



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

KOMPLEX OPATŘENÍ V POVODÍ JAVORNICKÉHO POTOKA PRO ZLEPŠENÍ KVALITY VODY V MALÉ VODNÍ NÁDRŽI ROSNIČKA

SET OF ARRANGEMENTS IN JAVORNICKÝ STREAM FLOODPLAIN FOR ROSNIČKA POND
WATER QUALITY IMPROVEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ondřej Špaček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-SIV Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Ondřej Špaček
Název	Komplex opatření v povodí Javornického potoka pro zlepšení kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- JUST, T. a kol. Vodohospodářské revitalizace. MŽP, Praha, 2005. 359 s.
- ŠINDLAR, M. a kol. Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, Část I. : Typologie korytotvorných procesů. Hradec Králové, 2013.
- ROSGEN, D. Applied River Morphology. Second edition. Wildland Hydrology, Colorado, 1996. 843 pp.
- Standardy AOPK: SPPK B02 001:2014 Vytváření a obnova tůní. Praha, 2014.
- NEUHAUSLOVÁ, Z.: Mapa potenciální přirozené vegetace. Academia, Praha, 2001.
- CULEK, M. a kol.: Biogeografické členění ČR. MŽP, Praha, 1995.
- MADĚRA, P., ZIMOVÁ E.(eds.): Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. MZLU, Brno, 2017.
- ZIMOVÁ, E. a kol.: Zakládání místních ÚSES na zemědělské půdě. MZe ČR, Lesnická práce, Kostelec nad Černými Lesy, 2002.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše v oblasti revitalizací vodních toků a niv a obnovy zásob vody v krajině. Rozebrány zde budou metody vhodné pro menší vodní toky, důraz bude kladen i na obnovu tůní a mokřadů a možnosti dalších opatření v krajině pro zlepšení kvality vody v tocích a nádržích.

Praktická část práce bude zaměřena na provedení hydroekologického monitoringu na Javornickém potoce (okr. Svitavy), dále bude proveden ideový návrh opatření na zlepšení hydromorfologického stavu toku a obnovení zásob vody v potoční nivě. Okrajově bude vhodné zohlednit i možnosti úprav přímo na zemědělských pozemcích tak, aby ve výsledku došlo ke zlepšení kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička, do níž Javornický potok přitéká. Bude vyhodnoceno srovnání současného stavu a stavu po navržené úpravě.

Práce bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího diplomové práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje návrhu vodohospodářských a protierozních opatření v povodí Javornického potoka na zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička ve Svitavách. V teoretické části autor shrnuje současné postupy v oblastech revitalizací malých vodních toků a protierozní ochrany v České republice. V praktické části byla nejprve provedena analýza území zahrnující rozbor přírodních podmínek, hydroekologický monitoring vodních toků dle metody HEM 2014 a stanovení erozních poměrů dle metody USLE. Poté byla navržena revitalizační opatření na Javornickém potoce pro zlepšení samočištění vody a obnovy zásob podzemní vody v potoční nivě a také dvě varianty protierozní ochrany na zemědělských plochách pro snížení vnosu splavenin do hydrografické sítě. Na závěr byla formulována koncepční a technická doporučení pro realizaci těchto opatření, jako podklad pro plánování a rozhodování politického vedení města Svitavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

hydroekologický monitoring, revitalizace vodního toku, samočištění vody, zadržování vody v krajině, eroze půdy, protierozní opatření, Územní systém ekologické stability krajiny

ABSTRACT

This thesis deals with the projection of water management and erosion control measures in the Javornický stream floodplain to improve water quality in the Rosnička pond near the town of Svitavy. In the teoretical part, the author summarized current practices in the areas of small river restorations and protection against soil erosion in the Czech Republic. In the practical part, the analasis of the area was first made, including the analysis of natural conditions, hydroecological monitoring of watercourses according to the HEM 2014 method and quantification of soil loss conditions according to the USLE method. Then, revitalization measures on the Javornický stream were designed to improve the self-purification of water and the restoration of ground water in the floodplain, as well as two variants of erosion control measures on agricultural areas to reduce the input of sediments into the hydrographic network. Finally, conceptual and technical recommendations for the implementation of these measures were formulated, as a basis for planning and decision-making of the political leadership of the town of Svitavy.

KEYWORDS

hydroecological monitoring, river restoration, self-purification of water, water retention of landscape, soil erosion, erosion control measures, Territorial system of Landscape ecological stability

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Ondřej Špaček *Komplex opatření v povodí Javornického potoka pro zlepšení kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička*. Brno, 2022. **!!XX!! s., 41 s.** příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Komplex opatření v povodí Javornického potoka pro zlepšení kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2022

Bc. Ondřej Špaček
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Komplex opatření v povodí Javornického potoka pro zlepšení kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2022

Bc. Ondřej Špaček
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji paní Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za odbornou pomoc, vstřícnost a zejména trpělivost během zpracování této práce. Také děkuji vedení Svitav za poskytnutí podkladů, panu Mgr. Konečnému ze Státního okresního archivu v Litomyšli za vyhledání dokumentací k odvodňovacím stavbám a kolegům z firmy AGROPROJEKT PSO s.r.o. za shovívavost a cenné rady z projekční praxe. Poté bych rád poděkoval své přítelkyni Elišce Vraspírové, rodině a všem přátelům, kteří mě motivovali k dokončení studia. Speciální poděkování patří Janu Vostřelovi za představení ozdravných procesů na Rosničce a předání znalostí o lokalitě.

V Brně dne 10. 1. 2022

Bc. Ondřej Špaček
autor práce

Obsah

Obsah	9
1 Úvod.....	12
2 Cíle práce	13
TEORETICKÁ ČÁST	14
3 Hydroekologický monitoring vodních toků	14
3.1 Monitoring stavu útvarů povrchových vod	14
3.2 Hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků	16
3.3 Metodika HEM 2014.....	17
3.3.1 Referenční stav	18
3.3.2 Hierarchický princip hodnocení a monitorované ukazatele	19
3.3.3 Postup mapování a vyhodnocení výsledků	19
4 Revitalizace vodních toků	21
4.1 Cíle a zásady revitalizací vodních toků.....	21
4.1.1 Obnova prostorového rozsahu, tvarů a rozměrů přírodě blízkých toků	22
4.1.2 Obnova tvarové a hydraulické členitosti toku.....	25
4.1.3 Obnova přirozeného splaveninového režimu	26
4.1.4 Obnova samovolného vývoje a přirozené dynamické stability koryta.....	26
4.1.5 Zajištění migrační prostupnosti	27
4.1.6 Podpora procesů samočištění vody	27
4.2 Možné přístupy k návrhu revitalizací.....	28
4.2.1 Návrh na straně stavební a hydromorfologické bezpečnosti.....	30
4.3 Specifika revitalizací nejmenších vodních toků.....	30
4.4 Revitalizace ve vztahu k odvodňovacím stavbám.....	31
4.5 Břehové a doprovodné porosty	33
5 Obnova a vytváření tůní a mokřadů	34
5.1 Vytváření tůní	34
5.2 Vytváření mokřadů.....	36
5.3 Obnova přirozeného zamokření niv	36
6 Vodní eroze půdy a protierozní opatření.....	37
6.1 Vodní eroze půdy	37
6.1.1 Příčiny vodní eroze	38
6.1.2 Důsledky vodní eroze.....	38
6.1.3 Formy vodní eroze	40
6.1.4 Posouzení erozního ohroženosti.....	41

6.2	Opatření proti vodní erozi	42
6.2.1	Organizační protierozní opatření.....	42
6.2.2	Agrotechnická protierozní opatření.....	45
6.2.3	Technická protierozní opatření.....	46
7	Územní systém ekologické stability (ÚSES)	50
7.1	Skladebné prvky ÚSES	50
7.2	ÚSES dle významu	51
7.3	Plánování, vymezení a realizace ÚSES.....	52
7.3.1	Obecné realizační zásady	53
PRAKTICKÁ ČÁST.....		54
8	Řešená lokalita	54
9	Analýza zájmového území	56
9.1	Charakteristika zájmového území	57
9.1.1	Klimatické poměry.....	57
9.1.2	Hydrologické poměry.....	57
9.1.3	Geomorfologické poměry a reliéf	59
9.1.4	Geologické a půdní poměry	60
9.1.5	Biogeografické poměry a potenciální přirozená vegetace	61
9.1.6	Využití území	62
9.1.7	Ochrana přírody a územní systém ekologické stability.....	63
9.2	Hydroekologický monitoring vybraných vodních toků	64
9.2.1	Úsek SVI001	66
9.2.2	Úsek SVI002	67
9.2.3	Úsek SVI003	68
9.2.4	Úsek JAV001	69
9.2.5	Úsek JAV002	70
9.2.6	Úsek JAV003	72
9.2.7	Celkové zhodnocení výsledků HEM.....	73
9.3	Vyhodnocení erozních poměrů na zemědělských plochách.....	74
10	Ideový návrh opatření v zájmovém území	76
10.1	Revitalizace Javornického potoka v km 0,000-0,590 – obnova mokřadní louky	78
10.1.1	Návrh nového koryta toku.....	79
10.1.2	Odstranění propustku	81
10.1.3	Komplex nivních tůní.....	81
10.1.4	Eliminace funkce plošného odvodnění	82
10.1.5	Vegetační doprovod	82

10.2	Revitalizace Javornického potoka v km 1,040-1,995 – revitalizace melioračního hlavníku.....	83
10.2.1	Úprava koryta.....	83
10.2.2	Vegetační doprovod	84
10.2.3	Následná péče o biokoridor.....	85
11	Posouzení účinnosti navrhovaných opatření	85
12	Koncepční a technická doporučení	87
13	Závěr	90
	Seznam použité literatury a ostatních zdrojů	91
	Seznam použitých zkratk.....	94
	Seznam tabulek	95
	Seznam obrázků	95
	Seznam příloh	97

1 Úvod

V souvislosti s probíhajícími klimatickými změnami se naše kulturní, člověkem intenzivně využívaná a přeměněná krajina ukazuje jako málo stabilní. Není schopna se pružně přizpůsobit zvyšujícím se teplotám a vlivem výparu a rychlého odtoku z dešťových srážek způsobeného necitlivými zásahy do hydrografického systému ztrácí jednu ze svých nejcennějších a nejdůležitějších složek – vodu. Ta pak chybí v krajině i v samotné hydrografické síti, kde lze sledovat vysychání vodních toků a nádrží. Za snížených vodních stavů se ve větší míře projevuje znečištění, které se do toků a nádrží dostává z našich sídel, průmyslových podniků nebo konvenčně obhospodařovaných zemědělských ploch. V extrémním případě, např. když v eutrofizovaných nádržích dojde k nadměrnému rozvoji sinic, můžeme sledovat kolaps celých vodních ekosystémů, při kterém dochází ke kompletnímu úhynu vodní bioty.

Jedním z těchto případů je nádrž Rosnička ve Svitavách, jež představuje oblíbenou a nejvíce navštěvovanou městskou rekreační oblast. Vodní nádrž se se špatnou kvalitou vody a rozvojem vodního květu sinic potýká řadu let, což v poslední době vede k zákazu koupání v nádrži. V roce 2018 tento stav vyústil až k ekologické havárii, kdy kvůli kyslíkovému kolapsu došlo k hromadnému úhynu ryb a dalších vodních živočichů. Tato událost vedla ke zvýšenému zájmu veřejnosti a k intenzivnější práci svitavské radnice na nápravě situace. [1]

Ve spolupráci s odborníky bylo vytipováno několik problémů, jež je potřeba vyřešit. Jedním z nich je kontrola přítoků do nádrže a omezení přísunu splavenin z povodí, z čehož vyvstává potřeba posouzení erozních poměrů na zemědělských plochách v povodí a následný návrh protierozních opatření na zdrojových zemědělských plochách. Na místě je také provedení analýzy hydrografické sítě a prověření možnosti revitalizačních opatření na přítocích Rosničky (Javornického potoka a Svitavy) jakožto doplňkových opatření pro zvýšení samočisticí schopnosti vody, a tedy pro dosažení vyšší míry redukce znečištění z obce Javorník na těchto přítocích. Revitalizační opatření by také měla vést k posílení akumulace vody v povodí a k dotaci přítoků Rosničky vodou v suchých obdobích, neboť snížený objem vody v nádrži přímo souvisí s nadměrným prohříváním vody a kyslíkovým deficitem. Řešení těchto problémů pomocí postupů vodního hospodářství krajiny bylo zvoleno jako téma této práce.

2 Cíle práce

Hlavním cílem práce je komplexní návrh vodohospodářských opatření v povodí Javornického potoka na podporu kvality vody v malé vodní nádrži Rosnička, přičemž se autor vzhledem k obsáhlosti tématu omezuje na postupy oboru vodního hospodářství krajiny. V návaznosti na zadání je práce rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické, pro které byly stanoveny následující dílčí cíle:

Cíle teoretické části:

- Sestavit teoretickou základnu formou literární rešerše, která poskytne autorovi práce dostatečný přehled a oporu pro technicky správné a kvalitní zpracování praktické části. Teoretická část se tedy bude zabývat hydroekologickým monitoringem, revitalizací vodních toků a niv se zaměřením na drobné vodní toky ve volné krajině, obnovou a vytvářením tůní a mokřadů a okrajově též Územním systémem ekologické stability. Vzhledem ke specifikům řešené lokality bude také provedena rešerše v oblasti vodní eroze a protierozních opatření.

Cíle praktické části:

- Shromáždit a analyzovat dostupné podklady.
- Dostatečně analyzovat řešené území, tj. povodí Javornického potoka a identifikovat problematická místa.
- Na základě zjištěných problémů navrhnout konkrétní nápravná opatření, která budou směřovat ke zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička.
- S využitím vhodných metod porovnat stav problematických míst před a po návrhu nápravných opatření.
- Formulovat technické závěry a doporučení, která budou moci posloužit jako podklad pro rozhodování politického vedení města Svitavy.

TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část v první kapitole popisuje hydroekologický monitoring, který byl posléze využit v praktické části pro stanovení hydromorfologického stavu vodních toků. V kapitole 4 jsou následně popsány technické revitalizace malých vodních toků ve volné krajině a obnova a vytváření tůní jakožto nosného tématu v souvislosti s navrhovanými opatřeními na podporu kvality vody v nádrži Rosnička. Z důvodu nadměrného vnosu splavenin erozního původu do nádrže je v kapitole 5 zařazena problematika vodní eroze a protierozní ochrany. V kapitole 6 je stručně popsán Územní systém ekologické stability, neboť některá posuzovaná místa v řešeném území spadají do vymezených skladebných prvků tohoto systému.

3 Hydroekologický monitoring vodních toků

Hydroekologický monitoring vodních toků je prováděn v rámci monitoringu stavu povrchových vod, přičemž je součástí zjišťování ekologického stavu toku. Výsledky monitorování jsou využívány ve vodohospodářském plánování, jelikož umožňuje vytipování problematických míst na hydrografické síti a následnou kontrolu realizovaných nápravných opatření.

3.1 Monitoring stavu útvarů povrchových vod

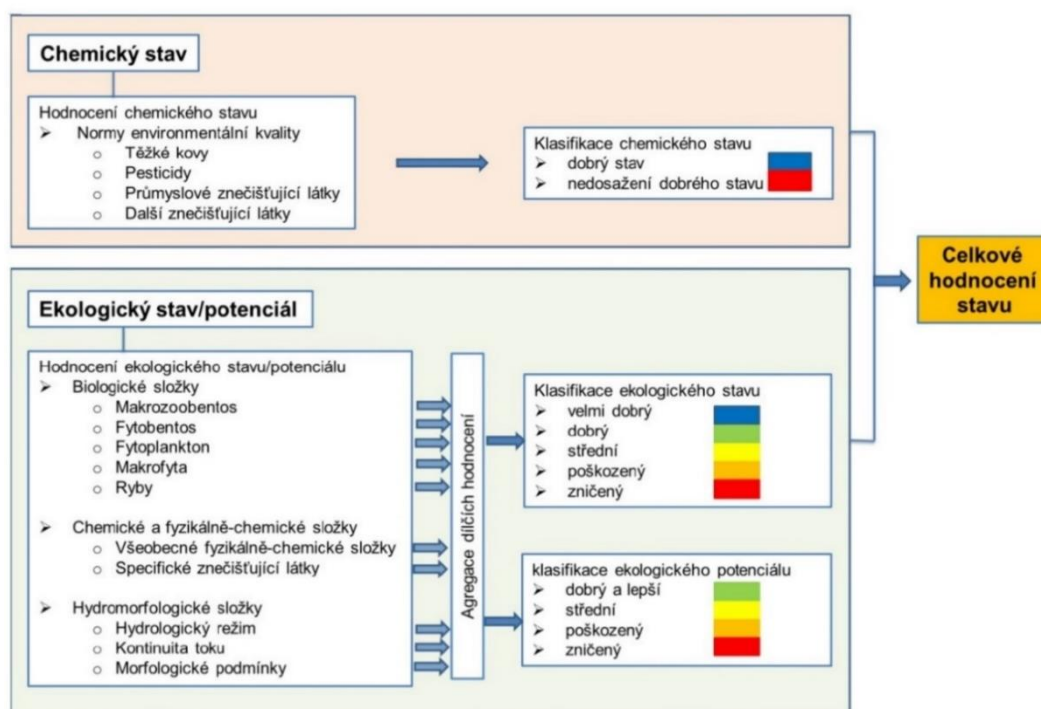
Systematický monitoring stavu útvarů povrchových vod je v České republice prováděn na základě požadavků článku 8 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23.10.2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále jen Rámcová směrnice). Do české legislativy jsou tyto požadavky implementovány zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů a vyhláškou č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. Monitoring slouží ke sledování a vyhodnocování stavu útvarů povrchových vod, přičemž na základě zjištěných výsledků jsou v případě potřeby navrhována opatření s cílem dosažení dobrého

stavu vod (opět požadavek Rámcové směrnice). V dalším kroku je monitoring využíván pro kontrolu realizovaných opatření. [3]

V rámci monitoringu vodních útvarů tekoucích vod (kategorie „řeka“) se sleduje a vyhodnocuje jejich chemický a ekologický stav. Chemický stav se určí na základě hodnocení tzv. norem environmentální kvality pro prioritní látky, kdy nesmí být překročeny jejich limitní koncentrace, jež jsou stanoveny přílohou č. 3 nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, (...), ve znění nařízení vlády č. 23/2011 Sb. U některých látek se vyžaduje i sledování trendů koncentrací v biotě nebo sedimentu. Vyhodnocení chemického stavu se vyjadřuje v kategoriích „dobrý stav“ a „nedosažení dobrého stavu“. [4] [5]

Ekologický stav se hodnotí porovnáním současného stavu s blízkými přírodními, tzv. referenčními podmínkami. Hodnoceny jsou složky kvality biologické, chemické a fyzikálně-chemické a hydromorfologické, přičemž nejhůře hodnocená složka kvality určuje ekologický stav útvaru. Výsledky se vyjádří klasifikací ekologického stavu jako „velmi dobrý“, „dobrý“, „střední“, „poškozený“ nebo „zničený“. Pro tuto klasifikaci je stanoveno i konkrétní barevné označení, které musí být použito při grafickém znázorňování výsledků ekologického stavu. U útvarů povrchových vod určených jako silně ovlivněné nebo umělé je hodnocen ekologický potenciál. [4] [5]

Výsledný celkový stav vodního útvaru lze označit jako „dobrý“, pokud je jeho ekologický i chemický stav přinejmenším „dobrý“. V opačném případě je celkový stav útvaru označen jako „nevyhovující“. [4] Schematicky je syntéza hodnocení včetně jednotlivých hodnocených skupin ukazatelů a složek kvality zobrazena na Obr. 1. Postup hodnocení stavu útvarů povrchových vod včetně odběru a zpracování vzorků je definován více než dvěma desítkami metodik, které pro Ministerstvo životního prostředí (MŽP) zpracoval Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. (VÚV TGM). [6]



Obr. 1 Syntéza hodnocení stavu vodních útvarů tekoucích vod [7]

3.2 Hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků

Jak vyplývá z předchozí kapitoly, hodnocení hydromorfologické složky kvality je důležitou součástí hodnocení ekologického stavu a následně celkového hodnocení stavu vodních útvarů. Hodnocení stavu hydromorfologické složky v pojetí Rámcové směrnice podává informaci o tom, zda hydromorfologické podmínky umožňují dosažení požadované kvality biologických složek. Princip hodnocení spočívá v porovnání aktuální kvality s referenčním stavem, který je stanoven zvlášť pro každý typ vodních toků a odpovídá definici „velmi dobrého“ stavu hydromorfologické složky kvality (viz Tab. 1), tedy stavu přirozeného s žádným nebo minimálním antropogenním ovlivněním. [8]

Tab. 1 Definice velmi dobrého stavu hydromorfologické složky kvality vodních toků [8]

Složka	Velmi dobrý stav
Hydrologický režim	Velikost a dynamika proudění a z toho plynoucí souvislosti s podzemními vodami plně nebo téměř plně odpovídají nenarušeným podmínkám.
Kontinuita toku	Kontinuita toku není narušena antropogenními činnostmi a umožňuje nerušenou migraci vodních organismů i transport sedimentů.
Morfologické podmínky	Uspořádání říčního koryta, proměnlivost jeho šířky a hloubky, rychlosti proudění, vlastnosti substrátu a jak jeho struktura, tak vlastnosti příbřežních zón zcela nebo téměř odpovídají nenarušeným podmínkám.

Rámcová směrnice nezadává konkrétní způsob hodnocení hydromorfologických složek, existuje tedy celá řada metod v různých členských státech EU. Pro účely jistého sjednocení a porovnávání metod však byla vydána norma EN 14614 (2004), která je u nás implementována normou ČSN EN 14614 Kvalita vod – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek (2005, akt. 2021). Tato norma vychází z již ověřených a používaných evropských metod, které byly vytvořeny před přijetím Rámcové směrnice. Norma poskytuje obecný rámec pro používání různých metod a definuje standardní postup zaznamenávání charakteristik říčních koryt, břehů, příbřežních zón a inundačních území. Mezi známé zahraniční metody patří: [9]

- Landesamt für Wasserwirtschaft – LAWA (Německo, 1994),
- Stream Visual Assessment (USA, 1996),
- River Habitat Survey (Velká Británie, 2002),
- LAWA – Field Survey (Německo, 2000), LAWA – Overview Survey (2002).

Z metod vzniklých v České Republice lze uvést následující: [9]

- Metodika vyhodnocení akt. stavu hydromorfologie vodních toků (Šindlar, 2008),
- EcoRivHab (Matoušková, 2008),
- Manuál pro hydromorfologické hodnocení vodních toků (Demek, 2006),
- Metoda monitoringu hydromorfologických charakteristik toků HEM 2014 (Langhammer, 2007).

Detailní popis nebo srovnání jednotlivých metod je nad rámec stanovených cílů této práce. Podrobněji je popsána pouze metodika HEM 2014, kterou oficiálně zadává MŽP a která byla použita pro praktickou část této práce.

3.3 Metodika HEM 2014

Pro zhodnocení hydromorfologické složky kvality vodních toků byla v praktické části využita metodika HEM 2014, jež je jedinou metodikou uznávanou Ministerstvem životního prostředí. Metodika je v souladu s požadavky Rámcové směrnice a tuzemskou implementační legislativou a normami. Hodnocení hydromorfologických složek kvality vodního toku probíhá formou terénního mapování vybraných hydromorfologických charakteristik toků a údolní nivy na vymezených úsecích vodních toků, přičemž část parametrů lze stanovit s využitím distančních podkladů. [10]

3.3.1 Referenční stav

Jak již bylo zmíněno v kap. 3.1, hodnocení ekologického stavu vodního toku je založeno na porovnání aktuálního stavu se stavem referenčním (ekologicky „velmi dobrým“, antropicky neovlivněným). V metodice HEM 2014 je referenční stav odvozen z typologie vodních toků ČR (Langhammer, 2009). Ta vychází ze zatřídění vodních toků na základě příslušnosti k úmoří, nadmořských výšek v závěrovém profilu toku, typu geologického podloží a dle kategorizace říční sítě dle tzv. Strahlerova řádu toku. Kombinací těchto čtyř zonálních parametrů bylo vzniklo 23 základních typů vodních toků. [10] [11]

V digitální formě je typologie vodních toků dostupná v „Mapě VH a ochrana vod“ v rámci Hydroekologického informačního systému VÚV TGM [12], konkrétně pod záložkou „Úseky toků v jemném dělení (DIBAVOD)“. Metodika HEM 2014 pak pro potřeby tzv. typově specifického hodnocení morfologického stavu sdružuje základní zonální typy toků do následujících osmi skupin: [13]

HOR – Horský tok

PPK – Potok pahorkatinný na krystaliniku

PVR – Potok vrchovinný

PPS – Potok pahorkatinný na sedimentu

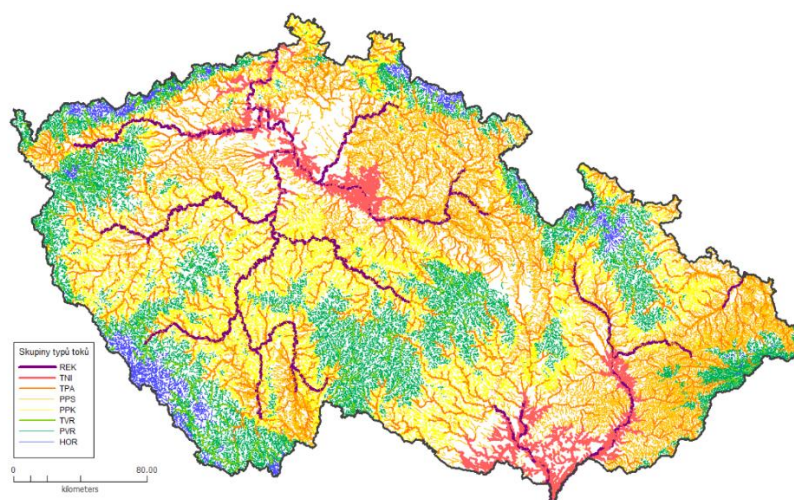
TVR – Tok vrchovinný

TPA – Tok pahorkatinný

REK – Řeka

TNI – Tok nížinný

Tato diferenciacce je pro účely zatřídění základních typů vodních toků do skupin v metodice uvedena v tabulkové i grafické (viz Obr. 2) formě.



