotogrammetrie
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G
Použitý model	FAST 2D
Typ modelování	2D
Počet profilů	40

4.8.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 52,800 až 65,000 pomocí dvourozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 108, kde je na podkladu základní mapy 1:10 000 červeně vyznačena hranice dvourozměrného modelu.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy – Q_{100} a Q_5 .

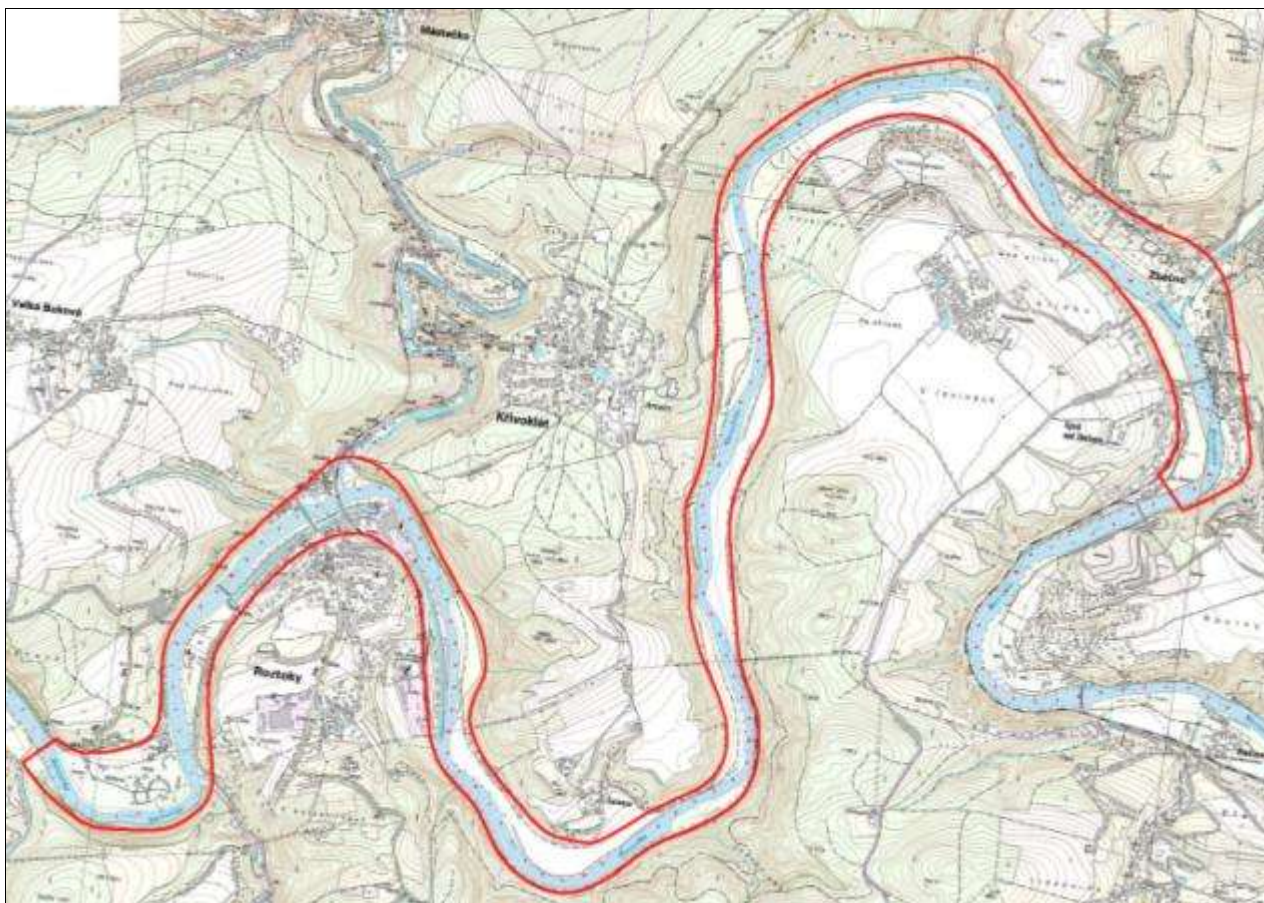
Dvourozměrný model proudění vody byl vytvořen pomocí modelu FAST 2D, který používá křivočarou výpočetní síť. Řešená oblast je ve směru proudění dlouhá cca 11700 m, šířka je proměnlivá v rozmezí od 140 m do 450 m. Výpočetní síť je tvořena buňkami o průměrné velikosti 1 x 2 m.

V porovnávací studii jsou porovnány výsledky tří variant výpočetního dvourozměrného modelu, které se liší vstupními daty pro model terénu v inundačním území. V první variantě byla použita data z letecké fotogrammetrie – pomocí tohoto modelu bylo stanoveno v současné době platné záplavové území. Druhá varianta modelu využívá pro popis tvaru inundace data z leteckého skenování – DMR 4G a třetí varianta modelu DMR 5G beta. Tvar koryta Berounky byl vytvořen na základě zaměřených korytových a objektových profilů, při aplikaci laserových dat byly také využity body na březích koryta (nad hladinou vody). Pro popis kanálů a vedlejších vodotečí byly využity informace z fotogrammetrie, vzhledem k tomu, že zejména DMR4G neposkytuje tak podrobná data, která by byla schopna tyto prvky terénu popsat. Podle fotogrammetrie byly také upraveny lokality v laserových datech nedostatečně vystižené – podjezdy, propustky v železniční trati (tak, aby byl umožněn nátok za těleso železniční trati).

Parametry popisující charakter povrchu jsou ve všech třech variantách modelu zadávány stejně.

Na vstupní hranici modelu byla zadána okrajová podmínka definující hodnotu průtoku a na dolním okraji byla zadána známá poloha hladiny.

Výsledkem dvourozměrného modelového řešení jsou hodnoty hladiny a velikosti rychlostí v každém uzlu výpočetní sítě. Tyto hodnoty byly zpracovány pomocí postprocesorů do podoby map hladin a záplavových čar.



Obrázek 108: Rozsah numerického modelování v lokalitě Berounka horní

4.8.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Berounka horní byl kromě geodeticky zaměřených příčných profilů inundací k dispozici také digitální model terénu vytvořený z dat letecké fotogrammetrie. Z dat LLS byly dostupné produkty DMR 4G a DMR 5G. Proto mohla být zpracována poměrně komplexní statistická analýza rozdílů několika typů vstupních dat. Výstupy analýzy jsou uvedeny v Tabulka 67. V levé části tabulky je provedeno porovnání dat LLS a ZABAGED®(ZAB) s geodetickým zaměřením (GEO). V pravé části jsou srovnána stejná data s leteckou fotogrammetrií (FOT).

Tabulka 67: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G- GEO	DMR4G- GEO	ZAB- GEO	DMR5G- FOT	DMR4G- FOT	ZAB-FOT
počet bodů	376	376	376	376	376	376
average	0,154	0,200	0,318	0,110	0,156	0,274
sm. Odch	1,083	1,125	1,981	1,179	1,230	1,920
MIN	-6,015	-5,410	-6,905	-5,051	-4,446	-6,304
MAX	3,323	4,081	6,501	5,830	7,620	8,073
RMSE	1,094	1,143	2,006	1,184	1,240	1,939
suma	58,031	75,296	119,690	41,271	58,537	102,930
systematická chyba	0,154	0,200	0,318	0,110	0,156	0,274
suma čtverců	450,318	491,196	1513,71 6	527,034	578,306	1414,29 9

úplná střední chyba	1,094	1,143	2,006	1,184	1,240	1,939
percentil 0.3	-5,941	-5,360	-6,826	-4,899	-4,390	-6,261
percentil 5	-1,202	-1,463	-2,708	-2,129	-2,061	-2,720
percentil 95	2,138	2,157	3,754	2,568	2,331	3,442
percentil 99,7	3,317	4,074	6,498	5,741	7,401	7,867
1. kvartil	-0,057	-0,255	-0,804	-0,157	-0,279	-0,828
2. kvartil	0,134	0,198	0,234	0,122	0,158	0,234
3. kvartil	0,413	0,644	1,477	0,397	0,522	1,253

Hodnoty systematické chyby nabývají v případě lokality Berounka horní kladných hodnot. Znamená to, že data LLS obecně terén podhodnocují. Digitální model terénu je tedy umístěn výš, než je skutečné zaměření. U dat DMR 5G je tento rozdíl pouze cca 15 cm a u DMR 4G 20 cm. Data ZAB jsou rovněž výškově nadhodnocena a rozdíl je větší (cca 32 cm). Podobný trend je u porovnání dat s fotogrammetrií, velikost chyb je o něco nižší.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba 109 cm u dat DMR 5G, resp. 114 cm u DMR 4G je zhruba o polovinu menší než chyba u dat ZAB (201 cm). U srovnání s FOT jsou rozdíly mezi DMR 5G a 4G velmi malé, zatímco chyba dat ZAB je o cca 50 cm vyšší. Hodnoty chyb u této lokality jsou poměrně vysoké. To může být způsobeno nepříznivou kombinací faktorů, které mají vliv na přesnost dat LLS. Jde o vysoké procento zalesnění území (52%) a hluboce zařízlého údolí (plošná sklonitost území je 29,5%). Laserová data byla pořízena 10. dubna, tedy pravděpodobně v době s již částečně rozvinutou listovou plochou stromů. Plošná analýza rozdílů dat této teorii odpovídá, neboť v datech LLS se místy vyskytují chyby s hodnotou výškového rozdílu několika metrů.

4.8.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 68: Porovnání ploch ZÚ (Berounka horní 2D)

Berounka horní 2D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	2,7	3,0
	míra zmenšení [%]	7,8	7,2
	celková změna [%]	94,9	95,8
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	1,9	2,0
	míra zmenšení [%]	2,2	2,0
	celková změna [%]	99,6	99,9

Porovnání ploch ZÚ určených 2D modelováním ukázalo u návrhového průtoku Q₅ u dat DMR 4G zvětšení rozlivu povodně o cca 5% a zmenšení o 4% u dat DMR 5G - třída přesnosti I. U průtoku Q₁₀₀ se rozliv u obou datových produktů téměř nezměnil - třída přesnosti II.

Území horní Berounky má ze všech referenční lokalit nejvyšší průměrnou sklonitost území. Ukazuje se, že v členitém terénu nejsou změny ve vymezení ZÚ příliš markantní.

4.8.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 69: Parametry hodnocení lokality Berounka horní

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,1	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	29,5	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	10	-
4	Míra zalesnění	52	%
5	Míra zastavění	11	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	23,3	-
9	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	FOT	-

Horní úsek Berounky je spolu s dolním úsekem nejširší řekou s největšími N-letými průtoky a vysokým poměrem šířky a hloubky koryta. Podélný profil má velmi nízký sklon, ale území, kterým řeka protéká, je poměrně sklonité. Plochu inundace pokrývá z více jak 50% les, dále jsou zde louky, pole a 11% zastavění.

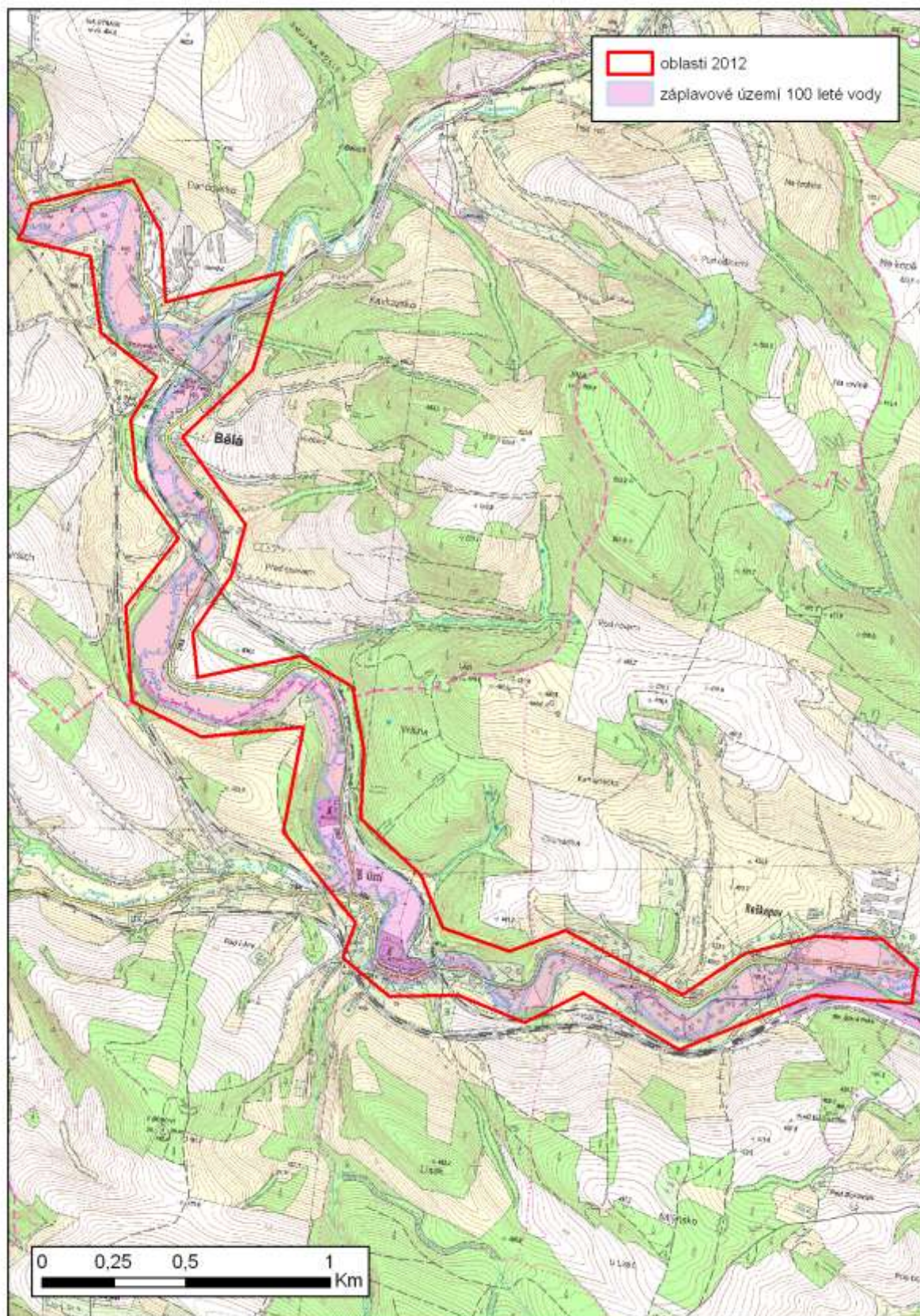
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 70).

Tabulka 70: Charakteristiky lokality Berounka horní

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	7520,17
Sklonitost	povodí celého toku	%	9,2
	úseku (podélný profil)	%	0,1
	území rozsahu modelu	%	29,5
	spádové oblasti	%	8,95
Délka toku	spádové oblasti	km	86,76
	úseku	m	12 200
	celkem	km	139,45
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	232,51
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	226,58
		m n. m.	238,44
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	494,56
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	220,62
		m n. m.	1343,18
průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	482,95	

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
	rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	187,38
		m n. m.	1343,18
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	50-90; 70
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,3-5; 3
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	23,333
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(90-250) 155
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=257; 5=571; 10=740; 50=1210; 100=1440
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	500 - 550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: břidlice až droby, vulkanity, bulžníky. Pokryvné útvary: jíly, hlíny až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	0,5-1
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	52
	procento zastavění	%	11
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	FOT
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G
	typ modelu	-	2D

4.9 OLEŠKA



Obrázek 109: Lokalita Oleška

4.9.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.9.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného toku Olešky leží severozápadně od Nové Paky mezi Roškopovem (část obce Stará Paka) a Bělou v katastrech Roškopov, Ústí u Staré Paky a Bělá u Staré Paky. Jde o 7,233 km převážně upraveného toku (ř. km 23,056 – 15,823). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 03-43-02, 03-43-07 a 03-43-08 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 03-43 - Jičín. Správcem povodí je Povodí Labe, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okresech Jičín a Semily Libereckého kraje. Po toku Olešky u ní leží osady Roškopov a Ústí u Staré Paky (části obce Stará Paka) a obec Bělá.

Řešeným územím prochází několik železničních tratí, vedených místy na náspu v údolní nivě, místy vysoko nad ní na náspech, viaduktech a v zářezích. Jsou to trati 030 Jaroměř – Stará Paka – Semily – Liberec, 040 Chlumec nad Cidlinou – Stará Paka – Martinice v Krkonoších – Trutnov a 064 Mladá Boleslav – Stará Paka. Ve Staré Pace je železniční stanice, zastávky jsou v Ústí u Staré Paky a v Bělé u Staré Paky.

Páteří silniční sítě je silnice II. třídy č. 284 z Tuháně přes Lomnici nad Popelkou a Novou Paku do Lanžova, která mostem křížuje Olešku v Ústí. V Ústí z ní odbočuje silnice II. třídy č 283 do Turnova. Ta ihned za tímto odbočením kříží mostem Olešku na pravý břeh a zpět na levý se na několik set m vrátí mostem v Bělé (Obrázek 111), aby se trvale usídlila na pravém břehu za dalším mostem. Kromě toho z obou těchto silnic odbočují další silnice III. třídy a řada místních komunikací včetně ulic v obcích.

Přes Olešku tedy vedou celkem 4 mosty silnic II. třídy (Obrázek 111), 5 mostů vedlejších a účelových cest, 3 železniční (Obrázek 112) a řada lávek a malých mostků k domům, které jsou na opačném břehu než je silnice. Přes Popelku těsně nad hranicí sledovaného území vede vysoký železniční most. Další silniční a železniční mosty, propustky a lávky jsou na přítocích Olešky, náhonech a údolíčkách s přívalovými vodotečemi.

V blízkosti říčky jsou v Roškopově a Bělé fotbalová hřiště. V Ústí je přímo u Olešky závod DHW Okna, kolem kterého vede říčka ve vyzděném korytě mezi závodem a silnicí (Obrázek 113). Je zde i zbytek stavidla. Dále jsou zde i malé zemědělské provozy (garáže apod.).

Na stráni nad pravým břehem Olešky nad Ústím je 5 zdrojů podzemních vod, ale již nad zájmovým územím. V Bělé jsou dva využívané objekty podzemních vod s čerpacími stanicemi. U horní (na levém břehu u slepého ramene říčky je stanoveno ochranné pásmo. Vodoměrné stanice zde nejsou, pouze v Bělé je na ř. km 16,8 vodočet. Není zde ani úpravna vody, ani ČOV. V obcích přiléhají k řece zahrady, domy a přímo stavby průmyslových závodů (viz výše, Obrázek 113).

Identifikátor TOK_ID Olešky je 111080000100, podle Gravelia jde o tok III. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 10501037000000, 10501041000000 a 10501045000000. Oleška má v tomto úseku několik přítoků. Zleva to je vodohospodářsky významná Popelka (TOK_ID 111110000100; CHP 14 10501040000000), zprava Tampelačka (TOK_ID 111150000100; CHP 14 10501044000000). Kromě toho Oleška v tomto úseku přibírá několik drobných bezejmenných toků. V Roškopově, ale i jinde vytváří malé ostrůvky a drobné peřeje. Těsně nad studovaným úsekem Oleška přijímá zleva Rokytku (TOK_ID 111090000100; CHP 14 10501036000000) pod soutokem je nové stavidlo (Obrázek 114) a nad ním odbočuje vpravo náhon na zrušený mlýn. V Ústí je stupeň

1,0 m vysoký, délky 10,4 m (Obrázek 116). Stavidlo u závodu DHW Okna je zničené (Obrázek 117). Další stupeň je pod Ústím. Je dlouhý 7,2 m a vysoký 0,5 m. Nad ním je brod (Obrázek 115). V Bělé je jez délky 14,0 m a výšky 1,3 m s náhonem na bývalý mlýn.

Chráněná území zde nejsou. Vodácky je tento úsek Olešky obvykle sjízdný za velké vody. Má obtížnost WW II (Kohoutek, 1978).

4.9.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Oleška pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 67 kategorie B - Bělá, ř. km 16,8 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází v dolní části řešeného území. Stanici spravuje OÚ Bělá u Libštátu, příslušnou obcí s rozšířenou působností jsou Semily. Plocha povodí k profilu činí 109,58 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 1,0 m³/s.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 170 cm, 2. SPA pohotovost při stavu 190 cm a 3. SPA ohrožení při stavu 210 cm. Na profilu nejsou evidovány nejvyšší dosažené vodní stavy.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 71: N-leté průtoky Bělá

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	17,2	40,7	53,6	89,7	108

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307029, aktualizace leden 2006)

4.9.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti MW4 podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007). Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o mírně teplou oblast B2, okrsek mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 6,7°C podle měření klimatické stanice Libštát z let 1901 – 1950 (450 m n. m.), ležící 3 km SZ od studovaného území. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 7 a 8°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 700 – 800 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Libštát z let 1901 – 1950 je průměrný roční úhrn srážek 716 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Nová Paka hodnot mezi 101 až 120 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 72: Teplota (t) v povodí - Libštát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-3,5	-2,2	1,5	6,2	11,6	14,8	16,3	15,3	12,4	7,5	2,0	-1,4	6,7	12,8

Tabulka 73: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Libštát

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	62	50	41	51	56	71	76	76	53	59	60	61	716

4.9.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Krkonoško-jesenické soustavy (IV). Patří do Krkonošské oblasti (IVA), do celku Krkonošského podhůří (IVA-8), podcelku Podkrkonošské pahorkatiny (IVA-8B) s okrskem Lomnické vrchoviny (IVA-8B-a). Pouze vyšší části východní straně údolí Olešky patří k Staropacké vrchovině (IVA-8B-b).

Před pliocenními tektonickými pohyby tekla Oleška k JV, dnes teče v úzkém a dosti hlubokém údolí k SZ. Stráně nad řekou jsou většinou strmé.

