

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Geografie
Geografie a kartografie



Tereza Vacková

**VYUŽITÍ DISTANČNÍCH DAT PRO HYDROMORFOLOGICKÉ
HODNOCENÍ NA PŘÍKLADU LABE**

**APPLICABILITY OF DISTANCE DATA FOR
HYDROMORPHOLOGICAL ASSESSMENT ON THE EXAMPLE
OF ELBE RIVER**

(Bakalářská práce)

Vedoucí závěrečné práce: doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.

Praha, 2013

Zadání bakalářské práce

Název práce

Využití distančních dat pro hydromorfologické hodnocení na příkladu Labe

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnotit možnosti využití distančních datových a informačních zdrojů pro hydromorfologické mapování vodních toků a ověřit vypovídací schopnost a limity využitelnosti veřejně dostupných geoinformačních a datových podkladů srovnáním s hodnocením, založeným na pozemním mapování.

Pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

V rámci metodologické rešerše bude zpracován přehled hydromorfologických metodik, aplikovatelných na český úsek toku Labe, identifikace parametrů, využitelných pro hodnocení prostřednictvím distančních dat a identifikace vhodných datových zdrojů, využitelných pro hydromorfologické hodnocení.

Na základě využití dostupných distančních datových podkladů bude provedeno vlastní vyhodnocení hydromorfologického stavu vybraných úseků toku a bude provedeno porovnání hodnocení z distančních parametrů s výsledky pozemního mapování.

Zájmové území pro zpracování bakalářské práce představují vybrané sekce české části toku Labe.

V diskusi bude provedeno zhodnocení limitů použitelnosti distančních dat pro hydromorfologické hodnocení.

Datum zadání: 9.1.2013

Jméno studenta: Tereza Vacková

Podpis:

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.

Podpis:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 9. 5. 2013

Podpis

Abstrakt

Cílem této práce je zhodnotit využití distančních dat pro hydromorfologické hodnocení. V rámci rešerše jsou rozebrány jednotlivé typy distančních zdrojů dat a vybrané hydromorfologické metody. Hodnocení využitelnosti distančních dat bylo provedeno na 4 sekcích Labe, na kterých byl dříve proveden terénní průzkum. Výsledky z terénního průzkumu byly použity ke srovnání s výsledky z vlastního distančního mapování. Hydromorfologické hodnocení bylo provedeno na základě metodiky HEM (Hydroekologický monitoring). V práci jsou dále hodnoceny jednotlivé parametry metodiky z hlediska stanovitelnosti distančními zdroji dat, využitelnost zdrojů distančních dat pro stanovení parametrů, diskutována je rovněž upravená metodika hodnocení parametrů při hodnocení výsledků z distančního měření. Výsledky práce ukázaly, že využití distančních dat pro hydromorfologické hodnocení je možno považovat za reálnou alternativu terénnímu hodnocení. Práce zároveň ukázala na některé limity ve stanovení parametrů, kde terénní průzkum nemá v dostupných datech alternativu. Výsledky potvrdily, že aplikace distančních dat vede k výsledkům, srovnatelným s terénním průzkumem při respektování nejistoty, dané nemožností zjistit některé parametry.

Abstract

The aim of this thesis is to evaluate the applicability of distance data for hydromorphological assessment. Background research is focused on different types of distance data sources and selected hydromorphological methods. Applicability of distance data in hydromorphological assessment was tested on four selected sections of Elbe River, on which there was previously conducted field survey. Hydromorphological assessment was based on methodology HEM (Hydroecological monitoring). Results from the field survey were used as a reference resources for comparison with the own results achieved by the assessment with distance data using public available data sources. The results indicated that use of distance data for hydromorphological assessment can be regarded as an alternative to the field survey. At the same time the study pointed to clear limitations in assessment of some parameters, namely of river bottom, where the field survey cannot be replaced by any known distance data source. The results proved that the application of distance data can lead to the results comparable to the field survey while respecting uncertainty, given by impossibility to determine some of the parameters.

Obsah

1	Úvod	6
2	Materiál a metody	7
2.1	Hydromorfologie	7
2.2	Rámcová směrnice o vodní politice 2000/60/ES	7
2.3	Distanční zdroje dat v hydromorfologickém hodnocení	8
2.3.1	<i>Dálkový průzkum Země</i>	8
2.3.2	<i>Ortofoto</i>	9
2.3.3	<i>Vektorová a rastrová data</i>	10
2.3.4	<i>Historické mapy</i>	12
2.3.5	<i>Geoportály</i>	15
2.3.6	<i>Digitální model terénu (DMT)</i>	15
2.3.7	<i>Online mapové služby</i>	17
2.4	Vybrané metodiky hydromorfologického hodnocení, využívané v ČR	17
2.4.1	<i>Metodika Miloslava Šindlara</i>	17
2.4.2	<i>Metodika AOPK</i>	18
2.4.3	<i>RHS (River Habitat Survey)</i>	19
2.4.4	<i>Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu vodných útvarov</i>	19
2.4.5	<i>Ekomorfológické hodnotenie kvality habitatu vodných toků (EcoRivHab)</i>	20
2.4.6	<i>LAWA – Overview Survey, LAWa – On site Survey</i>	20
2.4.7	<i>Hydroekologický monitoring (HEM)</i>	21
3	Zájmové území	22
3.1	Labe	22
3.2	Vymezení jednotlivých sekcí.....	25
3.2.1	<i>Podnebí</i>	30
3.2.2	<i>Morfologický vývoj Labe</i>	31
3.2.3	<i>Povodně na Labi</i>	31
3.2.4	<i>Fyzickogeografické členění jednotlivých sekcí</i>	32
4	Hodnocení a metodika	36
4.1	Hodnocení hydromorfologických ukazatelů na základě distančních dat	36
4.1.1	<i>Ukazatele, které lze stanovit na základě využití distančních dat</i>	37
4.1.2	<i>Ukazatele, které nelze stanovit na základě využití distančních dat</i>	40
4.1.3	<i>Ukazatele, jejichž stanovení na základě distančních dat je spojeno s problémy</i>	41
4.2	Metodika hodnocení	42
5	Výsledky	45
5.1	Hodnocení jednotlivých úseků	45
5.2	Porovnání vlastních výsledků s terénním průzkumem.....	51
6	Diskuze	56
6.1	Využitelnost distančních podkladů pro stanovení ukazatelů	56
6.2	Využitelnost a vypovídací schopnost distančních podkladů.....	57
6.3	Vyhodnocování hydromorfologického hodnocení z distančních dat	59
7	Závěr	62
8	Literatura	63
9	Seznam obrázků a tabulek	68

1 Úvod

Hydromorfologické hodnocení je přístup, využívaný pro vyhodnocení významu antropogenních změn různých morfologických charakteristik toku a jeho okolí v rámci jeho ekologického stavu. Za tímto účelem existuje široká škála metod hydromorfologického hodnocení, které tok hodnotí z různých hledisek a pomocí odlišných počtů parametrů. Hydromorfologické hodnocení je u většiny známých metodik převážně založeno na terénním průzkumu.

Alternativní možností k terénnímu průzkumu je hodnocení pomocí distančních dat. Jelikož terénní mapování všech hydromorfologických charakteristik na celém toku i jednotlivých úsecích je časově náročné a tím pádem i nákladné z důvodu placení vyškolených mapovatelů, nabízí se možnost rychlejšího a tedy i levnějšího způsobu jak dané charakteristiky zjistit, a to pomocí širokého spektra distančních zdrojů dat. Použití distančních dat nabízí množství potenciálních výhod. Distanční data pomáhají např. výrazně urychlit postup hodnocení nebo překonat omezení, které pro terénní průzkum představuje nepříznivé počasí, vzrostlá vegetace nebo vysoký vodní stav, kdy některé charakteristiky není možné stanovit. Použití distančních dat je však spojeno s řadou omezení, plynoucích především z dostupnosti i charakteru dat.

Distanční zdroje dat jsou zdroje dat, pomocí nichž lze získat informace o objektech, aniž by s nimi člověk přišel do kontaktu. Mezi základní zdroje distančních dat patří například satelitní snímky, letecké snímky, ortofota, různé mapy, vektorová a rastrová data, v současné době navíc řadu informací vedle těchto tradičních zdrojů dat poskytují online mapové služby a webové aplikace.

Cílem této práce je zhodnocení využitelnosti dostupných distančních dat v hydromorfologickém hodnocení. Hodnocení využitelnosti distančních dat bylo prováděno na základě metodiky hydromorfologického hodnocení HEM (Langhammer, 2007).

Hodnocení využitelnosti distančních dat je realizováno na několika úrovních. Nejprve byly zhodnoceny jednotlivé ukazatele metodiky na základě stanovitelnosti distančními daty a z pohledu dostupnosti vhodných distančních podkladů. Poté byl pomocí zjištěných dostupných distančních dat proveden hydromorfologický průzkum čtyř úseků na řece Labi podle metodiky HEM, následně byly zjištěné ukazatele ohodnoceny a vypočítána výsledná hydromorfologická kvalita podle metodiky hodnocení jednotlivých parametrů (Langhammer, 2008). Dále bylo provedeno srovnání hodnocení jednotlivých ukazatelů a výsledků z distančního měření s hodnocením a výsledky z terénního průzkumu. Součástí práce je i diskuze využitelnosti distančních dat u jednotlivých ukazatelů u dalších toků, nejen na Labi. Také byly popsány limity dostupných distančních zdrojů dat a na závěr byly rozebrány problémy s vyhodnocováním ukazatelů, jednotlivých zón a výsledné hydromorfologické kvality u distančního měření. Součástí práce je i rešerše českých i zahraničních metodik hydromorfologického hodnocení.

2 Materiál a metody

2.1 Hydromorfologie

Hydromorfologie je speciální částí obecnějšího pojmu geomorfologie označovaná také jako fluviální geomorfologie (Mana, 2006). Akvatické systémy patří k nejsložitějším a nejdynamičtěji se vyvíjejícím složkám přírodního prostředí a jsou velice citlivé na jakékoliv lidské zásahy. Říční síť má zásadní význam pro krajinu, a proto je důležité studium živých i neživých složek tohoto systému a jeho ochrana k zachování důležitých ekosystémových interakcí a k udržení biologické diverzity krajiny (Mana, 2006).

Hydromorfologie je základní složkou vodních toků, na nichž jsou závislá biotická společenstva. Řeky se vyznačují dynamickým prostředím, které se kvůli kolísání průtoku stále mění. Fyzická struktura a kolísavost průtoku jsou základní částí říčního ekosystému (Pedersen et al. 2004).

2.2 Rámcová směrnice o vodní politice 2000/60/ES

V originálním znění se směrnice nazývá Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD) a je založena na komplexním ekologickém hodnocení vodních toků, jezer, estuárií a pobřežních vod. Vznikla v důsledku značné heterogenity monitoringu, hodnocení jakosti a ochrany povrchových vod. Cílem této směrnice dle článku 4 je realizovat opatření, a to:

- Zamezit zhoršení stavu všech útvarů povrchových vod.
- Zajistit ochranu, zlepšení stavu a obnovení všech útvarů povrchových vod s cílem dosažení dobrého stavu povrchových vod nejpozději do 15 let od data nabytí účinnosti směrnice.
- Zajistit ochranu a zlepšení stavu všech umělých a silně ovlivněných vodních útvarů s cílem dosažení dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu povrchové vody nejpozději do 15 let od data nabytí účinnosti směrnice.
- Provést nezbytná opatření se záměrem cíleně snížit znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstranění emisí, vypouštění a úniku prioritních nebezpečných látek.

V rámci hodnocení ekologického stavu toku se hodnotí 4 základní složky, kterými jsou biologické složky, hydromorfologické složky podporující biologické složky, chemické a fyzikálně-chemické složky podporující biologické složky a specifické znečišťující látky. Mezi hydromorfologické složky patří hydrologický režim, kontinuita toku a morfometrické podmínky, čímž je myšlena proměnlivost hloubky a šířky koryta toku, struktura a substrát dna toku a struktura příbřežní zóny. Četnost monitorování musí být zvolena se zřetelem na proměnlivost ukazatelů vyplývající jak z přírodních, tak z antropogenních podmínek. Například četnost monitorování kontinuity toku a morfologie je šest let, zatímco hydrologie by se měla monitorovat nepřetržitě (WFD, 2000).

Vlastní terénní sledování by se mělo uskutečnit pochůzkou podél říčního břehu, a pokud nejsou charakteristiky na protilehlé straně řeky zřetelně viditelné, je požadováno mapování i druhého břehu (Matoušková, 2008b).

2.3 Distanční zdroje dat v hydromorfologickém hodnocení

Díky vyspělým technologiím dálkového průzkumu Země a existenci internetu existuje široká škála distančních zdrojů dat. Pro hydromorfologický průzkum, neboli pro stanovení různých hydromorfologických ukazatelů, lze ve větší či menší míře použít velkou část z nich. Existují distanční zdroje dat, které jsou volně dostupné na internetu (různé topografické či tematické mapy, ortofota a další) a také zdroje, které je možno si zakoupit, mezi něž patří například družicové snímky. Dále lze distanční zdroje dat rozdělit na data snadno uživatelsky přístupná se snadným zacházením, čímž jsou myšleny různé geoportály a dále zdroje dat, u kterých je třeba alespoň základních znalostí pro jejich vizualizaci či klasifikaci (např. družicové snímky).

Při použití distančních zdrojů dat je nutné počítat i s jistými problémy, které se mohou vyskytnout, jelikož ne všechny distanční zdroje dat lze použít u všech toků a všech parametrů například z důvodu neexistence dat pro zájmové území, špatné či nedostatečné viditelnosti jevu. V těchto případech se pro přesnější stanovení jevu nabízí možnost zkombinovat více distančních podkladů dohromady.

Níže jsou uvedeny typy distančních zdrojů dat a jejich využitelnost pro hydromorfologické hodnocení.

2.3.1 Dálkový průzkum Země

Dálkový průzkum Země je měření vlastností objektů na povrchu země získaných pomocí letadel nebo satelitů. Byla snaha změřit cokoli z vzdálenosti. Dálkový průzkum Země poskytuje opakovaný a důsledný obrázek Země, jenž je neocenitelný pro monitoring krátkodobých i dlouhodobých změn a vlivu lidských aktivit. Moderní éra dálkového průzkumu Země začala, když v roce 1972 družice Landsat poprvé poskytla ucelené obrázky Země s vysokým rozlišením (Schowengerdt, 2007).

S rostoucí přesností satelitního a leteckého snímání Země a možnostmi následného zpracování získaných dat se také rozšiřuje jejich využití v různých oborech. Mimo jiné se tato data dají využít v hodnocení hydromorfologických charakteristik. Využívání distančních dat oproti terénnímu mapování má mnoho výhod, ale i nedostatky, mezi které patří například nemožnost zjištění některých charakteristik, malá detailnost a neaktuálnost dat. Na druhou stranu rychlé zpracování, možnost vyčíst informace, jež z terénního výzkumu nejsou patrné a netřeba kolektivitu terénních mapovatelů, jsou značnými výhodami distančních dat (Bicanová, 2008).

Družicová data

Družicová data jsou stále častějším a dostupnějším zdrojem informací. Družicové snímky přinášejí aktuální, přesné a objektivní informace o rozsáhlém území a díky snímání v různých částech spektra umožňují mapování i kvalitativních jevů (např. stav vegetace). Družicové

snímky se stávají nezastupitelným zdrojem dat při řešení přírodních katastrof (povodně, lesní požáry, únik chemikálií do vody či půdy, lavinové nebezpečí), ale také i v ochraně životního prostředí, kde se snímky využívají k mapování poškození lesa, druhové skladby vegetace, v hospodářství k monitorování zemědělských plodin a těžby dřeva.

Výhodou družicových snímků jako zdroje informací o území je zejména schopnost zmapovat rozsáhlé území během chvíle, zatímco při terénním šetření zmapování území probíhá několikanásobně pomaleji a za mnohem vyšších nákladů. Další předností družicových snímků je, že data se do rukou uživatele dostanou během několika hodin, maximálně několika dní po snímání, což velice usnadňuje řešení například přírodních katastrof (ARCDATA, družicová data).

Největším problémem těchto snímků je závislost na atmosférických vlivech, především na oblačnosti, která zcela znemožňuje průzkum zemského povrchu. U satelitních snímků je ve srovnání se snímky leteckými další nevýhodou vyšší cena a nižší rozlišení, nicméně rozlišení se neustále zvyšuje a v některých případech již může konkurovat snímkům leteckým (Brejcha, 2010).

Radarová data

Radarová data jsou specifickou kategorií dat. Snímky jsou pořízeny v pouze mikrovlnné části elektromagnetického spektra. Od běžných družicových snímků se liší tím, že radarové senzory vysílají vlastní pulzy a následně zachycují odražené záření od zemského povrchu. Díky tomuto tzv. aktivnímu senzoru může radar snímat i při vysoké oblačnosti a v noci, což optické družice neumožňují. Radarové pulzy prochází i oblačností a díky vlastnímu záření nepotřebují sluneční svit (ARCDATA, radarová data).

Letecké snímky

Mezi nejdostupnější distanční data patří letecké snímky. Jejich hlavní výhodou je pokrytí celé České republiky. Snímání probíhalo již několikrát, takže je možné získat porovnání různých časů, které umožňují zachycení vývoje změn v krajině a v korytech řek. Další výhodou je vysoké rozlišení, takže lze hodnotit i drobné vodní toky a jejich hydromorfologické charakteristiky (Bicanová, 2008).

Jejich nevýhodou je zatížení obrazu vnitřními geometrickými deformacemi, které naprosto znemožňují přímé využití leteckých snímků jako podklad pro mapování, ačkoliv území na nich zobrazené působí velice věrohodně. Pro mapové využití leteckých snímků vznikl obor nazývaný se letecká fotogrammetrie, který se zabývá řešením těchto problémů. Výsledkem jsou geometricky přesné snímky zvané ortofota (Doubrava et al. 2011).

2.3.2 Ortofoto

Ortofoto je fotoreprodukce, která byla opravena o sklon, topografickou nepřesnost a někdy i o optické zkreslení fotoaparátu. Ortofotografie kombinuje polohopisnou přesnost map s velkým množstvím detailů z leteckých snímků. Ortofota jsou vytvořena ze stereoskopických dvojic (stereoscopic pairs) nebo ztrojením leteckých snímků procesem, který se nazývá diferenční rektifikace.

Ortofoto se od rektifikovaných fotografií liší tím, že u rektifikovaných fotografií je odstraněn pouze sklon, zatímco u ortofota je odstraněna i topografická nepřesnost. Diferenční rektifikace k vytvoření ortofota vyžaduje znovu vyfotografování původního snímku. Oproti běžné rektifikaci, která potřebuje vyfotografování celého snímku, diferenční rektifikace pracuje s velmi malými segmenty snímku nebo s řadou úzkých pásů. Výsledné ortofoto je polohopisně přesné a uživateli umožňuje měřit vzdálenosti, plochu a směr.

Digitální ortofoto se rychle stalo všestranným nástrojem pro mapování a dálkový průzkum země. Digitální ortofoto má stejný proces vzniku jako běžné ortofoto, jen originální fotografie může být buď z digitální, nebo filmové kamery. Technologie je více sofistikovaná, obzvláště je-li do procesu zapojen GIS nebo GPS. (Paine a Kiser, 2012)

Ortofota jsou jedním z nejužitečnějších distančních datových zdrojů. Pomocí nich lze zjistit téměř všechny hydromorfologické ukazatele, které lze distančně stanovit. Ukazateli, které lze pomocí ortofota zjistit s maximální přesností, jsou především využití údolní nivy a příbřežní zóny.

2.3.3 Vektorová a rastrová data

Vektorová data

Vektorová geodata tvoří jádro každého geografického informačního systému. Vektorový model používá k vyjádření geometrických dat tři základní tvary – body, linie a plochy. Vektorem se nazývá úsečka, která v digitální databázi propojuje dva body s danými souřadnicemi. Bod vyjadřuje mapový prvek, který nemá žádný rozměr (například horský vrchol, pramen). Linie je uspořádaný soubor souřadnic, jež dávají tvar prvku bez definované šířky (například vrstevnice administrativní hranice), zatímco plocha má tvar uzavřeného obrazce, jehož hranice vymezují nějakou homogenní oblast (například les, vodní plocha). K těmto prvkům lze připojit atributy, tedy informace polohové i popisné či případně sdělovací informace o vztazích vůči ostatním prvkům (Bravený a Štych, 2008).

Základní využití vektorových dat při hydromorfologickém hodnocení spočívá v zobrazení liniové vrstvy úseku toku, díky němuž lze zjistit délku úseku či přesné vymezení území pro hodnocení jednotlivých charakteristik. Dále se dají využít jako podpurné podklady v podobě záplavových území toků při vymezení údolní nivy.

Výhody a nevýhody vektorových dat jsou znázorněny v tabulce 1.

Tab. 1 Výhody a nevýhody vektorového modelu

Výhody	Nevýhody
Vysoká polohová přesnost objektů	Komplikovanost datové struktury
Blízkost grafického výstupu klasickým mapám	Složitost výpočtů při analytických operacích
Vhodnost pro reprezentaci a modelování jednotlivých objektů	Nevhodnost pro prostorové modelování a simulace
Relativně malý objem uložených dat	Špatně reprezentují spojité povrchy
Vhodnost pro kartografické výstupy	Časově náročné vytváření typologie

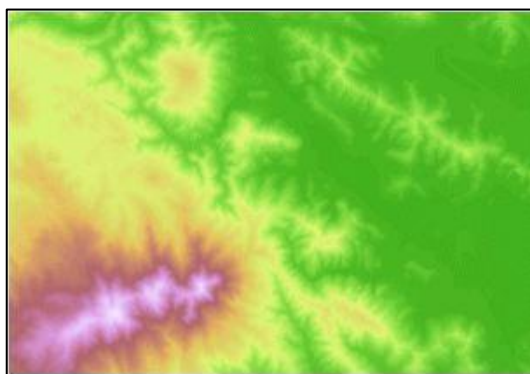
(zdroj: Břehovský a Jedlička, 2000)

Rastrová data

Základem rastrových dat je překrytí zemského povrchu pravidelnou či nepravidelnou sítí bodů. Zkoumaný jev na zemském povrchu je pak popsán hodnotami, které jsou vztaženy k bodům, nebo k plochám sítě. Přímá vazba mezi polohovou a tematickou složkou modelu je charakteristická pro rastrová data. Základní informační jednotkou je buňka (pixel), která obsahuje popisující informace o sobě (atributy) (Bravený a Štych, 2008).

Rastrová data mají široké pole využití. Využití rastrových dat je možno shrnout do tří hlavních kategorií – rastr jako podkladová mapa, rastr jako mapa povrchu, rastr jako tematická mapa. Rastr jako podkladová mapa se v GISu (geografickém informačním systému) používá často, a to ve formě ortofota, které se zobrazuje pod vlastní vrstvy dat, a uživatelé poskytuje jistotu, že mapové vrstvy jsou prostorově správné a představují skutečné objekty.

Rastr se také hodí na reprezentaci spojitých dat povrchu země. Představuje také efektivní způsob zobrazení kontinuálních veličin (například teploty, dešťových srážek a hustoty obyvatelstva). Rastr reprezentující tematická data může být odvozen z analýzy jiných dat. Touto analýzou často bývá klasifikování satelitního snímku kategoriemi landuse. V podstatě tato činnost uskupuje hodnoty multispektrálních dat do tříd (např. vegetační typy) a přiřazuje jim hodnotu kategorie (ArcGIS resource center).



Obr. 1 Rastr spojitých dat (výškopis)

(zdroj: ArcGIS resource center)

Výhody a nevýhody použití rastrových dat přehledně shrnuje tabulka 2.

Tab. 2 Výhody a nevýhody použití rastrových dat

Výhody	Nevýhody
Jednoduchost datové struktury	Velký objem uložených údajů
Jednoduchá kombinace s údaji DPZ a fotogrammetrie	Přesnost závislá na velikosti buňky
Jednoduché vykonávání analytických operací	Menší vizuální kvalita kartografických výstupů
Vhodnost pro modelování a simulace	Nevhodnost pro analýzy sítí
	Pro transformaci je třeba speciálních algoritmů a výkonný hardware

(zdroj: Břehovský a Jedlička, 2000)

2.3.4 Historické mapy

Staré mapy středního a velkého měřítka jsou neocenitelným zdrojem informací o charakteru naší krajiny v minulosti. Historické mapy jsou stále používány v historických studiích či kartografii, ale velký význam mají i v geografických disciplínách, zejména v krajinné ekologii. Aby se s historickými mapami dalo pracovat v prostředí GIS, je nezbytné jejich převedení do digitální formy a následné georeferencování, neboli umístění mapy do vybraného souřadnicového systému. Jako podkladová mapa pro manuální georeferencování v případě historických map nejlépe slouží současné základní mapy v měřítku 1 : 25 000 a dobře se také osvědčila ortofota. Jako vřícovací body se používají zejména prvky, u kterých se nepředpokládá prostorový posun (kostely, hráze rybníků a další) (Brůna a Křováková, 2006).

Historické mapy jsou nepostradatelným zdrojem informací při určování ukazatele trasa toku, který je založen na porovnání současné trasy toku s historickou trasou. Stanovení historické trasy toku se provádí na základě II. vojenského mapování.