Obr. 2 Mapa skupin typů vodních toků ČR [13]

3.3.2 Hierarchický princip hodnocení a monitorované ukazatele

Hodnocení složek hydromorfologické kvality vychází z hierarchického prostorového principu. Monitoring je prováděn na úsecích vodních toků vymezených pro potřeby monitoringu dle daných pravidel. Jednotlivé ukazatele metodiky HEM se monitorují odděleně pro každý vymezený úsek tak, aby byla co nejlépe postižena rozdílná kvalita úseků. Tím je možno následně zacílit konkrétní opatření do úseků v horším stavu a zároveň chránit úseky dosahující lepšího stavu. Na závěr je pak stanovován stav hydromorfologických složek kvality pro celý vodní útvar. Předmětem monitoringu a následného hodnocení jsou následující parametry členěné do tří skupin: [10]

I. Koryto

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Upravenost trasy toku (TRA) | 7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK) |
| 2. Variabilita šířky koryta (VSK) | 8. Struktury dna (STD) |
| 3. Variabilita podélného zahloubení (VHL) | 9. Charakter proudění (PRO) |
| 4. Variabilita příčného zahloubení (VHP) | 10. Ovlivnění hydrolog. režimu (OHR) |
| 5. Dnový substrát (DNS) | 11. Podélná průchodnost koryta (PPK) |
| 6. Upravenost dna (UDN) | |

II. Říční břehy / příbřežní zóna

12. Upravenost břehu (UBR)
13. Břehová vegetace (BVG)
14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

III. Inundační území

15. Využití údolní nivy (VNI)
16. Průchodnost inundačního území (PIN)
17. Boční migrace koryta (BMK)

3.3.3 Postup mapování a vyhodnocení výsledků

Mapování je zapisováno do mapovacího formuláře, který se vyplňuje samostatně pro každý vymezený úsek toku. Pro jednotlivé ukazatele je rozlišen zdroj dat (terénní průzkum nebo distanční určení) a spolehlivost určení. Vedle mapovacího formuláře jsou dalšími podklady základní mapa 1:10 000 se zákresem úseků včetně kódu a případné přístrojové vybavení pro měření (GPS, dálkoměry) a pořízení fotodokumentace. [10]

V rámci pracovního postupu je nejprve provedeno vymezení hranic úseků toků a jejich zákres včetně přiřazení kódového označení. Následuje vlastní mapování v terénu a poté distanční zpřesnění a doplnění charakteristik. Výsledky jsou pak přeneseny do

digitální formy a vyhodnoceny pomocí tabulkových klíčů uvedených v metodice. Skórování hodnocených ukazatelů je prováděno ve stupnici od 1 (nejhorší stav) do 5 (nejlepší), přičemž některé z hodnocených ukazatelů jsou univerzální, zatímco jiné jsou typově specifické – stanovené na základě skupin typů vodních toků. [10] [13]

Hydromorfologická kvalita úseku je poté vypočtena jako vážený průměr skóre, přičemž jednotlivých ukazatelům jsou přiřazeny různé váhy podle zatřídění úseku do skupiny typů vodních toků. Vztah pro výpočet kvality úseku je následovný: [13]

$$\begin{aligned}
 \text{HMS} = & (\text{TRA} * k_{tra_typ} + \text{VSK} * k_{vsk_typ} + \text{VHL} * k_{vhl_typ} + \text{VHP} * k_{vhp_typ} + \text{DNS} * k_{dns_typ} + \text{UDN} * k_{udn_typ} + \text{MDK} * \\
 & k_{mdk_typ} + \text{STD} * k_{std_typ} + \text{PRO} * k_{pro_typ} + \text{OHR} * k_{ohr_typ} + \text{PPK} * k_{ppk_typ} + \text{UBR} * k_{ubr_typ} + \text{BVG} * k_{bvg_typ} + \\
 & \text{VPZ} * k_{vpz_typ} + \text{VNI} * k_{vni_typ} + \text{PIN} * k_{pin_typ} + \text{BMK} * k_{cpr_typ}) / 4 \quad (8.1)
 \end{aligned}$$

Na závěr je provedena klasifikace hydromorfologického stavu podle vypočtené hodnoty hydromorfologické kvality a tabulkového klíče (viz Tab. 2), který odpovídá názvosloví a intervalům dle ČSN EN 15843.

Tab. 2 Klasifikace hydromorfologického stavu vodního útvaru [13]

Intervaly skóre	Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
(1,0; 1,5)	1	Přírodě blízký	Modrá
(1,5; 2,5)	2	Slabě modifikovaný	Zelená
(2,5; 3,5)	3	Středně modifikovaný	Žlutá
(3,5; 4,5)	4	Značně modifikovaný	Oranžová
(4,5; 5,0)	5	Silně modifikovaný	Červená

Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru se vypočte jako vážený průměr hodnoty kvality pro jednotlivé hodnocené úseky, kde vahou je délka úseků. [13]

4 Revitalizace vodních toků

Většina hydrografické sítě na území České republiky byla podobně jako v dalších evropských zemích po staletí ovlivňována činností člověka. K nejvýraznějším vodohospodářským zásahům docházelo prakticky po celé 19. a 20. století, kdy byly prováděny technické úpravy potoků, řek a jejich niv. V rámci tehdejšího krátkozrakého pojetí protipovodňové ochrany a intenzivní zemědělské výroby byly toky upravovány podle pevně daných šablon. Mezi negativní důsledky těchto úprav patří fragmentace vodních toků, zkrácení a zahloubení koryt, zvýšení sklonů a rychlostí proudění, ztráta přirozených habitatů a omezení fluviálně-morfologických procesů utvářejících říční systém, pokles hladiny podzemní vody, ztráta komunikace koryta s nivou, a tedy razantní snížení akumulace vody v krajině, přičemž tento stav je nutno vnímat negativně obzvláště v souvislosti s probíhajícími změnami klimatu. [14] [15]

V současnosti jako společnost konečně shledáváme, že přeměna hydrografické sítě přináší prokazatelná negativa. Velká část technických úprav, poškozujících přírodu a krajinu, je v této době zbytečná. K nápravě způsobených škod slouží opatření souhrnně označovaná jako vodohospodářské revitalizace, která mají na rozdíl od tzv. renaturací (samovolného zpřírodnění) charakter plánovaného technického řešení. [15] Tato kapitola, věnovaná současným trendům revitalizací vodních toků, se vzhledem k tématu diplomové práce zaměřuje zejména na revitalizace drobných toků v nezastavěné krajině.

4.1 Cíle a zásady revitalizací vodních toků

V obecné rovině lze cíle revitalizačních opatření popsat s využitím požadavků Rámcové směrnice o vodách: nedopustit další zhoršování stavu vod a zasadit se o jeho zlepšení ve všech jeho dílčích složkách – ekologických (biota, fyzikálně-chemické a hydromorfologické parametry) a chemických (kvalita vody). Cílem revitalizací je tedy nejen vytvoření morfologicky pohledného koryta odpovídajícího přirozeným říčním vzorům, ale především zajištění podmínek pro podporu oživení toku pomocí změny jeho hydromorfologických parametrů. Žádoucí je obnova procesů vedoucích k přirozenému vývoji říčního prostředí a obnova jeho přirozených funkcí, mezi které např. patří: [14]

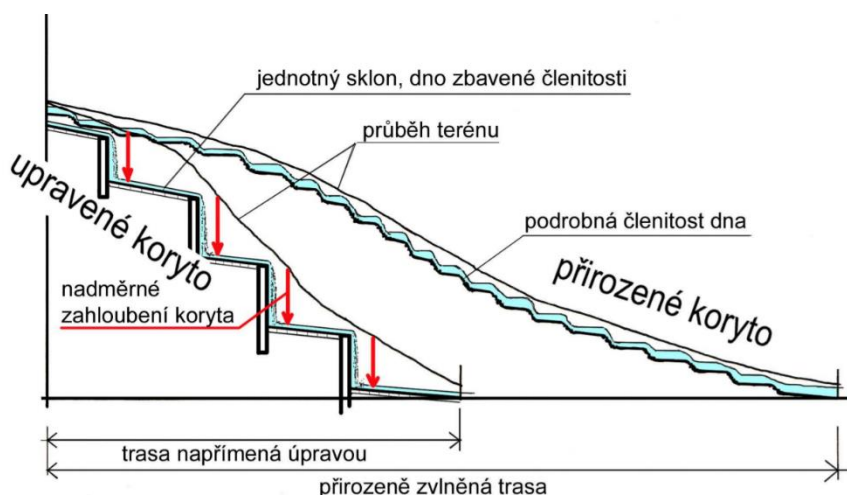
- volný pohyb vody, splavenin a organismů,
- akumulace a retence vody v korytě a v nivě,

- komunikace s podzemní vodou v nivě a zejména zpětné doplňování vody z horninového prostředí do koryta v sušších obdobích,
- zpomalení povodní a jejich regulace rozlivem do nivy,
- podpora procesů samočištění vody,
- vytváření stanovišť a úkrytů pro biotu,
- regulace mikroklimatu,
- krajinnotvorná a estetická funkce.

Vybrané způsoby k dosažení těchto cílů jsou popsány v následujících podkapitolách.

4.1.1 Obnova prostorového rozsahu, tvarů a rozměrů přírodě blízkých toků

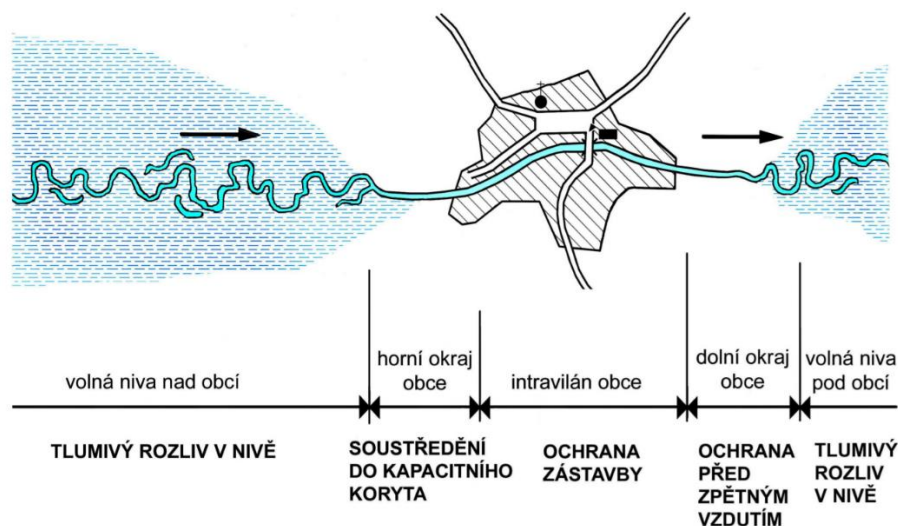
Revitalizační cíle míří k obnově dřívějšího půdorysného rozsahu koryt. Zúžená, zahloubená a hydraulicky hladká koryta je účelné rozšiřovat, změlčovat a obnovovat jejich původní trasu a šířku říčních pásů. Obnova prostorového rozsahu toku vede ke zvětšení hladinových ploch a zadržovaných objemů vody, čehož lze docílit především prodloužením trasy toku, rozvolňováním koryta, vytvářením dnových tůní a zvyšováním přirozených forem členitosti koryta. Široké, mělce rozvolněné koryto pak umožňuje rozvoj ekologicky cenného prostředí a je tzv. dynamicky stabilní (viz 4.1.4). [14]



Obr. 3 Srovnání členitosti technického a přirozeného koryta v podélném profilu [15]

Z hydrologického hlediska lze konstatovat, že s větším prostorovým rozsahem koryt a niv přibývá místo pro přirozené formy akumulace a retence vody. Přírodní tok pomaleji vede povodňové průtoky a umožňuje rozliv do nivní inundace, čímž dochází též ke snížení kulminace povodňové vlny. Revitalizační úpravy tak mohou být s výhodou

využity jako součást přírodě blízkých protipovodňových opatření a oproti technickým způsobům mají nespornou přidanou hodnotu z hlediska zlepšení ekologického stavu toku. Samozřejmě – taková opatření je možné navrhovat pouze tam, kde rozlivy do nivy neohrozí zástavbu a jiné další opodstatněné zájmy v krajině (viz Obr. 4). [14]

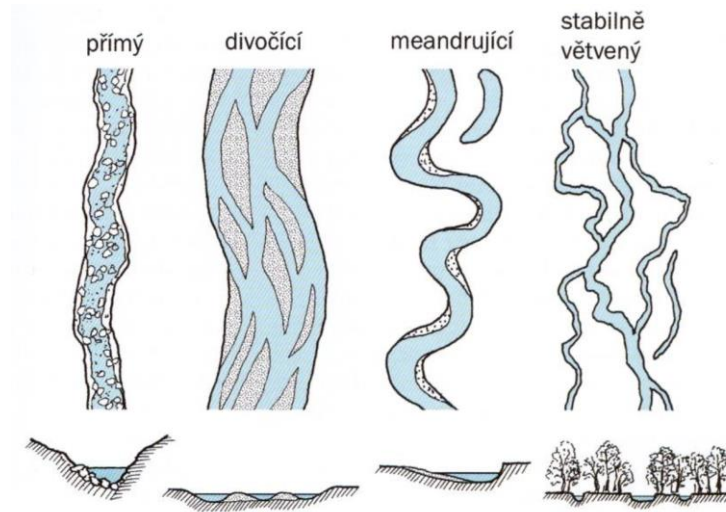


Obr. 4 Zonace nivy vodního toku podle zájmů protipovodňové ochrany obce [15]

Revitalizace technicky upravených koryt vodních toku by měla **směřovat k přirozeným morfologickým typům odpovídajícím dané lokalitě**. Na základě zásad říční morfologie je třeba navrhovat koryta tvarově a rozměrově blízká příslušnému typu. Základní klasifikace dle Leopolda a Wolmana (1957) rozlišuje podle převládajících korytotvorných procesů (hloubková eroze, meandrování, větvení koryta) a půdorysných tvarů koryta tyto čtyři základní (viz Obr. 5) geomorfologické typy vodních toků: [14] [15]

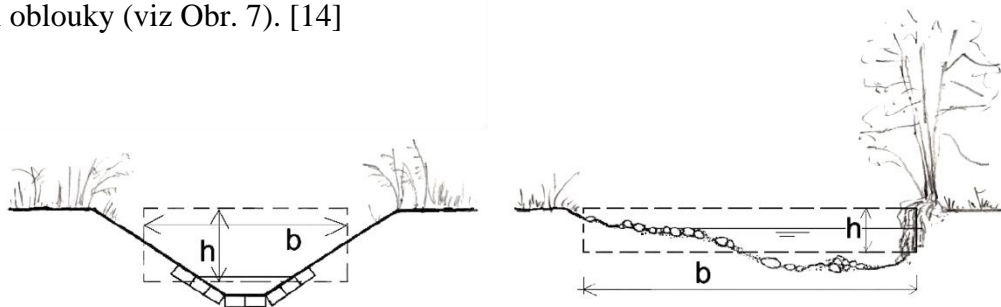
- **tok s přímým korytem** – relativně sklonité (0,5 až 4 %), na hruborzné splaveniny bohaté horské a podhorské terény, kde se vodní proud nestabilně rozděluje do více pramenů, probíhajících v členitém prostředí štěrkových lavic;
- **divočící vodní tok** – obvykle sevřenější a sklonitější údolí (nad 2 %), která nepodporují výraznější a stabilnější zvlnění trasy koryta;
- **meandrující vodní tok** – širší údolí se dnem vyplněným zeminami, vyvinutou nivou a podélným sklonem zhruba do 2 %;
- **stabilně větvený (anastomózní) tok** – pokročilejší stadium meandrů větších toků v širokých a málo sklonitých nivách a říčních deltách, kde jsou oproti

divočímu toku ostrovy mezi ramena trvalejší, podstatně větší a zpravidla s trvalým vegetačním pokryvem.



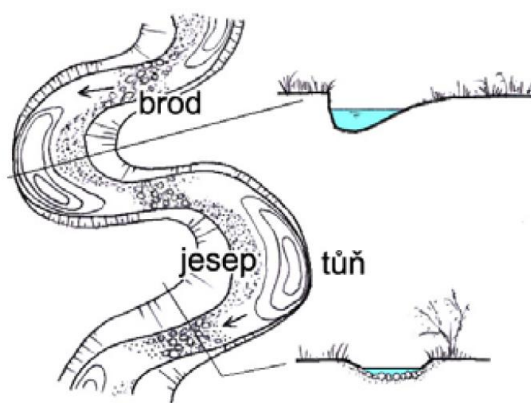
Obr. 5 Základní geomorfologické typy vodních toků [15]

Jako číselné vodítko pro návrh přírodě blízkých koryt může posloužit poměr hloubky k šířce, jež se u meandrujících či zvlněných potoků (viz Obr. 6) pohybuje v rozsahu 1 : 4 až 1 : 6, přičemž klasický „meliorační lichoběžník“ byl navrhován v poměru 1 : 2. Tvar koryta u meandrujících typů (jež jsou nejčastější revitalizační úlohou) lze přirovnat k „plochému pekáči“. Profil je pak vhodné v průběhu trasy měnit jako sled hlubších, méně proudných pasáží v obloucích a mělčích kamenitějších úseků v přímých pasážích mezi oblouky (viz Obr. 7). [14]



Obr. 6 Srovnání příčných profilů technického a přirozeného koryta [14]

Dalším vodítkem je průtočná kapacita, která je u meandrujících koryt doporučována v úrovni Q_{30d} (třicetidenní voda). Podmínkou je dostatečně široký nivní pás, kde častý rozliv nezpůsobí žádné škody. Změlčováním koryta lze podpořit akumulaci mělké podzemní vody v nivě, která je následně dostupnější pro přírodní i kulturní společenstva a pro okolní vodní plochy (tůně). [14]

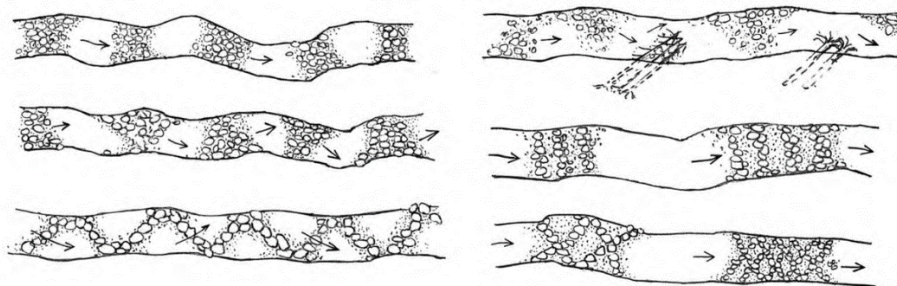


Obr. 7 Vzorová geometrie meandrujícího toku [14]

4.1.2 Obnova tvarové a hydraulické členitosti toku

Morfologicky autentické tvary a rozměry vodních toků jsou spojeny s velkou tvarovou a hydraulickou členitostí. Tvarová členitost koryta (v trase, podélném i příčném profilu) vytváří sama o sobě povrchy, stanoviště a úkryty podstatné pro rozvoj bioty a zároveň vytváří podmínky pro členitost hydraulickou v podobě drsnosti omočeného povrchu. Velký význam má detailní morfologie dna, jež je dána charakterem materiálu. U přirozených koryt jsou dna porézní se zastoupením několika velikostních frakcí materiálu, která vytváří vhodné prostředí pro tzv. bentos, jež má určující podíl na samočištění vody. Na členitosti se také nezastupitelně podílí říční dřevina. [14]

Hydraulická členitost představuje rozmanitost hloubek, rychlostí a směrů proudění vody v korytě a je dána členitostí tvarovou. Z hlediska hydraulické členitosti je opět preferován sled mělčích, proudných pasáží a hlubších, méně proudných pasáží, tedy brodů a tůň. U přímých a zvlněných toků se pro iniciování hydraulické členitosti dobře uplatní práce s opevněním dna, kdy lze proudění usměrňovat pomocí dnových pasů z kamene, pasů přecházejících ve výhony nebo případně i výhonů ze stromů (nutná řádná stabilizace v březích) – viz Obr. 8. [14]



Obr. 8 Příklady zajištění hydraulické členitosti u přímých a zvlněných toků [16]

Podpora tvarové a hydraulické členitosti může kromě samotného návrhu tvaru profilu a cíleného opevnování dna spočívat i v obnově přirozeného charakteru materiálu dna a břehů. Zde jednoznačně platí zásada odstraňování umělých, málo propustných povrchů koryt (kamenné dlažby do malty, betonové prefabrikované dílce). Tím vzniká prostor pro vytváření kořenových pletenců břehového vegetačního doprovodu jakožto dalších významných prvků podporujících členitost. Možným opatřením je také doplňování nedostatkových substrátů (především štěrku) do koryta. [14]

4.1.3 Obnova přirozeného splaveninového režimu

Přirozené unášení, transport a následné ukládání splavenin (převážně částic zeminového původu) je důležitou součástí permanentního morfologického vývoje koryta. Splaveninový režim byl přitom ve vodohospodářské praxi vnímán negativně, jelikož se neshodoval s představou staticky stabilního, kontrolovatelného a bezúdržbového koryta. Potlačování přirozeného splaveninového režimu bylo nosným principem tzv. hrazení bystrin. V důsledku hrazení však může docházet k negativním důsledkům pod těmito stavbami – často nastává progresivní hloubková eroze koryta, ochuzení toku o hrubší splaveniny (= úbytek ekologicky hodnotných povrchů) a naopak převaha splavenin jemnozrných, kdy je dno toku ve větší míře pokryto bahnem. [14]

Revitalizační přístup spočívá v minimalizaci příčného hrazení koryt. V případě nezbytné stabilizace jsou namísto spádových stabilizačních objektů typu stupňů a přehrážek preferovány kamenité a balvanité skluzy, výše zmíněné dnové pasy či jejich sledy (dnové rampy). U těchto objektů je nezbytný vhodný návrh a provedení, aby nedocházelo k vymílání pod objekty a posléze k jejich destrukci. [14]

4.1.4 Obnova samovolného vývoje a přirozené dynamické stability koryta

„Dynamická stabilita“ je stav toku, kdy se sice mění aktuální tvary toku, ale zůstává zachován tvarový a rozměrový rámeček koryta a s ním související vodohospodářské a ekologické funkce toku. U toku tak probíhá horizontální „stěhování“ v nivní ploše, ale nedochází ke změně zahloubení toku vůči okolnímu terénu jako celku (čímž není myšlen vznik a zánik dnových tůní). Technicky opevněné koryto neschopné jakéhokoliv vývoje je „staticky stabilní“ (fixní), zatímco koryto, u nějž převládá celkové zahlubování (se související změnou funkcí toku), lze označit za „nestabilní“. [14]

