

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



**Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh
objektů pro zvýšení retence vody v modelovém povodí**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Diplomant: Bc. Štěpánka Rosprimová

ČZU ©2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Štěpánka Rosprimová

Regionální environmentální správa

Název práce

Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh objektů pro zvýšení retence vody v modelovém povodí

Název anglicky

Hydromorphological evaluation of watercourses and design of objects to increase water retention in the model catchment

Cíle práce

V rámci modelového území popsat a vyhodnotit drobné vodní toky a navrhnout managementové opatření. Provést podrobné mapování a hydromorfologické hodnocení drobných vodních toků včetně vybraných periodických koryt. Identifikovat a popsat hlavní negativní jevy se zaměřením na souvislost s managementem povodí. Rešerš zahraničních projektů a odborné literatury shromáždit a katalogizovat možná opatření a vyhodnotit jejich vhodnost. Popsat jejich vliv na hydromorfologický stav vodních toků.

Metodika

Provedte podrobné terénní mapování vodních toků v rámci modelového území. Pro práci využijte metodiku: „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodně blízkých opatření“ (MŽP, 2008) a dalších geomorfologických klasifikací a metodik. Nad rámec metodiky identifikujte negativní jevy související se zemědělským využitím povodí a popište je. Shromážďte možná řešení zejména ze zahraničních projektů a vypracujte katalog těchto opatření. Provedte hodnocení vlivu jednotlivých typů opatření na hydromorfologický stav (dle metodiky výše).

Doporučený rozsah práce

50 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

Klíčová slova

periodické vodní toky, hydromorfologie, vývoj vodních toků

Doporučené zdroje informací

- Doubravová, J. Homoláčová, J. Groušlová, Metodický návod k provádění pozemkových úprav, Metodika, SPÚČR, Praha 2019
- FRYIRS, K. A. – BRIERLEY, G. J. *Geomorphic analysis of river systems : an approach to reading the landscape.* Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: Wiley, 2013. ISBN 9781405192743.
- JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika.* Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- JUST, T. *Revitalizace vodního prostředí.* Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. 144 s. ISBN 8086064727.
- SPÚČR: *Technický standard plánu společných zařízení v pozemkových úpravách,* Praha 2016
- ŠINDLAR, Miloslav. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů.* Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. 148 s. ISBN 9788025424452.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh objektů pro zvýšení retence vody v modelovém povodí“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 31.3.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Martinu Suchardovi za ochotu, odborné rady a vstřícnost při konzultacích a zpracování této práce. Dále chci poděkovat své rodině a příteli za podporu během studia.

V Praze dne 31.3.2022

Abstrakt

Tématem této diplomové práce je „Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh objektů pro zvýšení retence vody v modelovém povodí“. Účel této diplomové práce spočívá v hydromorfologické analýze vybraných vodních toků v oblasti Karlovarského kraje. Má několik dílčích cílů, kterými jsou zejména shromáždění nejnovějších poznatků v oblasti hydromorfologie vodních toků, hydromorfologická analýza vybraných úseků na toku, klasifikace a posouzení dle vybrané metodiky, posouzení a navržení vlastní srovnávací analýzy, použitelné pro účely klasifikace vodních toků. Vyhodnocení proběhne na základě zpracování poznatků, které byly získány při terénním mapování.

V závěru práce je navrženo managementové opatření pro zvýšení retence vody v modelovém povodí.

Klíčová slova

Fluviální morfologie, periodické vodní toky, vývoj vodních toků, revitalizace

Abstract

The topic of this diploma thesis is "Hydromorphological evaluation of watercourses and design of facilities to increase water retention in the model river basin". The purpose of this diploma thesis is in the hydromorphological analysis of selected watercourses in the Karlovy Vary region. It has several sub-objectives, which are mainly the collection of the latest knowledge in the field of hydromorphology of watercourses, hydromorphological analysis of selected sections on the stream, classification and assessment according to the selected methodology, assessment and design of own comparative analysis, applicable for the purpose of classification of watercourses. The evaluation will be based on the processing of knowledge gained during field mapping.

At the end of the work, a management measure is proposed to increase water retention in the model basin.

Keywords

Fluvial morphology, periodic watercourses, development of watercourses, revitalization

Seznam zkratk

AB	-	anastomic branching (anastomózní větvení meandrujícího nebo větvicího se koryta)
AE	-	acceleration erosion (akcelerovaná eroze)
AOPK	-	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
BR	-	braided (divočení koryt v šterkovém či pískovém řečišti)
ČGS	-	Česká geologická služba
ČHMÚ	-	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	-	čistička odpadních vod
DE	-	deep erosion (hloubková eroze)
DIBAVOD	-	digitální báze vodohospodářských dat
EO	-	ekvivaletntní obyvatel (jednotka kapacity ČOV)
GB	-	gravel branching (větvení šterkonosného vinoucího se koryta)
HEM	-	hydroekologický monitoring
CH	-	chladná oblast
LG	-	limnigraf
MD	-	meander (plně vyvinuté meandrování)
MT	-	mírně teplá oblast
MŽP	-	Ministerstvo životního prostředí
Q_a	-	dlouhodobý průměrný průtok
Q_{330d}	-	průtok v daném profilu který byl dosažen či překročen průměrně 330 dní v roce
VÚMOP	-	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíle práce	12
3	Metodika práce	13
4	Charakteristika modelového území	16
4.1	Vymezení modelového území	16
4.2	Popis vybraných vodních toků	17
4.3	Geologie a geomorfologie vybraného území	18
4.4	Půdní poměry	20
4.5	Hydrogeologické a hydrologické oblasti	21
4.6	Ochrana přírody	22
4.7	Vegetace	23
5	Literární rešerše	24
5.1	Historie geomorfologie	24
5.2	Fluviální geomorfologie	26
5.3	Historie úprav vodních toků v ČR	27
5.4	Přirozené typy koryt vodních toků	28
5.4.1	Divočící koryto	28
5.4.2	Přímé koryto	28
5.4.3	Anastomózní koryto	29
5.4.4	Zvlněné koryto	29
5.4.5	Meandrující koryto	31
5.5	Metodiky k hodnocení vodních toků vyvinuty v ČR	32
5.5.1	Metodika Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK)	32
5.5.2	Metodika Šindlar	33
5.5.3	Metodika HEM	33
5.6	Revitalizace a renaturace vodních toků	35

5.6.1	Podpora a využití samovolných renaturací	36
5.6.2	Říční dřevo ve vodních tocích.....	38
5.6.3	Funkce dřevní hmoty v říčních ekosystémech	40
5.7	Metodika pro výběr vhodných opatření pro zadržení vody v krajině ..	42
5.8	Opatření ke zvýšení retence vody.....	43
6	Terénní výzkum	47
7	Výsledky terénního průzkumu a hodnocení toků	49
7.1	Vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků	49
7.1.1	Jáchymovský potok	49
7.1.2	Lužní potok	58
7.1.3	Stříbrný potok.....	63
7.1.4	Potok Sázek.....	72
7.1.5	Šitbořský potok.....	78
8	Seznam negativních jevů v zemědělské krajině	84
9	Soubor opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu	88
10	Soubor opatření ke zvýšení retence vody v povodí	94
11	Diskuze.....	101
12	Závěr	103
13	Seznam použité literatury	104
13.1	Literatura.....	104
13.2	Internetové zdroje.....	108
14	Seznam obrázků	109
15	Seznam tabulek	111
16	Seznam příloh.....	112

1 Úvod

Voda vytváří základní podmínky pro existenci života na Zemi. Začíná koloběhem vody v přírodě. Nepřetržitý proces přeměňuje vodu na plyn (vodní páru), kapalinu (dešť, voda v oceánech) a pevné skupenství (led, sníh). Tento proces, hydrologický cyklus, k němu dochází účinkem sluneční energie a zemské gravitace. Voda se vypařuje z vodních zdrojů – vodních toků, nádrží, povrchu (evaporace) a i rostlin (transpirace). Po kondenzaci páry dopadají srážky opět na zem, a to ve formě deště a sněhu. Zde se část vody shromáždí a odteče jako povrchová, vypařuje nebo vsakuje do zemského povrchu a utváří tak podzemní vodu. Ta po určité době opět vystoupí na povrch ve formě pozvolného odtoku pramenů. Člověk ovšem do přirozeného koloběhu zasahuje například melioračními zásahy, zavlažováním rozsáhlých území, budováním přehrad, napřimováním toků.

Od středověku probíhaly zásahy, které ovlivnily vodní toky na celém území. Doba největších technických zásahů nastala koncem devatenáctého století. Se zvyšujícími se nároky na ochranu zemědělských ploch před zaplavováním a zamokřením, se úpravy postupně soustředily na zkapacitnění sítě vodních toků za účelem rychlého odvádění vody z krajiny. Tak se postupně ztratily potoky a říčky a nahradily je upravené vodní toky, kanály a svodnice.

Z ekologického hlediska se hovoří o velkých ztrátách prvků přírody a krajiny, které jsou vázané na nivy a vodní toky. Technické úpravy koryt významně rychleji odvádějí běžné i povodňové průtoky z krajiny v porovnání s koryty přírodními. Oddalují a omezují tlumivé rozlivy do nezastavěných niv, za sucha krajinu vysušují, při povodních zhoršují jejich vznik a zesilují průběh.

Bez jisté míry upravenosti vodních toků se v naší kulturní krajině neobejdeme, nicméně významná část technických úprav mnohdy nepřinese přiměřený hospodářský efekt. Naopak se zdá, že rozsah škod na vodním režimu a přírodě přesahuje meze únosnosti (ČKAIT ©2019).

S postupným vrácením stavu a podpořením přírodních procesů nám může pomoci pochopení hydromorfologických procesů. Porozumění chování říčních systémů napomůže nejen při revitalizačních opatřeních, ale i při ochraně dosud zachovaných přírodních úseků pro budoucí generace.

2 Cíle práce

Cílem teoretické části této práce je shrnutí dostupných poznatků v oblasti hydromorfologie vybraných vodních toků v modelovém území.

Praktická část má několik dílčích cílů:

- prostudování dostupných mapových podkladů,
- podrobné zmapování vodních toků na základě terénního průzkumu,
- shromáždění poznatků o vybraných vodních tocích Karlovarského kraje,
- zhodnocení vybraných úseků v zemědělských oblastech,
- popis probíhajících dějů v korytě,
- klasifikace vybraných úseků na základě vybrané metodiky,
- porovnání vybraných lokalit,
- návrh managementového opatření ke zvýšení retence vody v povodí,
- shrnutí poznatků a doporučení.

Tato práce má přispět k pochopení chování vodních toků, vyzdvihnout přednosti, poukázat na nedostatky a odlišnosti používaných přístupů v současné době a doporučit opatření vedoucí ke zlepšení.

3 Metodika práce

Základním úkolem k vypracování této diplomové práce bylo prostudování dostupné literatury, jak české, tak zahraniční a seznámení s pojmy. Následovalo vytvoření projektu v programu ArcMap pro výsledné výstupy, kde byly zaznamenány zvolené lokality. K této práci bylo nezbytné nastudovat mapové podklady: povodí IV. řádu, vodní toky, krajinný pokryv (Land Cover 2018) k vytipování toků na modelovém území, hydrogeologické podklady, kilometráž, digitální model 5 generace, ortofotomapu ČR, prohlížeč službu WMS, výškopis ČR a další doplňující podklady (ČGS, ČHMÚ, DIBAVOD ©2022).

Dále bylo zapotřebí seznámit se s metodikou Ministerstva životního prostředí a vyhodnocovacím softwarem, který z této metodiky vychází. Zvolená metodika popisuje, které parametry je při průzkumu zapotřebí sledovat, abychom získali správné výsledky z následného hodnocení. Zde jsou uvedena sledovaná kritéria:

Tabulka 1: Hodnotící kritéria a ukazatele pro vodní toky

1. kritérium	Hydrologický a splaveninový režim
Ukazatel 1.1	Ovlivnění korytotvorných průtoků
	Ovlivnění průtoků Q_{330d}
Ukazatel 1.2	Ovlivnění splaveninového režimu
2. kritérium	Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen
Ukazatel 2.1	Zachování přirozeného vývoje trasy hlavního koryta
Ukazatel 2.2	Morfologie trasy
Ukazatel 2.3	Akumulace plaveného dřeva
Ukazatel 2.4	Výskyt a zachování přirozeného vývoje nivních ramen
3. kritérium	Morfologie koryta
Ukazatel 3.1	Rozsah (charakter) úpravy
Ukazatel 3.2	Příčný řez
Ukazatel 3.3	Podélný profil
Ukazatel 3.4	Opevnění levého břehu
Ukazatel 3.5	Opevnění pravého břehu
Ukazatel 3.6	Opevnění dna
Ukazatel 3.7	Akumulace plaveného dřeva
Ukazatel 3.8	Aktuální stav opevnění

4. kritérium	Vliv vzduší
Ukazatel 4.1	Evidence vzduťých úseků
Ukazatel 4.2	Migrační prostupnost objektů

Zdroj: MŽP ©2008

Tabulka 2: Hodnotící kritéria a ukazatele pro nivy

1. kritérium	Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu
Ukazatel 1.1	Niva - levý břeh
Ukazatel 1.2	Niva - pravý břeh
2. kritérium	Ekologické vazby vodního toku a údolní nivy
Ukazatel 2.1	Vazba vodního toku a nivy
Ukazatel 2.2	Vliv hrází a bariér na zúžení aktivní inundace
3. kritérium	Vliv okolní krajiny
Ukazatel 3.1	Vliv okolní krajiny - levý břeh
Ukazatel 3.2	Vliv okolní krajiny - pravý břeh

Zdroj: MŽP ©2008

Pro provedení hydromorfologického hodnocení bylo zapotřebí získat klíčový údaj Q_a . Tento údaj pro vypracování práce poskytl vedoucí odboru vodohospodářského dispečinku pan Ing. Michal Tanajewski, z Povodí Ohře, s.p. Údaje však byly přepočítány, neboť nejsou validní s ohledem na zvolené lokality. Povodí Ohře tato data nezpracovává pro všechny vodní toky a uvádí, že se dá výsledek dopočítat pomocí hydrologické bilance, jedná se však o odhady. Zvolila jsem tedy postup, který se přibližuje skutečnému stavu. K dispozici jsem měla data z následující tabulky:

Tabulka 3: Dlouhodobý průměrný průtok Skřivánčeho potoka

Měrná stanice	Vodní tok	Délka toku [km]	Plocha povodí [km ²]	Q_a [m ³ s ⁻¹]
LG Rotava	Skřivánčí potok	11,8	28,5	0,29

Zdroj: Povodí Ohře, s.p., 2022

Z dostupných dat jsem zvolila měrnou stanici na Skřivánčím potoce v nejbližším okolí vybraných toků. Odtok byl vypočítán z 1 km² na základě dat Povodí Ohře, podílem průtoku Q_a (0,29 m³s⁻¹) a plochy povodí (28,5 km²). Výsledek (0,0102 m³s⁻¹) byl vynásoben plochou povodí vytipovaného toku:

Tabulka 4: Dlouhodobý průměrný průtok na modelovém území

Název vodního toku	Délka toku [km]	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ s ⁻¹]
Sázek	17,1	86,8	0,88
Lužní potok	12,1	25,3	0,26
Šitbořský potok	16,1	34,3	0,35
Stříbrný potok	12,3	29,2	0,30
Jáchymovský potok	11,0	32,8	0,33

Zdroj: vlastní zpracování dle www.dibavod.cz

Vybrány byly toky ve všech třech částech Karlovarského kraje, a to v okrese Cheb, Sokolov a Karlovy Vary. Po ukončení přípravných prací (prostudování dostupné literatury a odborných článků, shromáždění podkladových map, založení projektu v programu ArcMap, seznámení s metodikou, zpracování poskytnutých dat) byl proveden terénní průzkum. Na základě informací z dostupných zdrojů bylo zmapováno 5 vybraných toků, které jsou uvedeny v tabulce č. 4. Na těchto tocích bylo vybráno 3 až 5 úseků, podrobně zdokumentováno a následně vyhodnoceno.

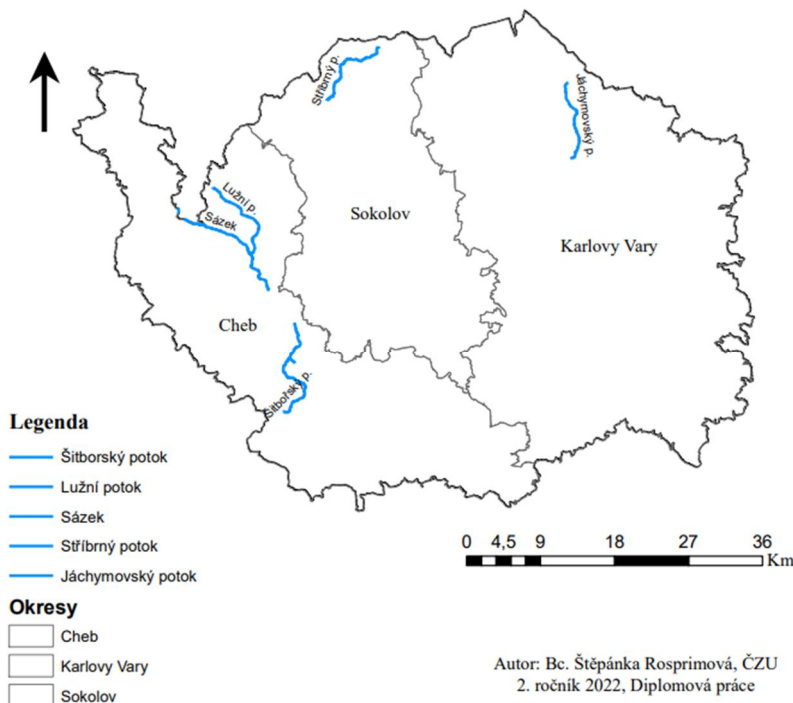
4 Charakteristika modelového území

4.1 Vymezení modelového území

Karlovarský kraj sousedí na jihu s Plzeňským krajem, na západě se Spolkovou republikou Německo a na severovýchodě s Ústeckým krajem. Je naším nejzápadnějším krajem a po Praze v České republice nejmenším krajem. Jihozápad Karlovarského kraje je tvořen Českým lesem a Podčeskoleskou pahorkatinou, v západní části se nacházejí Smrčiny, na severozápadě se rozkládají Krušné hory. V centrální oblasti se rozprostírá Slavkovský les, Tepelská vrchovina, Sokolovská pánev, Chebská pánev a Doupovské hory.

Nejvyšším bodem kraje je Klínovec (1 244 m.n.m.), nejnižším bodem kraje je řeka Ohře, v oblasti hranice s Ústeckým krajem (320 m.n.m.), Boč. Karlovarský kraj je atraktivní výskytem minerálních pramenů. Pro Karlovarský kraj je typická venkovská krajina 45 % a krajina horská 38 % z celkové rozlohy (ČSÚ ©2020).

Obrázek 1: Vybrané vodní toky v Karlovarském kraji



Zdroj: vlastní zpracování dle www.dibavod.cz

4.2 Popis vybraných vodních toků

Zvoleno bylo následujících 5 vodních toků:

Tabulka 5: Vodní toky na území Karlovarského kraje

Název vodního toku	Délka toku [km]	Plocha povodí [km ²]
Sázek	17,1	86,8
Lužní potok	12,1	25,3
Šitbořský potok	16,1	34,3
Stříbrný potok	12,3	29,2
Jáchymovský potok	11,0	32,8

Zdroj: vlastní zpracování dle www.dibavod.cz

Jáchymovský potok pramení pod jihovýchodním svahem Božídarského Špičáku je levostranným přítokem Bystřice, do které ústí v Ostrově nad Ohří v okrese Karlovy Vary.

Lužní potok pramení v Plesné je levostranným přítokem Sázkou, do kterého ústí nad osadou Povodí v okrese Cheb. Nejedná se o stejnojmenný vodní tok, který byl v roce 1990 vyhlášen Národní přírodní památkou za účelem ochrany lokality s výskytem perlorodky říční (Hranice, okres Cheb).

Potok Sázek pramení na česko-saské hranici jižně od Barendorfu v obci Hazlov, ústí do Ohře v obci Nebanice v okrese Cheb.

Stříbrný potok pramení v Přírodním parku Přebuz v Krušných horách, je levostranným přítokem Svatavy, do které ústí v obci Kraslice v okrese Sokolov.

Šitbořský potok pramení v Českém lese na úpatí Středního vrchu a je levostranným přítokem Lipoltovského potoka, do kterého ústí nedaleko obce Tuřany v okrese Cheb.

4.3 Geologie a geomorfologie vybraného území

Karlovarský kraj se nachází v Krušnohorské subprovincii, na jihozápadě malá část vstupuje do území Šumavské subprovincie a na jihovýchodě do Poberounské subprovincie.

Území je členěno na základní geomorfologické celky, které sdružují jednotky stejné či podobné struktury, geneze a vývoje reliéfu. Na území Karlovarského kraje je vymezeno 10 základních celků a výrazně se odlišují od ostatních:

Smrčiny – představují západní část Krušnohorské hornatiny: členitá pahorkatina tvořena různě metamorfovanými krystalickými břidlicemi, je místy prostoupena žulovým masivem a nachází se zde plochý zvlněný povrch.

Chebská pánev – nachází se v jihozápadní části Podkrušnohorské pánve, jedná se o tektonickou sníženinu českoleského směru. Nesouměrná propadlina starého paleogenního zarovnaného povrchu, tvořena jíly a písky zakrytými kvarténními sedimenty a uloženinami valdštejnského souvrství. Charakteristickým je pro toto území homogenní reliéf denudačních plošin, říčních teras s rozevřenými, místy asymetrickými údolními v povodí Odavy a Ohře, na západě se vyskytují vzácné neovulkanické tvary (Komorní hůrka, Cheb).