I. vojenské mapování (Josefské)

Müllerovy mapy Čech byly prvním uceleným mapovým dílem českých zemí a jediným mapovým podkladem, kterým byli v 18. století vybaveni velitelé rakouských vojsk, ale mapy brzy zastarávaly a nedostačovaly tehdejším vojenským potřebám a tak bylo třeba vyhotovit mapy nové. O vytvoření nového mapového díla rozhodla Marie Terezie a dokončeno bylo za vlády jejího syna Josefa II. Mapování proběhlo v letech 1763–1785 a bylo vytvořeno v měřítku 1 : 28 800, což bylo odvozeno z požadavku, aby jeden vídeňský palec v mapě odpovídal 1 000 vojenským pochodovým krokům ve skutečnosti (Mikšovský a Zimová, 2006).

Z důvodu požadavků na rychlé a levné zmapování území byla použita nenáročná technologie, jež nezahrnovala geodetická měření, takže mapy byly vytvořeny bez trigonometrické sítě a navíc i nejednotným způsobem (Mikšovský a Zimová, 2006). Mapování prováděli vojenští důstojníci vybaveni Müllerovou mapou Čech a situaci zakreslovali metodou „a la vue“ (česky od oka). Výkon mapovatele byl 350 km² za letní období (Veverka a Zimová, 2008).

Unikátnost a významnost tohoto mapování spočívá v tom, že je prvním mapovým podkladem, který zmapoval celé území Česka a použité měřítko je ideální pro studium krajiny a jejích změn. Také je významné z hlediska doby, ve kterém vzniklo, jelikož v té době se na našem území rozbíhala zemědělská revoluce a revoluce průmyslová ještě nezačala (Brůna a kol., 2002).

II. vojenské mapování (Františkovo)

Toto mapování bylo taktéž provedeno v měřítku 1 : 28 800 a probíhalo v letech 1807–1869. Mapovacím pracím předcházelo budování souvislé trigonometrické sítě, za počátek souřadnicového systému byla zvolena věž Svatoštěpánského chrámu ve Vídni. Podrobný polohopisný základ poskytlo současně probíhající mapování katastrální (stabilní katastr). Pro Čechy byly číselným polohopisným podkladem souřadnice vztažené k bodu Gusterberg (Horní Rakousy) a pro Moravu k věži Svatoštěpánského chrámu. Jelikož mapy byly

prováděny na geodetických základech, byly velmi přesné. Práce však trvaly příliš dlouho (62 let) (Veverka a Zimová, 2008).

Mapy II. vojenského mapování zachycují rozmach průmyslové revoluce a s tím spojené budování občanské společnosti, které umožnilo vytváření volného trhu zboží, pracovní síly a trhu s půdou. Hospodářský rozmach vedl až dopravní revoluci. To vše vyžadovalo přesné zmapování z důvodu zdanění a modernizace vojenské strategie (Brůna et al. 2002).

III. vojenské mapování

Mapování již bylo prováděno v dekadickém měřítku 1 : 25 000 a v okolí velkých měst či vojensky důležitých oblastí bylo stanoveno měřítko 1 : 12 500. Mapovalo se v letech 1870–1885 z důvodu vojenských požadavků na přesnost a spolehlivost map, ale také i z důvodu rostoucího zájmu v civilní sféře například při stavbě komunikací (Mikšovský a Zimová, 2006).

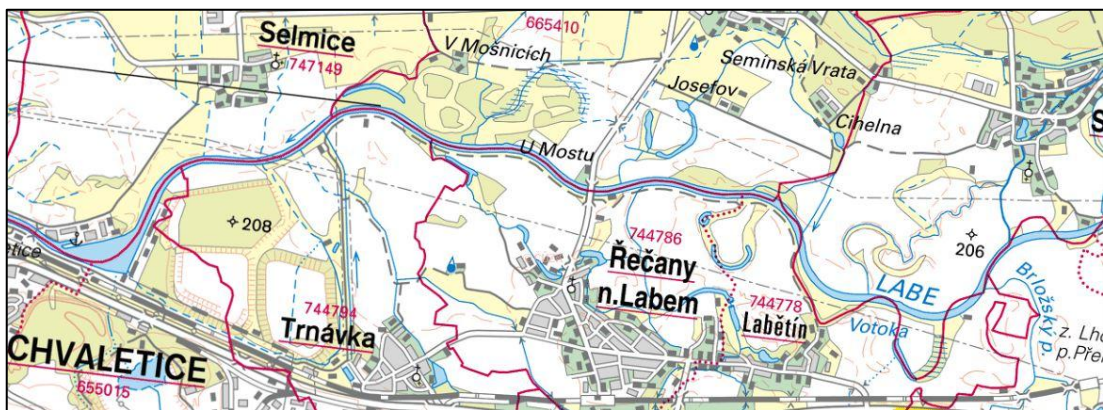
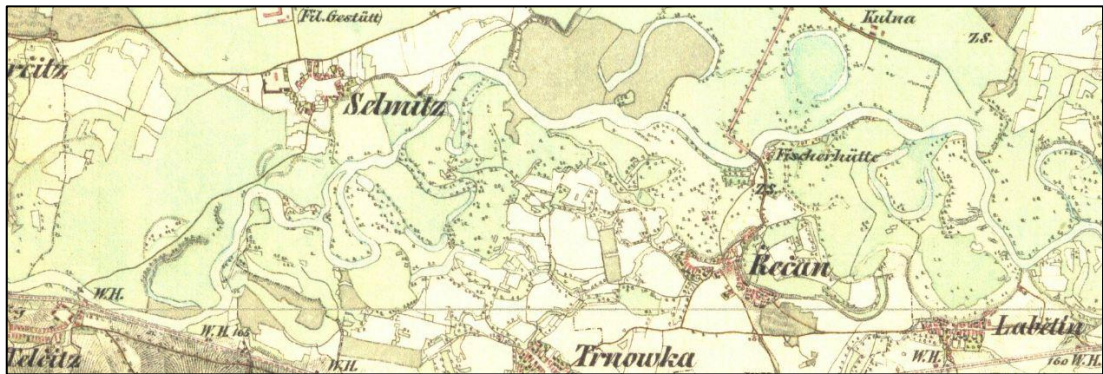
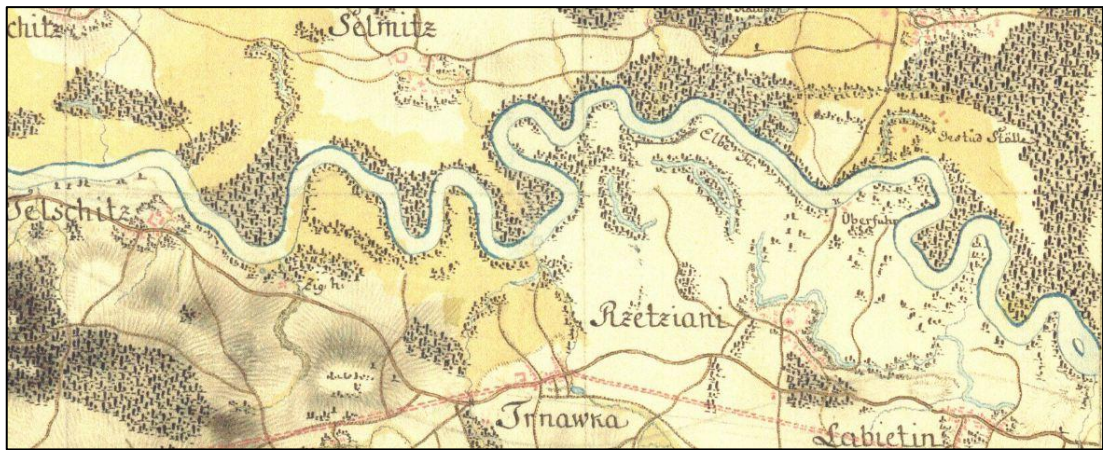
Mapování řídil Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni. Byl použit Besselův elipsoid, jadraný výškový systém, rovinné souřadnicové systémy Gusterberg a Sv. Štěpán. Při mapování polohopisu se používal měřický stolek a později busola a výšky byly určovány výškoměrem nebo barometricky. Bylo ovšem zvoleno špatné zobrazení, takže mapové listy se nedaly složit v souvislý celek, rovněž zkreslení dosahovala značných hodnot (např. úhlové zkreslení až 11' a délky byly zkresleny až o 2 m na 1 km) (Veverka a Zimová, 2008).

Mapy stabilního katastru

Mapy stabilního katastru byly vytvořeny souběžně s mapami II. vojenského mapování. Účelem stabilního katastru bylo vytvořit především podmínky pro výběr pozemkových daní. Slovo „stabilní“ značilo, že se jedná státní registr trvalé povahy. Císařské povinné otisky stabilního katastru byly vytvořeny v měřítku 1 : 2 880 a soubor tvoří 46 732 mapových listů (Veverka a Zimová, 2008).

Historické mapy I. II. a III. vojenského mapování jsou v současné době dostupné v digitální podobě na některých geoportálech. Na geoportálu oldmaps.geolab.cz tak jsou dostupné mapy I, II a III. vojenského mapování, částečně zde lze nalézt i mapy stabilního katastru (OLDMAPS). Mapový server mapy.cz nabízí mapu II. vojenského mapování ve formě mapové aplikace. (mapy.cz) Portál CENIA poskytuje digitalizovaný obraz map II. a III. vojenského mapování jako službu WMS (Web Map Service) (geoportál INSPIRE).

Ukázky historických map I., II. a III. vojenského mapování se nacházejí v tomto pořadí na obrázku 2a, b, c. Ukázky zobrazují totéž místo a lze z nich vyčíst, že trasa toku se v této oblasti výrazně měnila. Pro porovnání se dnešním stavem oblasti byl přidán snímek současné topografické mapy (obrázek 2d).



Obr. 2 a, b, c, d Historické mapy
(zdroj: OLDMAPS, CENIA)

2.3.5 Geoportály

Geoportály podle Taita (2005) jsou webové stránky, které představují vstupní bod k zeměpisnému obsahu na webu, nebo jednodušeji řečeno, webové stránky, které slouží k objevování geografického obsahu. Firma ESRI, zabývající se tvorbou programů pro prohlížení a práci s geografickými daty, geoportál definuje jako webové rozhraní určené k publikování, správě, vyhledávání a prohlížení metadat o prostorových datech. Za klíčovou úlohu považují usnadnění sdílení geografických dat. Z tohoto pohledu tvoří geoportál jeden z pilířů tzv. prostorových dat (SDI - Spatial Data Infrastructure). Geoportály jsou založené na tom, že poskytovatelé dat umístí metadatové záznamy o jimi poskytovaných souborech dat a uživatelé je ve vytvořeném katalogu mohou vyhledávat informace podle různých kritérií a data si rovnou prohlédnout pomocí webových mapových služeb (ARCDATA, geoportál).

Nejdůležitějším geoportálem v Česku je národní geoportál INSPIRE (INfrastructure for SPatial Information in Europe). Stejnomená směrnice si klade za cíl vytvořit evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací sloužící k podpoře environmentálních politik a politik, které životní prostředí ovlivňují. Základní mapové vrstvy, které geoportál dle směrnice INSPIRE nabízí, jsou například katastrální mapy, topografické mapy ČÚZK, digitální model území, ortofotomapa z 50. let, ortofotomapa aktuální a II. a III. vojenské mapování. Mezi tematické mapy patří například mapy: Zeměpisné soustavy souřadnicových sítí, Zeměpisné názvy, Vodopis, Chráněná území, Krajinný pokryv, Geologické mapy, Statistické jednotky, Půda, Využití území a další (geoportál, INSPIRE).

Geoportál ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) je komplexní internetové rozhraní pro přístup k prostorovým datům pořizovaným a aktualizovaným v rezortu ČÚZK. Poskytuje bezplatný přístup ke geografickým datům katastru nemovitostí, státnímu mapovému dílu, ortofotu České republiky, databázím ZABAGED (ZÁkladní BÁze GEografických Dat), Data200 a Geonames. Nabízí také širokou nabídku WMS služeb (geoportál, ČÚZK).

Státní podnik Povodí Labe má taktéž internetovou aplikaci na prohlížení grafických dat. Grafická data spadají pod ISyPo (Integrovaný systém Povodí), což je informační systém zabezpečující komplexní potřeby podniku Povodí. Umožňuje správu dat, jejich sdílení a komunikaci mezi jednotlivými podniky, případně závody či provozními středisky. Aplikace slouží k prohlížení a správě dat související s jevy na vodních tocích. Pomocí aplikace lze prohlížet grafické vrstvy toků, podkladových map a dalších zdrojů, provádět grafické výběry jevů na tocích a dotazovat se na atributy grafických dat (geoportál, Povodí Labe).

Pomocí geoportálu lze zobrazit různá tematická data, která jsou využitelná pro všechny ukazatele, které lze distančně stanovit. Velkou výhodou je jejich online prohlížení, ke kterému není třeba vlastnit prohlížeč GIS.

2.3.6 Digitální model terénu (DMT)

Digitální model terénu popisuje zemský povrch ve smyslu holého povrchu bez vegetace a lidských výtvorů jako jsou budovy, mosty a další. DMT lze definovat také, jako komplexní povrch zahrnující výšku (topografickou plochu bez vegetace) se zpřesňujícími a

jednoznačnými liniiovými a polygonovými geoprvky, jako jsou říční toky a koryta, násypy komunikací, vodní plochy hrany terénu.

DMT má v současnosti rozsáhlé využití, a to díky skutečnosti, že nástroje pro jeho tvorbu a analýzy jsou již téměř běžnou součástí softwaru pro GIS. Pomocí softwaru lze z digitálního modelu terénu analyzovat velké množství terénních prvků, například směry odtoku, lokální povodí, akumulovaný odtok, ale také sklon a orientaci svahu.

Důležitým aspektem tvorby DMT je přesnost zdrojových dat a následně pak výběr metody pro jejich zpracování. Podle typu pořízení dělíme data na:

- přesně zaměřené referenční body pozemního geodetického průzkumu,
- fotogrammetrická – zdroj stereoskopická interpretace leteckých nebo kosmických snímků,
- data radarových systémů SIRC, SAR radargrammetrie,
- výšková data- z kartografických zdrojů, na kterých se digitalizuje výška, při tvorbě DMT do algoritmu vstupuje více dat, která model ovlivňují a tím i zpěšňují.

Mezi zdroje DMT v ČR patří například komerční databáze ZABAGED, DMÚ25 (Digitální model území) a ostatní komerční databáze výškopisu v ČR – DMR2, DMR1, DMÚ200. Databáze ZABAGED je nejpodrobnější a také nejdražší z dostupných komerčních databází. Horizontální přesnost této databáze je 1–10 m, výšková přesnost 1–5 m a polohopisná a výškopisná chyba je zde shodná s původním mapovým podkladem. Tvůrcem databáze DMÚ je Geografická služba AČR – VTOPÚ Dobruška, její přesnost je charakterizována střední polohovou chybou 18 m.

Tyto modely se využívají převážně v geodézii, dálkovém průzkumu Země, stavebním inženýrství, lesnictví, hydrologii a ekologii (Bravený, 2008).

Při hydromorfologickém průzkumu se DMT dají využít jako podpůrný podklad pro stanovení přesného vymezení údolní nivy.



Obr. 3 Digitální model terénu
(Data: ZABAGED)

2.3.7 Online mapové služby

Společnost Google vedle základních mapových služeb (základní a satelitní mapy) nabízí zdarma ke stažení aplikaci Google Earth, díky níž si lze prohlédnout např. satelitní snímky, terén, trojrozměrné budovy, vzdálené galaxie ve vesmíru i největší hlubiny oceánů. Společnost nabízí také dvě další aplikace – placenou Google Earth Pro, která navíc obsahuje profesionální funkce (např. import velkých vektorových obrázkových souborů pro rychlé mapování dat GIS či využití datových vrstev k lokalizaci cílových demografických skupin) (Mapy Google, nápověda). Druhou aplikací je Google Earth Enterprise, která je určena pro organizace s velkým množstvím geografických dat. Lze vytvářet vrstvy s vlastními daty pro Mapy Google, nebo také vytvářet vlastní mapy s vlastními snímky a mapami na základě vlastních dat.

Díky pluginu (doplňkovému programu) Google Earth lze s touto aplikací pracovat prostřednictvím webového prohlížeče bez nutnosti stažení vlastní aplikace. Mapy Google dále nabízejí funkci Street View, která umožňuje prohlížení různých míst z celého světa prostřednictvím panoramatických snímků pořízených z ulice. Díky nim si lze prohlédnout světové památky či přírodní zajímavosti (Mapy Google, nápověda).

Mapovou službu nabízí také společnost SEZNAM na portálu mapy.cz, která nabízí online velice podrobnou aktuální ortofoto mapu i ortofota z let 2006 a 2003 nebo historickou mapu II. vojenského mapování (Mapy.cz, nápověda).

Google Earth a hlavně funkce Street View jsou pro hydromorfologický průzkum velice užitečné, jelikož lze vidět i jevy, které z ortofot patrně nejsou. Street View má uplatnění ve stanovení např. ukazatelů břehová vegetace, stabilita a upravenost břehu nebo charakter proudění. Historická mapa společnosti Seznam se využívá pro stanovení historické trasy toku.

Podrobné vyhodnocení dostupných datových podkladů a jejich využitelnosti pro hydromorfologický průzkum modelového území je provedeno v rámci kapitoly 6.

2.4 Vybrané metodiky hydromorfologického hodnocení, využívané v ČR

V České republice se od 90. let vyvíjela řada metodik hydromorfologického hodnocení. V rámci různých projektů byly testovány i metodiky zahraniční. Metodikou oficiální, splňující požadavky Rámcové směrnice o vodní politice ES 2000/60/ES, se stala metodika HEM (Langhammer, 2007).

2.4.1 Metodika Miloslava Šindlara

Metodiku hydromorfologického monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu vodních toků autor vyvíjel v rámci grantového úkolu VaV 1996 (projekt péče o krajinu) (Mana, 2006). Základní principy byly odvozeny ze zkušeností při povodních v roce 1997 a ze zahraničních podkladů, zejména z Rosgenovy klasifikace říčních typů (Mana 2006, Rosgen 1994). Metodika byla zdokonalována a v roce 2007 vznikla její druhá verze, která byla verifikována na 2 385 km vodních toků (Šindlar, 2007a). Hlavním účelem metodiky je poskytnout pracovní

nástroj pro hodnocení zásahů do vodních toků a údolních niv s vazbou na požadavky Rámcové směrnice o vodách. Zaměřuje se například na posouzení současného stavu toků, posouzení efektivity navrhovaných revitalizací toků a posouzení přijatelnosti vodohospodářských úprav.

Metodika vychází ze srovnání potenciálního (referenčního) a současného stavu. Referenční stav toku je určen geomorfologickou analýzou neovlivněných a následně aktuálních okrajových podmínek hodnoceného úseku toku. Současný stav je popsán kriteriální analýzou, která vyhodnocuje odklon současného stavu od stavu referenčního.

Hodnocení základních typů vodních toků probíhá odděleně. Hodnotí se zvlášť stav koryta vodního toku a zvlášť stav nivy vodního toku. Hodnocení stavu koryta zahrnuje 4 kritéria. První kritérium se nazývá *Hydrologický a splaveninový režim* a obsahuje 3 dílčí ukazatele, druhé kritérium – *Morfologie trasy a korytotvorné procesy* se dále dělí na 4 ukazatele, kritérium *Morfologie koryta* obsahuje 8 jednotlivých ukazatelů a poslední čtvrté kritérium – *Vliv vzdutí a ovlivnění migrační prostupnosti toku* zahrnuje právě tyto dva ukazatele z názvu. Hodnocení stavu nivy se skládá ze tří kritérií – *Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu*, *Ekologické vazby toku a údolní nivy* a *Vliv okolní krajiny* a každé kritérium zahrnuje 2 ukazatele (Šindlar, 2012).

Tato metodika byla použita firmou Šindlar s.r.o. ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí při návrhu protipovodňových opatření s vazbou na revitalizaci hydromorfologického stavu na několika tocích, mezi které patří například tok Kněhyně v CHKO Beskydy, Cidlina, Moravská Cidlina, Opava (Šindlar, 2007b).

2.4.2 Metodika AOPK

Metodika, vytvořená pro Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR, se nazývá Hydromorfologické hodnocení vodních toků a byla zpracována Jaromírem Demkem, Zuzanou Vatolíkovou a Peterem Mackovčinem v roce 2006 (Demek et al. 2006).

Metodika je založena na základě německé metodiky Ecomorphological Survey of Large Rivers z roku 2002 (Fleischhacker a Kern, 2002). Objektem hodnocení je dle autorů funkční schopnost celé koryto-nivní jednotky a ne rozmanitost struktur. Tato metodika byla vytvořena pro hodnocení přirozených nebo kvasi přirozených vodních toků, mezi něž nepatří vodní toky s přisazenými hrázemi anebo umělé vodní toky.

Cílem metodiky je hodnocení 3 ekologických funkcí. Tyto ekologické funkce jsou: *morfodynamika* (např. schopnost regenerace překládání toku), *kvalita habitatu* (např. biotop typický pro vodní tok a údolní nivu) a *odtokové poměry* (např. kolísání hladiny vodního toku). Pro hodnocení funkcí se užívají parametry, které jsou rozděleny na parametry koryta, břehů a nivy. Hodnotí se na základě 17 parametrů, z nichž se 5 parametrů vyvozuje porovnáváním historických map či jiných historických údajů s aktuálním stavem a zbývajících 12 se zpracovává v terénu (Demek et al. 2006).

Problémem této metodiky je, že hodnocení tzv. „ekomorfologického stavu“ neuvádí uvažovanou nebo použitou typologii vodopisné sítě a také využitelnost metodiky pro monitoring hydromorfologických složek v rámci WFD monitoringu je spíše problematická než použitelná (Mana, 2006).

2.4.3 RHS (River Habitat Survey)

RHS je metoda určená k charakterizaci a hodnocení fyzické struktury sladkovodních potoků a řek. Byla vyvinuta britskou Agenturou pro životní prostředí a terénní průzkum byl navržen, testován a zlepšován v důsledku rozsáhlého testování na řekách ve Velké Británii od roku 1994. Byl také testován ve Finsku, Francii, Rakousku, Portugalsku, Itálii a Slovinsku s ohledem na přizpůsobení průzkumu místním podmínkám (Environment Agency, 2003).

Metodika sestává ze 4 odlišných částí – standartní terénní výzkum; počítačová databáze používaná k zadávání výsledků z terénního výzkumu a k jejich porovnání s informacemi z jiných zdrojů; metody pro posuzování kvality stanovišť a systém pro popisování míry modifikace koryta lidskou činností.

Terénní výzkum je systematický sběr údajů o fyzické struktuře koryta. Sběr dat probíhá standardně na 500 m dlouhém úseku koryta. Tento úsek se pro účely podrobnějšího zachycení vybraných charakteristik dále dělí na 10 menších úseků po 50 m, v nichž se vyčleňují tzv. Spot-check, což jsou transekty, které se zaznamenávají do formuláře. Skládají se ze dvou šířek, jedna je 1 m široká pro hodnocení charakteristik koryta a druhá 10 m široká pro hodnocení vegetace.

Mapovací formulář obsahuje 4 kategorie charakteristik: *základní údaje o měřeném úseku* (datum a čas měření, převládající typ údolí, počet peřejí ...); *charakteristiky 10 Spot-check* (fyzické vlastnosti pro 1 m široký transekt – levý a pravý břeh, koryto; landuse, struktura a typy vegetace pro 10 m široký transekt); *charakteristiky pro celý měřený úsek* (landuse, břehový profil, rozsah stromů, prvky v korytě); rozměry a vlivy (rozměry koryta, umělé stavby, prvky zvláštního zájmu) (Raven, 1998).

Metodika byla aplikována např. na řece Ponávce v rámci bakalářské práce Jany Navrátilové (2012) z Masarykovy univerzity.

2.4.4 Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu vodných útvarov

Tato slovenská metodika byla vypracována Výzkumným ústavem vodního hospodářství (VÚVH). Cílem hydromorfologického monitoringu je dokumentovat hydromorfologický stav vodních útvarů a hodnotit jeho vývoj a ověřit účinnost navržených a realizovaných revitalizačních opatření.

Monitoring se dělí na 2 typy: na *základní*, který se opakuje po šesti letech a provádí se na tocích přirozených nebo mírně ovlivněných a *provozní*, jenž se opakuje každý rok a realizuje se na tocích středně a velmi ovlivněných, kde se předpokládají výraznější změny i v průběhu jednoho roku.

Hodnoticí systém je založen na vyhodnocení monitorovacích hydromorfologických charakteristik ve vztahu k míře ovlivnění sledovaného vodního útvaru. Míra ovlivnění jednotlivých charakteristik se stanoví na základě ohodnocení v rozsahu 1 až 5, kde 1 je velmi dobrá hydromorfologická kvalita a 5 velmi špatná.

Měřené charakteristiky se dají rozdělit do 5 hlavních kategorií: *základní informace o toku* (úsek, sklon, morfologický typ toku...); *břehy* (přirozené, zpevněné, příbřežní vegetace); *koryto* (dno, členitost koryta, útvary v korytě, proudění, objekty v korytě); *inundační území*

(intravilán, extravilán, vegetace, útvary v inundačním území); *hydrologie* (průtokový režim, významné odběry, přítoky) (VÚVH, 2008).

2.4.5 Ekomorfologické hodnocení kvality habitatu vodních toků (EcoRivHab)

Tuto metodu formulovala Milada Matoušková v rámci dizertační práce a projektu GAČR. (Matoušková 2008a) Metoda je založena na terénním mapování, studiu dostupných databází a využití mapových podkladů a leteckých snímků. Hodnocení kvality pracuje s potenciálním místním referenčním stavem, což je stav předtím, než byl ovlivněn člověkem. Průzkum se provádí od pramene k ústí. *Hlavním cílem je vyhodnocení ekomorfologického stavu vodních toků, identifikace úseků, které splňují tzv. dobrý ekologický stav a zároveň nalezení lokalit s přírodním, či přírodě blízkým habitatem vodních ekosystémů* (Matoušková 2008a).