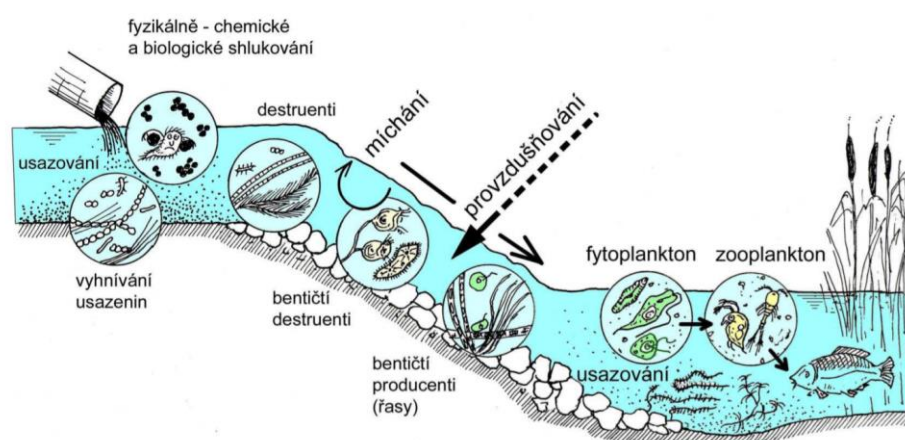
Součástí revitalizačních cílů je vymezení a následná ochrana dostatečného prostoru, tj. říčního či potočního pásu, ve kterém může docházet k samovolnému vývoji toku v rámci dynamické stability. Pro dynamickou stabilitu je také klíčový vhodný návrh opevnění, kdy je třeba vyhnout se zbytečnému opevnování břehů, a naopak nezdráhat se návrhu opevnění dna koryta tam, kde jeho existence prospěje. Také je vhodné připomenout koncept obnovy přirozeně málo kapacitního, plochého, málo zahloubeného a výrazně členitého koryta, který též přispívá k dynamické stabilitě toku. [14]

4.1.5 Zajištění migrační prostupnosti

Přirozená prostupnost potoků a řek je významným předpokladem kvality, bohatosti a stability přirozeného oživení. Objekty by z hlediska migrace neměly vytvářet lokální soustředění spádu v přepad vody, tolerovat lze případně spády do 10 cm. Skluzový lic delšího pasu či rampy zaručuje prostupnost ryb při sklonech 1:40 a mírnějších. [14]

4.1.6 Podpora procesů samočištění vody

Samočištění je pojmem představující obecné příznivé změny kvality vody v korytech. Pokud je samočištěním eliminováno zbytkové znečištění z vodoprávně vyčištěných odpadních vod, jedná se o tzv. dočišťování. Samočištění je také souhrnné označení složitého souboru fyzikálních, chemických, biologických a biochemických procesů, které zapojují znečištění do přirozených oběhů látek, případně jeho složky či produkty ukládají do usazenin (viz Obr. 9). Mezi tyto procesy patří usazování, koagulace, ředění, aerobní a anaerobní mikrobiální rozklad, nitrifikace a denitrifikace, neutralizační, srážecí, komplexotvorné a redoxní reakce, fotochemický rozklad a další. [15] [18]



Obr. 9 Některé dílčí procesy samočištění vody ve vodním toku [14][15]

Samočištění vody je ovlivňováno řadou faktorů, přičemž k nejdůležitějším patří koncentrace rozpuštěného kyslíku, množství a biologická rozložitelnost znečišťujících organických látek, toxicita přítomných látek, sloučeniny ovlivňující přestup kyslíku ze vzduchu do vody (tenzidy), teplota a charakter a množství biocenózy. [18]

Organické znečištění v toku vyvolává spotřebu kyslíku destruentními organismy, která je nahrazena přestupem kyslíku ze vzduchu. Při silném znečištění může množství kyslíku ve vodě klesnout pod úroveň, kterou vyžadují vyšší organismy. V částech toku pod zdrojem znečištění nastává kyslíkový deficit a v extrémní případě i havárie vodního prostředí zvaná kyslíkový kolaps, kdy dochází k hromadnému úhynu nejen ryb. [15]

Intenzitu samočištění lze pomocí revitalizace toku ovlivnit z hlediska posledního zmíněného faktoru, a to především **díky co nejdelšímu a nejintenzivnějšímu kontaktu znečištěné vody s biologicky aktivním povrchem koryta**. Pro dosažení tohoto cíle se opět uplatní prodloužení trasy toku a členité koryto s velkým aktivním povrchem na jednotku délky, poskytující vodě poměrně dlouhé doby průchodu tokem. Dalšího posílení lze dosáhnout zdržením vod v mokřadu, mokřadním háji nebo v systému tůní. [14] [15]

4.2 Možné přístupy k návrhu revitalizací

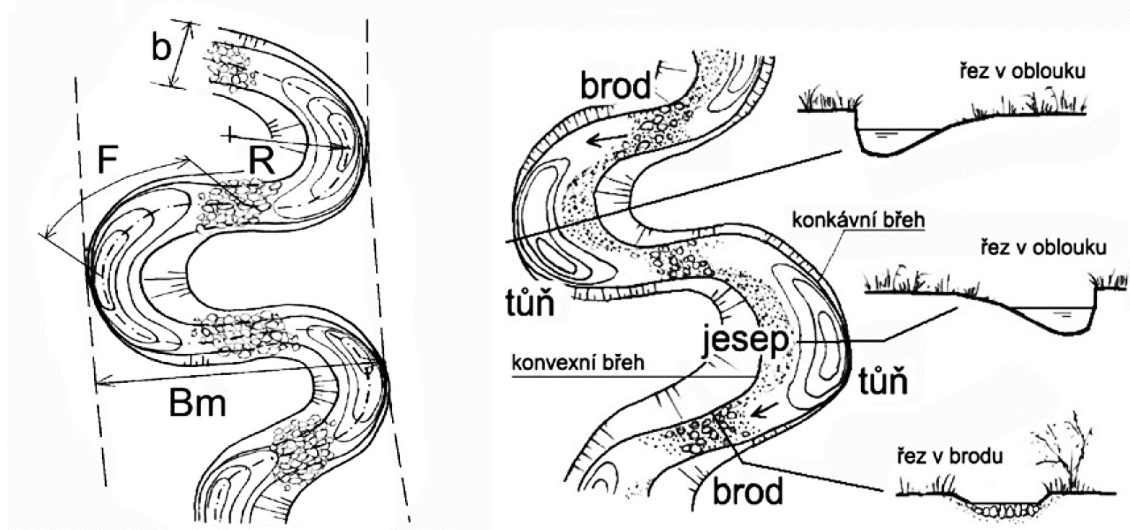
V této podkapitole jsou uvedeny možné přístupy návrhu revitalizace toku v ideálních podmínkách, kdy je k dispozici dostatečný prostor pro obnovu říčního či potočního pásu, koryto není dotčeno vyústěním odvodňovacích zařízení a nic nebrání jeho dynamickému vývoji. Zároveň je možné opustit staré, technické koryto, které může být zasypáno (nebo využito pro tvorbu tůní), přičemž nové koryto je hloubeno v rostlých nivních zeminách. Za těchto předpokladů nic nebrání návrhu revitalizačního koryta, které v maximální možné míře odpovídá příslušnému hydromorfologickému vzoru. K projekci takového koryta je vhodné využít kombinaci následujících přístupů: [14]

- 1. Rekonstrukce historické trasy a tvarů koryta** z dob před technickou úpravou, pokud ji lze dohledat z dostupných projektů, archivních map a leteckých snímků nebo ze stop dochovaných v terénu.
- 2. Přenesení vzorce tvarů a rozměrů koryta z vhodně zvoleného srovnávacího úseku** daného nebo srovnatelného toku, který má podobnou substrátovou skladbu, průtokové charakteristiky a nachází se v údolí s obdobným tvarem a sklonem.

3. Hydromorfologické modely, které se snaží matematicky popisovat vtahy působící v říčním prostředí.

Co se týče hydromorfologických modelů, v praxi je často (a poměrně úspěšně) využíván značně zjednodušený model pro navrhování revitalizačních koryt meandrujících či zvlněných potoků českých vrchovin a nižších poloh, v údolích s vyvinutou plochou nivou, o podélném sklonu do cca 2 %. Model vychází z Kernových závěrů (1994) a nabízí orientační matematická vodítka pro navrhování geometrie tohoto typu toku, které je však žádoucí propojit s prvním a druhým výše popsáním způsobem. Jedná se o tyto doporučení: [14]

- návrhový průtok na úrovni Q_{30d} ;
- šířka meandrového pásu $B_m = 10-14$ násobek šířky koryta b ;
- vzdálenost mezi vrcholem oblouku a brodem $F = 5-7$ násobek šířky koryta b ;
- poměr šířky b a hloubky H koryta je orientačně 4 až 6 : 1;
- trasa musí respektovat údolnici, pokud se v nivě vyskytuje.



Obr. 10 Návrhový model geometrie koryta meandrujícího potoka [14]

Pro zajištění návrhu na požadovanou kapacitu většinou postačí využít tradičních metod hydrauliky proudění v otevřených korytech (kombinace rovnice kontinuity a Chézyho rovnice), přičemž pro dosažení ideálního návrhu může být zapotřebí provést úpravu geometrie a opakování výpočtu. [14]

4.2.1 Návrh na straně stavební a hydromorfologické bezpečnosti

Tento projekční přístup vychází z již zmíněné snahy dosažení samovolného vývoje koryta v rámci dynamické stability (viz 4.1.4). Zde je třeba podotknout, že stavebními prostředky nelze vyrovnat působení souboru přirozených stabilitních a korytotvorných činitelů. Naopak u nově realizovaného koryta je předpoklad, že následně dojde ke korekčnímu působení těchto činitelů a koryto bude postupně dotvarováno do přírodních vzorců zejména působením větších, tzv. korytotvorných průtoků. Tento následný proces však vnáší nejistotu do procesu a navrhování stavby. [14]

Pro zvýšení šancí, že výsledný „produkt“ stavební činnosti naplní projektantovy cílové představy, je doporučeno navrhovat koryto tzv. „na straně hydromorfologické bezpečnosti“, tj. **mělký a širší, méně kapacitní a výrazněji zvlněné**. Další vývoj je tak „přenechán přírodě“, aby si koryto dotvarovala podle zákonitostí svých komplikovaných a provázaných procesů. Zde je však třeba brát v potaz případné omezení přípustnou mírou zamokření sousedních pozemků a dosahu povodňových rozlivů. [14]

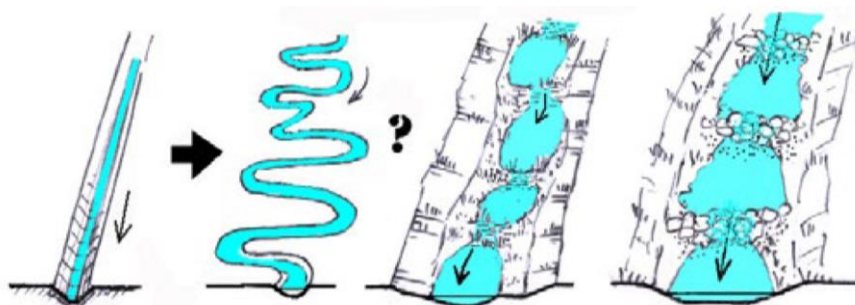
4.3 Specifika revitalizací nejmenších vodních toků

Předmětem revitalizačních úprav mohou být i nejmenší („vlásečnicové“) potoky, které často ani nemají trvalý průtok vody. U takových toků je často bezpředmětné počítat geometrii. Možné postupy u vlásečnicových toků jsou následující: [14]

1. vyhloubení koryta v podobě silně zvlněné rýhy „na jeden až dva rýče“;
2. „vypuštění“ vody z původního koryta, ať si sama najde vlastní cestu, přičemž je potřeba zajistit zasypané původní koryto proti zpětnému prolomení (hlavně při křížení nové a staré trasy);
3. vytvoření koryta formou sledu plochých tůňových rozlitin, přičemž přechody mezi tůňemi lze pojmout formou přetékaní ponechaného rostlého terénu, v případě většího podélného sklonu navrhnout v těchto přechodech stabilizaci kamenivem.

O vhodnosti použití jednotlivých přístupů pro konkrétní lokalitu rozhodují místní podmínky, obecně však lze tvrdit, že **z hlediska revitalizačních cílů je nejvýhodnější sled tůňových rozlitin**, který zadrží více vody o větších hladinových plochách a biologicky aktivním povrchu. Též odpadá velká pracnost nepřiměřená výsledným

efektům, která je zapotřebí u modelace korýtky. Kaskáda tůňových rozlín (viz Obr. 11) také bude odolnější proti kompletnímu zárůstu vegetací ve vegetačním období (pokud nedojde k jejich rychlému zazemnění vlivem nadměrného množství splavenin). [14]



Obr. 11 Způsoby řešení revitalizací vlásečnicových toků [14]

4.4 Revitalizace ve vztahu k odvodňovacím stavbám

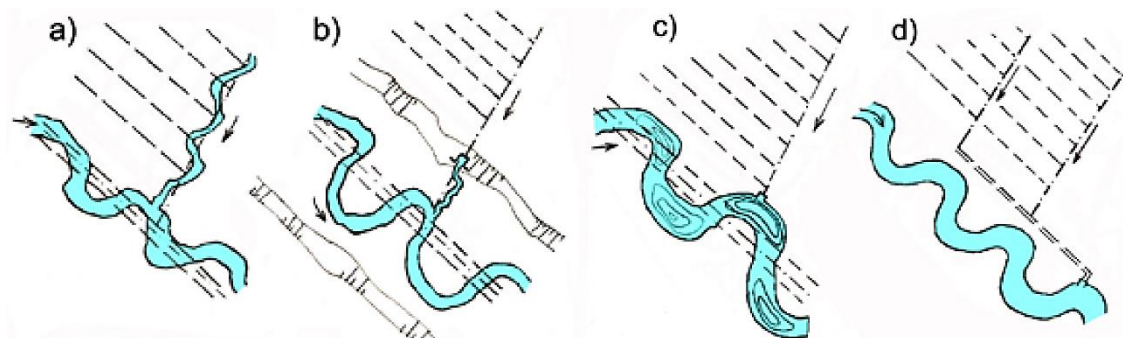
Technické odvodňování zemědělských ploch se na našem území v minulosti (2. pol. 20. století) provádělo v obrovských rozsazích. Nejčastějším způsobem odvodnění bylo prováděno drenážními trubními soustavami, jež se člení na odvodňovací detail (podrobné odvodňovací zařízení – POZ, v melioračním slangu „péra“) a hlavníky (hlavní odvodňovací zařízení – HOZ). Hlavníky vznikly buď zatrubněním nejmenších vodních toků nebo jejich úpravou do podoby „melioračního lichoběžníku“ s přímou trasou. Hlavníky jsou specifické značným zahloubením, které poskytuje dostatečný spád pro odtok vody z odvodňovacích detailů (běžně minimálně 1-1,5 m). [14]

Pokud se revitalizace vodních toků dotýká stavby technického odvodnění (tok je zároveň hlavníkem, případně je do něj hlavník zaústěn), je nutné vnímat vodoprávní aspekt situace (odvodňovací stavby jsou vodním dílem). Dle Vodního zákona vyžaduje zásah, který negativně ovlivní funkci plošného odvodnění, posouzení příslušného vodoprávního úřadu a především souhlas všech vlastníků, jejichž pozemky jsou stavbou odvodňovány. Tento aspekt lze obejít takovým návrhem, který negativně neovlivní funkci odvodňovací stavby. [14]

Metodiky zaměřené na revitalizace vodních toků předkládají např. tato řešení:

- a) pokud je do toku zaústěn hlavník, provede se též vhodná revitalizace hlavníku, která umožní nezahlužovat vlastní tok;
- b) zaústění hlavníku se posune do boku nivy (za příznivých místních podmínek);

- c) v místě zaústění hlavníku se zachová větší hloubka koryta, při dostatečné vzdálenosti pér od vyústění hlavníku je možné i zavzduté zaústění do tůně;
- d) není-li zbytí, provede se nové svodné potrubí souběžně s tokem, které se do něj zaústí, jakmile to dovolí výškové poměry.



Obr. 12 Možná řešení vztahu revitalizace toku a odvodňovací stavby [14]

Pakliže je možné a žádoucí plošné odvodnění v dané lokalitě úplně vyřadit z provozu (zejména pro obnovení akumulace podzemní vody v nivě), přichází na řadu rozvaha o vhodném způsobu, přičemž technická řešení eliminace plošných odvodnění je samostatným a obsáhlým oborem. V zásadě není přípustné řešit eliminaci účinku celé odvodňovací stavby samostatným bodovým přerušením (např. v dolní části hlavníku). [14]

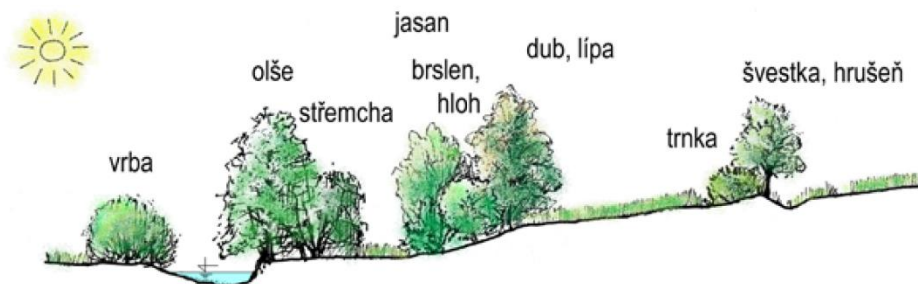
Možné způsoby eliminace odvodnění podrobně definuje metodika MŽP (VÚMOP, v.v.i., 2013) pro žadatele finanční podpory z OPŽP. Z hlediska použitelnosti pro revitalizační úlohy lze vybrat tyto postupy: [19]

- husté bodové přerušení drénu prostým překopem, příp. vyjmutím 1-2 drenážek, se zpětným zahutněním – podmíněno vlastnostmi zemin, přičemž hustota přerušení je dána výškovou diferenciací nivelety dna drénu (do 0,6 m);
- husté bodové přerušení pomocí záslepek z PVC nebo plechu – v případě nepříznivých vlastností zemin ve vztahu k hutnění a hydraulické vodivosti;
- odkrytí drénu a jeho úplné odstranění – nákladné opatření, které se použije v případě, že by bodové přerušení kvůli sklonu terénu vycházelo příliš blízko (např. 5 m), anebo pokud není k dohledání projektová dokumentace a tím i poloha jednotlivých drénů.

4.5 Břehové a doprovodné porosty

Při návrhu revitalizace vodního toku je třeba zohlednit stávající vegetaci. Přírodní břehové a doprovodné porosty by měly být chráněny a případné zásahy by měly být zvažovány pouze v odůvodněných případech. Ekologicky a hydromorfologicky nejdůležitějšími částmi břehových porostů jsou dřeviny vyrůstající přímo v liniích břehu, a zvláště pak ty, jejichž kořenové systémy vytváří pletence zasahující do vody. Druhové složení porostů musí odpovídat potenciální přirozené vegetaci v daném místě, stanovené podle tzv. biochor a podrobněji skupin typů geobiocénů – STG. Významná je také optimální věková, prostorová a strukturní členitost. Té může být dosaženo sledem vhodně naplánovaných a provedených probírek a dosadeb (včetně zakládání porostů), správné následné péče a vytváření podmínek pro samovolnou obnovu. [14] Pro obnovu porostů platí řada zásad, mezi něž patří například: [14]

- podpora přirozené obnovy dřevin:
 - snímáním svrchních vrstev úživných půd a obnažování méně úživných,
 - ponechání holých obnažených povrchů (nehumusovat a neosévat trávou),
 - probírkami na podporu členitosti porostů;
- výsadba dobře vyvinutých, nepoškozených a zdravých sazenic,
- výsadba místně vhodných druhů (taxonů) a adekvátní zastoupení keřového patra,
- ochrana před zvěří robustními, odolnými oplocenkami nebo individuálně,
- plošná výsadba formou nepravidelných shluků sazenic jednotlivých druhů,
- individuální výsadba v březích formou nepravidelných skupin,
- ponechání dostatečného rozsahu nezastíněných pasáží břehů,
- dodržení vhodné technologie výsadby, dostatečná kontrola a povýsadbová péče,
- vhodné umístění dřevin v nivě podle druhů (viz Obr. 13).



Obr. 13 Schéma rozmístění nejběžnějších dřevin podél koryta a v říčním pásu [14]

5 Obnova a vytváření tůní a mokřadů

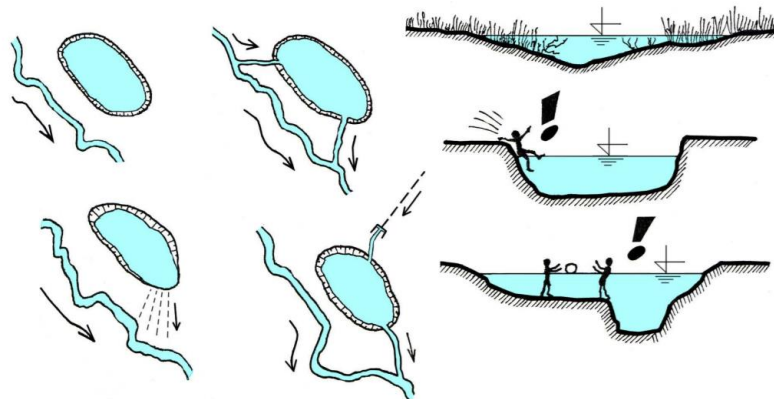
Za mokřad lze považovat plochu běžně natolik zavodněnou, kde hladina podzemní vody ve většině jejího rozsahu vystupuje na úroveň terénu a v terénních prohlubních vytváří otevřenou vodní hladinu. Tato plocha také musí poskytovat dostatečně velký prostor pro vývoj svébytného mokřadního společenstva. Jednotlivé terénní prohlubně se označují jako tůně. Přesné rozhraní mezi tůní a mokřadem není legislativou definováno, mokřad má však zpravidla větší prostorový rozsah. Systém tůní může vytvářet mokřad a stejně tak jedna velká, členitá tůň může být také označena za mokřad. [14]

5.1 Vytváření tůní

Tůně, na rozdíl od malých vodních nádrží, nejsou vytvářeny vzdouvacím účinkem hráze a nejsou vypustitelné, případně jejich ohrázení není vysoké a má spíše doplňkový charakter. Ve vztahu k vodnímu toku lze rozlišit tyto typy tůní: [15]

- protékané tůně či mikrotůně ve dně vodního toku,
- postranní tůně spojené s korytem toku, napájené odbočkami z toku,
- postranní tůně spojené s tokem, napájené pomocí vzdouvacího objektu na toku,
- tůně mimo koryto, napájené podzemní vodou,
- tůně mimo koryto, napájené drobnými přítoky (např. vyústěním meliorace),
- tůně jako revitalizované zavodněné jámy.