Krušné hory – tvoří plochou hornatinu s výškovou členitostí od 200 do 500 m, převažují horniny krušnohorského krystalinika a izolovaně se zachovaly denudační zbytky třetihorních lávových příkrovů. Krušné hory jsou jednostranně ukloněné kerné pohoří, s rozsáhlými zbytky zarovnaných povrchů. Nejvyšším bodem je Klínovec, 1244 m.n.m, v Jáchymovské hornatině.

Sokolovská pánev – tvoří střední část Podkrušnohorské pánve. Jedná se přibližně o 8 km širokou sníženinu. Převládají zde horniny oligocenního souvrství, z jehož odloží vystupují horniny krušnohorského krystalinika i pozdně variské migmatity. Jedná se o příkopovou propadlinu, jenž je omezena příkrými svahy, převažuje zde mírně zvlněný, erozně denudační reliéf, který je členěn tektonickými pohyby jednotlivých ker podél příčných a podélných poruch.

Slavkovský les – tvoří severní část Karlovarské vrchoviny. Jedná se o členitou vrchovinu z metamorfovaných a vyvřelých hornin – rul, žul, svorů, hadců a amfibolitů.

Nalezneme zde zbytky sopečných tvarů a ostrůvky třetihorních usazenin. Na severozápadní a jihozápadní části je vrchovina ohraničena vysokými zlomovými svahy, jež jsou rozřezány hlubokými údolními, ve střední části jsou zbytky zarovnaného povrchu a četné jsou minerální prameny, které vznikly na zlomech.

Doupovské hory – jedná se o plochu sopečné hornatiny kruhového tvaru, oddělují od sebe Sokolovskou a Mosteckou pánev a nejvyšší vrcholy obklopují oválnou sníženinu. Některé prameny uvádí, že se jedná o stratovulkán Novější poznatky však ukazují, že jde o komplex, který byl stvořen několika menšími sopkami.

Tepelská vrchovina – nachází se v jižní části Karlovarské vrchoviny a tvoří plochou vrchovinu. Převládají krystalické břidlice, s granitoidy a neovulkanity.

Následující oblasti zasahují do této oblasti pouze malou částí:

Rakovnická pahorkatina – tvoří severní část Plzeňské pahorkatiny, je velmi členitá, rozšířeny jsou zarovnané plochy, suky a četné tvary odnosu a zvětrávání žul. Místy se vyskytují výraznější svahy na zlomových liniích, na západní části nápadné vrchy na vulkanitech třetihor.

Podčeskoleská pahorkatina – členitá, kerná pahorkatina, jenž se nachází při úpatí Českého lesa. Charakteristickým znakem jsou rozsáhlé zbytky třetihorních zarovnaných povrchů, mělké tektonické kotliny, nízké suky a strukturní hřbítky.

Český les – jedná se o členitou vrchovinu, zčásti ploché hornatiny, kerného až klenbového typu. Povrch se sklání příkře k východu, místy se svahy na zlomových liniích. Velmi výrazný je přechod mezi Tachovskou brázdou, Chodskou pahorkatinou a Českým lesem (Karlovarský kraj ©2021).

4.4 Půdní poměry

Ze skupin půdních typů jsou na území nejrozšířenější:

- pseudogleje (31 %),
- kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly (28 %),
- kambizemě (20 %),
- gleje (9 %),
- kambizemě, rankery, litozemě (5 %),
- silně svažitě půdy (3 %),
- fluvizemě (3 %),
- regozemě (2 %) (VÚMOP ©2022).

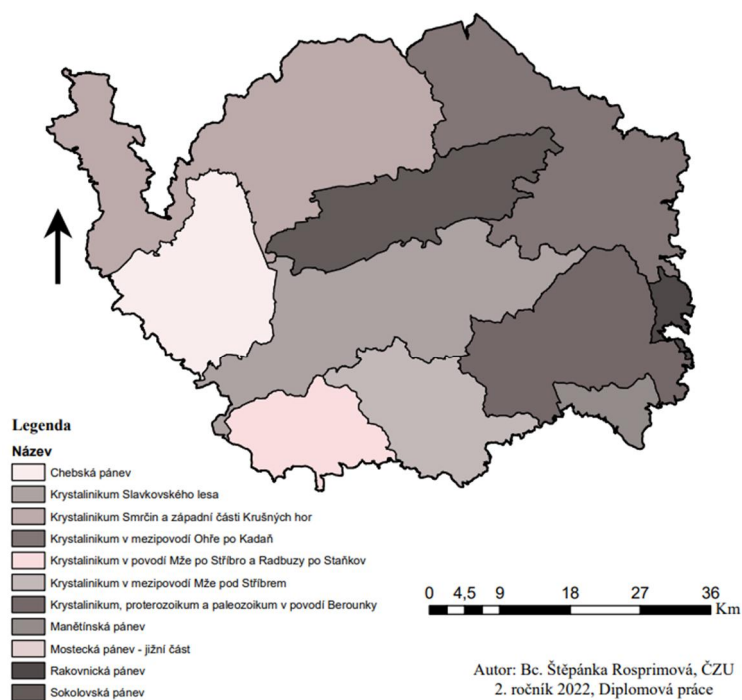
Z půdních typů převládají typy písčitohlinité až hlinitopísčité, na rašeliništích půdy organické a na glejích jílovitopísčité. Nejrozšířenější formou humusu je moder, ve vyšších polohách mor (Karlovarský kraj ©2021).

V roce 2020 podle Českého statistického úřadu, zaujímala v Karlovarském kraji zemědělská půda 124,3 ha, tedy 37,6 % rozlohy území kraje. Z toho 52,3 tis. ha zabírala orná půda, 42 % rozlohy (ČSÚ ©2020).

4.5 Hydrogeologické a hydrologické oblasti

Území Karlovarského kraje je členěno do 11 hydrogeologických rajónů. Hydrogeologické rajóny jsou definovány zákonem č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů, dále jen vodní zákon (Punčochář 2004). Jedná se o území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a oběhem podzemní vody. Hydrogeologický rajon je tvořen jedním nebo více kolektory a kolektorem se rozumí horninová vrstva nebo souvrství hornin s dostatečnou propustností, která umožňuje významnou spojitou akumulaci podzemní vody, její proudění či odběr. Podle pozice se hydrogeologické rajóny rozdělují do svrchní vrstvy kvartérních sedimentů a coniaků, základní a hlubinné vrstvy bazálního křídového kolektoru. Hydrogeologické rajony jsou v jednodušším pojetí vyjádřeny plochami ve výše uvedených třech horizontálních vrstvách. Hydrogeologické rajony jsou složeny z jednoho nebo více útvarů podzemních vod (MŽP ©2015).

Obrázek 2: Hydrogeologické rajóny Karlovarského kraje



Zdroj dat: vlastní zpracování dle ČHMÚ ©2021

4.6 Ochrana přírody

Jediným velkoplošným chráněným územím na území Karlovarského kraje je chráněná krajinná oblast Slavkovský les. Vyhlášena byla 3. května 1974 a její rozloha je 64 000 ha. Nachází se v Karlovarském a z malé části v Plzeňském kraji, přesahuje pouze necelými 3 % rozlohy. Jejím úkolem je ochrana krajiny jako vyváženého prostředí, zajišťující přírodní ozdravné vlivy, podmínky pro komplexní lázeňskou péči, neporušenost přírodních léčivých zdrojů a také ochranu typických znaků krajiny (Karlovarský kraj ©2021).

Cennými soubory přírodních stanovišť na území CHKO: blatková a horská vrchoviště, podmáčené a rašelinné smrčiny – oblast Kladské. Lesní, skalní, mokřadní a luční biotopy na hadcovém podloží, zachovalé porosty bukového stupně oblast Mariánských Lázní, Kynžvartu, Karlových Varů a kaňonu Ohře. Mezofilní luční enklávy oblast Bečova, Javorné, skalní stanoviště oblast kaňonu Ohře a Teplé, přechodová rašeliniště, slatiniště v pramenných pánvích a nivách drobných vodních toků, jež navazují na minerální vývěry (Karlovarský kraj ©2021).

Na území CHKO Slavkovský les, jsou vymezeny čtyři zóny ochrany, zastoupení a rozloha jednotlivých zón je uvedeno v následující tabulce. V I. zóně je uplatňována nejjemnější forma hospodaření s vyloučením zásahů do vodního režimu.

Tabulka 6: Zóny CHKO Slavkovský les

zóna:	zastoupení (%)	rozloha (ha)
I. zóna	9,96 %	61 km ²
II. zóna	29,51 %	180 km ²
III. zóna	46,1 %	282 km ²
IV. zóna	14,39 %	88 km ²

Zdroj: vlastní zpracování dle Karlovarský kraj © 2015

4.7 Vegetace

Z hlediska srážek a teplot jsou v Karlovarském kraji ideální podmínky pro smrk (*Picea*), jeřáb (*Sorbus*) a v nižších polohách pro buk (*Fagus*).

Dle fytogeografického členění území náleží do oreofytika a mezofytika, montánního a supramontánního vegetačního stupně s uniformní květenou, převládá zde střeoevropská lesní flóra středních a vyšších poloh.

Z hlediska typologie půd zde dominují řady kyselé (63 %), velmi významný podíl mají také řady ovlivněné vodou – oglejené, podmáčené a rašelinné (celkem 17 %).

Přirozená druhová skladba lesních porostů na zdejším území byla, vzhledem ke staletí trvající intenzivní exploataci, velmi výrazně změněna jak v druhové skladbě, tak v zastoupení ekotypů různých proveniencí. Zastoupení buku a jedle začalo klesat již na začátku kolonizace pohraničí, smíšené porosty se smrkem, jedlí a bukem byly postupně nahrazovány nepůvodními smrkovými monokulturami. Umělou obnovou také vznikly listnaté porosty vyskytující se na úbočí svahů ve východní části. Původně se zde rozprostíraly smíšené porosty, ve kterých jehličnaté složky postupně odumřely vlivem znečištění ovzduší. Nejpřirozenější lesní společenstva tak nalezneme na vrchovištních rašeliništích (Karlovarský kraj ©2021).

5 Literární rešerše

5.1 Historie geomorfologie

Definice geologie: věda o stavbě, složení a vývoji Země (endogenní a exogenní geologické procesy)

Definice geomorfologie: základní geografická disciplína, která studuje georeliéf jako jednu ze složek krajinné sféry (Grapes et al. 2008).

Vazby mezi geomorfologií a geologií sahají až do počátků vývoje Země, ale právě vývoji v pozdním osmnáctém století často připisujeme základy moderních vazeb mezi disciplínami. James Hutton bádá o prodloužení pozemského času a o procesech, při nichž dochází k erozi půdy a hornin ze země do moře. V roce 1802 Huttonův přítel John Plaifair nejen zachránil Huttonovy nápady z relativní neznámosti, ale přispěl originálními poznatky o povaze a chování říčních systémů. Intelektuální klima tehdejší doby však působilo proti ochotnému přijetí jejich názorů.

Charles Lyell se na základě poznatků poskytnutých Huttonem a Playfairem zabýval také otázkami prodlouženého pozemského času a eroze ve své známé a vlivné publikaci *Principy geologie*. Zdůraznil rozdílné erozní síly, které mohou mít řeky nebo moře na vrstvách různé tvrdosti a diskutoval o případech, kdy se říční systémy nerozdělovaly jednoduše jako větve stromu, ale protínaly vyšší terén nebo zabíraly erodované osy antiklinál (ohyb horninových vrstev či souboru hornin do oblouku nahoru) (Grapes et al. 2008).

Počátky fluviální geomorfologie můžeme připisovat do druhé poloviny 19. století (Šindlar 2012). Americký geomorfolog Dana se zabýval studiem rozdílů mezi nížinnými a horskými toky v aluviu ve Spojených státech amerických. Další Američan, Powell, se v roce 1875 pokusil o rozdělení vodních toků na základě horninového podloží. Vytvořil koncept erozní báze a společně s Gilbertem, který se zabýval studiem pohybu suti vlivem působení proudící vody, posílil geografický a geologický pohled na vodní toky. Následovala další práce amerických a ruských geomorfologů, která se již nevěnuje pouze vodnímu toku, ale využívají hydrologický přístup i k analýze povodí. Všechna tato práce se vztahovala k rozvoji oboru v 50. letech 20. století.

V 50. letech publikuje svou práci i jeden z nejvýznamnějších hydromorfologů, Robert Elmer Horton. Horton se ve svých studiích věnuje mimo jiné i vzniku a vývoji říčních systémů, kvantitativním fyzickogeografickým faktorům či topografii povodí (Horton 1945). Vytvořil také systém určování řádů toku, který se používá i v současnosti a který byl později upraven Strahlerem (Strahler 1957). Mimo jiné definoval několik zákonů o závislosti mezi velikostí povodí a řádem toku, délkou toku nebo počtem různých řádů.

V 80. letech minulého století dále docházelo k rozvoji aplikované fluviální geomorfologie, díky novým výzkumným metodám, díky spolupráci s jinými obory (zabývající se vodními ekosystémy) a také díky aktuálním společenským otázkám (Šindlar 2012). Velice řešeným tématem, zejména ve Spojených státech, se staly klasifikace geomorfologických typů vodních toků, z nichž je nejznámější Rossgenova klasifikace (Rossgen 1994) či Montgomeryho a Buffingtona (Buffington a Montgomery 1997).

První zmíněný autor vytvořil klasifikaci o několika úrovních:

- I. Úroveň:** tok na základě tvaru koryta a tvaru nivy přiřazen do jednoho z osmi základních typů, který je později blíže specifikován terénním průzkumem.
- II. Úroveň:** v druhé klasifikaci jsou vodní toky přiřazovány do jedné z osmi kategorií, tentokrát je však hodnotícím kritériem studium tvarů údolního dna a geomorfologických procesů v korytě.

5.2 Fluviální geomorfologie

Fluviální geomorfologie se snaží popisovat chování říčního systému a jeho reakce na změny vyvolané nejen člověkem ale zahrnuje i další zásahy, například povodně, aktivní sesuv zasahující do koryta bystřiny, měnící se klima. Newson a Sear se snaží definovat fluviální geomorfologii jako vědu, která sleduje všechny aspekty komplexně (Newson a Sear 1998). Z názvu je patrné, že je to disciplína na rozhraní i jiných vědních oborů – především tedy hydrologie a geomorfologie, ale je propojena i s biologickými vědami (dendrologie, hydrobiologie) či aplikovanými vědami (krajinné plánování, vodní hospodářství) a pro pochopení pohybu vody a sedimentů v krajině je zapotřebí i znalost fyziky. Často je do říčního systému zařazeno území celého povodí. Změny na vybrané ploše v důsledku hospodaření a ovlivňování krajiny člověkem výrazně ovlivní geomorfologické procesy ve vodním režimu.

Základem je pochopení, že krajina funguje jako systém pochodu a odezvy (příčina – následek). Zvýší-li se průtok v korytě, řeka začne unášet sedimenty či utrhne část břehu. Je také morfologickým systémem, který je sestaven z mnoha dílčích jednotek (koryto – niva – říční delta – svahy přilehlé ke korytu) a také kaskádovým systémem (jednoduše si představme pohyb vody a sedimentů v rámci vodního toku v závislosti v čase). Pochopení chování říčního systému je důležité pro efektivní využití krajiny, zachování pro budoucí generace či případnou nápravu ve formě revitalizací či renaturací. Vodní toky jsou velice zranitelným ekosystémem. Poskytují útočiště mnoha organismům, na druhou stranu jsou velmi intenzivně využívány jako zdroj pitné vody, energie, obživy. Udržují zásobu vody v krajině v období sucha, ale mohou představovat i přírodní hrozbu v podobě povodní (Galia 2017).

5.3 Historie úprav vodních toků v ČR

Prvními zaznamenanými úpravami vodních toků a niv bylo budování náhonů pro mlýny, pily, hamry a s tím související hrazení vodních toků jezy a stupni. Již od středověku začal člověk ovlivňovat vodní toky vzhledem k tomu, že postupně docházelo k osídlení téměř každého údolí. Rozsah prováděných úprav byl značný. Koryta vodních toků zatím nebyla tvarově ovlivněna, avšak jezy a stupně tvořily první migrační překážky pro vodní živočichy. Ve stejné době také docházelo k úpravě koryt za účelem plavení dřeva a říčních plaveb. V 19. století se díky rozvoji výroby a obchodu zvyšovala potřeba úprav toků pro plavební účely.

Významného rozsahu však nabyly technické úpravy vodních toků až po zemské povodni, která zasáhla území v roce 1890. Rozmach strojní techniky umožňoval první rozsáhlé změny vodních toků a niv. Docházelo k souvislému zkapacitňování celé sítě vodních toků v zájmu protipovodňové ochrany a zároveň docházelo k regulaci drobných vodních toků, spolu s odvodňováním zemědělských pozemků za účelem maximální produkce. Tak se ztrácely drobné vlásečnicové toky, drobné vodní plochy a prameniště. V 50. a 60. letech se rozvíjelo budování plošných odvodňovacích soustav spolu s kolektivizací a mechanizací zemědělství.

Regulace vodních toků a niv se bez dnešních známých negativních dopadů stávaly paradigmatem, často byly prováděny bez racionálního základu v zájmu plnění stanovených plánů. Postupně zasahovaly i do území, které nebylo pro intenzivní obhospodařování vhodné, přičemž docházelo k ničení cenných přírodních lokalit. Poslední výrazné regulace vodních toků a meliorace probíhaly v 70. a 80. letech 20. století, tyto regulace probíhaly ve vyspělých zemích celého světa (Just 2005).

5.4 Přírozené typy koryt vodních toků

Přírodní, respektive člověkem neovlivněné tvary a rozměry koryt představují přírozené hydromorfologické typy.

5.4.1 Divočící koryto

Divočící vodní toky se udržují ve vyšších horských a podhorských polohách a ve větších podélných sklonech s dostatkem štěrku a kamení. Jejich relativně mělká a široká, kamenitá či štěrková koryta jsou trasově spíše přímá s poměrně velkou přírozenou kapacitou, orientačně se uvádí kapacita až úrovně Q_2 (průtok v korytě bez vylití vody do inundace). Nutno však podotknout, že v porovnání s meandrujícím korytem se tato kapacita realizuje právě velkou šířkou koryta. Celá kapacita koryta se vyplní až za velkých průtoků, zatímco menší průtoky se rozeběhnou do více pramenů – tekoucích mezi štěrkovými lavicemi. Toto rozvětvení je proměnlivé, mezi jednotlivými průchody větších, korytotvorných průtoků obvykle nestačí štěrkový tvar koryta stabilizovat vegetace (Just 2018).

5.4.2 Přímé koryto

V sevřenějších údolích s větším podélným sklonem, která neumožní výraznější vlnění trasy toku, se vyvíjejí vodní toky s přímým korytem. Taková koryta bývají také bohatě vyplněna kamením a štěrkem, v užších, nepřehloubených údolích (přehloubené údolí – v minulosti výrazněji zahloubené údolí, později vyplněno splaveninami, v nichž se nyní vytváří koryto) často na dně vystupuje skalní podklad. Zatímco v divočících vodních tocích se kamenivo vlivem unášecích rychlostí proudící vody ustavují v korytě podélně, v přímých korytech se prosazuje spíše příčná poloha, jenž vytváří členitost dna koryta, pro níž je charakteristickým znakem střídání méně proudných úseků až tůní, štěrkových či kamenitých prahů (brodů) ve dně, vytvářející proudnější místa. Členitost dna odpovídá proudění, které postupuje vpřed v rytmickém střídání větších a menších podélných rychlostí, tedy s větší i menší unášecí silou (Just 2018).

5.4.3 Anastomózní koryto

Velmi vzácné jsou u nás nížinné vodní toky. U nich hluboká meandrace přejde ve větvení koryta se stabilními ostrovy, které stačí zarůst stromy lužního lesa. Někteří autoři pro tento typ toku používají termín anastomózní vodní toky. Tento výraz je anglosaského původu, vychází ale z řeckého výrazu, který můžeme přeložit pojmem „souústění“. Dříve u nás hojně vyskytované větvičí se vodní toky byly zničeny převážně technickými úpravami.

Prolínání prvků odpovídající různým hydromorfologickým typům a všelijaké nepravidelnosti, jsou přirozeným vývojem přírody. V naší krajině jsou běžné vodní toky, které přirozeně přechází z učebnicových morfologických vzorů či představují nedokonalé rozvinutí těchto typů (Just 2018).

5.4.4 Zvlněné koryto

Velmi rozšířená u nás je ne zcela vzorově rozvinutá meandrace. V tomto případě můžeme hovořit o zvlněných korytech. Tento termín lze použít také pro některé vodní toky, které sice neprošly novodobými technickými úpravami, ale utrpěly degradaci nevhodnou činností člověka. Typickým příkladem je napřimování koryt potoků a jejich posouvání k jedné straně údolí. Technické úpravy v zájmu úspor prostoru a dosažení soustředěné průtočné kapacity vytvářely příliš zahloubená koryta. Pro představu, poměr hloubky k šířce činí u našich přírodních meandrujících či zvlněných potoků orientačně 1:4–1:6, klasický meliorační lichoběžník je relativně hlubší, poměr hloubky k šířce se může přibližovat až k 1:2 a s nepřirozeně velkým zahloubením se pojí nepřirozeně velká průtočná kapacita. Technické úpravy většinou byly navrhovány v kapacitou na úrovni Q_2 a více.