Celkově je hodnoceno 31 parametrů. Parametry jsou prvotně rozděleny mezi 3 hlavní ekomorfologické zóny (koryto, doprovodné vegetační pásy (DPV), údolní niva), z nichž se koryto dělí ještě na 6 hlavních skupinových parametrů (morfologie a průběh trasy, podélný a příčný profil, struktury dna, břehové struktury a jakost vody).

Celkový hydromorfologický stav je vyhodnocen liniově a plošně. Liniové hodnocení je založeno na vyhodnocení mapovaných zón a výstupem jsou například tematické mapy ekomorfologického stavu. Cílem plošného hodnocení je nalezení ohrožených ploch či ploch náchylných k negativním antropogenním vlivům. Výstupem je tematická mapa ohrožených oblastí (Matoušková, 2008a).

Tato metodika byla použita např. v několika diplomových pracích a výzkumných úkolech. Využila ji mj. Zuzana Beranová pro monitoring povodí Rolavy (2011) nebo Lenka Koubková u povodí Vinořského potoka (2011).

2.4.6 LAWA – Overview Survey, LAWA – On site Survey

V Německu byly pracovní skupinou Landerarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vytvořeny 2 národní metody ke klasifikaci říčních biotopů. LAWA Overview survey (LAWA OS) se používá k mapování velkých řek, a On site survey (LAWA OSS) se zaměřuje na malé nebo střední toky (Kamp et al. 2007). Ekomorfologická klasifikace říčních stanovišť je indexový systém, který nehodnotí funkce ekosystému samotného, ale jejich vliv na struktury, jež jsou v terénu snadno zmapovatelné. Výsledky výzkumu se využívají např. k říčnímu managementu.

LAWA overview survey byl vytvořen hlavně pro hodnocení řek, které jsou širší 10 m. Oproti OSS je metoda výhradně neterénní. Jako zdroj informací se používají historické nebo současné topografické mapy (1 : 25 000), historické nebo aktuální tematické mapy (geologická, hydrologická), data z povodňových statistik, letecké snímky velkých měřítek, satelitní snímky z různých ročních období.

Hodnocení parametrů je založeno na porovnávání aktuálního stavu a referenčních podmínek. Hodnocení zahrnuje 2 hlavní parametry (dynamika říčního koryta – dno, břehy a dynamika nivy). Dynamika nivy je charakterizována 3 funkčními jednotkami ekosystému, kde každá jednotka obsahuje jednotlivé parametry. Celkově má metoda 17 parametrů. Stejně jako u metody OSS se používá sedmistupňová škála hodnocení (Kamp et al. 2007). Zvláštností je možnost zlepšování a zhoršování hodnot jednotlivých parametrů (optimistické nebo

pesimistické hodnocení). Výsledky mapování jsou podkladem pro programy ochrany vodních systému a revitalizace vodních ekosystémů (Matoušková, 2008b).

Metoda LAWA – On site survey (OSS) byla prvotně vytvořena pro hodnocení řek se šířkou menší než 10 m a později upravena i pro toky širší než 10 m. Metoda používá sedmistupňovou škálu hodnocení (od nenarušeného po zcela narušený). OSS je založen na terénním výzkumu a dělí se na 3 hlavní sektory – koryto, břehy a 100 m široké záplavové území. Mapovací formulář obsahuje 6 hlavních parametrů (příčný profil, struktura koryta) definovaných 14 funkčními jednotkami (hloubka, vegetace), které obsahují 25 jednotlivých parametrů. Všechny parametry mají stejnou ekologickou hodnotu a výsledný index se počítá jako jednoduchý průměr (Kamp et al. 2007).

Metoda LAWA – OS byla použita v rigorózní práci Martina Dvořáka na povodí Bíliny ve srovnání k metodě EcoRivHab (2008).

2.4.7 Hydroekologický monitoring (HEM)

Metodika byla vypracována Langhammerem (2007) a Ministerstvem životního prostředí schválena jako oficiální metodika pro hydromorfologický monitoring ČR. Metodika byla vytvořena v souladu s požadavky Rámcové směrnice ES o vodní politice 2000/60/ES a v souladu s evropskou i českou normou EN 14614 (Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik toků). Navazuje na stávající metodické přístupy aplikované v ČR a EU a v neposlední řadě klade důraz na praktickou aplikovatelnost v rámci programů monitoringu v ČR.

Monitoring hydromorfologického stavu toků je založen na terénním mapování vybraných charakteristik toků a údolní nivy. U daného úseku se vždy sledují 4 zóny toku (koryto, břeh, příbřežní zóna a inundační území). Hodnocené úseky mají proměnlivou délku a je důležité, aby daný úsek byl vymezen tak, aby v klíčových ukazatelích upravenosti byl homogenní.

Mapovací formulář má 4 hlavní skupiny parametrů. První skupinou jsou *identifikační údaje*, mezi které například patří kód úseku, datum a čas mapování a spolehlivost stanovení ukazatelů. Druhou skupinou parametrů jsou *morfometrické charakteristiky toku a inundačního území*, které obsahují 5 ukazatelů (délka toku, šířka hladiny, šířka koryta, šířka údolní nivy a charakter údolí). Skupina parametrů *Ukazatele hydromorfologické kvality* zahrnuje ještě 3 podskupiny (koryto toku, dno a břeh, příbřežní zóna a inundační území), z nichž každá má nejméně 3 jednotlivé ukazatele. Poslední skupinou parametrů je *hydrologický režim toku* s ukazateli charakter proudění, ovlivnění hydrologického režimu a variabilita průtoků (Langhammer, 2007).

Hodnocení je založeno na bodovém ohodnocení jednotlivých ukazatelů. Jednotlivé ukazatele jsou bodově hodnoceny ve škále 1–5, přičemž 1 představuje nejlepší a 5 nejhorší hodnotu. Výsledná hydromorfologická kvalita úseku je vypočtena jako aritmetický průměr dílčích hodnot vypočítaných pro jednotlivé zóny (Langhammer, 2008).

Metodika byla aplikována Janem Kyselkou na řece Bílině v roce 2010. Výsledky jsou uvedeny v jeho bakalářské práci. Kateřina Šmerusová použila metodiku v diplomové práci na povodí Slubice (2010) jako srovnání k metodice EcoRivHab, se kterou pracovala na stejném území v bakalářské práci (2008).

3 Zájmové území

3.1 Labe

Název řeky Labe byl zmíněn již v antických pramenech jako Albis, což znamenalo bílý, světlý, čistý. V indoevropském základu slova došlo k významovému posunu od čistý k proudící, plynoucí. Česká podoba slova je převzata z germánského Alba (v němčině Elbe), které přesmyknutím dává staročeské slovo Laba (Loucká, 1997).

Labe pramení v Krkonoších ve výšce 1 386,3 m n. m. Od pramene k ústí do Severního moře měří 1 094 km a plocha jeho povodí činí 148 268 km², čímž se řadí co do velikosti povodí na 4. místo (za Dunaj, Vislu a Rýn). V České republice délka toku dosahuje pouze třetiny jeho celkové délky (358 km) a plochy povodí 51 411 km². (Busch a kol., 2012) Jeho povodí se nalézá na území 4 států, z toho největší část se rozkládá na území Německa (65,38 %), Česka (33,84 %) a malým dílem zasahuje i do Rakouska a Polska. Největšími přítoky podle plochy povodí jsou na našem území Vltava (28 090 km²), Ohře (5 613 km²), Jizera a Orlice. V Německu mezi ně patří Sála (24 079 km²), Havola (7 400 km²), Mulde a Černý Halštrov.



Obr. 4 Povodí Labe

(zdroj: MKOL, 2005)

Od pramene teče Labe jako malý potok, místy i pod zemí a v blízkosti Labské boudy padá 35 m vysokým vodopádem do Labské rokle. Nad Labskou přehradou ve Špindlerově mlýně má Labe charakter bystřiny s průměrným sklonem 59,5 ‰. Mezi Špindlerovým Mlýnem a Vrchlabím má stále charakter bystřiny, ale s průměrným sklonem 16,2 ‰. Poté protéká Podkrkonoším a přitéká do nádrže Les Království. V tomto úseku se sklon snižuje na 4,6 ‰. Tyto dvě přehrady jsou jediné v celém povodí Labe, které jsou postavené přímo na Labi.

Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) na základě geomorfologických kritérií rozděluje Labe do 3 částí – Horní Labe, Střední Labe, Dolní Labe. Úsek Horního Labe je vymezen od pramene až k zámku Hirschstein, kde začíná Střední Labe vedoucí k jezu Geesthacht, poté Dolní Labe končící ústím do Severního moře. Nejdelší částí je Střední Labe o délce 489 km a výrazně nejkratší je Dolní Labe o délce 142 km. Tento úsek ovlivňuje příliv a odliv, a proto se o něm často hovoří jako o slapovém úseku Labe (MKOL, 2005).

V Česku je Labe od nepaměti děleno do 3 úseků – horní úsek Labe končící soutokem s Orlicí v Hradci Králové, střední část vedoucí až k ústí Vltavy a dolní úsek zakončený státní hranicí (Povodí Labe, 2009). Od Mělníka je ve správě státního podniku Povodí Labe jen vlastní tok řeky, jinak povodí spravuje státní podnik Povodí Ohře.

Již ve 14. a 15. stol. zde vznikaly mlýny a pily, které využívaly energii vody, a za účelem zvýšení hladiny vody byly budovány dřevěné či zčásti kamenné jezy (MKOL, 2005). V 17. století se usilovalo o splavnění Labe. Jenže neregulované Labe s mnoha jezy nebylo pro lodní dopravu vhodné a muselo být provedeno mnoho úprav. V letech 1870–1890 došlo na německé části Labe k napřimování v důsledku regulace na střední vodu. Další úpravy, jako například výstavba nových jezových objektů nebo regulace koryta, byly prováděny až v roce 1904. Pro dnešní tok Labe pod ústím Metuje je charakteristická výstavba velkých jezových objektů, plavebních stupňů a regulace toku.

Důležitým podnětem pro rozvoj lodní dopravy v Česku byla výstavba elektrárny ve Chvaleticích, do které bylo po Labi dopravováno hnědé uhlí. Proto bylo mezi lety 1970–1980 postaveno 7 nových jezů (MKOL, 2005). S úpravou toku kvůli lodní dopravě se pojilo zlepšení povodňové ochrany přilehlých území díky dobré manipulovatelnosti s vodními díly. Před úpravami se řeka rozlévala téměř každoročně, někdy i několikrát za rok, což způsobovalo značné záplavy a výrazné komplikace pro přilehlá města a vesnice.

Na druhou stranu tyto úpravy způsobily závažné ekologické škody. V zájmu zlepšování podmínek pro splavování kmenů z Krkonoš a Orlických hor bylo Labe nad Kolínem upraveno pro voroplavbu několikrát již v polovině 16. století. K největším změnám docházelo od roku 1906 v úseku mezi Pardubicemi a ústím Vltavy, kde byly vystaveny plavební stupně a tudíž došlo i ke kanalizaci toku. Odstraňování meandrů se provádělo tzv. průpichy (směrovou korekcí toku), jež mimo jiné zapříčinilo poškození původní říční krajiny. Například v úseku od ústí Metuje po soutok Labe s Vltavou, kde Labe v široké údolní nivě meandrovalo, byl tok zkrácen o 47 km. Ukázka odstraněných meandrů se nachází na obrázku 2. Celkově byl tok kvůli stavebním úpravám mezi lety 1848–1992 zkrácen o 52,2 km, což odpovídá 12,3 % celkové délky toku na českém území. K negativním důsledkům zkracování toku patří zvětšení sklonu a rychlosti toku, zkrácení postupových dob povodňových vln, výraznější eroze dna

toku a zničení rozsáhlých částí lužní krajiny. Většina oddělených meandrů stále existuje jako odstavená labská ramena a patří k cenným chráněným biotopům (MKOL, 2005).

Dnes Labe tvoří mezinárodní vodní cestu z 86 %, která vede od ústí až do Chvaletic. Intenzita dopravy v posledních letech poklesla, ale s plánovanou výstavbou lodního přístavu v Pardubicích a tím i zlepšením plavebních podmínek, lze očekávat, že se intenzita dopravy zvýší (Němec a Hladný, 2006). Je také třeba zmínit spor ekologů a rejdářů o výstavbu jezu u Děčína, který trvá více než dvacet let. Stavbu prosazují dopravci a podnikatelé z důvodu zlepšení plavební podmínek pro nákladní lodě, zatímco ochránci přírody se obávají, že betonové přehrazení by mohlo v kaňonu Labe způsobit vyhynutí desítek živočišných a rostlinných druhů (Baroch, 2010).

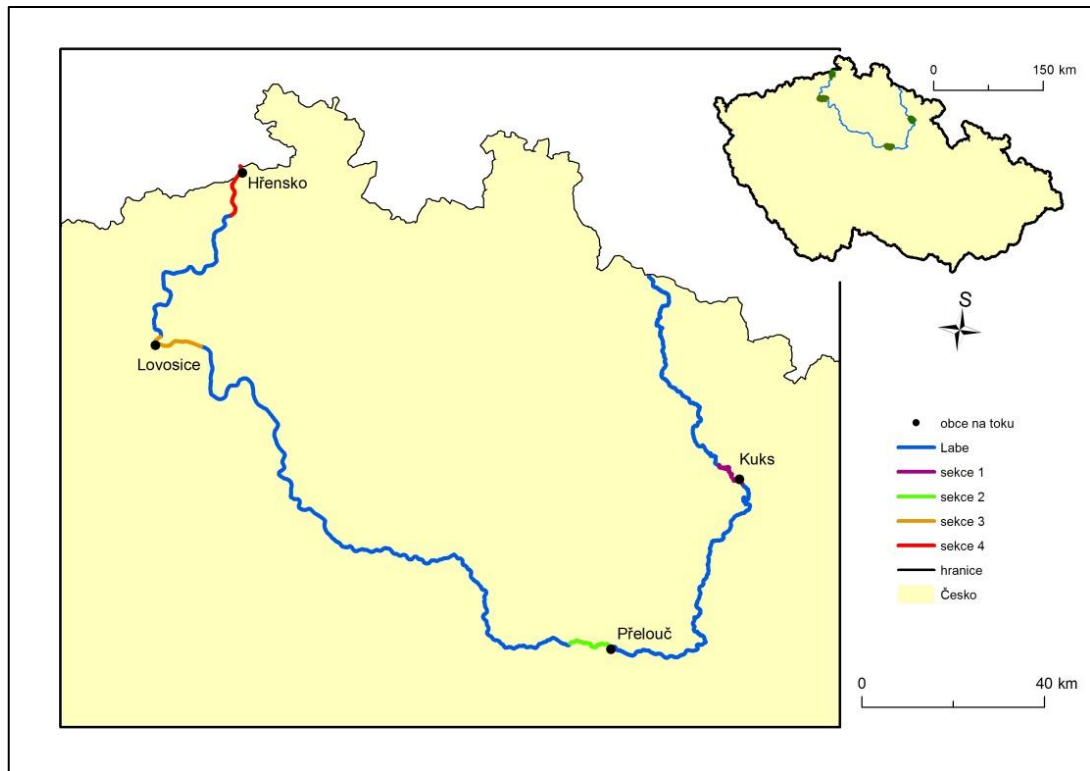
V rámci splavňovacích prací bylo na Labi postaveno několik ochranných hrází, zejména v úseku Obříství až Lobkovice a od Čelákovic po Nymburk, u Srnojed a Pardubic. Další souvislé oboustranné hráze lemují Labe od Hradce Králové po Smiřice a přes Hostinné. Dále byly postaveny nábrežní hráze kvůli ochraně veřejných přístavů. Celková délka ochranných hrází na Labi dosahuje 126 km. Většina hrází je počítána jen na povodně Q2 a Q20. Na stoletou povodeň je dimenzováno pouze 6,7 km hrází a to podél Labe v Hradci Králové a v Pardubicích.

V průběhu druhé poloviny 20. století byla kvalita vody Labe ovlivněna několika trendy, které by se daly rozdělit do 3 období. Období mezi lety 1970–1979 bylo ve znamení intenzivního znečištění způsobeného rychle rostoucím průmyslem a komunálními zdroji znečištění často bez odpovídajícího čištění odpadních vod. V období mezi lety 1980–1989 nastalo maximální zatížení toku odpadními vodami z průmyslu a obecních zdrojů doplněné o intenzivní znečištění ze zemědělství. V letech 1990–1999 došlo ke zlepšení kvality vody na základě změn politického systému zemí Východního bloku v roce 1989. Voda v Labi a jejích přítocích se zlepšila díky změnám v klíčových odvětvích v městských regionech, ovšem malé toky převážně na okraji povodí jsou dále znečišťovány z důvodu neexistence čističek odpadních vod (Langhammer, 2010).

V souvislosti s plněním podmínek vstupu Česka do EU se očekává snížení znečištění vypouštěného z komunální bodových zdrojů do toku, také klesání vlivu průmyslových zdrojů znečištění v důsledku postupného zavádění nejlepších technologií. Dále se předpokládá snížení plošného znečištění vody dusíkem až o 20 % za předpokladu šetrného zemědělství. U znečištění fosforem se předpokládá mírné snížení (až o 15%) v důsledku postupného uplatňování projektů pozemkových úprav, šetrnějšího zemědělství a snižováním množství sloučenin fosforu vypouštěných z bodových zdrojů znečištění (Němec a Hladný, 2006).

3.2 Vymezení jednotlivých sekcí

Pro vyhodnocení distančních dat a pro jejich porovnání s daty z terénního výzkumu byly na českém úseku Labe pomocí distančních dat vymezeny 4 sekce. Sekce byly zvoleny tak, aby byly typické pro českou část Labe a zároveň, aby se sekce od sebe vzájemně lišily svými hydromorfologickými charakteristikami. Dále byly vymezeny tak, aby byly v celé své délce co nejvíce homogenní. Všechny sekce měří 10 km.

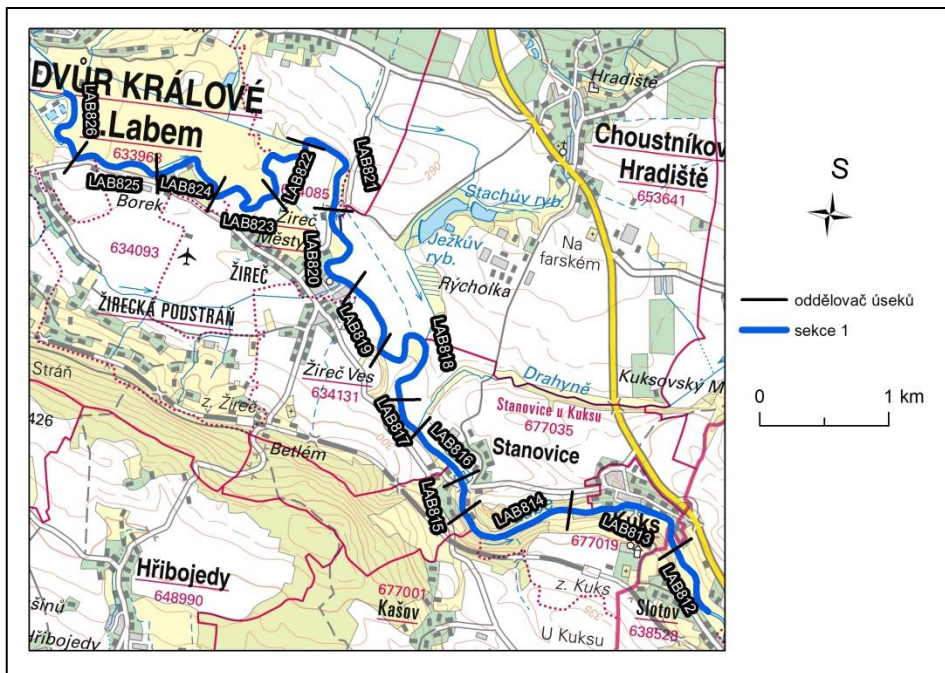


Obr. 5 Poloha jednotlivých sekcí na toku

(Data: ArcČR 500, DIBAVOD)

1. sekce (Dvůr Králové nad Labem až Kuks)

Sekce se nachází v horní části Labe mezi obcemi Dvůr Králové nad Labem a Kuksem. V říčních kilometrech je vymezen od 1 034 do 1 024 ř. km. Tato sekce byla vybrána kvůli několika aspektům: žádný nebo velice malý zásah člověka do průběhu toku, tok je v těchto místech stále malou říčkou, nacházejí se zde výrazné meandry a zákruty a břeh je obehnan velmi hustou příbřežní vegetací po celé délce sekce.



Obr. 6 Sekce 1

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

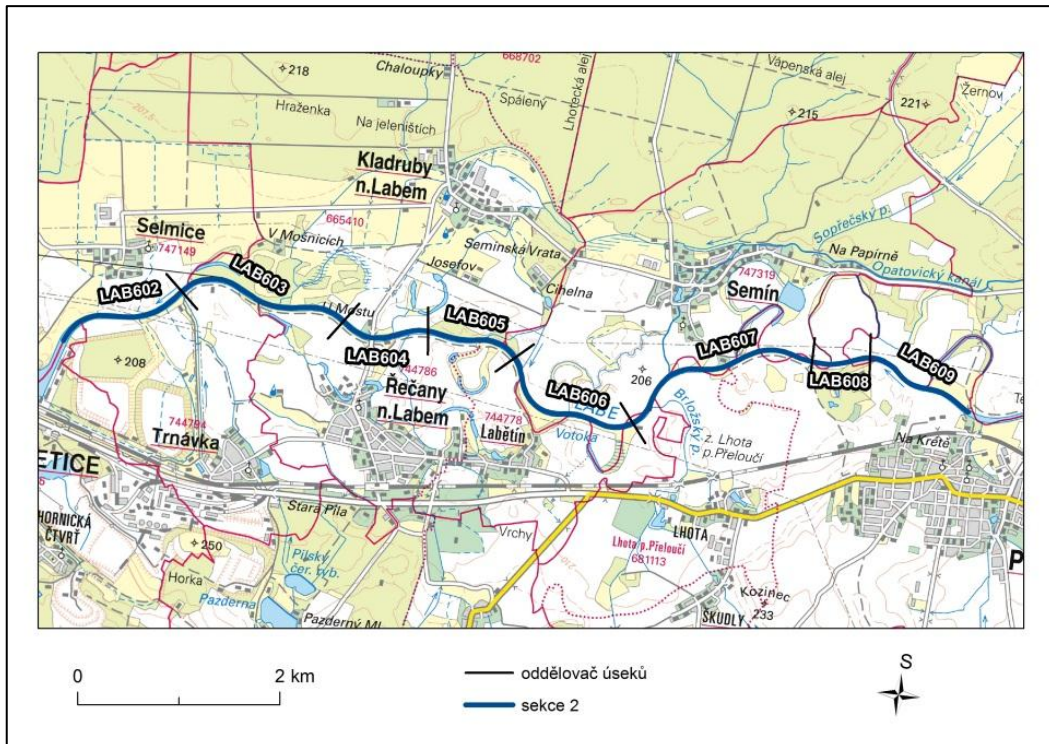


Obr. 7 Labe v 1. sekci

(zdroj: Jiří Tomíček)

2. sekce (Přelouč až Chvaletice)

Sekce byla vymezena za Přeloučí až ke Chvaleticím (od 950 po 940 ř. km). Tato část se nalézá již ve střední části Labe a byla vybrána z několika důvodů: krajina má rovinnatý charakter, kvůli typickému zkracování toku tzv. průpichy a také se v oblasti nalézá velké množství mrtvých ramen.



Obr. 8 Sekce 2

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

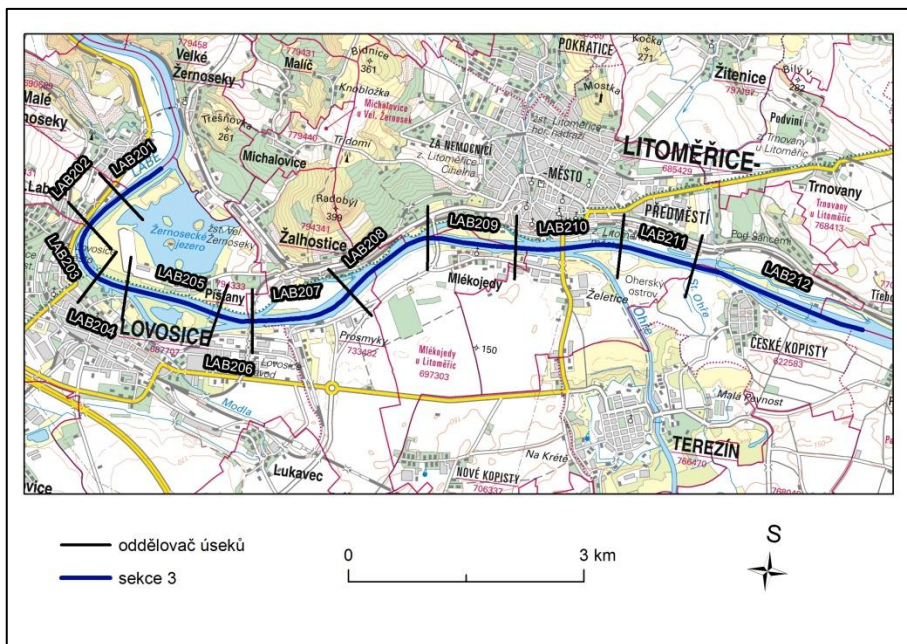


Obr. 9 Pohled na Labe z jezu v Přelouči

(Zdroj: Mapy Google)

3. sekce (Litoměřice až Žernosecké jezero)

Sekce spadá dle správního dělení Labe do jeho dolní části a je určena též říčními kilometry, a to od 795 do 785 ř. km. Sekce je typická pro českou část Labe a to kvůli tomu, že tok je výrazně ovlivněn lidskou činností – jez (Lovosice), přístav, protipovodňová ochrana, plavební kanál, tok prochází průmyslovou městskou zástavbou a dochází k odběrům vody do několika průmyslových podniků a následnému vypouštění (například Setuza a Lovochemie Lovosice, cukrovar, cementárna, elektrárna a další). Mimo jiné se zde nachází slepá a vedlejší ramena.