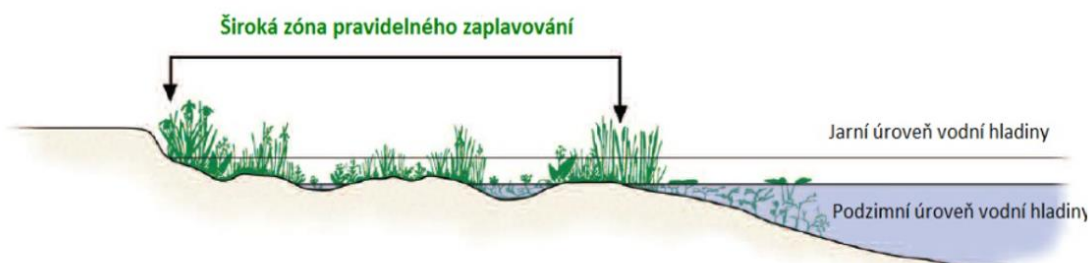
Vzhledem k možnému zanášení splaveninami, erozní činnosti velkých vod a případnému vniku dravých ryb do tůní jsou **nejvhodnější tůně neprůtočné, umístěné mimo koryto toku** a s co nejmenší závislostí na režimu vodního toku. [15]



Obr. 14 Možné pozice tůní vůči toku a vhodné tvarování tůně [15]

Při projektování umístění a tvarů nových tůň (mimo tok) se pak uplatní tyto zásady: [20]

1. Ověří se výskyt rostlin vázaných na vodní prostředí a provede se zkušební výkop a v další fázi nejlépe inženýrsko-geologický průzkum.
2. Ověří se kvalita vody – v případě nadměrného znečištění se od záměru opustí.
3. Je preferován prostorově i hloubkově členitý tvar oproti monotónní „vaně“. Tůň musí obsahovat hluboké i mělké partie s rychle se prohřívající vodou (litorál).
4. Břehová linie by měla být maximálně členitá pro poskytnutí co nejširší nabídky mikrohabitátů – vytváří se zátočiny, poloostrovky a břehové výběžky.
5. Pomocí velmi mírných sklonů, které pro vyhloubení hlubších partií mohou přecházet ve strmější, se vytvoří co největší zóna s periodickým zaplavováním.
6. Zóny mělčin se vytváří do hloubky 50 cm s největším sklonem břehů 1:10, lépe však ještě mírnějším (1:20 a méně).
7. Hloubka vody v hlubších partiích postačuje do 80-100 cm, max 150 cm (větší hloubka nemá biologický přínos).
8. Plocha hlubších partií je doporučována v menším podílu na celkové ploše tůně, například 10-20 % plochy dna tůně.
9. Lepší je komplex menších tůň oddělených podmáčenými plochami než jedna velká tůň.
10. Povrchy břehů tůň se při modelaci nevyhlazují! Bagrista použije lžíci s drapáky.
11. Už v rámci projektu musí být vyřešeno vhodné naložení s výkopkem – vyhýbáme se nákladným odvozům zeminy na skládku i tvorbě nepřirozených zemních figur v okolí tůně.
12. Vegetační doprovod se zakládá střídavě, žádoucí je dostatečné proslunění tůň.
13. Tůně se postupem času zazemňují v závislosti na míře vnosu splavenin a znečištění z toku. Tuto okolnost je třeba zohlednit nejen při projekční činnosti, ale i při následné údržbě, a to zejména z hlediska udržitelnosti a životnosti dotačního projektu při čerpání finančních zdrojů z dotačních titulů. [15]



Obr. 15 Hloubení tůň – zásada členité a široké zóny pravidelného zaplavování [20]

5.2 Vytváření mokřadů

Pro mokřady platí v zásadě stejné zásady jako pro tůně a jejich komplexy. Specifikem je velmi členité přechodové prostředí s drtivou převahou litorální zóny s hloubkou do 0,6 m a nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší. Za součást mokřadu je považováno i okolní podmáčené území s hloubkou hladiny podzemní vody do cca 20 cm, příhodné pro mokřadní rostliny. O mokřadu lze mluvit také v souvislosti s rozsáhlejším litorálem vodní nádrže nebo mokřinami v inundaci širších řek. V oblasti uměle vytvářených mokřadů lze účelně využít možnost plnění mokřadu pomocí rozdělovacích objektů a regulaci odtékání vody z mokřadu pomocí odtokového objektu (např. běžného požeráku). Pro účely praktické části této práce je však účelné zmínit spíše obnovu přirozeného zamokření niv, která je nastíněna v následující podkapitole. [15]

5.3 Obnova přirozeného zamokření niv

Základním typem nivního mokřadu je prostá, přirozené zamokřená nivní louka. V řadě případů postačí k obnově přirozeného zamokření eliminovat vlivy, které způsobují její nadměrné odvodňování, tedy zpravidla nadměrné zahloubení koryta vodního toku nebo účinek plošného drenážního odvodnění. Způsoby k eliminaci těchto vlivů již byly popsány v předcházejících kapitolách, zde tedy již postačí konstatovat, že obnova zamokření nebo mělkého zatopení nivní louky je většinou velmi rychlým, efektivním a spolehlivým způsobem ekologické rehabilitace dříve degradovaných ploch, při které dochází k samovolnému návratu přírodě blízkého mokřadního společenstva během několika sezón. Tento způsob by tak měl být, pokud možno, preferován před nákladným hloubením velkých objemů zemin na suchých, dříve nezamokřených plochách, kde by samovolný vývoj mokřadního společenstva mohl být otázkou dlouhých desetiletí. [14]
[15]

6 Vodní eroze půdy a protierozní opatření

Eroze půdy je do jisté míry procesem přírodním, který nelze zcela eliminovat. Rozlišuje se však eroze normální (geologická) a eroze zrychlená. Normální eroze přirozeně a dlouhodobě přetváří reliéf území a z hlediska lidské generace je povětšinou nepozorovatelná. Zrychlená eroze způsobuje ztráty půdy v takové intenzitě, že k jejich vyrovnání již nestačí půdotvorný proces. Zrychlená eroze je způsobena antropogenní činností, uspořádáním kulturní krajiny a nevhodným způsobem hospodaření na půdních blocích. [21] [22]

Eroze půdy je degradačním jevem, který ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější orniční část, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu a způsobuje změny ve struktuře půd – zvyšuje štěrkovitost a snižuje obsah živin a humusu. V důsledku pak eroze půdy poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. [21]

Nejčastější typem eroze půdy je eroze vodní a větrná, dále je rozlišována také eroze z tání sněhu a eroze orbou. Největší pozornost je věnována vodní erozi, která ohrožuje přes 50 % výměry orné půdy v ČR, přičemž na převážné části těchto ploch není prováděna žádná systematická ochrana zabráňující dalším ztrátám. Eroze větrná ohrožuje více než 10 % výměry orné půdy. [22] Tato kapitola se věnuje výhradně vodní erozi.

6.1 Vodní eroze půdy

Vodní eroze je komplexní proces zahrnující rozrušování povrchu půdy kinetickou energií dopadajících dešťových kapek, transport uvolněných půdních částic povrchovým odtokem a jejich následnou sedimentaci. Na povrchu půdy se destrukční činnost projevuje vznikem rýžek a rýh různých velikostí, případně i výmolů nebo strží při velké koncentraci povrchového odtoku. [21]

Povrchový odtok nastává, pokud při vodní srážce dojde k vyčerpání akumulární schopnosti povrchu půdy a rychlost vsaku (infiltrace) je nižší než intenzita srážky. U nakloněného povrchu potom dochází k pohybu nashromážděné vody ve směru sklonu povrchu. Pokud je povrch dostatečně rovinný, případně rovnoměrně porostlý hustou vegetací, projevuje se odtok až po několik desítek metrů jako odtok plošný. Při

nerovinnosti povrchu plošný odtok postupně přechází v soustředěný odtok, který následně vytváří hydrografickou síť. [23]

6.1.1 Příčiny vodní eroze

Největší vliv na vznik vodní eroze má sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku ve směru spádu, dále kvalita vegetačního krytu v době dešťové srážky, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, uplatňovaná protierozní opatření a intenzita přívalových srážek, které často střídají období sucha. [22]

Srážky jsou orientačně považovány za erozně nebezpečné, pokud jejich úhrn překračuje 12,5 mm nebo intenzita 6,25 mm za 15 minut. Více než 80 % erozně nebezpečných dešťů se vyskytuje v měsících červen až srpen, proto je ochrana půdy (zejména vegetačním krytem) v těchto měsících nejdůležitější. [22]

Z hlediska půdy je důležitým faktorem obsah organické hmoty. Ta má příznivý vliv na stabilitu půdní struktury, jelikož prostřednictvím organických látek jsou stmelovány půdní částice do formy půdních agregátů, mezi kterými vznikají póry. Pórovitost půdy má rozhodující vliv na infiltraci vody do půdy, tedy její akumulaci schopnost, a omezuje povrchový odtok. Organická hmota má též pozitivní vliv organické hmoty na odolnost půdy vůči utužení, především vzhledem k pojezdu zemědělské techniky. [22]

V ČR jsou podmínky pro výskyt vodní eroze specifické. Vzhledem k hospodářské politice, která dlouhodobě vede k intenzifikaci zemědělské výroby, má naše krajina největší díly půdních bloků v Evropě. Velké lány byly vytvořeny úpravou hydrografické sítě a likvidací krajinných prvků (např. rozorání mezí, zatravněných údolnic, rušení polních cest a rozptýlené zeleně), které zrychlené erozi účinně bránily. Většina zemědělských subjektů hospodaří na pronajatých pozemcích, čímž je snížen zájem o investice do náročnějších protierozních opatření (zejména technických), ale obecně i o správnou péči o půdu jako takovou. [22]

6.1.2 Důsledky vodní eroze

Zrychlená vodní eroze půdy způsobuje v první řadě degradaci samotné zemědělské půdy, kvůli které se mění její kvantitativní a kvalitativní vlastnosti (viz úvod kapitoly 6). S tím úzce souvisí přímé poškození pěstovaných plodin, obecně celkové snížení úrodnosti

půdy a hrozba pro její trvalou udržitelnost. Kromě snížení hektarových výnosů také může vlivem degradace půdy dojít k výrazným poklesům průměrné ceny zemědělských pozemků. [22]



Obr. 16 Vlevo: poškození porostu kukuřice (Čejkovice); vpravo: ukládání erodovaných půdních částic v nižších partiích svahu (Dolní Stropnice) [22]

Problémy způsobené vodní erozí také často přesahují vlastní zemědělské pozemky. Půdní částice transportované povrchovým odtokem, které se neuloží na níže ležících plochách s menším sklonem, mohou způsobit přímé škody na infrastruktuře anebo vnikají do hydrografické sítě a tvoří tzv. splaveniny. Sedimentace splavenin způsobuje zanášení méně proudných částí koryt vodních toků, čímž snižuje jejich průtočnou kapacitu a vyvolává potřebu údržby, která však při odebrání sedimentu působí negativně na oživení toku. Další problémy pak nastávají ve vodních nádržích, kde sediment snižuje zásobní objem a hloubku vody v nádrži, čímž dochází k většímu prohřívání vody, které je nutno vnímat jako faktor podporující eutrofizační procesy. Náklady na těžbu a likvidaci sedimentů se navíc mohou prodražit v případě nevyhovujících rozborů na obsah rizikových látek, čímž je znemožněno uložení na zemědělském půdním fondu a zbývá pouze možnost nákladného skládkování. [22]

Erozní a transportní procesy dále souvisí se znečištěním povrchových vod, které probíhá ve dvou rovinách. První z nich je znečištění fyzikální ve formě zákalu vody, které má negativní efekt na vodní faunu i floru, jedná se ale o jev spíše krátkodobý a eliminovatelný dostatečně kapacitním usazovacím prostorem. Druhou a závažnější rovinou je znečištění chemické (biochemické), jelikož se půda (zvláště konvenčně obhospodařovaná) dostává do styku s velkým množstvím chemických látek různého

druhu a stupně toxicity (průmyslová hnojiva, pesticidy, zemědělské odpady ukládané na půdu apod.). Z chemických prvků je nejdiskutovanější fosfor, který se v půdě většinou váže na povrch půdních částic. Nebezpečí erozního fosforu pro vodní nádrže spočívá v uvolňování do vody za příznivých podmínek (anaerobní prostředí), a to ve formách dostupných pro zelené řasy a sinice, čímž také přispívá k rozvoji eutrofizace a jejích následků. [22]

6.1.3 Formy vodní eroze

Vodní eroze na zemědělské půdě je dělena na plošnou a výmolnou, přičemž přechod mezi nimi je pozvolný a souvisí s přechodem plošného odtoku vody na odtok soustředěný. Plošná eroze má silné selektivní účinky, kdy jsou vyplavovány především jemnozrné půdní frakce. Výmolná eroze, která vzniká především v členitém terénu a na dlouhých svazích, se projevuje vytvářením mělkých, postupně se prohlubujících zářezů. Dle intenzity je dělena na erozi rýžkovou, brázdovou, rýhovou, výmolnou a stržovou. Na základě identifikace těchto typů lze stanovit vhodná nápravná opatření (viz Tab. 3). [22]

Tab. 3 Specifikace jednotlivých forem projevů eroze [22]

Forma eroze	Subforma eroze	Specifikace formy	Vhodná skupina nápravných opatření
plošná	-	rovnoměrný smyv půdních částic po celé ploše, vyplavovány jsou především jemnozrné frakce půdy nebo ztráta celé orniční vrstvy na celém povrchu nebo v pruzích	organizační a agrotechnická opatření
výmolná	rýžková	hustá síť drobných úzkých rýžek širokých a hlubokých 2-10 cm	organizační, agrotechnická i technická opatření
	brázdová	mělké širší zářezy s menší hustotou výskytu	organizační, agrotechnická i technická opatření
	rýhová	rýhy široké a hluboké 10-30 cm	technická opatření v kombinaci s organizačními a technickými
	výmolná	výmoly (často s kaskádovitými stupni) hluboké a široké 30-100 cm v místech koncentrace a soutoku přívalových vod v úzlabinách, údolnicích, cestách a příkopech	asanace výmolu, stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními
	stržová	strže hluboké a široké více než 1 m, s délkou často větší než 1 km	asanace strže, stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními

6.1.4 Posouzení erozního ohrožení

K vyhodnocení ohrožení zemědělských půd vodní erozí a k následnému hodnocení účinnosti navržených protierozních opatření se v ČR využívá tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“ (Wischmeier a Smith, 1978) [24] v modifikaci podle metodiky „Ochrana zemědělské půdy před erozí“ (Janeček, 2012): [21]

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde: G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],

R faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$],

K faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti půdního profilu [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],

L faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,

S faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,

C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,

P faktor účinnosti protierozních opatření.

Výpočtem dle rovnice USLE se určí hodnota dlouhodobé ztráty půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, která se následně porovná s hodnotou přípustnou. Dle metodiky [21] je za přípustnou ztrátu považována hodnota $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ pro půdy středně hluboké (30-60 cm) a hluboké (> 60 cm). U mělkých půd (< 30 cm) je doporučeno převedení pozemků do kategorie trvalých travních porostů. Pro posouzení ochrany vodních zdrojů pak je doporučováno postupovat individuálně a vycházet z přípustného množství produktů eroze transportovaných do vodního zdroje. Dne 1.7.2021 vešla v účinnost Vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí, která v příloze č. 1 stanovuje přípustnou míru dlouhodobé ztráty půdy pro středně hluboké a hluboké půdy na poměrně benevolentnější hodnotu $9 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a pro mělké půdy na $2 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. [25] Avšak nová vláda České republiky, jmenovaná v prosinci 2021, hovoří o jejím přehodnocení.

Nutno podotknout, že metoda USLE postihuje především erozi plošnou, pro návrh protierozních opatření je tedy vhodné ji doplnit terénním šetřením za účelem identifikace možných projevů eroze výmolné, případně porovnat mocnost půdního profilu s historickými daty (např. Komplexní průzkum půd ČSR, 1961-1970). [22]

6.2 Opatření proti vodní erozi

Ochranu proti vodní erozi lze zajistit aplikací protierozních opatření (PEO), které lze typově dělit na opatření organizační, agrotechnická a technická (biotechnická). O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje požadované snížení erozního smyvu na přípustné hodnoty a nutnost ochrany objektů (intravilánů měst a obcí, infrastruktury, hydrografické sítě apod.) při současném respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a krajiny. V nejlepším případě je aplikován komplex všech tří typů opatření, které se vzájemně doplňují a respektují základní požadavky a možnosti zemědělské výroby. [21]

6.2.1 Organizační protierozní opatření

Základem organizačních opatření je vhodné zvolení velikosti, tvaru a situování pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhu pozemku. Organizační opatření staví na důležité roli vegetačního pokryvu, který chrání půdu před dešťovými kapkami, podporuje však dešťové vody a zvyšuje soudržnost půdy pomocí kořenového systému. Návrh těchto opatření vyžaduje dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů. Jednotlivá opatření jsou popsána v následujícím zestručněném přehledu: [21]

Tvar a velikost pozemku

Z hlediska PEO je žádoucí situování obdělávaného pozemku delší stranou ve směru vrstevnic. Dále by rozměr pozemku neměl převyšovat přípustnou délku po spádnicí stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy. Účinným nástrojem pro implementaci tohoto opatření je návrh nového uspořádání pozemků v rámci komplexních pozemkových úprav (KoPÚ). [21]

Protierozní rozmíst'ování plodin

Při tradičním pěstování lze seřadit plodiny podle protierozní účinnosti následovně: travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – plodiny okopaninového charakteru (brambory, slunečnice, kukuřice). Plodiny, které chrání půdu před erozí nedostatečně (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) by měly být pěstovány pouze na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých. [21]

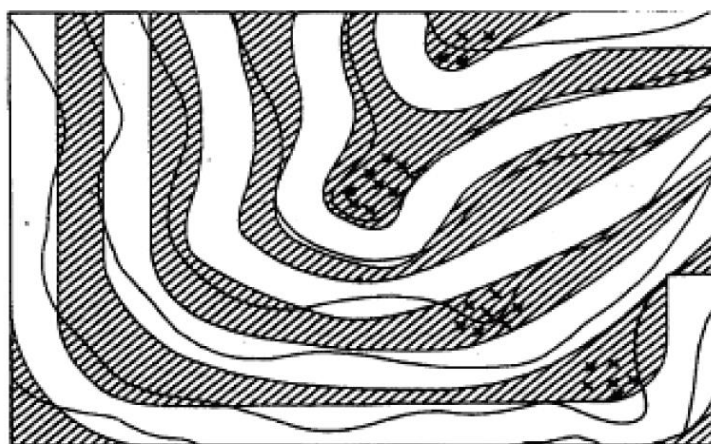
Ochranné zatravnění

Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou, který zvyšuje drsnost povrchu a přispívá ke zpomalení povrchového odtoku a zachycení erozního smyvu. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy tzv. výběžkaté, tvořící pevný drn (zejména u liniových PEO). Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které nelze využívat jako ornou půdu z důvodu ztrát půdy erozí (mělké půdy), a také by jím měly být chráněny tyto plochy:

- plochy podél břehů vodních toků a nádrží (tzv. „buffer“ zóny),
- dráhy soustředěného odtoku (DSO),
- profily průlehů a tělesa ochranných hrázek. [21]

Pásové střídání plodin

Principem je střídání pásů plodin s nízkým a vyšším protierozním účinkem (viz protierozní rozmíst'ování plodin). Pásky se vytváří buď vrstevnicové nebo v odklonu max. 30° od vrstevnic (viz Obr. 17). Šířka a max. počet pásů se určuje podle sklonu a délky svahu, propustnosti a náchylnosti půdy k erozi a podle šířky záběru zemědělských strojů. Obecně se doporučuje šířka pásů od 20 do 40 m, přičemž šířka chráněných pásů by měla být pro snadnější obdělávání neměnná, zatímco proměnlivost šířky ochranných pásů zajišťuje „opravu“ v případě větší členitosti terénu. Pásové střídání plodin je vhodné pro svahy se sklonem v rozmezí 5-20 %. [21]



Chráněné plodinové pásy (kukuřice apod.)
 Ochranné pásy (zatravnění nebo ozimá obilnina)

Obr. 17 Schéma pásového střídání plodin [21]

Protierozní osevní postupy

Jako pozitiva osevních postupů lze uvést zlepšení úrodnosti půdy, zvýšení využitelnosti vody a živin, zvýšení příjmu dusíku, omezení konkurence plevelných rostli, zvýšení biodiverzity a stability ekosystému a další. Z hlediska ochrany půdy lze vhodným střídáním plodin dosáhnout také výrazného omezení eroze. Správně sestavený osevní postup umožňuje využívání principů zeleného hnojení, podsevů a meziplodin, čímž zajišťuje dlouhotrvající půdní kryt s protierozní funkcí. Střídání plodin se provádí podle následujících zásad: [22]

- obilniny mohou po sobě následovat nejvýše dva roky,
- střídají se plodiny s menší a vyšší konkurenční schopností vůči plevelu,
- střídají se mělce a hluboce kořenicí plodiny,
- plodiny trpící stejnými škodlivými činiteli se zařazují v dostatečném časovém odstupu podle druhu škodlivého činitele.

Osevní postupy lze sestavit pro konkrétní potřeby zemědělského podniku a podle míry zastoupení živočišné výroby a potřeby pícnin. Osevní postupy jsou také vhodné pro ekologického zemědělství, ve kterém představují stěžejní systémové opatření. [22]

6.2.2 Agrotechnická protierozní opatření

Agrotechnická opatření jsou založena na zkrácení času, kdy není půda chráněna vegetačním pokryvem, na minimum – buď pomocí ponechání posklizňových zbytků plodin na povrchu půdy nebo pomocí biomasy meziplodin. Tato skupina také zahrnuje alternativní způsoby zpracování půdy pomocí speciálních technologií. [21]

Vrstevnicové obdělávání

Orba po vrstevnicích je základním a velmi účinným opatřením, kdy je pomocí otočných pluhů prováděna orba s maximálním odklonem 30° od vrstevnic, při které zároveň dochází k překlápění půdy proti svahu (viz Obr. 18). Vrstevnicové obdělávání je vyžaduje schopnost zemědělské techniky pro práci na svahu o daném sklonu. [22]



Obr. 18 Vrstevnicové obdělávání vymezené protierozními hrázkami [26]

Ochranné obdělávání

Tato technologie spočívá v ponechání co největšího množství posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy. Ochranný vliv závisí na míře pokrytí půdy mulčem (výška vrstvy, rovnoměrnost pokryvu) a způsobu dalšího zpracování půdy (hloubka a způsob rozrušení půdního profilu, počet pojezdů techniky). Mezi tyto ochranné postupy patří například: [22]

- bezorebné setí do nezpracované půdy,
- přímé setí do mulče z rostlinných zbytků meziplodiny či předplodiny (Obr. 19),

- přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny,
- setí hlavní plodiny s podplodinou v meziřadí (např. kukuřice a ozimé žito),
- setí kukuřice do úzkého řádku,
- setí do mělké podmítky.



Obr. 19 Kukuřice setá bezorebným secím strojem do mulče žita setého (vlevo i vpravo) [21]

Hrázkování, důlkování

Hrázkování a důlkování jsou technologie pěstování brambor spočívající v založení ochranných hrázek (důlků) v meziřadí hrůbků. Provádí se bezprostředně po výsadbě brambor speciálním strojem – hrázkovačem (důlkovačem). Řádky musí být orientovány vrstevnicově při maximální nepřerušené délce pozemku po spádnici 300 m. [22]

Plečkování, dlátování, podrývání

Plečkování je meziřádková kultivace prováděná u širokořádkových kultur v průběhu vegetace. Tato mechanická úprava meziřadí má primární cíl odplevelování a snížení potřeby herbicidů. Její protierozní efekt spočívá v nakypření půdy v meziřadí, které na pomáhá ke vsaku vody a snižuje povrchový odtok. Dlátování a podrývání jsou obdobné technologie s rozdílem spočívající v hloubce obdělávání (tzv. hloubkové kypření). [22]

6.2.3 Technická protierozní opatření

Technická opatření se navrhují jako „kostra“ komplexního systému PEO, který zahrnuje i organizační a agrotechnická opatření. Jejich uplatnění je zejména na pozemcích, kde nepříznivé důsledky povrchového odtoku mohou ohrozit intravilány

obcí, nebo také na velmi dlouhých nebo sklonitých pozemcích, kde návrh organizačních a agrotechnických opatření nestačí k požadovanému snížení erozního smyvu. [21]

Optimálním prostorovým rozmístěním liniových záchytných a svodných prvků dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu L . Lokalizace technických prvků také předurčuje směr obdělávání pozemků. V případě návrhu doprovodné zeleně pak mají tyto prvky přínos i z hlediska krajiny estetického a ekologického. Doprovodná zeleň k technickým prvkům PEO může být součástí systému ÚSES jako interakční prvek. [21]

Stabilizované dráhy soustředěného odtoku (SDSO)

Stabilizace dráhy soustředěného odtoku se provádí pomocí ochranného zatravnění údolnice. K identifikaci DSO lze s výhodou využít hydrologické nástavby geografických informačních systémů (GIS). SDSO se dimenzuje pomocí klasických hydraulických a hydrologických metod, přičemž kapacita přírodních profilů je většinou vyhovující a je třeba pouze definovat rozsah opevnění. Volba opevnění (zatravnění nebo kámen) se odvíjí od výpočtu kritické rychlosti a tečného napětí. Stabilizované údolnice mohou být zároveň recipientem protierozních příkopů a průlehů. [21]

Zatravněné vsakovací pásy

Podle normy ČSN 75 450 lze považovat řádně nadimenzované a umístěné vsakovací pásy jako alternativu k technickým liniovým prvkům, ovšem pouze ve vztahu k ochraně půdy před erozí, nikoliv k ochraně intravilánu před povodňovými událostmi. Při vhodném návrhu na nižší N -letosti návrhových srážek umožní tyto pásy zadržet celý objem přítoku a tím působit jako prvek přerušující povrchový odtok. Zsakovací pásy (ukázka viz Obr. 20) jsou tedy velmi účinné a investičně málo náročné prvky PEO, jejich ekonomicky smysluplné použití je však omezeno hydrologickými charakteristikami půd (velmi propustné a propustné) a podélným sklonem svahu (do 10 %). Pásy vhodně doplněné vegetací mohou působit také jako krajino tvorný prvek. [27]

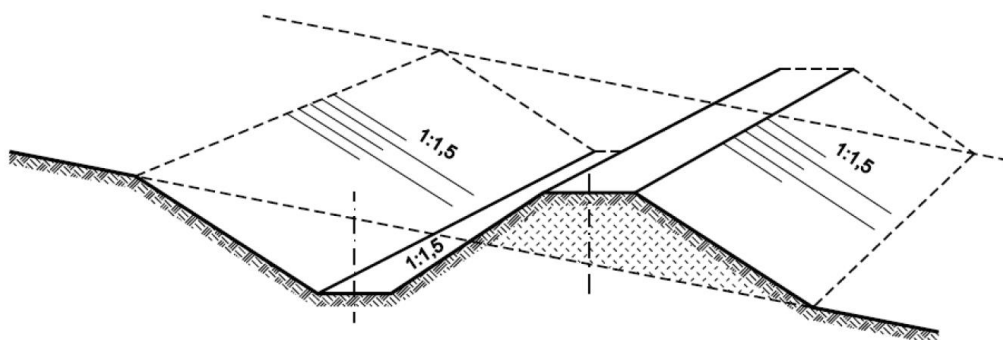


Obr. 20 Zasakovací pásy v k.ú. Bohumilice (okres Břeclav) [28]

Přikopy a průlehy

Protierozní příkopy a průlehy se navrhují pro zachycení a neškodné odvedení vody z pozemků. Rozlišují se dle funkce na retenční, sběrné (příp. záchytné) a svodné. Při návrhu kostry PEO se uplatní jejich kombinace, kdy sběrné prvky jsou zaústěny do prvků svodných (jímž může být i stabilizovaná údolnice).