Do terénu zaříznuté, nepřiměřeně zahloubené a zpravidla také nepřirozeně kapacitní koryto mívá oproti korytu mělkému a plochému nedostatky v těchto ohledech:

- přílišné odvodňování okolního zeminového prostředí
- příliš omezený prostor pro rozvoj ekologicky významných lokalit a forem tvarové členitosti, zejména v březích koryta (chybí prostor pro příbřežní mělčiny)

- za větších průtoků se proud soustřeďuje do větších rychlostí a pokud jim nepřekáží technické opevnění, koryto může podléhat nežádoucímu zahlubování
- soustředění povodňového proudění zrychluje postup povodňových vln, omezuje tlumivé povodňové rozlivy do niv, s možností zhoršení dopadů povodní na zastavěná území v nižší úrovni
- za přísušků poskytne hluboce zaříznutá koryta horší podmínky pro přežití vodních společenstev – s úbytkem průtoku se v ní rozsah zamokřeného a zavodněného prostředí výrazně redukuje, zatímco mělké, ploché koryto působí alespoň jako mokřý pás s nesouvislými tůněmi.

Nadměrně zahloubená koryta a odvodňovací zařízení zbytečně odvádí mělkou podzemní vodu říčních pásů, respektive niv. Tato ztráta nemusí v bilancích povodí a v rámci vodního režimu v krajině představovat výraznou položku. Podpora akumulace mělké podzemní vody změlčováním koryt je však důležitá vzhledem k tomu, že se jedná o vodu v daném prostoru bezprostředně dostupnou pro přírodní i kulturní společenstva, i pro místní zdroje vody. Na rozdíl od vody akumulované v nádržích, která musí být pro využití v ploše území distribuována.

Tendence snižovat hladinu mělké podzemní vody, mimo jiné i vlivem nepřírodně zahloubených koryt toků, také přispívá k degradaci půd – jejich odvodnění podporuje mineralizaci. Tento proces má více nevýhod, půda ztrácí schopnosti hospodaření nejen s živinami ale také s vodou. Odvodnění ve výsledku zhoršuje vodohospodářské vlastnosti půd (Just et al. 2020).

5.4.5 Meandrující koryto

Meandrující vodní toky se vyvíjí hlavně v širších nivách, v nižších polohách, s podélným sklonem údolnice orientačně do 2 % (1:50). Koryta mívají přirozenou kapacitu do úrovně Q_1 (n-jednoletá voda) nebo menší. Pro přírodně autentické revitalizační stavby meandrujících koryt se doporučuje kapacita koryta na úrovni Q_{30d} (třicetidenní voda). Jak se zdá, toto doporučení se rámcově osvědčuje (Q_1 představuje malou povodeň, Q_{30d} si lze představit jako bujarou vodu z jarního tání). Příčný řez meandrujícím korytem lze přirovnat k plochému pekáči, koryto je poměrně mělké (hladina vzhledem k okolnímu terénu) a široké. Pravidelné střídání hlubších, méně proudných pasáží a mělčích, kamenitých úseků, které se utváří v přímých korytech, v meandrujících tocích nabývá dokonalosti. Sled brodů a tůň se v nich vyvíjí ve sledu oblouků trasy, kdy typické místo poměrně hluboké tůně, se nachází v oblouku při nárazovém břehu a typické místo broduje v přechodu mezi dvěma, za sebou následujícími oblouky. Jak zvětšující se meandrující tok postupuje do menších podélných sklonů nížin, materiál brodů, jeseňů a celého dna se stává jemnějším. V množství usazujících se hlín, písků a jemných minerálních i organických usazenin relativně ubývá kamení a šterku. Na obrázku č. 3 můžeme vidět meandrující koryto Kamenického potoka, okres Sokolov.

Obrázek 3: Meandrující koryto Kamenického potoka, fotografie autor



5.5 Metodiky k hodnocení vodních toků vyvinuty v ČR

5.5.1 Metodika Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK)

Zmíněná metoda vychází z metodiky German Federal Institute of Hydrology (metodika LAWA) – původně sloužila k hodnocení úseků toků, které byly posuzovány jako referenční lokality, tedy s minimálním ovlivněním člověka. V roce 2005 však byly provedeny průzkumy na vybraných řekách v ČR, při kterých se zjistilo, že ji lze aplikovat také na tocích s inženýrskými úpravami (Demek et al. 2007).

Hlavní pozornost je věnována 3 funkcím vodního toku:

- dynamika toku (dynamická stabilita dna, morfologická dynamika)
- ekologie říčních stanovišť (členitost toku, kvalita habitatu)
- hydrologické charakteristiky (kolísání hladiny vodního toku, odtokové poměry)

Pro hodnocení těchto funkcí se používá 17 parametrů. Dělí se na prvky „ex situ“ (hodnocení v kanceláři – např.: proměnlivost toku, říční vzor) a „in situ“ (hodnocení v terénu – např.: tvar údolí, stabilita koryta), dále na parametry koryta břehů a nivy.

Délka zkoumaného úseku je rozdělena do 3 kategorií:

- malý tok: šířka koryta do 10 m, délka hodnoceného říčního úseku 200 m,
 - střední tok: šířka koryta 10 – 30 m, délka hodnoceného říčního úseku 500 m,
 - velký tok: šířka koryta více než 30 m, délka hodnoceného říčního úseku 1 km.
- (Demek et al. 2007).

5.5.2 Metodika Šindlar

Metodika, jejímž autorem je Šindlar, s.r.o., z roku 2008, slouží primárně k hodnocení míry antropogenních zásahů do vodních toků a údolních niv, lze ji však využít také k posuzování efektivity navrhovaných revitalizací, přijatelnosti hospodářských úprav a jiné. Byly vytvořeny 2 verze metody, jedna pro potřeby firmy Šindlar, s.r.o. a druhá, zjednodušená, pro širokou veřejnost. V obou případech se však jedná o časově náročnou metodu a zaškolení pozorovatele (Šindlar et al. 2008).

Princip metody spočívá ve srovnání současného a referenčního stavu, který představuje nejlepší možný stav bez omezení lidských aktivit. Prvním krokem při hodnocení je určení typu vodního toku, který se určí na základě srovnání hodnot průměrného ročního průtoku a podélného sklonu údolnice. Hodnocení se zaměřuje na koryto vodního toku a přilehlou nivu. Pozornost je věnována celkem 17 ukazatelům rozděleným do 4 skupin pro vodní tok a 6 ukazatelům rozdělených do 3 skupin pro nivu, které jsou podrobně uvedené v samostatné kapitole Metodika.

Každý uvedený parametr je hodnocen určitým počtem bodů. Dle výsledného počtu bodů, který se počítá zvlášť pro koryto a zvlášť pro nivu, je zkoumaný úsek přiřazen do jedné z hodnotících kategorií (Šindlar et al. 2008).

5.5.3 Metodika HEM

V roce 2014 byla provedena aktualizace metodiky označované zkratkou HEM - Hydroekologický monitoring.

Předmětem monitoringu a následného hodnocení jsou parametry rozdělené do tří zón sledovaného prostředí:

- parametry pro koryto,
- říční břehy (příbřežní zónu) a
- inundační území.

Pro koryto je definováno celkem 11 parametrů:

- charakter trasy toku,
- proměnlivost šířky koryta,
- proměnlivost zahloubení podélného profilu,
- proměnlivost hloubek v příčném profilu,
- dnový substrát,
- charakter dna,
- mrtvé dřevo v korytě toku,
- struktura dna,
- typ proudění,
- ovlivnění hydrologického režimu,
- podélná průchodnost koryta.

Pro říční břehy jsou definovány 3 parametry:

- charakter břehu,
- břehová vegetace,
- využití příbřežní zóny.

Pro inundační území jsou definovány 3 parametry:

- využití údolní nivy,
- průchodnost inundačního území.
- stabilita břehu a boční migrace koryta.

Jednotlivé parametry metodiky HEM byly dále rozřazeny do tří hydromorfologických složek kvality: hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky (Langhammer 2014).

5.6 Revitalizace a renaturace vodních toků

Revitalizací je označen zásah, který jednorázově mění charakter vodního toku do přírodě blízké podoby. Revitalizace může mít mnoho podob, nejčastější je situace, kdy se staré, technicky upravené koryto zasype či promění v nesouvislou řadu tůň a nahradí se novým, přírodě blízkým korytem. Nové koryto mívá ve srovnání s původním, podstatně menší hloubku a průtočnou kapacitu, je mnohem členitější, nejsou v něm použity technické typy opevnění, jako jsou tvárnice či dlažba. Součástí revitalizace je také obnova přírodě blízkého potočního, respektive říčního pásu, který koryto doprovází. Mohou se v něm neškodně rozlévat větší průtoky, může být do značné míry zamokřen a umožňuje tak rozvoj přirozené vegetace břehů a niv.

Renaturace upraveného vodního toku s sebou přináší soubor procesů, jimiž degraduje a technické úpravy ztrácí funkčnost. Stav vodního toku se přibližuje toku přírodnímu. Jde například o rozpad technického opevnění, zarůstání koryta, zanášení či jeho vymílání. Tyto procesy obnovují funkce koryta – členitost, v mnoha případech je změkčují a snižují jeho nepřirozeně velkou průtočnou kapacitu. V úsecích vodních toků, kde se technické úpravy projeví spíše negativně, mohou být renaturační procesy žádoucí. V sítích drobných vodních toků v horních částech povodí může být zarůstání a zanášení dřívě napřímených a uměle zahloubených koryt významným užitečným jevem. V těchto povodích mohou vznikat sice prostorově a časově omezené, avšak dynamické „bleskové“ povodně. Ty se shromažďují pomaleji a dosahují nižších kulminačních úrovní v členitých, malých a zarostlých potocích v porovnání s přímými, hlubokými a hladce vydlážděnými kanály. Samovolné renaturace jsou efektivní, mohou však selhávat či působit nepřiměřeně pomalu v úsecích vodních toků, které jsou příliš zahloubené (soustředěné průtoky mohou mít tendenci koryto dále zahlubovat) nebo jsou tyto toky opatřeny příliš odolným technickým opevněním (Just et al. 2020).

Revitalizace a renaturace v řadě případech mohou přinášet významné a funkční zlepšující efekty. Mohou se kombinovat s opatřením jiného charakteru a mohou zmenšovat nároky na opatření technická. Podstatné je i uvést, že na rozdíl od technických opatření (hráze, kapacitní koryta v obcích, suché poldry) jsou revitalizace a renaturace víceúčelové – přináší mnoho efektů pro přírodu, krajinu a pro jejich rekreační a pobytovou využitelnost.

5.6.1 Podpora a využití samovolných renaturací

V rámci celé republiky jsou renaturační procesy výkonným a efektivním „strojem“ na zlepšení ekologického stavu vodních toků. Zarůstání a zanášení technicky upravených koryt a rozpad technického opevnění se děje každý den bez vkládání finančních prostředků.

Jak již bylo zmíněno výše, renaturace mohou selhat u koryt, která jsou příliš zahloubena či vybavena příliš pevným technickým opevněním. Koryto, které bylo nadměrně zahloubeno, nadále soustřeďuje větší průtoky takovou měrou, že se nemůže změlčovat a zanášet, má však tendence dále se zahlubovat vymíláním. Pokud bylo v minulosti koryto nevhodně opevněno například tvárnicemi nebo různými typy plných tvarovek a přesto opevnění dlouhodobě funguje, byla sice v minulosti zamýšlená úprava provedena z technického hlediska kvalitně, ale renaturace na tomto toku se příliš neuplatní. Může se stát, že se někdy při povodni opevnění rozpadne, což se může stát vysloveně dominovým efektem. Zůstane však z koryta rumiště s troskami opevnění, které nelze nechat na pozvolné renaturaci. Z výše uvedeného vyplývá, že samovolná renaturace se nejlépe uplatní v korytech, která nebyla v minulosti opevněná tvarovkami, tvárnicemi či dlažbou a neprojevují tendenci vymílání do hloubky. V tocích příliš opevněných či hlubokých je zpravidla nutné začít zlepšovat ekologický stav nezbytným revitalizačním zásahem. Ten se nemůže omezit pouze na odstranění opevnění, protože takto obnažené koryto by podléhalo nežádoucímu vymílání do hloubky. Zároveň bývá zapotřebí změnit tvar koryta (změlčit, zmenšit, rozčlenit, zdrsnit), což se dá provést částečnými úpravami, ale někdy je lepší staré koryto zasypat a vedle vytvořit nové.

Zde však narazíme na nedořešené vodoprávní souvislosti. Dokud není technická úprava vodního toku úředně zrušena, měl by ji správce toku udržovat. Úřední zrušení nepotřebné či nežádoucí technické úpravy je proveditelné, nicméně stále dost komplikované, ve správě vodních toků se tedy používá ve velmi malé míře. Dodnes tedy v řadě případů dochází k udržování nepotřebné či nevhodné technické úpravy spíše z formálních důvodů. Je to tématem pro modernizaci stavebních a vodohospodářských předpisů. Renaturace jsou efektivním nástrojem prosazování požadavků evropské Rámcové směrnice. Této situaci by mohlo pomoci zavedení institutu tzv. rekolaudace úpravy toku na bezúdržbové dožití stavby

či na kontrolovanou, anebo částečně podporovanou postupnou transformaci technické úpravy do přírodě blízkých stavů (Just et al. 2020).

Obrázek 4: Potok Sázek, okres Cheb, fotografie autor



Na obrázku č. 4 je koryto potoka Sázek v okrese Cheb, v minulosti technicky upravené, jehož přírodní charakter se obnovuje formou přirozené renaturace.

5.6.2 Říční dřevo ve vodních tocích

V české terminologii je užíváno několik rozdílných pojmů, můžeme je však považovat za synonymní. Ve vodohospodářské praxi se můžeme setkat s pojmem splávní či plávní. Jedná se o libovolný, často drobný materiál organické povahy, rozmanitého původu (listí, větve, sláma), zde lze však zahrnout i odpad. Další pojem je plavená dřevní hmota (Šindlar 2008). Tento termín se používá pro větší dřevo, které se nachází v korytě či březích vodního toku, bylo unášeno vodou a má potenciál pro odplavení. Dalším pojmem je mrtvé dřevo, tento termín se nejvíce používá v rezortu ochrany přírody a krajiny. Pojem dřevní hmota představuje různé podoby dřeva, které mají vztah k potokům a řekám (Kožený et al. 2011).

Termíny plávní, splávní nebo plavená dřevní hmota jsou svým způsobem omezující, neboť poukazují na to, že dřevo bude či bylo přemístováno v říčním koridoru proudící vodou. Pohyb směrem po proudu však není nezbytným atributem dřeva ve vodním toku. Padlé kmeny mohou v říčním koridoru setrávat desítky i stovky let a nikdy nemusí být přeplaveny. Správnou podstatu tohoto jevu nevystihuje ani pojem mrtvé dřevo.

Obrázek 5: Mrtvé dřevo v korytě potoka Sázek, Skalná, fotografie autor



V korytech vodních toků se nachází i celá řada živých dřevin, které mají stejné nebo podobné účinky (hydraulické) stejně jako mrtvé dřevo. Pojem dřevní hmota je však příliš obecný a nijak nevynezuje, že se jedná o dřevo mající vztah k fluviálnímu prostředí. Pokud nahlédneme do zahraniční literatury, setkáme se s termínem „woody debris“. Tento termín se používá jako obecné pojmenování odumřelé dřevní biomasy, je pak třeba upřesnit, zda se jedná o materiál ve vodním toku nebo v jiném typu prostředí. S větším zaměřením na říční ekosystémy se v publikacích setkáme s termíny „large organic debris“ (velké organické zbytky), „large woody material“ (velký dřevní materiál), „large woody debris“ (velké dřevní zbytky) a „coarse woody debris“ (hrubé dřevní zbytky). Tyto typy jsou vymezeny minimálními rozměry, tloušťkou a délkou. Nejčastěji je hranice velikosti 10 cm pro tloušťku a 1 m pro délku, kusy dřeva této minimální velikosti jsou schopny plnit ekosystémové funkce a v říčních krajinách vyvolávat hmatatelné účinky (Máčka a Krejčí 2011).

Dalším kritériem pro definování říčního dřeva je živost či mrtvost stromu. Ve studiích, které se věnují dřevní hmotě v tocích se pracuje s kusy mrtvého dřeva (Piégay a Gurnell 1997, Schuett-Hames et al. 1999), někdy také s transportovanými, zmlazujícími kusy (Gurnell et al. a, b, 2000) či živými stromy (Penszak 1995, Wasklewicz 2001). Živé a zmlazující dřeviny by neměly být při studiích opomíjeny. Častým případem je dlouhodobé přežívání vitálních stromů nakloněných kmeny a korunami do koryta či živé stromy rostoucí přímo v korytě toku. Množství a funkce živého dřeva v korytě jsou odlišné než u dřeva mrtvého, tento vliv však nelze opomíjet. Hydrauliku proudění významným způsobem ovlivňují živé dřeviny (energie proudění), zachycují organický materiál a zmenšují efektivní šířku koryta, čímž zabraňují transportu volných kusů dřeva proudem.

5.6.3 Funkce dřevní hmoty v říčních ekosystémech

Říční dřevo je komponentou, která dokáže ovlivnit vzhled a fungování říčních ekosystémů podstatným způsobem. V jaké míře a jakým způsobem, závisí na celé řadě faktorů. Jedná se například o druh dřeviny, rozměry, stupeň rozkladu, pozici, zrnitost materiálů, které tvoří koryto či nivu. Vliv dřeva na vodní toky se začal zkoumat v 70. letech minulého století. V oblastech porostlých jehličnatými lesy, v severozápadní části USA (Oregon, Washington) (Swanson et al. 1976, Beschta 1979). Později pak začaly výzkumy i v jiných typech ekosystémů. Z výsledků studií vyplynulo, že říční dřevo plní mnoho funkcí:

- ovlivňuje transport splavenin (Bilby a Ward 1989)
- tvoří morfologii nivy a koryta (Nakamura a Swanson 1993),
- modifikuje hydrauliku proudění (Gippel 1995),
- přispívá ke vzniku biotopů (Maser a Sedel 1995, Beechie a Sibley 1997),
- má pozitivní vliv na populace skupin živočichů, zejména ryb a bezobratlých, vodních makrofyt a mikroorganismů (Lemly a Hildebrand 2000, Wright a Flecker 2004).

V minulosti byla dřevní hmota v korytech vodních toků považována za nežádoucí a zbytečný prvek, v Severní Americe dokonce panovala představa, že dřevo je migrační překážkou pro lososovité ryby a vysoce byla vnímána negativní role dřeva při povodňových situacích. Přestože v současné době je říční dřevo ceněno jako žádoucí součást říčních ekosystémů v zalesněných povodích, nelze přecházet nežádoucí dopady na lidskou společnost. Dřevo může zhoršit průběh povodní tím, že blokuje určitou část průtočného profilu a způsobí pak vylití vody z koryta. Při povodních pak bývají méně stabilní kusy unášeny po proudu a zachytávají se na vodních stavbách. Dřevo, které se zachytí na profilech mostů, zužuje průtočný profil a následně dojde ke zrychlení proudění a podemílání mostní konstrukce. Pokud dřevo vyvolá vzduť hladiny, dojde ke zvýšenému statickému namáhání stavby s možností porušení stability (Diehl 1997, Kothyari a Ranga Raju 2001). Dalším z možných problematických aspektů je přítomnost dřeva ve vodních tocích a ztěžování říční plavby (Gurnell et al. 2002, Piégay 2003). Z uvedeného důvodu dřevo bývá soustavně odstraňováno.

Z hlediska geomorfologického účinku se dřevo projevuje těmito způsoby: ovlivňuje zachytávání a pohyb splavenin, modifikuje dynamiku fluviálních procesů, přetváří morfologii koryta. Přímé i nepřímé účinky se projevují v tocích napříč všemi prostorovými měřítky od těch nejmenších korytových jednotek (lavice, tůň), přes říční úseky, údolní dno až po celou říční krajinu (Máčka a Krejčí 2011).

Obrázek 6: Kořeny stromů stabilizující břeh potoka Sázek, fotografie autor



Obrázek 7: Stromy stabilizující břeh Jáchymovského potoka, fotografie autor



5.7 Metodika pro výběr vhodných opatření pro zadržení vody v krajině

V České republice byl vytvořen strategický dokument „Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky“ meziresortní komisí VODA-SUCHO, která svou činnost zahájila v polovině roku 2014. Součástí této koncepce je seznam plošných a liniových opatření na zemědělské a lesní půdě, opatření na vodních tocích a údolních nivách. Byl vytvořen katalog přírodě blízkých opatření, která jsou vhodná pro zvýšení retence vody v krajině a zároveň zlepšení nebo zachování dobrého ekologického stavu vodních útvarů. Cílem metodiky je poskytnout návod pro státní správu, samosprávy, jako osvěta pro odbornou laickou veřejnost ale i pro územní plánování, zpracovatele studií proveditelnosti i projektanty pozemkových úprav, a to v libovolné lokalitě v České republice.

Katalog poskytne utříděný náhled na:

- plošná opatření na zemědělské půdě,
- biotechnická opatření,
- malé vodní nádrže,
- opatření v lesích,
- opatření na tocích a nivách,
- agrolesnická opatření a
- hospodaření s dešťovou vodou (Dzuráková et al. 2018)

5.8 Opatření ke zvýšení retence vody

Cílovým stavem revitalizačních opatření je akumulace a retence vody v korytě a nivě. Akumulace vody v povodí je běžné zadržování vody, významné v horizontu sezóny, roku či několika let. Množství vody akumulováno v povodí je významné pro zásobování vodou z hlediska výskytu sucha. Zásadní položkou akumulace v povodí je zadržování vody ve zvodnělých vrstvách půd, zemin a hornin. Retence vody, v ploše povodí, nivě či korytě vodního toku je zadržování odtoků, časově významné v horizontu povodňové události. Funkčně lze rozlišit statickou retenci v terénních prohlubních a nádržích nebo dynamickou retenci v plochách povodí, korytech či nivách.

Technické úpravy dříve zmenšovaly prostor koryt, potočních a říčních pásů a zaplavitelných niv. Šířka byla nahrazována zahlubováním a vyhlazováním koryt. Revitalizace nyní míří k obnově většího půdorysného rozsahu koryt. Hlavním zájmem je tedy rozšiřování koryt, obnova šířky meandrových pásů a obnova přirozeně zaplavitelných povodňových perimetrů. V situacích, kdy půdorysný rozsah celého koryta nelze změnit, se týká požadavek většího prostorového rozsahu alespoň kynety, která vede běžné průtoky.