Šířka nivy se pohybuje od 54 m po 205 m. V celém průběhu tohoto úseku toku je značně proměnlivá v souvislosti s odolností prorážených hornin proti erozi. Šířka hladiny při korytovém průtoku je 6 – 20 m. Šířka řečiště se pohybuje mezi 6 až 10 m běžná šířka je 8 m. Poněkud se rozšiřuje v Bělé, kde dosahuje až 15 m. Výška neregulovaných břehů nad normální hladinou Olešky je 1,5 – 2,0 m. Řeka teče značně osídlenou krajinou. Nadmořská výška lokality je cca 372,19 – 425 m n. m., při čemž Oleška sama teče z 398,35 m n. m. pod soutokem s Rokytkou po 372,19 m n. m. v místech, kde pod Bělou studované území opouští. Generelní sklon toku je 0,37 % a snižuje se z 0,58 % v horní části až po 0,07 % v Bělé. V posledním úseku pod odbočením náhonu u hřiště v Bělé se opět zvyšuje, ale jen na 0,12 %. Místy říčka vytváří drobné peřeje a malé ostrůvky. Na levém břehu nad Bělou je zachována část slepého ramene Olešky, která do ní odtéká malým potůčkem (TOK_ID 111140000600). Malá (25 x 10 m) vodní nádržka je u mlýnského náhonu (TOK_ID 111100000200) v Roškopově na hranici zájmového území. U ústí několika bočních údolí se nachází dejekční kužely, ale tam, kde teče Oleška přímo u ústí těchto přítoků nebo beztokých údolíček, jsou jimi přinášené sedimenty Oleškou rozplavovány a dejekční kužely nejsou vyvinuty. Koryto je regulováno pouze v krátkých úsecích. Domy a jiné stavby jsou občas přímo u regulované i neregulované řeky (Obrázek 113).

Z říčních teras jsou zachovány pouze zbytky terasy Olešky v jádru meandru mezi Ústím a Bělou ve výšce 12 až 20 m nad její hladinou. Geomorfologicky jsou místy patrné i zbytky terasy ve výšce 2 – 4 m nad hladinou Olešky

(Čepek et al., 1963)

4.9.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová oblast leží v oblasti lugika, v mladším paleozoiku podkrkonošské pánve. Pokryvné útvary se skládají z pleistocenních až holocenních deluviálních, deluviofluviálních a fluviálních jílovitopísčitých hlín, písků a štěrků.

Skalní podloží tvoří horniny permu podkrkonošské pánve. Jde o assel až spodní autun vrchlabského souvrství. Jeho spodní část je tvořena staropackými prachovci, arkózami a arkózovitými pískovci s polohami slepenců. V nich jsou vložky jemnozrnných pískovců a červenohnědých nebo pestrobarevných aleuropelitů. Svrchní část tohoto souvrství tvoří čistské pískovce s vložkami slepenců, podřízené červenohnědé aleuropelity. Toto souvrství se sklání 8 – 10°k SSV.

Podložní svrchnokarbonské (stefan – westfal D) Syřenovské souvrství – aleuropelity, prachovce, pískovce a arkózy s uhelnými slojemi - ve zkoumaném úseku na povrch nevychází. Nachází se v něm ložisko černého uhlí – viz níže.

Střední pleistocén je zastoupen pouze zbytkem terasy Olešky v jádru meandru mezi Ústím a Bělou. Jsou to fluviální písčité štěrky o mocnosti do 8 m.

Pleistocénního až holocénního stáří jsou deluviální hlinitokamenité až kamenitohlinité, místy kamenitopísčité, vzácněji i jílovité až písčitojílovité sedimenty na úpatí svahů údolí a v drobných postranních údolíčkách. Podle vrtné prozkoumanosti jejich mocnost dosahuje 4 m.

Holocén je zastoupen především v aluviu řeky. Tvoří jej fluviální jílovitopísčité až písčité hlíny a písky, místy písčité štěrky. Podle vrtné prozkoumanosti jejich mocnost jen vzácně přesahuje 5 m. V pravobřežním údolí toku 11100001200 v Ústí jsou fluviální jílovitopísčité hlíny a písky, místy písčité štěrky, které při jeho vyústění do nivy Olešky vytváří dejekční kužel.

Antropomorfní uložení představují především násypy dopravních staveb.

Evidovaná ložiska nerostných surovin v zájmovém území představuje pouze výhradní ložisko černého uhlí Syřenov, které má vytvořeno i stejnojmenné chráněné ložiskové území. Dosud nebylo těženo a nachází se v hloubce několik set m. Jiná ložiska nerostných surovin se zde nevyskytují.

(Coubal et al., 1999)

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.9.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 5151 – Podkrkonošský permokarbon (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Rybářová (1994). V severovýchodní části zájmového území (horní tok Jizerky) je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásnu připovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodeň je vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Podloží území tvoří permokarbonské sedimenty podkrkonošské pánve, kde existuje několik dílčích hlubších zvodní, souhrnný koeficient transmisivity T tu činí od $1,25 \cdot 10^{-5}$ do $1,04 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, oblast je vhodná i pro větší odběry pro místní zásobování – pro menší obce (Rybářová, 1994).

Lokální směr odtoku podzemní vody mělké zvodně je generelně konformní s terénem. Mělká zvodeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami jsou zejména sloučeniny dusíku (Rybářová, 1994).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký až zvýšený (mezi 1 až $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Olešky drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Olešky a tím i

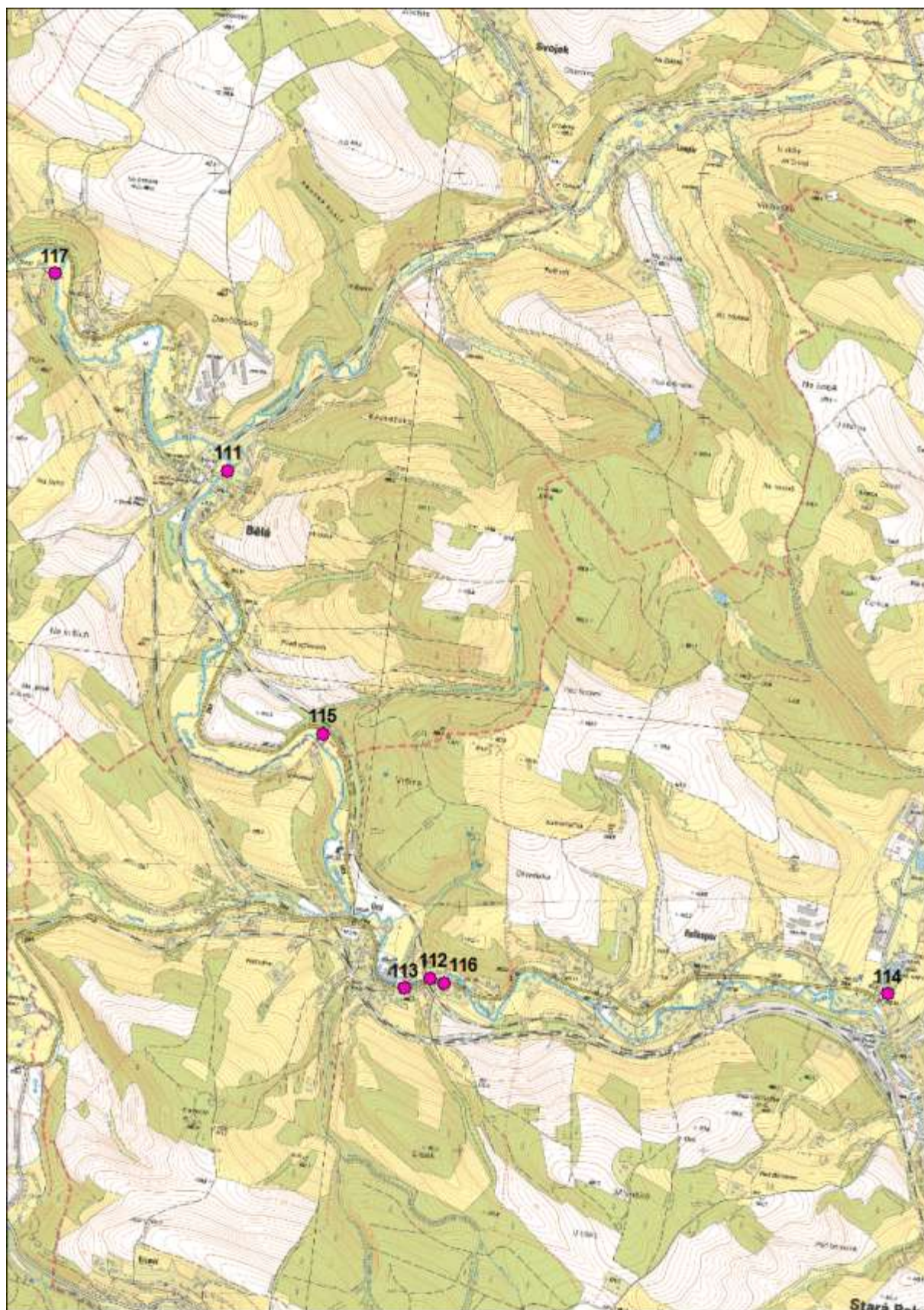
k určitému snižování průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy existuje v zájmovém území ještě významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních a to především do písčitéjších hornin permokarbonu.

4.9.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Olešky jsou většinou pokryty lužní vegetací – vrby, olše, jasany, javory, břízy, smrky (Obrázek 116). Mnohdy je na březích vysoký bylinný porost s kopřivami a invazními netýkavkami žláznatými (*Impatiens grandulifera*). Za pobřežní vegetací jsou někdy louky nebo pole. V několika nedlouhých úsecích k Olešce přiléhá převážně smrkový les, zejména tam, kde přímo od říčky stoupají strmé stráně. Pouze ve vzácných případech jsou břehy bez keřů a stromů, jako je to např. v Bělé v místech toku, která byla před nepříliš dlouhou dobou regulována. V obcích přiléhají k řece zahrady.

4.9.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl dne 7. 8. 2012 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 20°C. V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 110).



Obrázek 110: Lokalizace fotografií



Obrázek 111: Silniční most v Bělé



Obrázek 112: Železniční most



Obrázek 113: Opevnění koryta



Obrázek 114: Stavidlo na Olešce



Obrázek 115: Brod se stupněm ve dně



Obrázek 116: Stupeň na Olešce a porost netýkavky žláznaté v Ústí



Obrázek 117: Zničené stavidlo

4.9.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.9.3.1 PODKLADY

V Tabulka 74 je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 74: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodeticky zaměřené profily
Data LLS	DMR 4G, DMR 5G
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	29

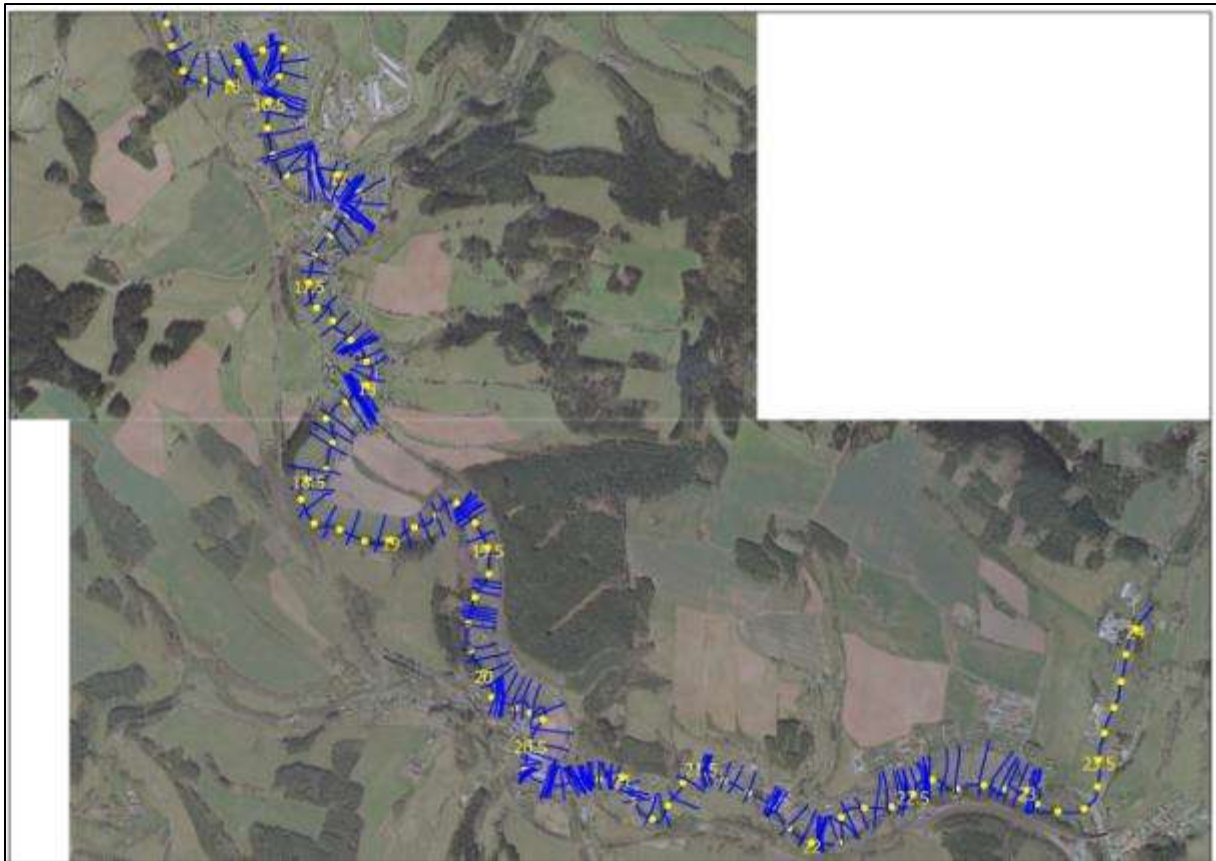
4.9.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 15,823 až 23,056 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 118 kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro dva průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} a Q_5 pro Olešku v řešeném území.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Jizerky, na kterém se nachází 68 zaměřených příčných údolních profilů. Některé z nich popisují objekty. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 200 m. V řešeném úseku se nachází 26 objektů – 22 silničních mostů a čtyři pevné jezy.

Pro výpočet proudění vody bylo zapotřebí zahustit zaměřené profily profily interpolovanými (celkový počet výpočetních profilů v modelu je 141). Pro účely stanovení ZÚ byly doplňované výpočetní profily interpolovány z profilů zaměřených, protože nebyla k dispozici žádná jiná informace o tvaru terénu v inundaci mezi zaměřenými profily. Pro účely porovnávací studie byl v doplňovaných profilech tvar inundačního území vytvořen z dostupného modelu terénu a to ve dvou variantách – DMR 4G a DMR 5G beta (viz tabulka). Jednorozměrný model byl tedy k dispozici ve třech variantách, které se lišily tvarem doplňovaných výpočetních profilů v inundaci.



Obrázek 118: Jednorozměrný model v lokalitě Oleška

Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly ve všech variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10 000, v dalších dvou variantách model terénu DMR 5G beta.

Pro výše uvedené tři varianty modelu bylo provedeno porovnání záplavových čar

4.9.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Oleška byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací. Z dat LLS byly dostupné oba produkty DMR 4G a DMR 5G. Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 75.

Tabulka 75: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR5G-GEO	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet bodů	596	596	596
average	-0,134	-0,193	-0,105
sm. Odch	0,595	0,703	1,324
MIN	-4,438	-3,683	-7,848
MAX	2,980	3,119	7,031
RMSE	0,609	0,729	1,328

	DMR5G-GEO	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
suma	-79,471	-115,239	-62,708
systematická chyba	-0,133	-0,193	-0,105
suma čtverců	221,258	317,171	1050,714
úplná střední chyba	0,609	0,729	1,328
percentil 0.3	-4,175	-3,413	-5,059
percentil 5	-0,828	-1,501	-2,252
percentil 95	0,297	0,611	2,112
percentil 99,7	2,484	2,734	5,320
1. kvartil	-0,160	-0,405	-0,776
2. kvartil	-0,061	-0,045	-0,082
3. kvartil	0,010	0,124	0,511

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Přičemž u dat DMR 5G je tento rozdíl cca 13 cm a u dat DMR 4G cca 19 cm. Data ZAB jsou rovněž výškově podhodnocena, rozdíl činí cca 10 cm, což je velmi nízká hodnota. Podle plošné analýzy dat i z vykreslení příčných profilů je zřejmé, že k neobvyklému podhodnocení dat ZAB dochází vždy v místech terénních hran nebo valů (např. železniční a silniční násypy). Ty v době vzniku těchto dat ještě nemusely existovat, případně z principu metody (a přesnosti) Základní báze geodetických dat nejsou ve výškopisné vrstvě zahrnuty.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba cca 61 cm u dat DMR 5G, resp. 73 cm u DMR 4G je znatelně menší než chyba u dat ZAB (133 cm). Hodnoty chyb jsou poměrně vysoké. To může být způsobeno dobou snímkování dat LLS. Protože data LLS byla pořizována v dubnu a srpnu, tedy ve vegetačním období, mohou být chyby způsobeny náhodnými odrazy od rostlin. Velké rozdíly mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou nepřesnost tradičního výškopisného podkladu ZABAGED[®] pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.9.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 76: Porovnání ploch ZÚ (Oleška 1D)

Oleška 1D		PUV ZU-DMR 4G	PUV ZU-DMR 5G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	22,5	22,9
	míra zmenšení [%]	14,1	13,8
	celková změna [%]	108,5	109,0
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	8,5	8,8
	míra zmenšení [%]	14,3	14,0
	celková změna [%]	94,3	94,8

Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo u návrhového průtoku Q_5 u dat DMR 4G i DMR 5G zvětšení rozlivu povodně o cca 9% - třída přesnosti II. U průtoku Q_{100} došlo u obou datových produktů ke zmenšení rozlivu o cca 6% - třída přesnosti II.

4.9.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 77: Parametry hodnocení lokality Oleška

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,37	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	17,8	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	20	-
4	Míra zalesnění	12	%
5	Míra zastavění	14	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	5	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Oleška je drobnější vodní tok, který má ale díky nejnižšímu poměru šířky a hloubky koryta střední N-leté průtoky. Sklonitost podélného profilu patří v rámci sledovaných lokalit k nižším. Inundace je ale poměrně sklonitá. Stupeň sklonitosti má ze všech sledovaných území nejvyšší. Oleška protéká krajinou luk a lužních lesů a obcí Bělá. Procento zalesnění i zastavění je podobné, 12 resp. 14%.

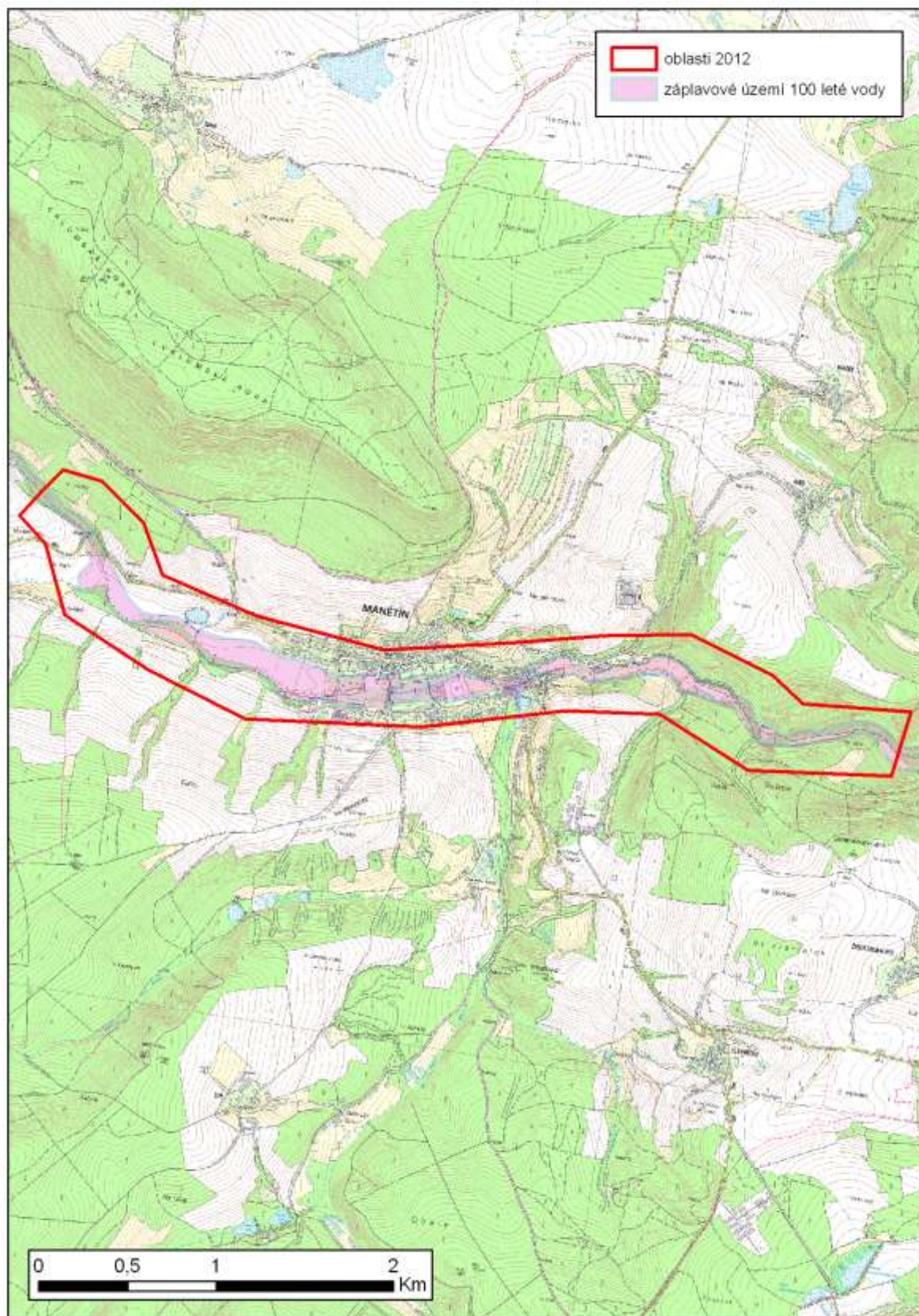
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 78).