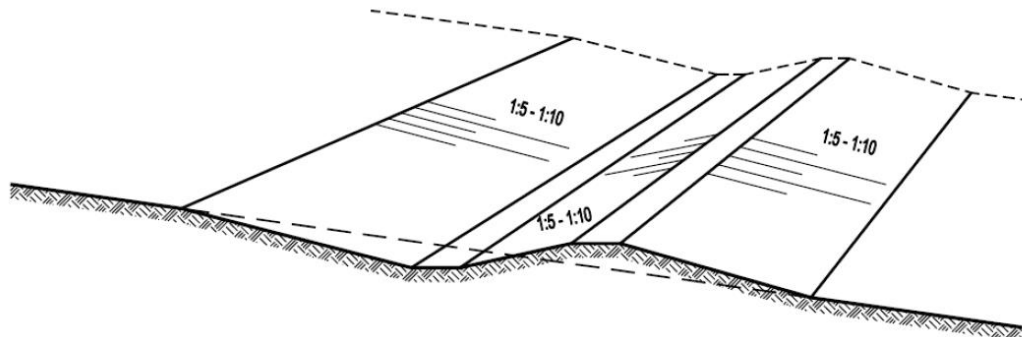
Sběrné prvky je výhodné, pokud to prostorové podmínky umožní, navrhovat spolu s předsazeným zatravněným pásem a s vegetací. Důležitým principem projekční praxe je také navrhovat tyto prvky s vyrovnanou bilancí zemních prací, tedy výkopů a násypů (viz Obr. 21). Retenční prvky se od sběrných liší především „nulovým“ podélným sklonem – navrhují se striktně podél vrstevnic. [21]



Obr. 21 Řez svodným příkopem s hrázkou pro vyrovnanou bilanci zemních prací [21]

Rozdíl mezi příkopem a průlehem spočívá v uspořádání příčného profilu. Průlehy jsou v podstatě mělké a široké příkopy s mírným sklonem svahů (viz Obr. 22). Je vhodné je zakládat pouze na mírnějších svazích (do 10, max. 15 %) a jejich výhodou oproti

příkopům je možnost přejezdu zemědělskou technikou, čímž odpadá nutnost budování přejezdů s propustky. Starší literatura připouští i obdělávatelné průlehy (vyžadující dostatečný zábor a drenážní prvek ve dně), avšak jejich použití není v ČR běžné. [21]

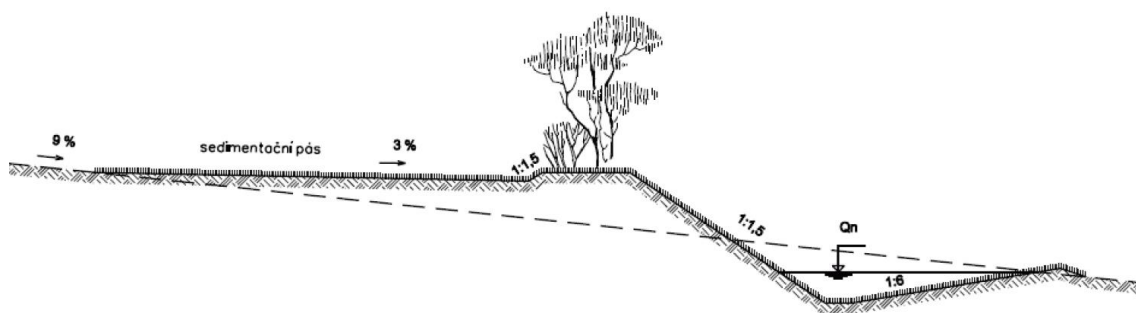


Obr. 22 Řez svodným (záchytným průlehem s vyrovnanou bilancí zemních prací [21])

Příkopy a průlehy se dimenzují na základě návrhových N -letých průtoků (min. $N = 10$ let) s využitím základních hydraulických vztahů pro ustálené rovnoměrné proudění ideální kapaliny, přičemž postačí kombinace rovnice kontinuity a Chézyho rovnice pro výpočet rychlosti vody v otevřených korytech. Posoudí se také střední profilová rychlost, případně tečné napětí pro navržený způsob opevnění koryta. [21]

Ostatní technická PEO

Další typy technických PEO jsou zmíněny pouze pro informativní doplnění, jelikož autor práce nepředpokládá jejich použití v návrhové části. Patří mezi ně protierozní meze (viz Obr. 23), protierozní hrázky, polní cesty s protierozní funkcí a terasy. [21] [22]



Obr. 23 Protierozní mez kombinující sediment. pás, svodný průleh a vegetační doprovod [21]

7 Územní systém ekologické stability (ÚSES)

Ve druhé polovině 20. století došlo v krajině ČR k velkoplošné destabilizaci a destrukci krajinných systémů jako důsledku snah přizpůsobit krajinu unifikovaným technologickým postupům v zemědělství a lesnictví a potřebám urbanizace. Jako nástroj na obnovu kulturní krajiny vznikl počátkem 90. let územní systém ekologické stability (ÚSES) v návaznosti na celoevropskou síť ECONET. Ekologická stabilita je schopnost ekosystémů uchovat a obnovit své podstatné charakteristiky a funkce a vyrovnávat změny způsobené vnějšími i vnitřními činiteli, zatímco ÚSES je vzájemně propojená soustava přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. ÚSES lze také definovat jako nepravidelnou, ve smyslu zákona o ochraně přírody a krajiny závazně vymezenou, síť ekologicky stabilnějších segmentů krajiny, které jsou v ní rozmístěny na základě funkčních a prostorových kritérií a přírodních a krajině-ekologických zákonitostí. Jedná se o dlouhodobý, cílový stav postupné strukturální přestavby v krajině. [29]

Základními krajinotvornými funkcemi, které má ÚSES zabezpečovat, je obnova přirozeného genofondu krajiny, podpora ekologické stability krajiny a podpora dalších krajinotvorných funkcí a polyfunkčního využití krajiny. Z těchto požadovaných funkcí vyplývá účel vymezení ÚSES, který lze shrnout v následujících bodech: [29]

- vymezení dostatečně velkých ploch pro přežití druhů přirozeného genofondu krajiny a pro zachování možností jeho relativně přirozeného vývoje,
- vymezení základních tras relativně nerušeného pohybu přirozených druhů krajinou,
- vytvoření optimálního prostorového základu ekologicky stabilnějších ploch v krajině pro zajištění jejich kladného působení na méně stabilní části,
- rozčlenění ekologicky labilních ploch a zajištění dostatečně volného kontaktu mezi biotou ÚSES a ekologicky nestabilními plochami.

7.1 Skladebné prvky ÚSES

Základními skladebnými částmi ÚSES jsou biocentra a biokoridory, jež musí splňovat požadavky na minimální rozměry dle svého významu. Biocentra jsou různě velké plochy v krajině, které svým stavem a velikostí umožňují trvalou existenci trvale

blízkého ekosystému, ať už přirozeného či pozmeněného. Biocentra mohou být tvořena například ekologicky hodnotnými lesy, loukami, rybníky, mokřady nebo rašeliništi. [30]

Biokoridory jsou území liniového tvaru, která sice neumožňují rozhodující části organismů trvalou existenci, avšak umožňuje jim mezi biocentry migraci a tím vytváří z oddělených biocenter síť. Biokoridorem mohou být vodní toky a břehové porosty, pásy lesů, hřebeny hor či vrchů, luční pásy apod. [30]

Doplňkovým prvkem ÚSES jsou tzv. interakční prvky, které posilují interakci ekologicky stabilnějších a méně stabilních ekosystémů. Obvykle se jedná o liniový segment krajiny, který přinejlepším navazuje na ostatní skladebné části ÚSES, avšak nemusí s nimi být nutně propojen. [29] Interakční prvky často umožňují trvalou existenci určitých druhů organismů s menšími prostorovými nároky. Může to být liniová zeleň jako jsou aleje podél polních cest, doprovodná vegetace remízů, mezi nebo průlehů, případně i plošná zeleň ve formě parků nebo maloplošných chráněných území. [31]

Za doplňkový prvek jsou také považovány ochranné zóny biocenter, které slouží k ochraně jejich lemů před vnějšími negativními vlivy. [29]

7.2 ÚSES dle významu

Dle významu se rozlišují hierarchické úrovně ÚSES:

Nadregionální ÚSES tvoří rozsáhlé ekologicky významné krajinné celky a oblasti s minimální plochou 1000 ha, které zajistí podmínky existence úplné druhové rozmanitosti bioty v rámci biogeografického regionu. Vymezení a hodnocení nadregionálního ÚSES je v gesci Ministerstva životního prostředí. [31]

Regionální ÚSES tvoří ekologicky významné celky s min. plochou od 10 do 50 ha podle typu společenstev. Jejich síť má reprezentovat rozmanitost typů biochor v rámci biogeografického regionu. Vymezení a hodnocení zajišťují krajské úřady nebo příslušné správy národních parků (NP) a chráněných krajinných oblastí (CHKO). [31]

Místní ÚSES je síť menších ekologicky významných krajinných celků do 5 až 10 ha, která reprezentuje rozmanitost skupin typů geobiocénů (STG) v rámci biochor. Mimo NP a CHKO spadá vymezení a hodnocení místního ÚSES pod příslušné obecní úřady obcí s rozšířenou působností. [31]

7.3 Plánování, vymezení a realizace ÚSES

Plány ÚSES jsou vytvářeny autorizovanými projektanty ÚSES a jsou podkladem pro zpracování územně plánovací dokumentace, návrhy komplexních pozemkových úprav, lesní hospodářské plány, vodohospodářské a jiné plány ochrany a obnovy krajiny. [31] ÚSES je úzce spjat především s územním plánováním a konečné vymezení ÚSES je obsaženo v různé podrobnosti v územně plánovací dokumentaci (Politika územního rozvoje, zásady územního rozvoje krajů, územní plány obcí), čímž se ÚSES stává závazným. Při vymezení sítě ÚSES je kladen důraz na využívání již existujících přírodě blízkých biotopů, jež jsou označovány jako „ekologicky významné segmenty krajiny“ (EVSK). [30]

Ochrana ÚSES je zákonnou povinností vlastníků a uživatelů pozemků a jeho vytváření je veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků i obce a stát. ÚSES je ukotven v legislativě územního plánování a ochrany přírody. Jde zejména o zákon č. 114/1992, Sb., o ochraně přírody a krajiny a prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb., dále pak zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (resp. s účinností od 1.7.2023 nový stavební zákon č. 283/2021 Sb.). [30]

Při vymezení a realizaci ÚSES je vhodné sloučit funkce ÚSES s dalšími zájmy a potřebami v krajině (např. protipovodňová a protieroční opatření, podpora retenční schopnosti krajiny). Při tvorbě ÚSES je nutno dbát na dodržení minimálních prostorových parametrů. Jde o minimální velikost biocenter, maximální délku, minimální šířku a přípustné přerušení biokoridorů (viz Tab. 4, 0). [30]

Tab. 4 Minimální prostorové parametry biocenter [30]

	Minimální velikost biocenter dle společenstva [ha]					
	Lesní	Mokřadní	Luční	Stepní lada	Skalní	Kombinovaná
Lokální	3	1	3	1	0.5	3
Regionální	10-60	10	30	10	5	-
Nadregionální	1000					

Tab. 5 Minimální prostorové parametry biokoridorů [30]

	Lokální [m]			Regionální [m]		
	max. délka	příp. přerušení	min. šířka	max. délka	příp. přerušení	min šířka
Lesní	2000	15	15	700	150	40
Mokřadní	2000	50-100	20	1000	100-200	40
Luční	1500	max 1500	20	500-700	100-200	50

	Lokální [m]			Regionální [m]		
	max. délka	příp. přerušení	min. šířka	max. délka	příp. přerušení	min šířka
Stepní lada	2000	50-100	10	500	100-200	20
Kombinovaná	2000	50-100	-	-	-	-

7.3.1 Obecné realizační zásady

Realizace ÚSES je velmi individuální, složitý a dlouhodobý proces. Rychlost a míra realizace se odvíjí od vůle dotčených osob, jejich ekonomických možností a možnosti čerpání státní nebo obecní podpory. Proto je účelné realizovat nové skladebné části ÚSES v lokalitách s nízkou stabilitou krajiny, při malé náročnosti a s jistým výsledkem, v místech s dlouhou dobou sukcesního vývoje, při možnosti založení v rámci realizace jiných zájmů a potřeb apod. [32]

Projekční příprava a realizace by měla vycházet z následujících obecných zásad: [32]

1. Preferovat postupné realizace po etapách než jednorázová řešení.
2. Maximálně respektovat funkční typ skladebné části a cílový typ společenstva,
3. Dodržovat dostatečné prostorové podmínky pro cílový typ společenstva a (pokud možno) navrhovat ochranné okrajové lemy biocenter.
4. U interakčních prvků přihlížet i k dalším funkcím včetně hospodářského využití.
5. Ochranné přechodové lemy nezahrnovat do minimálních prostorových parametrů.
6. U revitalizačních opatření využívat v první řadě sukcesních procesů a jejich podpoře.
7. Při terénních úpravách dávat přednost přírodním procesům před umělým vytvořením.
8. K výsadbám využívat geograficky původní druhy, nejlépe z místních zdrojů.
9. Při výsadbách dřevin preferovat lesnické způsoby zakládání oproti sadovnickým.
10. U zakládání dřevinných porostů dbát na přirozenou cílovou věkovou strukturu.
11. U lemových společenstev a interakčních prvků vytvářet co nejpestřejší mozaiku přírodních prvků s bohatou druhovou strukturou.
12. Ochranná opatření u skladebných částí navrhovat prostorově co nejúspornějších.

PRAKTICKÁ ČÁST

8 Řešená lokalita

Nádrž Rosnička (viz Obr. 24) je malá vodní nádrž o rozloze 15,5 ha, jež se nachází na horním toku řeky Svitavy na severozápadním okraji města Svitavy v Pardubickém kraji, nad Svitavským rybníkem (Obr. 25). Lokalita nádrže představuje nejvýznamnější a nejvíce navštěvovanou městskou rekreační oblast. Nádrž Rosnička se z důvodů, jež byly nastíněny v úvodu této práce, dlouhodobě potýká se špatnou kvalitou vody, proto byla tato lokalita vybrána jako téma této práce.



Obr. 24 Rybník Rosnička, záběr z dronu (zdroj: CMS TV)



Obr. 25 Přehledná mapa umístění nádrže Rosnička, ZM50 [43]

V blízkém okolí rybníka se nachází chatová kolonie a rybník je využíván ke koupání, k chovu ryb a sportovnímu rybolovu. Právě znečištění z chatové kolonie a chov ryb, spolu s dalšími zdroji znečištění a v kombinaci s obdobími sucha, vedly v posledních letech k rozvoji vodního květu sinic a podstatnému zhoršení kvality vody. Situace vyvrcholila v létě roku 2018, kdy došlo ke kolapsu celého ekosystému a hromadnému úhynu ryb. Tato událost vedla ke zvýšenému zájmu veřejnosti a k zintenzivnění snahy města o nápravu situace.

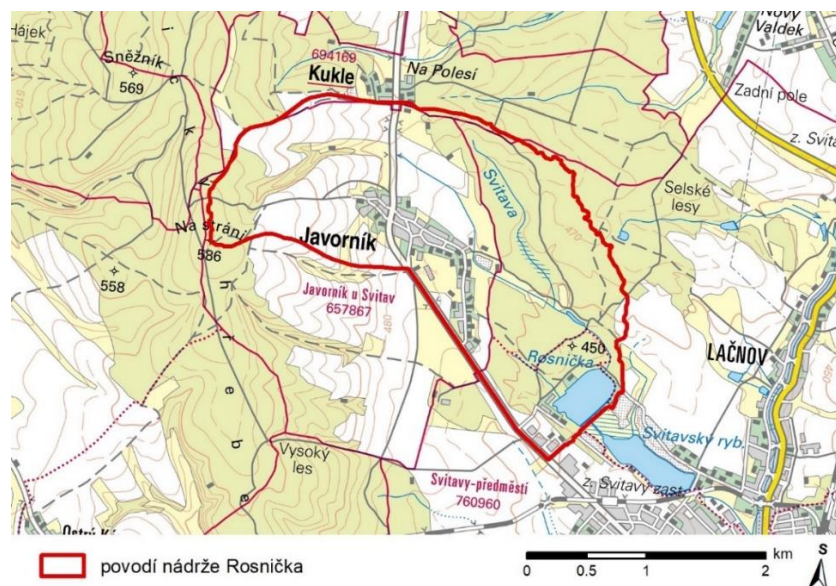
Dříve v roce 2018 město Svitavy navázalo spolupráci s odborníkem na cyanobakterie panem profesorem Maršálkem, který spolu se svými kolegy z odborného spolku Flos Aquae monitoruje kvalitu vody a doporučuje městu řadu nápravných opatření. V době havárie tak již byly známy příčiny špatné kvality vody – na celkovém množství znečištění vstupujícího do nádrže se dle odhadů prof. Maršálka v té době rovným dílem podílela rekreační oblast okolo nádrže, dále rybochovné využití nádrže, tedy zakrmování a bentofágní druhy ryb vířící sediment, a také živiny z nečištěných odpadních vod z blízké obce Javorník, které do nádrže přitékají Javornickým potokem a poté Svitavou. Menší podíl pak také představuje smyv hnojiv a pesticidů ze zemědělských ploch v povodí, avšak mimo tyto látky se do nádrže dostává i velké množství splavenin, které se zde usazují. Velké množství sedimentu zmenšuje zásobní objem vody v nádrži a vede k většímu prohřívání vody, které rozvoj sinic podporuje. [1]

Město Svitavy od té doby zavedlo řadu nápravných opatření, díky kterým došlo k částečnému zlepšení kvality vody a pomocí kombinace provzdušňování vody a aplikace probiotických bakterií bylo k roku 2021 dosaženo i významného úbytku sedimentu. Nicméně během letních přívalových dešťů se do nádrže stále dostává velké množství splavenin a též fekální a živinové znečištění z obce Javorník. Návrh doplňkových opatření na podporu kvality vody v nádrži a omezení vnosu splavenin je předmětem této práce.

9 Analýza zájmového území

Pro potřeby návrhové části byla nejdříve zpracována část analytická, která se skládá z rozboru přírodních charakteristik zájmového území (kap. 9.1), hydroekologického monitoringu vybraných vodních toků (9.2) a vyhodnocení erozních poměrů na vybraných půdních blocích (9.2.7).

Jako zájmové území pro analytickou část bylo zvoleno celé povodí malé vodní nádrže Rosnička (dílní povodí Javornického potoka by poskytlo méně komplexní obraz o stávající situaci). Povodí Rosničky (viz obr. Obr. 26) bylo vymezeno na základě GIS analýz v programech ArcGIS a ATLAS DMT, struktury DIBAVOD [41] a terénních šetření. Povodí Rosničky o rozloze 5,42 km² zasahuje do čtyř katastrálních území – Svitavy-předměstí (0,71 km²), Moravský Lačnov (1,67 km²), Javorník u Svitav (2,96 km²) a Kukle (0,08 km²).



Obr. 26 Přehledná mapa zájmového území pro analytickou část, ZM 50 [43]

Veškeré doprovodné mapy v této práci byly vytvořeny v programu ArcMAP 10.7. Jako podklad byly použity základní mapy nebo ortofotomapy z prohlížečské služby WMS, která je dostupná z webových stránek Geoportálu Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK) [43]. Výškopisné vrstvy byly vygenerovány z DMT 5. generace ČÚZK pomocí služby ArcGIS Online. Odkaz na ostatní zdroje použitých podkladových map a vektorových vrstev je obsažen vždy v popisu dané mapové kompozice.

9.1 Charakteristika zájmového území

9.1.1 Klimatické poměry

Podle databáze bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) spadá zájmové území do sedmého klimatického regionu MT4 – mírně teplý, vlhký. Jedná se o nejrozšířenější klimatický region, který zpravidla zaujímá vyšší části pahorkatin. [44] Charakteristiky klimatického regionu MT4 jsou následovné:

Tab. 6 Charakteristika klimatického regionu MT4 [44]

Charakteristika regionu	Rozsah hodnot
Průměrná roční teplota [°C]	6 - 7
Průměrný úhrn srážek [mm]	650 - 750
Suma teplot nad 10 °C [-]	2200 - 2400
Pravděpodobnost suchých vegetačních období [%]	5 - 15
Vláhová jistota ve vegetačním období [-]	nad 10

9.1.2 Hydrologické poměry

Subpovodí nádrže Rosničky spadá do povodí Moravy a tvoří většinu povodí IV. řádu pramenného úseku řeky Svitavy s číslem hydrologického pořadí 4-15-02-001. Přehled vodních toků je uveden v Tab. 7. Nejvýznamnějším tokem zájmového území je Svitava (v tomto úseku potok), která pramení severně od nádrže Rosnička v lokalitě Javornický les. Délka Svitavy v zájmovém území činí 2,85 km. [41]

Tab. 7 Přehled vodních toků v zájmovém území [41]

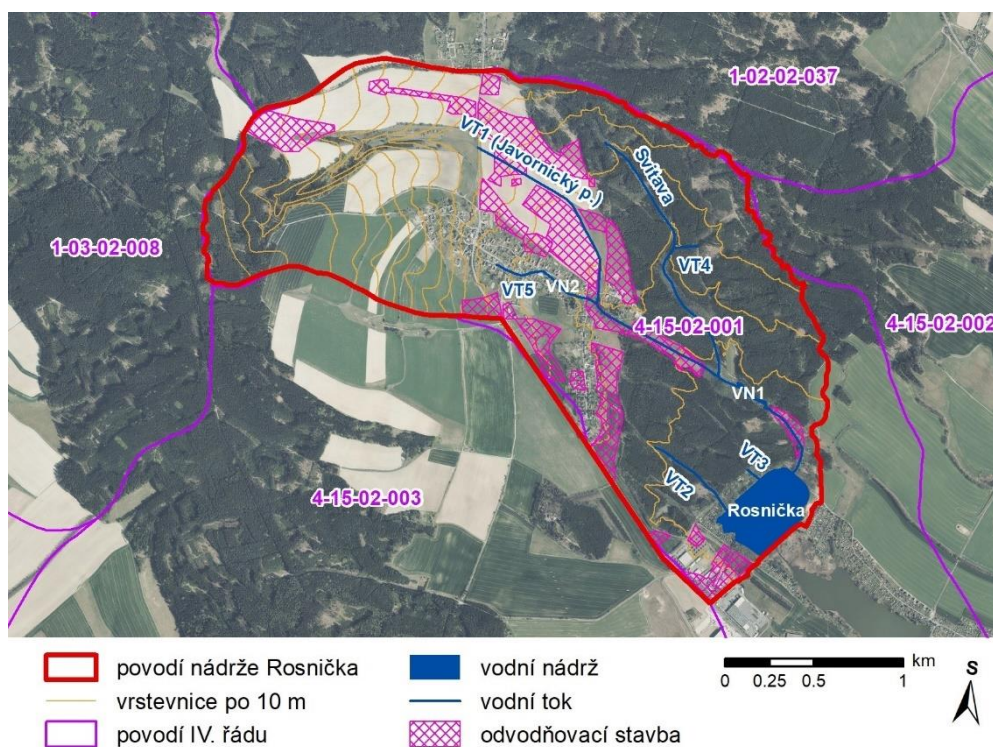
Název	IDVT CEVT	ID DIBAVOD	Délka [m]	Správce toku
Svitava	10 100 024	414290000100	2857	Povodí Moravy, s.p.
VT1 (Javornický p.)	10 196 151	414290000400	2012	Povodí Moravy, s.p.
VT2	10 189 573	414290001000	785	Povodí Moravy, s.p.
VT3	10 208 125	414290000800	218	Povodí Moravy, s.p.
VT4	-	414290000200	134	Povodí Moravy, s.p.
VT5	10 204 833	414290000500	642	Povodí Moravy, s.p.