Obr. 10 Sekce 3

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

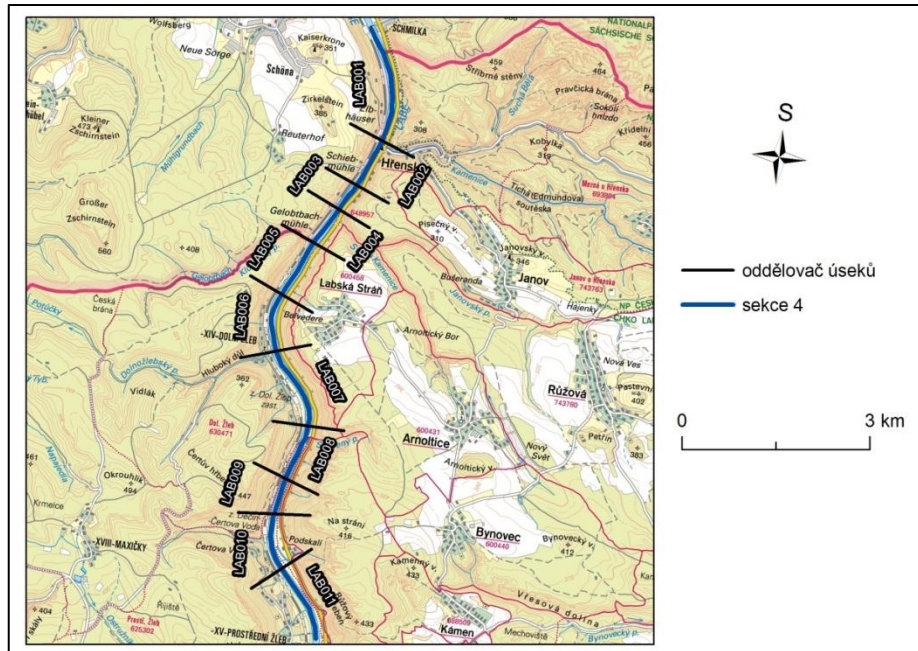


Obr. 11 Vrch Radobýl a Labe, pohled z Litoměřic

(Zdroj: Povodí Labe)

4. sekce (Prostřední Žleb až Hřensko)

Sekce se nachází v blízkosti státních hranic v rozmezí 737–727 ř. km. Sekce byla vybrána kvůli kaňonovitému charakteru toku, který jistě ovlivňuje jeho hydromorfologické charakteristiky, jež podle předpokladu, se budou od ostatních sekcí výrazně lišit. Dalšími prvky více či méně ovlivňující tok jsou velké množství drobných přítoků, nepřítomnost výrazné antropogenní činnosti a široké koryto toku.



Obr. 12 Sekce 4

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)



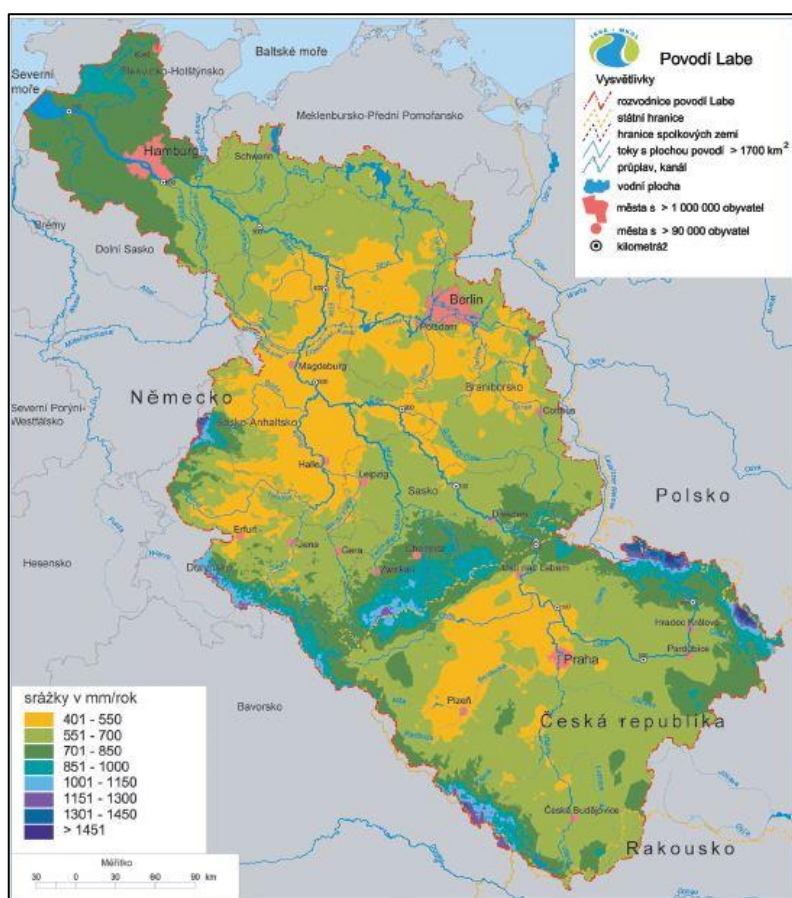
Obr. 13 Labe v Hřensku

(Zdroj: rodinný archiv)

3.2.1 Podnebí

Povodí celého Labe patří k mírnému podnebnému pásu, nachází se v přechodné oblasti mezi přímořským a kontinentálním podnebím. Pro toto podnebí je typický dešťovo-sněhový režim. V zimě padá část srážek ve formě sněhu, který se v horských oblastech drží až do jarních měsíců. Voda z tání sněhu, které je často doprovázeno a zesilováno deštěm, způsobuje výrazné zvýšení průtoků někdy vedoucí až k extrémním povodním jak u malých toků, tak i u samotného Labe.

Roční srážkový úhrn v celém povodí Labe činí 628 mm, na našem území 666 mm. V jednotlivých regionech se úhrn srážek značně liší. Například na hřebenech Krkonoš je roční úhrn srážek 1 700 mm, zatímco například v dolním povodí Ohře, Vltavy, Sály a Havoly (v okolí Magdeburgu) spadne za rok průměrně 400–550 mm srážek. Na většině plochy povodí Labe je roční úhrn srážek mezi 551–700 mm (MKOL, 2005).



Obr. 14 Srážky v povodí Labe

(Zdroj: MKOL, 2005)

Labe v Česku zasahuje do tří hlavních klimatických oblastí, jež se na našem území nacházejí. Labe protéká převážně teplou podnebnou oblastí, kde se průměrná lednová teplota pohybuje od -2°C do -3°C a červencová teplota od 18°C do 19°C . Mírně teplou podnebnou oblastí s průměrnými lednovými teplotami od -2°C do -5°C a červencovými teplotami od 16°C do 18°C prochází v Podkrkonoší. V Krkonoších odvodňuje chladné oblasti s průměrnými teplotami v lednu od -3°C do -7°C a v červenci od 12°C do 17°C . Pramenná

oblast toku se nachází v nejmchladnější části Krkonoš, kde se počet dní se sněhovou pokrývkou pohybuje v rozmezí 120–160 dní (Tesaříková, 2001).

3.2.2 Morfologický vývoj Labe

V historických dobách bylo celé střední Polabí odvodňováno na jihovýchod k východočeskému zálivu miocénního moře. K dnešnímu odvodňování směrem na západ došlo na konci miocénu a v pliocénu v důsledku tektonických pohybů. V průběhu pleistocénu se ve středním Polabí uložily rozsáhlé říční náplavy, a z tohoto období je patrné překládání toku směrem k jihovýchodu v oblasti mezi Jaroměř, Pardubicemi, Chlumcem nad Cidlinou a Kolínem a směrem k severu v nymburské nížině. Ve starším a středním pleistocénu teklo Labe od Jaroměře k jihozápadu ke Kolínu. V rissu teklo Labe od Hradce Králové k Chlumci nad Cidlinou a dále ke Kladrubům, ale později přeložilo své koryto k Přelouči. Až ve würmu došlo k současnému umístění toku východně od Kunětické hory. Během těchto let došlo ke vzniku 10–11 terasových stupňů (Balatka a Sládek, 1958).

Střední Čechy byly již v neogénu odvodňovány k severu přes České Středohoří. Zbytky počedičové paroviny leží v Českém Středohoří ve výšce kolem 500 m a nejvyšší říční usazeniny se nacházejí ve výšce 370–440 m n. m. Údolí Labe v Českém Středohoří a v Děčínských stěnách je antecedentního typu. V kvartéru také došlo k přeložení dolního toku Ohře. Až do rissu ústila Ohře do Labe v Ústí nad Labem, dnes do něj ústí v Litoměřicích (Balatka a Sládek, 1958).

3.2.3 Povodně na Labi

Odtokový režim Labe se řadí mezi dešťovo-sněhový. Je pro něj typická akumulace vody ve sněhu a tání sněhové pokrývky, které často způsobují převážně zimní a jarní povodně. Podíl odtoku za letní hydrologické období činí méně než 40 % a za zimní více než 60 % průměrného ročního odtoku (MKOL, 2005). Převážný počet povodní byl způsoben táním sněhu doprovázeného regionálními vydatnými dešti. Na vzniku povodně na Labi má velký podíl přítok Vltavy, jejíž povodí je při soutoku více než dvakrát větší než povodí Labe.

Povodně provázené silnou ledovou tříští a ledovými zácpami jsou zvláště nebezpečnými přírodními jevy. Chování ledu je často nevyzpytatelné. Ledové zácpy mohou způsobit zvednutí hladiny i o více než dva metry, což může při vysokých odtocích vést k přelití ochranných hrází a jejich protržení. Při chodu ledu mohou ledové kry svou abrazivní dynamickou silou způsobit velké poškození na ochranných hrázích, březích a na stavebních objektech v řece nebo v její blízkosti. V minulosti při rozpadávání ledu a začínajícím chodu ledu následkem tání docházelo ke katastrofickým povodňovým vlnám. Například v Drážďanech v roce 1784 došlo k neuvěřitelnému zvýšení vodního stavu, kdy se během 11 hodin hladina Labe zvýšila o 355 cm. Dnes se v Německu pro ochranu před ledovými povodněmi a v zájmu plavby souvislá ledová pokrývka rozrušuje ledoborci (MKOL, 2005).

Velké vody na tomto toku byly v minulosti časté a jejich účinky nezanedbatelné (Němec a Hladný, 2006). Mezi nejvýznamnější zaznamenané povodně patří zejména následující:

- 1092 – jarní povodeň způsobená náhlou oblevou zasáhla všechny České země,
- 1118 – srpnová povodeň, největší zaznamenaná povodeň v Děčíně,

- 1445 – rozsáhlá povodeň, která zasáhla Hradec Králové a okolí, velké škody na majetcích,
- 1595 – velká voda zničila nový kamenný most v Brandýse nad Labem a v Kolíně byl poničen mlýn a most,
- 1770 – voda zatopila a zničila obec Staré Semilkovice (poblíž Obříství),
- 1781 – únorová velká voda strhla domy v Hradci Králové, v Pardubicích byl zničen most,
- 1834 – povodeň strhla pobřežní pilíř u mostu v Kolíně,
- 1845 – jedna z nejničivějších povodní v Čechách, vznikla na konci března náhlým táním velkého množství sněhu a velkým množstvím spadlých dešťových srážek; na středním Labi je považována za dosud největší velkou vodu,
- 1890 – katastrofální letní povodeň, která zasáhla Vltavu a následně i celý úsek dolního Labe,
- 1897 – katastrofální povodeň v horních částech toků Labe, Úpy a Jizery zapříčiněné velkým množstvím spadlých srážek (byl zaznamenán dodnes největší denní úhrn srážek – 345 mm),
- 1926 – červnová povodeň, jedna z největších na středním Labi (dosáhla úroveň 50leté vody),
- 1997 – červenec, stoletá voda v úseku Labská–Debrné, dosud nejničivější dopad na koryto vodního toku a vodní díla státního podniku Povodí Labe,
- 2000 – červenec, stoletá voda v úseku Hostinné–Jaroměř,
- 2002 – srpen, stoletá voda v úseku Kostelec nad Labem–Hřensko,
- 2006 – březen/duben povodeň z jarního tání.

3.2.4 Fyzickogeografické členění jednotlivých sekcí

Geomorfologie

Geomorfologické členění jednotlivých sekcí je uvedeno v tabulce 3.

Tab. 3 Geomorfologické členění

Geomorfologická jednotka	1. sekce	2. sekce	3. sekce	4. sekce
Subprovincie	Česká tabule	Česká tabule	Česká tabule	Krušnohorská subprovincie
Oblast	Severočeská tabule	Východodočeská tabule	Středočeská tabule	Krušnohorská hornatina
Celek	Jičínská pahorkatina	Východolabská tabule	Dolnooharská tabule	Děčínská vrchovina
Podcelek	Bělehradská pahorkatina	Pardubická kotlina	Tereziánská kotlina	Děčínské stěny
Okrsek	Královedvorská kotlina	Přeloučská kotlina	Lovosická kotlina	Sněžnická hornatina
Podokrsek	Žirečská kotlina		Bohušovická rovina	Dolnožlebská vrchovina

(zdroj: Balatka a Kalvoda, 2006)

Biogeografie

Všechny hodnocené sekce toku Labe se nacházejí v hercynské podprovincii, jejíž biota je biotou západní a centrální části střední Evropy. Vegetace je ovlivněna podložím Českého masivu složeného převážně z kyselých krystalických břidlic a hlubokých vulkanitů, na kterých se vyvinuly zpravidla kyselé a na živiny chudé půdy. Na živiny bohatší půdy se nacházejí pouze v menších plochách.

Sekce 1 patří do Cidlinsko-Chrudimského bioregionu. Bioregion je typický přechodem 2. bukovo-dubového vegetačního stupně do 3. dubovo-bukového stupně. Lesy se nacházejí v regionu pouze ostrůvkovitě a zčásti mají zachovalou skladbu s velkým zastoupením dubu a zčásti jsou lesy přeměněny na monokultury borovice nebo smrku.

Sekce 2 a 3 náleží do Polabského bioregionu. Typickým rysem bioregionu je katéna niv, nízkých a středních teras. Biota patří do 2. bukovo-dubového stupně, vlivem substrátu se zde ovšem nenalézá buk. V nivě Labe jsou četné zbytky již nezaplavovaných lužních lesů, avšak nivní louky jsou zastoupeny relativně málo. Dominuje orná půda a značnou plochu zabírají sídla. Porosty s přirozenou skladbou se vyskytují pouze roztroušeně.

Sekce 4 spadá do Děčínského bioregionu. Specifické pro tuto oblast jsou pískovcové kaňony, hluboká údolí, skalní města a stolové hory. Vysoká stanovištní diverzita však díky chudosti substrátu způsobuje jen omezené zvýšení biodiverzity. Biota se řadí do 4. bukového vegetačního stupně. Potenciální vegetaci tvoří bučiny a výjimečně též acidofilní doubravy. Reálně se zde vyskytují druhotné porosty smrku a borovice. Téměř celý bioregion je součástí chráněné krajinné oblasti Labské pískovce chráněné zejména kvůli fenoménu pískovcových skalních měst (Culek a kol., 1995).

Využití půdy

Využití půdy v celém povodí Labe v Česku je znázorněno v tabulce 4. Je patrné, že orná půda a lesy mají největší podíl na celkovém využití půdy.

Tab. 4 Landuse v českém povodí Labe

Hlavní kategorie landuse v českém povodí Labe	Podíl v %
Orná půda	38,3
Lesy	33,4
Trvalé travní porosty	15,4
Ostatní plochy (včetně osídlených dopravních a vodních ploch)	12,9

(Zdroj: MKOL, 2005)

První zájmové území se nachází převážně v zemědělské krajině, která je jen místy narušena malými obcemi a lesy. Na sever od toku se krajina mění ze zemědělské na horskou s převládajícími lesy a pastvinami. V přímé blízkosti toku, v jeho příbřežní oblasti, nalezneme hustou vegetaci, která ho lemuje po celé délce tohoto zájmového území. Začátek sekce se nachází za městskou zástavbou obce Dvůr Králové nad Labem, v místech, kde byla vystavena čistička odpadních vod. Za necelý jeden říční kilometr na pravém břehu stojí komerční objekty, hned vedle chatové oblasti. Na pravém břehu se kromě zemědělské půdy vyskytuje jen obec Žireč. Levý břeh je obehnan ornou půdou, která je jen na jednom místě přerušena malou obcí Stanovice. Konec sekce byl vymezen před obcí Kuks.

Druhé zájmové území se též nachází v zemědělské krajině, která je hlavně v inundačním území Labe velmi fragmentována. Fragmentace je způsobena četnými mrtvými rameny toku, tůňemi, remízi a liniovými stromovými porosty, které na mnoha místech značí historickou trasu koryta. U obce Labětín se nachází odstavené rameno Labe, které vzniklo po regulaci toku v roce 1915, a v roce 1980 na něm byla zřízena přírodní památka Labské rameno Votoka. Předmětem ochrany jsou společenstva rostlin a živočichů, které rameno osidlují. Cílem ochrany není ponechání ekosystému jeho samovolnému vývoji, který směřuje k úplnému zazemnění a vývoji lužního lesa, nýbrž nastavení ochranných opatření, která zajišťují trvale vyvážený poměr vodních a lesních ekosystémů (Kopecký, 2011).

Sekce mezi Litoměřicemi a Žernoseckým jezerem je typickým příkladem průmyslové krajiny. Více než 75 % inundačního území toku je pokryto městskou zástavbou. Z toho velkou část zabírají průmyslové objekty, které jsou často závislé na odběru vody z toku a následného zpětného vypouštění. Mezi ně patří podniky Agrostav Litoměřice, Gallit Litoměřice, Mrazírny Litoměřice, Rybenor Mlékojedy, Secheza Lovosice, Lovochemie Lovosice a další. Na pravém břehu se od břehu toku zvedá vrch Radobýl, na jehož stránkách se tyčí vinice a sady ovocných stromů. Na jeho vrcholku byly vyhlášeny přírodní památky Radobýl I a Radobýl II, kde důvodem vyhlášení je geologický původ vrchu. Na pravém břehu se též nachází Žernosecké (Píšťanské) jezero, propojené s tokem Labe, které vzniklo zatopením lomu na šterkopísek. Dnes se jezero využívá k rekreaci.

Poslední zájmové území prochází chráněnou krajinnou oblastí Labské pískovce, takže krajina je zde poměrně zachovalá, ačkoliv za dob socialismu došlo k narušení vodního režimu, erozi a plošné eutrofizaci prostředí. Oblast je převážně zalesněná, jen místy se vyskytuje orná půda. V těsné blízkosti toku se nachází nejvytíženější dopravní cesta oblasti, podél které se nalézá protáhlá vesnická zástavba. Oblast je využívána pro turistický ruch díky velkému množství skalních měst a zachovalé přírodě (AOPK).

Pedologie a geologie

Všechna zájmová území se nalézají na stejném geologickém podloží, kterým jsou kvartérní hlíny, spraše, písky a štěrky.

Sekce Labe mezi Dvorem Králové a Kuksem pokrývá modální fluvizem přímo v oblasti toku. V jeho blízkém okolí se nachází modální luvizem, kambizem luvická vyluhovaná a malým dílem k němu zasahuje i modální hnědozem. V druhé sekci mezi Přeloučí a Chvaleticemi se nachází široký pruh modální fluvizemě, který zasahuje až do široké nivy toku. V sekci mezi Žernoseckým jezerem a Litoměřicemi najdeme také v oblasti toku a jeho nejbližším okolí modální fluvizem, oproti druhé sekci pruh není tak rozsáhlý, takže nivu doplňuje ještě modální černozem a arenická pararendzina. Modální fluvizem pokrývá ve čtvrté sekci jen oblast koryta a jeho velmi těsné okolí. Velice úzkou nivu této sekce díky kaňonovitému charakteru toku pokrývá arenická kambizem a ve vyšších polohách nalezneme arenickou podzol (geoportál INSPIRE).

Hydrologie

Pro hodnocení sekce toku Labe jsou uvedeny základní údaje o průměrných ročních průtocích (Q_A) a průtocích překročených nebo dosažených 355 dní v roce (Q_{355}) (tab. 5). Měřicí stanice

se nenachází přímo v dané zájmové sekci, pro přehled základních hydrologických charakteristik proto byly zvoleny stanice, které jsou k hodnoceným sekcím umístěny nejbližší. Stanice Brod je od první sekce vzdálena 1 ř. km, stanice Přelouč též 1 ř. km od 2. sekce, stanice Litoměřice je vzdálena 3 ř. km od 3. sekce, stanice Děčín 3 ř. km od horní hranice 4. sekce.

Tab. 5 Průměrné průtoky

sekce	měřicí stanice	Q _A (m ³ /s)	Q ₃₅₅ (m ³ /s)	průměrný roční stav (cm)
1.	Brod	9,4	2,2	189
2.	Přelouč	56,4	12,4	108
3.	Jez Lovosice	292,2	57,9 (stanice Litoměřice)	x
4.	Děčín*	309,0	61,5	x

* zdroj: MKOL, 2005

(zdroj: Povodí Labe)

N – leté průtoky jsou pro zájmová území uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6 N-leté průtoky

sekce	měřicí stanice	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
1.	Brod	72	105	154	197	246	310	365
2.	Přelouč	285	375	502	602	705	845	956
3.	Litoměřice	1230	1783	2210	2670	3338	3780	4290
4.	Děčín	1300	x	2310	2770	x	3900	4410
4.	Státní hranice *	1340	1920	2570	3220	3800	4550	5144

*zdroj Hydrologické poměry ČSSR

(zdroj: Povodí Labe)

V tabulce 7 jsou uvedena data pro stupně povodňové aktivity pro jednotlivé sekce.

Tab. 7 Povodňové aktivity

sekce	měřicí stanice	1 SPA (cm)	2 SPA (cm)	3 SPA (cm)	extrémní povodeň (cm) (Q ₅₀)
1.	Brod	300	340	370	540
2.	Přelouč	240	330	400	464
3.	Litoměřice	400	480	550	850
4.	Děčín	400	490	560	1070

(zdroj: Povodí Labe)

4 Hodnocení a metodika

4.1 Hodnocení hydromorfologických ukazatelů na základě distančních dat

Využití distančních dat bylo zjišťováno na základě hydromorfologické metodiky HEM (Hydroekologický monitoring), vytvořené Langhammerem v roce 2008. Metodika je založena na terénním průzkumu a některé ukazatele nelze na základě distančních dat zjistit. Pro jednotlivé charakteristiky bylo provedeno vyhodnocení na základě využitelnosti distančních dat pro jejich stanovení. Vyhodnocení jejich využitelnosti je znázorněno v tabulce 8. Podklady a zdroje informací k jednotlivým charakteristikám jsou uvedeny dále.

Tab. 8 Možnost stanovení hydromorfologických ukazatelů na základě distančních dat

Ukazatele, které stanovit na základě distančních dat	Ukazatele, které nelze stanovit na základě distančních dat	Ukazatele problematické
Délka úseku	Struktury dna	Zahloubení koryta
Šířka hladiny	Dnový substrát	Variabilita hloubek
Šířka koryta	Upravenost dna	Upravenost břehu
Šířka údolní nivy		Stabilita břehu
Charakter údolí		Variabilita průtoků
Trasa toku		
Historická trasa toku		
Podélná průchodnost koryta		
Mrtvé dřevo v korytě		
Břehová vegetace		
Využití příbřežní zóny		
Využití údolní nivy		
Průchodnost inundačního území		
Charakter proudění		
Ovlivnění hydrolog. režimu		

(Zdroj: Langhammer, 2007)

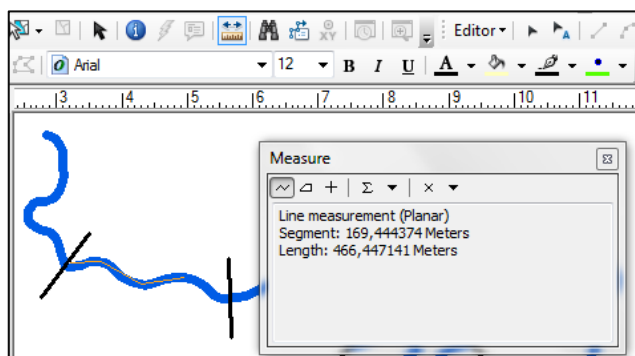
Jelikož cílem práce je také porovnání výsledných hodnocení distančního výzkumu s výzkumem terénním, bylo nutné pracovat s již vymezenými jednotlivými úseky sekcí, které byly stanoveny při terénním průzkumu (Langhammer, 2013b), aby porovnání bylo možné. Protože jednotlivé sekce musejí být vymezeny podle primárního kritéria, aby sekce měla půdorysný průběh trasy toku stejnorodý, mají vymezené deseti kilometrové úseky rozdílný počet sekcí (1. úsek – 15 sekcí, 2. úsek – 8 sekcí, 3. úsek – 11 sekcí a 4. úsek – 12 sekcí).