Tabulka 78: Charakteristiky lokality Oleška

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	110,55
Sklonitost	povodí celého toku	%	13,3
	úseku (podélný profil)	%	0,37
	území rozsahu modelu	%	17,8
	spádové oblasti	%	12,45
Délka toku	spádové oblasti	km	20,22
	úseku	m	7233
	celkem	km	35,97
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	385,27
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	372,19
		m n. m.	398,35
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	481,98
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	373,62
		m n. m.	682,26

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	472,99
	rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	312,73
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	6-20; 10
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	1,3-3; 2
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	5
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(54-205) 112
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=17,2; 5=40,7; 10=53,6; 50= 9,7; 100=108
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	700 - 800
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: prachovce až slepence. Pokryvné útvary: jíly, hlíny až šterky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-5
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, většinou průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	12
	procento zastavění	%	14
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G, DMR 5G
	typ modelu	-	1D

4.10 MANĚTÍNSKÝ POTOK



Obrázek 119: Lokalita Manětínský potok

4.10.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.10.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek vodohospodářsky významného Manětínského potoka leží 25 km SSZ od Plzně a 35 km V od Mariánských Lázní v bezprostředním okolí města Manětín. Jde o 5,936 km převážně neupraveného toku (ř. km 9,465 – 3,529). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 11-42-09 a 11-42-10 a na Základní vodohospodářské mapě ČR list 11-42 - Manětín. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Plzeň- sever Západočeského kraje. Celé území patří k obci Manětín. Rozkládá se v katastrálních územích Újezd u Manětína, Manětín, Brdo u Manětína a Česká Doubravice. Železnice zde není. V Manětíně se křižují dvě silnice II. třídy: č. 201 z Prahy přes Chodovou Planou na hraniční přechod do SRN u Mähringu a č. 205, která vede ze silnice I/20 Plzeň – Karlovy Vary u Nevřeně na silnici č. I/6 Praha – Karlovy Vary. Na tyto hlavní cesty navazují silnice III. třídy a místní komunikace včetně městských ulic, polních a lesních cest. Na Manětínském potoce je pět silničních mostů (Obrázek 121), 7 lávek a parkových mostků (Obrázek 122) a 4 brody (Obrázek 123). Přes jeho náhony vedou další dva mosty. Další dva mosty jsou na jeho přítocích, kde je rovněž jeden brod. Od jezu pod kostelem na v. konci Manětína (délka 22 m, výška 2,6 m) vede levobřežní náhon k Vuršovu mlýnu (Obrázek 124). V zámeckém parku je od jezu nad zámek (délka 24 m, výška 1,1 m) vedena voda náhonem zčásti pod zemí k jezírku. Tento náhon je v ZABAGEDu 2012 zakreslen jako solitérní tok (134760000001), ale ve skutečnosti se do Manětínského potoka vrací. Nad soutokem se Starým potokem je na Manětínském potoce stupeň vysoký 1,9 m s délkou koruny 13 m. Zbytky po starém náhonu jsou na pravém břehu Manětínského potoka u horní hranice zkoumaného území. Vede přes něj most silnice II/201. Nad levým břehem Manětínského potoka 430 m nad okrajem města je vodní nádrž rozlohy necelého hektaru. Nad soutokem Manětínského potoka a Malého potoka je rovněž malá vodní nádrž, která slouží jako koupaliště. Voda je do ní vedena náhonem z Malého potoka přes malou nádrž, ve které se čistí.

V blízkosti řeky je v Manětíně fotbalové hřiště. Je zde i několik využívaných zdrojů podzemní vody. Pramen na jižním svahu údolí nad Manětínem je využíván pro městský vodovod. U něj je čerpací stanice a zemní vodojem. Pod Manětínem je ČOV. V údolní nivě nad soutokem Manětínského potoka a Malého potoka jsou zbytky opuštěných zemědělských objektů. Rovněž malá část městské zástavby včetně zámku s parkem se nachází v údolní nivě (Obrázek 125).

Identifikátor TOK_ID Manětínského potoka je 134680000100, podle Gravelia jde o tok V. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 11102038000000 (dolní část tohoto povodí), 11102044000000, 11103044000000 a 11103048000080 (horní část). Manětínský potok má v tomto úseku několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím, které přitékají zprava. Jsou to Starý potok (TOK_ID 134710000100) a Malý potok (134770000100).

Tato část Manětínského potoka není sjízdná ani vodácky.

Ve studované oblasti není žádné chráněné území ani vodoměrná stanice.

4.10.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Manětínský potok pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 195 kategorie B - Manětín, ř. km 6,3 (kilometrůž ČHMÚ), který se nachází přibližně uprostřed řešeného území. Stanici spravuje MěÚ Manětín, příslušnou obcí s rozšířenou působností jsou Kralovice. Plocha povodí k profilu činí 94,25 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 0,35 m³/s.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 30 cm a průtoku 2,20 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 40 cm a průtoku 4,70 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 55 cm a průtoku 9,40 m³/s. Na profilu nejsou evidovány nejvyšší dosažené vodní stavy.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 79: N-leté průtoky Manětín

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	7,03	21,1	29,3	53,3	66,0

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307224, aktualizace únor 2005)

4.10.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) leží zájmové území na hranici klimatických oblastí MW6 a MW7. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o mírně teplou oblast B2, okresek mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 6,0°C podle měření nejbližší klimatické stanice Krašov (678 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 7 a 8°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 500 – 550 mm. Podle měření srážkoměrné stanice v Manětíně (411 m n. m.) za období 1901 - 1950 je to 482 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Manětín hodnot mezi 81 až 100 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 80: Teplota (t) v povodí - Krašov

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-3,6	-2,4	1,0	5,5	11,0	14,0	15,7	14,8	11,5	6,3	1,0	-2,4	6,0	12,1

Tabulka 81: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Manětín

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	28	25	26	36	50	58	69	59	39	32	30	30	482

4.10.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Poberounské soustavy. Z oblasti Plzeňské pahorkatiny (VB) zasahuje na levém břehu Manětínského potoka po soutok s levostranným přítokem u Vuršova mlýna pod Manětínem celek Rakovnické pahorkatiny (VB-1), podcelek Manětínské vrchoviny (VB-1C), okrsek Manětínské kotliny (VB-1C-a). Proti němu od počátku území nahoře až po Malý potok leží na pravém břehu Manětínského potoka okrsek Lomské vrchoviny (VB-1C-b). Dolní část sledovaného území patří podcelku Žihelské pahorkatiny (VB-1B), okrsku Rabštejnské pahorkatiny (VB-1B-c).

Okolí Manětína je součástí tektonické sníženiny manětínské pánve, vzniklé hercynským vrásněním, která v permokarbonu fungovala jako jezerní pánev.

Manětínský potok je největším přítokem Střely. Vytvořil si v horninách skalního podkladu údolí, jehož charakter je podmíněn geologickou stavbou. V Manětínské vrchovině až po dolní konec Manětína je v permokarbonských sedimentech údolí široké, s povlnnějšími svahy. Jeho niva má většinou šířku 100 až 200 m. Zúžená je pouze na samém začátku studovaného území nad soutokem se Starým potokem – na 40 až 70 m – a pod kostelem svaté Barbory v místech, kde začínají proterozoické fylity – na 40 m. Níže po toku se mění šířka dna údolí podle petrografického složení a tektonického porušení těchto fylitů od 120 m u ČOV po 30 m nad dětským táborem. Svahy údolí jsou v tomto úseku mnohem strmější.

Manětínský potok má dosti proměnlivou šířku: běžně je široký okolo 5 m, nicméně místy se ještě více zužuje. V regulovaných úsecích, zejména u jezů v Manětíně, má šířku koryta až 30 m. Za běžného stavu vody ale není ani zdaleka využita. Výška břehů se pohybuje okolo 1 m, v regulovaných úsecích je větší.

Manětínský potok vtéká do studovaného úseku v nadmořské výšce 452,67 m. Nejnižší místo, kde opouští sledované území, má nadmořskou výšku 381,19 m. Nejvýše položená místa tohoto území jsou okolo 480 m n. m., nicméně okolní kopce dosahují výšek nad 600 m n. m. Nejvyšší je na severu Chlumská hora s kótou 651 m.

Manětínský potok teče krajinou, kde se střídají lesy s loukami (45 %), pole s malými lesíky (30 %) a zastavěné plochy Manětína (25 %). Celkový sklon sledovaného úseku toku je 1,22 %. Na počátku úseku má sklon 0,87 %, nad Manětínem 0,55 %. V zámeckém parku je tok uměle zklidněn jezy na 0,37 % (Obrázek 122), aby dále pokračoval ve sklonu okolo 0,7 %. Při vstupu do údolí pod Vuršovým mlýnem dosahuje v krátkém úseku téměř 1,8 %. Závěrečná část 1,5 km dlouhá má opět sklon pouze 0,59 %. Často řeka vytváří drobné peřeje. Koryto je regulováno jen v krátkých úsecích, např. u jezů, mostů a částečně ve městě, zejména v zámeckém parku (Obrázek 126). Říční terasy zde nejsou vyvinuty.

(Zoubek et al., 1963)

4.10.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Sledované území leží na tektonickém styku dvou geologických jednotek: západní část je součástí permokarbonské manětínské pánve a východní – zhruba od manětínského zámku – je tvořena svrchním proterozoikem, horninami kralupsko – zbraslavské skupiny.

Nejstaršími horninami jsou chlorit-sericitické fylity, ve kterých se střídají metamorfované břidlice a droby. Místy jsou v nich hojné polohy dobře štípatelných pokrývačských fylitů. Jejich sklon je 45 – 60° k JV až JJV. Na východním konci území je zastižena poloha metabazitu („spilitu“) se sklonem 60° k VJV.

Karbon manětínské pánve je zastoupen horninami týneckého souvrství až nýřanských vrstev (westphal D – stefan A), což jsou světle šedé, žlutavošedé, místy i růžovošedé arkózovité pískovce a arkózy s polohami hrubých slepenců, podřadně obsahují i vločky pastelově pestře a červenohnědě zbarvených jílovců až prachovců. Na nich leží slánské souvrství – stefan B. Jsou to tmavošedé až černošedé jílovce (mšecké vrstvy) a šedé, v nejvyšší části fialovošedé a zelenošedé laminované prachovce, jemnozrné pískovce a arkózovité pískovce, podřadně i jílovce.

Na nich, ale již nad studovaným územím na Chlumecké hoře, leží výlev třetihorního bazanitu. Jeho úlomky a bloky se nacházejí ve svahovinách na jeho úpatí.

Pokryvné útvary se skládají holocenních až pleistocenních deluviálních hlinitokamenitých sedimentů, místy s bloky hornin skalního podkladu a hlinitopísčitých sedimentů. Jejich mocnost se pohybuje od 1 m po 8 m (pod kostelem Sv. Barbory), běžně je 2 až 3 m. Terasové pleistocenní uloženiny zde nejsou.

Fluviální a deluviofluviální písčitohlinité, jílovitopísčité a jílovitokamenité sedimenty tvoří holocenní údolní nivu. V jejich nadloží jsou povodňové hlíny a navážky. Mocnost těchto aluviálních sedimentů se pohybuje od 2 do 6 m, při čemž největší mocnosti zachytily vrty v prostoru ČOV pod Manětínem. Dále k dolnímu konci sledovaného území již žádné sondy nebyly provedeny.

Na jižním svahu Chlumské hory od kóty 609 nad Manětínem je na ploše cca 1.200 x 200 m stabilizovaný blokový posun hornin. Nicméně nachází se již sice těsně, ale mimo studované území.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se v zájmovém území nevyskytují, právě tak, jako důlní díla.

(Kodym et al., 1998)

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.10.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je západní část území součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 5120 – Manětínská pánev, východní část zájmového území zasahuje do rajónu 6230 – Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Hrazdára (1994). Ve východní části území je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásmu přípovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodeň je vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem.

Západní část území tvoří permokarbonské sedimenty manětínské pánve, kde existuje několik dílčích hlubších zvodní, souhrnný koeficient transmisivity T tu činí od $3,5 \cdot 10^{-5}$ do $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (týnecké souvrství), oblast je vhodná i pro větší soustředěné odběry podzemních vod (Hrazdára, 1994).

Mělká zvrstvení je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami mohou být zejména sloučeniny dusíku, železa a manganu (Hrazdára, 1994).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) nízký (mezi 1 až 2 l.s⁻¹.km⁻²).

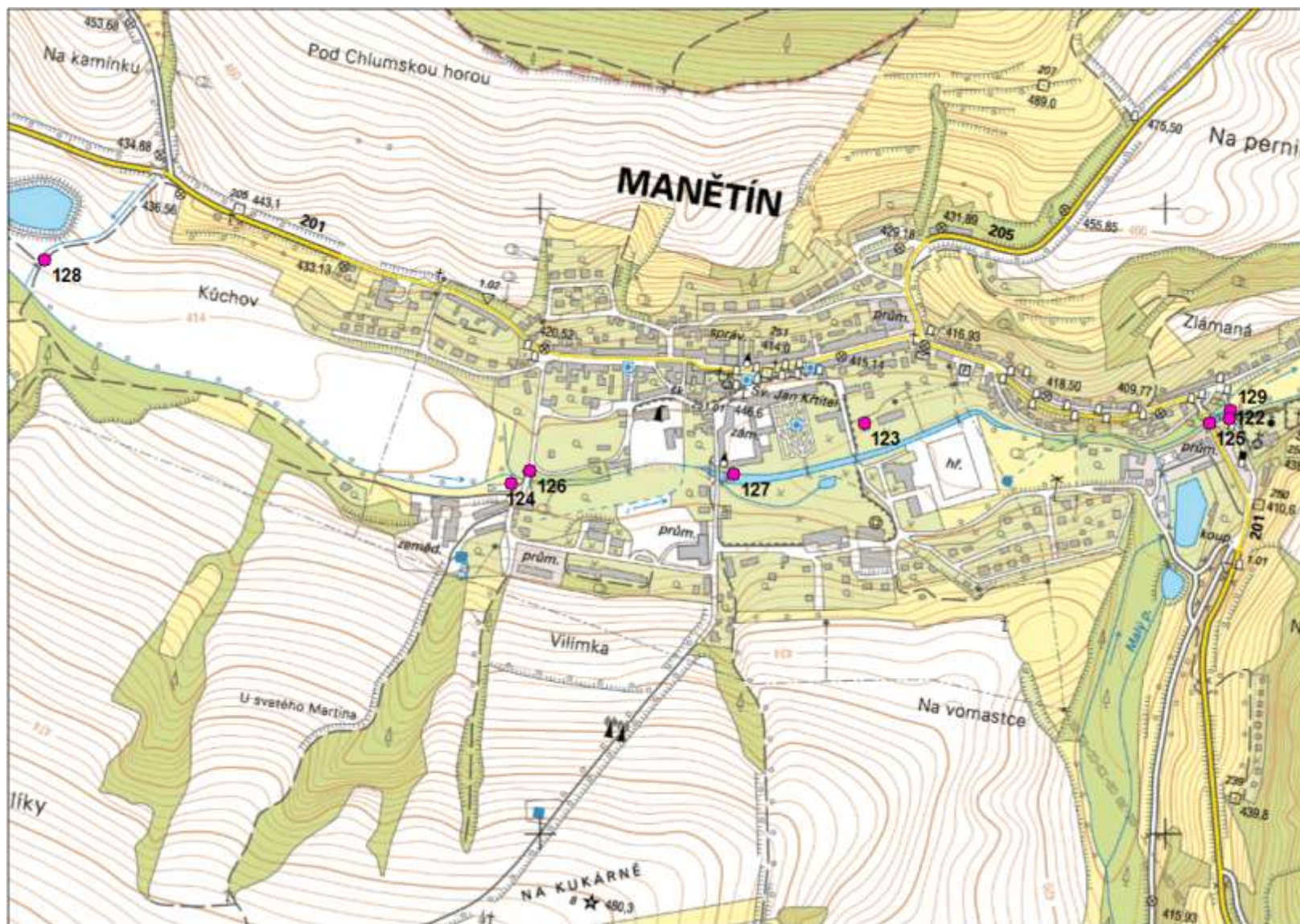
Při normálních a nižších průtocích má tok Manětínského potoka drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy z Manětínského potoka a tím i k určitému snížení průtoku povrchových vod v jeho toku. Při zaplavení nivy je v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních v oblasti propustnějších permokarbonských sedimentů.

4.10.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Manětínského potoka mají z hlediska vegetace různorodý charakter: místy jsou pokryty lužní vegetací - olše, vrby, javory, břízy a mnohdy i vysoký bylinný porost (Obrázek 128), místy porost jehličnatých lesů (převážně smrky) zasahuje téměř až k řečišti, hlavně v příkrých partiích. Poměrně řídko se vyskytuje netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*). Místy za lužní vegetací přiléhají k řece louky nebo pole (Obrázek 127). V několika místech je koryto otevřené, bezprostředně sousedící s poli nebo lučními porosty. Zahrady přiléhají k potoku v Manětíně jen zřídka, zato jeho tok prochází dobře udržovaným zámeckým parkem.

4.10.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl dne 14. 8. 2012 za slunečného počasí, při teplotě přibližně 24°C. V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 120).



Obrázek 120: Lokalizace fotografií



Obrázek 121: Silniční most přes Manětínský potok



Obrázek 122: Lávka pro pěší



Obrázek 123: Brod



Obrázek 124: Náhon k Vuršovu mlýnu



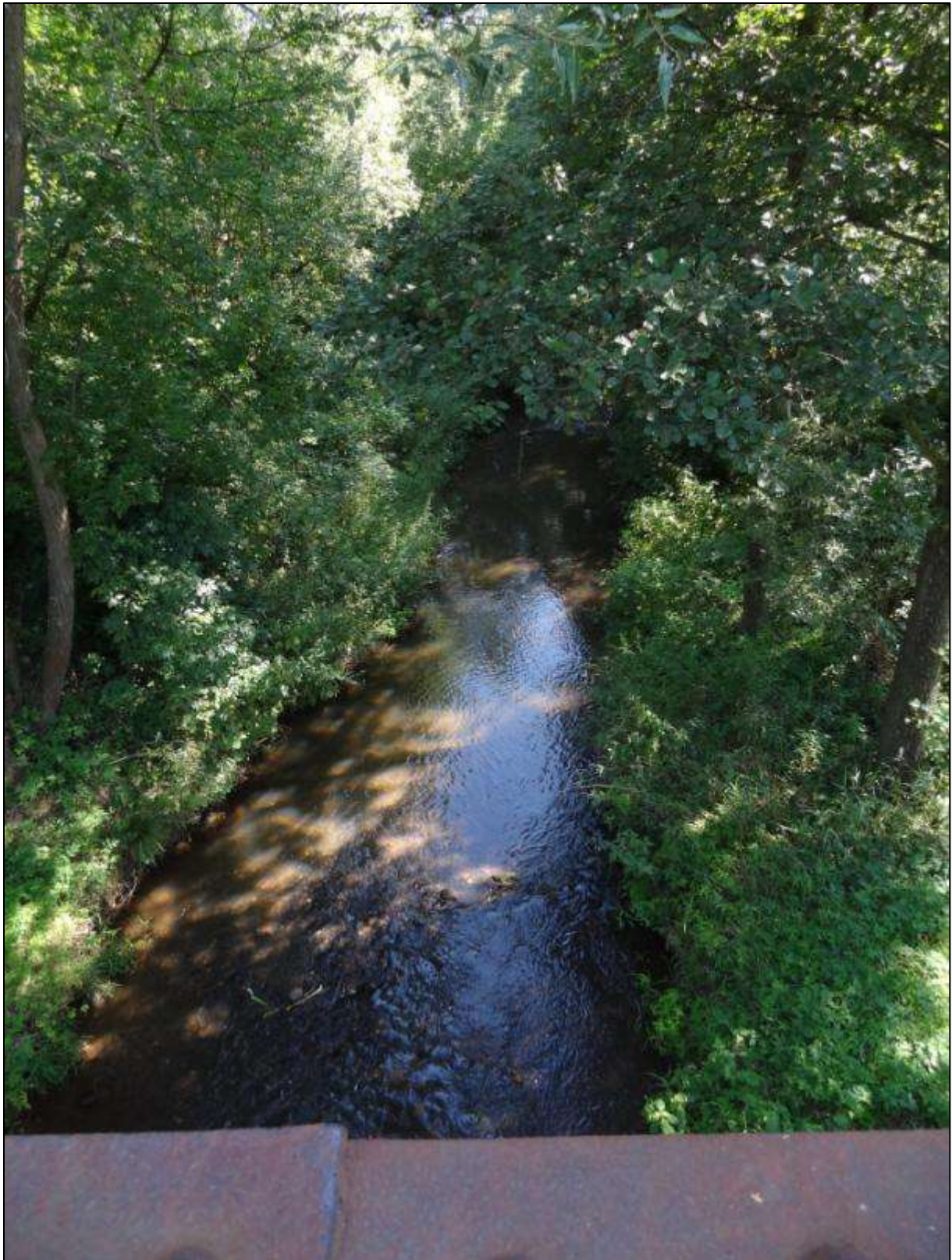
Obrázek 125: Údolní niva



Obrázek 126: Jez u zámeckého parku



Obrázek 127: Údolní niva



Obrázek 128: Vegetační kryt břehů Manětínského potoka

4.10.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.10.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 82: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodetické zaměření
Data LLS	DMR 4G
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	57

4.10.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 3,529 až 9,465 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 129, kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

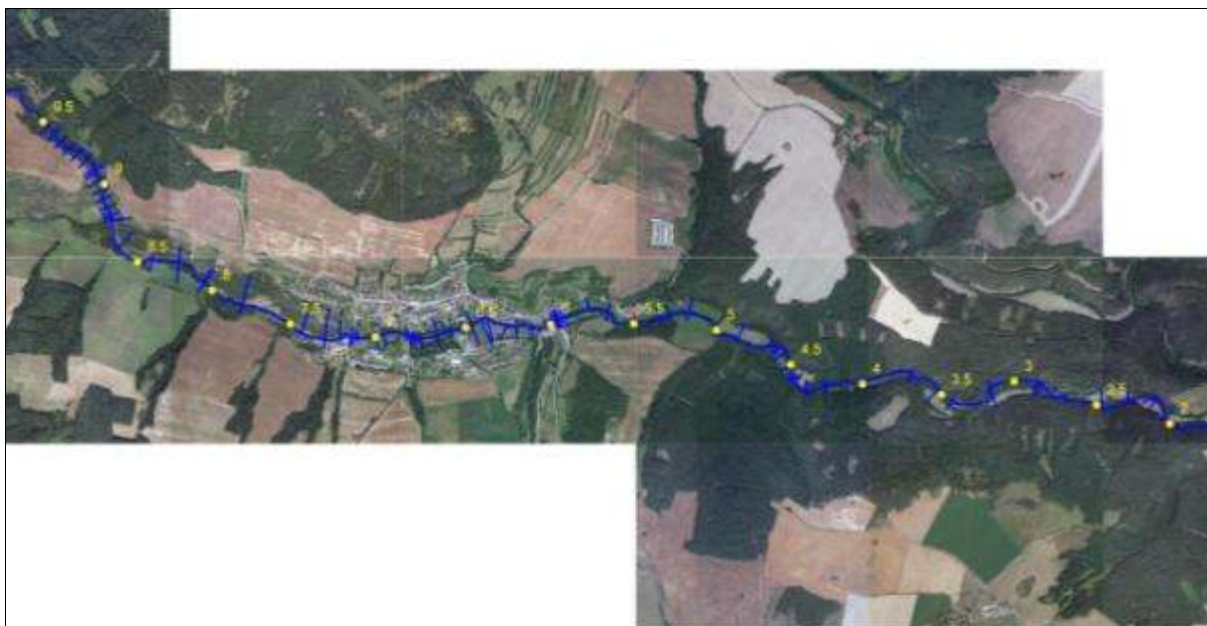
Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro tři průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} , Q_{20} a Q_5 pro Manětínský potok v řešeném území.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Manětínského potoka, na kterém se nachází 36 zaměřených příčných údolních profilů a 17 profilů objektových. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 300 m v extravilánu a do 100 m v intravilánu. Zaměřené profily byly ve výpočetním modelu doplněny dalšími interpolovanými profily, celkový počet profilů v modelu je 98. V řešeném úseku se nachází 17 objektů – 14 mostů a tři pevné jezy.