Široce a mělce rozvolněné koryto umožňuje rozvoj ekologicky cenných prostor, například korytní mělčiny, lavice naplavenin, vegetací nestabilizované zóny běžného kolísání hladiny a povrchy v blízkosti koryta, inicializované povodněmi. Čím větší bude prostorový rozsah přírodě blízkých koryt a niv, tím více budeme mít příležitostí pro různé formy života, které jsou vázány na vodní prostředí. Tím více je také místa pro přirozenou formu akumulace a retence vody (Just et al. 2020).

Vhodné návrhy ochranných opatření v krajině plní vždy řadu funkcí: protipovodňovou, protierozní, ekologickou a ochranu před suchem. Tato opatření zásadně podporují ochranu krajinných systémů a jejich obnovu v místech narušení způsobeného převážně lidskou činností.

Vhodně navržená opatření ochrany před erozí a povodněmi mají pozitivní vliv při ochraně před následky sucha, protože ochrana povodí sleduje tyto cíle:

- omezení soustředění odtoku do stružek, podpořit jeho rozptyl,
- prodloužit dobu retence vody v ploše povodí na maximální dobu,
- zpomalit a odvést povrchový odtok vody tak, aby nenabyl unášecí síly schopné smývat půdu,
- podpořit maximální vsakování vody do půdy.

Omezením délky svahu, zkrácením dráhy odtoku, snížením rizika vzniku soustředěného povrchového odtoku a snížením rychlosti i objemu spolu velmi úzce souvisí a jedná se o funkce především liniových biotechnických opatření. Zvýšení vsaku vody do půdy a prodloužení doby infiltrace závisí jak na stavu půdy (nakypřená půda vodu lépe vsákne oproti půdě zhutnělé), tak na zpomalení povrchového odtoku a krajinném pokryvu. Degradace a narušení půdy hrozí zejména u půdy, která není chráněná krajinným pokryvem. Řešením jsou opatření, jejichž součástí je zatravnění či jiná ochrana půdního povrchu. S ohledem na výše uvedené jsou vhodnými krajinnými prvky, které udrží vodu v krajině, zasakovací prvky. Ty splní hlavní aspekty pro zmírnění účinků sucha – zpomalí povrchový odtok, prodlouží dobu vsaku a podpoří infiltraci. Jedná se především o zasakovací průlehy, příkopy a pásy, hrázky s průlehy, přehrážky v údolnicích. Tyto prvky je vhodné doplnit travnatým pásem s doprovodnou zelení, čímž zvýšíme i jejich ekologickou funkci a mohou být zahrnuty do územního systému ekologické stability.

Plošná opatření na zemědělských půdách jsou žádoucí ve všech ohledech. Z hlediska řešení problematiky sucha je důležité zvýšení infiltrace a jejich vliv na zpomalení povrchového odtoku. Pro velkou část opatření na orné půdě platí, že zlepší vodní režim v půdě a omezí důsledky eroze, což sníží nežádoucí vnos erodovaných částic a na ně vázaných polutantů do vodních toků, což má pozitivní vliv na vodní organismy a ekologický stav toku. Při navrhování opatření pro zadržení vody v krajině je vhodné vycházet z historických podkladů, které znázorňují místa původního umístění krajinných prvků před kolektivizací, při které docházelo k rozorávání mezí, polních cest, mokřadů a obnovovat je (Dzuráková et al. 2017).

Pro správné fungování krajiny jako celku je důležitý příznivý stav vodního toku a jeho nivy. Tato opatření lze provádět jak na potocích, tak na velkých vodních tocích. S ohledem na rozdílnost území je třeba brát ohledy k opatřením na zastavěném území, kde na prvním místě je ochrana osob a majetku, a mimo zastavěné území. Zde bychom měli podpořit malou kapacitu toků a tlumivé rozlévání při povodních v blízkých nivách. Říční nivy poskytují celou řadu ekosystémových služeb. Infiltrují a zadržují vodu, omezují povodně, doplňují podzemní zásoby vod a tvoří habitáty pro živočichy (Soukup 2006).

Mezi opatření v nivách, mimo zastavěná území řadíme:

- revitalizace vodních toků
- retenční objekty
- revitalizace starých, tvorba aktivních, postranních tůní, ramen a
- udržení zaplavovaných niv v určité míře.

Mezi další opatření řadíme samovolnou renaturaci, protože v dnešní době je okolí vodních toků velmi intenzivně obděláváno s cílem maximální produkce, bez ohledů na budoucí vývoj krajiny.

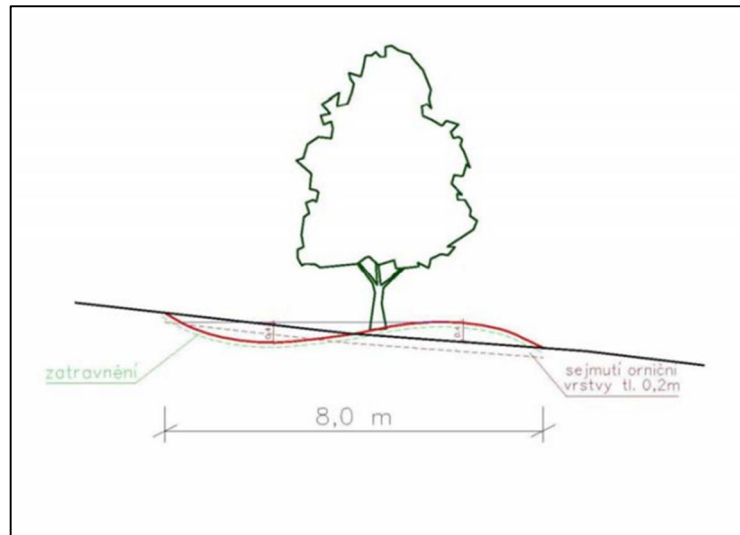
Ke zlepšení hydrologických vlastností krajiny jako celku je zapotřebí, aby docházelo k retenci vody v povodí či krajině celkově.

Hlavní mechanismy retence vody v krajině:

- větší zastoupení lesů či mokřadů (horizontální srážky),
- přechod z monokultur jehličnanů na polykultury listnaných stromů,
- dočasná povrchová retence – tvorba retenčních prostor.

Zajímavým opatřením jsou tzv. limanové zdrže. V těchto limanech se zachytí povrchový odtok (buduje se v dráze soustředěného odtoku). V krajině zamezí příliš rychlému odtoku vody z území, zvýší její retenci a infiltraci. Zde jsou však nutné terénní urovnávky, tvorba depresí. Mohou se vyskytovat jednotlivě i kaskádovitě. Při návrhu tohoto opatření je třeba brát ohled na sklonitost krajiny (Soukup 2006).

Obrázek 8: Návrh limanové zdrže, příčný řez



Zdroj: Agroprojekce Litomyšl, s.r.o.

6 Terénní výzkum

Autoři několika metodik hydromorfologického hodnocení, doporučují realizovat terénní výzkumy brzy z jara, na podzim či v zimním období. Průzkumu a dostupnosti vodních toků nebrání vegetační kryt a díky nízkému stavu vodních toků je možné pozorovat i výskyt tůní či mělčin. Důležité je ale zmínit, že nedílnou součástí téměř všech metodik, je hodnocení vegetace. Je tedy nutné zrealizovat průzkum v době nízkých stavů, kdy je ale zároveň možné provést i hodnocení vegetačního krytu, případně se na úseky vracet a provést průzkum v několika různých obdobích.

Dálkovým průzkumem celosvětového modelu krajinného pokryvu (vrstva v aplikaci ArcMap – Land Cover), toho do detailu moc nezjistíme. Zde jsou k dispozici pouze údaje využití půdy (les, orná půda, městská zástavba). Pro tyto detaily je nezbytné provést terénní průzkum, nejlépe v několika různých obdobích. Při zpracovávání této práce byla zvolena možnost realizace průzkumu v létě, na podzim a znovu na jaře.

Délka úseků bývá proměnlivá, dle stupně morfologické stejnorodosti. Minimální doporučená délka zvoleného úseku u malých vodních toků s šířkou koryta do 10 metrů je 100 metrů, u středních toků s šířkou koryta do 30 metrů je to 500 metrů a u velkých vodních toků koryta přesahující šířku 30 metrů je to až 1 kilometr. Tyto uvedené hodnoty mají pouze informační charakter (MŽP ©2008). Při tomto průzkumu byly zvoleny úseky o délce 250 m v různých typech krajiny, zvláštní pozornost byla věnovaná úsekům v zemědělské krajině.

Terénní průzkum probíhal zapisováním informací do formuláře (sledované parametry z kapitoly Metodika, tabulka č. 1 a 2) a pořizováním fotografií. Důležité bylo pořizovat fotografie po proudu vodního toku, proti proudu vodního toku, fotografie pravého a levého břehu a doplňkové fotografie, a to z důvodu, že se tok nehodnotí přímo v terénu. Takto zdokumentovaný tok byl následně zadáván do projektu a všechny tyto vstupní hodnoty byly následně vyhodnoceny.

Tabulka 7: Klasifikace hydromorfologického stavu toku

Klasifikace hydromorfologického stavu	Označení barvou	Označení Písmeny	Hydromorfologický stav [%]
Velmi dobrý	Modrá	A	100 – 80 %
Dobrý	Zelená	B	80 – 60 %
Střední	Žlutá	C	60 – 40 %
Poškozený	Oranžová	D	40 – 20 %
Zničený	Červená	E	20 – 0 %

Zdroj: www.fluvialmorphology.cz

Vyhodnocené toky byly klasifikovány dle dosažených výsledků z průzkumu dle tabulky č. 8 a následně uvedené parametry byly zařazeny do škály, jak moc ovlivňují hydromorfologický stav toku a nivy. Parametrům bude přiřazena hodnota:

- 1 – bez vlivu,
- 2 – malý vliv,
- 3 – střední vliv,
- 4 – velký vliv a
- 5 – extrémní vliv.

7 Výsledky terénního průzkumu a hodnocení toků

7.1 Vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků

Pro hydromorfologické hodnocení jsou k dispozici 4 metodiky, v této diplomové práci byla zvolena metodika MŽP a vyhodnocovací software fluvialmorphology.cz. Bylo vytipováno 5 vodních toků, následně bylo zvoleno na každém toku tři až pět úseků o délce 250 metrů. Ze vstupních údajů vyšly výsledky, které jsou okomentovány a zobrazeny na grafu ke každé části toku, výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 9 na konci výsledků z jednotlivých lokalit. K jednotlivým lokalitám byla pořizována sada fotografií (celkem asi 200 ks fotografií) a to kvůli hodnocení v aplikaci pro připomenutí detailů na jednotlivých úsecích.

7.1.1 Jáchymovský potok

Jáchymovský potok byl hodnocen na 5 úsecích o délce 250 m. Tok protéká: smíšeným (1,535 km) a jehličnatým lesem (2,262 km), průmyslovou zónou (2,236 km), městskou zástavbou (3,983 km) a zemědělsky využívanou půdou s plochami přirozené vegetace (1,027 km).

Jáchymovský potok, úsek č. 1:

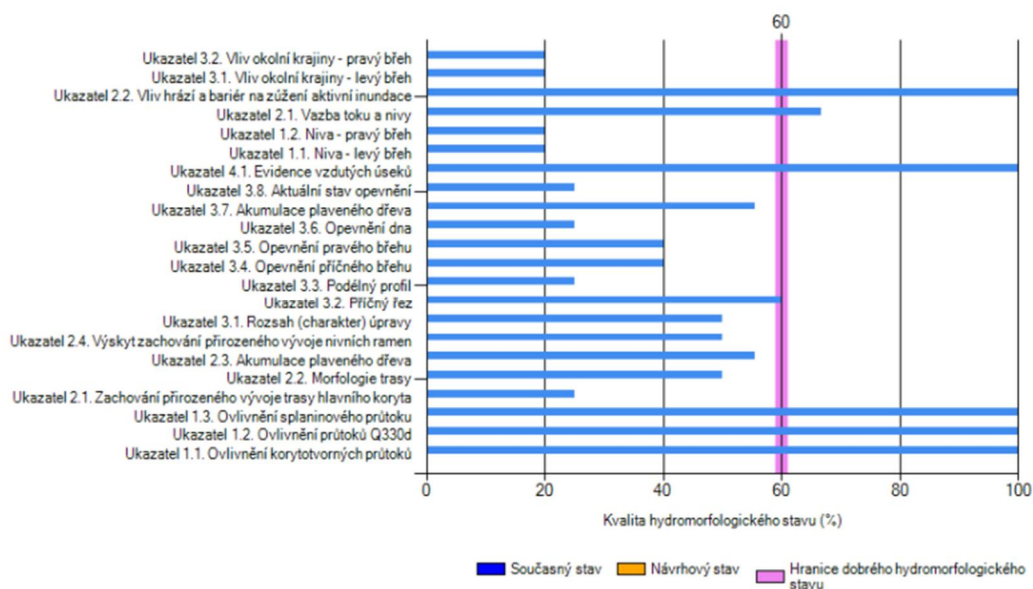
Obrázek 9: Jáchymovský potok, úsek č. 1, fotografie autor



Současný stav dle metodiky MŽP: Hydromorfologický stav toku: 58 %

Hydromorfologický stav nivy: 38 %

Obrázek 10: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 1



Zdroj: Fluvialmorphology.cz

Zvolený úsek se nachází v intravilánu obce Ostrov nad Ohří. Geomorfologický typ vodního toku náleží typu větvení šterkonosného vinoucího se koryta pod zkratkou GB. Hydrologický a splaveninový režim na zvoleném úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto souvisle opevněno dlažbou z lomového kamene, opevnění je viditelné a pomalu zarůstá, dno je místy pokryto drobným šterkem. Výskyt dřevní hmoty ve vodním toku je sporadický. Okolí toku tvoří místy bříza bělokorá (*Betula pendula*), dub letní (*Quercus robur*) a bylinná vegetace.

Úsek dle Metodiky MŽP nedosahuje 60 % potenciálu, stav toku je střední a niva zvoleného úseku je poškozená. Tok je extrémně ovlivněn zejména kvůli intravilánu obce. Technické úpravy koryta jsou zde pro převedení povodňových průtoků, povodňová vlna však bývá na regulovaném toku prudší a větší. Tento parametr by zlepšilo opatření, kterým se stane vodní tok členitějším – přirozená niva toku by zpomalila a zmírnila povodňovou vlnu rozlivem vody do krajiny a ochránila by tak i lidská sídla v okolí toku, tok by pak dosahoval lepšího hydromorfologického stavu.

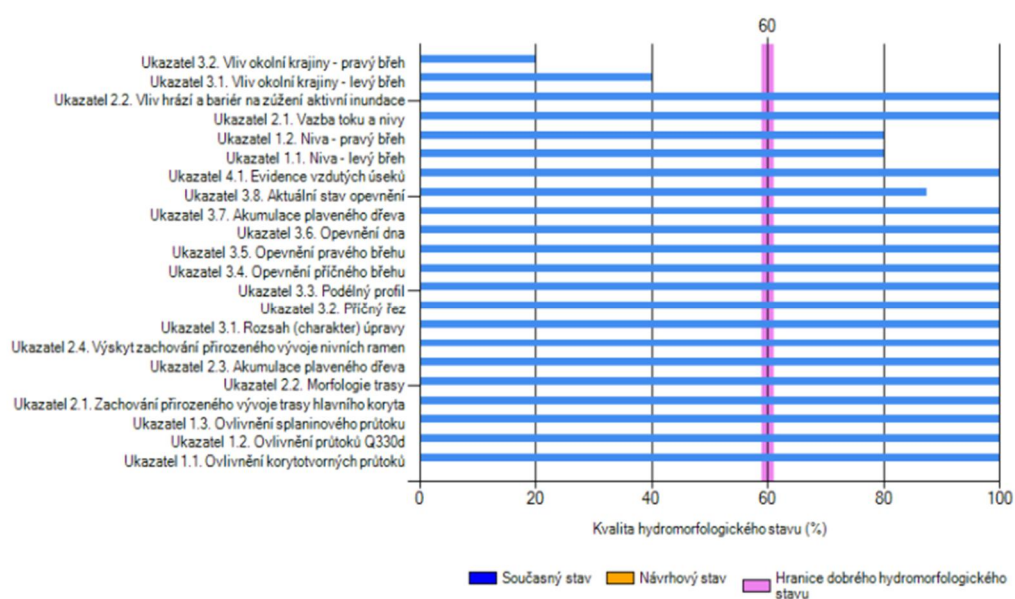
Jáchymovský potok, úsek č. 2:

Obrázek 11: Jáchymovský potok, úsek č. 2, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 99 %
 Hydromorfologický stav nivy: 85 %

Obrázek 12: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 2



Zdroj: fluvialmorfology.cz

Úsek č. 2 Jáchymovského potoka se nachází v zemědělské oblasti Dolního Žďáru. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení anastomózní větvení meandrujícího nebo vinoucího se koryta pod zkratkou AB. Hydrologický a splaveninový režim není ovlivněn, v tomto úseku je koryto v přírodním stavu, dno je tvořeno hrubozrným materiálem, balvany a valouny. Dřevní hmota se hojně vyskytuje v konkávách a konvexních březích.

Okolí toku místy tvoří smrk pichlavý (*Picea pungens*), dub letní (*Quercus robur*) a bylinná vegetace.

Úsek dle Metodiky MŽP přesahuje 60 % potenciálu, stav toku i nivy je velmi dobrý. Tok je středně ovlivněn okolní zemědělskou krajinou (vliv má na parametr č. 3.1, 3.2).

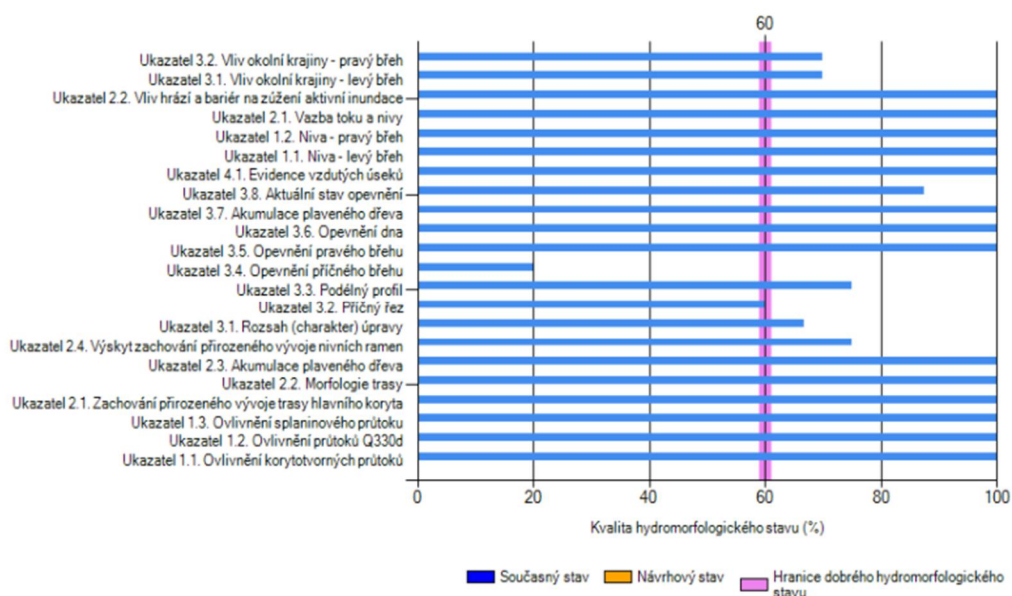
Jáchymovský potok, úsek č. 3:

Obrázek 13: Jáchymovský potok, úsek č. 3, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 86 %
 Hydromorfologický stav nivy: 97 %

Obrázek 14: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 3



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 3 Jáchymovského potoka se nachází v oblasti Jáchymov. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení větvení štěrkonosného vinoucího se koryta pod zkratkou GB. Hydrologický a splavinový režim není ovlivněn. V tomto úseku je přírodní koryto, tvořeno skalním podložím, hrubozrným materiálem, balvany a valouny, místy drobným štěrkem. Hojný výskyt dřevní hmoty ve vodním toku. Část levého břehu je opevněna opěrnou zdí (cca 7 metrů).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

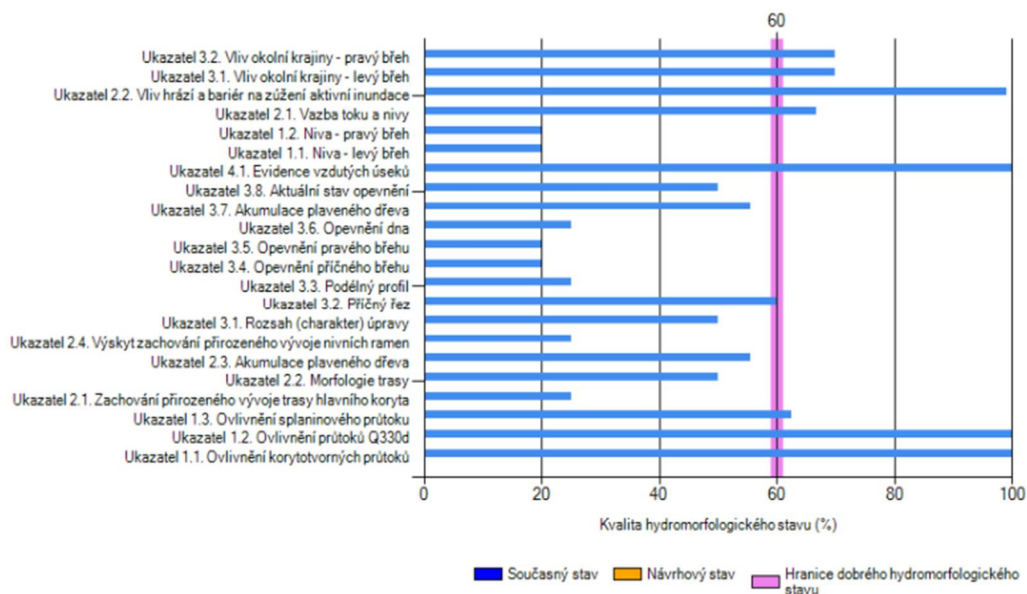
Jáchymovský potok, úsek č. 4:

Obrázek 15: Jáchymovský potok, úsek č. 4, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 47 %
 Hydromorfologický stav nivy: 45 %

Obrázek 16: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 4



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 4 Jáchymovského potoka se nachází v oblasti Jáchymov. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení větvení šterkonosného vinoucího se koryta pod zkratkou GB. Hydrologický a splavinový režim je ovlivněn ČOV s celkovou kapacitou pro 10 000 EO. V tomto úseku je koryto tvořeno opěrnými zdmi a dno je souvisle opevněno, v toku se nevyskytuje dřevní hmota (nebo velmi sporadicky). Technické úpravy mají extrémní vliv na hydromorfologii toku v tomto úseku.