Metodiky stanovení a charakteristiky mapovaných kategorií jsou uvedeny v návodu k HEM, dostupné na <http://pvvc.cz/materialy-ke-stazeni>. V následujícím oddílu jsou shrnuty principy stanovení jednotlivých charakteristik na základě distančních dat a dostupné podklady využitelné pro stanovení.

4.1.1 Ukazatele, které lze stanovit na základě využití distančních dat

Délka úseku

Parametr délka úseku je snadno zjistitelný, jelikož výstupem terénního průzkumu je mj. zanesení hranic a průběhu úseků do vektorové vrstvy GIS. Informace o délce je následně přímo vypočtena z vektorové vrstvy v GIS. Při hodnocení podkladů, které nemají vektorovou vrstvu GIS, lze délku sekce či úseku změřit na online mapových podkladech pomocí funkce pravítka, kterou obsahují jak všechny GISové prohlížeče tak i mapové servery, jako například mapy.cz a maps.google.cz.



Obr. 15 Pravítko

(Data: DIBAVOD)

Šířka hladiny a šířka koryta

U většiny běžně dostupných distančních dat nelze s jistotou rozeznat, zda se jedná výhradně o šířku hladiny nebo i šířku koryta. Pro měření těchto parametrů byly použity v GISovém prohlížeči WMS služby - vrstvy Ortofota a Základní mapy 1 : 10 000 (ZM 1 : 10 000) z geoportálu ČÚZK. Tyto podklady se ukázaly jako vhodné pro stanovení šířky koryta toku z hlediska dostatečné míry podrobnosti, souvislého územního pokrytí i dostupnosti. Stanovení šířky koryta, respektive šířky hladiny lze však provádět pouze na tocích, kde příbřežní vegetace nezakrývá výhled na hladinu. Samotné měření šířek bylo realizováno opět pomocí nástroje pravítka v GIS.

Šířka údolní nivy

Šířka údolní nivy představuje ukazatel, jehož stanovení je velice komplikované jak z hlediska principů vymezení hranice údolní nivy, tak z hlediska použitelných datových podkladů. Jelikož údolní niva představuje prostor, který zásadním způsobem ovlivňuje odtokový proces v krajině, soustředí se na ní zájem řady vědních oborů a každý obor ji definuje rozdílně (Langhammer, 2013a). Odlišnosti ve vnímání údolní nivy jsou způsobeny odlišným východiskem, použitými metodami nebo účelem využívání. Nivu odlišně vymezuje geologie, geomorfologie, hydrologie, pedologie i biogeografie (Langhammer, 2013a).

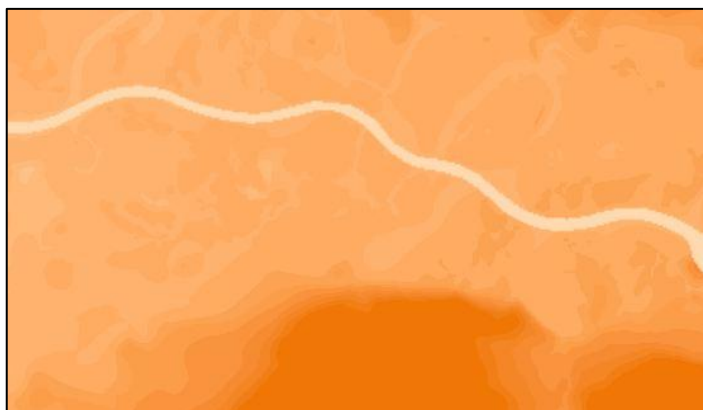
Geomorfologie vnímá údolní nivu jako akumulární rovinu podél vodního toku, která je tvořena nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazenými tímto vodním tokem, přičemž při povodních bývá zpravidla částečně či zcela zaplavována (Demek, 1988). Křížek (2007) dodává, že niva je od ostatních částí reliéfu oddělena hranou s více či méně výrazným lomem spádu. Z půdního hlediska je niva velmi pestrá nejen podle výskytu možných půdních

typů zahrnujících mimo fluvizemě i gleje, rašeliny a černice, ale i prostorovou proměnlivostí v rámci příčného i podélného profilu (Šefrna, 2007). Ekologie, biologie a geobotanika vymezují údolní nivu podle regionalizace nivních biochor, ekosystémů a společenstev rostlin a živočichů, tedy podle skladby vegetace, obecně lužních společenstev (Křížek et al. 2006). Langhammer (2013) v knize Význam retence vody v říčních nivách, v článku Údolní niva a její vymezení zmiňuje definici údolní nivy podle Brena (1993) z hlediska hydrologie, kde je niva chápána ve vazbě na povodňové události, jako území přilehlé k vodnímu toku, které je při vyšších průtocích periodicky zaplavováno.

V této práci byla niva vymezena podle geomorfologického pojetí. Pro určení šířky údolní nivy s využitím distančních dat bylo jako rozhodující kritérium určeno zásadní zdvihání terénu a hranice rozlivu při povodních. Pro stanovení byla použita kombinace několika zdrojů. Základním podkladem byla Základní mapa 1 : 10 000, ze které bylo z vrstevnic odečítáno, jestli se jedná o nivu či nikoliv. Zdvih terénu byl odečítán z vrstevnic na ZM 1: 10 000. Pokud se vrstevnice v prostoru nivy začaly sbíhat a vzdálenost mezi nimi se výrazně zmenšila, znamenalo to zvyšování terénu, které právě oddělovalo nivu od ostatního terénu.

V místech, kde určení z vrstevnic bylo problematické, byly jako pomocné vrstvy využity hranice Zaplaveného území stoleté vody, Zaplaveného území největší přirozené povodně a Aktivní zóny stoleté vody z DIBAVOD (DIGitální BÁze Vodohospodářských Dat) spravované Výzkumným ústavem vodohospodářským TGM (dibavod.cz).

V případě, že i při použití těchto podpůrných dat nebylo vymezení hranice stále jednoznačné, byl použit digitální model terénu klasifikovaný do mnoha tříd podle nadmořských výšek, aby vyniklo i sebemenší zvýšení terénu.



Obr. 16 Ukázka DMT klasifikovaného podle nadmořských výšek
(Data: ZABAGED)

Charakter údolí

Charakter údolí byl odečítán ze Základní mapy 1 : 10 000 na základě průběhu vrstevnic a byly také uvažovány již zjišťované šířky údolní nivy, které charakter údolí určují.

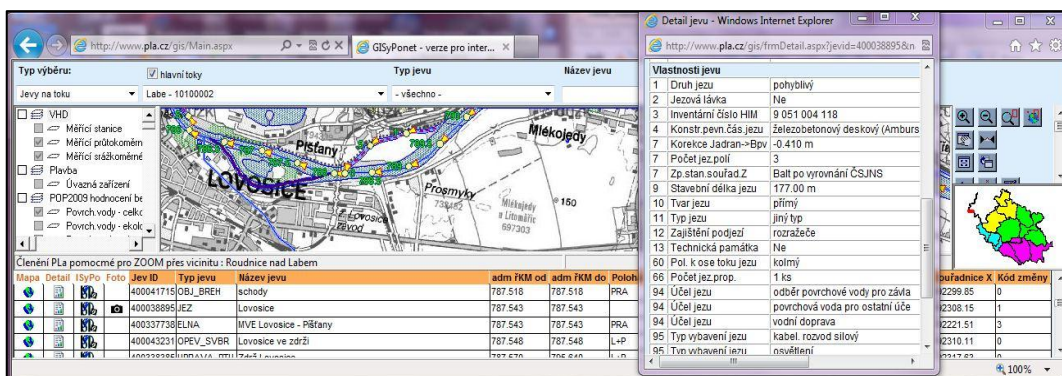
Trasa toku a historická trasa toku

Trasa toku je parametr, který je již přímo v metodice HEM implicitně stanovován z distančních podkladů. Charakter průběhu současného průběhu trasy toku je odečítán z topografické nebo ortofoto mapy. Historický průběh trasy je stanoven na základě digitálního obrazu mapy 2. vojenského mapování (Langhammer, 2008).

Pro porovnání s historickou trasou toku se jako nejsnazší způsob jeví využití WMS služeb, a to vrstvy ZM 1 : 10 000 a vrstvy 2. vojenského mapování z geoportálu CENIA, kdy porovnání tras bylo možné pomocí pouhého zobrazení či skrytí jedné z vrstev.

Podélná průchodnost koryta (charakter překážek v korytě)

Charakter překážek v korytě lze stanovit z ortofota a ZM 1 : 10 000, ovšem překážky lze identifikovat, pokud tok nezakrývá vegetace. V případě Labe je charakter překážek snáze zjištělný, a to díky aplikaci pro prohlížení grafických dat Povodí Labe, kde lze zjistit potřebné informace o všech objektech na tocích a také se dají zobrazit fotografie jezů, což je užitečné pro určení, zda se jedná o jez či skluz. Aplikace je dostupná na www.pla.cz/gis/Main.aspx.



Obr. 17 Aplikace Povodí Labe

(Data: Povodí Labe)

Mrtvé dřevo v korytě

Tuto charakteristiku lze vyčíst pouze z ortofota, a to jen u větších toků a u toků bez husté příbřežní vegetace, jež by zakrývala pohled na vodní hladinu. U Labe se tento problém vyskytl u určování charakteristik 1. sekce pod Dvorem Králové nad Labem, kde koryto je ještě velmi úzké a břehy pokrývá hustá vegetace. V případě, že kolem toku prochází hlavní silnice, lze využít aplikací Street View nebo fotografie v online mapových službách, např. na maps.google.cz. Aplikace Street View se dá využít i pro určení dalších ukazatelů – například břehová vegetace, upravenost břehu, stabilita břehu či charakter proudění.



Obr. 18 Street View

(Data: Street View)

Břehová vegetace

Charakter břehové vegetace lze na základě distančních dat určit pomocí ortofoto mapy, kdy jejím podrobným zkoumáním se dají určit jednotlivé struktury a jejich poměr. Jelikož ne vždy se dá jednoznačně určit, jestli se u břehové vegetace například jedná o vysoké byliny či břehy bez vegetace, lze jako zdroj dat využít rovněž aplikaci Street View.

Využití příbřežní zóny, Využití údolní nivy

Pro určení těchto ukazatelů je možné využít široké spektrum dostupných distančních dat – od klasifikovaných satelitních snímků přes vrstvy land cover po ortofota. Vrstvy land cover jsou dostupné jako WMS služba portálu CENIA nebo také ve formě vektorové a rastrové vrstvy s názvem CORINE Land cover, též poskytované portálem CENIA. K dispozici jsou vrstvy land cover v různých letech (například 2000 a 2004). Klasifikované satelitní snímky nabízejí informace o druhu povrchů, založené na různé odrazivosti jednotlivých druhů povrchů a následně i jednotlivých druhů vegetace. Satelitní snímky nejsou volně dostupné, k zakoupení je nabízí několik společností.

Pro určení příbřežní zóny, jež představuje pás 50 m od koryta toku, je výhodné si např. v ArcGIS vytvořit 50 m široký buffer, pro snazší určení dané vzdálenosti. U určení ukazatele využití údolní nivy lze pracovat s již vymezenou šířkou údolní nivy.

Průchodnost inundačního území

Při určování ukazatele průchodnosti inundačního území lze pracovat s ortofotem, na kterém jsou patrné násypy komunikací vedoucí podél toku či napříč nivou. Lze také využít GIS vrstvy Zaplaveného území pěti a dvacetileté vody z DIBAVOD (dibavod.cz), jejichž hranice by měly kopírovat protipovodňové a ochranné hráze postavené podél toků.

Charakter proudění

Charakter proudění lze určit z ortofota, pokud pohled na hladinu nezakrývá vegetace. Dalším zdrojem informací může být na některých místech Street View.

Ovlivnění hydrologického režimu

Ukazatel ovlivnění hydrologického režimu, jenž zahrnuje umělé ovlivnění průtoku (např. trvalé vzdutí, nárazové odběry a vypouštění), je možno opět zjistit z aplikace Povodí Labe, kde se nacházejí informace o typu jevu a o přesném místě výskytu.

4.1.2 Ukazatele, které nelze stanovit na základě využití distančních dat

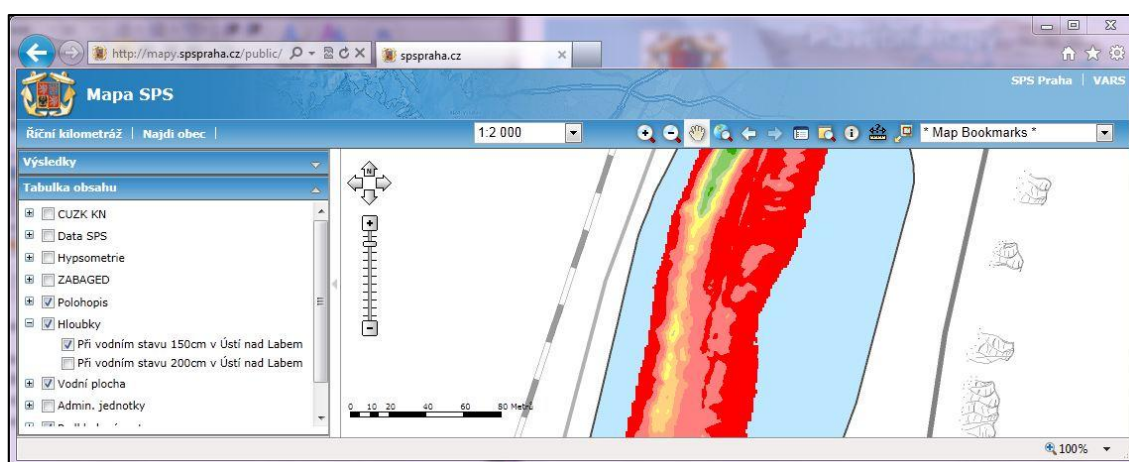
Struktury dna, Dnový substrát, Upravenost dna

Tyto ukazatele nelze pomocí distančních dat zjistit, jelikož žádné dostupné zdroje nenabízejí informace o dně toků.

4.1.3 Ukazatele, jejichž stanovení na základě distančních dat je spojeno s problémy

Variabilita hloubek, Zahloubení koryta

Jediný dostupný distanční zdroj pro variabilitu hloubek a zahloubení koryta představují Plavební mapy, které produkuje a spravuje Státní plavební správa (www.spspraha.cz). Plavební mapy jsou dostupné online ve webové aplikaci na adrese mapy.spsmapy.cz. Mapa obsahuje vrstvu hloubek při vodním stavu 150 cm a 200 cm v Ústí nad Labem (Obr. 19). Bohužel vrstva hloubek je vytvořena pouze pro Labe a to jen do Ústí nad Labem, takže pro hodnocení v rámci bakalářské práce bylo možné tuto vrstvu využít pouze pro 4. úsek mezi Prostředním Žlebem a Hřenskem. U ostatních úseků tato data nejsou veřejně dostupná, u většiny toků pak neexistují vůbec.



Obr. 19 Plavební mapa

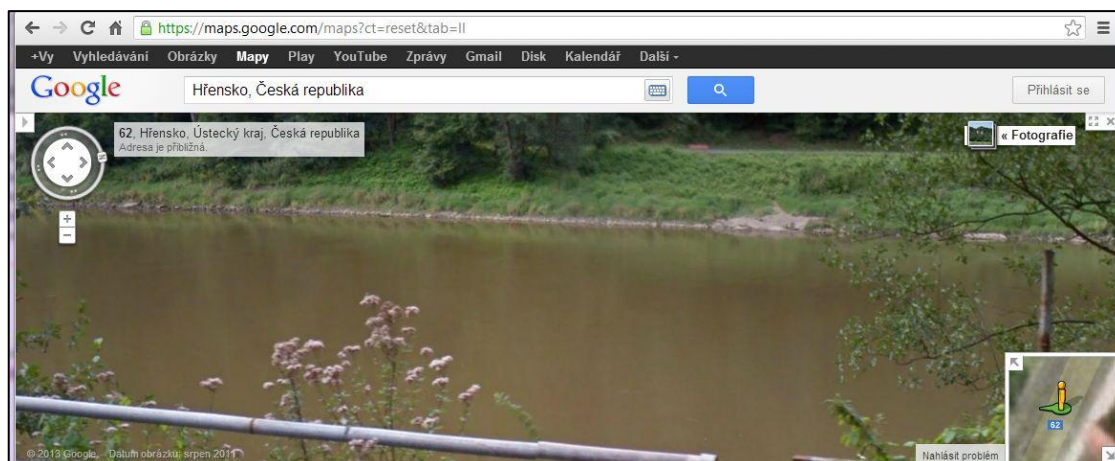
(Data: SPS Praha)

Upravenost břehu

Upravenost břehů je ukazatel, jehož určení lze provádět pomocí ortofota, ze kterého můžeme vyčíst mezní typy upravenosti břehu, tj. pokrytí vegetací nebo zpevnění betonem. Další charakteristiky úprav nejsou ze snímků patrné. Určení též komplikuje hustá příbřežní vegetace. V práci byly rozlišovány právě tyto dva charakteristiky úprav, protože více nebylo možné. Aplikace Povodí Labe sice poskytuje informace o tom, že svah břehu byl zpevněn, ale již není uvedeno jak, což pro určení správné kategorie představuje výrazné omezení. Na některých místech lze pro přesnější určení charakteru upravenosti břehu využít aplikaci Street View.

Stabilita břehu

Stabilitu břehu lze vyčíst pouze z ortofoto, a to pouze za předpokladu dobré viditelnosti koryta a břehů, případně lze pracovat i s aplikací Street View. Na obrázku 20 je ukázka využití pohledu Street View při určování stability břehu. Ovšem i tento zdroj má jistá omezení. Z obrázku lze snadno určit stabilitu protilehlého břehu, ale již nelze zjistit stabilitu břehu, ze kterého je prováděno snímání.



Obr. 20 Street View – stabilita břehu

(Data: Street View)

Variabilita průtoků

Variabilita průtoků je velice komplikovaně získatelný ukazatel, jelikož denní průtoky po dobu minimálně tří let nejsou na většině toků měřeny a pokud existují, nejsou volně k dispozici. V této práci byla použita data z Hydrologických ročenek 2009, 2008, 2007. Uvedena jsou zde měření pouze z několika málo stanic, a to ze stanic na velkých tocích, například Labe, Vltavy či Moravy.

4.2 Metodika hodnocení

Hodnocení jednotlivých ukazatelů probíhalo podle návodu k hodnocení ukazatelů, sestaveného Langhammerem (2008). Hodnocení některých ukazatelů a dílčích zón (Koryto a trasa toku; Dno; Břeh a inundační území; Proudění a hydrologický režim) muselo být mírně upraveno a to z důvodu neexistence dat z distančního měření. Metodika hodnocení dílčích zón je uváděna níže i včetně případných úprav, které bylo nutno provést.

Koryto a trasa toku

Do této zóny spadají ukazatele Upravenost trasy toku (TRA), Podélná průchodnost koryta (PPK), Variabilita šířky koryta (VSK), Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL) a Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP).

Hodnocení ukazatelů TRA a VSL se nijak neliší od hodnocení ukazatelů z terénního mapování. Problematičtější je ukazatel PPK, jelikož hodnocení zahrnuje ukazatele Podélná průchodnost koryta a Zahloubení koryta, u kterého jsou data dostupná pouze pro splavný úsek Labe do Ústí nad Labem. Stejná komplikace nastává i u ukazatelů VHL a VHP, ovšem z vyhlášky Ministerstva dopravy (222/1995 Sb.), kde § 7 uvádí, že pro zajištění bezpečné plavby je třeba na sledovaných vodních cestách udržovat plavební hloubky, lze usoudit, že koryto bylo upraveno a zahloubeno kvůli plavebně provozním podmínkám vodních cest.

Vodní cesty vedou až do Kunětic (za Pardubice), tudíž při skórování ukazatelů VHL, VHP a při určování zahloubení koryta u ukazatele PPK u sekcí 2 a 3 bylo počítáno s umělým zahloubením a velmi nízkou variabilitou hloubek v celých sekcích. U sekce 1 nebylo možné pracovat s tímto předpokladem, jelikož sekce již nespadá pod plavební cestu. Jednou

z možností, jak neexistenci ukazatelů VHL a VHP vyřešit, je upravení koeficientu u dalších ukazatelů při výpočtu dílčí hydromorfologické kvality zóny. Jelikož koeficient celkově musí dát hodnotu jedna, hodnoty koeficientů těchto ukazatelů budou rozděleny mezi zbývající ukazatele. Poněvadž součet jejich koeficientů se rovná 0,3, každému ukazateli byla přidělena jedna desetina. Druhou možností řešení je dosažení středních hodnot z hodnocení ukazatelů (čili hodnotu 3) a následně počítat s nijak neupravenými koeficienty. Sekce 4 byla odečtena a skórována bez komplikací díky údajům z plavební mapy.

Dno

Zóna Dno byla v celkovém hodnocení zcela vynechána, jelikož z této kategorie bylo možné distančně zjistit pouze ukazatel Mrtvé dřevo v korytě. Tento ukazatel pro hodnocení není zásadní, takže se do hodnocení nijak nezahrnoval.

Břeh a inundační území

Pod zónu Břeh a inundační území spadají ukazatele: Upravenost břehu (UBR), Břehová vegetace (BVG), Využití Příbřežní zóny (VPZ) a Využití údolní nivy (VNI). Ukazatele BVG, VPZ, VNI lze distančně zjistit, tudíž nebylo nutné přistupovat k úpravám hodnocení jednotlivých ukazatelů. Problematický parametr UBR nebylo možné určit u sekce 1 z důvodu husté příbřežní vegetace. Výpočet dílčí hydromorfologické kvality zóny u 1. sekce byl upraven taktéž rozdělením koeficientu patřícímu ukazateli UBR mezi ostatní ukazatele a to ve stejném poměru (0,1 pro každý ukazatel). Výpočet u ostatních sekcí probíhal standardně podle návodu.

Proudění a hydrologický režim

Zóna zahrnuje ukazatele Charakter proudění (CPR), Ovlivnění hydrologického režimu (OHR), Průchodnost inundačního území (PRI) a Variabilita průtoku (VPR). Ukazatele OHR a PRI bylo možné ohodnotit standardním způsobem. Charakter proudění se dal vyčíst jen u sekcí 2, 3 a 4, jelikož k jeho určení je zapotřebí nezakrytého výhledu na hladinu toku, což tyto sekce, na rozdíl od sekce první, splňují. Z důvodu neexistence dat k charakteru proudění u 1. sekce bylo nutné opět přistoupit k úpravě koeficientu. A jelikož ukazatel VPR pro tuto sekci není také dostupný, výpočet hydromorfologické kvality zóny byl upraven tak, že zbývajícím dvěma ukazatelům byl rozdělen součet koeficientů nezjištěných ukazatelů (tedy 0,25 pro OHR i PRI).

Ukazatel VPR byl zahrnut do hodnocení sekce 3, jelikož z Hydrologických ročenek se podařilo získat data ke stanici v Ústí nad Labem a Ústí nad Labem má víceméně totožný průměrný roční průtok jako stanice v Litoměřicích (liší se pouze o 1 m³/s – stanice Ústí nad Labem 293 m³/s, stanice Litoměřice 292 m³/s), takže data byla použita pro tuto sekci. Pomocí dat průměrných denních průtoků z Hydrologických ročenek z let 2009, 2008 a 2007 a znalosti průměrného ročního průtoku ve stanici Ústí nad Labem (zjištěno z Evidenčního listu hlásného profilu) byl vypočítán variační koeficient, podle vzorce:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_d - Q_a)^2}{n}} \cdot \frac{100}{Q_a}$$

Q_a = průměrný roční průtok
 Q_d = průměrný denní průtok
 n = počet členů souboru

Údaje z Hydrologických ročenek jsou uvedeny v příloze 2. Z důvodu neexistence dalších dat k výpočtu VPR byly celkové výpočty zón sekcí 2 a 3 opět upraveny, a to rozložením koeficientu mezi ostatní ukazatele (0,7 pro CPR, 0,7 pro OHR a 0,6 pro PRI). Rozložení koeficientu v tomto případě není rovnoměrné, protože hodnota koeficientu ukazatele se rovná 0,2, což nelze rozložit na celé třetiny, tak byla hodnota rozložena takto i z důvodu, že ukazatele CPR a OHR mají vyšší koeficient, a proto lze předpokládat, že tyto ukazatele mají vyšší váhu při hodnocení.

Výsledná hydromorfologická kvalita

Výsledná hydromorfologická kvalita úseku se standardně počítá jako součet výsledných hodnot hlavních zón vydělený jejich počtem (čili čtyřmi). Jelikož v hodnocení byla zcela vynechána zóna dna, výsledný součet nebyl dělen čtyřmi nýbrž třemi. Následná klasifikace hydromorfologického stavu již probíhala bez jakýchkoliv úprav dle tabulky 9.

Tab. 9 Výsledná kvalita úseku

Hydromorfologický stav		Hydromorfologická kvalita	
		\geq	$<$
1	Velmi dobrý	1,0	- 1,7
2	Dobrý	1,7	- 2,5
3	Průměrný	2,5	- 3,5
4	Špatný	3,5	- 4,6
5	Zničený	4,3	- 5,0

(Zdroj: Langhammer, 2008)

5 Výsledky

5.1 Hodnocení jednotlivých úseků

Vzhledem k tomu, že v jednotlivých hodnocených sekcích toku Labe byly k dispozici odlišné distanční podklady pro stanovení ukazatelů, byl v jednotlivých sekcích rozdílný rozsah hodnocených ukazatelů. Hodnocení jednotlivých úseků v rámci sekce proběhlo vždy stejně, mezi jednotlivými sekcemi však jsou kvůli rozdílnému rozsahu vstupních parametrů částečně rozdíly.