Výpočetní model byl pro účely porovnávací studie k dispozici ve dvou variantách. První varianta – použitá pro stanovení ZÚ vychází ze zaměřených profilů, ve druhé variantě byl tvar inundačního území odvozen z modelu terénu DMR 4G. Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly v obou variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10000, ve druhé variantě byl pro konstrukci záplavových čar použit model terénu DMR 4G.

Pro výše uvedené dvě varianty modelu bylo provedeno porovnání záplavových čar



Obrázek 129: Jednorozměrný model v lokalitě Manětínský potok

4.10.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Manětínský potok byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací a z dat LLS jen produkt DMR 4G. DMR 5G nebyl v době zpracování projektu ještě dokončen. Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 83.

Tabulka 83: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet	724	724
average	-0,019	0,447
sm. Odch	0,675	1,550
MIN	-4,314	-4,815
MAX	7,307	9,523
RMSE	0,676	1,613
suma	-13,458	322,888
systematická chyba	-0,019	0,446
suma čtverců	330,577	1882,336
úplná střední chyba	0,676	1,612
percentil 0.3	-4,112	-4,588
percentil 5	-0,993	-1,786
percentil 95	0,629	2,683
percentil 99,7	2,401	7,854
1. kvartil	-0,147	-0,326
2. kvartil	0,096	0,346
3. kvartil	0,218	1,016

Záporné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou obecně nepatrně „pod“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn níž, než je skutečné zaměření. Hodnota chyby u dat DMR 4G je necelé 2 cm. Data ZAB jsou oproti tomu výškově nadhodnocena, rozdíl činí cca 45 cm.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba cca 68 cm u dat DMR 4G je znatelně menší než chyba u dat ZAB (161 cm). Velký rozdíl mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou nepřesnost tradičního výškopisného podkladu ZABAGED[®] pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.10.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 84: Porovnání ploch ZÚ (Manětínský potok 1D)

Manětínský potok 1D		PUV ZU-DMR 4G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	5,1
	míra zmenšení [%]	23,1
	celková změna [%]	82,0
původní ZÚ Q ₂₀	míra zvětšení [%]	5,4
	míra zmenšení [%]	14,2
	celková změna [%]	91,3
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	3,9
	míra zmenšení [%]	10,5
	celková změna [%]	93,4

U této lokality byly výpočty provedeny kromě návrhových průtoků Q₅ a Q₁₀₀ i pro průtok Q₂₀. U všech návrhových průtoků došlo ke zmenšení rozlivu povodně. Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo u návrhového průtoku Q₅ rozdíl cca 18% - třída přesnosti II. U průtoku Q₂₀ byl rozdíl zhruba 8% - třída přesnosti II – a u průtoku Q₁₀₀ 7% - třída přesnosti II.

4.10.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 85: Parametry hodnocení lokality Manětínský potok

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	1,22	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	16,4	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	15	-
4	Míra zalesnění	26	%
5	Míra zastavění	13	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	10	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Manětínský potok je nejmenším vodním tokem ve sledovaném spektru referenčních lokalit, přičemž N-leté průtoky má druhé nejnižší. Sklon jeho podélného profilu je oproti tomu nejvyšší a poměrně vysoký je i stupeň sklonitosti celého území. Pokryv inundace tvoří lužní vegetace, louky a pole. Procento zalesnění je vyšší (26%) a vyskytuje se zde i několik obcí (13%).

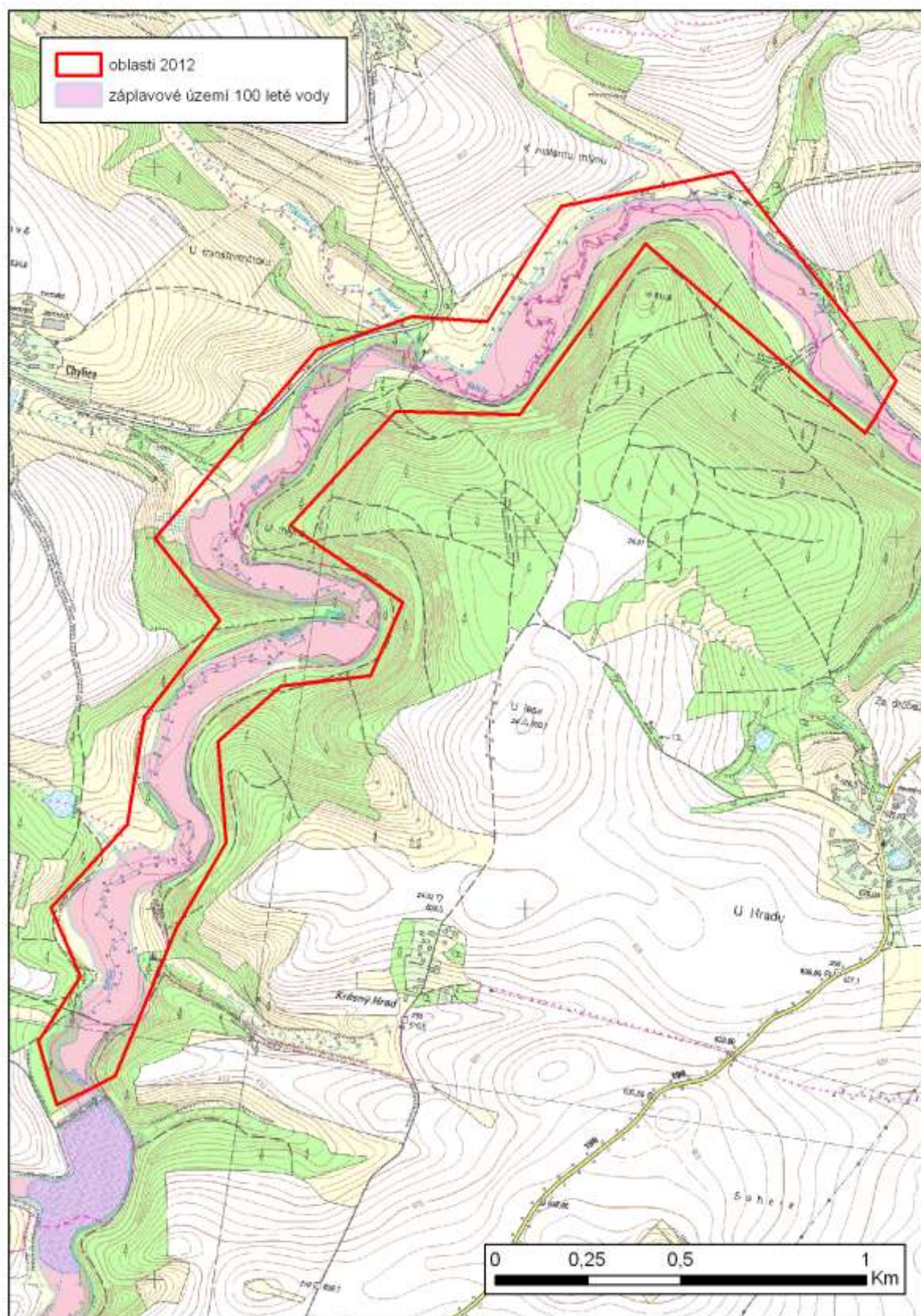
Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 86).

Tabulka 86: Charakteristiky lokality Manětínský potok

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	125,12
Sklonitost	povodí celého toku	%	9,3
	úseku (podélný profil)	%	1,22
	území rozsahu modelu	%	16,4
	spádové oblasti	%	9,85
Délka toku	spádové oblasti	km	19,18
	úseku	m	5936
	celkem	km	22,5
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	417,19
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	381,71
		m n. m.	452,67
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	555,25
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	382,27
		m n. m.	727,15
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	538,55
rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	359,33	
	m n. m.	727,15	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	5-30; 15
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	0,5-5; 1,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	10
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(30-200) 103
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=7,03; 5=21,1; 10=29,3; 50=53,3; 100=66
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	500 - 550
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: fylity, jílovce až slepence. Pokryvné útvary: jíly, hlíny až štěrky.
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	1-2
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	většinou přírodní, většinou průtočné
Niva			

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	26
	procento zastavění	%	13
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G
	typ modelu	-	1D

4.11 STŘELA



Obrázek 130: Lokalita Střela

4.11.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

4.11.1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Vybraný úsek leží podél horního toku Střely. Začíná pod novou vodní nádrží 1 km severně od Toužimi a končí 1 km severně od obce Kojšovice. Jde o 6,281 km neupraveného toku (ř. km 91,985 – 85,704). Zájmové území je zachyceno na listech Základní mapy ČR 11-23-20, 11-23-25 a 11-24-16 a na Základní vodohospodářské mapě ČR listy 11-23 Sokolov a 11-24 Žlutice. Správcem povodí je Povodí Vltavy, státní podnik.

Řešená lokalita leží v okrese Karlovy Vary Karlovarského kraje. V tomto území se nenachází žádné obce, zasahují sem pouze jejich katastry. Jsou to katastrální území města Toužim s k. ú. Kojšovice na pravém břehu, na levém pak k. ú. obce Útvina s k. ú. Chylice a Svinov u Toužimi a katastrální území Pěčkovice, patřící městu Bochov.

Silniční síť zde neexistuje. Pouze pod Chylicemi vede okrajem území 0,5 km dlouhý úsek silnice III. třídy Chylice - Číhaná. Je zde několik polních a lesních cest, z nichž nejdůležitější vede po pravém břehu Střely z Toužimi prakticky až na konec sledovaného úseku. Přes Střelu (Obrázek 132) a náhon k Chylickému mlýnu vedou malé můstky na polní cestě od výše zmíněné silnice k tomuto mlýnu (dnes rekreační chalupa). Můstek je i na lesní cestě pod novou vodní nádrží přes Střelu a její pravostranný přítok. Dále je zde několik brodů přes Střelu i její přítoky.

Ve střední části sledovaného úseku Střely byl v době návštěvy lokality obnovován jez, stavidlo a pravobřežní náhon k Chylickému mlýnu. Náhonem právě začínala téct voda (Obrázek 133). Na levém břehu v dolní části úseku jsou zachovány zbytky dalšího, dnes suchého, náhonu.

Pod Chylicemi je na okraji zkoumaného území v postranním údolíčku využíváný podzemní zdroj vody, mající malé ochranné pásmo. Z něj se čerpá voda do zemního vodojemu nad touto obcí. Těsně pod sledovaným úsekem řeky začíná ochranné pásmo vodárenské nádrže Žlutice.

Identifikátor TOK_ID Střely je 134330000100, podle Gravelia jde o tok IV. řádu. Sledovaná povodí (CHP 14) tohoto úseku toku jsou 11102007000000, 11102009000000, 11102011000000 (horní část). Střela má zde několik přítoků. Zčásti se jedná o drobné vodoteče v rámci uvedených povodí, zčásti jde o toky s vlastním povodím. Jsou to zleva Přílezký potok (TOK_ID 134400000100) a Čihanský potok (134420000100).

Ve studované oblasti není ČOV ani žádné chráněné území. Tento úsek Střely není sjízdný ani vodácky.

4.11.1.2 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data pro lokalitu Střela pochází z evidenčního listu hlásného profilu č. 193 kategorie A – VD Žlutice, ř. km 68,3 (kilometráž ČHMÚ), který se nachází cca 15km pod řešeným územím. Přímou v lokalitě se žádný hlásný profil nenachází. Stanici spravuje podnik Povodí Vltavy Praha, příslušnou obcí s rozšířenou působností jsou Karlovy Vary. Plocha povodí k profilu činí 213,75 km², průměrný dlouhodobý roční průtok je 1,24 m³/s a průměrný roční stav 48 cm.

Na profilu jsou vymezeny 3 stupně povodňové aktivity (SPA) – 1. SPA bdělost při stavu 120 cm a průtoku 7,34 m³/s, 2. SPA pohotovost při stavu 160 cm a průtoku 12,5 m³/s a 3. SPA ohrožení při stavu 210 cm a průtoku 20,9 m³/s. Nejvyšší vodní stav, 199 cm, byl na profilu zaznamenán 7. 2. 1980, druhý nejvyšší, 138 cm, 23. 4. 1970.

Základní hydrologické údaje o N-letých průtocích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 87: N-leté průtoky VD Žlutice

N	[roky]	1	5	10	50	100
Q _N	[m ³ .s ⁻¹]	8,83	28,8	41,9	85,0	110

(http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=2505277, aktualizace duben 2008)

4.11.1.3 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území náleží ke klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace v Atlasu podnebí Česka (2007) MW3 – mírně teplé. Podle klasifikace z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) jde o oblast mírně teplou, mírně suchou (B2). Okrsek je tedy mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 7,0°C podle měření klimatické stanice Žlutice (504 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je mezi 6 a 7°C. Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) činí 650 – 700 mm. Podle měření srážkoměrné stanice Toužim z časové řady let 1901 - 1950 (611 m n. m.) je to jen 576 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek za období 1961 – 2000 podle Atlasu podnebí Česka (2007) dosahuje ve stanici Žlutice hodnot mezi 61 až 80 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty měsíčních průměrů a úhrnů teplot a srážek z výše uvedených klimatických a srážkoměrných stanic dle Atlasu podnebí Československé republiky (1958) a dle Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky (1960) – obojí za období 1901 až 1950.

Tabulka 88: Teplota (t) v povodí - Žlutice

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	4-9
t [°C]	-2,5	-1,4	2,3	6,4	12,0	15,0	16,7	15,8	12,4	7,2	1,7	-1,4	7,0	12,9

Tabulka 89: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Toužim

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
HSA [mm]	38	37	35	43	55	63	75	64	44	41	40	41	576

4.11.1.4 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území je z geomorfologického hlediska součástí Krušnohorské soustavy, oblasti Karlovarské vrchoviny (IIIC), celku Tepelské vrchoviny (IIIC-2), podcelku Toužimské plošiny (IIIC-2A), Okrsku Útvinské plošiny IIIC-2A-a). Pouze nepatrná část nad levým břehem Střely na severovýchodě přináší k podcelku Žlutické vrchoviny (IIIC-2C), okrsku Bočovské vrchoviny (IIIC-2C-a).

Střela zde meandruje v nepříliš hlubokém údolí, které je zahloubeno do zbytků oligocenní paroviny. Jeho západní strana má mírnější svah než východní (Obrázek 134). Šířka nivy se pohybuje od 55 m po 180 m, ale většinou má šířku kolem 100 m (Obrázek 135). Šířka hladiny při korytovém průtoku je 8 – 25 m. Šířka řečiště při obvyklém průtoku je do 5 m (Obrázek 132 a Obrázek 136). Výška břehů je malá, maximálně do 1 m. Řeka teče krajinou, kde se střídají lesy, louky a pole. Nicméně ve sledovaném území v údolí Střely žádná pole nejsou. Jak bylo již výše řečeno, nejsou zde ani osady,

pouze několik rekreačních objektů. Rozlivu vody nebrání ani liniové stavby, ani mosty. Nadmořská výška lokality je 555,69 – 614 m n. m., při čemž Střela teče z 577,56 m n. m. pod novou nádrží po 555,69 m n. m. Celkový sklon toku je 0,33%, při čemž minimální sklon je ve střední části a maximální v asi 270 m dlouhém úseku pod pravostranným přítokem UTOKJ_ID 124290000200 od Krásného Hradu (Obrázek 137) Místy řeka vytváří drobné peřeje. Dejekční kužely u ústí bočních údolíček jsou málo vyvinuty. Koryto není regulováno, není ani zahlobbeno a nejsou zde vytvořeny říční terasy.

(Zoubek V. et al., 1963)

4.11.1.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologie zkoumané oblasti je poměrně jednoduchá: skalní podloží tvoří svrchnoproterozoické metamorfované krystalinikum tepelsko-barrandienské oblasti představované dvojslídnyými pararulami místy svorového vzhledu („svorové ruly“), místy slabě metatektickými, s polohami amfibolitu. Tyto horniny zde tvoří část tepelského antiklinorního pásma a mají směr SSV – JJZ se sklonem 40 – 50°k VJV.

Horniny krystalinika jsou v dolní části zkoumaného území proraženy malým tělískem tefritu, patřícího k oligocennímu až miocennímu vulkanizmu.

Pokryvné útvary se skládají z fluviálních písčitých a hlinitopísčitých štěrků v inundačním území toků mocnosti okolo 2,5 m. Tentýž materiál vytváří i drobné dejekční kužely u ústí bočních údolíček. Svahy kryje málo mocná vrstva svahových a soliflukčních písčitých hlín s úlomky hornin.

Evidovaná ložiska nerostných surovin se v zájmovém území nevyskytují, právě tak jako pozůstatky důlní činnosti či sesuvná území.

(Schovánek et al., 1997; Kodým et al., 1997)

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

4.11.1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je zájmového území součástí rajónu 6230 – Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky (Olmer et al., 2006).

Hydrogeologickou problematiku území přehledně zobrazuje Hrazdíra (1997a,1997b). V zájmovém území je z hydrogeologického hlediska dominantní mělká zvodeň v kvartérních sedimentech a pásmu připovrchového rozpojení puklin skalních hornin. Tato zvodeň je vhodná pouze pro menší odběry podzemních vod pro místní zásobování. Lokální směr odtoku podzemní vody v mělkém kolektoru je generelně konformní s terénem. Koeficient transmisivity T tu činí od $9,6 \cdot 10^{-6}$ do $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Hrazdíra, 1997a,b).

Mělká zvodeň je nedostatečně chráněna před průnikem kontaminace z povrchu. Zájmové území patří částečně do oblasti se zhoršenou kvalitou podzemních vod (vody II. kategorie), kritickými složkami mohou být zejména sloučeniny železa a manganu (Hrazdíra, 1997a).

Specifický odtok podzemní vody je dle Krásného et al. (1982) střední (mezi 2 až $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$).

Při normálních a nižších průtocích má tok Střely drenážní funkci, odvodňuje podzemní vody zájmového území. Při vyšších průtocích dochází naopak k dotaci podzemních vod nivy ze Střely a tím i

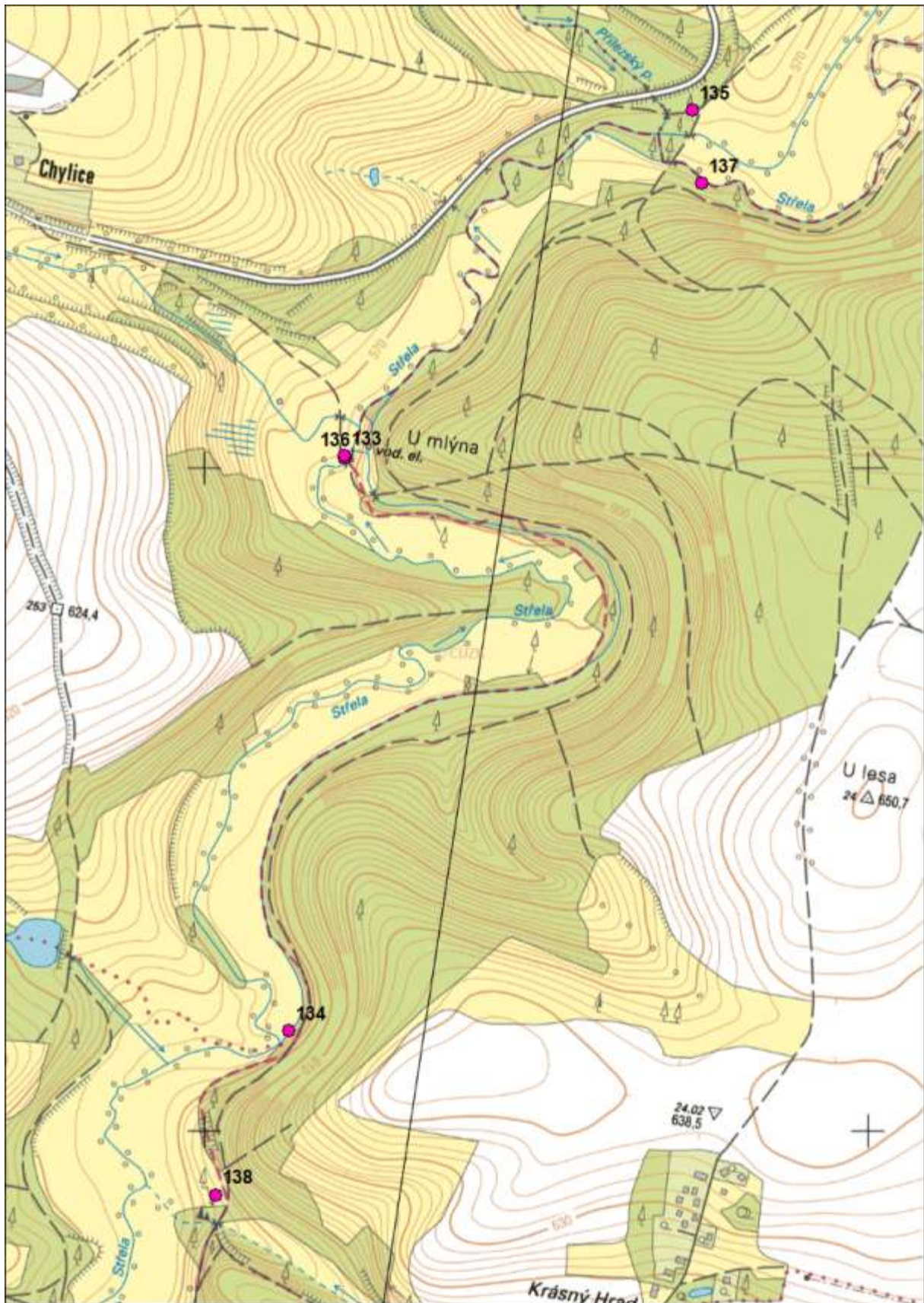
k určitému snížení průtoku povrchových vod v jejím toku. Při zaplavení nivy již není v zájmovém území významnější prostor pro infiltraci povrchových vod z tohoto toku do vod podzemních.

4.11.1.7 VEGETAČNÍ POKRYV

Břehy Střely jsou většinou pokryty lužní vegetací, v některých úsecích vodoteč doprovází porost křovin a stromů (olše, osiky, břízy, černý bez), místy k ní přiléhá převážně smrkový les (Obrázek 137). Louky – často zamokřené - většinou nejsou intenzivně obhospodařované a jejich vegetace byla v době terénní rekognoskace velmi pestrá a vysoká. Kosené jsou pouze výše položené části luk.