Druhým významným vodním tokem je první pravostranný přítok Svitavy o délce 2,01 km, neoficiálně označovaný jako **Javornický potok**. Tento tok je zcela klíčový z hlediska transportu splavenin, které vznikají na polích mezi Javorníkem a Kuklí. Vnik splavenin do toku probíhá v jeho horní polovině, která je využívána jako meliorační hlavník. V rámci získávání podkladů pro zpracování návrhů byly dohledány údaje o průtocích v Javornickém potoce v místě soutoku se Svitavou (viz Tab. 8).

Tab. 8 Údaje ČHMÚ o N-letých průtocích v Javornickém potoce [42]

Q_a [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
10	0.480	0.900	1.700	2.600	3.800	5.700	7.500

Třetím významným tokem je převážně zatrubněný potok VT5 v intravilánu Javorníka, do kterého jsou zaústěny nečištěné komunální odpadní vody z obce. Na Svitavě se kromě Rosničky (15,5 ha) nachází tzv. Odkalovací nádrž o rozloze 0,5 ha (na Obr. 27 značena VN1), jejímž primárním účelem je zachycení splavenin, čímž představuje významný prvek ochrany nádrže Rosničky. Termín „odkalovací nádrž“ není v terminologii malých vodních nádrží běžný, vhodnější by bylo pojmenování podle primárního účelu „sedimentační“ nebo „ochranná“. Mimoto se nádrži též říká „retenčka“. Pro přehlednost je však v této práci používáno výhradně označení „Odkalovací nádrž“, které je uvedeno v manipulačním řádu a jiných dokumentech. [37] [41]



Obr. 27 Mapa hydrologických poměrů [41][45]

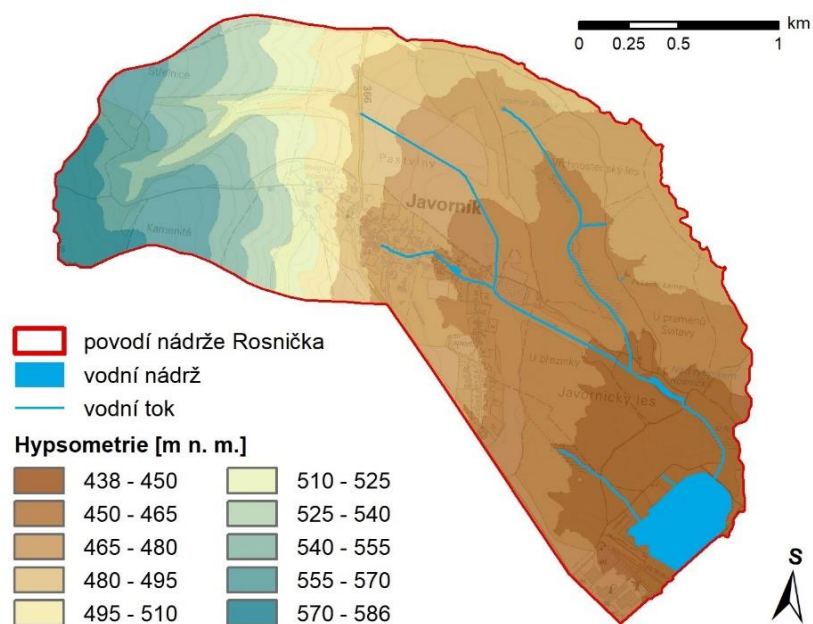
Záplavová území zde nejsou stanovena. Na zemědělských plochách se nachází řada plošných odvodňovacích staveb. Recipientem podrobných odvodňovacích zařízení (POZ) je Javornický potok, který byl pro tento účel v 70. letech technicky upraven.

9.1.3 Geomorfologické poměry a reliéf

Zájmové území je součástí celku Svitavské pahorkatiny a spadá do dvou okrsků (viz Tab. 9). Západní polovina území náleží k okrsku Kozlovského hřbetu, který spadá na východ k okrsku Ústecké brázdy, na které se nachází město Svitavy. Reliéf Kozlovského hřbetu má charakter členitých vrchovin s výškovou členitostí 200-300 m, Svitavská synklinála představuje plochou pahorkatinu s výškovou členitostí 75-150 m. [46] [47]

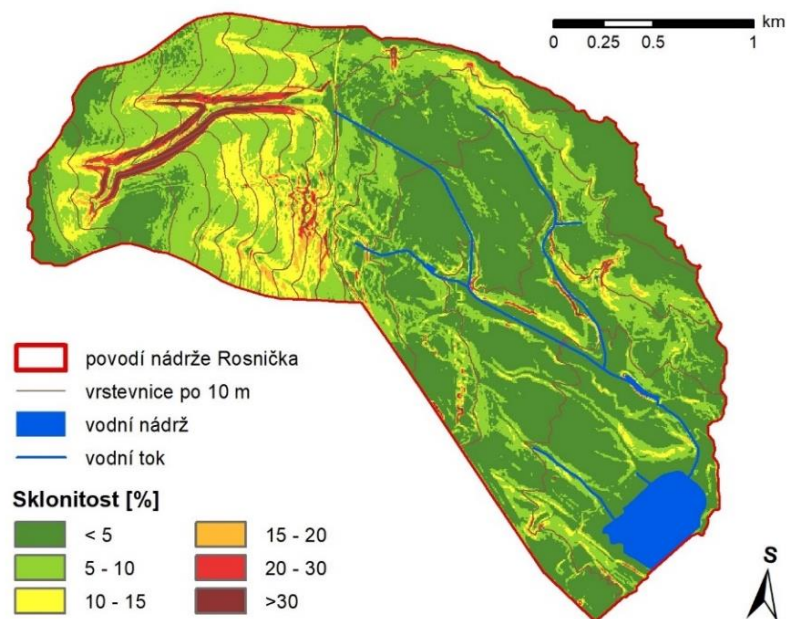
Tab. 9 Geomorfologické zatřídění zájmového území [46]

System	Hercynský	Podsoustava	Východočeská tabule
Subsystém	Hercynská pohoří	Celek	Svitavská pahorkatina
Provincie	Česká Vysočina	Podcelek	Českořebovská vrchovina
Subprovincie	Česko-moravská subprovincie	Okrsek	Kozlovský hřbet
Soustava	Česká tabule		Ústecká brázda



Obr. 28 Mapa hypsometrie

Nadmořské výšky v zájmovém území se pohybují v rozmezí 438-586 m n. m. (viz Obr. 28), přičemž nejnižším bodem je úroveň hráze rybníka Rosničky a nejvyšším bodem vrch Na strání, jež je součástí Javornického hřebene. Sklony svahů (viz Obr. 29) jsou v západní části zájmového území mírné nejčastěji v rozsahu 0-10 %, v lokalitách Javornického a Vrchnostenského lesa se nachází i prudší svahy s ojedinělými skalními výchozy. V horní části povodí Rosničky jsou obecně sklony svahu vyšší, přičemž nejprudší jsou svahy zalesněné rokle mezi silnicí II/366 a vrcholem Na strání.

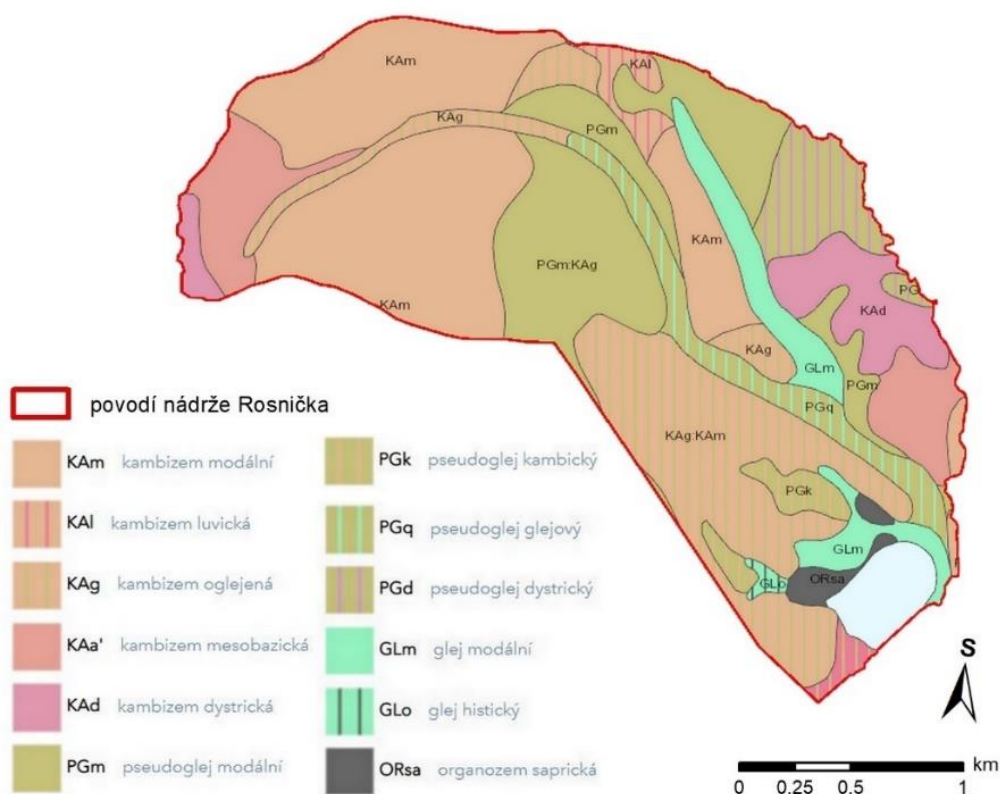


Obr. 29 Mapa sklonitosti

9.1.4 Geologické a půdní poměry

Geologické podloží zájmového území tvoří pokryvné útvary soustavy Českého masívu. V podrobnějším měřítku spadá zájmové území do jihovýchodního cípu české křídové pánve a regionální jednotky orlicko-žďárského vývoje. Nejhojněji zastoupené jsou zpevněné sedimenty – pískovce, méně často pak nezpevněné sedimenty – spraše a sprašové hlíny a v blízkosti vodních toků smíšené a nivní sedimenty. Podloží rybníka Rosničky pak tvoří ojedinělý výskyt slatin a rašelin. [48]

Nejčastěji zastoupeným půdním typem jsou ve vyšších polohách modální kambizemě, které s klesající nadmořskou výškou přechází v oglejené kambizemě, pseudogleje a gleje (viz Obr. 30). Dle katalogu BPEJ jsou zemědělsky využívané půdy převážně hluboké a bezskeletovité, produkčně málo významné. V horních svažitéjších částech povodí (nad silnicí II/366) spadají půdy do hydrologické skupiny B (půdy se střední rychlostí infiltrace), níže pak do skupiny C (nízká) a v nivách toků do skupiny D (velmi nízká). [44] [49]



Obr. 30 Mapa půdních typů [49]

9.1.5 Biogeografické poměry a potenciální přirozená vegetace

Zájmové území lze zařadit z hlediska biogeografické diference následovně: [46]

Provincie: střeoevropské listnaté lesy

Podprovincie: Hercynská

Bioregion: Svitavský (1.39)

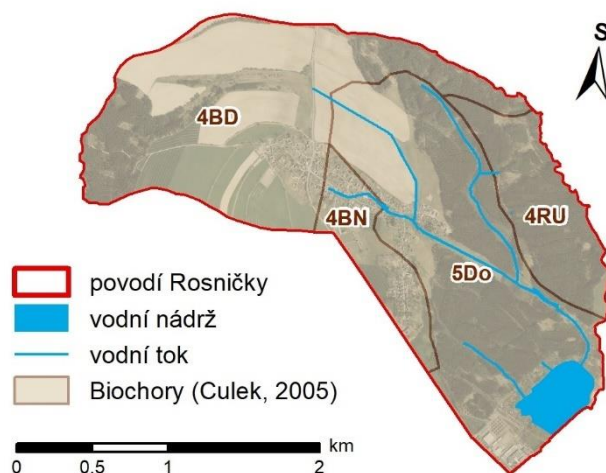
Biochory: 4BD – Erodoané plošiny na opukách 4. v.s.

4BN – Erodoané plošiny na zahliněných písčích 4. v.s.

4RU – Plošiny na kyselých štěrkopísčích 4. v.s.

5DO – Podmáčené sníženiny na kyselých horninách 5. v.s. (viz Obr. 31)

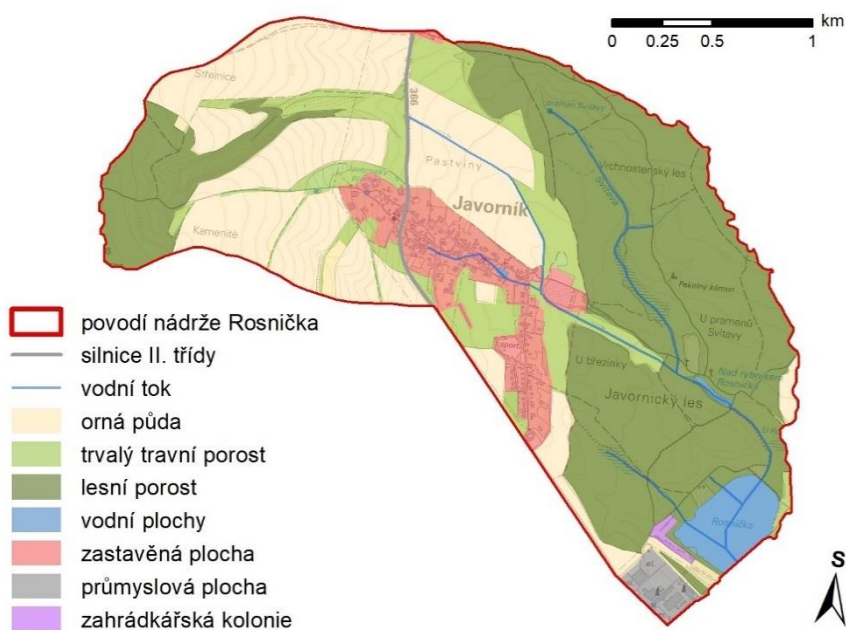
Potenciální přirozenou vegetací je v celém území kategorie 24 – Biková bučina (*Luzulo-Fagetum*). Stromové patro je v tomto typu tvořeno často pouze bukem lesním, případně s příměsí dubu zimního nebo lípy srdčité. Keřové patro je tvořeno převážně jen zmlazením buku. V bylinném patře je dominantní bika bělavá nebo metlička křivolaká, méně často třtina rákosovitá, brusnice borůvka a lipnice hajní. V mokřadním prostředí je běžná olše lepkavá a jasan ztepilý, z keřů vrba trojmužná a košíkářská a bez černý. [50]



Obr. 31 Mapa biochor [46]

9.1.6 Využití území

Zájmové území je zhruba z poloviny své rozlohy zalesněno (viz Obr. 32), přičemž lesní porosty tvoří podmáčené smrkové monokultury s občasným liniovým výskytem olšin. Třetinu území tvoří orná půda, na které konvenčním způsobem hospodaří téměř výhradně Zemědělské obchodní družstvo Opatovec (ZD). Zbylou část plochy pak tvoří zejména intravilán obce Javorník a trvalé travní porosty, okrajově vodní plochy (Rosnička), průmyslová zóna a zahrádkářská kolonie. Frekventovanou dopravní komunikací je silnice II/366, která je součástí trasy Pardubice – Brno.



Obr. 32 Mapa využití území (Land Use) [33]

Na základě srovnání historických a současných leteckých snímků (viz Obr. 33) lze konstatovat, že ani zájmové území nebylo ušetřeno trendu kolektivního zemědělství zcelovat drobné polnosti do rozsáhlých půdních celků. Bohužel se tento postup neobešel bez destrukce krajinných struktur – polních cest, mezí a doprovodné zeleně. Současný uživatel půdy (především ZD Opatovec) v tomto nešťastném způsobu hospodaření, jenž byl nastaven ve 2. polovině minulého století, nadále pokračuje. Přitom je to především právě velikost půdních bloků a nepřerušovaná délka svahu, která způsobuje nezanedbatelnou ztrátu půdy vodní erozí (viz kap. 9.2.7) a tím i přímé finanční škody ze ztráty půdy a výnosů hospodařícímu subjektu (jenž je zároveň vlastníkem půdy). A zde nutno připomenout, že splachy orné půdy, jež se posléze usazují v rybníku Rosnička, mají významný podíl na špatné kvalitě vody v nádrži (viz kap. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Vliv tohoto nezodpovědného přístupu pak z veřejných financí sanuje město Svitavy.

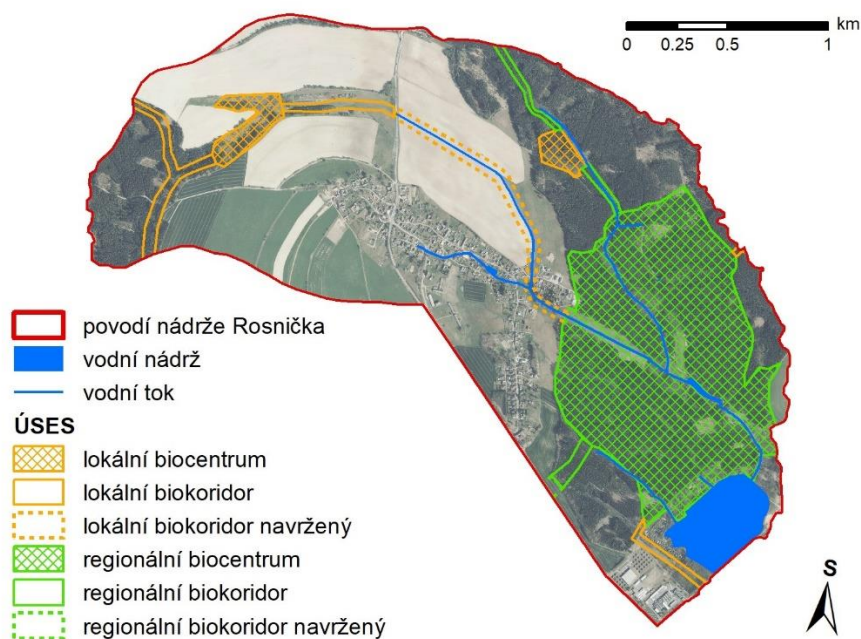


Obr. 33 Vlevo: ortofoto 1937 [51]; vpravo: ortofoto 2021 [43]

9.1.7 Ochrana přírody a územní systém ekologické stability

V povodí Rosničky se nenachází žádné chráněné území. Přes Javornický hřeben, tedy za západní hranici zájmového území, je vedena osa nadregionálního biokoridoru (viz Obr. 34). V samotném zájmovém území jsou pak vymezeny skladebné části ÚSES regionální a lokální úrovně. Regionální biocentrum s názvem Moravský Lačnov zahrnuje část bezprostředního okolí nádrže Rosnička a oblast Javornického lesa, do které spadá i Odkalovací nádrž, část Svitavy a část Javornického potoka. Územním plánem Javorníka z roku 2012 je vymezen dosud nerealizovaný biokoridor podél zbylé části Javornického

potoka (HOZ), přičemž pro biokoridor jsou dokonce nachystány parcely (ve vlastnictví Státního pozemkového úřadu) po komplexní pozemkové úpravě z roku 1996. [52] [53]



Obr. 34 Mapa územního systému ekologické stability [52] [53]

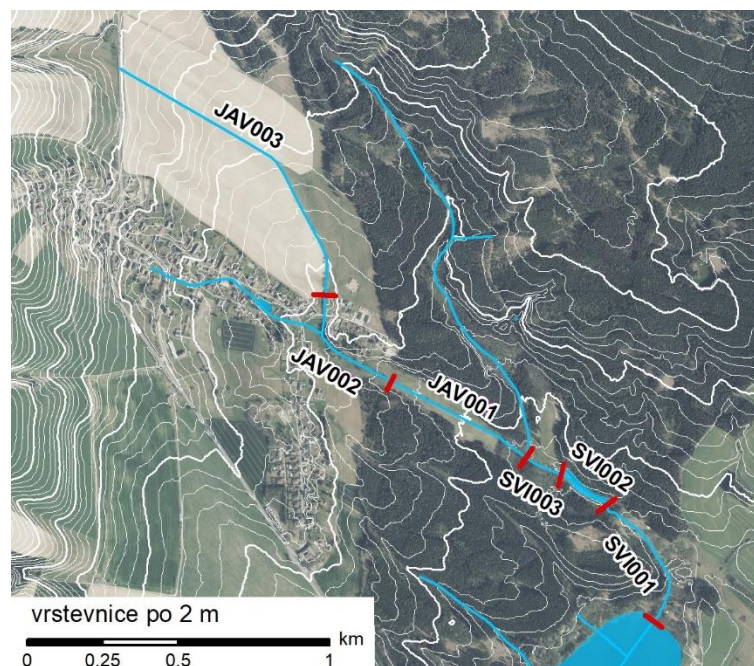
9.2 Hydroekologický monitoring vybraných vodních toků

Hydroekologický monitoring byl proveden podle metodiky HEM 2014 [10], která byla podrobně popsána v kapitole 3.3. Za předmět hodnocení hydromorfologické kvality byla zvolena ta část hydrografické sítě, která do nádrže Rosnička transportuje splaveniny ze zdrojových zemědělských pozemků v k.ú. Javorník a živinové a fekální znečištění z obce Javorník, tedy Javornický potok a část Svitavy. Před provedením terénního mapování byly na těchto tocích vymezeny následující úseky:

- **SVI001** – Svitava řkm 96,030 až 96,510, mezi nádrží Rosnička a Odkalovací nádrží,
- **SVI002** – tzv. Odkalovací nádrž, vynechána z hodnocení,
- **SVI003** – Svitava řkm 96,825 až 96,725, mezi Odkalovací nádrží a soutokem s Javornickým potokem,
- **JAV001** – Javornický potok řkm 0,000 až 0,520, úsek převážně v luční trati od zaústění do Svitavy po cca začátek intravilánu Javorníka,

- **JAV002** – Javornický potok řkm 0,520 až 0,930, úsek procházející Javorníkem,
- **JAV003** – Javornický potok řkm 0,930 až 2,012, úsek v polní trati = HOZ.

Situační umístění jednotlivých vymezených úseků je zachyceno na Obr. 35.



Obr. 35 HEM – mapa vymezení hodnocených úseků

Mapování bylo provedeno koncem dubna 2021, tedy bez rušivého vlivu vzrostlejší vegetace. Ukazatele HEM, které popisují geometrické parametry koryta, byly stanoveny pomocí zapůjčeného geodetického systému Trimble GNSS, čímž si autor práce zároveň pořídil zaměření pro návrhovou část. Mapovací formuláře byly vyplněny zvláště pro každý vymezený úsek. Mapovací formulář úseku JAV001 je na ukázkou zařazen mezi přílohy práce (viz A.3). Část ukazatelů byla určena na základě využití distančních dat. Vyhodnocení hydromorfologické kvality (HMK) a následně hydromorf. stavu proběhlo podle metodiky [13], přičemž všechny hodnocené úseky byly zatříděny jako typ vodního toku s kódem jemného dělení 3-2-2-1 (viz Tab. 10), který spadá do skupiny typů toků PPS – potok pahorkatinný na sedimentu.

Tab. 10 Stanovení typu vodního toku dle Langhammera (2009)

Kategorie podle úmoří	Středozevní moře → 3
Kategorie podle nadmořské výšky	200 až 500 m → 2
Kategorie podle geologie	pískovce, jílovce, kvartér → 2

Na základě stanovené skupiny typů toků PPS byly z metodiky [13] odečteny váhy, kterými se násobí zjištěná skóre jednotlivých ukazatelů, viz následující tabulka:

Tab. 11 Váhy pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro skupinu typů toků PPS

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.25	0.1	0.15	0.1	0.1	0.5	0.25	0.15	0.4	0.3	0.15	0.15

V následujících podkapitolách je uvedeno vyhodnocení jednotlivých úseků s doprovodným komentářem, ve kterém je zjednodušeně popsán zjištěný hydromorfologický stav toků a inundace, a také některé další zjištěné okolnosti včetně úvahy nad vhodností revitalizování daného úseku. Popis je řazen obdobně jako číslování úseků, tedy směrem od nádrže Rosnička k „prameni“ Javornického potoka (propustek na silnici II/366 mezi Javorníkem a Kuklí). Naopak použité fotografie byly pořízeny vždy z pohledu směrem k Rosničce. Poté je uvedeno souhrnné vyhodnocení.

9.2.1 Úsek SVI001

Tento úsek Svitavy (viz Obr. 36) o délce 480 m je vymezen Rosničkou a Odkalovací nádrží. Tok je v přímé, nepůvodní trase, která byla v minulosti změněna z důvodu svedení toku pro napájení historických nádrží v lokalitě (nyní Rosničky a níže ležícího Svitavského rybníka). Údolí je neckovité o podélném sklonu cca 1 %, stávající trasa je vedena při jeho pravém kraji, vzniká tak i jistá asymetrie. Na pravobřežní inundaci se nachází smrkové monokultury, na levobřežní lada (dříve louky) zarůstající olšínami.