Okolí toku tvoří smrk pichlavý (*Picea pungens*), dub letní (*Quercus robur*).

Úsek dle Metodiky MŽP nedosahuje 60 % potenciálu, stav toku i nivy je střední.

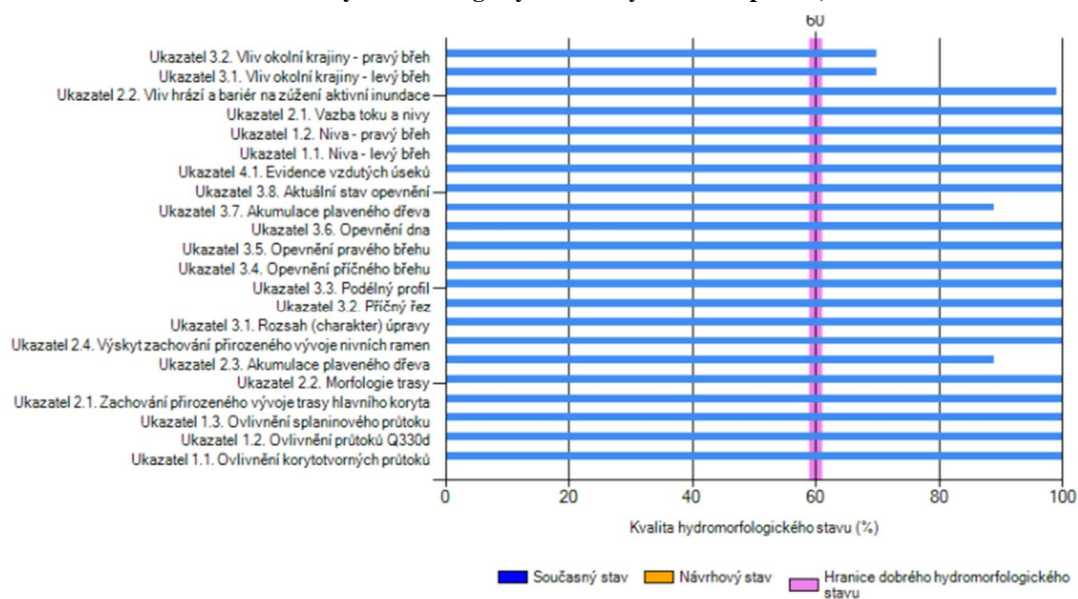
Jáchymovský potok, úsek č. 5:

Obrázek 17: Jáchymovský potok, úsek č. 5, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 99 %
 Hydromorfologický stav nivy: 95 %

Obrázek 18: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 5



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 5 Jáchymovského potoka se nachází v oblasti Jáchymov. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení větvení šterkonosného vinoucího se koryta pod zkratkou GB. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto tvořeno hrubozrným materiálem, balvany a valouny, místy drobným šterkem.

Okolí toku tvoří smrk pichlavý (*Picea pungens*), dub letní (*Quercus robur*).

Úsek dle Metodiky MŽP přesahuje 60 % potenciálu, stav je hodnocen jako velmi dobrý.

7.1.2 Lužní potok

Lužní potok, jehož hodnocení proběhlo na úseku 1, 2 a 3. Tok protéká: pastvinami (2,276 km), jehličnatým lesem a smíšeným lesem (1,833 km) a zemědělsky využívanou půdou s plochami přirozené vegetace (7,965 km).

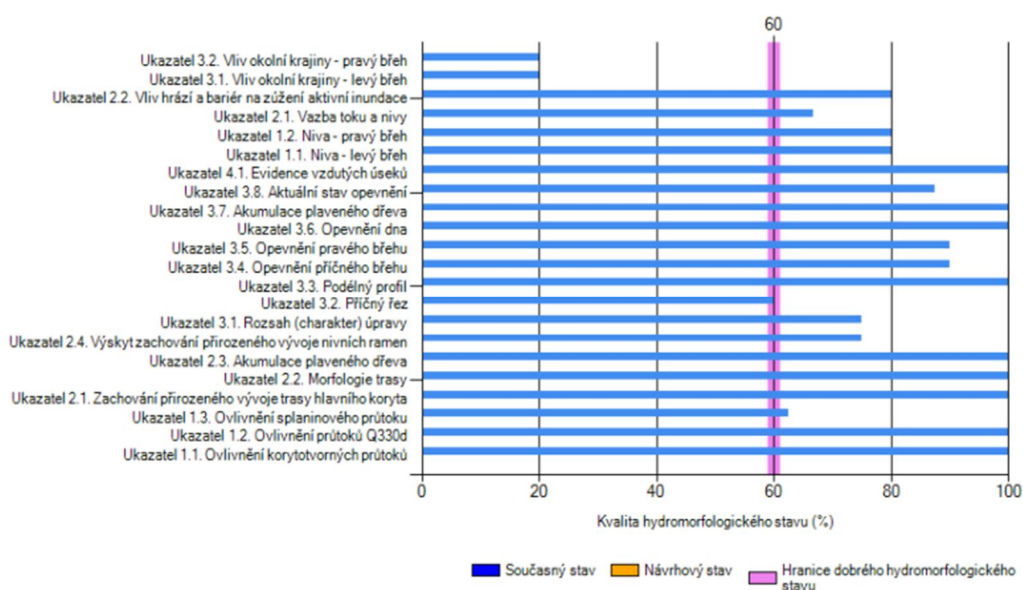
Lužní potok, úsek č. 1:

Obrázek 19: Lužní potok, úsek č. 1, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 79 %
 Hydromorfologický stav nivy: 63 %

Obrázek 20: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 1



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 1 Lužního potoka se nachází v obci Křižovatka. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Místy tento tok vykazuje mokřadní charakter. Dle kritéria 1. je tento úsek negativně ovlivněn nádrží Křižovatka, svým charakterem významně ovlivňuje chod splavenin.

Velký vliv na vodní tok má okolní zemědělská krajina a zároveň fakt, že tok obtéká intravilán obce, zároveň se na tomto úseku nachází most o šířce 6 metrů, délce 12 metrů a výšce cca 2 metry – což podle kritéria č. 2 způsobuje zúžení aktivní inundace.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), bezkoleneč rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*).

Dle metodiky MŽP je stav toku velmi dobrý a stav nivy dobrý.

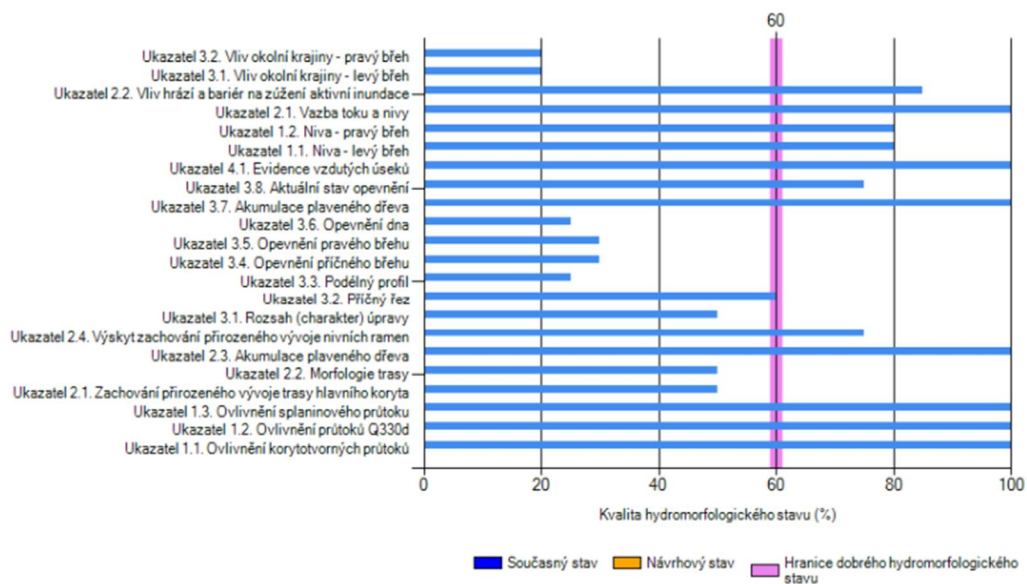
Lužní potok, úsek č. 2:

Obrázek 21: Lužní potok, úsek č. 2, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 54 %
 Hydromorfologický stav nivy: 77 %

Obrázek 22: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 2



Zdroj: fluvialmorfolgy.cz

Úsek č. 2 Lužního potoka se nachází v obci Křižovatka. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto technicky upraveno a napřímeno – dno je souvisle upraveno betonovými tvárnicemi, místy jsou zarostlé a nejsou vidět. Tok je výrazně ovlivněn okolní zemědělskou krajinou. Na toku se nacházejí 2 mostky, které rovněž mají vliv na zúžení aktivní inundace.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*).

Dle metodiky MŽP stav toku nedosahuje 60 % stavu potenciálu, hodnocen je jako střední. Stav nivy je dle metodiky dobrý.

Tento úsek extrémně ovlivňuje (snižuje) hladinu podzemní vody v krajině, rovněž i kritérium č. 3, na tomto úseku bude prováděno návrhové opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu a opatření ke zvýšení retence vody v povodí.

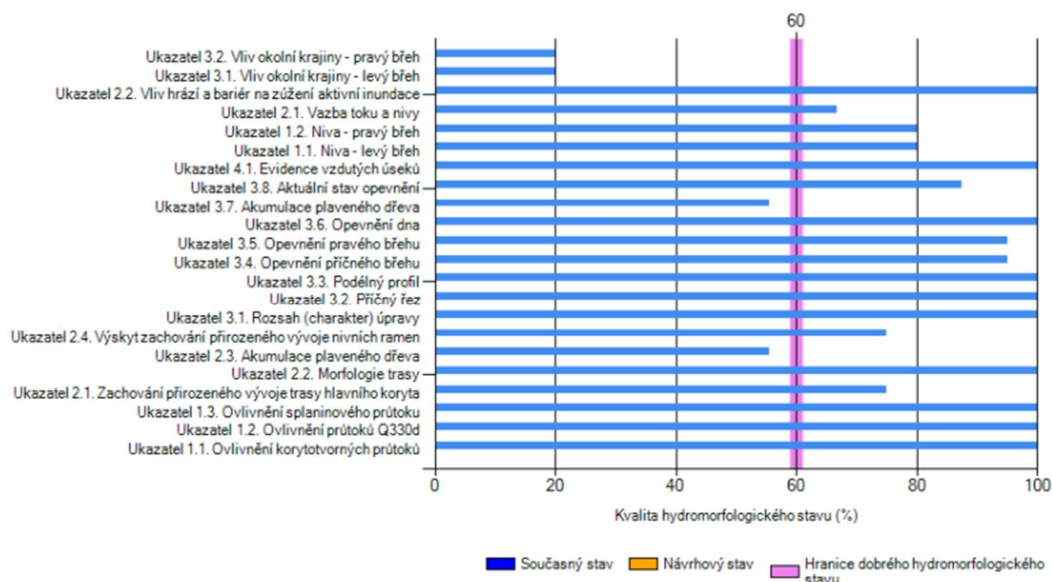
Lužní potok, úsek č. 3:

Obrázek 23: Lužní potok, úsek č. 3, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 85 %
 Hydromorfologický stav nivy: 70 %

Obrázek 24: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 3



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 3 Lužního potoka se nachází v obci Křižovatka. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splavinový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku koryto není technicky upraveno, břehy jsou tvořeny bylinnou vegetací a místy se vyskytuje živá i mrtvá dřevní hmota.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), bezkolenc rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*).

Dle metodiky MŽP je stav toku hodnocen jako velmi dobrý a stav nivy dobrý. Na tento úsek má velký vliv okolní zemědělská krajina.

7.1.3 Stříbrný potok

Stříbrný potok, jehož hodnocení proběhlo na území Stříbrná, okres Sokolov. Tok protéká: městskou zástavbou (4,998 km), zemědělsky využívanou půdou s významnými plochami přirozené vegetace (2,980 km) a jehličnatým lesem (4,332 km).

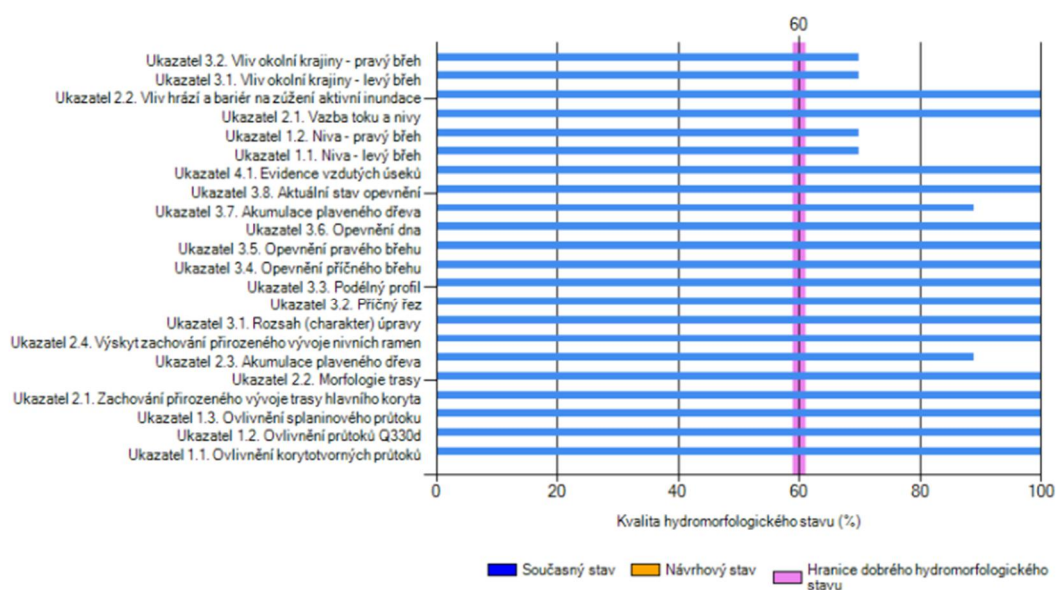
Stříbrný potok, úsek č. 1:

Obrázek 25: Stříbrný potok, úsek č. 1, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 100 %
 Hydromorfologický stav nivy: 87 %

Obrázek 26: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 1



Zdroj: fluvialmorfolgy.cz

Úsek č. 1 Stříbrného potoka se nachází v obci Stříbrná. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto tvořeno hrubozrným materiálem, balvany, valouny a štěrkem s pískem. Výskyt dřevní hmoty je značný.

V okolí vodního toku se vyskytuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*),

Dle metodiky MŽP je stav toku velmi dobrý a stav nivy rovněž velmi dobrý. Dle kritéria 1 a 3 (Ukazatele pro nivu) vodní tok i nivu středně ovlivňují úseky nivy v lesním komplexu. Tento parametr nijak nesnižuje kvalitu toku i nivy v tomto úseku.

Stříbrný potok, úsek č. 2:

Obrázek 27: Stříbrný potok, úsek č. 2, fotografie autor

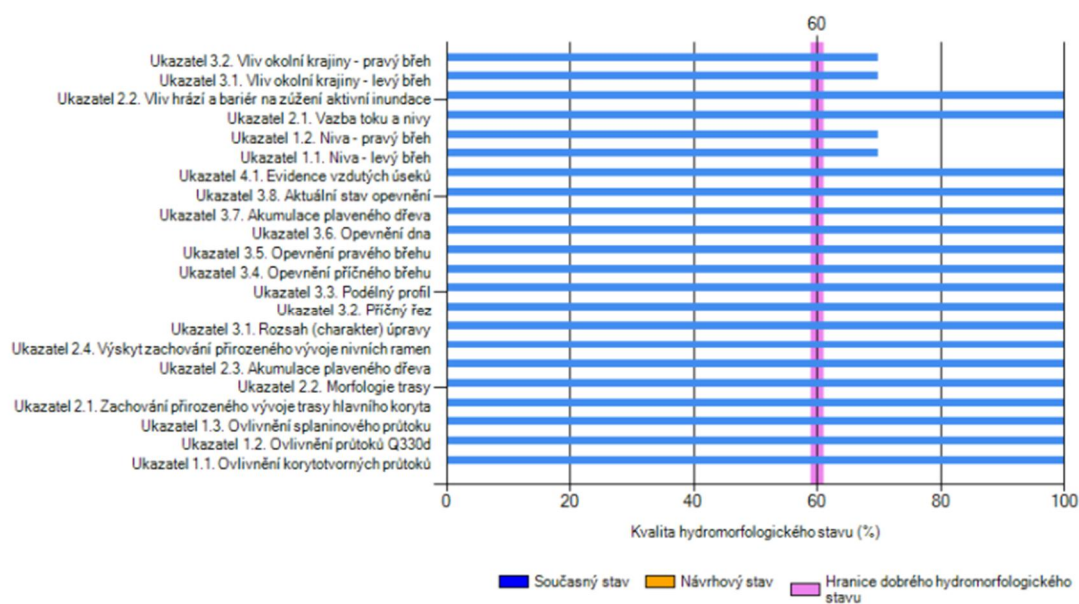


Současný stav:

Hydromorfologický stav toku: 99 %

Hydromorfologický stav nivy: 87 %

Obrázek 28: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 2



Zdroj: fluvialmorfolology.cz

Úsek č. 2. Stříbrného potoka se nachází v obci Stříbrná. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto tvořeno hrubozrným materiálem, balvany, valouny i šterkem s pískem. Výskyt dřevní hmoty je značný. Dle kritéria 1 a 3 (Ukazatele pro nivu) je tento úsek ovlivněn lesním komplexem.

V okolí vodního toku se vyskytuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*),

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

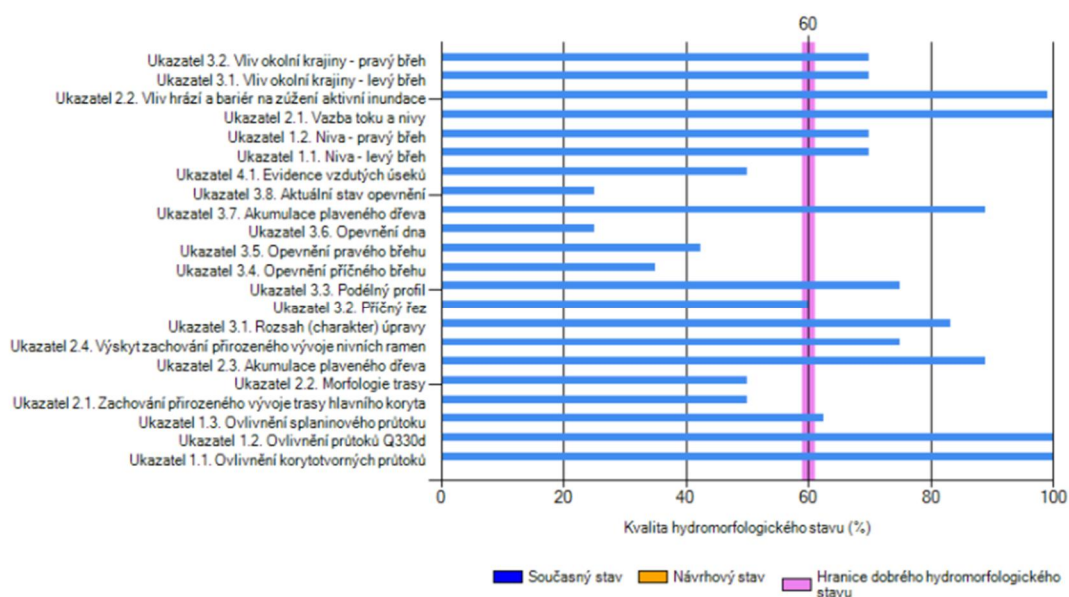
Stříbrný potok, úsek č. 3:

Obrázek 29: Stříbrný potok, úsek č. 3, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 49 %
 Hydromorfologický stav nivy: 85 %

Obrázek 30: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 3



Zdroj: fluvialmorfology.cz

Úsek č. 3 Stříbrného potoka se nachází v obci Stříbrná. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení anastomózní větvení meandrujícího nebo vinoucího se koryta pod zkratkou AB. Splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je koryto souvisle opevněno dlažbou z lomového kamene s pevným jezem, částečně ve vzdutí.

V okolí vodního toku se vyskytuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*),

Dle metodiky MŽP je stav toku hodnocen jako střední (nedosahuje však 60 % potenciálu), stav nivy je velmi dobrý.

Úsek je středně ovlivněn výskytem nivy v lesním komplexu a extrémně ovlivněn technickými úpravami. Dle kritéria 4.1 je extrémně je ovlivněna migrační prostupnost.