4.11.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Terénní průzkum proběhl dne 15. 8. 2012 za slunečného počasí, při teplotě 15 až 20°C. V celém modelovaném úseku byla pořízena fotodokumentace koryta, objektů a záplavového území (Obrázek 131).



Obrázek 131: Lokalizace fotografií



Obrázek 132: Můstek přes Střelu



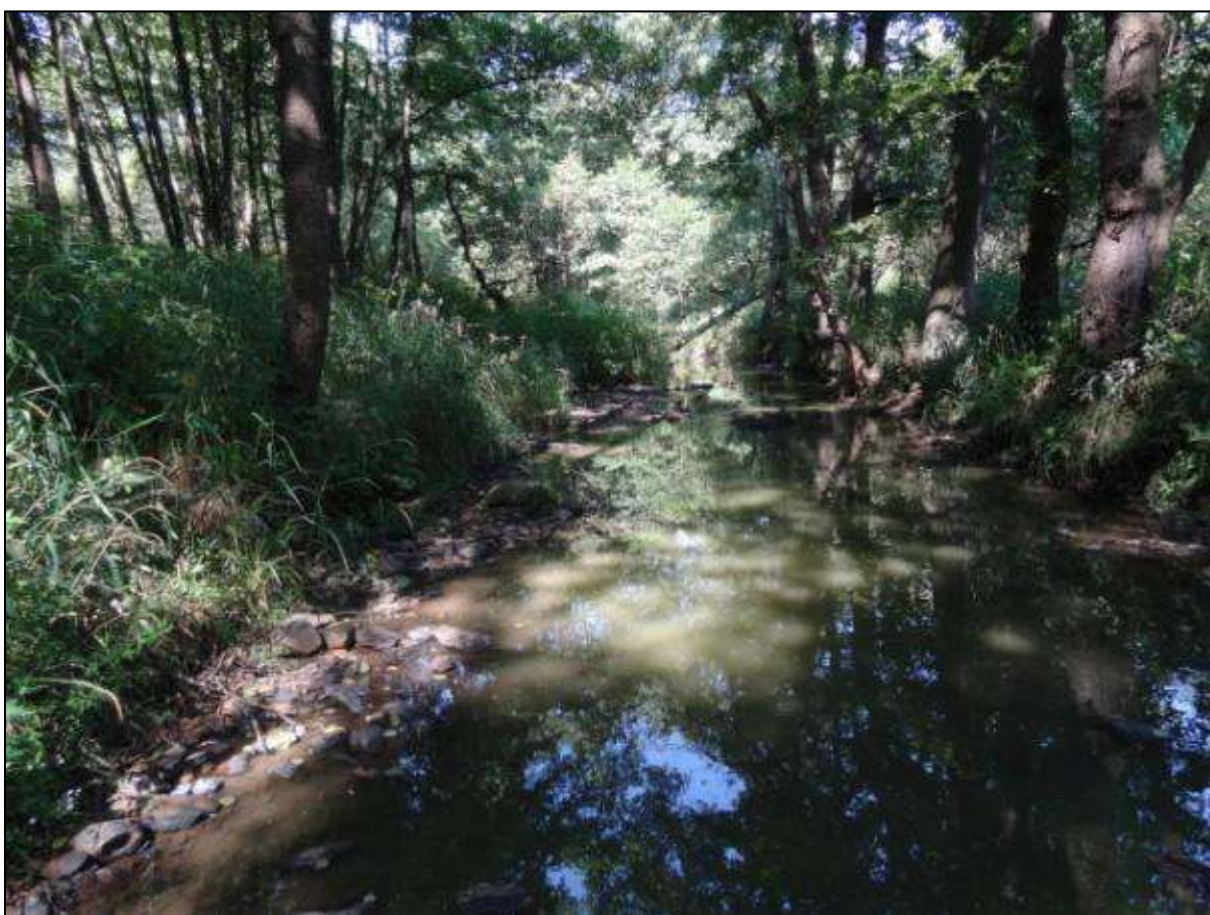
Obrázek 133: Obnovovaný jez na náhonu



Obrázek 134: Údolí Střely



Obrázek 135: Údolní niva



Obrázek 136: Šířka řečiště



Obrázek 137: Vegetační kryt okolních svahů

4.11.3 HYDROLOGICKÉ VÝPOČTY A POROVNÁNÍ DAT

4.11.3.1 PODKLADY

V tabulce je uveden výčet geodetických podkladů – data, z nichž byla generována původní záplavová území a data leteckého laserového skenování a typ hydrodynamického modelu.

Tabulka 90: Podklady výpočtů

Podklady pro stanovení ZÚ	Geodetické zaměření
Data LLS	DMR 4G
Použitý model	HEC-RAS
Typ modelování	1D
Počet profilů	32

4.11.3.2 HYDRODYNAMICKÉ MODELOVÁNÍ

Hydrodynamické modelování bylo provedeno v úseku ř. km 85,704 až 91,985 pomocí jednorozměrného numerického modelu. Rozsah modelovaného území je zřejmý z Obrázek 138, kde jsou v podkladu letecké fotografie vyznačeny výpočetní příčné profily, tvořící 1D model.

Výpočty, vyhodnocení a porovnání vyhodnoceného záplavového území bylo provedeno pro tři průtokové stavy, odpovídající průtokům Q_{100} , Q_{20} a Q_5 pro Střelu v řešeném území.

Jednorozměrný model proudění vody v zájmovém území byl vytvořen pomocí software HEC-RAS. Model území je tvořen jedním hlavním úsekem toku Jizerky, na kterém se nachází 29 zaměřených

příčných údolních profilů. Některé z nich popisují objekty. Profily jsou od sebe vzdálené cca 100 až 250 m. Zaměřené profily byly ve výpočetním modelu doplněny dalšími interpolovanými profily, celkový počet profilů v modelu je 38. V řešeném úseku se nachází dva objekty – silniční most a pevný jez.

Výpočetní model byl pro účely porovnávací studie k dispozici ve dvou variantách. První varianta – použitá pro stanovení ZÚ vychází ze zaměřených profilů, ve druhé variantě byl tvar inundačního území odvozen z modelu terénu DMR 4G. Parametry modelu charakterizující drsnost povrchu koryta i inundace byly v obou variantách modelu voleny stejně.

Výsledkem jednorozměrného modelování je poloha hladiny v jednotlivých profilech numerického modelu. Tyto hladiny byly následně protnuty s modelem terénu a byly vyhodnoceny záplavové čáry. V první variantě k vyhodnocení rozsahu rozlivu a záplavových čar sloužily zaměřené profily a vrstevnice základní mapy 1:10000, ve druhé variantě byl pro konstrukci záplavových čar použit model terénu DMR 4G.

Pro výše uvedené dvě varianty modelu bylo provedeno porovnání záplavových čar



Obrázek 138: Jednorozměrný model v lokalitě Střela

4.11.3.3 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

V lokalitě Střela byly z tradičních dat k dispozici pouze geodeticky zaměřené příčné profily inundací a z dat LLS jen produkt DMR 4G. DMR 5G nebyl v době zpracování projektu ještě dokončen. Výstupy statistické analýzy vstupních dat jsou uvedeny v Tabulka 91.

Tabulka 91: Statistická analýza porovnání vstupních dat

	DMR4G-GEO	ZAB-GEO
počet bodů	338	338
averageif	0,135	0,528
sm. Odch	0,519	1,728
MIN	-2,522	-5,811
MAX	3,040	7,415
RMSE	0,536	1,806
suma	45,710	178,312
systematická chyba	0,135	0,528
suma čtverců	97,241	1102,832
úplná střední chyba	0,536	1,806
percentil 0.3	-2,513	-5,805
percentil 5	-0,909	-2,311
percentil 95	0,672	3,270
percentil 99,7	3,027	7,398
1. kvartil	0,044	-0,319
2. kvartil	0,233	0,447
3. kvartil	0,327	1,430

Kladné hodnoty systematické chyby ukazují, že data LLS jsou v tomto případě nepatrně „nad“ daty GEO. Digitální model terénu je tedy umístěn výš, než je skutečné zaměření. Velikost chyby u dat DMR 4G je cca 13 cm. Data ZAB jsou rovněž výškově nadhodnocena, rozdíl činí cca 53 cm.

Hodnoty úplné střední chyby odpovídají celkové přesnosti dat. Chyba cca 54 cm u dat DMR 4G je znatelně menší než chyba u dat ZAB (180 cm). Velký rozdíl mezi daty ZAB a GEO upozorňují na vysokou nepřesnost tradičního výškopisného podkladu ZABAGED[®] pro úlohy typu vymezení záplavových území.

4.11.3.4 POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Pro stanovení přesnosti vymezení záplavových území byly v prostředí GIS odečteny plochy původních a nově vymezených záplavových území. Byla sledována míra zvětšení (tedy součet částí polygonů, která zvětšují rozliv povodně oproti stávajícímu ZÚ), zmenšení (menší rozliv povodně) a celkový rozdíl ploch ZÚ. Hodnoty jsou uvedeny v %, přičemž plocha původního ZÚ (PUV ZU) je rovna 100%. Celkový rozdíl např. 258% znamená, že nově vymezené záplavové území je o 158% větší, než bylo původní. Naopak hodnota 97% značí, že nové ZÚ je o 3% menší, než staré.

Tabulka 92: Porovnání ploch ZÚ (Střela 1D)

Střela 1D		PUV ZU-DMR 4G
původní ZÚ Q ₅	míra zvětšení [%]	5,1
	míra zmenšení [%]	36,5
	celková změna [%]	68,6
původní ZÚ Q ₂₀	míra zvětšení [%]	3,8
	míra zmenšení [%]	10,5
	celková změna [%]	93,3

Střela 1D		PUV ZU-DMR 4G
původní ZÚ Q ₁₀₀	míra zvětšení [%]	2,3
	míra zmenšení [%]	7,2
	celková změna [%]	95,1

U této lokality byly výpočty provedeny kromě návrhových průtoků Q₅ a Q₁₀₀ i pro průtok Q₂₀. U všech návrhových průtoků došlo ke zmenšení rozlivu povodně. Porovnání ploch ZÚ určených 1D modelováním ukázalo u návrhového průtoků Q₅ rozdíl cca 32% - třída přesnosti III. U průtoků Q₂₀ byl rozdíl zhruba 7% - třída přesnosti II – a u průtoků Q₁₀₀ 4% - třída přesnosti I.

Velikost rozdílů ploch má se zvyšujícím se návrhových průtokem snižující se tendenci. Což potvrzuje předpoklad, že u nízkých návrhových průtoků jsou změny v rozlivech patrnější – rozliv povodně je citlivější na přesnost modelu terénu.

4.11.4 PARAMETRY HODNOCENÍ

Analýzy sklonitosti byly provedeny nad digitálním modelem terénu vytvořením z výškopisných dat ČÚZK, pro vypočtení ploch zalesnění a zastavění byla využita databáze CORINE (datový sklad VÚV). Pro určení hodnot ostatních parametrů byly čerpány informace z terénních průzkumů a dokumentace subdodavatele.

Tabulka 93: Parametry hodnocení lokality Střela

	Parametr	hodnota	jednotka
1	Sklonitost úseku (podélný profil)	0,33	%
2	Sklonitost území rozsahu modelu	16	%
3	Stupeň sklonitosti území rozsahu modelu	10	-
4	Míra zalesnění	43	%
5	Míra zastavění	-	%
6	Poměr průměrné šířky a průměrné hloubky koryta	6,67	-
7	Použitá výškopisná data původního vymezení ZÚ	GEO	-

Střela patří v rámci zvolených referenčních lokalit k menším řekám jak ve velikosti, tak v N-letých průtocích. Sklon podélného profilu je střední, stejně jako sklonitost celého území. Střela protéká přírodní krajinou s vysokým stupněm zalesnění a nulovou zástavbou.

Pro vyhodnocení přesnosti vymezení ZÚ je vhodné uvést všechny zjištěné charakteristiky řešeného území (Tabulka 94).

Tabulka 94: Charakteristiky lokality Střela

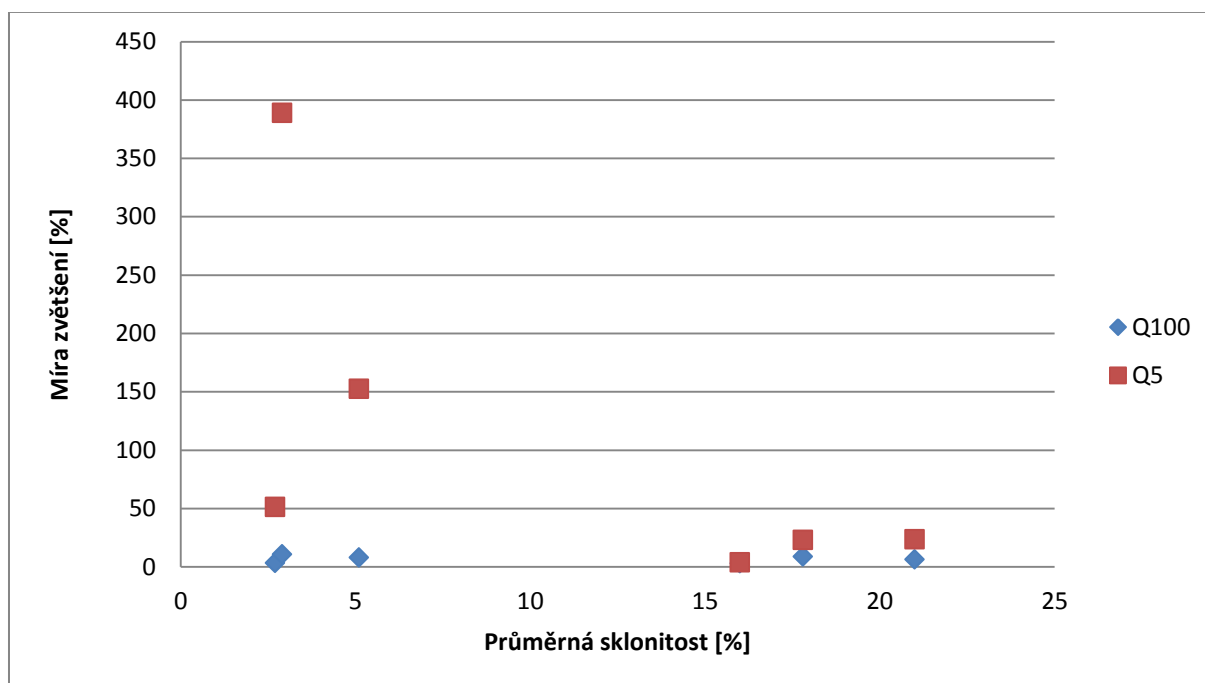
Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
Fyzikálně geografické poměry			
Plocha	spádové oblasti	km ²	92,01
Sklonitost	povodí celého toku	%	9,6
	úseku (podélný profil)	%	0,33
	území rozsahu modelu	%	16
	spádové oblasti	%	6,51
Délka toku	spádové oblasti	km	18,05

Skupina faktorů	Faktory	Jednotka	Hodnota parametru
	úseku	m	6281
	celkem	km	102,06
Nadmořská výška	průměrná nadmořská výška úseku,	m n. m.	566,63
	rozsah nadmořské výšky úseku (MIN – MAX)	m n. m.	555,69
		m n. m.	577,56
	průměrná nadmořská výška spádové obl.	m n. m.	653,27
	rozsah nadmořské výšky spádové obl.	m n. m.	553,91
		m n. m.	824,16
	průměrná nadmořská výška povodí	m n. m.	547,90
rozsah nadmořské výšky povodí	m n. m.	269,10	
	m n. m.	933,08	
Základní parametry koryt vodních toků	šířka hladiny při korytovém průtoku v úseku (od – do, prům.)	m	8-25; 10
	hloubka koryta (od – do, prům.)	m	0,9-2,5; 1,5
	poměr prům. šířky koryta a prům. hloubky koryta	-	6,666
	šířka nivy (od – do, prům.)	m	(55-180) 112
Klimatické a meteorologické faktory – hydrologické poměry			
průtok	N-leté průtoky,	[m ³ /s]	1=8,83; 5=28,8; 10=41,9; 50=85,0; 100=110
srážky	průměrný roční úhrn	[mm]	650 - 700
Geologické (a hydrogeol.) poměry			
Geologie	základní geologická stavba povodí,	-	Skalní podklad: pararuly. Pokryvné útvary: hlíny až štěrky
Hydrogeologie	specifický odtok podzemní vody	[l/s.km ²]	2-3
Koryto			
charakter břehů	převládající typ opevnění	%	přírodní, částečně průtočné
Niva			
vegetační pokryv	procento zalesnění	%	43
	procento zastavění	%	-
Hydrodynamický model			
	použitá data původní	-	GEO
	hustota profilů	-	
	hustota fotogrammetrie	-	
	použitá data LLS	-	DMR 4G
	typ modelu	-	1D

5. VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI ZMĚN VYMEZENÍ ZÚ NA PARAMETRECH HODNOCENÍ

Pro všech 12 referenčních lokalit (Nežárka je považována za 2 lokality díky výsledkům 1D a 2D modelování) byly systematicky určeny parametry hodnocení a provedeno porovnání ploch ZÚ vymezených nad původními tradičními výškopisnými daty a nad daty leteckého laserového skenování. Konkrétní výsledky jsou uvedeny v kapitolách 4.x.3 a 4.x.4 příslušných lokalit.

Vyhodnocení závislosti spočívá ve vynesení souhrnných grafů, kde na vodorovné ose jsou vyneseny hodnoty konkrétního parametru a na svislé ose relativní změna ploch polygonů vymezených ZÚ v procentech. V prvním kroku byly tyto grafy zpracovány odděleně pro jednotlivé typy původního výškopisu a produkt LLS. Nejdříve se zkoumaly samostatně závislosti míry zvětšení a míry zmenšení plochy ZÚ. Ze seznamu parametrů hodnocení bylo vybráno 6 (podélný profil, sklonitost území, stupeň sklonitosti, míra zalesnění, míra zastavění a poměr šířky a hloubky koryta). Tímto způsobem bylo vytvořeno celkem 48 grafů. Příklad je ukázán na Obrázek 139.



Obrázek 139: Závislost míry zvětšení ZÚ (rozdíl mezi daty GEO a DMR 5G) na průměrné sklonitosti

Z grafů byla prokázána mnohem vyšší citlivost změn ve vymezení ZÚ menších návrhových průtoků, a to především u parametrů souvisejících s reliéfem území. Tímto postupem se neprokázaly jednoznačné závislosti míry zvětšení a zmenšení na jednotlivých parametrech. Rovněž velikost množiny hodnot v grafu pro takto oddělené analýzy nebyla dostatečná.

Proto byl ve druhém kroku způsob vynášení grafů přehodnocen. Místo odděleného testování míry zvětšení a zmenšení byla použita hodnota celkové relativní změny plochy vymezení ZÚ. Hodnoty větší než 100% ukazují na zvětšení plochy oproti původní hodnotě, hodnoty menší než 100% naopak. Současně byly v grafech vynášeny dohromady výsledky analýz dat FOT a GEO, neboť předchozí výsledky neprokázaly žádný zásadní vliv typu tradičních výškopisných dat na změnu plochy ZÚ. Hodnoty jednotlivých rozdílů ploch byly rozděleny do 4 kategorií přesnosti (Tabulka 96). Pro větší

přehlednost byly kategorie v grafech a tabulkách barevně odděleny. Výsledky analýz jsou vysvětleny na ukázkách grafů na následujících stránkách. Souhrn všech výsledků porovnání je uveden v Tabulka 95. Do hodnocení nebylo možné zahrnout výsledky z lokality Lužnice, neboť zde byly výpočty původního i nového ZÚ provedeny na skutečném průtoku z povodní v roce 2002, který svou pravděpodobnostní překročení neodpovídá ani Q_5 ani Q_{100} .

Tabulka 95: Výsledky porovnání ploch ZÚ

Lokalita	Q_{100}		Q_{20}		Q_5	
	4G	5G	4G	5G	4G	5G
	relativní změna plochy ZÚ [%]	relativní změna plochy ZÚ [%]	relativní změna plochy ZÚ [%]	relativní změna plochy ZÚ [%]	relativní změna plochy ZÚ [%]	relativní změna plochy ZÚ [%]
Nežárka GEO	98,9	98,9			136,9	140,7
Nežárka FOT	102,5	102,8			153,4	145,8
Šembera GEO	97,8	96,5			267,7	244,7
Doubrava GEO	109,3	108,1			505,0	483,0
Lužnice FOT						
Jizerka GEO	91,0	88,8			104,4	98,1
Úhlava LLS	96,9				94,0	
Berounka dolní FOT	99,4	99,8	121,9	99,9	97,3	98,6
Berounka horní FOT	99,6	99,9			94,9	95,8
Oleška GEO	94,3	94,8			108,5	109,0
Manětínský potok GEO	93,4		91,3		82,0	
Střela GEO	95,1		93,3		68,6	

Tabulka 96: Klasifikační stupnice přesnosti vymezení ZÚ

Třída přesnosti	Rozdíly v %
I	0-5
II	5-20
III	20-50
IV	>50

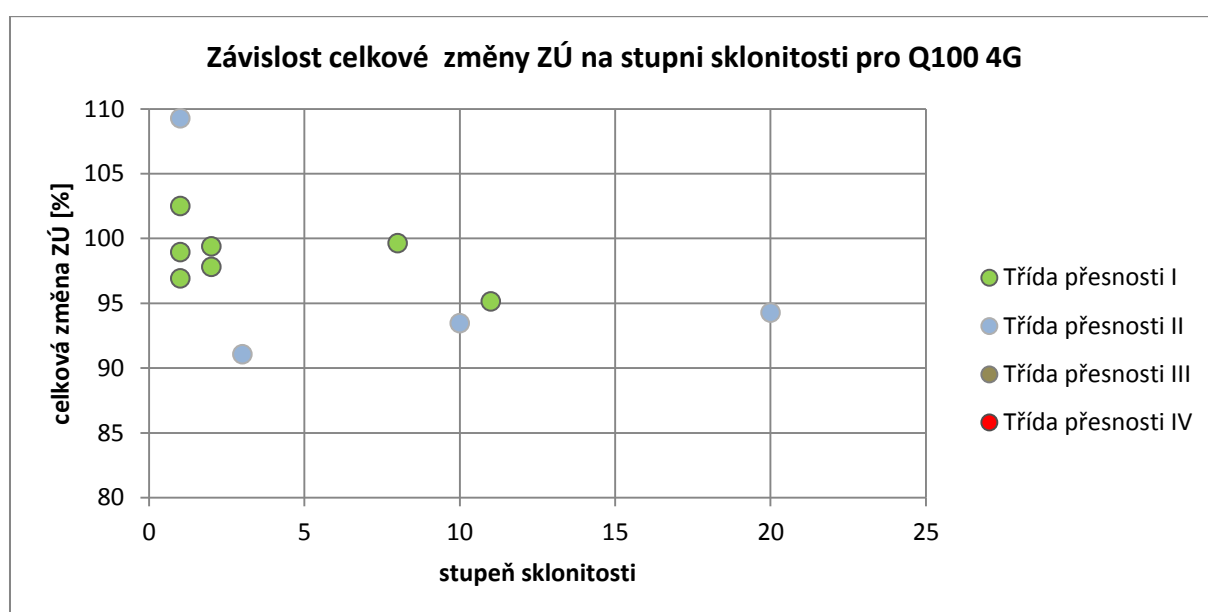
Návrhový průtok Q_{20} byl hydrodynamickými modely subdodavatelem zpracován pouze u 3 lokalit v případě dat DMR 4G a jedné lokality v případě dat DMR 5G. Takto nízký počet hodnot neodpovídá statistickým pravidlům pro hledání funkčních závislostí. Tyto výsledky tedy musely být rovněž z analýzy vynechány.