Souhrnný přehled ukazatelů, hodnocených z distančních zdrojů v jednotlivých sekcích a možnost jejich stanovitelnosti shrnuje tabulka 10.

Tab. 10 Přehled ukazatelů hodnocených z distančních zdrojů

zóna	KORYTO					BŘEH				HYDRO			
	TRA	PPK	VSK	VHL	VHP	UBR	BVG	VPZ	VNI	PRO	OHR	PRI	VPR
Sekce 1	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x
Sekce 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Sekce 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sekce 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x

Výsledky jednotlivých zón a výsledné hodnocení úseků jsou uvedeny pod výsledky každé sekce, hodnocení jednotlivých ukazatelů je uvedeno v příloze 1.

Sekce 1

Hodnocení zóny koryto muselo být upraveno z důvodu absence dvou ukazatelů Variabilita hloubek a Zahloubení koryta, které nebylo možné zjistit kvůli husté vegetaci zakrývající pohled na hladinu. Byla navržena dvě možná řešení tohoto problému (řešení A a řešení B).

U řešení A při výpočtu skóre nebyly parametry VHL a VHP zahrnuty do výpočtu a hodnoty vah těchto dvou ukazatelů byly rozděleny mezi zbývající ukazatele. Výsledné hodnocení tohoto řešení bylo u více než u poloviny úseků rovno 1, pouze jeden úsek, na kterém se nachází vysoký jez, měl výslednou hodnotu vyšší než 2. Řešení B spočívalo v dosazení střední hodnoty (hodnoty 3) do hodnocení nezjištěných ukazatelů. Výsledky řešení B byly horší než u řešení A. U řešení B nejlepší výsledné ohodnocení úseků nabývalo hodnot 1,6. Ovšem oproti dalším sekcím ohodnocení bylo stále nejlepší, což je způsobeno nízkou mírou antropogenních zásahů do koryta toku.

Tab. 11 Dvě možná řešení hodnocení zóny koryto u sekce 1

KÓD	ŘEŠENÍ A						ŘEŠENÍ B					
	TRA	PPK	VSK	VHL	VHP	KORYTO	TRA	PPK	VSK	VHL	VHP	KORYTO
LAB812	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB813	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB814	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60

KÓD	TRA	PPK	VSK	VHL	VHP	KORYTO	TRA	PPK	VSK	VHL	VHP	KORYTO
LAB815	1	2	1	x	x	1,40	1	2	1	3	3	1,90
LAB816	2	1	1	x	x	1,40	2	1	1	3	3	1,90
LAB817	2	1	1	x	x	1,40	2	1	1	3	3	1,90
LAB818	1	1	2	x	x	1,20	1	1	2	3	3	1,70
LAB819	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB820	1	4	1	x	x	2,20	1	4	1	3	3	2,50
LAB821	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB822	3	1	1	x	x	1,80	3	1	1	3	3	2,20
LAB823	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB824	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB825	1	1	1	x	x	1,00	1	1	1	3	3	1,60
LAB826	3	1	1	x	x	1,80	3	1	1	3	3	2,20

Hodnocení u zóny břeh bylo opět mírně upraveno z důvodu nemožnosti zjistit opevnění břehu kvůli husté vegetaci. Hodnocení se u téměř všech úseků pohybuje kolem hodnoty 3, což značí průměrný stav břehu a inundačního území úseku, kde převládají zemědělské plochy, které jsou místy přerušeny zástavbou. Hodnocení poslední zóny, jež obsahuje dva nezjištěné ukazatele, muselo být taktéž upraveno. Výsledek u téměř všech úseků je ovšem dle mého názoru nevypovídající z důvodu absence dvou ze čtyř ukazatelů a velké úpravě koeficientů, ale bohužel i s takovými případy se můžeme při hodnocení distančního průzkumu setkat.

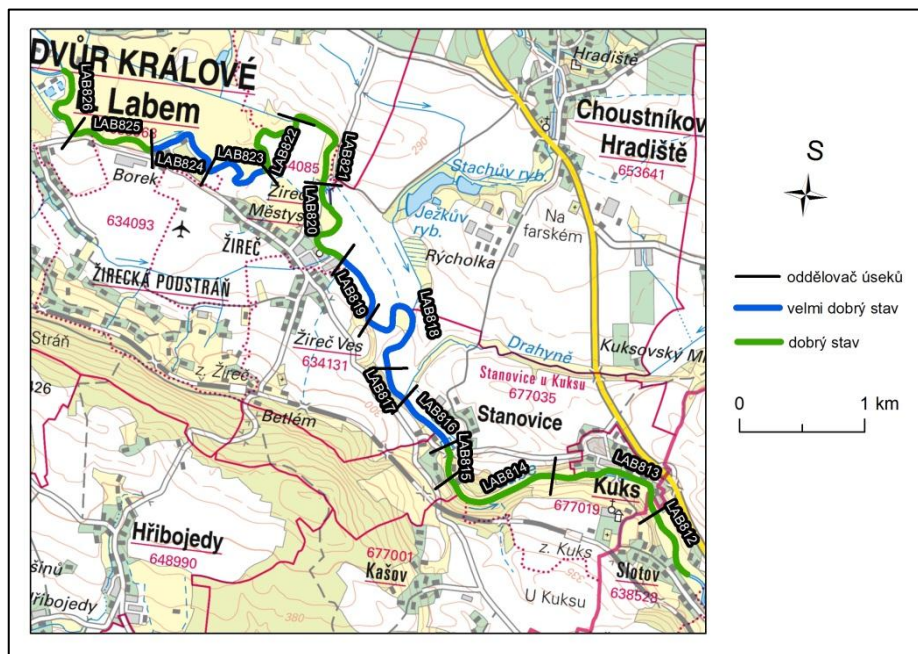
Celkové hodnocení všech zón bylo spočítáno ve dvou variantách kvůli popsaným odlišnostem v možném způsobu hodnocení zóny koryta (tabulka 12). V prvním případě (upravení koeficientů) nabývá výsledné hodnocení u zhruba třetiny hodnoty jedna, což je nejlepší možné ohodnocení. Zbylé úseky nabývají hodnot 2, ohodnocené jako dobrý hydromorfologický stav.

U druhého výsledného hodnocení je klasifikace zcela vyrovnaná u všech úseků. Výsledky hodnocení dosahují u všech úseků druhého stupně. Výsledné hodnocení úseku tak odpovídá předpokladům, vycházejícím z faktu, že tento úsek je relativně přírodě blízkému stavu bez velkých zásahů člověka.

Tab. 12 Celkové hodnocení sekce 1

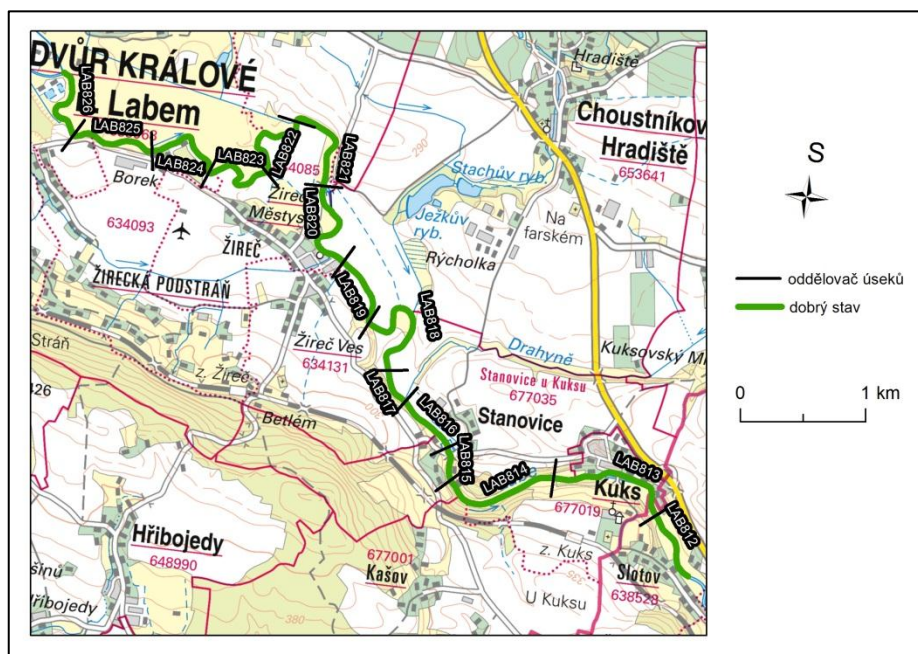
KÓD	ŘEŠENÍ A					ŘEŠENÍ B				
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB812	1,00	2,60	1,68	1,76	2	1,81	1,68	1,68	1,76	2
LAB813	1,00	3,60	1,68	2,09	2	2,16	1,68	1,68	2,09	2
LAB814	1,00	2,40	2,10	1,83	2	1,81	2,10	2,10	1,83	2
LAB815	1,40	3,60	1,90	2,30	2	2,34	1,90	1,90	2,30	2
LAB816	1,40	2,60	1,00	1,67	1	1,70	1,00	1,00	1,67	2
LAB817	1,40	2,60	1,00	1,67	1	1,70	1,00	1,00	1,67	2
LAB818	1,20	2,60	1,00	1,60	1	1,63	1,00	1,00	1,60	2
LAB819	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,56	1,00	1,00	1,53	2
LAB820	2,20	3,35	1,00	2,18	2	2,39	1,00	1,00	2,18	2
LAB821	1,00	2,60	2,55	2,05	2	1,94	2,55	2,55	2,05	2

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB822	1,80	2,60	1,00	1,80	2	1,99	1,00	1,00	1,80	2
LAB823	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,56	1,00	1,00	1,53	2
LAB824	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,56	1,00	1,00	1,53	2
LAB825	1,00	3,30	1,00	1,77	2	1,96	1,00	1,00	1,77	2
LAB826	1,80	3,45	1,00	2,08	2	2,29	1,00	1,00	2,08	2



Obr. 21 Celkové hodnocení sekce 1 – řešení A

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)



Obr. 22 Celkové hodnocení sekce 1 – řešení B

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

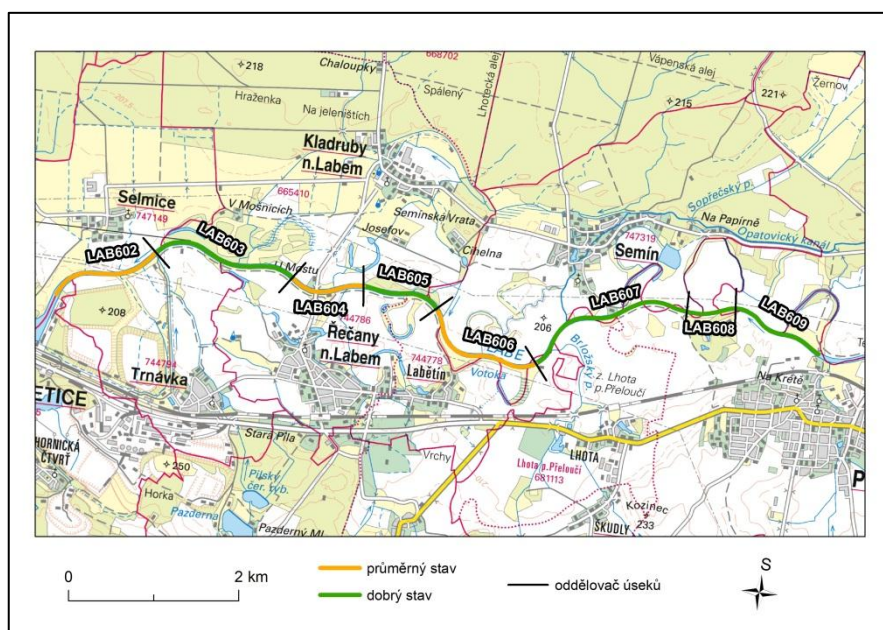
Sekce 2

Při hodnocení sekce 2 bylo nutné upravit pouze koeficient u poslední zóny kvůli absenci ukazatele Variabilita průtoku. Výsledky jednotlivých úseků jsou poměrně vyrovnané a všechny se pohybují kolem hodnoty dva. Z důvodu výskytu četných meandrů a zákrutů, které ovšem byly historicky částečně narovnané, je ukazatel Trasa toku vyšší než u ostatních úseků. Výsledné hodnocení zóny Břeh se pohybuje v rozmezí hodnot 2,4 až 3,15. Z jednotlivých hodnocení lze vyčíst, že převážná část všech ukazatelů je složená z přírodních struktur, jakými jsou například keřové či stromové struktury podél břehů, zemědělská plocha a louky v nivě. Zástavba se zde vyskytuje v menší míře. Poslední zóna má zároveň poměrně široký rozptyl mezi hodnocením jednotlivých úseků. Nejnižší hodnota je rovna 1,89 a nejvyšší 3,11. Příčinou tak vysoké hodnoty je přítomnost vzdutí na jezu Chvaletice.

Celkové skóre všech zón se pohybuje v intervalu mezi hodnotou 2 a 3, tudíž mezi dobrým a průměrným hydromorfologickým stavem. Dle mého názoru jsou výsledky adekvátní charakteru a intenzitě úprav krajiny v této části toku. Krajina je zemědělsky využívaná, místy se však v údolní nivě nacházejí zbytky lužních lesů, koryto bylo v minulosti antropogenně napříměno.

Tab. 13 Celkové hodnocení sekce 2

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB602	2,20	2,55	3,11	2,62	3
LAB603	1,80	2,55	3,00	2,45	2
LAB604	2,00	3,15	2,78	2,64	3
LAB605	1,80	2,55	2,26	2,20	2
LAB606	2,20	2,55	2,78	2,51	3
LAB607	2,20	2,40	2,26	2,29	2
LAB608	2,40	2,40	2,26	2,35	2
LAB609	2,20	2,70	1,89	2,26	2



Obr. 23 Celkové hodnocení sekce 2

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

Sekce 3

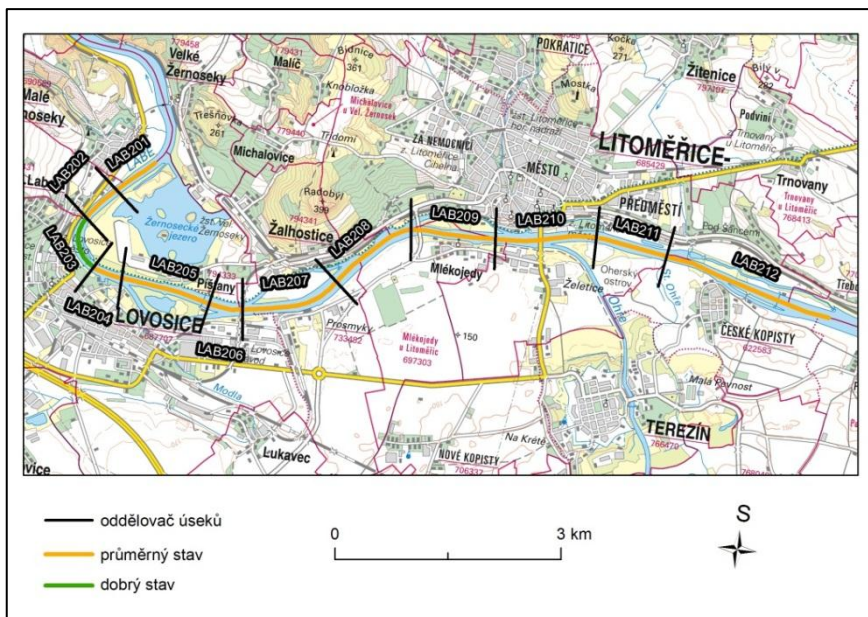
U této sekce byly výsledky všech zón spočítány bez jakýchkoliv úprav koeficientů, jelikož všechny ukazatele se daly zjistit distančně. Výsledky zóny koryto jsou u úseků vyrovnané až na jednu hodnotu, která je značně vyšší než ostatní, což způsobilo rozdělení koryta a přítomnost jezu. Výsledky zóny břeh se pohybují v širokém rozmezí, najdeme úsek, jenž nabývá hodnoty 2,85, ale i úsek s hodnotou 4,85, což je způsobeno prostředím, ve kterém se tento úsek nachází. Úsek s nízkou hodnotou má břehy obehnané převážně galeriovou vegetací a jen ze 40 % se na nich neobjevuje vegetace žádná a příbřežní pás a nivu pokrývá zástavba maximálně z jedné čtvrtiny. Břeh u úseku s vysokou hodnotou je bez vegetace z 60 % a v příbřežní zóně a nivě se nachází vysoké zastoupení intravilánu, které výslednou hodnotu výrazně zvyšuje.

Poslední zóna (proudění a hydrologický režim) je značně vyrovnaná, rozdíl se pohybují v rozmezí tří desetin, což značí nízkou variabilitu proudění, žádné antropogenní ovlivnění hydrologického režimu a stejnorodost objektů v nivě, konkrétně podél celé sekce prochází železnice či silnice.

Výsledný hydromorfologický stav sekce vyšel u téměř všech úseků jako průměrný, pouze u úseku s nízkou hodnotou u zóny břeh vyšel stav jako dobrý. Z výsledků lze říci, že ačkoliv se sekce nachází v průmyslové krajině plné objektů, které tok ovlivňují, jeho hydromorfologický stav je poměrně přijatelný.

Tab. 14 Celkové hodnocení sekce 3

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB201	2,60	3,40	2,40	2,80	3
LAB202	2,50	3,80	2,40	2,90	3
LAB203	2,20	2,85	2,40	2,48	2
LAB204	2,50	3,40	2,40	2,77	3
LAB205	4,00	3,90	2,40	3,43	3
LAB206	2,50	2,95	2,60	2,68	3
LAB207	2,20	4,85	2,50	3,18	3
LAB208	2,50	3,10	2,40	2,67	3
LAB209	2,50	3,10	2,60	2,73	3
LAB210	2,50	3,70	2,60	2,93	3
LAB211	2,70	3,25	2,40	2,78	3
LAB212	3,10	4,00	2,30	3,13	3



Obr. 24 Celkové hodnocení sekce 3

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

Sekce 4

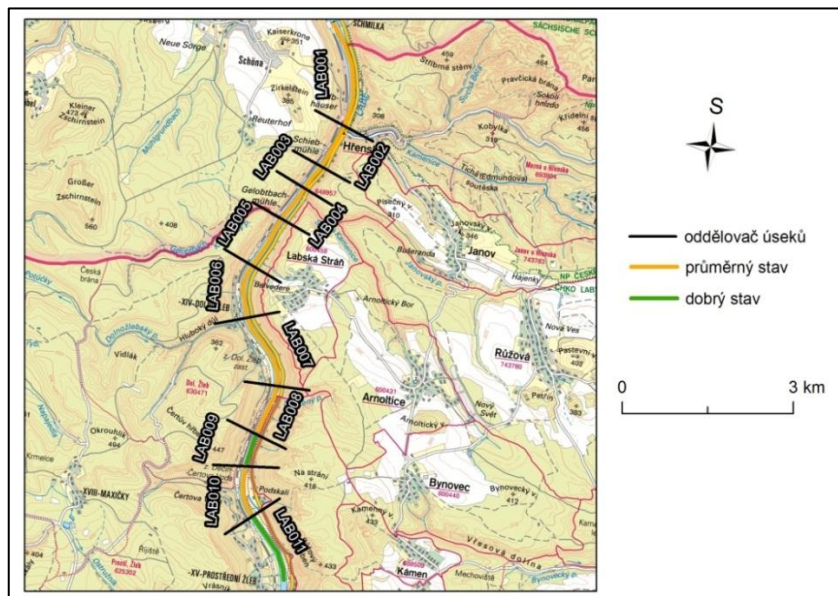
Hodnocení jednotlivých zón proběhlo standardně pouze s malou úpravou koeficientu u poslední zóny. Hodnocení první zóny je velice vyrovnané u všech úseků. Nevyskytuje se mezi nimi žádný jev, který by nějaký úsek výrazně odlišoval. Zato zóna břeh má jednotlivé úseky viditelně rozdílnější. Hodnoty se pohybují od 2,2 až skokovité k hodnotě 4,7, průměrem všech úseků je hodnota 2,9. Hodnota 4,7 udává vysoký podíl zástavby a břehů bez vegetace. Výsledky úseků u poslední zóny jsou naprosto totožné, což je způsobeno stejným charakterem proudění a stejným charakterem překážek v nivě. Též hydrologický režim nebyl nijak ovlivněn.

Výsledné skóre úseků se téměř ve všech případech pohybuje na rozhraní mezi dobrým a průměrným hydromorfologickým stavem, poměr mezi nimi je vyrovnaný. Výsledek s prvotním předpokladem koresponduje jen částečně, jelikož byl předpoklad, že jednotlivé charakteristiky budou více odlišné od ostatních sekcí. Výrazným rozdílem od ostatních sekcí byl fakt, že příbřežní zóna byla víceméně po celé sekci totožná s údolní nivou kvůli kaňonovitému tvaru údolí. Ovšem předpoklad nepřítomnosti výrazné antropogenní činnosti je správný pouze zčásti, jelikož ačkoliv se zde nenachází výrazný průmysl jako u 3. sekce, všechna lidská činnost je koncentrována v příbřežní zóně, a to charakteristiky ovlivňuje velice výrazně.

Tab. 15 Celkové hodnocení sekce 4

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB001	2,20	4,70	2,26	3,05	3
LAB002	2,50	3,80	2,26	2,85	3
LAB003	2,50	3,80	2,26	2,85	3
LAB004	2,60	3,40	2,26	2,75	3
LAB005	2,50	3,25	2,26	2,67	3
LAB006	2,30	3,00	2,26	2,52	3
LAB007	2,20	3,25	2,26	2,57	3

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB008	2,60	3,40	2,26	2,75	3
LAB009	2,60	2,20	2,26	2,35	2
LAB010	2,20	3,40	2,26	2,62	3
LAB011	2,30	2,20	2,26	2,25	2



Obr. 25 Celkové hodnocení sekce 4

(Data: DIBAVOD, ZM 1 : 50 000)

5.2 Porovnání vlastních výsledků s terénním průzkumem

Porovnání hodnocení jednotlivých zón a výsledných hydromorfologických kvalit sekci z distančního měření a terénního průzkumu (Langhammer, 2013b) jsou uvedeny níže v textu, jednotlivá hodnocení ukazatelů z distančního měření jsou uvedena v příloze 1.

Sekce 1

Jelikož u této sekce byla zóna koryta vyhodnocena dvakrát, proběhlo i dvoje srovnání (tab. 16 a 17). Při srovnání případu s upravenými koeficienty (tab. 16) si lze na první pohled všimnout, že výsledky z distančního měření jsou výrazně nižší, takže lze usoudit, že úprava koeficientu nebyla příliš vhodná. Zato při dosažení průměrné hodnoty za hodnoty neznámé (tab. 17) se ukázalo jako správný krok, jelikož v tomto případě se hodnoty vzájemně více podobají. Liší se průměrně o dvě desetiny. Velmi rozdílné jsou výsledky u ukazatelů Ba (průměrná šířka) a Bv (variabilita šířky). Zatímco u distančního měření vyšlo, že průměrná šířka koryta celé sekce je 17,2 m, u terénního měření průměrná šířka koryta odpovídá 27,2 m, což je o 10 m více. Tento rozdíl se odráží v ukazateli VSK, který zahrnuje ukazatele Ba a Bv, a proto jsou i jeho hodnoty z terénního průzkumu vyšší. Důvodem tak odlišných výsledků šířky koryta může být to, že distanční průzkum probíhal z topografické mapy, která nemusela zcela odpovídat skutečnosti,

protože z ortofot nebylo možné šířku koryta zjistit kvůli příliš husté vegetaci, která zakrývala pohled na hladinu.

Výsledky zóny břeh jsou pro změnu horší u distančního mapování, a to z důvodu horších ohodnocení jednotlivých ukazatelů, což může být dáno větším přehledem o jednotlivých prvcích a jejich poměru v krajině díky ortofoto snímkům. Průměrně jsou hodnoty z distančního měření horší o pět desetin, což není až tak výrazný rozdíl. U poslední zóny se výsledky úseků liší, což je ovšem způsobeno málo vypovídajícími výsledky z distančního měření. Ukazatel VPR byl u všech terénních vyhodnocení vynechán a byly také pozměněny koeficienty u ostatních ukazatelů zóny a to i ve všech ostatních sekcích.

Při porovnání celkových výsledků hydromorfologické kvality sekce, nejdříve případu s upravenými koeficienty u první zóny, lze říci, že výsledky u distančního měření dopadly mnohem lépe. Zatímco všechny úseky u terénního průzkumu mají dobrý výsledný hydromorfologický stav, některé úseky z distančního mají až velmi dobrý stav. Ovšem téměř všechny úseky s tímto ohodnocením se nacházejí na hraně k dobrému stavu. Výsledek naprosto totožný s terénním výzkumem má druhý případ (dosazení střední hodnoty), kdy všechny úseky jsou výsledně ohodnoceny dvojkou (dobrý stav). Takže v případě této sekce se nahrazení nejištěných hodnot střední hodnotou ukázalo jako nejlepší možné řešení.