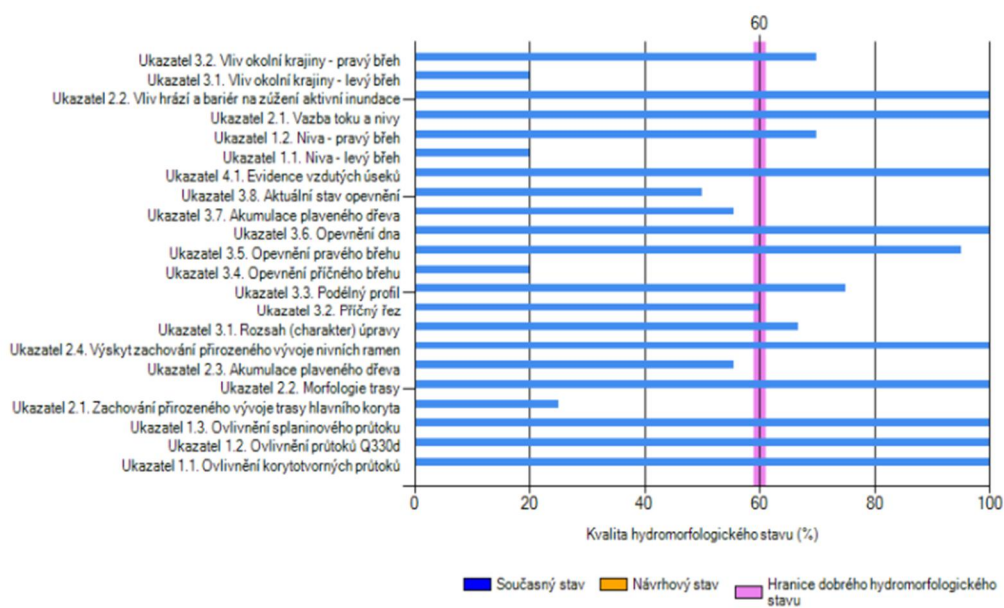
Stříbrný potok, úsek č. 4:

Obrázek 31: Stříbrný potok, úsek č. 4, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 72 %
 Hydromorfologický stav nivy: 70 %

Obrázek 32: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 4



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 4 Stříbrného potoka se nachází v obci Stříbrná. Geomorfologický typ vodního toku náleží k typu anastomózní větvení meandrujícího nebo vinoucího se koryta pod zkratkou AB. Splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. V tomto úseku je levý břeh opevněn na úseku cca 7 m (zástavba), dno koryta je tvořeno valouny, štěrkem a pískem.

V okolí vodního toku se vyskytuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy dobrý.

Dle kritérií 1 a 3 jsou tok i niva středně ovlivněny intravilánem obce Stříbrná.

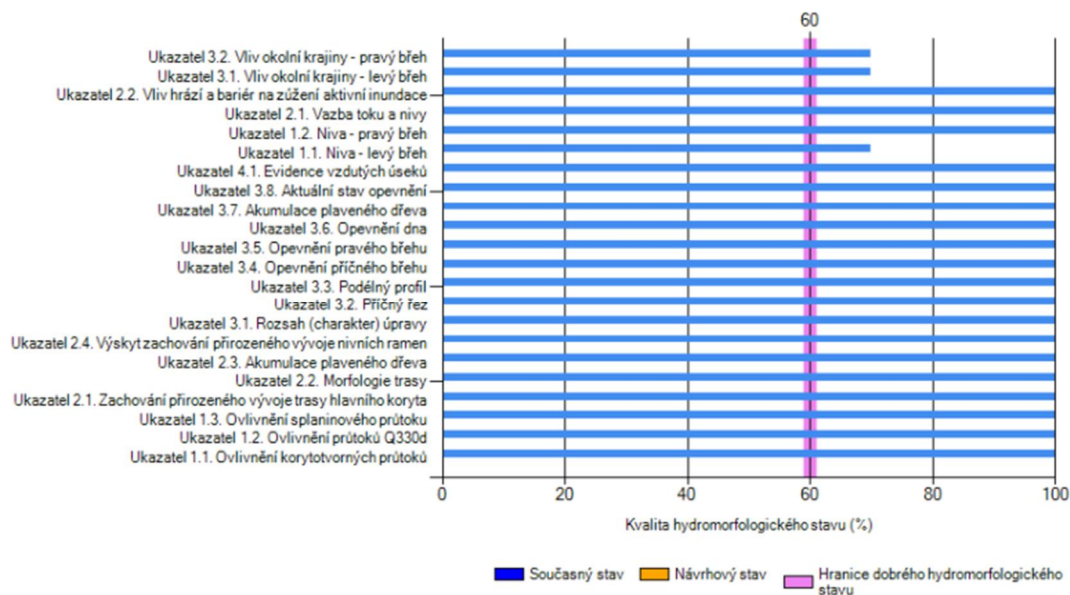
Stříbrný potok, úsek č. 5:

Obrázek 33: Stříbrný potok, úsek č. 5, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 100 %
 Hydromorfologický stav nivy: 92 %

Obrázek 34: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 5



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 5. Stříbrného potoka se nachází v obci Stříbrná. Geomorfologický typ vodního toku náleží k označení větvení šterkového vinoucího se koryta. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Dno koryta je tvořeno hrubozrným materiálem - balvany, valouny, šterkem a pískem.

V okolí vodního toku se vyskytuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

7.1.4 Potok Sázek

Potok Sázek, jehož hodnocení proběhlo na úseku 1, 2 a 3. Tok protéká: listnatým lesem (0,916 km), jehličnatým lesem (3,157 km) a smíšeným lesem (2,095 km), městskou zástavbou (0,911 km), pastvinami, nezavlažovanou ornou půdou a zemědělsky využívanou půdou s plochami přirozené vegetace (10,057 km).

Sázek, úsek č. 1:

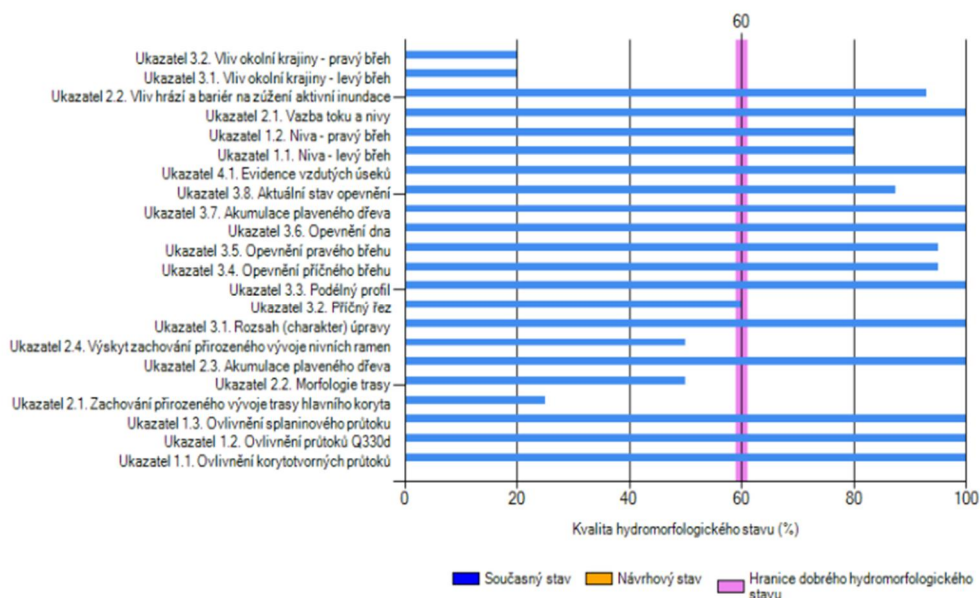
Obrázek 35: Potok Sázek, úsek č. 1, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 92 %

Hydromorfologický stav nivy: 79 %

Obrázek 36: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 1



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 1. potoka Sázek se nachází v obci Skalná. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu mimo jejich dynamickou rovnováhu s označením DE (údolí tvaru V bez nivy, svahy v dlouhodobém vývoji, charakteristickým znakem je eroze dna a skalní podloží udržuje relativní stabilitu podélného profilu. Hydrologický a splavinový režim v tomto úseku není ovlivněn. Dřevní hmota se na tomto úseku vyskytuje. Na tomto úseku lze spatřit překážku ve vodním toku, zřejmě pozůstatek mostní konstrukce, ovlivňuje tak kritérium č 1., snižuje aktivní inundaci.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), bezkolnec rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), smldník bahenní (*Peucedanum palustre*), ostřice (*Carech*)

Úsek extrémně ovlivňuje kritérium č. 3, je zde zaznamenán vliv zemědělské krajiny. Úsek je zařazen do souboru opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu.

Dle metodiky MŽP je stav toku velmi dobrý a stav nivy dobrý.

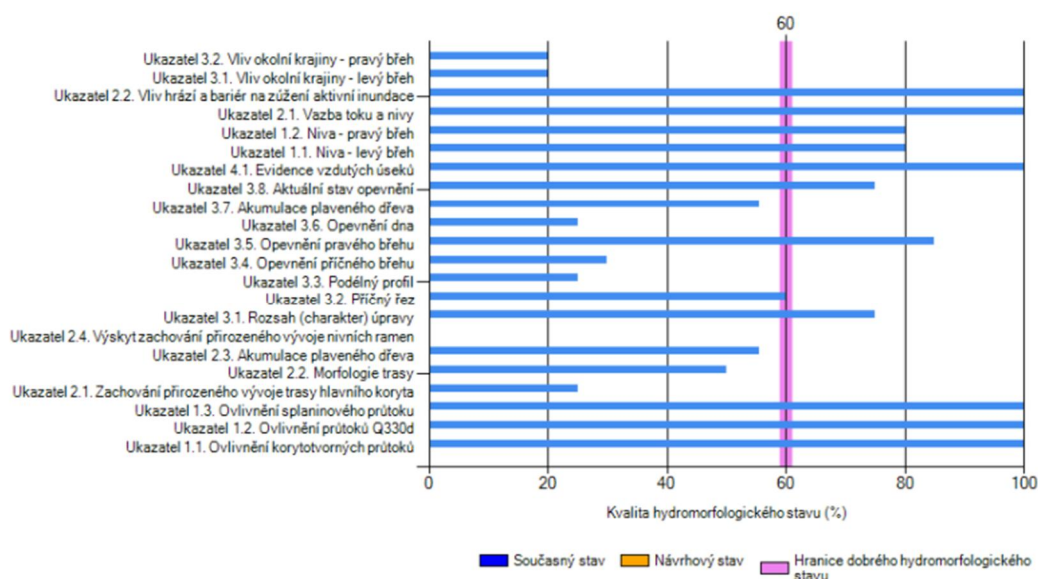
Sázek, úsek č. 2:

Obrázek 37: Potok Sázek, úsek č. 2, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 79 %
Hydromorfologický stav nivy: 79 %

Obrázek 38: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 2



Zdroj: fluvialmorfology.cz

Úsek č. 2. potoka Sázek se nachází v obci Skalná. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu mimo jejich dynamickou rovnováhu s označením DE (údolí tvaru V bez nivy, svahy v dlouhodobém vývoji, charakteristickým znakem je eroze dna a skalní podloží udržuje relativní stabilitu podélného profilu. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Koryto toku v tomto úseku je napřímeno (dřívější historické úpravy), dna je tvořeno tvárnici, které jsou zarostlé vegetací. Místy je koryto bez stabilizace vegetačním doprovodem. Dřevní hmota se na tomto úseku vyskytuje.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), smldník bahenní (*Peucedanum palustre*), ostřice (*Carex*)

Dle metodiky MŽP je koryto i niva v dobrém stavu.

Úsek je zařazen do souboru opatření zvyšující retenci vody v modelovém povodí. Dle kritéria 1 a 3 pro hodnocení nivy je úsek extrémně ovlivněn zemědělstvím.

Sázek, úsek č. 3:

Obrázek 39: Potok Sázek, úsek č. 3, fotografie autor

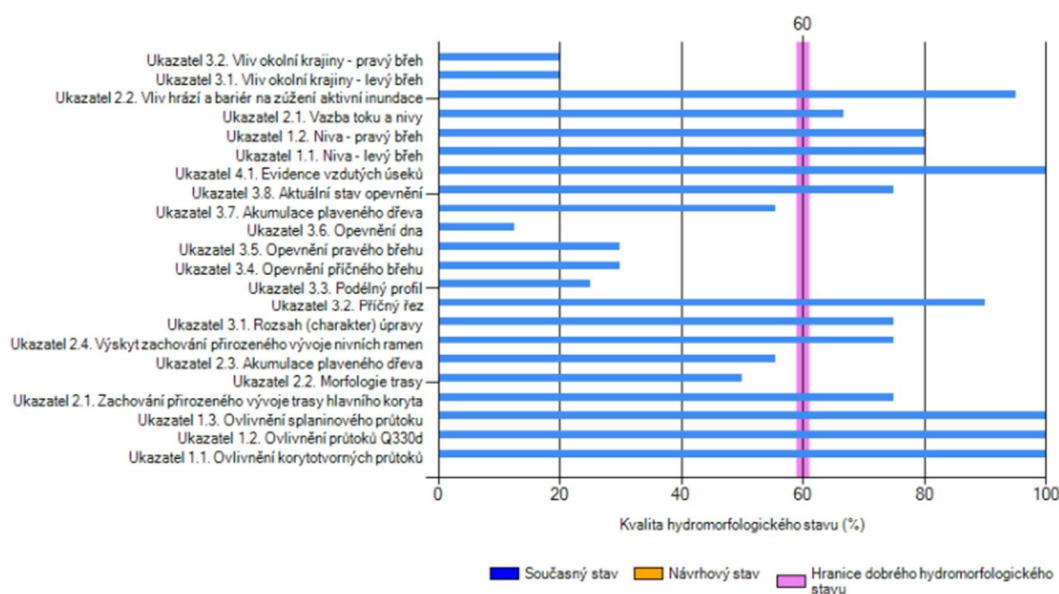


Současný stav:

Hydromorfologický stav toku: 79 %

Hydromorfologický stav nivy: 79 %

Obrázek 40: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 3



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 3. potoka Sázek se nachází v obci Skalná. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu mimo jejich dynamickou rovnováhu s označením DE (údolí tvaru V bez nivy, svahy v dlouhodobém vývoji, charakteristickým znakem je eroze dna a skalní podloží udržuje relativní stabilitu podélného profilu. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Koryto toku v tomto úseku je napřímeno (dřívější historické úpravy), dno je tvořeno tvárnicemi, které jsou zarostlé vegetací. Místy je koryto bez stabilizace vegetačním doprovodem. Dřevní hmota se na tomto úseku vyskytuje. Na úseku toku se nachází most o šířce cca 6 metrů a výšce 1,5 metrů, dle 2. kritéria způsobuje zúžení aktivní inundace.

V okolí vodního toku se vyskytuje bříza bělokora (*Betula pendula*), bezkoleneč rákosovitý (*Molinia arundinacea*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), smldník bahenní (*Peucedanum palustre*), ostřice (*Carex*)

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy v dobrém stavu. Na tento úsek se rovněž bude vztahovat soubor opatření, je zde zaznamenán extrémní vliv zemědělské krajiny.

7.1.5 Šitbořský potok

Šitbořský potok, jehož hodnocení proběhlo na úseku 1, 2 a 3. Tok protéká: smíšeným a jehličnatým lesem (2,289 km), městskou zástavbou (1,294 km) a zemědělsky využívanou půdou s významnými plochami přirozené vegetace (12,531 km).

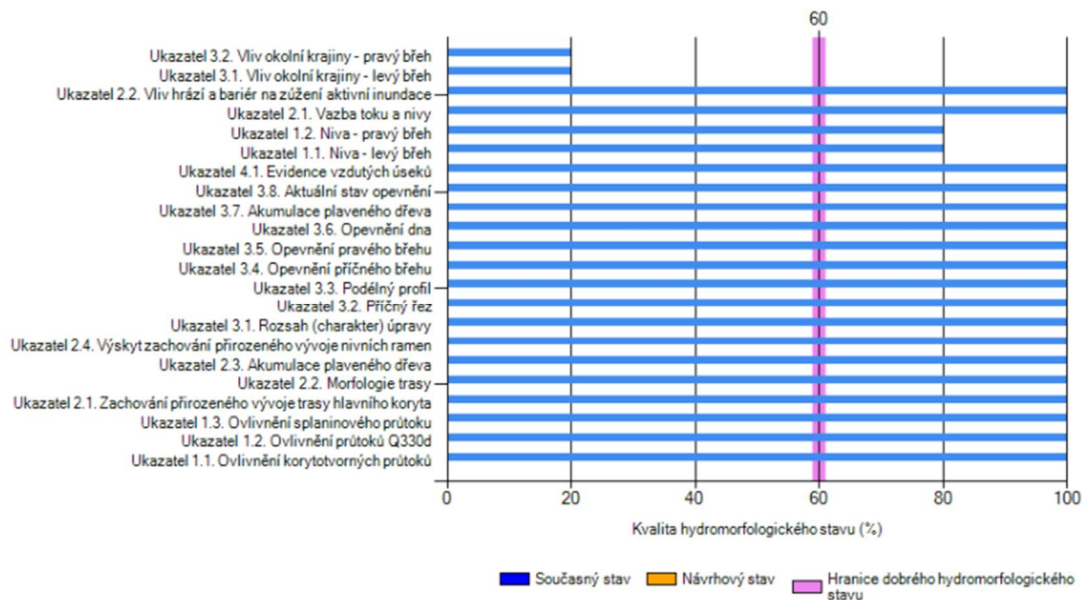
Šitbořský potok, úsek č. 1:

Obrázek 41: Šitbořský potok, úsek č. 1, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 100 %
 Hydromorfologický stav nivy: 83 %

Obrázek 42: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 1



Zdroj: fluvialmorfolology.cz

Úsek č. 1. Šitbořského potoka se nachází v obci Salajna. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Koryto je přírodního charakteru s hojně se vyskytující dřevní hmotou (stabilizace trasy koryta kořenovým systémem), dno je tvořeno drobným štěrkem, písky a jíly. Okolní krajina je intenzivně zemědělsky využívána.

V okolí vodního toku se vyskytuje blatouch bahenní (*Caltha palustris*), mokříš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*), popenec břechťanolistý (*Glechoma hederacea*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

Dle kritéria 1 a 3 pro hodnocení nivy je zaznamenán střední vliv zemědělské krajiny.

Šitbořský potok, úsek č. 2:

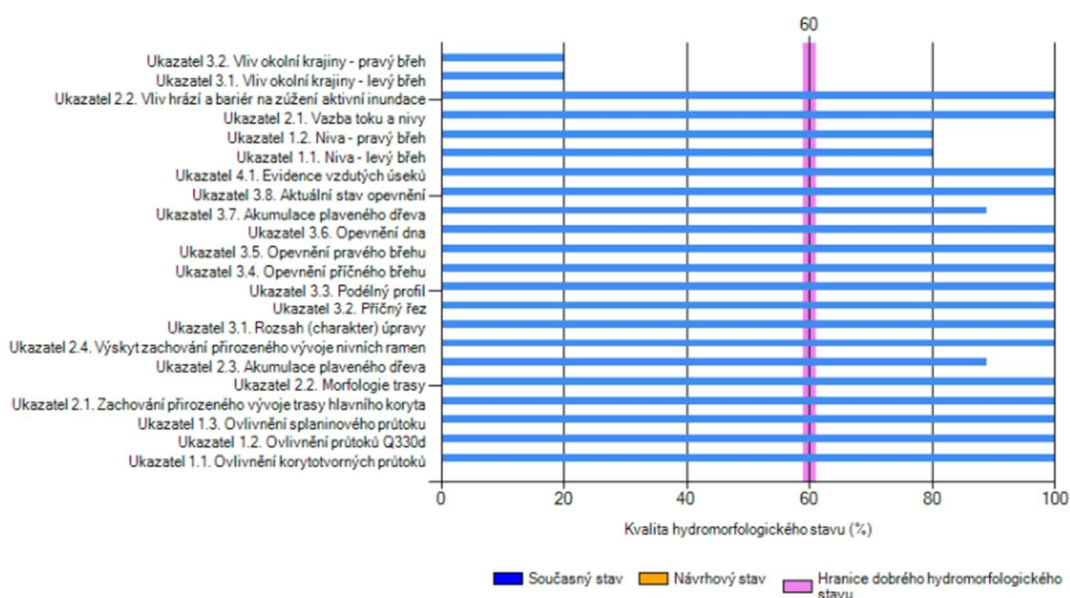
Obrázek 43: Šitbořský potok, úsek č. 2, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 99 %

Hydromorfologický stav nivy: 83 %

Obrázek 44: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 2



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 2. Šitbořského potoka se nachází v obci Salajna. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu plně vyvinuté meandrování

pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Koryto je přírodního charakteru s nepravidelně se vyskytující dřevní hmotou, dno je tvořeno drobným štěrkem, písky a jíly.

V okolí vodního toku se vyskytuje blatouch bahenní (*Caltha palustris*), mokříš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*), popenec břečťanolistý (*Glechoma hederacea*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

Dle kritéria 1 a 3 (hodnocení pro nivu) je zaznamenán střední vliv zemědělské krajiny.