Už z tabulky je patrné, že rozdíly mezi porovnáním ploch z dat LLS DMR 4G a 5G nejsou příliš vysoké (u vysokých návrhových průtoků jsou rozdíly zcela nepatrné). U některých lokalit jsou pro průtok Q_5 hodnoty celkových rozdílů cca 20% (Šembera, Doubrava), někde se pohybují v rozmezí 5-10% (Nežárka, Jizerka) a několik z nich má i při nízkém návrhovém průtoku rozdíl menší než 1%. Vynesením grafů závislostí nebyla nalezena žádná závislost na typu produktu LLS. Znamená to, že pro nové výpočty záplavových území lze používat produkt DMR 4G (za předpokladů uvedených v kapitole

6) místo sice přesnějšího, ale finančně (a v současné době i časově) méně dostupného produktu DMR 5G.

Extrémní rozdíly v ploše stanoveného záplavového území pro Q_5 na Doubravě a Šembeře vyplývají z toho, že zaměřené geodetické profily ukazovaly na existenci hrázek, které byly ve vyhodnocení uvažované jako souvislé, což data LLS nepotvrdila. Jedná se tedy o široké rozlivy s velmi malou hloubkou. V plochem terénu způsobí i minimální změna (v řádu centimetrů) v podkladních výškopisných datech velký rozdíl v zatopené ploše.

Další výsledek vyplynul z porovnání grafů závislostí pro jednotlivé návrhové průtoky. Bylo zjištěno, že třídy přesnosti pro vyšší návrhové průtoky (Q_{100}) jsou výhradně v kategorii I a II, tedy vysoká přesnost vymezení ZÚ (Obrázek 140), zatímco u nízkého návrhového průtoku (Q_5) jsou zastoupeny všechny kategorie (Obrázek 141).



Obrázek 140: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_{100} a data DMR 4G

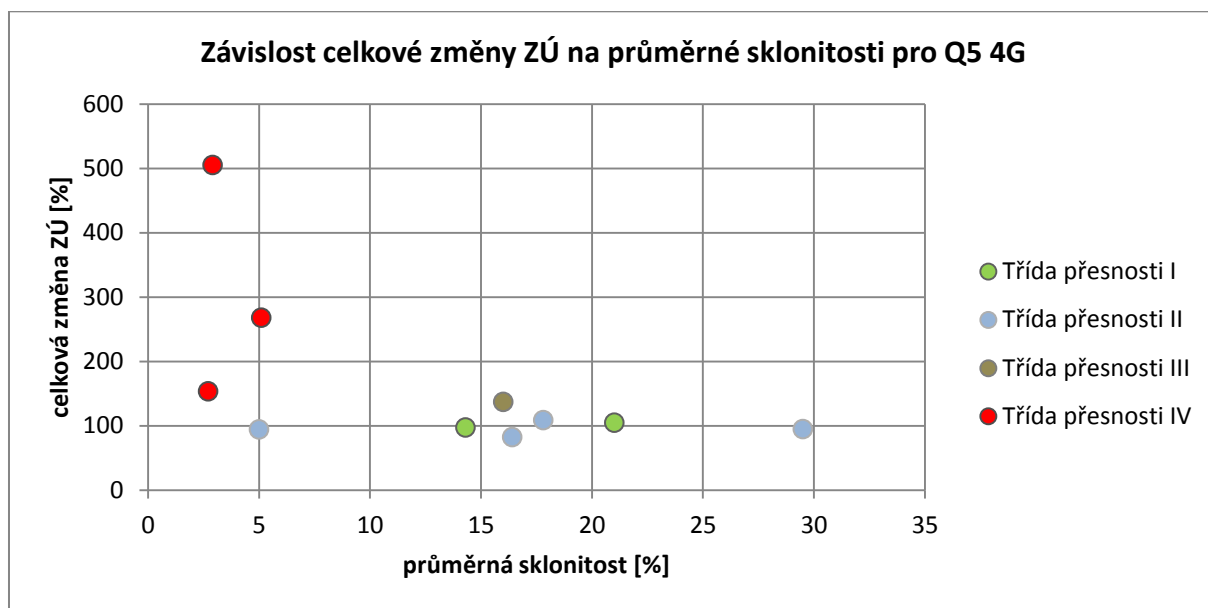
Trendu nárůstu změn se snižujícími se návrhovými průtoky neodpovídá vyšší hodnota rozdílu u návrhového průtoku Q_{20} u lokality Berounka dolní (Tabulka 95). Větší rozdíl v ploše ZÚ při aplikaci dat DMR 4G je způsoben vyhlazením protipovodňových hrázek navržených na průtok Q_{20} . Tento rozdíl dokládá nutnost doplnit data modelu DMR 4G informacemi o existujících hrázkách a dalších významných terénních útvarech, které nejsou v rozlišení DMR 4G postiženy.

Dalším krokem bylo zjištění závislostí rozdílů na jednotlivých parametrech. Byly vyneseny grafy těchto parametrů: Průměrná sklonitost území, stupeň sklonitosti území, míra zalesnění, míra zastavění a poměru šířky a hloubky koryta toku.

Na Obrázek 140 a Obrázek 141 je znázorněna závislost celkové změny vymezení ZÚ na průměrné sklonitosti území pro návrhové průtoky Q_5 a Q_{100} . Hodnoty rozdílů jsou mnohem vyšší u Q_5 než u návrhového průtoku Q_{100} . Současně je zde vidět poměrně zřetelný funkční trend – přesnost vymezení ZÚ s rostoucím sklonem stoupá (v grafu jsou vyneseny hodnoty rozdílů, které klesají = přesnost roste). Největší odchylky u malých sklonů se vyskytují u výše diskutovaných dvou lokalit s plochým

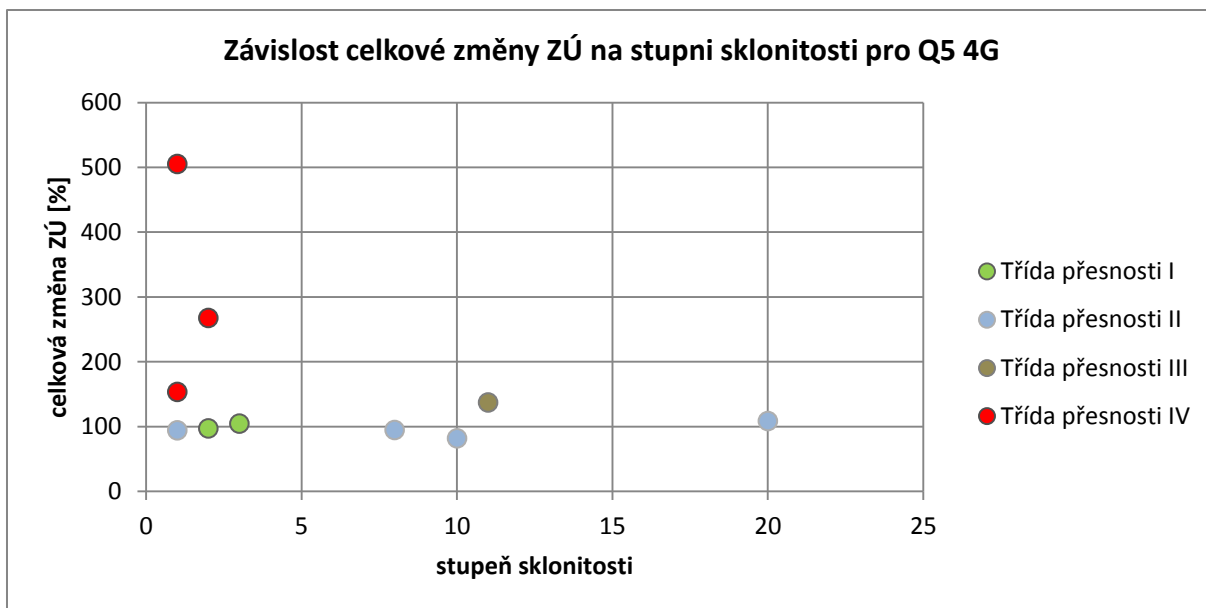
inundačním územím, kde velmi malé odchylky v modelu terénu představují velmi podstatné změny v celkové ploše rozlivu.

Barevné rozlišení tříd přesnosti ukazuje některé výjimky oproti zmíněnému trendu, které se ale dají dobře vysvětlit. Modrý bod ve třídě přesnosti II v levé části grafu odpovídá ZÚ lokality Úhlava. Zde byla, jak je zmíněno v kapitole 4.6.3.3, i původní ZÚ modelována na datech LLS. Proto musí být rozdíl velmi malý i u tohoto málo sklonitého území. První zelený bod ve třídě přesnosti I znázorňuje lokalitu dolní Berounky. Ta byla řešena pomocí 2D modelu na plošných fotogrammetrických datech, tedy o něco přesnější metodou, než další lokality. Proto může být rozdíl mezi starým a novým ZÚ menší. Pořadí ostatních bodů je ovlivněno volbou intervalů jednotlivých tříd přesností. Důležité je, že hlavní trend je u tohoto parametru zřetelný.



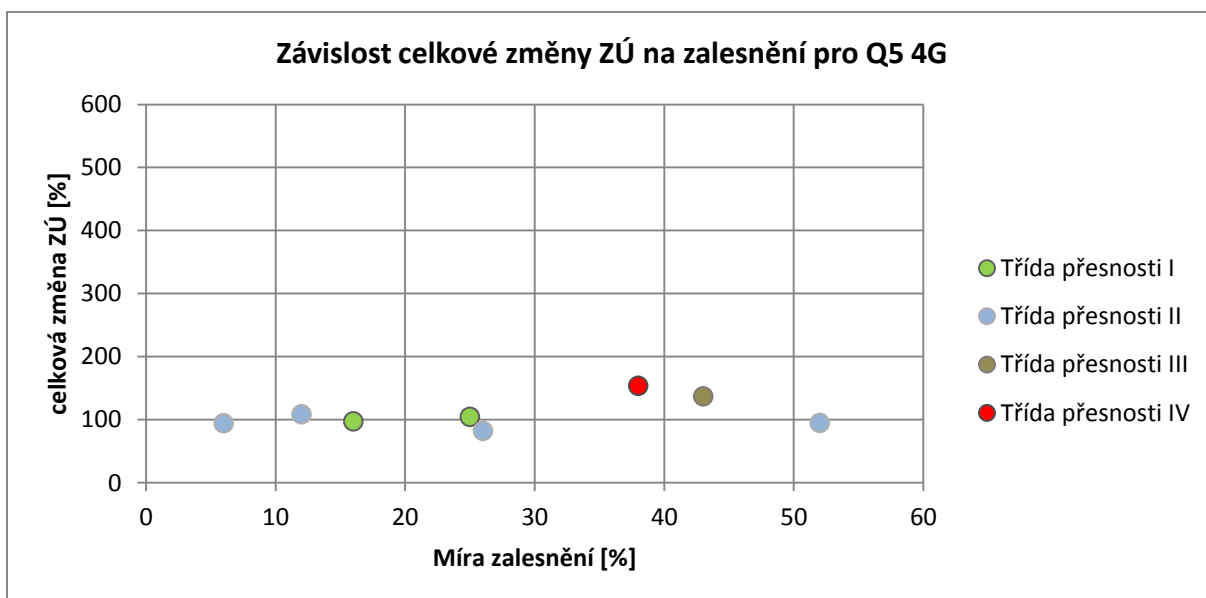
Obrázek 141: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_5 a data DMR 4G

Podobná situace je u závislosti celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti (Obrázek 142). Pouze pořadí vyšších tříd přesnosti u vyšších stupňů není tak jednoznačné, jako v případě průměrné sklonitosti.

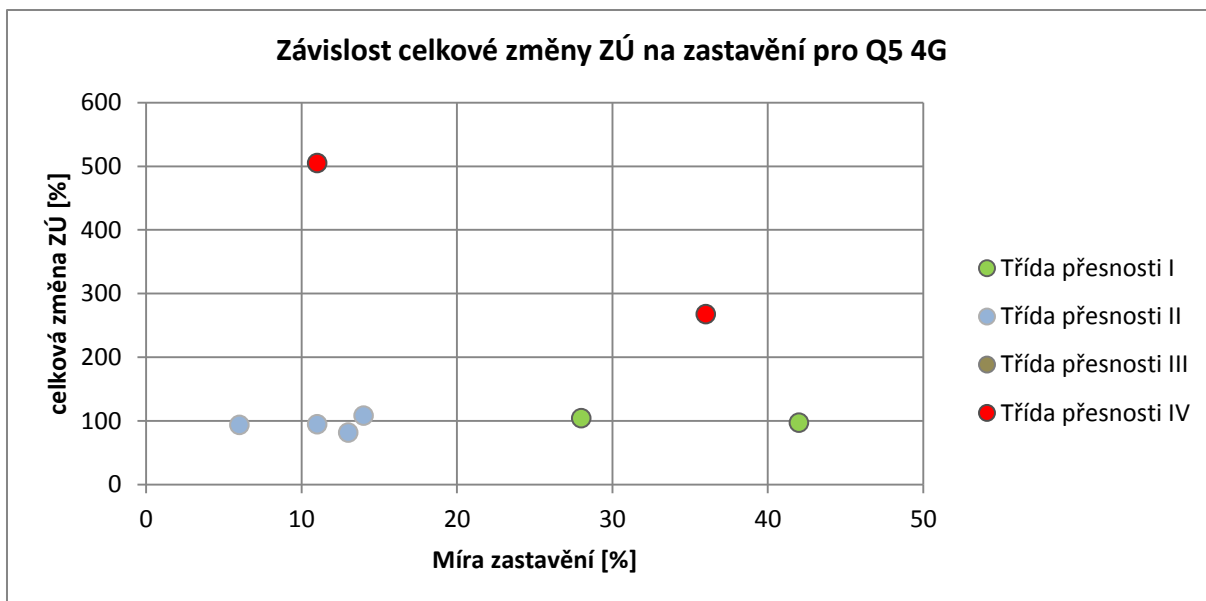


Obrázek 142: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_5 a data DMR 4G

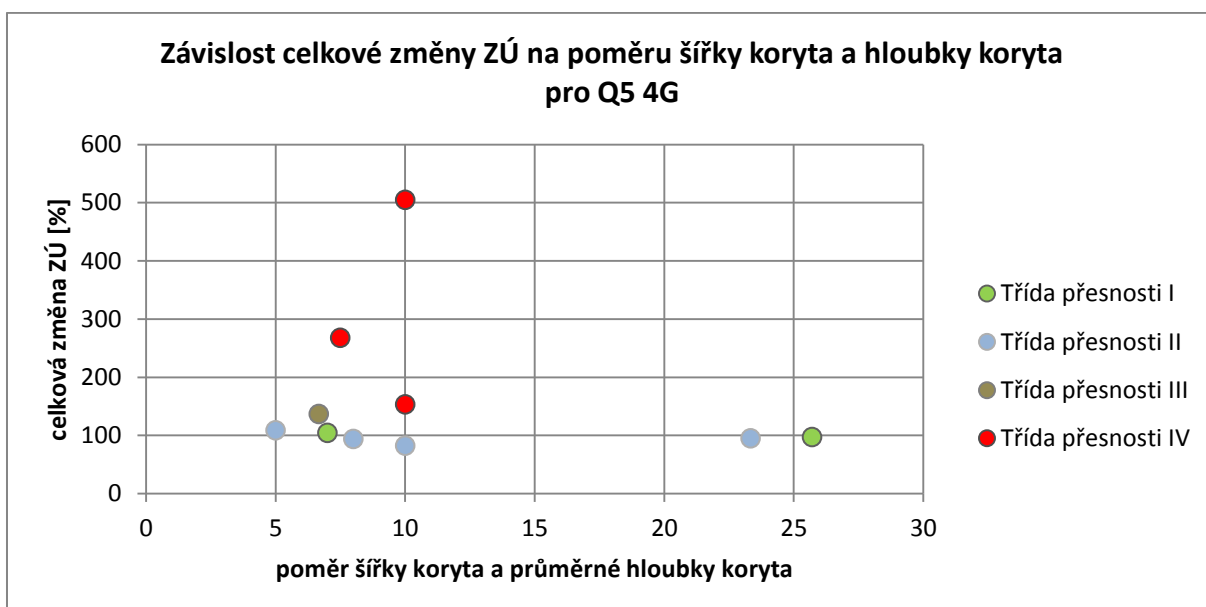
Na Obrázek 143, Obrázek 144 a Obrázek 145 jsou grafy závislostí dalších zvolených parametrů hodnocení. Jde o míru zalesnění a zastavění území a poměr mezi šířkou a hloubkou koryta. Jak je vidět, závislosti zde nejsou zřetelné, jak je tomu u sklonitosti. Tato skutečnost vyplývá z podstaty hydrodynamického modelování. Základním vstupem do výpočtů jsou charakteristiky reliéfu. Poměr šířky a hloubky koryta se přímo netýká plochy inundace, kde se rozliv řeší. Zalesnění a zastavění území sice odpovídá drsnosti povrchu, což je další parametr vstupující do výpočtu. Modely ale evidentně nejsou na změny drsnosti citlivé tak, jak je tomu v případě sklonitosti.



Obrázek 143: Závislost celkové změny ZÚ na míře zalesnění pro průtok Q_5 a data DMR 4G



Obrázek 144: Závislost celkové změny ZÚ na míře zastavení pro průtok Q_5 a data DMR 4G



Obrázek 145: Závislost celkové změny ZÚ na poměru šířky a hloubky koryta pro průtok Q_5 a data DMR 4G

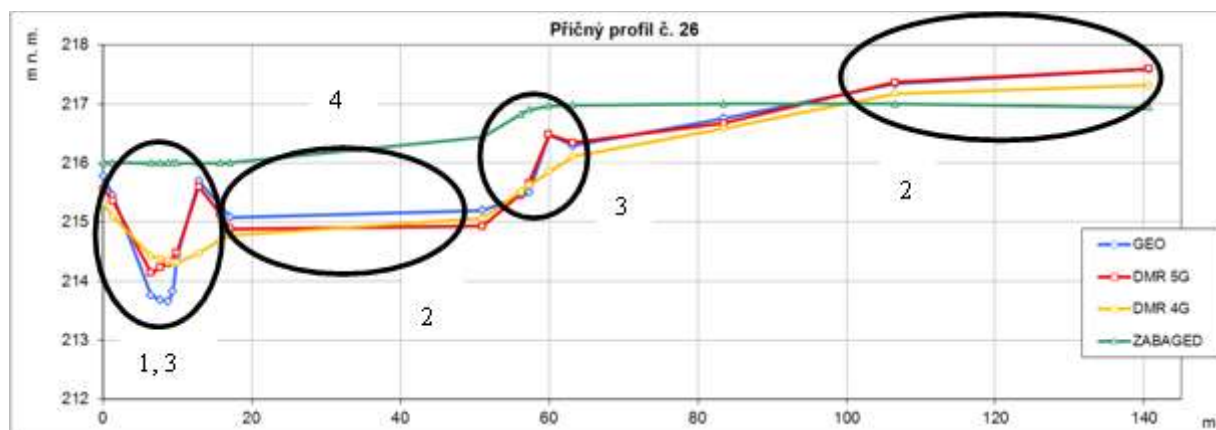
Výsledkem provedených analýz je poznání závislosti přesnosti vymezení ZÚ na charakteristikách území. Vzhledem k tomu, že jediná zřetelná závislost byla nalezena u parametru průměrné sklonitosti terénu (případně stupně sklonitosti), je zřejmé, že záplavová území v ČR je třeba třídit převážně z tohoto hlediska. V rámci úlohy nového vymezení ZÚ je pak vhodné prioritně řešit ta území, jejichž průměrná sklonitost je nižší než 20%. Zvláštní zřetel je pak nezbytné brát na mírně sklonitá povodí (s průměrnou sklonitostí do cca 5%), kde je přesnost původně vymezených ZÚ nízká.

6. SHRNU TÍ A ZÁVĚR

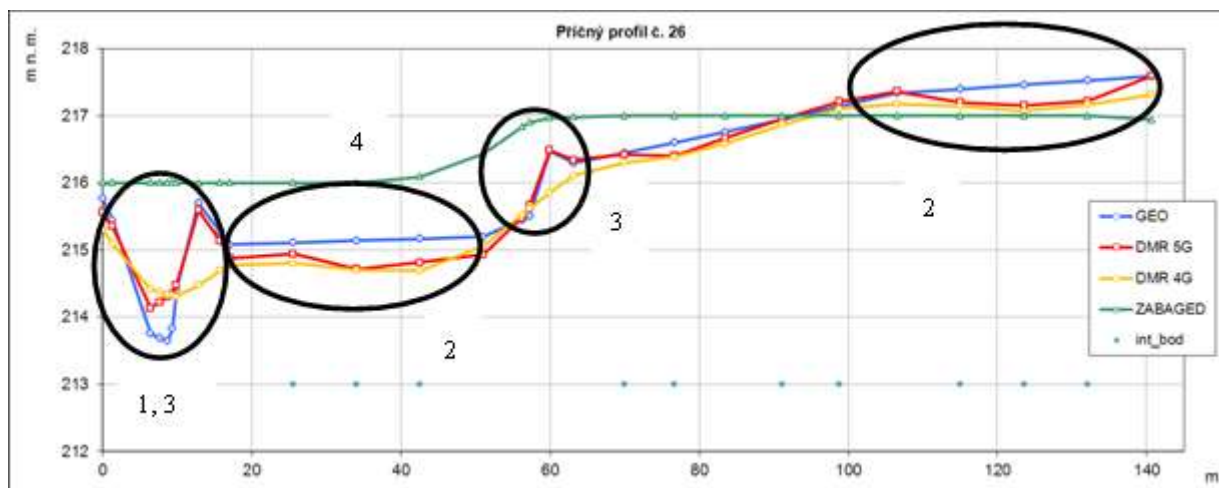
Pro správné a operativní rozhodování v oblasti ochrany obyvatelstva a majetku před negativními dopady povodní je nezbytné disponovat přesnými informacemi popisujícími prostorové a popisné charakteristiky povodňových situací v zájmovém území. Jednou ze zásadních prostorových charakteristik jsou přesně vymezená záplavová území, která jsou územním limitem pro plánování využití území a klíčovým vstupním podkladem pro rizikovou analýzu. V rámci rizikové analýzy je stanovena míra ohrožení obyvatelstva a objektů. Použití zastaralých a nepřesných datových podkladů může vést k nesprávnému vyhodnocení kritického stavu (např. povodňové situace) a následně k neočekávaným škodám. Využitím moderní technologie leteckého laserového skenování je možné získat objektivnější a komplexnější informace o morfologii terénu a tím pádem přesnější vstupní data do hydrodynamických modelů využívaných pro vymezení záplavových území. Výsledek projektu tak v důsledku zvýší bezpečnost občanů, měst a obcí ČR v případě krizových situací vyvolaných povodněmi.