Dno koryta bylo dříve opevněno výdřevami, které jsou místy stále dochované. Koryto nese četné známky renaturačních procesů – je zde několik břehových nátrží a patrné jsou i dnové struktury. Nedochází zde však k výrazným samovolným změnám trasy ani k nadměrnému zahlubování, koryto lze tedy klasifikovat jako staticky stabilní (viz kap. 4.1.4). Naopak v úseku zhruba 100 m pod hrází Odkalovací nádrže probíhá usazování jemnozrnných splavenin. Dle místních informací zde také dochází k výrazným vsakům vody, což může souviset buď s nepříznivou geologií, nebo se stavbou plošného odvodnění z roku 1990 [45] (dokumentaci se nepodařilo dohledat).

Nicméně tuto okolnost je třeba zohlednit a případné revitalizační či jiné záměry (vodní plochy) zvažovat až na základě výsledků inženýrsko-geologického průzkumu.

Výsledný hydromorfologický stav, tedy **slabě modifikovaný** (viz Tab. 12), je dle očekávání příznivý, přičemž hodnota HMK je zde ze všech úseků nejnižší.

Tab. 12 SVI001 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
3	1	5	4	1	3	2	2	2	1	2	2	4	1	1	2	2
HMK = 2,26 → hydromorfologický stav: 2 – SLABĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 36 Úsek SVI001 (foto: autor)

9.2.2 Úsek SVI002

Úsek SVI002 je tvořen průtočnou sedimentační nádrží (viz Obr. 37), dle terminologie manipulačního řádu nádrže „odkalovací“. Nádrž slouží primárně k zachycení splavenin pro ochranu nádrže Rosnička a byla vyhloubena jako boční ve vztahu k původnímu korytu, které bylo později odstaveno. Výkopek z hloubení nádrže byl ponechán v trvalé deponii na jejím pravém břehu (odděluje nádrž od původního koryta), čímž vznikla nepřírozně působící „hráz“. Hydromorfologické posouzení nádrže nebylo prováděno. V současnosti je nádrž značně zanesena sedimenty, tedy je vidět, že dobře plní svůj účel. V blízké budoucnosti je plánováno její odbahnění.



Obr. 37 Nehodnocený úsek SVI002 – Odkalovací nádrž (foto: autor)

9.2.3 Úsek SVI003

Úsek SVI003 o délce 100 m ohraničuje vtok do Odkalovací nádrže a soutok Svitavy s Javornickým potokem. Na pravé inundaci je smíšený les, na levé inundaci je odvodněná louka (hlavník je zaústěn do potoka těsně před vtokem do Odkalovací nádrže). Okolní terén je plochý. Narovnění koryta zde vedlo k značnému zahloubení (až 2 m), které je shodné s lesní částí úseku JAV001. Koryto je tedy nestabilní – převládá hloubkové zařezávání do dna (viz Obr. 38). Stav úseku je slabě modifikovaný (viz Tab. 13).

Tab. 13 SVI003 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
3	1	5	5	2	4	1	3	2	1	2	1	4	1	1	1	2
HMK = 2,29 → hydromorfologický stav: 2 – SLABĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 38 Úsek SVI003 (foto: autor)

Na Obr. 39 je fotografie soutoku Svitavy a Javornického potoka. Oblast prameniště Svitavy není z důvodu minimálního podílu na vnosu splavenin do Rosničky v této práci

řešena, ačkoliv její případná revitalizace v této lokalitě by rozhodně měla pozitivní podíl na akumulaci vody v nivě a tím i zvýšení dotace Svitavy vodou v suchých obdobích.



Obr. 39 Soutok Svitavy (zleva) a Javornického potoka (zprava) (foto: autor)

9.2.4 Úsek JAV001

Tento úsek o délce 520 m je složen z lesní části, mezi soutokem a propustkem (80 m), a luční části (440 m). Horní konec je vymezen podle přechodu z technického charakteru toku na již poměrně renaturovanou část toku (JAV002), která výše po toku také prochází intravilánem Javorníka. Údolí je velmi ploché a málo sklonité (do 2 %). Lesy v nivě dolní části jsou tvořeny náletovými olšinami. Louka je plošně odvodněna a intenzivně sečena Zemědělským družstvem Opatovec, jež zde zároveň vlastní většinu pozemků [33]. Tok byl v minulosti technicky upraven, aby umožnil snadnější obdělávání. Jelikož se zde nachází půdy typu pseudoglejů (viz kap. 9.1.4), které jsou hydraulicky málo vodivé, louka dříve přirozeně mívala sklony k zamokření – proto zde bylo v roce 1975 zbudováno plošné odvodnění [45], kterému Javornický potok slouží jako recipient.

V lesní části, pod propustkem (viz Obr. 40), je koryto obdobné jako u úseku SVI003, tedy značně zahloubené, nestabilní s převládající hloubkovou erozí, avšak ve dně toku jsou vytvářeny štěrkovité struktury, mezi kterými se proud vody mírně vlní. V nivní trati je koryto pravidelné, opevněné ve dně betonovými prefabrikáty. Ty jsou však vzhledem k malému podélnému sklonu toku na většině úseku překryty bahnitými nánosy, nejvíce koncentrovanými zhruba v polovině luční trati. Ve vegetačním období větší část koryta intenzivně zarůstá rákosem. Dle HEM je úsek středně modifikovaný (viz Tab. 14).

Tab. 14 JAV001 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
3	1	5	5	3	5	2	3	2	1	5	3	4	1	1	1	2
HMK = 2,90 → hydromorfologický stav: 3 – STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 40 Úsek JAV001, lesní trať (foto: autor)

Dostatečně široká, plochá a málo sklonitá nivní louka (viz Obr. 41) představuje ideální prostor pro revitalizaci toku, jež je jedním ze tří následně navrhovaných opatření na podporu kvality vody v Rosničce (viz návrhová část, kap. 10.1).



Obr. 41 Úsek JAV001, luční trať (foto: autor)

9.2.5 Úsek JAV002

Úsek JAV002 o délce 410 m představuje nejvíce renaturovaný úsek Javornického potoka. Prochází částečně po nivní louce a poté intravilánem obce Javorník. Údolí je asymetrické – úsek zde představuje jeden oblouk kolem levobřežního terénního výběžku. Dříve bylo koryto opevněné, pozůstatky betonových dílců jsou roztroušeny v dolní polovině úseku. Koryto je nyní členité, s několika tůňmi a výškovými stupni z naplaveného dřeva (viz Obr. 42). Pozitivem jsou též hrubozrnné struktury ve dně a poměrně bohatá vegetace v březích. Úsek je středně modifikovaný (viz Tab. 15).

Tab. 15 JAV002 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
3	1	5	4	3	4	3	2	1	1	5	2	3	5	5	2	2
HMK = 3,41 → hydromorfologický stav: 3 – STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 42 Úsek JAV002 (foto: autor)

Ačkoliv byla u tohoto úseku stanovena nejvyšší hodnota HMK, tedy nejhorší kvalita ze všech posuzovaných úseků, působí relativně členitě a přírodně. Díky morfologické i hydraulické členitosti má tato část Javornického potoka příznivý vliv na samočištění vody. Tento efekt je na úseku přímo pozorovatelný – v místě vyústění zatrubněného toku, který přináší z požárního rybníčku znečištění z odpadních vod, je voda kalná a zapáchající (viz Obr. 43), zatímco na konci úseku (po necelých 300 m) již znečištění nelze pomocí smyslů odhalit. Špatný výsledek hydromorfologického stavu patrně vychází z použité metodiky, která přisuzuje velký vliv využití příbřežní zóny a širší nivy, jež zde tvoří intravilán. Zásah do tohoto úseku Javornického potoka není vzhledem k fungujícímu samočištění momentálně žádoucí.



Obr. 43 Vlevo: znečištění z obce Javorník, vpravo: výust' od požárního rybníčku (foto: autor)

9.2.6 Úsek JAV003

Tento poslední, horní úsek Javornického potoka o délce 1,08 km prochází zemědělsky využívanými plochami mezi obcemi Javorník a Kukle. Tok je zde obklopen v podstatě pouze dvěma rozlehlými bloky orné půdy a jedním menším blokem trvalého travního porostu na levé inundaci. Tato část potoka je umělá – vznikla jako odvodňovací strouha patrně ve 30. letech minulého století společně s plošnými drenážemi, kterým tvořila recipient. Podle dohledané dokumentace byla tato strouha v roce 1972 zkapacitněna pro potřebu zaústění nových a hlubších odvodňovacích detailů, jedná se tedy o otevřený meliorační hlavník (HOZ).

Koryto je provedeno jako pravidelný lichoběžník se sklony svahu 1:1,5 a původní hloubkou dna kolem 1 m. Na dolních 350 m (po propustek, viz Obr. 44 vpravo) je dno koryta opevněno melioračními žlabovkami – tok drží „původní“ niveletu dna a pouze se mírně vlní v rámci úseků, kde probíhá usazování splavenin (orné půdy z okolních polí). Na zbylé části bez žlabovek probíhá hloubkové vymílání dna, přičemž na horním konci úseku byla změřena hloubka koryta až 1,8 m, což představuje zářez 0,8 m pod původní niveletu dna. Koryto je téměř úplně bez vegetace, členitost představuje pouze několik skokových zahloubení a břehových nátrží. Problematické je také obdělávání polí až po břehovou hranu. Dle HEM je úsek středně modifikovaný (viz Tab. 16).

Tab. 16 JAV003 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku

Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
2	1	5	5	3	4	3	4	2	1	5	3	4	4	4	2	2
HMK = 3,21 → hydromorfologický stav: 3 – STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 44 Úsek JAV003, meliorační hlavník – dolní část (foto: autor)

Vzhledem k vymezené trase regionálního biokoridoru podél úseku, včetně pozemkového vyrovnání (jež jsou ve vlastnictví SPÚ) v rámci komplexní pozemkové úpravy v k.ú. Javorník (1996) se nabízí možnost revitalizace tohoto hlavníku. Několik míst zaústění a částečný souběh odvodňovacích detailů však umožňují pouze kompromisní úpravu. Tato varianta je posouzena v návrhové části jako jedno ze tří navrhovaných opatření (viz návrhová část, kap. 10.2).



Obr. 45 Úsek JAV003, meliorační hlavník – horní část (foto: autor)

9.2.7 Celkové zhodnocení výsledků HEM

Oba hodnocené úseky Svitavy spadají do kategorie slabě modifikovaného stavu, zatímco Javornický potok je ve všech třech dílčích úsecích (a tudíž i jako celek) hodnocen jako středně modifikovaný (viz grafické znázornění na Obr. 46). Mapa výsledků stávajícího hydromorfologického stavu v podrobnějším měřítku také tvoří přílohu A.1



Obr. 46 HEM – mapa výsledků stávajícího stavu

Za hlavní problémy na posuzovaných úsecích považují značné zahlubování některých úseků a v důsledku odvádění vody z niv, z důvodu technických úprav zbytečně velkou průtočnou kapacitu a naopak nízkou tvarovou i hydraulickou členitost, u polních a lučních úseků téměř žádný vegetační doprovod a zejména fakt, že **žádný z úseků svoji trasou neodpovídá místně přirozenému morfologickému typu**. S ohledem na hlavní cíl této práce, tedy zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička, je v důsledku přímé, a tudíž krátké trasy toků mrhán jejich potenciál z hlediska akumulace vody v nivách a zpětné dotace vody do toku v suchých obdobích, celkové plochy biologicky aktivního povrchu, a tím i samočištění vody. Specifickým problémem je nepřirozený splaveninový režim, při kterém převažuje jemnozrnný materiál vnějšího erozního původu, tedy orné půdy z polí v k.ú. Javorník. Ukládání nadměrného množství těchto splavenin je pozorovatelné pouze v úseku JAV001. K sedimentaci však dochází v Odkalovací nádrži a především v nádrži Rosnička, proto je problematika erozního smyvu hodnocena v následující kapitole.

9.3 Vyhodnocení erozních poměrů na zemědělských plochách

Výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí dle rovnice USLE (viz kap. 6.1.4) byl proveden v prostředí programu ArcGIS (ArcMap 10.7). Princip výpočtu spočívá ve využití nástroje Raster Calculator z nadstavby Spatial Analyst, který provádí nadefinované početní operace mezi vstupními rastrovými vrstvami (v tomto případě jde o předem připravené vrstvy jednotlivých faktorů USLE). Důležité je také definování oblasti výpočtu, které se provede vymezením tzv. erozně hodnocených ploch (EHP), na kterých je možné předpokládat nepřerušenu délku svahu. Za přerušující prvek je považován např. příkop, průleh, polní cesta se svodným prvkem nebo správně nadimenzovaný zasakovací travní pás. Prostá změna plodiny nebo používané agrotechnologie na pozemku bez přerušujícího prvku není důvodem pro přerušení délky výpočtu. [21] [27]

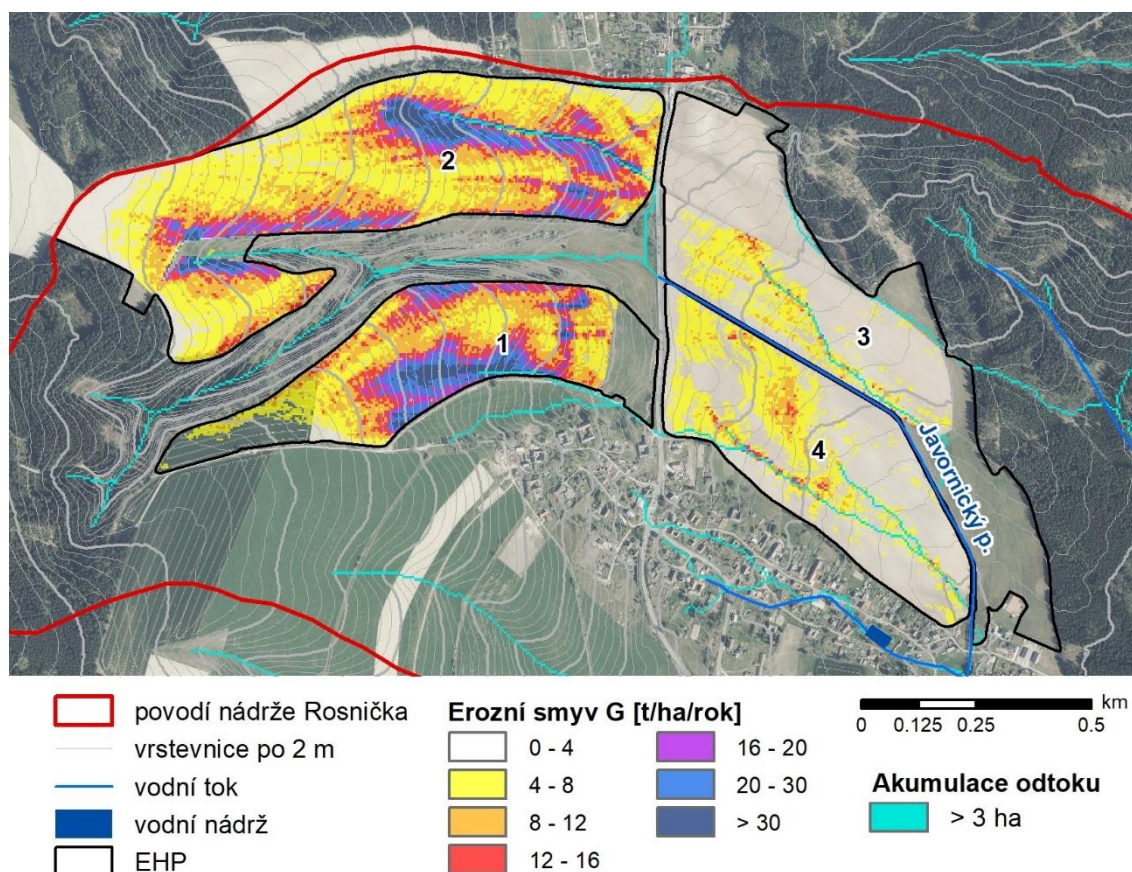
Jako výchozí podklad pro vymezení EHP byl využit veřejný registr zemědělské půdy LPIS, který byl následně upřesněn podle skutečného rozsahu zemědělských ploch. Během stanovení jednotlivých faktorů USLE byl zvolen postup, jenž je popsán v Metodickém návodu k provádění pozemkových úprav. [34]

- **R faktor:** Faktor erozní účinnosti deště vstupuje do výpočtu jako konstanta $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, což je průměrná hodnota R faktoru pro naprostou většinu zemědělských ploch v ČR. [21]
- **LS faktor:** Faktory délky svahu L a sklonu svahu S byly souhrnně stanoveny v kombinovaném topografického faktoru LS pomocí metody USLE2D. Zdrojem dat byl již zmiňovaný DMT 5. generace o rozlišení rastru 5 x 5 m. Použit byl algoritmus výpočtu MC COOL, Moderate (rill = interill).
- **K faktor:** Stanovení proběhlo na základě převodního klíče hodnot K faktoru dle HPJ, který je součástí metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí [21]. Vrstva HPJ byla generována z vrstvy BPEJ [44] pomocí speciálního převodního nástroje.
- **C faktor:** Hodnoty C faktoru pro ornou půdu byla stanovena zjednodušeným způsobem dle průměrné roční hodnoty faktoru C pro klimatické regiony dle Kadlece a Tomana (2002) [35]. Hodnoty C faktoru pro ostatní kultury (v tomto případě pouze TTP) byly stanoveny opět dle metodiky [21].
- **P faktor:** Při výpočtu stávajícího stavu bez aplikovaných protierozních opatření (PEO) vstupuje P faktor do výpočtu jako celoplošná konstanta 1. Po návrhu opatření bylo použito lokální snížení P faktoru podle konkrétního typu opatření a na základě pravidel definovaných v metodice [21].

V katastru Javorník byly vymezeny čtyři erozně hodnocené plochy (viz Obr. 47), na kterých majoritně hospodaří Zemědělské obchodní družstvo Opatovec. Na základě provedeného výpočtu erozní ohroženosti bylo dle očekávání zjištěno, že zásadní podíl mají dvě velká horní pole v horní části povodí. Celkově bylo v rámci vymezených EHP stanoveno 62 hektarů erozně ohrožené půdy, tedy plochy s dlouhodobou ztrátou půdy větší než 4 t/ha/rok.

Tab. 17 Souhrnná tabulka vyhodnocení MEO v GIS pro stávající stav

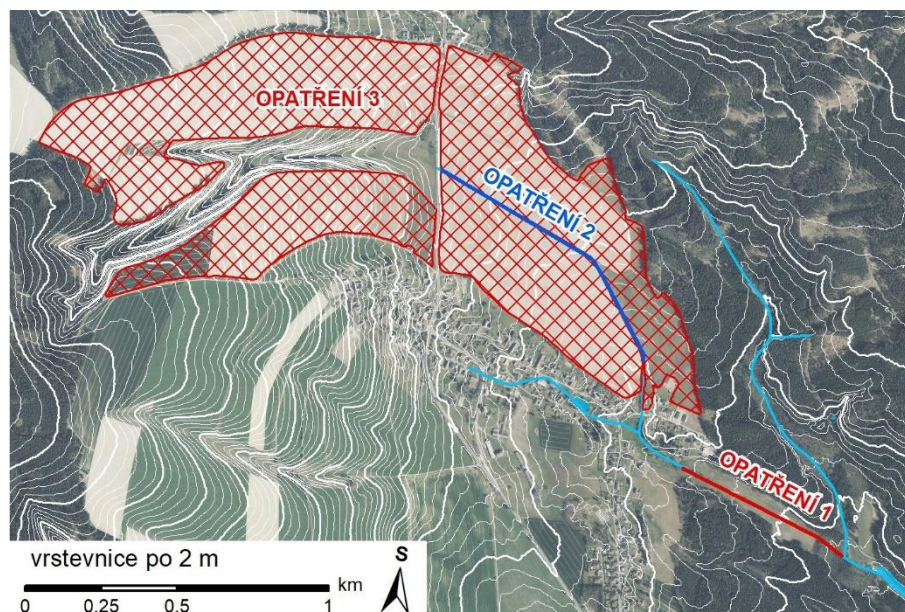
EHP	Podíl klasifikovaných hodnot intervalu G v rámci EHP									G > 4t/ha/rok	G průměr [t/ha/rok]
	Interval G	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	20 - 30	> 30	Celkem		
1	procento	21	21	24	13	7	9	5	100	78	11.39
	plocha (ha)	4.18	4.21	4.89	2.59	1.50	1.75	0.98	20.36	15.91	
2	procento	14	35	24	12	6	6	4	100	85	10.60
	plocha (ha)	5.54	13.87	9.38	4.62	2.34	2.21	1.51	39.87	33.93	
3	procento	85	12	2	0	0	0	0	100	14	1.63
	plocha (ha)	24.95	3.48	0.63	0.09	0.02	0.00	0.00	29.36	4.22	
4	procento	62	30	6	1	0	0	0	100	38	3.93
	plocha (ha)	13.20	6.47	1.25	0.21	0.05	0.03	0.01	21.36	8.02	



Obr. 47 Mapa erozní ohroženosti v k.ú. Javorník – stávající stav

10 Ideový návrh opatření v zájmovém území

Na základě provedených analýz byla navržena tři opatření v povodí Javornického potoka (viz Obr. 48) s účelem zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička, přičemž dvě vzešly z výsledků hydroekologického monitoringu a z poznatků získaných během jeho provádění, zatímco třetí lokalita vychází z vyhodnocení erozních poměrů.



Obr. 48 Přehledná situace navrhovaných opatření

Prvním opatřením je revitalizace Javornického potoka JAV001, kde byl zjištěn sice „pouze“ středně modifikovaný hydromorfologický stav (viz 9.2.4), podstatná je však možnost revitalizace napřímeného, technicky upraveného toku na dostatečně široké nivní louce. Ve vztahu ke zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička bylo navrženo řešení, které cílí na maximální posílení samočisticí schopnosti vody pro redukcí znečištění z obce Javorník a akumulace vody v nivě, aby během suchých období docházelo k dotaci z podzemních zdrojů do toku. Návrh revitalizace této části potoka je uveden v podkapitole 10.1.

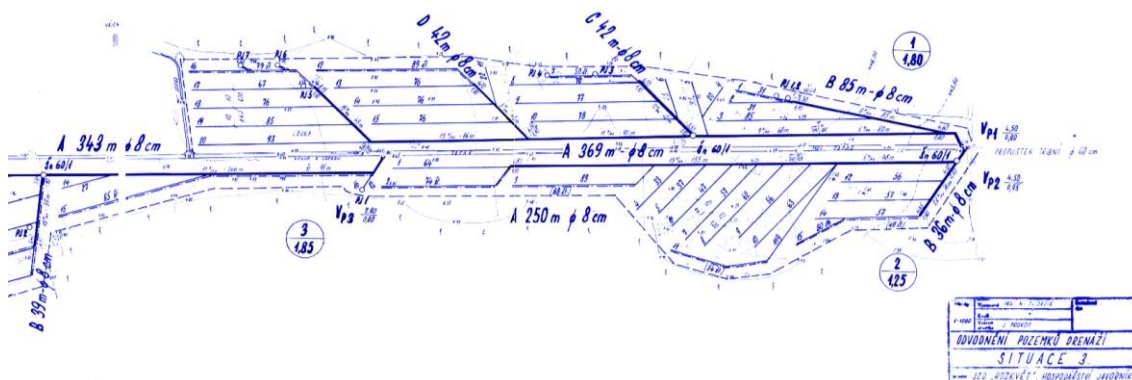
Druhým opatřením je revitalizace horní části Javornického potoka (úsek JAV003, viz 9.2.6), která byla v minulosti upravena pro plnění funkce melioračního hlavníku (hlavního odvodňovacího zařízení HOZ). Tato úprava byla navržena pro účely zachycení a alespoň částečné čištění hnojiv a pesticidů z polí v k.ú. Javorník, které do toku vnikají povrchovým odtokem a také drenážním odtokem ze zaústěných melioračních detailů. Návrh je popsán v podkapitole 10.2.

Třetí opatření nesouvisí přímo s tokem Javornického potoka. Jedná se o zemědělské pozemky v k.ú. Javorník, v horní části povodí s nevyvinutou údolnicí. Zde byly navrženy dvě varianty protierozních opatření, která cílí na redukcí projevů zrychlené vodní eroze a omezení vniku erodovaných částic do Javornického potoka. Tento návrh je uveden v podkapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

10.1 Revitalizace Javornického potoka v km 0,000-0,590 – obnova mokřadní louky

Lokalita se nachází na louce, která je ze tří stran obklopena lesy. Potok protéká směrem od obce Javorník středem louky, poté prochází propustkem na jejím jihovýchodním konci a pokračuje lesní tratí v zahloubeném korytě. Jak již bylo zmíněno v popisu výsledků HEM, pozemky louky zde patří Zemědělskému družstvu Opatovec, které louky zároveň obhospodařuje. S městem Svitavy byl projednán návrh ideálního provedení revitalizace, který předpokládá nabytí pozemků odkupem nebo směnou ve prospěch města nebo případného jiného subjektu jakožto potenciálního stavebníka.