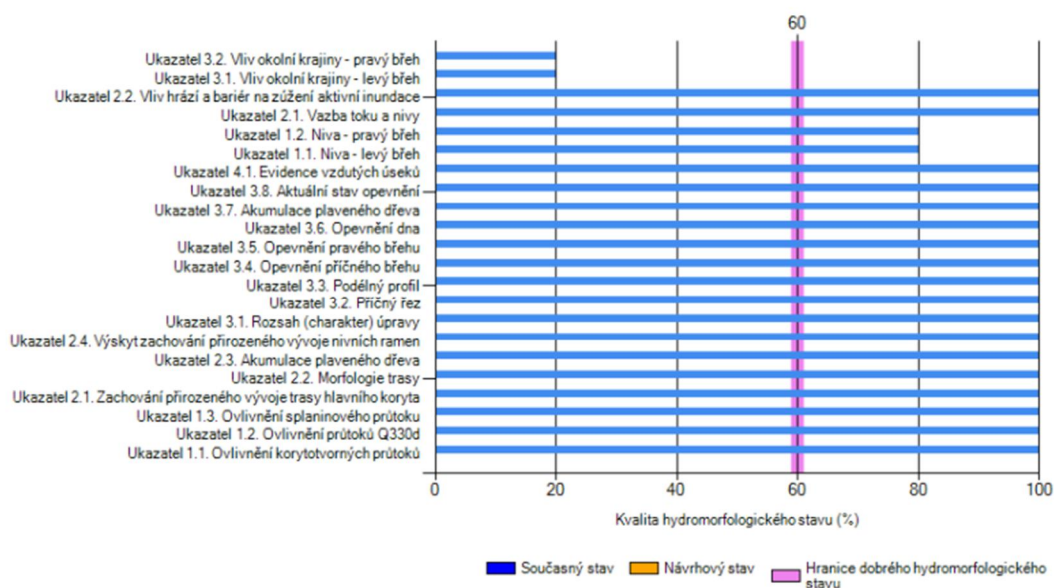
Šitbořský potok, úsek č. 3:

Obrázek 45: Šitbořský potok, úsek č. 3, fotografie autor



Současný stav: Hydromorfologický stav toku: 100 %
 Hydromorfologický stav nivy: 83 %

Obrázek 46: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 3



Zdroj: fluvialmorphology.cz

Úsek č. 3. Šitbořského potoka se nachází v obci Salajna. Geomorfologický typ vodního toku náleží ke geomorfologickému typu plně vyvinuté meandrování pod zkratkou MD. Hydrologický a splaveninový režim v tomto úseku není ovlivněn. Koryto je přírodního charakteru s hojně se vyskytující dřevní hmotou (stabilizace trasy koryta kořenovým systémem). Dno je tvořeno drobným štěrkem, písky a jíly.

V okolí vodního toku se vyskytuje blatouch bahenní (*Caltha palustris*), mokříš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*), popenec břechťanolistý (*Glechoma hederacea*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*).

Dle metodiky MŽP je stav toku i nivy velmi dobrý.

Dle kritéria 1 a 3 hodnocení pro nivu je zaznamenán střední vliv okolní zemědělské krajiny.

Tabulka 8: Souhrn výsledků hydromorfologického hodnocení zvolených lokalit

Název toku	Úsek	HMF stav toku	HMF stav nivy
Jáchymovský potok	1	58 %	38 %
	2	99 %	85 %
	3	86 %	97 %
	4	47 %	45 %
	5	99 %	95 %
Lužní potok	1	79 %	63 %
	2	54 %	77 %
	3	85 %	70 %
Stříbrný potok	1	100 %	87 %
	2	99 %	87 %
	3	49 %	85 %
	4	72 %	70 %
	5	100 %	92 %
Sázek	1	92 %	79 %
	2	79 %	79 %
	3	79 %	79 %
Šitbořský potok	1	100 %	83 %
	2	99 %	83 %
	3	100 %	83 %

Zdroj: vlastní zpracování dle www.fluviolmorphology.cz

Z devatenácti hodnocených úseků pouze 4 úseky nesplňují hranici 60 %, která odpovídá dobrému hydromorfologickému stavu. Jedná se o úsek č. 1 a 4 Jáchymovského potoka, úsek č. 2 Lužního potoka a úsek č. 3 Stříbrného potoka. Tyto výsledky z hodnocení vyplynuly zejména kvůli převedení povodňových průtoků (technické úpravy) v intravilánu. Metodika prokázala, že koryta potoků a jejich niv v intravilánu města jsou složitou problematikou dnešní doby a vyžaduje komplexní přístup nápravy. Další významný vliv na vodní toky prokázala zemědělská krajina.

8 Seznam negativních jevů v zemědělské krajině

Výsledkem terénních průzkumů nad rámec hydromorfologického hodnocení je také seznam typických problémů zemědělské krajiny. Terénním výzkumem okolní krajiny bylo vyzorováno:

Obrázek 47: Zornění po spádnici, fotografie autor



Zornění po spádnici, nedodržování šetrných postupů, podpora soustředěného odtoku dešťové vody do stružek.

Lokalita Jáchymovského potoka, Ostrov

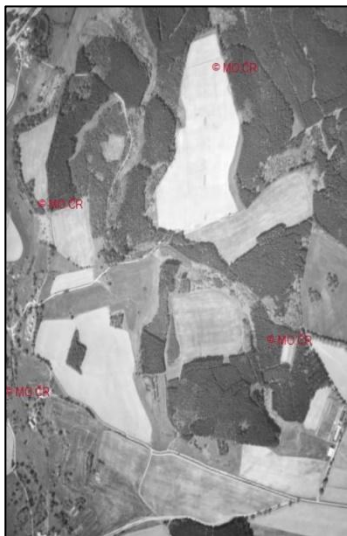
Obrázek 48: Napřímené koryto, fotografie autor



Napřímená koryta toků v důsledku maximalizace snahy farmářů odvodnit vybrané úseky (snížená schopnost samočištění a ukládání sedimentů).

Lokalita Sázek, Skalná

Obrázek 49: Zemědělská krajina – historie, vlastní zpracování dle ČÚZK



Příliš jednotvárná zemědělská krajina
(obrovské lány polí bez ochranného pokryvu ve
srovnání s minulostí).

Lokalita Sázek, Cheb

Obrázek 50: Zemědělská krajina – současnost, vlastní zpracování dle ČÚZK



Obrázek 51: Podpora degradace půdy, fotografie autor



Pojezdy těžkotonážní techniky, podpora degradace a
zhuťňování půdy

Lokalita Sázek, Skalná

Obrázek 52: Zasolování půdy, fotografie autor



Zasolování půdy (sodifikace).

Lokalita Sázek, Nebanice

Obrázek 53: Úzké ochranné pásmo podél toku, fotografie autor



Příliš úzká ochranná pásma podél vodních toků.

Lokalita Lužního potoka, Křižovatka

Obrázek 54: Překážka v korytě toku, fotografie autor



Překážky v korytech bránící přirozenému vývoji toku.

Lokalita Sázek, Skalná

Obrázek 55: Hydromeliorace, fotografie autor



Hydromeliorace (neaktuální evidence, odvodňování ke zkapacitnění orné půdy, často ve špatném stavu)

Lokalita Sázek, Skalná

Obrázek 56: Vodní eroze, fotografie autor



Vodní eroze (částečně přirozený proces, částečně důsledek lidské činnosti).

Lokalita Sázek, Skalná

Všechny výše uvedené jevy mají negativní vliv na vodní tok. Do těchto jevů by se daly zařadit i úseky bez bohaté skladby dřevinných porostů. Kořenový systém hraje velmi důležitou roli, zadržuje vodu a působí protierozně.

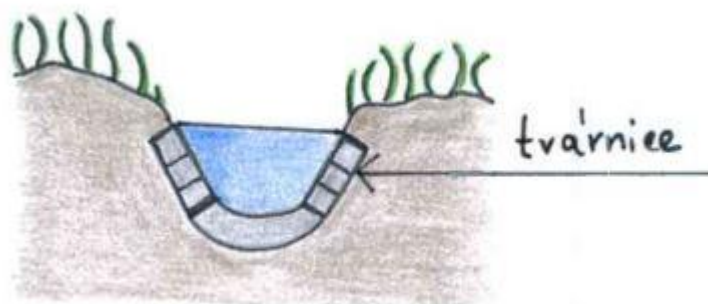
9 Soubor opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu

Na úsecích Lužního potoka, můžeme vidět napřímené, technicky upravené koryto. Nyní se části toku místy nachází ve stavu přirozené renaturace. Změlčením koryta docílíme lepšího hydromorfologického stavu. Střídáním klidnějších a proudnějších pasáží lze zajistit dnovými kamenitými pásy, v současné době je koryto vyplněno pouze betonovými tvárnicemi, jemným pískem a štěrkem, který je unášen. Zároveň má tok sníženou schopnost samočištění (znečištěná voda po dešti). Na obrázku č. 58 je vyobrazen současný stav a na obrázku č. 59 návrhový stav. Tento návrhový stav zlepšit kritérium č. 3 (ukazatel 3.1 – 3.8).

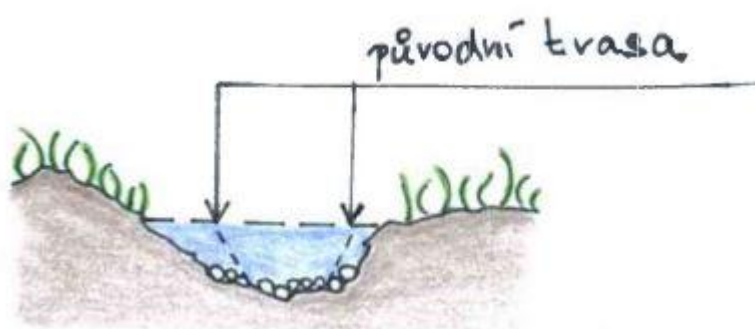
Obrázek 57: Současný stav Lužního potoka, fotografie autor



Obrázek 58: Současný stav, vlastní zpracování



Obrázek 59: Návrhový stav, vlastní zpracování



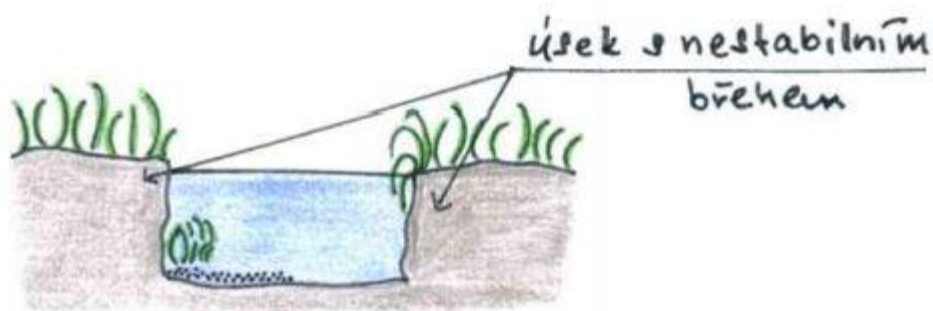
Aktuální stav regulovaného toku postrádá druhovou rozmanitost, zrychluje odtok vody z krajiny, podporuje erozi, má sníženou schopnost samočištění, zhoršuje průběh a následky povodní, brání sedimentaci splavenin a potlačuje dynamiku vývoje říční krajiny.

Na části potoka Sázek, můžeme vidět úseky s nestabilním břehem. Na obrázku č. 60 a 61 je vyobrazen současný stav a na obrázku č. 62 návrhový stav.

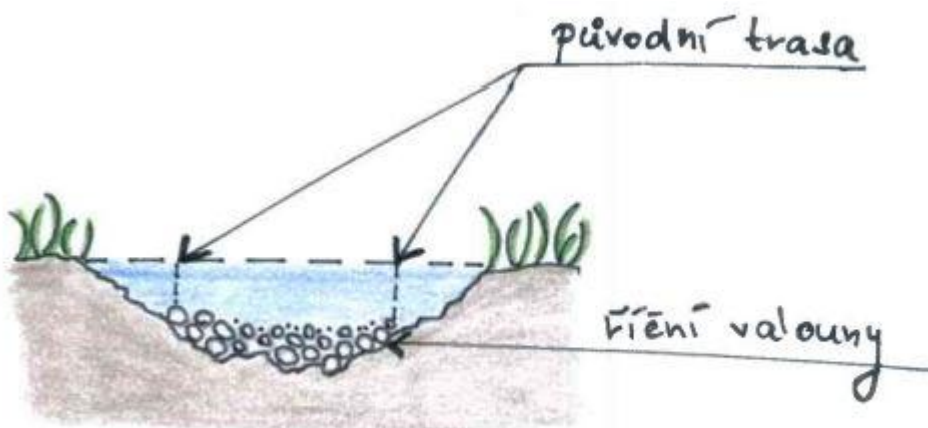
Obrázek 60: Současný stav toku, fotografie autor



Obrázek 61: Současný stav, vlastní zpracování



Obrázek 62: Návrhový stav, vlastní zpracování



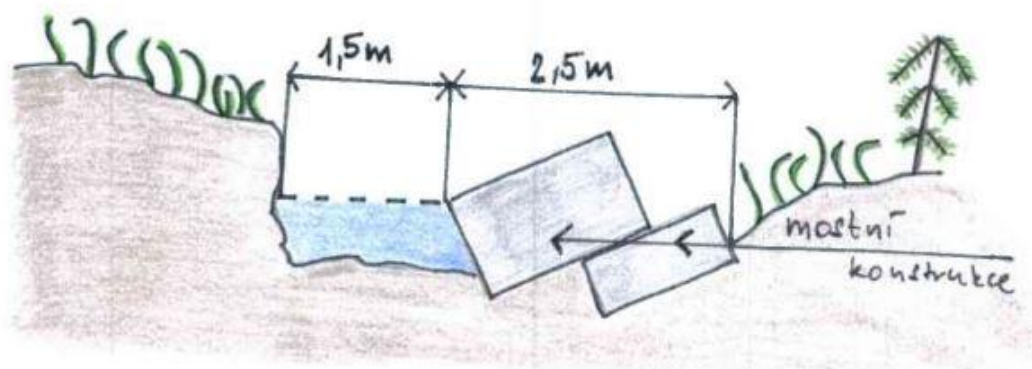
Napřímením koryta toku je zvýšená unášecí síla a zároveň je tento úsek ohrožen erozí. V tomto úseku by situaci zlepšilo přírodě blízké rozvolnění koryta. Přímé a relativně úzké, technicky upravené koryto by bylo dobré nahradit širokým a členitým korytem.

Na potoku Sázek, úseku č. 1, se nachází v korytě toku pozůstatek mostní konstrukce. Snižuje tak původní průtočnou kapacitu. Odstraněním těchto dvou objektů se koryto toku rozvolní o 2,5 metru.

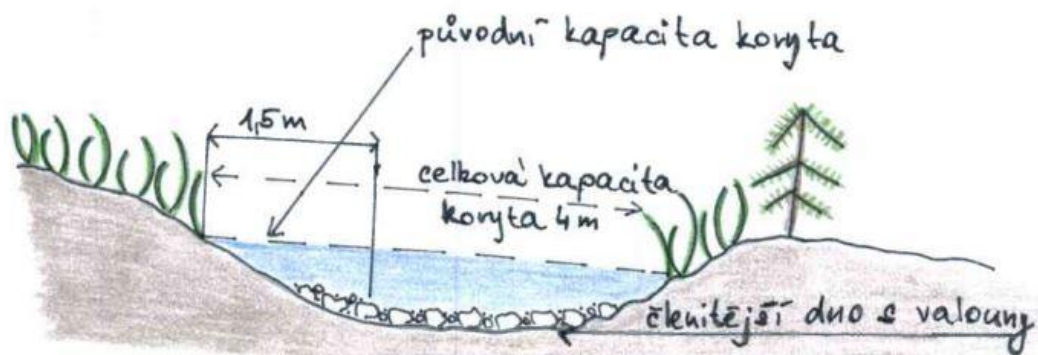
Obrázek 63: Současný stav, fotografie autor



Obrázek 64: Současný stav, vlastní zpracování



Obrázek 65: Návrhový stav, vlastní zpracování



Z hydromorfologického hlediska výše zaznamenaná překážka v korytě zvyšuje hydraulický odpor. Z ekologického hlediska objekt ve vodním toku zvyšuje jeho heterogenitu, objekt se stává útočištěm celé řadě organismů.

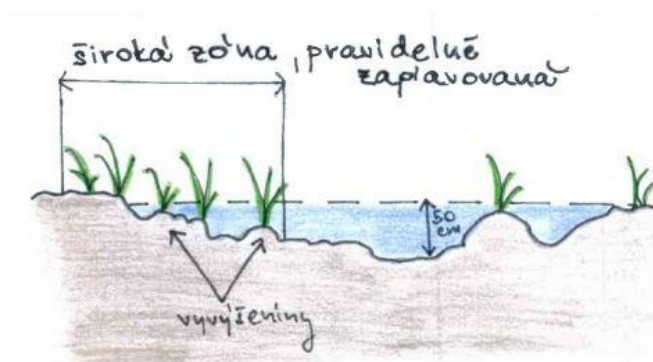
10 Soubor opatření ke zvýšení retence vody v povodí

Kvůli zhutněným pórům půdy se každoročně akumuluje méně vody. Ponecháním tohoto úseku ladem, nebude půda ničena pojezdem těžké techniky a odpočine si. Polní mokřad má zásadní význam pro přežití řady vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů, podmínkou je úsek nezatravňovat, nezalesňovat a zachovat přirozený vodní režim.

Obrázek 66: Úsek zamokřené zemědělské krajiny, fotografie autor



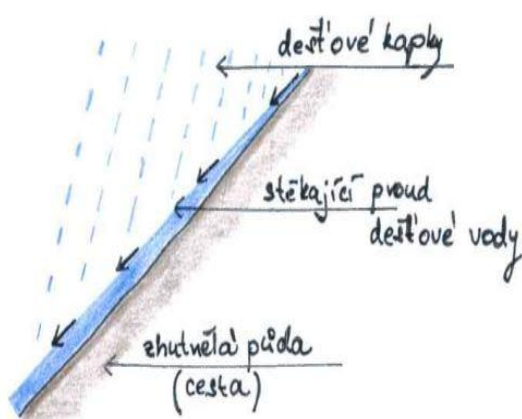
Obrázek 67: Návrhový stav mokřadu, vlastní zpracování



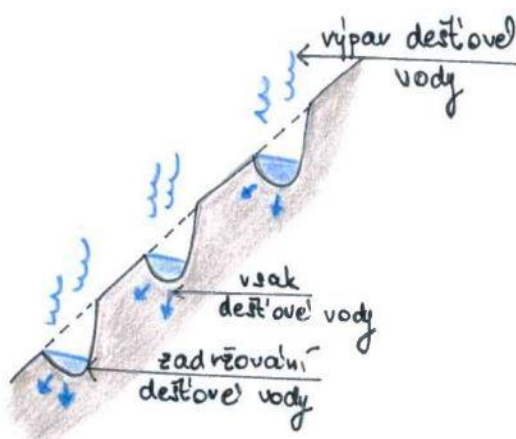
Obrázek 68: Dešťová voda na lesní cestě, fotografie autor



Obrázek 69: Současný stav, vlastní zpracování



Obrázek 70: Návrhový stav, vlastní zpracování



Jeden ze způsobů, jak předcházet povodním či odtoku vody v kopcovitých oblastech je rozorání nepoužívaných cest či změna trasy odtoku, odvedením zpět do lesního prostředí. Povrch je příliš zpevněný a ztuhlý, voda stéká po povrchu do údolí a přispívá k povodňovým proudům a odtoku vody z krajiny.

Tento systém by vytvářel menší zásobníky vody, které by zajistily zadržení dešťové vody a zabránily by prudkému odtoku z povodí. Výše uvedené výkresy byly pro simulaci situace zakresleny ve sklonu, který v modelovém území nespátříme, výkresy mají čtenáři pouze přiblížit stav situace.

Dalším opatřením ke zpomalení a snížení plošného povrchového odtoku z povodí je návrh na úseku Lužního potoka:

Obrázek 71: Lužní potok, Křižovatka – ortofoto – současný stav

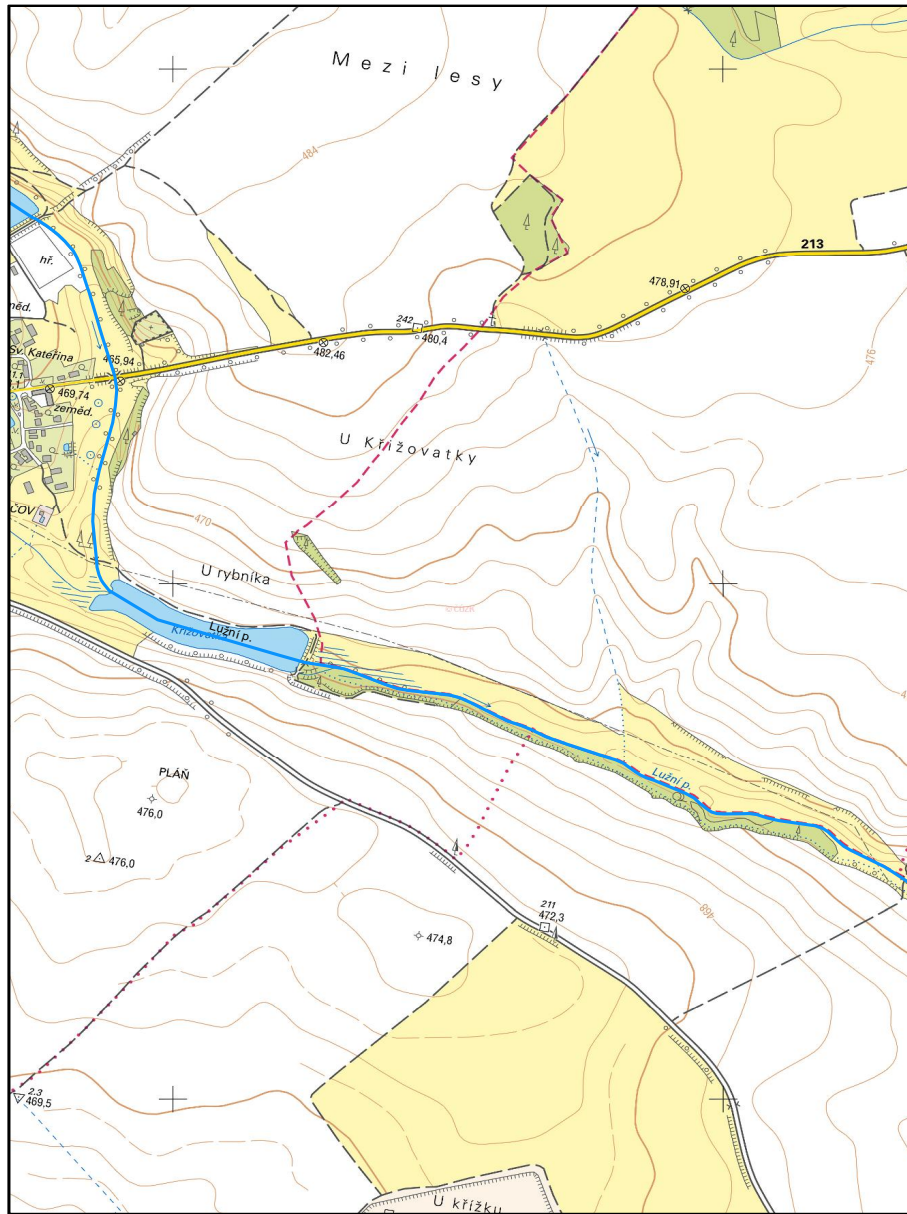


Zdroj: vlastní zpracování dle www.dibavod.cz

Legenda

— Lužní potok

Obrázek 72: Lužní potok, Křižovatka WMS – současný stav



Zdroj: vlastní zpracování dle www.dibavod.cz

Legenda

— Lužní potok

Na obrázku č. 71, je vyobrazen současný stav zemědělské krajiny na úseku Lužního potoka. Jedním z nejčastějších negativních jevů na vodní toky a jejich povodí, který se dá vypočítat v krajině je nerespektování šetrných postupů hospodaření. Zde konkrétně se jedná o obdělávání půdy po spádnicích. Tím vzniká podpora soustředěného odtoku a rychlý odtok dešťové vody z krajiny (lze ověřit na obrázku č. 72 kudy vedou vrstevnice).