Za účelem navržení způsobu klasifikace a porovnání přesnosti vymezení záplavových území v ČR bylo zvoleno 12 referenčních lokalit odpovídajících různým morfologickým, hydrologickým a krajinným charakteristikám. Lokality byly prozkoumány in situ, podrobně popsány, a bylo v nich provedeno hydraulické modelování proudění vody a vyhodnocení záplavových čar na nových výškopisných datech DMR 4G a DMR 5G. Z výsledků terénních průzkumů, rešerší odborné literatury a za pomoci nástrojů GIS byly určeny hodnoty parametrů, které mohou ovlivňovat kvalitu digitálního modelu terénu, jakožto základního vstupu do hydrodynamických modelů, a tím i výsledný rozliv návrhových povodňových průtoků.

Během zpracování datových sad byly porovnány sady původních a nových vstupních výškopisných dat. Byly srovnány body příčných profilů korytem a inundací a provedeno podrobné statistické vyhodnocení všech rozdílů. Celkem bylo zpracováno 9362 bodů terénu v 396 profilech. Vyhodnocením statistických hodnot a vykreslením příčných profilů byly zjištěny 4 hlavní rozdíly v jednotlivých výškových podkladech. Ty jsou ukázány na příkladech příčných profilů na následujících obrázcích. Na Obrázek 146 je profil vyneseny podle bodů geodetického zaměření. Protože vzdálenost bodů tohoto výškopisného podkladu je někdy velká, byly pro detailnější vykreslení reliéfu z ostatních vrstev do profilů následně vloženy další body po 10 m (Obrázek 147). Čísla 1-4 v obrázcích ukazují na typy rozdílů.



Obrázek 146: Příčný profil inundací vyneseny podle bodů geodetického zaměření



Obrázek 147: Příčný profil inundací s vloženými přídavnými body

Výškopisná data se odlišují v následujících skutečnostech:

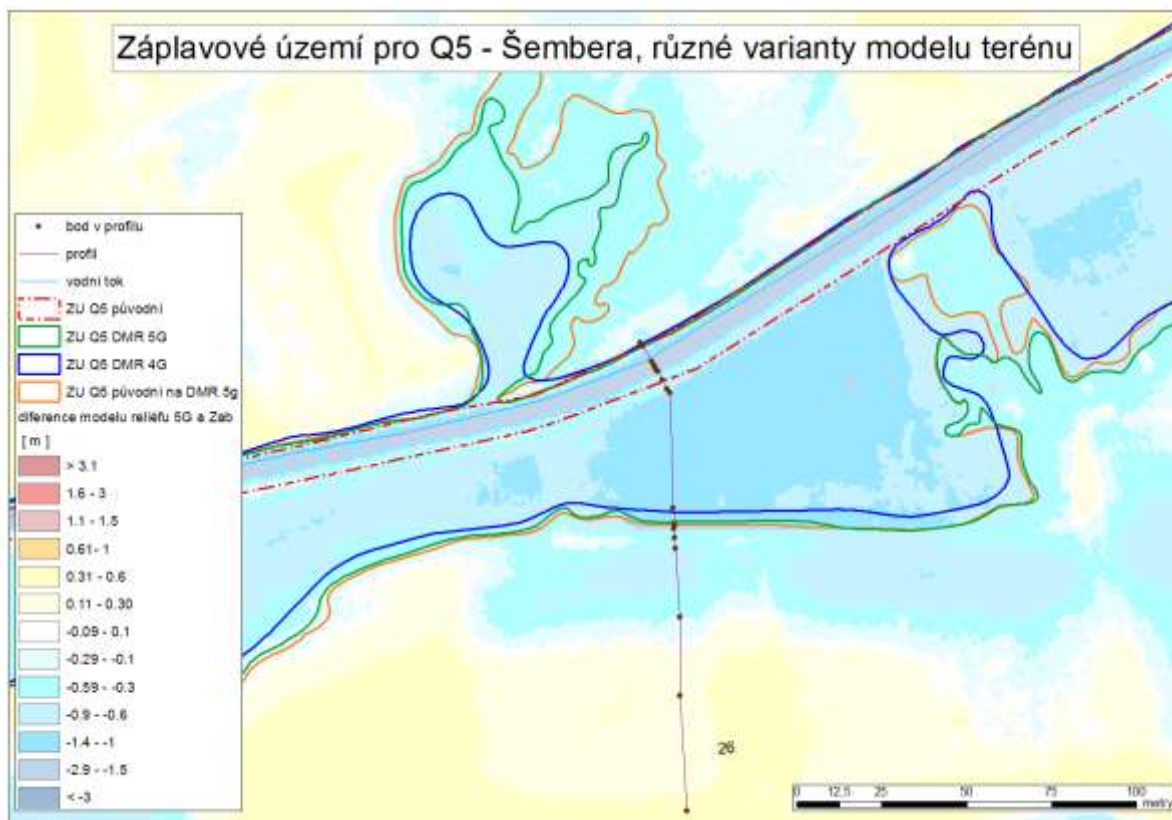
1. způsob vykreslení tvaru koryta (data LLS z principu metody nezaznamenávají data pod hladinou vodního toku),
2. větší prostorová hustota dat DMR 4G a DMR 5G lépe popisuje morfologii terénu než geodetického zaměření,
3. vyhlazení terénních zlomů u DMR 4G (břehy, valy, meze, atd.),
4. celé vedení zelené linie ukazuje na nedostatečnou přesnost výškopisu ZABAGED.

Protože data LLS nezobrazují správně tvar koryta toku, je nezbytné počítat s tímto limitem při jejich použití. Do výsledného statistického vyhodnocení ve studii byla použita pouze část profilů znázorňující inundaci.

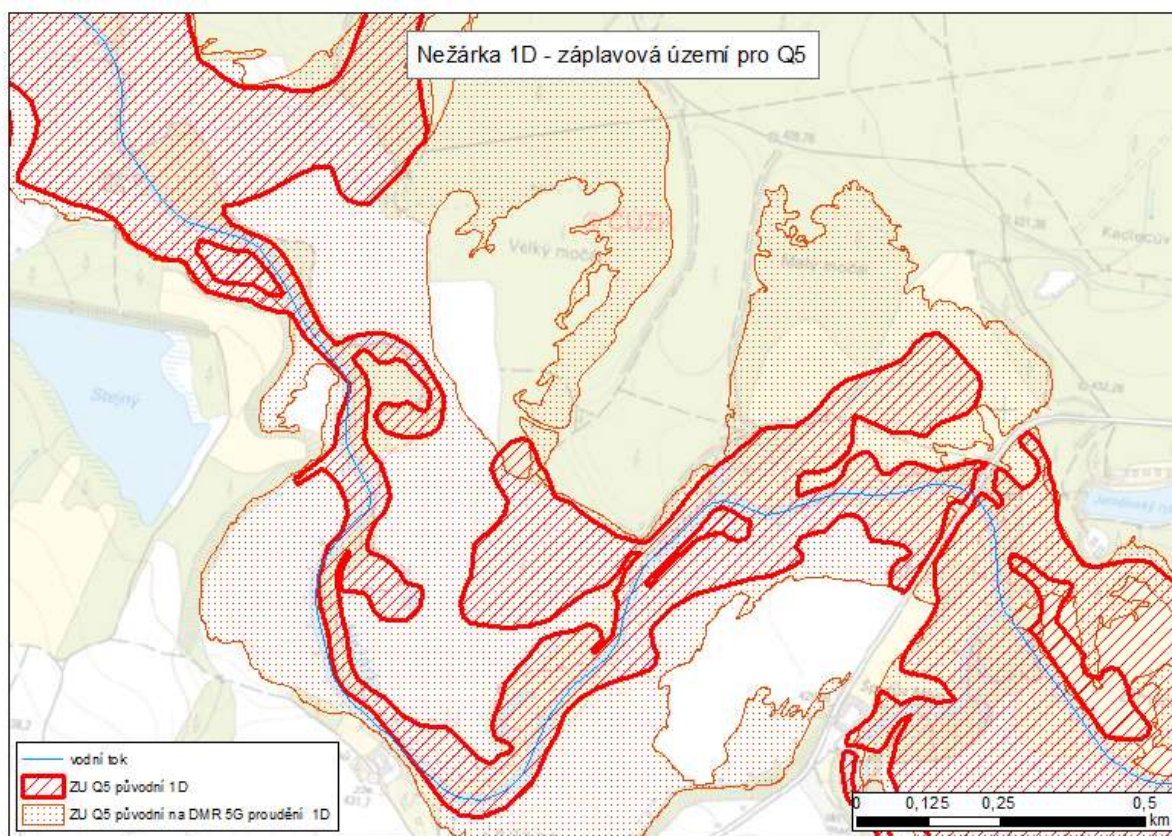
Výstupem numerických modelů proudění byly informace o poloze hladiny při konkrétním návrhovém průtoku (např. Q_5 , Q_{100} , atd.). V případě 1D modelu šlo o výšky vázané na výpočtové příčné profily. U 2D modelu byla výstupem spojitá informace v rozsahu modelu ve formě rastrové vrstvy. Vypočtené průběhy hladin pro zvolené průtokové stavy a dílčí varianty jednotlivých modelů byly dále použity pro vyhodnocení záplavových čar.

Při vykreslování čar v prostředí GIS bylo možné sledovat vliv výškopisného podkladu na výsledný tvar rozlivu. Příklad rozdílného vykreslení záplavových čar je uveden na Obrázek 148. Podél toku je val, který v místě profilu převyšuje výslednou hladinu Q_5 . Protože k původnímu vyhodnocení bylo možné v místech mezi geodeticky zaměřenými profily použít jen nedostatečně podrobný výškopis ZABAGED, výsledná záplavová čára zůstala uvnitř tohoto valu. Jak ale ukazují podrobná data LLS, val nemá konstantní výšku, a tak v některém sníženém místě dojde k rozlití vody i za něj. Výsledná plocha záplavového území je značně odlišná. Tento příklad ukazuje, že vliv přesnosti dat popisujících morfologii terénu je velmi významný.

Zásadní je rovněž výběr dat, nad kterými se záplavové čáry zakreslují. Pokud je výsledná hladina protnuta s nedostatečně přesným podkladem, může dojít k druhotnému zkreslení tvaru rozlivu povodně. Na Obrázek 149 je ukázán příklad vykreslení záplavové čáry na původním nepřesném podkladu z dat ZABAGED® (červená šrafovaná plocha) a na datech LLS (oranžová tečkovaná plocha).



Obrázek 148: Vykreslení čar záplavových území



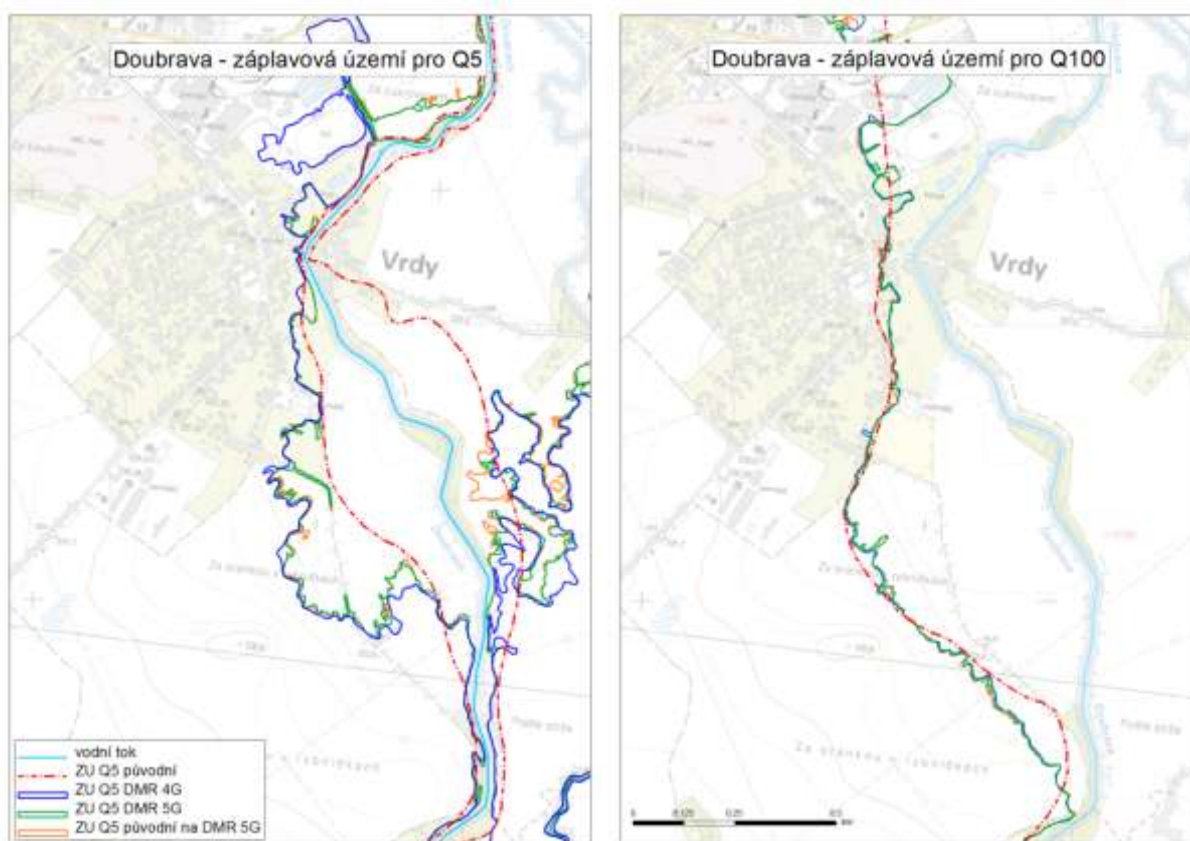
Obrázek 149: Vykreslení ploch záplavových území na různých výškopisných podkladech

Polygony vymezující plochu záplavových území byly v příslušných dvojicích z původních a nových dat od sebe odečteny. Byla provedena analýza kladných, záporných a celkových rozdílů. Hodnoty relativní změny plochy ZÚ byly zařazeny do příslušných tříd přesnosti (Tabulka 95). Výsledkem je klasifikace přesnosti vymezení záplavových území v referenčních lokalitách.

Na závěr byly výsledky odečtení ploch ZÚ srovnány s parametry lokalit. Byly vyneseny závislosti výsledků různých scénářů (kombinace návrhových průtoků a produktu LLS) na parametrech hodnocení. Výsledné grafy byly podrobeny detailní analýze.

Zjistilo se, že rozdíly mezi plochami ZÚ vypočtenými nad daty DMR 4G a 5G jsou velmi malé. Proto mohou být pro plošné vymezení nových ZÚ používána cenově dostupnější, zpracovatelsky jednodušší a v současné době téměř dokončená rastrová data DMR 4G.

Dalším poznatkem je nalezení značných rozdílů mezi nízkými a vysokými návrhovými průtoky. Na Obrázek 150 jsou uvedeny příklady rozlivu povodně při návrhovém průtoku Q_5 a Q_{100} . N první pohled je patrné, že zatímco u nízkého návrhového průtoku jsou rozdíly v rozlivu povodně výrazné, u vyššího průtoku se čáry téměř shodují. Z toho vyplývá, že mnohem větší efekt bude mít nové vymezení ZÚ pro menší návrhové průtoky, než pro velké povodně.



Obrázek 150: Rozliv povodně pro návrhový průtok Q_5 a Q_{100}

Z grafů závislosti relativní změny ploch ZÚ na parametrech charakterizujících území, kde se povodeň vyskytuje, vyplynul jako nejmarkantnější vliv plošné sklonitosti území (členitosti inundace). Přesnost vymezení ZÚ s rostoucí sklonitostí narůstá. Třídy přesnosti III a IV se vyskytují zhruba od průměrné sklonitosti 20%, přičemž při průměrné sklonitosti nižší než zhruba 5% a při velmi malých hloubkách rozlivů (nízké průtoky) může jít o vymezení velmi nepřesné. Jednoznačnou závislost na změnách

modelu terénu vyplývajících z ostatních sledovaných parametrů (vegetační pokryv inundace, morfologie koryta vodního toku, podélný profil toku) se nepodařilo prokázat, přestože z pohledu porovnání dat jednotlivých modelů terénu některé závislosti vysledovat lze (větší zalesněnost - větší odchylky modelů terénu). Tento poznatek napovídá, jak bude vhodné postupovat při aktualizaci a novém vymezení ZÚ v ČR. Pokud se pro stávající ZÚ stanoví parametry sklonitosti území (stupeň sklonitosti a průměrná sklonitost), bude možné určit méně sklonitá území, ve kterých bude mít nové vymezení záplavových území zejména nižších návrhových průtoků vysokou prioritu.

Z uvedených závěrů vychází další cíl řešeného projektu. Tím je analogická aplikace klasifikace přesnosti vymezení ZÚ na prostorová data záplavových území v rozsahu celé ČR.

Hlavní závěry porovnávací studie spolu s dalšími informacemi metodického charakteru budou na závěr projektu zpracovány do podoby metodiky vymezení záplavových území, která stanoví pravidla vymezení záplavových území z pohledu požadavků na použité podklady, hydraulické aspekty modelování a požadované výstupy.

7. LITERATURA A REJSTŘÍKY

7.1 LITERATURA

Beneš K. et al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1: 200 000 list M-33-XXII Jihlava, Geofond Praha.

Brázdil K., (2009): Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky. Geodetický a kartografický obzor, roč. 55/97, 2009, číslo 7, s.145–151.

Coubal M. et al. (1999): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 03 – 43 – Jičín, ČGÚ Praha

Čech V. et al. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1: 200 000 M-33-XVII České Budějovice a M-33-XXXIII Vyšší Brod, Geofond Praha.

Čepek L. et al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1: 200 000 list M-33-XVI Hradec Králové, ÚÚG Praha.

Čepek L., Zoubek V. et al. (1961): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XX Plzeň, ÚÚG Praha.

Havlíček V. (1986): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1 : 25 000, list 12-414 - Černošice – ÚÚG Praha

Havlíček V. et al. (1986)-1: Základní geologická mapa ČSSR 1 : 25.000, list 12-414 – Černošice – ÚÚG Praha

Havlíček V. et al. (1986)-2: Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 12-41 – Beroun, ÚÚG Praha

Hazdrová M. (1987): „Hydrogeologická mapa ČSR. List 21-24 Klatovy. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Ústřední ústav geologický.

HEC-RAS : HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center, 1997.

Holásek O. et al. (1987): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 13-13- Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, ÚÚG Praha

Holásek O., Fišera M., Štěpánek P. et al. (1998): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 13-41 – Čáslav, ČGÚ Praha

Horný R. et al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XV Praha, ÚÚG Praha.

Hrazdíra P. (1994): „Hydrogeologická mapa ČR. List 11-42 Manětín. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Hrazdíra P. (1997a): „Hydrogeologická mapa ČR. List 11-23 Sokolov. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Hrazdíra P. (1997b): „Hydrogeologická mapa ČR. List 11-24 Žlutice. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Hrkal Z. (1987): „Hydrogeologická mapa ČSR. List 13-13 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Ústřední ústav geologický.

Hrušková M., Sejček Z., J. Turek (bez vrocení): ...tam, kde teče Doubravka; Havlíčkův Brod, nákladem vlastním

Chaloupka J. et al. (1992): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 03 – 41 – Semily, ČGÚ Praha

Kadlecová R. (1994): „Hydrogeologická mapa ČR. List 03-41 Semily. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Kadlecová R. (1994): „Hydrogeologická mapa ČR. List 23-31 Soběslav. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Kadlecová R. (1998): „Hydrogeologická mapa ČR. List 11-41 Čáslav. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Kinkor V. (1993): „Hydrogeologická mapa ČR. List 12-32 Zdice. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Kodym ml. O. et al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXI Tábor, ÚÚG Praha

Kodym O. et al. (1997): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 11-24 Žlutice, ČGÚ Praha

Kodym O., Bláha V. et al. (1998): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 11 – 42 – Manětín, ČGÚ Praha

Kohoutek Fr., Houser M., Davidek Br. (1978): Kilometráž – Československé řeky, Olympia Praha

Krásný J. (1991): „Hydrogeologická mapa ČR. List 23-33 Veselí nad Lužnicí. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Krásný J. et al. (1982): „Odtok podzemní vody na území Československa.“ - Český hydrometeorologický ústav, 50 stran.

Malecha A. et al. (1991): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 23 – 33- Veselí nad Lužnicí, ČGÚ Praha

Mašek J. et al. (1992): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 12-32 – Zdice, ČGÚ Praha

Mašek J. et al. (1996): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 23 – 31 – Soběslav, ČGÚ Praha

Mentlík T. (1987): „Hydrogeologická mapa ČSR. List 12-41 Beroun. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Ústřední ústav geologický.

Olmer M. et al. (2006): „Hydrogeologická rajonizace České republiky.“ – Sborník geologických věd 23, vydala Česká geologická služba Praha, 32 stran, 1. vydání.

Rybářová L. (1994): „Hydrogeologická mapa ČR. List 03-43 Jičín. Měřítko 1 : 50 000.“ – sestavil a vydal Český geologický ústav.