Tab. 16 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 1 (řešení A)

KÓD	DISTANČNÍ MĚŘENÍ					TERÉNNÍ PRŮZKUM					
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB812	1,00	2,60	1,68	1,76	2	1,80	3,00	2,60	1,67	2,27	2
LAB813	1,00	3,60	1,68	2,09	2	1,80	3,20	2,35	2,67	2,50	2
LAB814	1,00	2,40	2,10	1,83	2	1,70	3,20	1,80	1,67	2,09	2
LAB815	1,40	3,60	1,90	2,30	2	2,50	2,30	2,33	1,33	2,11	2
LAB816	1,40	2,60	1,00	1,67	1	2,20	2,10	2,33	1,67	2,07	2
LAB817	1,40	2,60	1,00	1,67	1	2,40	2,70	1,68	1,67	2,11	2
LAB818	1,20	2,60	1,00	1,60	1	2,00	2,40	2,40	1,67	2,12	2
LAB819	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,90	2,70	2,70	1,33	2,16	2
LAB820	2,20	3,35	1,00	2,18	2	2,65	1,8	2,85	2,67	2,49	2
LAB821	1,00	2,60	2,55	2,05	2	1,90	2,7	1,73	2,33	2,16	2
LAB822	1,80	2,60	1,00	1,80	2	1,90	1,8	2,60	1,33	1,91	2
LAB823	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,75	1,8	2,85	1,33	1,93	2
LAB824	1,00	2,60	1,00	1,53	1	1,60	1,8	2,75	1,33	1,87	2
LAB825	1,00	3,30	1,00	1,77	2	1,75	1,8	2,33	1,33	1,80	2
LAB826	1,80	3,45	1,00	2,08	2	1,90	1,8	2,45	2,00	2,04	2

Tab. 17 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 1 (řešení B)

KÓD	DISTANČNÍ MĚŘENÍ					TERÉNNÍ PRŮZKUM					
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB812	1,81	1,68	1,68	1,76	2	1,80	3,00	2,60	1,67	2,27	2
LAB813	2,16	1,68	1,68	2,09	2	1,80	3,20	2,35	2,67	2,50	2

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB814	1,81	2,10	2,10	1,83	2	1,70	3,20	1,80	1,67	2,09	2
LAB815	2,34	1,90	1,90	2,30	2	2,50	2,30	2,33	1,33	2,11	2
LAB816	1,70	1,00	1,00	1,67	2	2,20	2,10	2,33	1,67	2,07	2
LAB817	1,70	1,00	1,00	1,67	2	2,40	2,70	1,68	1,67	2,11	2
LAB818	1,63	1,00	1,00	1,60	2	2,00	2,40	2,40	1,67	2,12	2
LAB819	1,56	1,00	1,00	1,53	2	1,90	2,70	2,70	1,33	2,16	2
LAB820	2,39	1,00	1,00	2,18	2	2,65	1,8	2,85	2,67	2,49	2
LAB821	1,94	2,55	2,55	2,05	2	1,90	2,7	1,73	2,33	2,16	2
LAB822	1,99	1,00	1,00	1,80	2	1,90	1,8	2,60	1,33	1,91	2
LAB823	1,56	1,00	1,00	1,53	2	1,75	1,8	2,85	1,33	1,93	2
LAB824	1,56	1,00	1,00	1,53	2	1,60	1,8	2,75	1,33	1,87	2
LAB825	1,96	1,00	1,00	1,77	2	1,75	1,8	2,33	1,33	1,80	2
LAB826	2,29	1,00	1,00	2,08	2	1,90	1,8	2,45	2,00	2,04	2

Sekce 2

Výsledné hodnocení distančního měření zóny koryto se výrazně liší od průzkumu terénního. Tento výrazný rozdíl je opět způsoben ukazatelem variabilita šířky koryta, který je u distančního měření lepší až o dva stupně, což zlepšuje i výsledné hodnocení. Za tyto rozdíly u variability šířky mohou opět šířky koryta. Z terénního měření vyšlo, že sekce má téměř u všech úseků střední nebo vysokou variabilitu šířek, zatímco skoro všechny úseky z terénního mapování mají změřenou velmi nízkou variabilitu šířky koryta.

Výsledné hodnocení u zóny břeh je u distančního měření výrazně lepší, než je tomu u terénního výzkumu. Ukazatelem, který tento výsledek zásadně ovlivnil, je upravenost břehu. Jelikož z distančního měření lze zjistit pouze, zda břeh pokrývá vegetace či beton, při terénním průzkumu lze rozlišit všechny kategorie. A v tomto případě z terénního výzkumu vyplývá, že břeh byl nějakým způsobem upraven, což z distančních podkladů zjistit nelze. Poslední zóna byla výsledně ohodnocena celkem podobně u obou typů výzkumu. Největší rozdíl v ohodnocení byl u ukazatele ovlivnění hydrologického režimu.

Výsledný hydromorfologický stav vyšel u distančního měření převážně lépe než u terénního průzkumu. Pět z osmi úseků bylo zařazeno do druhé kategorie – dobrý stav, zatímco podle terénního průzkumu celý úsek má průměrný hydromorfologický stav.

Tab. 18 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 2

KÓD	DISTANČNÍ MĚŘENÍ					TERÉNNÍ PRŮZKUM					
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB602	2,20	2,55	3,11	2,62	3	3,20	3,20	3,50	3,00	3,23	3
LAB603	1,80	2,55	3,00	2,45	2	3,00	3,20	3,10	2,67	2,99	3
LAB604	2,00	3,15	2,78	2,64	3	3,00	3,20	3,30	3,00	3,13	3
LAB605	1,80	2,55	2,26	2,20	2	3,00	3,00	3,05	2,67	2,93	3
LAB606	2,20	2,55	2,78	2,51	3	3,10	3,20	3,23	2,67	3,05	3

KÓD	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB607	2,20	2,40	2,26	2,29	2	3,30	3,00	3,43	2,67	3,10	3
LAB608	2,40	2,40	2,26	2,35	2	3,30	3,20	3,10	2,67	3,07	3
LAB609	2,20	2,70	1,89	2,26	2	3,00	2,00	3,30	2,33	2,66	3

Sekce 3

Výsledné výpočty distančního měření jsou u zóny koryta průměrně o 0,4 horší než výsledky z terénního měření. Horší hodnocení způsobil předpoklad zahloubení koryta kvůli splavnosti, zatímco z výsledků terénního výzkumu převážně vyplývá, že mapovatel zřejmě ohodnotil, že zahloubení koryta nebylo provedeno na celé délce úseků a že variabilita hloubek je přirozeně nízká, anebo že je variabilita nízká z důvodu úpravy koryta na méně než 50 %. U výsledků zóny břeh nelze jednoznačně říci, která metoda přinesla lepší či horší výsledky, jelikož jednou vyjde úsek lépe ohodnocen v terénním mapování a druhý úsek zase lépe v distančním měření. Výsledky jednotlivých ukazatelů i úseků v distančním i terénním mapování jsou velice různorodé a shodují se pouze výjimečně. Tento nesoulad může být způsoben nestejným určením typu a rozsahu břehové vegetace a nestejným určením rozsahu údolní nivy a prvků v ní. Hodnocení úseků v poslední zóně vyšlo lépe z distančního měření, což je ovlivněno zaznamenaným nižším nebo žádným ovlivněním hydrologického režimu a uvedenou lepší průchodností inundačního území. Průměrně se výsledky z terénního mapování liší o 0,8 od distančního měření.

Celkově je ovšem výsledná klasifikace až na jeden úsek totožná. Tento úsek byl ohodnocen dobrým hydromorfologickým stavem a zbylé úseky stavem průměrným. Avšak úsek s dobrým stavem se nachází přesně na rozhraní k stavu průměrnému, takže celkově lze říci, že u této sekce se distančním měřením dosáhlo stejného konečného výsledku jako u terénního výzkumu.

Tab. 19 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 3

KÓD	DISTANČNÍ MĚŘENÍ					TERÉNNÍ PRŮZKUM					
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB201	2,60	3,40	2,40	2,80	3	2,00	3,20	2,75	3,33	2,82	3
LAB202	2,50	3,80	2,40	2,90	3	2,00	4,10	3,30	3,33	3,18	3
LAB203	2,20	2,85	2,40	2,48	2	2,20	2,60	3,65	3,33	2,95	3
LAB204	2,50	3,40	2,40	2,77	3	2,15	3,80	3,38	3,33	3,16	3
LAB205	4,00	3,90	2,40	3,43	3	3,40	4,10	3,23	2,83	3,39	3
LAB206	2,50	2,95	2,60	2,68	3	1,90	4,10	4,08	3,33	3,35	3
LAB207	2,20	4,85	2,50	3,18	3	2,20	3,80	4,05	3,33	3,35	3
LAB208	2,50	3,10	2,40	2,67	3	1,90	3,20	3,53	3,33	2,99	3
LAB209	2,50	3,10	2,60	2,73	3	2,00	3,20	3,60	3,33	3,03	3
LAB210	2,50	3,70	2,60	2,93	3	2,20	3,80	3,73	3,33	3,26	3
LAB211	2,70	3,25	2,40	2,78	3	2,10	3,20	3,55	3,33	3,05	3
LAB212	3,10	4,00	2,30	3,13	3	2,65	3,80	3,90	3,00	3,34	3

Sekce 4

Výsledky u zóny koryta jsou vyrovnané u obou typů měření, avšak výsledky u distančního měření vyšly průměrně o sedm desetin hůře než u terénního výzkumu, důvod je stejný jako u předešlé sekce ovšem s tím rozdílem, že zde nešlo o předpoklad, ale o skutečnost vyčtenou z plavební mapy. Výsledné hodnocení distančního měření u zóny břeh je u prvních třech úseků výrazně odlišné od výsledků z terénního mapování způsobené zřejmě odlišným určením podílu zástavby. Ostatní úseky poměrně vzájemně souhlasí. Částečně odlišné je také určení břehové vegetace, ačkoliv z ortofot a aplikace Street View bylo její určení poměrně jasné. Jednotlivé hodnocení ukazatelů u poslední zóny je u všech úseků totožné. Jediné, čím se od sebe liší terénní od distančního měření, je ukazatel OHR, který opět u terénního měření není vyhodnocen jako bez ovlivnění. Výsledky zóny se proto liší o čtyři desetiny.

Celkové skóre hydromorfologické kvality úseků se u obou typů měření pohybuje téměř stoprocentně na rozhraní mezi dobrým a průměrným hydromorfologickým stavem. A z tohoto důvodu, ačkoliv shodný hydromorfologický stav mají pouze 4 z 11 úseků, lze výsledky z distančního mapování považovat za srovnatelné s výsledky z mapování terénního.

Tab. 20 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 4

KÓD	DISTANČNÍ MĚŘENÍ					TERÉNNÍ PRŮZKUM					
	KORYTO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace	KORYTO	DNO	BŘEH	HYDRO	Skóre	Klasifikace
LAB001	2,20	4,70	2,26	3,05	3	1,45	3,20	3,10	2,67	2,60	3
LAB002	2,50	3,80	2,26	2,85	3	2,00	3,20	2,55	2,67	2,60	3
LAB003	2,50	3,80	2,26	2,85	3	1,85	3,40	2,00	2,67	2,48	2
LAB004	2,60	3,40	2,26	2,75	3	1,85	3,20	2,15	2,67	2,47	2
LAB005	2,50	3,25	2,26	2,67	3	1,75	3,20	2,15	2,67	2,44	2
LAB006	2,30	3,00	2,26	2,52	3	1,45	3,20	2,70	2,67	2,50	2
LAB007	2,20	3,25	2,26	2,57	3	1,55	3,40	3,15	2,67	2,69	3
LAB008	2,60	3,40	2,26	2,75	3	1,95	2,80	2,45	2,67	2,47	2
LAB009	2,60	2,20	2,26	2,35	2	1,85	3,10	2,10	2,67	2,43	2
LAB010	2,20	3,40	2,26	2,62	3	1,65	3,40	2,60	2,67	2,58	2
LAB011	2,30	2,20	2,26	2,25	2	1,55	3,40	2,60	2,67	2,55	2

6 Diskuze

6.1 Využitelnost distančních podkladů pro stanovení ukazatelů

Délka úseku je ukazatel, jenž se dá distančně bez problémů zjistit u toků všech velikostí, a to díky topografickým mapám či vektorovým vrstvám v GIS. Velmi podrobné GIS vrstvy toků jsou dostupné v rámci projektu DIBAVOD (VÚV, 2012) jako vektorová vrstva s přesností odpovídající vrstvě ZABAGED.

V případě ukazatelů Šířka hladiny a Šířka koryta je u distančního stanovení problém s rozlišením zda se jedná jen o šířku hladiny anebo i zároveň šířku koryta, což je podrobněji popsáno v části výsledky. Tento problém nicméně není jediný, který se při získávání tohoto ukazatele může objevit. Ukazatel lze zjišťovat pouze u velkých či středních toků, u nichž je v mapách zobrazena šířka toku. Malé toky jsou v nich totiž zobrazeny pouze linií, která postrádá informaci o šířce koryta. U většiny malých a středních toků si nelze pomoci ani ortofotem, jelikož pohled na tok je znemožněn břehovou vegetací.

Šířku údolní nivy je teoreticky možné zjistit pro všechny vodní toky, kde je údolní niva vyvinuta. Zhodnocení praktické zkušenosti s hodnocením ukazuje, že u menších toků je určení snazší než u toků velkých, kde niva dosahuje značné šířky a je komplikované vymezit její hranice. Při určování na menších tocích je jako pomocnou informaci možné využít i vrstvy maximálního známého rozsahu záplavy, které jsou zpracované i pro některé menší toky.

Určení ukazatele Podélná průchodnost koryta je v případě toků spadajících pod správu Povodí Labe snadné, a to díky dostupnosti aplikace Povodí se všemi zaznamenanými objekty na tocích a případně i fotografiemi, či údaji o nich. Ostatní státní podniky Povodí nicméně podobnou službu nenabízejí a zjištění informací tohoto druhu na jejich webových stránkách je nemožné, jelikož tyto údaje neposkytují. Lze nalézt pouze informace o vodních nádržích. Tento ukazatel je však možné určit na základě ortofot za předpokladu nezakrytého výhledu na hladinu, případně z topografických map.

Limity ukazatelů Mrtvé dřevo v korytě a Charakter proudění spočívají ve výhledu na hladinu toku na ortofotech. Pokud břehy toku pokrývá vzrostlá vegetace, určení ukazatelů z distančních dat je nemožné.

Stanovení ukazatele Variabilita hloubek a Zahloubení koryta distanční metodou je na našich řekách velmi omezené, jelikož jediný možný distanční zdroj představují plavební mapy. Ty jsou zpracované pouze pro plavební úseky toků, v případě Labe mají navíc vrstvu hloubek zpracovanou pouze po Ústí nad Labem. Využitelnost tohoto zdroje je tak minimální, přičemž jiné dostupné distanční zdroje nebyly nalezeny.

Při určování ukazatele Upravenost břehu distanční metodou jsme u ortofot velice limitováni nedostatečným pohledem na břeh koryta, protože lze vidět, že břeh pokrývá vegetace či beton, jenže další charakter úprav, například zda byl břeh někdy v minulosti zpevněn kamenným pohozením a následně zarostl vegetací, lze zjistit pouze terénním průzkumem nebo si lze na některých místech pomoci aplikací Street View či fotografiemi z daných míst na portálu maps.google.cz. Pokud tato služba v zámjmovém území není k dispozici, z distančního měření

pomocí ortofota lze pouze tušit nějaké úpravy, pokud podél toku vede například cesta či silnice, ovšem jak konkrétně byl břeh upraven, se dá zjistit pouze terénním průzkumem.

Stabilita břehu je další ukazatel, který má jistá omezení v určování z distančních dat, u většiny toků je i z ortofot, jediného alespoň částečně užitečného zdroje, nezjistitelný a to převážně z důvodu zakrytí břehu vegetací.

Ovlivnění hydrologického režimu je z distančních dat opět obtížně detekovatelné. Jediným dostupným zdrojem je opět aplikace Povodí Labe, vyjma kategorie vzduť, které lze vyčíst z map za předpokladu výskytu jezu. Při určování ukazatele u toků mimo povodí Labe je proto tento ukazatel třeba buď redukovat na vliv vzduť, které lze odečíst z polohy jezů v topografické mapě, nebo zcela vynechat a pracovat s předpokladem, že žádné výrazné ovlivnění nenastává.

Variabilita průtoků je nejkomplicovanější ukazatel. Vychází sice zcela z distančních dat, nicméně tato jsou omezeně dostupná. Potřebná data jsou dostupná pouze pro omezený okruh stanic v hydrologické ročence, zde navíc není pravidlem, že se v ročenkách nalézají data za tři roky ze stejné stanice. Podniky Povodí data měřicích stanic na tocích v podobě průměrných denních průtoků mají, tato data ovšem nejsou volně k dispozici. Tento ukazatel byl do metodiky HEM zařazen z hlediska kompatibility s požadavky Rámcové směrnice a normy EN 14614. Z důvodu převažující neexistence dat u úseků by bylo vhodné tento ukazatel vynechat a upravit koeficienty u zbylých ukazatelů.

Určení ukazatelů Charakter údolí, Trasa toku a Historická trasa toku, Břehová vegetace, Využití příbřežní zóny a údolní nivy a Průchodnost inundačního území je z distančních podkladů možné, přičemž na ostatních tocích se nijak neliší od stanovení, popsaného na příkladu Labe.

6.2 Využitelnost a vypovídací schopnost distančních podkladů

K určení jednotlivých hydromorfologických ukazatelů bylo použito široké spektrum distančních zdrojů, přičemž za nejužitečnější distanční zdroj, bez kterého by se distanční stanovení neobešlo, považují ortofota. Z nich lze vyčíst velké množství informací, které se jinde nedají zjistit. Například na určení ukazatele využití údolní nivy sice lze využít i WMS službu CORINE landcover nebo rastrové a vektorové vrstvy portálu CENIA, jež zobrazují využití ploch v Česku, ovšem měřítko není podrobné, takže využití ploch je velmi generalizované a na spoustě míst se mimo jiné vyskytují zastaralé informace.

Pro hodnocení by bylo možné rovněž použít satelitní snímky. Tyto však jsou pouze omezeně dostupné. Část archivních dat je dostupná volně, nicméně tato data nejsou aktuální a dostupná pro libovolné území. Pro práci s nimi je navíc třeba alespoň základních znalostí pro jejich vizualizaci, klasifikaci a interpretaci. Toto pro odečítání z ortofot není nutné, neboť informace zde jsou jasné a na první pohled zřetelné. Velkou výhodou ortofot je také vysoké rozlišení při velkém detailu. Portál mapy.cz poskytuje přiblížení v takové úrovni detailu, ze které lze vyčíst velké množství potřebných informací. Nedostatek ortofot je jejich neaktuálnost, zatímco v terénu lze zjistit aktuální situaci, ortofota mohou být i několik let stará.

Velmi užitečným zdrojem informací je Základní mapa v měřítku 1 : 10 000, jež byla hlavním podkladem pro vymezení údolní nivy a doplňkovým zdrojem pro určení šířky koryta

v případě zakrytého pohledu na tok. Velkou výhodou je skutečnost, že ji ČUZK poskytuje jako WMS službu, takže ji bylo možné snadno nahrát do prohlížeče GIS, kde se jednoduše dalo pracovat s ostatními vrstvami. Například při vymezení údolní nivy, kdy ve spolupráci s vrstvami zaplavených území se dal získat celkem dobrý přehled o tom, kam až niva zasahuje. Další ukazatel, ve kterém byla Základní mapa použita, je trasa toku a také při srovnání s historickou mapou (II. vojenské mapování), která byla též použita ve formě WMS služby v prohlížeči ArcGIS. Srovnání tras toku je možné provést i na portálu mapy.cz, ale v prohlížeči GIS je porovnávání rychlejší a přehlednější. Ovšem WMS služby mají velkou nevýhodu v závislosti na dostupnosti a rychlosti připojení k internetu, neboť jednotlivé vrstvy jsou do prohlížeče stahovány přímo z internetu a při pomalém připojení, je i překreslování vrstev pomalejší.

Při vyhodnocování jednotlivých sekcí v prohlížeči GIS byly využívány jednotlivé vektorové vrstvy sekcí, jež byly rozděleny na úseky, tudíž velice ulehčovaly vyhodnocování jednotlivých ukazatelů, jelikož bylo jasně vidět, kde úsek začíná a končí. Ve formě vektoru jsou také vrstvy zaplavených území stažené z dibavod.cz. Při určování příbřežní vegetace nacházející se v padesátimetrové vzdálenosti od břehu toku byla vytvořena vektorová vrstva pomocí funkce buffer, jež přesně vymezení námi zadanou vzdálenost od dané linie či plochy, v tomto případě od linie toku, což bylo velice výhodné. Ovšem bylo nutné dát si pozor na skutečnost, že linie vede středem toku, tudíž bylo třeba k hledané vzdálenosti přičíst ještě poloviční šířku toku.

V případě nejasného vymezení údolní nivy byl použit digitální model terénu. Pro vyčtení informací je nutné model nejdříve upravit, a to nejlépe klasifikovat ho podle vrstevnic do mnoha tříd, aby vynikly zdvihy terénu, a následně např. s vrstvou ZM 1: 10 000 lze vymezení prostor nivy. Problém využití DMT spočívá v tom, že není volně ke stažení. DMT nabízí několik společností k zakoupení, například společnost GISAT nebo GEODIS.

Jedním ze zásadních zdrojů informací byla aplikace Povodí Labe. Díky aplikaci byly získány informace, které se nikde jinde zjistit nedají, lze jmenovat například informace o jezích či odběrech a vypouštění vod do toku. Aplikace je přehledná a nabízí velké množství informací, jež si lze pomocí vrstev zobrazit či skrýt. Velkou výhodou je, že všechny typy informací nabízí jak pro velké toky, tak i pro toky nejmenší. Aplikace obsahuje i jednoduché nástroje pro měření vzdálenosti, kreslení linií a přidávání popisků a to vše lze snadno vytisknout v požadovaném měřítku a velikosti. Bohužel aplikaci tohoto typu nabízí pouze Povodí Labe pro toky, které spadají pod jeho správu.

Plavební mapy, jsou zdrojem s velkým potenciálem, ale velmi malou praktickou využitelností. Ačkoliv by aplikace mohla poskytovat velké množství cenných informací, jediná informace, která se nenachází na žádném jiném geoportálu, je informace o hloubkách při vodním stavu 150 cm nebo 200 cm v Ústí nad Labem. I přes to, že splavnost Labe končí až za Pardubicemi, informace o hloubkách se vyskytují pouze do Ústí nad Labem. I když je tento zdroj využitelný pouze pro část Labe a Vltavy, úplnost dat by práci alespoň na těchto tocích jistě velmi usnadnila.

Aplikace Street View je dalším velice užitečným zdrojem informací. V místech, kde podél toku vede hlavní silnice, je velice pravděpodobné, že bude u map společnosti Google k dispozici přiblížení objektů až do pohledu jako bychom přímo na té silnici stáli a rozhlíželi se kolem. Tato skutečnost umožňuje pohled na tok, který nám žádné ortofoto nikdy nenabídne.

Lze při tom částečně využít výhody, kterou poskytuje terénní mapování, tedy že v mapovaných místech člověk stojí a lze snáze rozhodnout, zda vegetace na břehu přesahuje výšky 1 m či nikoli. Tato skutečnost se z ortofot dá spíše jen odhadnout, ale díky Street View, lze výsledná břehová vegetace určit s jistotou. Nevýhodou je, že pohled Street View nepokrývá všechny silnice a lze ho tedy využít jen místy. Ukázka, co lze vidět díky pohledu Street View, je na obrázku 18 a 20.

6.3 Vyhodnocování hydromorfologického hodnocení z distančních dat

Zóna koryto

Při využití distančních dat se v různém prostředí může lišit dostupnost, úplnost a vypovídací schopnost některých typů datových podkladů. Při výpočtu skóre je tak oproti úplnému hodnocení nutné počítat s potřebou redukce počtu parametrů a souvisejícím posunem hodnot vah koeficientů. Při hodnocení zóny koryta u 1. sekce bylo nutné přistoupit k úpravě ukazatelů Variabilita zahloubení v podélném profilu a Variabilita hloubek v příčném profilu z důvodu nezjistitelnosti při distančním stanovení. Jednou z možností, jak absenci těchto ukazatelů vyřešit, bylo upravení koeficientu u zbývajících ukazatelů nebo druhou nabízenou možností bylo dosažení střední hodnoty (hodnoty 3). Výsledné hodnoty u druhého možného řešení nebyly tak nízké jako při rozložení koeficientů mezi zbývajících ukazatele a byly více podobné těm z terénního průzkumu. Z toho lze usoudit, že druhá úprava byla v tomto případě vhodnější a i z výsledné hydromorfologické kvality je patrné, že tato úprava byla příhodnější. Ovšem je na zvážení, na jakém toku a úseku kterou úpravu provést, jelikož každý tok a úsek je jiný a je nutné pracovat s různými předpoklady.

U sekce 2 a 3 bylo pracováno s předpokladem umělého zahloubení koryta po celé délce sekce a nízkou variabilitou hloubek z důvodu úprav nutných pro udržení splavnosti. A při porovnání hodnot u ukazatelů z distančního měření a terénního průzkumu předpoklad odpovídá hodnotám z terénního průzkumu pouze u sekce 2. Ukazatele VHL a VHP u sekce 3 jsou ohodnoceny převážně hodnotou 3, což u ukazatele variabilita zahloubení v podélném profilu podle mapovatele znamená, že úsek má 3 a více typů zahloubení v rozsahu 50-90 % umělého ovlivnění, nebo má dva typy zahloubení v rozsahu méně než 50 % umělého ovlivnění, nebo má úsek jeden typ zahloubení a jeho zahloubení je přirozené; tato varianta se zdá ovšem málo pravděpodobná. U ukazatele Variabilita hloubek v příčném profilu ohodnocení mapovatele znamená, že úsek má nízkou variabilitu hloubek z důvodu úpravy koryta v rozsahu výskytu kategorie v rozmezí 10 a 50 % délky úseku nebo má úsek přirozeně nízkou variabilitu hloubek v rozsahu větším než 50 % délky úseku.