Jako druhý vyzorovaný negativní jev se jeví příliš jednotvárné úseky na modelovém území. Tyto úseky by se daly obohatit průlehovými pásy, které by zároveň sloužily k retenci vody, snížení povrchového odtoku a snížení eroze. Pokud bude úsek zatravněn nebo pokryt vegetací, může tímto zvýšit místní biodiverzitu. Výhodou tohoto opatření je nepotřebnost stavebního povolení.

Obrázek 73: Lužní potok, návrhový stav



Zdroj: vlastní zpracování dle ČÚZK

Legenda

-  Lužní potok
-  Tůň
-  Nové koryto
-  Průlehy

Lužní potok byl na několika úsecích technicky upravený a napřímený. Z tohoto důvodu jsem na výše uvedeném úseku navrhla přírodní vzor, který by zajistil akumulaci vody a současně transformoval povodňové vlny. Z původního napřímeného toku byl navrhnut meandrující tok. Okolo toku by se úpravou vytvořilo záplavové území pro 1-letou vodu. V případě zvýšeného průtoku by se koryto rozbilo a tento povodňový model by se tak stal inundací.

11 Diskuze

Metodika MŽP a vyhodnocovací software fluvialmorphology.cz uvádí, že je pro výsledné vyhodnocení nutné znát klíčový údaj Q_a – dlouhodobý průměrný průtok. Údaj se skládá z aritmetické řady, kdy je průtok sledován v průběhu několika let, ten se však na zvolených modelových tocích neměří.

V kapitole terénní výzkum bylo zmíněno, že dostupné mapové podklady nám nedají klíčové informace týkající se toku a přilehlé nivy, je tedy nezbytné na každém úseku fyzicky provést terénní výzkum, který musel být realizován v různých obdobích, neboť mimo vegetační období nebylo možné určit vegetaci v okolí vybraných vodních toků a v případě vyšších stavů vegetace nebylo možné sledovat detaily k hodnocení.

Jak uvádí Swanson a Beschta, přítomnost říčního dřeva ve sledovaných úsecích ovlivňuje vzhled a funkci říčního systému. Výsledky hodnocení toků tuto myšlenku pozitivně potvrzují, ve všech případech tato komponenta zlepšuje hydromorfologický stav toku. V metodice však výskyt živého dřeva ve vodním toku není zakomponován. Jinak je tomu v případě výskytu mrtvého dřeva, v tomto parametru ovšem nezohledňuje maximální či střední množství vyskytující se ve vodním toku, kdy tato komponenta již nemusí být přínosem, naopak může mít negativní vliv na kvalitu vody – jedná se například o nadměrné uvolňování rtuti a jiných látek do vody.

Na úseku č. 3, Stříbrného potoka, je zaznamenána migrační bariéra. Metodika však nezohledňuje velikost toku – v tomto případě by migrační bariéra na zvolené lokalitě vykazovala jiné omezení v případě řeky. Zároveň rozdělení úseků pro výzkum dle šířky koryta, by bylo lepší nahradit metodikou pro malé, střední a velké toky. Výsledek hodnocení z úseku o délce 250 metrů (malý tok) ve srovnání s úsekem o délce 1000 metrů (velký tok) může vykazovat zkreslené výsledky.

Zvýšená pozornost terénního výzkumu byla věnována tokům v zemědělské krajině. Z výsledků vyplývá vysoká míra zornění, vysoké procento odvodnění půd, snížená retenční schopnost a erozní ohrožení. Jak je uvedeno v rešerši, ztráta vody v krajině má za následek i degradaci půdy. Detailní vliv zemědělské krajiny na vodní tok, však zvolená metodika neřeší. Tento vliv je zmíněn pouze v ukazateli č. 1 a 3 v hodnocení pro nivu, hodnocení vodního toku je v tomto smyslu zcela opomenuto. Zvolená metodika opomíjí vlivy na kvantitu a kvalitu vody, vlivy na vodní a vodou

vázané organismy. Zajímavým rozšířením by bylo metodiku (nebo její část), zaměřit pouze na úseky v zemědělské krajině, případně zvýšit index hodnotícího kritéria ve výsledném hodnocení a vstupní ukazatele podrobněji rozvést (např. lze pozorovat značný rozdíl mezi ornou půdou a pastvinami na zvoleném úseku, v případě zvolení parametru zemědělská krajina).

V rešerši je dále zmíněno členění retence. V případě managementového opatření jsem zvolila kombinaci dynamické (povodňový model) a statické retence (průlehy) na úseku Lužního potoka. Stávající koryto bylo v návrhu nahrazeno meandry se dvěma tůňmi. Takto navržené opatření zpomalí odtok vody z krajiny, zároveň tímto opatřením zvýšíme akumulaci vody a současně může opatření transformovat povodňovou vlnu.

Je také nezbytné zmínit důležitost role vegetace při zadržování vody v krajině. Obecně platí, že čím více vody krajina s pomocí lesů, mokřadů a mezí vypaří, tím stabilnější bude rozložení srážek a teplot. Nedávné výzkumy však prokázaly podstatně složitější mechanismus, s jehož pomocí vegetace ovlivňuje i klima na globální úrovni.

V rešerši bylo také zmíněno, že toto téma je velice komplexní. Uvedená opatření nemusí fungovat v každém případě, na některých úsecích se dokonce nemusí projevit vůbec. Je velice důležité každý úsek posuzovat podrobně a z více pohledů, také je důležité nebát se promyšlený záměr konzultovat s více znalci v oboru. Na závěr je důležité zmínit, že nejlepší intervence je žádná intervence. Nevratné zásahy by se tedy měly provádět jen tehdy, je-li to nezbytně nutné.

12 Závěr

Hydromorfologické hodnocení proběhlo na 5 vybraných vodních tocích: Sázek, Lužní a Šitbořský potok v okrese Cheb, Jáchymovský potok v okrese Karlovy Vary a Stříbrný potok v okrese Sokolov. Vybrané potoky z modelového území v Karlovarském kraji jsou z hydromorfologického hlediska ve vyhovujícím stavu. Z hodnocených úseků pouze 4 úseky nesplňují hranici 60 %, která odpovídá dobrému hydromorfologickému stavu.

Na vybraných úsecích bylo navrženo několik změn, které zlepší hydromorfologický stav toku a pokud chceme naše území chránit před suchem a povodněmi, nesmí být narušován vodní režim v krajině. Meze, mokřady a travnaté pásy nemohou ustupovat průmyslu a zemědělství. Managementové opatření ve stylu povodňového parku by mohlo pomoci najít krajině ztracenou rovnováhu.

V případě zachování přírodě blízkého stavu vodního toku a jeho okolí může pomoci vzdělávací i informační činnost obyvatelstva, zejména pomocí přednášek. Zpřístupněním neprobádaných míst a osvětou zvoleného tématu se může předejít mnoha zásahům, které ovlivňují vodní režim v krajině.

13 Seznam použité literatury

13.1 Literatura

Beechie TJ, Sibley TH. 1997. Relationships between channel characteristics, woody debris and fish habitat in Northwestern Washington streams. *Transactions of the American Fisheries Society* 126: 217-229.

Bilby RE, Ward JW. 1989. Changes in characteristics and function of woody debris with increasing size of streams in Western Washington. *Transactions of the American Fisheries Society* 118: 368-378.

Buffington, J.M. and Montgomery, D.R. (1997) A Systematic Analysis of Eight Decades of Incipient Motion Studies, with Special Reference to Gravel-Bedded Rivers. *Water Resources Research*, 33, 1993-2029.

Demek, J., Vatoříková, Z., Mackovčín, P. (2007): Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách. Brno, Agentura ochrany přírody a krajiny, 11 s.

Diehl TH. 1997. Potential drift accumulations at bridges. US Department of Transportation, FHWA-RD-97-028.

Dzuráková, M., Osičková, K., Uhrová, J., Rozkošný, M., Smelík, L., Němejcová, D., Zahradková, S., Štěpánková, P. a Macků, J. Potenciál aplikace přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2017, roč. 59, č. 4, str. 25–32. ISSN 0322-8916.

Dzuráková, Miriam & Štěpánková, Pavla & Levitus, Viktor. (2018). Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a jeho uplatnění ve webové mapové aplikaci pro veřejnost. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 60. 6. 10.46555/VTEI.2018.07.001.

Galia, Tomáš. *Fluviální geomorfologie*. Ostrava: Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, 2017. ISBN 978-80-7464-901-1.

Gippel CJ. 1995. Environmental hydraulics of large woody debris in streams and rivers. *Journal of Environmental Engineering-ASCE* 121: 388-395.

Grapes, R. H., Algimantas GRIGELIS a David OLDROYD. *History of geomorphology and Quaternary geology.* London: Geological Society, 2008. ISBN 1862392552.

b, Gurnell AM, Petts GE, Hannah DM, Smith, BPG, Edwards PJ, Kollmann J, Tockner K, Ward JV. 2000. Large wood retention in river channels: the case of the Fiume Tagliamento, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 25: 255- 275.

a, Gurnell AM, Petts GM, Hannah DM, Smith BPG, Edwards PJ, Kollmann J, Ward JV, Tockner K. 2000. Wood storage within the active zone of a large European gravel-bed river. *Geomorphology* 34: 55-72.

Gurnell AM, Piégay H, Swanson FJ, Gregory SV. 2002. Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology* 47: 601- 619.

Horton, R.E. 1945: Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America* 56, 2 75-3 70

Hospodaření vodou. Praha: ČKAIT, 2019. Stavební kniha. ISBN 978-80-88265-15-3.

Just T., Kujanová K., Černý K., Kubín M., 2020. Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků: revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů: metodika AOPK ČR, 1. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Just, Tomáš a kol. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: Český svaz ochránců přírody Hořovicko, 2005. ISBN 80-239-6351- 1.

Kothyari UC, Ranga Raju KG. 2001. Scour around spur dikes and bridge abutments. *Journal of Hydrologic Research* 39: 367-374.

Kožený P, Balvín P, Kult A, Simon O, Sucharda M, Máčka Z. 2011. Význam a management dřevní hmoty v tocích. Manuscript dep. in Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka Praha, 99 s. + přílohy.

Kulhavý, Zbyněk a kol. (2015): Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. 232 stran. ISBN 978-80-87361-52-8.

Langhammer, Jakub. HEM 2014: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2014.

Lemly AD, Hilderbrand RH. 2000. Influence of large woody debris on stream insect communities and benthic detritus. *Hydrobiologia* 421: 179-185.

Máčka, Zdeněk a Lukáš KREJČÍ. *Říční dřevo ve vodních tocích ČR*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5624-4.

Maser C, Sedell JR. 1995. From the forest to the sea: the ecology of wood in streams, rivers, estuaries, and oceans. *Journal of the North American Benthological Society* 14: 213-215.

Nakamura F, Swanson FJ. 1993. Effects of coarse woody debris on morphology and sediment storage of a mountain stream system in western Oregon. *Earth Surface Processes and Landforms* 18: 43-61.

Newson, M.D., Sear, D., 1998. The role of geomorphology in monitoring and managing river sediment systems. *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management* 12, 18–24

Penczak T. 1995. Effects of removal and regeneration of bankside vegetation on fish population dynamics in the Warta River, Poland. *Hydrobiologia* 303: 207-210.

Piégay H, Gurnell AM. 1997. Large woody debris and river geomorphological pattern: examples from S.E. France and S. England. *Geomorphology* 19: 99-116.

PUNČOCHÁŘ, Pavel. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v úplném znění k 23. lednu 2004 s rozšířeným komentářem. 3. vyd. se změnami. Praha: Sondy, 2004. ISBN 80-86846-00-8.

Really Beschta RL. 1979. Debris removal and its effects on sedimentation in Oregon Coast Range stream. *Northwest Science* 53: 71-77.

Rosgen, D.L. (1994) A Classification of Natural Rivers. *Catena*, 22, 169-199.

Schuett-Hames D, Pleus AE, Ward J, Fox M, Light J. 1999. TFW Monitoring Programme method manual for the large woody debris survey. Olympia: Northwest Indian Fisheries Commission. 32 s.

Soukup, Mojmír. (2006): Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha. 108 s. ISBN 80-239-7643-5.

Strahler, A. (1957) Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, 38, 913-920.

Swanson FJ, Lienkaemper GW, Sedell JR. 1976. History, physical effects, and management implications of large organic debris in western Oregon streams. USDA Forest Service General Technical Report PNW-56, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland, 15 s.

Šindlar, M. a kol. (2008): Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého ekologického stavu.

Šindlar, Miloslav (2012). Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. ISBN 978-80-254-2445-2.

Wasklewicz TA. 2001. Riparian vegetation variability along perennial streams in central Arizona. Physical Geography. 22: 361-375.

Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA, Washington DC.

Wright JP, Flecker AS. 2004. Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream. Biological Conservation 120: 439-447.

13.2 Internetové zdroje

Česká geologická služba [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z <www.mapy.geology.cz>

Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z <www.chmi.cz>

Český statistický úřad [online]. [cit. 2022-02-13]. Dostupné z <www.czso.cz>

Český úřad zeměměřičský a katastrální [online]. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z <www.cuzk.cz>

Digitální báze vodohospodářských dat [online]. [cit. 2022-03-09]. Dostupné z <<https://dibavod.cz/>>

Hydromorfologické posouzení vodních toků [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z <<http://fluvialmorphology.cz/>>

Koncepce ochrany přírody a krajiny Karlovarského kraje [online]. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z <www.kr-karlovarsky.cz>

Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod [online]. [cit. 2022-02-17].

Dostupné z <[www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni_tok/\\$FILE/OOOPK_Zjedn-oduse-na-metodika-PPO-PBO_20161012.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni_tok/$FILE/OOOPK_Zjedn-oduse-na-metodika-PPO-PBO_20161012.pdf)>

Povodí Ohře, s.p. [online]. [cit. 2022-03-17]. Dostupné z <www.poh.cz/>

Územní analytické podklady Karlovarského kraje 2021 [online]. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z <www.webmap.kr-karlovarsky.cz>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy [online]. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z <www.vumop.cz>

14 Seznam obrázků

Obrázek 1: Vybrané vodní toky v Karlovarském kraji.....	16
Obrázek 2: Hydrogeologické rajóny Karlovarského kraje	21
Obrázek 3: Meandrující koryto Kamenického potoka, fotografie autor	31
Obrázek 4: Potok Sázek, okres Cheb, fotografie autor.....	37
Obrázek 5: Mrtvé dřevo v korytě potoka Sázek, Skalná, fotografie autor	38
Obrázek 6: Kořeny stromů stabilizující břeh potoka Sázek, fotografie autor.....	41
Obrázek 7: Kořeny stromů stabilizující břeh Jáchymovského potoka, fotografie autor	41
Obrázek 8: Návrh limanové zdrže, příčný řez.....	46
Obrázek 9: Jáchymovský potok, úsek č. 1, fotografie autor.....	49
Obrázek 10: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 1.....	50
Obrázek 11: Jáchymovský potok, úsek č. 2, fotografie autor.....	51
Obrázek 12: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 2.....	51
Obrázek 13: Jáchymovský potok, úsek č. 3, fotografie autor.....	52
Obrázek 14: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 3.....	53
Obrázek 15: Jáchymovský potok, úsek č. 4, fotografie autor.....	54
Obrázek 16: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 4.....	55
Obrázek 17: Jáchymovský potok, úsek č. 5, fotografie autor.....	56
Obrázek 18: Hydromorfologický stav Jáchymovského potoka, úsek 5.....	56
Obrázek 19: Lužní potok, úsek č. 1, fotografie autor.....	58
Obrázek 20: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 1.....	59
Obrázek 21: Lužní potok, úsek č. 2, fotografie autor.....	60
Obrázek 22: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 2.....	60
Obrázek 23: Lužní potok, úsek č. 3, fotografie autor.....	61
Obrázek 24: Hydromorfologický stav Lužního potoka, úsek 3.....	62
Obrázek 25: Stříbrný potok, úsek č. 1, fotografie autor	63
Obrázek 26: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 1	64
Obrázek 27: Stříbrný potok, úsek č. 2, fotografie autor	65
Obrázek 28: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 2	66
Obrázek 29: Stříbrný potok, úsek č. 3, fotografie autor	67
Obrázek 30: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 3	68
Obrázek 31: Stříbrný potok, úsek č. 4, fotografie autor	69
Obrázek 32: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 4	69
Obrázek 33: Stříbrný potok, úsek č. 5, fotografie autor	70
Obrázek 34: Hydromorfologický stav Stříbrného potoka, úsek 5	71
Obrázek 35: Potok Sázek, úsek č. 1, fotografie autor	72
Obrázek 36: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 1.....	73

Obrázek 37: Potok Sázek, úsek č. 2, fotografie autor	74
Obrázek 38: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 2.....	75
Obrázek 39: Potok Sázek, úsek č. 3, fotografie autor	76
Obrázek 40: Hydromorfologický stav potoka Sázek, úsek 3.....	77
Obrázek 41: Šitbopřský potok, úsek č. 1, fotografie autor	78
Obrázek 42: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 1	79
Obrázek 43: Šitbořský potok, úsek č. 2, fotografie autor	80
Obrázek 44: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 2	80
Obrázek 45: Šitbořský potok, úsek č. 3, fotografie autor	81
Obrázek 46: Hydromorfologický stav Šitbořského potoka, úsek 3	82
Obrázek 47: Zornění po spádnici, fotografie autor.....	84
Obrázek 48: Napřímené koryto, fotografie autor	84
Obrázek 49: Zemědělská krajina – historie, vlastní zpracování.....	85
Obrázek 50: Zemědělská krajina – současnost, vlastní zpracování	85
Obrázek 51: Podpora degradace půdy, fotografie autor	85
Obrázek 52: Zasolování půdy, fotografie autor.....	86
Obrázek 53: Úzké ochranné pásmo podél toku, fotografie autor	86
Obrázek 54: Překážka v korytě toku , fotografie autor.....	86
Obrázek 55: Hydromeliorace, fotografie autor	87
Obrázek 56: Vodní eroze, fotografie autor	87
Obrázek 57: Současný stav Lužního potoka, fotografie autor	88
Obrázek 58: Současný stav, vlastní zpracování.....	89
Obrázek 59: Návrhový stav, vlastní zpracování.....	89
Obrázek 60: Současný stav toku, fotografie autor	90
Obrázek 61: Současný stav, vlastní zpracování.....	91
Obrázek 62: Návrhový stav, vlastní zpracování.....	91
Obrázek 63: Současný stav, fotografie autor	92
Obrázek 64: Současný stav, vlastní zpracování.....	93
Obrázek 65: Návrhový stav, vlastní zpracování.....	93
Obrázek 66: Úsek zamokřené zemědělské krajiny, fotografie autor.....	94
Obrázek 67: Návrhový stav mokřadu, vlastní zpracování	94
Obrázek 68: Dešť'ová voda na lesní cestě, fotografie autor	95
Obrázek 69: Současný stav, vlastní zpracování.....	95
Obrázek 70: Návrhový stav, vlastní zpracování.....	96
Obrázek 71: Lužní potok, Křižovatka – ortofoto – současný stav	97
Obrázek 72: Lužní potok, Křižovatka WMS – současný stav.....	98
Obrázek 73: Lužní potok, návrhový stav.....	99

15 Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnotící kritéria a ukazatele pro vodní toky	13
Tabulka 2: Hodnotící kritéria a ukazatele pro nivu.....	14
Tabulka 3: Dlouhodobý průměrný průtok Skřivánčího potoka.....	14
Tabulka 4: Dlouhodobý průměrný průtok na modelovém území	15
Tabulka 5: Vodní toky na území Karlovarského kraje	17
Tabulka 7: Zóny CHKO Slavkovský les.....	22
Tabulka 8: Klasifikace hydromorfologického stavu toku.....	48
Tabulka 9: Souhrn výsledků hydromorfologického hodnocení zvolených lokalit.....	83

16 Seznam příloh

Příloha č. 1: Vybrané vodní toky v Karlovarském kraji

Příloha č. 2: Hydrogeologické rajóny Karlovarského kraje