Skalický J. et al., (1988): Mapa geochemie povrchových vod ČSR 1 : 50.000, list 13-13-Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, ÚÚG Praha

Směrnice 2007/60/ES: Směrnice evropského parlamentu A RADY 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik

Schovánek P. a kol. (1997): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 11-23 Sokolov, ČGÚ Praha

- Šíma J., (2011): Příspěvek k rozboru přesnosti digitálních modelů reliéfu odvozených z dat leteckého laserového skenování celého území ČR. Geodetický a kartografický obzor, roč. 2011, č. 5, s. 101-106.
- Tomášek M. et al. (1990): Půdní mapa ČR 1 : 50.000, list 13-13- Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, ÚÚG Praha
- Uhlířová K., Zbořil A. (2009): Možnosti využití laserového snímání povrchu pro vodohospodářské účely. VTEI, roč. 51, č. 6/2009, s. 11-15.
- Uhlířová K., Nováková H. (2011): Využití dat leteckého laserového skenování ve vodním hospodářství – identifikace příčných překážek v korytě vodního toku. VTEI, roč. 53, č. 6/2011, s. 5-8.
- Uhlířová K., Nováková H. (2012a): Využití dat leteckého laserového skenování v příbřežních zónách jako podklad pro vymezení záplavových území. Vodní hospodářství, roč. 62, č. 3/2012, s. 82-86.
- Uhlířová K., Nováková H. (2012b): Využití dat leteckého laserového skenování pro revizi datových sad rozvodnic a vodních toků. VTEI, roč. 54, č. 2/2012, s. 1-4
- Valenta, P., (2004): Dvourozměrné numerické modelování proudění vody v otevřených korytech a inundačních územích. Habilitační práce, ČVUT Praha.
- Valenta, P., Valentová, J., (2009): Studie odtokových poměrů pro stavbu modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí, Fakulta stavební, ČVUT.
- Valenta, P., Valentová, J., (2011): Vodohospodářský uzel Lužnice – Nová řeka – Nežárka posouzení efektu navrhovaných a potenciálně možných retenčních kapacit na hydraulické charakteristiky Lužnice a Nežárky, Příloha 1 - Posouzení scénářů 2D modelem, Fakulta stavební, ČVUT.
- Valentová, J., Valenta, P., Weyskrabová, L., (2010): Assesing the Retention Capacity of a Floodplain Using a 2D Numerical Model, J. Hydrol. Hydromech., 58, 4, 221-232.
- Valín F. et al. (1991): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 12-14 – Rakovník, ČGÚ Praha
- Vejnar Z. et al. (1987): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, 21-244 Klatovy, ÚÚG Praha.
- Vejnar Z. et al. (1988): Geologická mapa ČR 1 : 50.000, list 21-24 Klatovy, ÚÚG Praha
- Volšan V. et al. (1989a): Mapa geofaktorů životního prostředí ČSR- mapa významných krajinných jevů, list 13-13 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, 1 : 50.000, ÚÚG Praha
- Volšan V. et al. (1989b): Mapa geofaktorů životního prostředí ČSR- signální mapa střetů zájmů, list 13-13 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, 1 : 50.000, ÚÚG Praha
- Volšan V. et al. (1989c): Mapa geofaktorů životního prostředí ČSR- mapa významných krajinných jevů, list 13-13 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, 1 : 50.000, ÚÚG Praha
- Zeman M. et al., (1989): Mapa inženýrsko-geologického rajónování ČSR 1 : 50.000, list 13-13- Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, ÚÚG Praha
- Zoubek V., Škvor V. a kol. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XIV Teplice, M-33-VIII Chabařovice, ÚÚG Praha.

7.2 ODKAZY

Brázdil K. et al. (2012a): Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 4. Generace (DMR 4G), Zeměměřičský úřad, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_4G_15012012.pdf

Brázdil K. a kol. (2012b): Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. Generace (DMR 5G), Zeměměřičský úřad, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf

Česká geologická služba (http://mapy.geology.cz/geocr_25/): Geologická mapa ČR 1 : 25.000, list 03 - 413

Česká geologická služba (http://mapy.geology.cz/geocr_25/): Geologická mapa ČR 1 : 25.000, listy 12-144, 12-322

Česká geologická služba: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapserver>

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307238

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307025

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307014

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307239

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307027

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307073

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307284

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307229

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307029

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=307224

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seQ=2505277

www.dibavod.cz/laserscan

www.dibavod.cz/mapy-rizik

<http://geoportal.cuzk.cz/>

7.3 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Třídy přesnosti vymezení ZÚ.....	16
Tabulka 2: Faktory ovlivňující hydrologické poměry v území.....	19
Tabulka 3: Parametry hodnocení	20
Tabulka 4: Referenční lokality	21
Tabulka 5: N-leté průtoky Hamr.....	25
Tabulka 6: Teplota (t) v povodí - Jindřichův Hradec.....	25
Tabulka 7: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Drahov.....	25
Tabulka 8: Podklady výpočtů.....	34

Tabulka 9: Statistická analýza porovnání vstupních dat.....	36
Tabulka 10: Porovnání ploch ZÚ (Nežárka 1D).....	37
Tabulka 11: Porovnání ploch ZÚ (Nežárka 2D).....	37
Tabulka 12: Parametry hodnocení lokality Nežárka.....	38
Tabulka 13: Charakteristiky lokality Nežárka	38
Tabulka 14: N-leté průtoky Český Brod	42
Tabulka 15: Teplota (t) v povodí - Liblice	43
Tabulka 16: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Liblice	43
Tabulka 17: Podklady výpočtů.....	50
Tabulka 18: Statistická analýza porovnání vstupních dat	52
Tabulka 19: Porovnání ploch ZÚ (Šembera 1D).....	53
Tabulka 20: Parametry hodnocení lokality Šembera	53
Tabulka 21: Charakteristiky lokality Šembera	53
Tabulka 22: N-leté průtoky Žleby	57
Tabulka 23: Teplota (t) v povodí - Žehušice	57
Tabulka 24: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Čáslav	57
Tabulka 25: Podklady výpočtů.....	65
Tabulka 26: Statistická analýza porovnání vstupních dat	67
Tabulka 27: Porovnání ploch ZÚ (Doubrava 1D)	68
Tabulka 28: Parametry hodnocení lokality Doubrava	68
Tabulka 29: Charakteristiky lokality Doubrava.....	69
Tabulka 30: N-leté průtoky Klenovice	73
Tabulka 31: Teplota (t) v povodí - Borkovice.....	73
Tabulka 32: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Kardašova Řečice	73
Tabulka 33: Podklady výpočtů.....	82
Tabulka 34: Porovnání ploch ZÚ (Lužnice 2D).....	84
Tabulka 35: Parametry hodnocení lokality Lužnice.....	84
Tabulka 36: Charakteristiky lokality Lužnice	85
Tabulka 37: N-leté průtoky Dolní Štěpanice.....	88
Tabulka 38: Teplota (t) v povodí - Libštát.....	88
Tabulka 39: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Libštát.....	89
Tabulka 40: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Benešov u Semil	89
Tabulka 41: Podklady výpočtů.....	97
Tabulka 42: Statistická analýza porovnání vstupních dat	98
Tabulka 43: Porovnání ploch ZÚ (Jizerka 1D)	99
Tabulka 44: Parametry hodnocení lokality Jizerka	99
Tabulka 45: Charakteristiky lokality Jizerka.....	100
Tabulka 46: N-leté průtoky Tajanov	104
Tabulka 47: Teplota (t) v povodí - Klatovy.....	105
Tabulka 48: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Klatovy	105
Tabulka 49: Podklady výpočtů.....	115
Tabulka 50: Statistická analýza porovnání vstupních dat	117
Tabulka 51: Porovnání ploch ZÚ (Úhlava 2D).....	118
Tabulka 52: Parametry hodnocení lokality Úhlava.....	118
Tabulka 53: Charakteristiky lokality Úhlava	118

Tabulka 54: N-leté průtoky Beroun	122
Tabulka 55: Teplota (t) v povodí – Králův Dvůr	122
Tabulka 56: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Beroun.....	122
Tabulka 57: Podklady výpočtů.....	130
Tabulka 58: Statistická analýza porovnání vstupních dat	133
Tabulka 59: Porovnání ploch ZÚ (Berounka dolní 2D)	134
Tabulka 60: Parametry hodnocení lokality Berounka dolní	135
Tabulka 61: Charakteristiky lokality Berounka dolní.....	135
Tabulka 62: N-leté průtoky Zbečno	139
Tabulka 63: Teplota (t) v povodí - Křivoklát	139
Tabulka 64: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Křivoklát	140
Tabulka 65: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Sýkořice - Skalka.....	140
Tabulka 66: Podklady výpočtů.....	148
Tabulka 67: Statistická analýza porovnání vstupních dat	149
Tabulka 68: Porovnání ploch ZÚ (Berounka horní 2D)	150
Tabulka 69: Parametry hodnocení lokality Berounka horní.....	151
Tabulka 70: Charakteristiky lokality Berounka horní	151
Tabulka 71: N-leté průtoky Bělá	155
Tabulka 72: Teplota (t) v povodí - Libštát.....	155
Tabulka 73: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Libštát.....	156
Tabulka 74: Podklady výpočtů.....	164
Tabulka 75: Statistická analýza porovnání vstupních dat	165
Tabulka 76: Porovnání ploch ZÚ (Oleška 1D)	166
Tabulka 77: Parametry hodnocení lokality Oleška.....	167
Tabulka 78: Charakteristiky lokality Oleška.....	167
Tabulka 79: N-leté průtoky Manětín	171
Tabulka 80: Teplota (t) v povodí - Krašov.....	171
Tabulka 81: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Manětín.....	171
Tabulka 82: Podklady výpočtů.....	180
Tabulka 83: Statistická analýza porovnání vstupních dat	181
Tabulka 84: Porovnání ploch ZÚ (Manětínský potok 1D).....	182
Tabulka 85: Parametry hodnocení lokality Manětínský potok	182
Tabulka 86: Charakteristiky lokality Manětínský potok	183
Tabulka 87: N-leté průtoky VD Žlutice	187
Tabulka 88: Teplota (t) v povodí - Žlutice.....	187
Tabulka 89: Atmosférické srážky (HSA) v povodí – Toužim.....	187
Tabulka 90: Podklady výpočtů.....	193
Tabulka 91: Statistická analýza porovnání vstupních dat	195
Tabulka 92: Porovnání ploch ZÚ (Střela 1D).....	195
Tabulka 93: Parametry hodnocení lokality Střela	196
Tabulka 94: Charakteristiky lokality Střela	196
Tabulka 95: Výsledky porovnání ploch ZÚ.....	199
Tabulka 96: Klasifikační stupnice přesnosti vymezení ZÚ	199

7.4 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ukázka vyhodnocení terénu z letecké fotogrammetrie.....	4
Obrázek 2: Ukázka ředění dat	6
Obrázek 3: Model přípravy dat pro subdodávku	7
Obrázek 4: Příčný profil nad výškopisnými daty	8
Obrázek 5: Příčný profil s vloženými body	8
Obrázek 6: Porovnání modelu terénu z dat ZABAGED [®] a LLS	9
Obrázek 7: Schematizace výpočetního modelu ArcGIS pro vyhlazení polygonů ZÚ	16
Obrázek 8: Porovnání čar záplavových území	17
Obrázek 9: Graf závislosti míry zmenšení plochy ZÚ na sklonitosti podélného profilu	18
Obrázek 10: Referenční lokality	22
Obrázek 11: Lokalita Nežárka	23
Obrázek 12: Lokalizace fotografií	29
Obrázek 13: Samota u Pávku	30
Obrázek 14: Most na silnici z Klece do Kardašovy Řečice	30
Obrázek 15: Ocelová lávka nad Metelským jezem	31
Obrázek 16: Údolní niva Nežárky	31
Obrázek 17: Přirozený kamenitý stupeň	32
Obrázek 18: Jez Hamr	32
Obrázek 19: Niva na konci sledovaného úseku	33
Obrázek 20: Břehový pokryv	33
Obrázek 21: Rozsah numerického modelování v lokalitě Nežárka	35
Obrázek 22: Lokalita Šembera	40
Obrázek 23: Lokalizace fotografií	46
Obrázek 24: Silniční most v Českém Brodě	47
Obrázek 25: Chodotínský rybník.....	47
Obrázek 26: Stavidlo v Českém Brodě.....	47
Obrázek 27: Pivovar nedaleko toku Šembery	48
Obrázek 28: Pivovarský rybník	48
Obrázek 29: Stupeň ve dně nad pivovarem	49
Obrázek 30: Údolní niva Šembery	49
Obrázek 31: Zahloubené koryto Šembery.....	49
Obrázek 32: Zarostlé koryto v Českém Brodě	50
Obrázek 33: Jednorozměrný model v lokalitě Šembera.....	51
Obrázek 34: Lokalita Doubrava	55
Obrázek 35: Lokalizace fotografií	61
Obrázek 36: Vedení produktovodu nad Doubravou	62
Obrázek 37: Vodní elektrárna nad Bojmany	62
Obrázek 38: ČOV ve Vrdech	63
Obrázek 39: Úprava toku Doubrava	63
Obrázek 40: Protipovodňové zdi na Doubravě	63
Obrázek 41: Strmé svahy koryta Doubravy	64
Obrázek 42: Údolní niva Doubravy.....	64
Obrázek 43: Protipovodňová ochrana ve Vrdech	64

Obrázek 44: Vegetační kryt břehů.....	65
Obrázek 45: Jednorozměrný model v lokalitě Doubrava	66
Obrázek 46: Lokalita Lužnice	71
Obrázek 47: Lokalizace fotografií	77
Obrázek 48: Silniční most přes Lužnici	78
Obrázek 49: Sportovní areál v Soběslavi	78
Obrázek 50: Vodočet u Klenovic.....	79
Obrázek 51: Přítok Lužnice - Černovický potok	79
Obrázek 52: Regulovaný Černovický potok.....	80
Obrázek 53: Údolní niva Lužnice	80
Obrázek 54: Steinigerův jez	81
Obrázek 55: Vegetační pokryv břehů Lužnice	81
Obrázek 56: Rozsah numerického modelování v lokalitě Lužnice.....	83
Obrázek 57: Lokalita Jizerka	86
Obrázek 58: Lokalizace fotografií	92
Obrázek 59: Silniční most v Hrabačově	93
Obrázek 60: ČOV v Hrabačově.....	93
Obrázek 61: Objekty v těsné blízkosti Jizerky.....	93
Obrázek 62: Rybí přechod	94
Obrázek 63: Stupeň u úpravny vody	94
Obrázek 64: Stupeň na potoce Cedron	95
Obrázek 65: Překlenutí Jizerky potrubím	95
Obrázek 66: Koryto upravené kamennou rovinou.....	96
Obrázek 67: Vegetační pokryv břehů Jizerky	96
Obrázek 68: Jednorozměrný model v lokalitě Jizerka	97
Obrázek 69: Lokalita Úhlava	102
Obrázek 70: Lokalizace fotografií	109
Obrázek 71: Silniční most u Bezděkova	110
Obrázek 72: Železniční most přes Úhlavu	110
Obrázek 73: Lávka přes Úhlavu a náhon u Nového Mlýna.....	111
Obrázek 74: Jez u elektrárny pod Dolní Lhotou	111
Obrázek 75: Klatovská ČOV	112
Obrázek 76: Těžba štěrkopísku	112
Obrázek 77: Těžba štěrkopísku	112
Obrázek 78: Břehový porost.....	112
Obrázek 79: Údolní niva Úhlavy	113
Obrázek 80: Násyp se železnicí.....	113
Obrázek 81: Výška břehů koryta	114
Obrázek 82: Bylinný porost	114
Obrázek 83: Rozsah dvourozměrného modelu v lokalitě Úhlava	116
Obrázek 84: Lokalita Berounka dolní.....	120
Obrázek 85: Lokalizace fotografií	126
Obrázek 86: Silnice II. třídy 116 Lety – Beroun – Lány	127
Obrázek 87: Silniční most přes Berounku.....	127
Obrázek 88: Jez na Berounce	128

Obrázek 89: Údolní niva Berounky	128
Obrázek 90: Okolní krajina Berounky	128
Obrázek 91: Vodní elektrárna U Zadní Třebaně	128
Obrázek 92: Ochranná hráz na Berounce.....	129
Obrázek 93: Vegetační kryt břehů Berounky	129
Obrázek 94: Průchod pod železničním náspem	130
Obrázek 95: Vegetační kryt údolní nivy.....	130
Obrázek 96: Rozsah numerického modelování v lokalitě Berounka dolní	132
Obrázek 97: Lokalita Berounka horní	137
Obrázek 98: Lokalizace fotografií	143
Obrázek 99: Silniční most přes Berounku.....	144
Obrázek 100: Čerpací stanice podzemních vod	144
Obrázek 101: Přítok Berounky - Rakovnický potok	144
Obrázek 102: Přírodní rezervace Stříbrný luh	145
Obrázek 103: Regulované koryto	145
Obrázek 104: Přírodní rezervace Brdatka	146
Obrázek 105: Nejnižší terasy Berounky ve Zbečně	146
Obrázek 106: Údolní niva	146
Obrázek 107: Chaty nad záplavovým územím	147
Obrázek 108: Rozsah numerického modelování v lokalitě Berounka horní	149
Obrázek 109: Lokalita Oleška	153
Obrázek 110: Lokalizace fotografií	159
Obrázek 111: Silniční most v Bělé	160
Obrázek 112: Železniční most	160
Obrázek 113: Opevnění koryta.....	161
Obrázek 114: Stavidlo na Olešce	161
Obrázek 115: Brod se stupněm ve dně	162
Obrázek 116: Stupeň na Olešce a porost netýkavky žláznaté v Ústí.....	163
Obrázek 117: Zničené stavidlo	163
Obrázek 118: Jednorozměrný model v lokalitě Oleška	165
Obrázek 119: Lokalita Manětínský potok.....	169
Obrázek 120: Lokalizace fotografií	175
Obrázek 121: Silniční most přes Manětínský potok	176
Obrázek 122: Lávka pro pěší	176
Obrázek 123: Brod.....	177
Obrázek 124: Náhon k Vuršovu mlýnu	177
Obrázek 125: Údolní niva	178
Obrázek 126: Jez u zámeckého parku	178
Obrázek 127: Údolní niva	178
Obrázek 128: Vegetační kryt břehů Manětínského potoka	179
Obrázek 129: Jednorozměrný model v lokalitě Manětínský potok.....	181
Obrázek 130: Lokalita Střela.....	185
Obrázek 131: Lokalizace fotografií	190
Obrázek 132: Můstek přes Střelu	191
Obrázek 133: Obnovovaný jez na náhonu.....	191

Obrázek 134: Údolí Střely.....	192
Obrázek 135: Údolní niva	192
Obrázek 136: Šířka řečiště.....	192
Obrázek 137: Vegetační kryt okolních svahů	193
Obrázek 138: Jednorozměrný model v lokalitě Střela.....	194
Obrázek 139: Závislost míry zvětšení ZÚ (rozdíl mezi daty GEO a DMR 5G) na průměrné sklonitosti	198
Obrázek 140: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_{100} a data DMR 4G	200
Obrázek 141: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_5 a data DMR 4G.....	201
Obrázek 142: Závislost celkové změny ZÚ na stupni sklonitosti pro průtok Q_5 a data DMR 4G.....	202
Obrázek 143: Závislost celkové změny ZÚ na míře zalesnění pro průtok Q_5 a data DMR 4G	202
Obrázek 144: Závislost celkové změny ZÚ na míře zastavění pro průtok Q_5 a data DMR 4G.....	203
Obrázek 145: Závislost celkové změny ZÚ na poměru šířky a hloubky koryta pro průtok Q_5 a data DMR 4G	203
Obrázek 146: Příčný profil inundací vynesení podle bodů geodetického zaměření	204
Obrázek 147: Příčný profil inundací s vloženými přídatnými body.....	205
Obrázek 148: Vykreslení čar záplavových území.....	206
Obrázek 149: Vykreslení ploch záplavových území na různých výškopisných podkladech	206
Obrázek 150: Rozliv povodně pro návrhový průtok Q_5 a Q_{100}	207

7.5 OBSAH

1.	Úvod	1
2.	Metody a data	1
2.1	Data	2
2.1.1	Příprava dat LLS pro subdodávku	5
2.1.2	Porovnání vstupních dat.....	7
2.2	Hydrodynamické modelování.....	9
2.2.1	Metodika jednorozměrného modelování	10
2.2.2	Metodika dvourozměrného modelování.....	12
2.2.3	Analýza vlivu datového zdroje na výstupy modelování	15
2.3	Porovnání záplavových území	15
2.4	Klasifikace záplavových území.....	17
3.	Parametry hodnocení.....	19
4.	Referenční lokality.....	21
4.1	Nežárka.....	23
4.1.1	Charakteristiky území	24
4.1.2	Terénní průzkum	28
4.1.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	34
4.1.4	Parametry hodnocení.....	38
4.2	Šembera.....	40
4.2.1	Charakteristiky území	41
4.2.2	Terénní průzkum	45
4.2.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	50
4.2.4	Parametry hodnocení.....	53
4.3	Doubrava	55
4.3.1	Charakteristiky území	56
4.3.2	Terénní průzkum	60
4.3.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	65
4.3.4	Parametry hodnocení.....	68
4.4	Lužnice.....	71
4.4.1	Charakteristiky území	72
4.4.2	Terénní průzkum	76

4.4.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	82
4.4.4	Parametry hodnocení.....	84
4.5	Jizerka.....	86
4.5.1	Charakteristiky území.....	87
4.5.2	Terénní průzkum.....	91
4.5.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	97
4.5.4	Parametry hodnocení.....	99
4.6	Úhlava.....	102
4.6.1	Charakteristiky území.....	103
4.6.2	Terénní průzkum.....	108
4.6.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	115
4.6.4	Parametry hodnocení.....	118
4.7	Berounka dolní.....	120
4.7.1	Charakteristiky území.....	121
4.7.2	Terénní průzkum.....	125
4.7.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	130
4.7.4	Parametry hodnocení.....	134
4.8	Berounka horní.....	137
4.8.1	Charakteristiky území.....	138
4.8.2	Terénní průzkum.....	142
4.8.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	148
4.8.4	Parametry hodnocení.....	151
4.9	Oleška.....	153
4.9.1	Charakteristiky území.....	154
4.9.2	Terénní průzkum.....	158
4.9.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	164
4.9.4	Parametry hodnocení.....	167
4.10	Manětínský potok.....	169
4.10.1	Charakteristiky území.....	170
4.10.2	Terénní průzkum.....	174
4.10.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat.....	180
4.10.4	Parametry hodnocení.....	182
4.11	Střela.....	185
4.11.1	Charakteristiky území.....	186

4.11.2	Terénní průzkum	189
4.11.3	Hydrologické výpočty a porovnání dat	193
4.11.4	Parametry hodnocení	196
5.	Vyhodnocení závislosti změn vymezení ZÚ na parametrech hodnocení	198
6.	Shrnutí a závěr	204
7.	Literatura a rejstříky	209
7.1	Literatura	209
7.2	Odkazy	212
7.3	Seznam tabulek	212
7.4	Seznam obrázků	215
7.5	Obsah.....	219