Podobná situace nastala u sekce 4, kdy z distančního průzkumu ukazatelů VHL a VHP bylo zjištěno, že koryto bylo uměle zahloubeno a variabilita hloubek je z důvodu úpravy koryta nízká, ale z terénního výzkumu vyplývá, že úseky mají 3 a více typů zahloubení v rozsahu méně než 50 % umělého ovlivnění nebo se v sekcích vyskytují 2 typy přirozeného zahloubení. Ukazatel variabilita hloubek byl obodován hodnotou 3, stejně jako většina úseků ve 3. sekci.

Nastává otázka, do jaké míry byl předpoklad výrazného umělého zahloubení a nízké variability hloubek správný, když se ve dvou sekcích hodnocení z terénního a distančního měření výrazněji rozcházejí. A také do jaké míry bylo správné posouzení skutečnosti mapovatelem, jelikož u posuzování ukazatelů se odráží i určitá míra subjektivity. V takovém případě by bylo nejlepším řešením ověření si předpokladu v terénu. Ovšem je i třeba zmínit, že i přes skutečnost, že se hodnocení ukazatelů distanční metodou liší od hodnocení z terénního průzkumu, výsledná hydromorfologická kvalita úseků je velice podobná.

Při porovnávání hodnot u ukazatele Variabilita šířky koryta z distančního měření a terénního průzkumu se ukázaly velké rozdíly v průměrné šířce koryta a variabilitě šířky. Velké diference v průměrné šířce koryta mohou být způsobeny nepřesným zjištěním, kde až končí koryto, jelikož ne vždy tam, kde je konec hladiny je i konec koryta. Z distančních materiálů to lze zjistit velice obtížně. Zatímco variabilita šířek, dle mého názoru, by na druhou stranu měla být lépe patrná z distančních dat, kde se snáz dají objevit i změřit vychýlení koryta, tedy za předpokladu, že hladina alespoň částečně koresponduje se zakončením koryta.

Zóna břeh

Důvody rozdílných výsledků u distančního měření a terénního průzkumu zóny břeh a odlišnosti jednotlivých ukazatelů (UBR, BVG, VPZ, VNI) zcela jistě souvisí s použitím ortofoto při hodnocení. Dle mého názoru pro ukazatele využití příbřežní zóny a údolní nivy, lze pomocí ortofota určit jednotlivé prvky v krajině i jejich poměrové zastoupení s větší přesností než při terénním mapování, jelikož všechny prvky v krajině jsou viditelné z výšky, není ničím zakrytý výhled a je poskytnuta větší možnost si rozvrhnout poměrové zastoupení prvků. V terénu naproti tomu všechny prvky v krajině nelze vidět najednou, tím pádem se i jejich celkový poměr určuje obtížněji.

Problém s určováním upravenosti břehu zapříčinil, že u většiny úseků bylo ohodnocení stejné nebo lepší a často tento ukazatel při výsledném součtu ukazatelů zóny zlepšoval výslednou hodnotu, která byla z důvodu stejných nebo horších hodnocení převážně všech jednotlivých ukazatelů, horší než u terénního průzkumu. Celkově lze tuto zónu hodnotit jako velmi dobře odpovídající skutečnosti kromě ukazatele upravenost břehu, jehož určení distanční metodou je provázáno určitými nedostatky.

Zóna proudění a hydrologický režim

Hodnocení u zóny proudění a hydrologického režimu bylo nejvíce rozdílné u ukazatele ovlivnění hydrologického režimu. Z distančního měření pomocí aplikace Povodí Labe bylo zřejmé, že ačkoliv byly uvedeny jisté odběry a vypouštění vod do toku, žádné z odběrů a vypouštění nebylo tak významné, aby to hydrologický režim ovlivnilo. Výrazné jsou pouze odběry a vypouštění před jezem a elektrárnou v Chvaleticích (sekce 2, úsek 602 a 603). Zaznamenávána tak byla vzduť před jezy. Z terénního výzkumu vyplývá, že mapovatelé téměř u všech úseků uvedli, že v méně než 10 % délky toku je tok ovlivněn odběry a vypouštěním či trvalým vzduťm nebo regulací průtoku. Tento rozdíl způsobil, že výsledné hodnocení zóny z distančního měření bylo mírně nižší než z terénního průzkumu, tedy pokud nebylo zaznamenáno více objektů ovlivňujících průchodnost inundačního území.

Nejpřesnější hodnocení této zóny by mělo být u sekce 3, jelikož všechny ukazatele jsou dostupné i ukazatel Variabilita průtoků, který byl spočítán právě pro tuto sekci. Na druhou stranu nejméně vypovídající výsledek je u sekce 1 kvůli absenci 2 ukazatelů, jež nebylo možné zjistit distančně. S výskytem takových úseků je ovšem nutné počítat.

Výsledné hodnocení

Celkově lze shrnout, že výsledky z distančního měření odpovídají výsledkům z terénního průzkumu. U několika úseků se výsledné hydromorfologické kvality liší, ale nikdy ne o více než jeden stupeň. Nelze opomenout, že při distančním měření byla zcela vynechána zóna dna, která při terénním průzkumu a následném hodnocení byla standardně zahrnována. Pokud by při výpočtu celkové hydromorfologické kvality u terénního průzkumu byla vynechána zóna dna, výsledky by se lišily pouze u sekce 4 a jednoho úseku v 1. sekci. Výsledná hydromorfologická kvalita by u všech úseků sekce 4 byla dobrá, čili došlo by ke zlepšení kvality u 5 úseků. Zlepšení kvality o stupeň bylo způsobeno tím, že hodnoty se pohybují na rozmezí mezi dvěma stupni, a jelikož při vynechání zóny dna by došlo ke zlepšení o dvě desetiny téměř u všech úseků, výsledná kvalita by se zlepšila. U ostatních sekcí by docházelo převážně o zlepšení v řádu setin případně desetin a pouze u 7 úseků (z celkového počtu 46) by došlo ke zhoršení. Vynechání zóny dna při distančním měření tak nijak výrazně neovlivnilo výslednou hydromorfologickou kvalitu úseku.

7 Závěr

Cílem práce bylo zhodnocení využitelnosti distančních dat při hydromorfologickém hodnocení. Hodnocení využitelnosti bylo prováděno na základě metodiky HEM. Zhodnocení jednotlivých ukazatelů metodiky ukázalo, že 15 ukazatelů lze stanovit na základě distančních dat, 3 ukazatele nelze stanovit na základě distančních dat a 5 ukazatelů lze stanovit, ovšem jejich stanovení je provázáno určitými problémy.

Vlastní hodnocení úseků pomocí distančních dat ukázalo, že na základě distančních dat měření lze provádět stanovení většiny parametrů a vypočítat výslednou hydromorfologickou kvalitu úseku. V případě absence některých ukazatelů z důvodu nezjistitelnosti distančními zdroji dat je možné upravit koeficienty u zbylých ukazatelů zóny a s touto modifikací spočítat výslednou hydromorfologickou kvalitu úseku. Při porovnání celkových výsledků z distančního a terénního měření bylo zjištěno, že ačkoliv výsledky jednotlivých ukazatelů a zón se mírně liší a při distančním měření byla vynechána zóna dna, výsledná hydromorfologická kvalita je shodná u 72 % sekcí. Pokud by se do shodných výsledků započítaly i výsledky rozdílných sekcí z úseku 4, kde se převážná většina sekcí pohybuje na těsném rozmezí mezi dvěma stupni, výsledný podíl shodných úseků by byl 85%.

Z diskuze využitelnosti distančních dat i u jiných toků vyplývá, že distanční měření lze provádět nejlépe na tocích, u kterých pohled na hladinu není zakryt hustou břehovou vegetací, jelikož základním zdrojem distančních dat jsou ortofota. Dále bylo zjištěno, že hodnocení toků, které jsou pod správou Povodí Labe, je snazší a to díky aplikaci Povodí Labe, která nabízí užitečné informace pro měření.

Výsledky práce ukázaly, že využití distančních dat pro hydromorfologické hodnocení je za předpokladu menších úprav při závěrečném hodnocení vhodnou alternativou k terénnímu průzkumu při respektování nejistoty, dané nemožností zjistit některé dílčí parametry. Pomocí distančních dat lze případně zpřesnit nebo zjednodušit terénní hodnocení, zejména v případě ukazatelů Šířka údolní nivy, Využití údolní nivy a příbřežní zóny. U posledních dvou jmenovaných distanční stanovení umožňuje lepší rozvržení podílu jednotlivých složek v krajině. Distanční stanovení je zde přesnější než určení v terénu, stejně jako v případě ukazatele šířka údolní nivy, který může být při terénním mapování obtížně zjistitelný, a distanční data zde jsou velmi užitečným podpůrným prostředkem.

8 Literatura

- AOPK, CHKO Labské Pískovce. [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné na:
<http://www.labskepiskovce.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/labske-piskovce/o-sprave-chko>
- ARCDATA, družicová data. [online]. [cit. 2013-03-28]. Dostupné na:
<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/druzicova-data/>
- ARCDATA, geoportál. [online]. [cit. 2013-03-28]. Dostupné na:
<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcgis/serverova-reseni-esri/esri-geoportal-server/>
- ARCDATA, satelitní data. [online]. [cit. 2013-03-28]. Dostupné na:
http://download.arcdata.cz/doc/druzicova_data.pdf
- ArcGIS resource center, What is raster data. [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupné na:
<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009t00000002000000>
- BALATKA, B., SLÁDEK J. (1958): Vývoj výzkumu říčních teras v českých zemích. Nakladatelství ČSAV, Praha, 288 s.
- BALATKA, B., KALVODA J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech, Kartografie Praha, Praha, 79 s.
- BAROCH, P. (2010): Boj o jez na Labi přitvrzuje. [online]. [cit. 2013-05-05]. Dostupné na:
<http://aktualne.centrum.cz/domaci/zivot-v-cesku/clanek.phtml?id=674321>
- BERANOVÁ, Z. (2011): Průzkum a hodnocení ekologického stavu vodních toků při zohlednění evropských standardů. Aplikace v modelovém povodí Rolavy. 145 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.
- BICANOVÁ, M. (2008): Možnosti využití distančních dat za účelem hodnocení kvality habitatu vodních toků. In: Matoušková, M. (ed.), Ekohydrologický monitoring vodních toků, PřF UK, Praha, s. 155–170.
- BRAVENÝ, L. (2008): Digitální modely terénu a modelování prostorových dat. In: Štych P. a kol., Vybrané funkce geoinformačních systémů, CITT Praha Akademie kosmických technologií, oblast Galileo, GMES, Praha, s. 80–129.
- BRAVENÝ, L., ŠTYCH, P. (2008): Digitální model prostorových dat. In: Štych P. a kol., Vybrané funkce geoinformačních systémů, CITT Praha Akademie kosmických technologií, oblast Galileo, GMES, Praha, s. 10–28.
- BREN, L. J. (1993): Riparian zone, stream and floodplain issues: a review. *Journal of Hydrology*, 150, s. 277–299.
- BREJCHA, R. (2010): Využití volně dostupných dat dálkového průzkumu Země k identifikaci archeologických komponent: čtyři příklady z polského území. In: Gojda M. a kol., Studie k dálkovému průzkumu v archeologii, Katedra archeologie Fakulta filozofická ZČU, s. 60–68.

- BRŮNA, V., BUCHTA, I., UHLÍŘOVÁ, L. (2002): Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. *Acta Universitatis Purkynianae, Studia Geoinformatica II.*, Ústí nad Labem, 46 s. [online]. [cit. 2013-02-14]. Dostupné na: http://projekty.geolab.cz/files/studia_geo_II.pdf
- BRŮNA, V., KŘOVÁKOVÁ, K. (2006): Staré mapy v prostředí GIS a internetu. In: *Geoinformace a GIS. 1st International Trade Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics. Conference Proceedings*, VÚGTK, Praha, 7 s. [online]. [cit. 2013-02-14]. Dostupné na: http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/41_bruna_krovakova/paper/41_bruna_krovakova.pdf
- BŘEHOVSKÝ, M., JEDLIČKA, K. (2000): Úvod do geoinformačních systémů. *Západočeská universita, Plzeň*, 116 s. Přednáškové texty. [online]. [cit. 2013-02-27]. Dostupné na: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>
- BUSCH, N., BALVÍN, P., HATZ, M., KREJČÍ, J. (2012): Posouzení českých a durynských přehrad při povodních na Vltavě a Labi v České republice a Německu matematickým říčním modelem. *Report BfG, Koblenz*, 94 s. [online]. [cit. 2013-02-04]. Dostupné na: <http://doi.bafg.de/BfG/2012/BfG-1725-TSCH.pdf>
- CULEK, M. a kol. (1996): *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha, 347 s.
- DEMEK, J. (1988): *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha, 480 s.
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., VATOLÍKOVÁ Z. (2006): Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách. *Agentura ochrany přírody a krajiny, Brno*, 12 s. [Dibavod.cz](http://dibavod.cz), VÚV TGM. [online]. [cit. 2013-03-12] Dostupné na: www.dibavod.cz
- Digitální geografická databáze. *ArcČR 500*.
- DOUBRAVA, P., JIRÁSKOVÁ, L., PETRUCHOVÁ, J., ROUŠAROVÁ, Š., ŘEŘICHA, J., SUCHÁNEK, Z. (2011): *Metody dálkového průzkumu v projektu Národní inventarizace kontaminovaných míst (příklady využití metod dálkového průzkumu Země pro řešení environmentální problematiky v České republice)*, CENIA, Praha, 95 s.
- DVOŘÁK, M. (2008): *Hodnocení kvality habitatu antropogenně ovlivněných vodních toků – aplikace na modelovém povodí Biliny*. 143 s. Rigorózní práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.
- ENVIRONMENT AGENCY (2003): *River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual*. Environment Agency, Warrington, 74 s. [online]. [cit. 2013-01-18]. Dostupné na: <http://www.h.chibau.jp/helloeps/homepage/ryokuchikagaku/notes%202/RHS.PDF>
- KERN, K., FLEISCHHACKER, T., SOMMER, M., KINDER, M. (2002): Ecomorphological survey of large rivers - Monitoring and assessment of physical habitat conditions and its relevance to biodiversity. *Large Rivers*, 3, s. 1–28.

- Geoportál, ČÚZK. [online]. [cit. 2013-03-22]. Dostupné na:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(3agz5a55vvx4mu45e0s2zsn0\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=about&side=about&menu=2](http://geoportal.cuzk.cz/(S(3agz5a55vvx4mu45e0s2zsn0))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=about&side=about&menu=2)
- Geoportál, INSPIRE. [online]. [cit. 2013-03-22]. Dostupné na:
<http://geoportal.gov.cz/web/guest/uvod>
- Geoportál, Povodí Labe. [online]. [cit. 2013-03-07]. Dostupné na: <http://www.pla.cz/gis/>
- HYDROLOGICKÁ ROČENKA ČR 2007. ČHMÚ, Praha, 193 s.
- HYDROLOGICKÁ ROČENKA ČR 2008. ČHMÚ, Praha, 183 s.
- HYDROLOGICKÁ ROČENKA ČR 2009. ČHMÚ, Praha, 172 s.
- KŘÍŽEK, M., HARTVICH, F., CHUMAN, T., ŠEFRNA, L., ŠOBR, M., ZÁDOROVÁ, T., (2006): Floodplain and its delimitation. *Geografie - Sborník ČGS 111*, s. 260–273.
- KŘÍŽEK, M. (2007): Údolní niva jako geomorfologický fenomén. In: Langhammer, J. (ed.): *Povodně v krajině*. MŽP a PŘF UK, Praha, s. 217–229.
- LANGHAMMER, J. (2007): HEM. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. PŘF UK, Praha, 47 s.
- LANGHAMMER, J. (2008): HEM. Hodnocení ukazatelů. PŘF UK, Praha, 23 s.
- LANGHAMMER, J. (2010): Water quality changes in the Elbe River basin, Czech Republic, in the context of the post-socialist economic transition. *GeoJournal 04/2010, 75(2)*, s. 185-198.
- LANGHAMMER, J. (2013a): Údolní niva a její vymezení. In: Pithart D., Dostál T., Langhammer J., Janský B. (eds), *Význam retence vody v říčních nivách*. Daphne ČR, Praha, 13–15 s.
- LANGHAMMER, J. (2013b): Hydromorfologické mapování Labe 2012. databáze. PŘF UK, Praha
- LOUCKÁ, P. (1997): Řeky si pojmenovali nejdřív. *Vesmír*, 76, 9, s. 537. [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné na: <http://www.vesmir.cz/clanek/reky-si-pojmenovali-nejdriv>
- KAMP, U., BINDER, W., HOLZL, K. (2007): River habitat monitoring and assessment in Germany. *Environmental Monitoring and Assessment*, 127, Springer, s. 209–226.
- KYSELKA, J. (2010): Hydromorfologický průzkum řeky Bíliny. 55 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.
- Mapy Google. nápověda [online]. [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <https://maps.google.cz/>
- Mapy.cz, nápověda [online]. [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <http://mapy.cz/>
- MANA, V. (2006): Sledování hydromorfologických procesů v České republice. In: Kubala, P. a kol.: 12. Magdeburský seminář o ochraně vod – Rámcová směrnice o vodách (WFD). Povodí Vltavy, státní podnik, Český Krumlov, s. 33–34.
- MATOUŠKOVÁ, M. (2008a): Metoda ekomorfolického hodnocení kvality habitatu vodních toků EcoRivHab. In: Matoušková, M. (ed.), *Ekohydrologický monitoring vodních toků*, PŘF UK, Praha, 43–65 s.

- MATOUŠKOVÁ, M. (2008b): Metody ekohydrologického hodnocení kvality habitatu vodních toků. In: Matoušková, M. (ed.), Ekohydrologický monitoring vodních toků, PřF UK, Praha, 9–23 s.
- MIKŠOVSKÝ, M., ZIMOVÁ, R. (2006): Historická mapování Českých zemí. In Kartografie a mapová tvorba. 1st International Trade Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics. Conference Proceedings, VÚGTK, Praha, 9 s. [online]. [cit. 2013-02-14]. Dostupné na: http://www.geolab.cz/projekty/gacr/a/files/miks_zim_GEOS06.pdf
- MKOL (2005): Labe a jeho povodí – geografický, hydrologický a vodohospodářský přehled. MKOL, Magdeburg, 255 s. [online]. [cit. 2013-02-01]. Dostupné na: http://www.ikse-mkol.org/FGG%20Elbe/AG_HWRM/KG%20Art.%206%20Karten/Daten/Vorg%C3%A4nge/Beratung%20TIM%20TMLV/fileadmin/download/index.php?id=210&L=1
- NAVRÁTILOVÁ, J. (2012): Podélná variabilita hydromorfologické kvality Ponávky. Brno, 76. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Přírodovědecká fakulta. [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné na: http://is.muni.cz/th/358057/prif_b/
- NĚMEC, J., HLADNÝ J. (2006): Voda v České republice. Consult, Praha, 253 s.
- KOPECKÝ, T. (2011): Plán péče PP Labské rameno Votoka 2013-2022. 25 s. [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné na: http://www.pardubickykraj.cz/dokumenty?tot0=144&pgf0=20&thema=2771&doc_text=plán péče&search=1&doc_category=
- KOUBKOVÁ, L. (2011): Ekohydrologický průzkum vodních toků v urbanizované a příměstské krajině. Aplikace na modelovém povodí Vinořského potoka. 143 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.
- OLDMAPS. [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné na: <http://oldmaps.geolab.cz/>
- PAINE, D. P., KISER, J. D. (2012): Aerial photography and image interpretation, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 629 s.
- PEDERSEN, M. L., OVESEN, N. B., FRIBERG, N., CLAUSEN, B., LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004): Hydromorphological assessment protokol for the Slovak republic. ANNEX 1. In: Establishment of the Protocol on Monitoring and Assessment of the Hydromorphological Elements. 35 s.
- POVODÍ LABE (2009): Historické vodní cesty na dolním Labi. Povodí Labe, Hradec Králové, 36 s. [online]. [cit. 2013-05-05]. Dostupné na: http://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/ucelove-publikace-pla_505.html
- POVODÍ LABE, Stavby a průtoky na vodních tocích. [online]. [cit. 2013-03-30]. Dostupné na: <http://www.pla.cz/portal/sap/cz/PC/Mereni.aspx?id=71&oid=4>
- SCHOWENGERDT, R. A. (2007): Remote Sensing: Models and Method for Image Processing. Academic Press, San Diego, 522 s.
- SPS PRAHA – Státní plavební správa. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné na: <http://mapy.spspraha.cz/lpm/>

- RAVEN, P. J., HOLMES, N. T. H., DAWSON, F. H., FOX, P. J. A., EVERARD, M., FOZZARD, I. R. and ROUEN, K. J. (1998): River Habitat Quality - the physical charakcer of rivers and stream in the UK and Isle of Man. River Habitat Survey, 70 s. [online]. [cit. 2013-01-07]. Dostupné na: <http://www.riverhabitatsurvey.org/wp-content/uploads/2012/07/RHS.pdf>
- ROSGEN, D. L. (1994): A classification of natural rivers. *Catena*, 22, s. 169–199.
- ŠEFRNA, L. (2007): Vznik a vývoj nivy z pedogeografického hlediska. In: Langhammer, J (ed.): *Povodně v krajině*. MŽP a PřF UK, Praha, s. 209–215.
- ŠINDLAR, M. a kol. (2007a): Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého hydromorfologického stavu vod. 42 s.
- ŠINDLAR, M. a kol. (2007b): Koncepce přírodě blízkých protipovodňových opatření s vazbou na revitalizaci hydromorfologického stavu vod. *Konference Řeky pro život, Horka nad Moravou*, 126 s. [online]. [cit. 2013-02-10]. Dostupné na: http://www.uprm.cz/data/docs/projekty/reky_pro_mesta/sindlar.pdf
- ŠINDLAR, M. a kol. (2012): Metodika monitoringu vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého ekologického stavu. 77 s. [online]. [cit. 2013-02-10]. Dostupné na: <http://pvvc.cz/materialy-ke-stazeni>
- ŠMEROUSOVÁ, K. (2010): Návrh revitalizačních opatření v povodí Slubice na podkladě ekohydrologického průzkumu. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.
- TAIT, M. G. (2005): Implementing geoportals: application od distributed GIS. *Computers, Enviroment and Urban System*, 29, s. 33–47.
- TESAŘÍKOVÁ, P. (2001): Školní atlas České republiky. Kartografie Praha, Praha, 32 s.
- VEVERKA, B., ZIMOVÁ R. (2008): Topografická a tematická kartografie. Vydavatelství ČVUT, Praha, 197 s.
- VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA (VÚVH) (2008): Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu (GES, GEP) vodných útvarov v súlade s RSV 2000/60/ES. Metodika, Bratislava, 12 s.
- ZÍTEK, J. (1967): Hydrologické poměry Československé socialistické republiky. Díl II. ČHMÚ, Praha, 577 s.
- WFD – Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a rady, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (2000). 72 s. [cit. 2013-05-06]. Dostupné na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:05:32000L0060:CS:PDF>

9 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1 Rastr spojitých dat (výškopis).....	11
Obr. 2 a, b, c, d Historické mapy	14
Obr. 3 Digitální model terénu	16
Obr. 4 Povodí Labe.....	22
Obr. 5 Poloha jednotlivých sekcí na toku	25
Obr. 6 Sekce 1.....	26
Obr. 7 Labe v 1. sekci.....	26
Obr. 8 Sekce 2.....	27
Obr. 9 Pohled na Labe z jezu v Přelouči.....	27
Obr. 10 Sekce 3.....	28
Obr. 11 Vrch Radobýl a Labe, pohled z Litoměřic	28
Obr. 12 Sekce 4.....	29
Obr. 13 Labe v Hřensku.....	29
Obr. 14 Srážky v povodí Labe	30
Obr. 15 Právítko.....	37
Obr. 16 Ukázka DMT klasifikovaného podle nadmořských výšek	38
Obr. 17 Aplikace Povodí Labe.....	39
Obr. 18 Street View	39
Obr. 20 Street View – stabilita břehu.....	42
Obr. 21 Celkové hodnocení sekce 1 – řešení A	47
Obr. 22 Celkové hodnocení sekce 1 – řešení B	47
Obr. 23 Celkové hodnocení sekce 2.....	48
Obr. 24 Celkové hodnocení sekce 3.....	50
Obr. 25 Celkové hodnocení sekce 4.....	51
Tab. 1 Výhody a nevýhody vektorového modelu	10
Tab. 2 Výhody a nevýhody použití rastrových dat	11
Tab. 3 Geomorfologické členění.....	32
Tab. 4 Landuse v českém povodí Labe.....	33
Tab. 5 Průměrné průtoky	35
Tab. 6 N-leté průtoky.....	35
Tab. 7 Povodňové aktivity	35
Tab. 8 Možnost stanovení hydromorfologických ukazatelů na základě distančních dat	36
Tab. 9 Výsledná kvalita úseku	44
Tab. 10 Přehled ukazatelů hodnocených z distančních zdrojů.....	45
Tab. 11 Dvě možná řešení hodnocení zóny koryto u sekce 1	45
Tab. 12 Celkové hodnocení sekce 1.....	46
Tab. 13 Celkové hodnocení sekce 2.....	48
Tab. 14 Celkové hodnocení sekce 3.....	49
Tab. 15 Celkové hodnocení sekce 4.....	50
Tab. 16 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 1 (řešení A)	52
Tab. 17 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 1 (řešení B)	52
Tab. 18 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 2	53
Tab. 19 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 3	54
Tab. 20 Srovnání hodnocení zón a výsledné hydromorfologické kvality úseků sekce 4	55