Dle veřejně dostupných dat o melioračních stavbách na stánkách MZe [45] bylo předpokládáno, že se na louce nachází stavba plošného odvodnění. Tento předpoklad byl potvrzen při terénním mapování HEM, kdy byly na louce nalezeny dvě šachty. Podle průtoku v šachtách a absenci známek zamokření na louce je odvodnění stále funkční. Následně byla ve Státním archivu v Litomyšli nalezena projektová dokumentace této stavby (viz Obr. 49), která popisuje dřívější trvalé zamokření louky. Toto tvrzení je v souladu se zjištěnými půdními poměry (viz 9.1.4), neboť v lokalitě se vyskytují pseudogleje se sklony k trvalému zamokření. Dokumentace posléze umožnila navrhnout konkrétní způsob eliminace funkce odvodnění, neboť bez tohoto zásahu by mohli být efekty navržené revitalizace zmařeny.



Obr. 49 Situace plošného odvodnění nivní louky z roku 1974 (zdroj: Státní archiv v Litomyšli)

Před samotným návrhem byla stanovena koncepce dosažení vytyčených cílů pomocí tohoto revitalizačního návrhu. Pro zvýšení samočisticí schopnosti vody byly zvoleny tyto nosné principy:

- velká plocha biologicky aktivního povrchu koryta,

- dlouhá doba průtoku vody lokalitou, a tudíž i kontaktu vody s biologicky aktivním povrchem koryta,
- častý rozliv do nivy, kde bude většími průtoky nesené znečištění zachyceno.

Tyto principy byly doplněny i z hlediska cíle zvýšení akumulace vody v nivě:

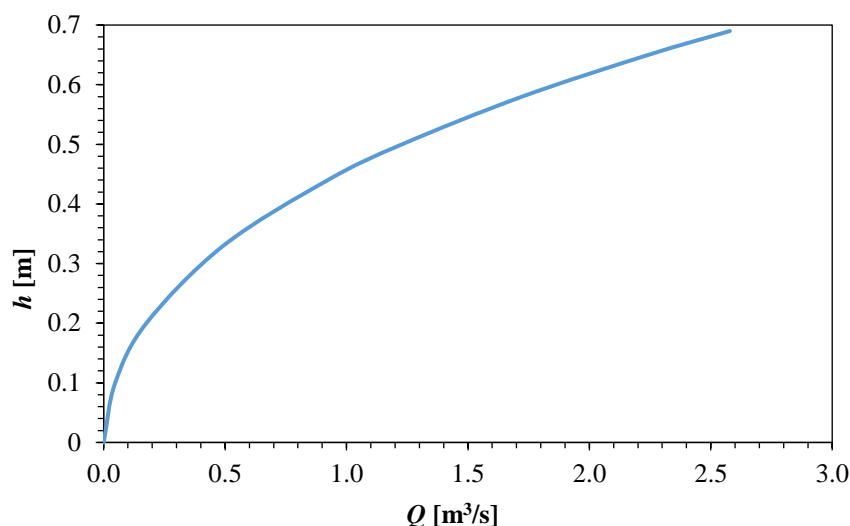
- mělké koryto pro dosažení co nejlepší komunikace vody v toku s podzemní vodou v nivě,
- vytvoření prostoru pro co největší míru vsaku vody rozlité do nivy.

Na základě těchto požadavků byl vytvořen návrh revitalizace Javornického potoka formou sledu dnových tůní společně s obnovou mokřadní louky se soustavou tůní. Vytvořením tohoto mokřadního biotopu by byly zároveň naplněny další cíle ochrany přírody a krajiny – vytvoření podmínek pro vývoj a přežití mokřadních druhů, celkové posílení ekologické stability krajiny a další.

Jako vstupní podklady pro vypracování návrhu byla použita zejména data o průtocích (viz 9.1.2) v Javornickém potoce v profilu před soutokem se Svitavou, která jsou uvedena ve Studii vodního prostředí na Svitavsku [42], a zaměření lokality, které bylo pořízeno během zpracování hydroekologického monitoringu pomocí zapůjčeného systému Trimble GNSS. K dispozici byl také projekt revitalizace této části toku z roku 2015 od společnosti AGPOL s.r.o., jež byl zahrnut do Studie vodního prostředí na Svitavsku [42]. Tento projekt však nezohledňuje existující odvodnění lokality a má i další nedostatky, zejména zbytečně velkou kapacitu navrženého koryta, které je dimenzováno na jednoletý povodňový průtok Q_1 , ačkoliv častějšímu rozlivu do nivy zde nic nebrání.

10.1.1 Návrh nového koryta toku

V prvním kroku návrhu byla posouzena kapacita stávajícího koryta použitím vztahu pro rovnoměrné ustálené proudění v otevřených korytech – Chézyho rovnice [54]. Kapacitní průtok byl pro průměrnou hloubku koryta 0,7 m a stávající podélný sklon 1,25 % orientačně stanoven v hodnotě $2,67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (viz Obr. 50), což dle údajů ČHMÚ odpovídá „desetileté vodě“ Q_{10} (viz Tab. 18).



Obr. 50 Měrná křivka stávajícího koryta

Tab. 18 Průtočné charakteristiky stávajícího koryta

	Q (m³/s)	h (m)	v (m/s)
Q ₁	0.48	0.33	1.13
Q ₂	0.9	0.44	1.31
Q ₅	1.7	0.58	1.52
Q ₁₀	2.6	0.69	1.68

Následně byla vytyčena nová trasa a odečten příslušný podélný sklon a délka. Poté byla řešena otázka návrhového průtoku. Na základě výše definovaným zjednodušení, požadavkům na tuto revitalizační úpravu a předpokladu, že častější rozliv neohrozí zájmy žádného subjektu, byla zvolena návrhová hodnota Q_{30d} . Ta byla stanovena v hodnotě $22 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ pomocí odhadu m -denních průtoků z dlouhodobého průměrného průtoku Q_a ($10 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) [55]. Jelikož nové koryto bylo navrženo formou sledem dnových tůní, lze považovat za rozhodující průtočný profil přechod mezi jednotlivými tůněmi. Při dimenzování nového koryta bylo dosaženo závěru, že při takto malém návrhovém průtoku postačí v přechodu mezi tůněmi vyhloubit velmi mělký lichoběžníkový profil sejmutím drnu o výšce 10 cm a v šíři 1,1 m (Tab. 19).

Tab. 19 Výpočet kapacity navrženého korytka, tj. přechodu mezi dnovými tůněmi

Výpočet kapacity přechodu mezi tůněmi – lichoběžník, b = 10 cm								
h _N (m)	B (m)	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	v (m·s ⁻¹)	Q (m ³ ·s ⁻¹)
0.1	0.1	0.060	1.120	0.054	0.0350	17.5429	0.423	0.025

Výsledný návrh byl rozpracován v přílohách B.1 až B.6. Trasa nového koryta je nejlépe patrná z výkresu koordinační situace (B.1). Nové koryto potoka odbočuje do levé

inundace v proluce mezi stávající vegetací pod intravilánem obce Javorník (řkm 0,590), přičemž po 300 m kříží původní koryto a přechází do pravé inundace. Staré koryto bude zasypáno výkopkem a zhutněno. Na odbočení nového koryta z původního je navrženo opevnění nárazového břehu lomovým kamenem, aby nedošlo k opětovnému prolomení vody do zasypaného koryta. Stejně tak bude opevněno čelo zásypu v místě křížení starého a nového koryta.

10.1.2 Odstranění propustku

U stávajícího betonového trubního propustku DN 1000 se nové koryto vrací do původní trasy. V místě propustku není vedena žádná komunikace, slouží pouze pro občasný přejezd a zpřístupnění pozemků v přilehlém lese. Propustek je navržen k demolici a místo něj je navržen brod opevněný kamennou rovnatinou se sklonem ramp 1:12 (viz B.5). Návrh je proveden v souladu s normou TNV 752103. Dno brodu je oproti niveletě propustku zvýšeno, aby nedocházelo ke zbytečnému odvodňování celé mokřadní louky. Pod brodem následuje kamenný skluz o sklonu 1:10, který navazuje na ponechané, značně zahloubené koryto v lesní trati. Toto koryto by bylo vhodné také změlčit, vyžadovalo by to však značné investice a zásahy do existujících porostů olšin. Pro zamezení dalšího zahlubování a zejména pro zachycení splavenin (a tím i změlčení koryta) jsou v přechodovém úseku navrženy alespoň dva konsolidační prahy formou mírných kamenných skluzů o výšce 0,5 m a sklonu líce skluzu 1:10.

10.1.3 Komplex nivních tůní

Po vymezení trasy nového koryta byl rozvržen komplex tůní, přičemž bylo bráno v potaz prostorové uspořádání plošného odvodnění. Navrženo je neprůtočných 29 tůní, přičemž 23 z nich je navrženo jako mělké s hloubkou do 0,7 m a 6 tůní s hlubšími partiemi s hloubkou do 1,4 m. Čtyři hlubší tůně jsou navrženy v původním korytě pro úsporu výkopových prací. Svahy břehů tůní jsou navrženy v maximálním sklonu 1:10, u hlubších partií 1:5, aby bylo dosaženo co největší zóny periodického zaplavování při pohybu hladiny. Žádoucí je nepravidelnost a členitost, svahy tůní nebudou vyhlazovány (viz B.4). U tůní je očekáváno jejich postupné zazemňování organickým materiálem, což je běžný přirozený jev. Menší tůně tak mohou časem přecházet v mokřady či tůně periodické, s občasným vysycháním, což je pro biologickou rozmanitost lokality velmi výhodné.

U částí tůní se musí počítat s jejich následnou údržbou, která zahrnuje občasnou prořezávku dřevin, kosení porostů, redukce nadměrného zárustu rákosem a případným prohlubování. Odumřelé dřevo je naopak vhodné ponechat na místě, neboť poskytuje útočiště hmyzu, obojživelníkům apod.

10.1.4 Eliminace funkce plošného odvodnění

Před revitalizačním zásahem musí být provedena eliminace funkce plošného odvodnění. Bez toho opatření by ponechaná drenáž odvodňovala nové koryto i komplex tůní. S ohledem na místní podmínky je zvoleným principem eliminace bodovým přerušením jednotlivých drénů tak, aby rozdíl nivelet přerušeno úseku nebyl větší než 0,6 m (stanoví se podle sklonu terénu). [19] Pro tuto lokalitu pak na základě tohoto požadavku vychází vzdálenosti mezi jednotlivými přerušenými drény 40 až 50 m. Vzhledem k malé hydraulické vodivosti zdejších půd lze přerušit drén odkrytím a vyjmutím jedné až dvou drenážek následované řádným zhutněním. V některých místech, zejména na křížení s tůněmi a potokem bylo navrženo použití záslepky z PVC plátu, která zabrání nátoku do ponechané drenáže s větší jistotou. Pod novým korytem a tůněmi je navrženo úplné vyjmutí drénu. Dle dokumentace se při severovýchodním kraji lesa nachází také 7 ks pramenních jímek. Ty budou rozebrány a vzniklé jámy budou vyplněny šterkem. Od každé takto rozebrané pramenní jímky bude vyhloubeno svodné korytko „na rýč“ do nejbližší tůně. Všechny tyto výše popsání zásahy musí být provedeny podle přesného zákresu (viz B.2).

10.1.5 Vegetační doprovod

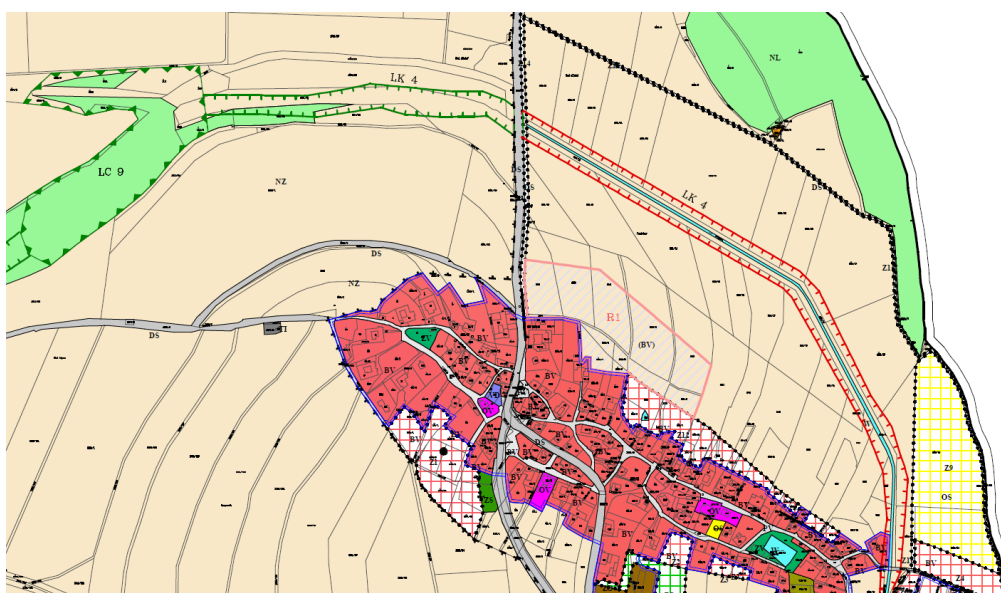
Návrh obsahuje nové výsadby v rámci vytvoření přírodě blízkého vegetačního doprovodu. Stávající porosty vrby a olše zůstanou v plné míře zachovány. Navržené druhy nových výsadeb odpovídají potenciální přirozené vegetaci, pro kterou byla stanovena skupina typů geobiocénů (STG) 4BC4 (javorovo jasanové olšiny). Dle této typologie jsou pro mokřadní stanoviště vhodnými zástupci stromového patra olše lepkavá a jasan ztepilý, přičemž olše snese větší zamokření, je tedy navržena blíže tůním a potočným pásu než jasan. Do keřového patra je navržena vrba trojmužná a vrba košíkářská, dále od vodních hladin také bez černý. Výsadba vrby bude provedena řízkováním. Veškeré

výsadby budou chráněny proti okusu zvěří. U bylinného patra je žádoucí samovolný sukcesní vývoj, obnažené povrchy půdy tedy nebudou humusovány ani osévány.

Návrhy jsou podrobněji popsány v poznámkách jednotlivých výkresů B.1 až B.6, kde byly shrnuty doporučené postupy všech činností.

10.2 Revitalizace Javornického potoka v km 1,040-1,995 – revitalizace melioračního hlavníku

V horní polovině Javornického potoka, jež byla v 70. letech upravena do podoby hlavního odvodňovacího zařízení (HOZ), je navržena kompromisní revitalizace v přímé trase stávajícího koryta jako součást realizace kombinovaného biokoridoru. Biokoridor byl podél toku vymezen komplexní pozemkovou úpravou v k.ú. Javorník v roce 1996 včetně vymezení parcel podél koryta a jejich převedení pod Státní pozemkový úřad. Biokoridor je zanesen v územním plánu obce Javorník [53], k realizaci však zatím nedošlo (viz Obr. 51). Parcela samotného koryta je ve vlastnictví Povodí Moravy, které je také správcem toku. Jelikož je případná realizace tohoto záměru podmíněna vstřícným přístupem obou organizací, byl tento návrh vypracován jako ideový zjednodušený.



Obr. 51 Biokoridor vymezený podél hlavníku – územní plán obce Javorník [53]

10.2.1 Úprava koryta

Koryto bylo vzhledem k vyčleněným pozemkům a blízkému souběhu a zaústění několika drenážních větví ponecháno ve stávající trase (viz C.1), pouze je navrženo

změlnění a rozšíření v maximální možné míře tak, jak to dovoluje nutnost zachování funkce drenážního systému. Nutno podotknout, že se podařilo dohledat pouze část dokumentace melioračních detailů, vzorový příčný profil byl tedy navržen podle nejméně příznivých prostorových podmínek (při těsném oboustranném souběhu drénů) v minimálních parametrech po celém průběhu trasy (viz C.2). Pro účely projekčních prací pro povolovací procesy je nezbytné přesné zaměření všech drenážních výústí, aby mohla být navržena co nejmělnčí niveleta dna.

Koryto bude provedeno stržením břehů a zhutněním dna, které bude opět vymodelováno sledem dnových tůní. Z důvodů vedení nového dna na nově zřízeném zásypu původního koryta a vyšších podélných sklonů (na horních 350 m až 4 %) budou přechody mezi tůněmi opevněny pasy z kameniva frakce 63-125 mm, přičemž není vhodné v těchto podmínkách kamenivem šetřit. Maximální šířka dna koryta byla dle daných podmínek stanovena na 4 m a maximální mezibřežní šířka na 12 m, čímž bude podél obou břehových linií ponechán pás pro ochranné luční pásy. Sklony svahů tak pro maximální přípustnou hloubku koryta 0,8 m vychází v hodnotě nejvýše 1:5.

10.2.2 Vegetační doprovod

Návrh vegetačního doprovodu vychází ze stejných přírodních podmínek jako u revitalizace dolního úseku Javornického potoka, tedy STG 4BC4 – javorovo jasanové olšiny. Výsadby mohou být provedeny pouze přímo v korytě a na jeho svazích a maximálně v břehové linii (pouze keře), aby nedošlo k zárůstu drenáží kořenovými systémy dřevin. Pro stromové patro je navržena olše lepkavá a pro keřové patro vrba košíkářská a trojmužná. Stromové a keřové patro bude vysazováno skupinově a střídavě po obou březích, aby docházelo k dostatečnému proslunění dnových tůní. Vrby budou vysazeny hustým řízkováním, skupiny olší budou chráněny oplocenkou proti okusu zvěří.

Svahy koryta nebudou osévány, v rámci bylinného patra je preferován samovolný sukcesní vývoj mokřadních druhů. Podél koryta budou založeny luční pásy šíře 4 m, použita bude směs z původních místních druhů. O výsledném zastoupení druhů rozhodne na konkrétních místech míra zamokření. Luční pásy také částečně zabrání vniku splavenin z polí do koryta.

10.2.3 Následná péče o biokoridor

Přínos záměru revitalizace tohoto úseku z hlediska zlepšení kvality vody v nádrži Rosnička je spatřován opět v posílení samočisticí schopnosti vody. Konkrétně spočívá ve vyšší míře zadržování a odbourávání chemického znečištění (hnojiva a pesticidy). Záměr také může pomoci v zamezení vniku splavenin erozního původu z okolních a výše ležících polí dále do hydrografické sítě. Realizovaný biokoridor jako skladebný prvek Územního systému ekologické stability by vedl také k vytvoření ekologicky stabilnější plochy v zemědělském segmentu krajiny a plnil by svou funkci zajištění migrační trasy mezi biocentry.

Z důvodu dodržení podmínky udržitelnosti a životnosti projektu při čerpání z dotačních titulů, jež je předpokládáno a doporučeno, bude prováděna následná péče o biokoridor. Zmínit lze sečení lučních pásů a prořezávky dřevin. Důležitá bude také kontrola stabilizace dnových tůní a v případě potřeby bude do potoka doplněno kamenivo. Z důvodu aktuálního obdělávání až na břehovou hranu koryta je doporučeno vytyčit pozemky biokoridoru geodetickými značkami, k nimž budou zaraženy ocelové vymežovací tyče, které budou chránit luční pásy před postupným rozoráváním.

11 Posouzení účinnosti navrhovaných opatření

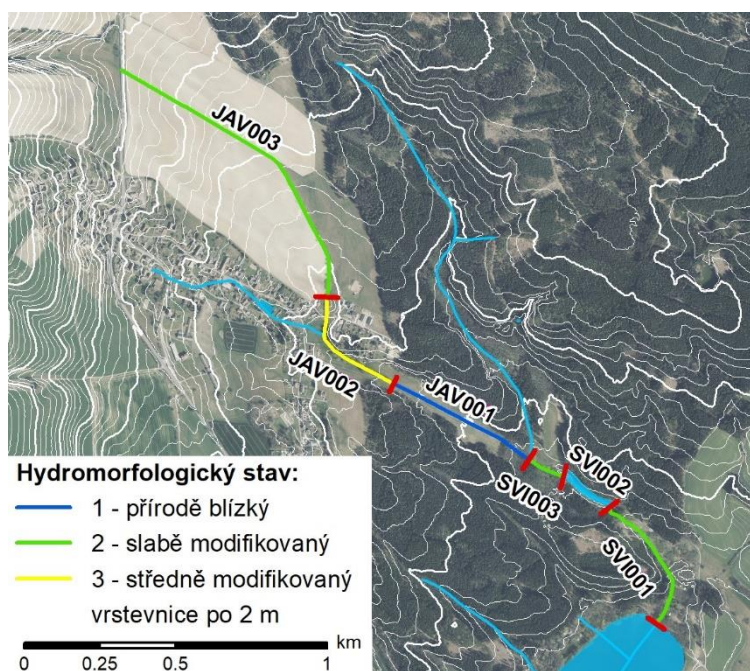
Hydromorfologický stav revitalizovaných části Javornického potoka JAV001 a JAV003 dosáhl po navržených úpravách zlepšení, jak dokládají výsledky uvedené v Tab. 20 a Tab. 21. V případě úseku JAV001 bylo dokonce dosaženo zlepšení o dva stupně do kategorie přírodě blízkého toku.

Tab. 20 JAV001 – Srovnání stávajícího a navrženého hydromorfologického stavu

Stávající stav																
Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
3	1	5	5	3	5	2	3	2	1	5	3	4	1	1	1	2
Hydromorfologický stav: 2,90 → 3 STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ																
Navržený stav																
1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	2
Hydromorfologický stav: 1,48 → 1 PŘÍRODĚ BLÍZKÝ																

Tab. 21 JAV003 – Srovnání stávajícího a navrženého hydromorfologického stavu

Stávající stav																
Koryto											Břehy			Niva		
TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
2	1	5	5	3	4	3	4	2	1	5	3	4	4	4	2	2
Hydromorfologický stav: 3,21 → 3 STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ																
Navržený stav																
2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	5	1	3	2	4	2	2
Hydromorfologický stav: 2,36 → 2 SLABĚ MODIFIKOVANÝ																



Obr. 52 HEM – mapa výsledků navrženého stavu

12 Koncepční a technická doporučení

- 1. Realizace navržených protierozních opatření (alespoň částečná) musí předcházet revitalizačním opatřením na vodních tocích a nádržích.** Návrh revitalizací Javornického potoka jako podpory pro samočištění vody je založen na sledu dnových tůní. Zároveň je prodloužena trasa toku a snížen jeho sklon, což přispěje k sedimentaci splavenin (= erozního smyvu z polí) v korytě. Pakliže nebude vnos splavenin výrazně omezen, dojde k velmi rychlému zanesení nového koryta a tůní bahnem. Při čerpání z dotačních titulů (jež je předpokládáno a doporučeno) by nastal problém s udržitelností a životností dotačního projektu.
- 2. Z navržených variant protierozní ochrany je autorem preferována varianta PEO 1, tedy trvalé zatravnění horních polí nad silnicí II. třídy (viz Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.).** Tato varianta je podstatně levnější a jednodušší na realizaci. Zatravnění zajistí „neprůstřelnou“ protierozní ochranu bez nutnosti důkladných kontrol a tím i „klid“ oběma stranám – městu i ZD Opatovec. Varianta PEO 2, která je na horních polích založena na kostře technických liniových prvků a ochranném obdělávání (viz Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.), sice dosahuje obdobných výsledků a umožní uživateli půdy pokračovat v konvenčním obdělávání, je ale mnohem komplikovanější a bude vyžadovat tvorbu dokumentace a povolovací proces. Jelikož v této fázi nebyla projednána se ZD Opatovec, je otázkou její vhodnost z hlediska používané zemědělské techniky – návrh by šlo eventuelně přizpůsobit konkrétním možnostem ZD, pokud by zatravnění horních polí bylo odmítnuto.
- 3. Revitalizaci Javornického potoka na řkm 0,000-0,410 (nivní louka před Javorníkem) nemá smysl provádět v kompromisní variantě.** Revitalizace pouze v rámci stávajícího koryta by z hlediska samočištění vody nepřinesla výrazné zlepšení oproti současnému stavu. Poměr efektu revitalizace a finanční nákladnosti realizace by byl nízký. Proto byl vypracován komplexní návrh využívající celou nivní louku, obdobný jako návrh firmy AGPOL s.r.o. v rámci Studie vodního prostředí na Svitavsku (2015). **Výhodou tohoto řešení je výrazné zvýšení**

akumulace vody v půdě a tím pádem i dotování Javornického potoka (jakožto důležitého zdroje vody pro Rosničku) v suchých obdobích.

Je třeba ale vyřešit vlastnické poměry – nákup nebo směnu pozemků se ZD Opatovec. Dle tzv. oceňovací vyhlášky (č. 441/2014 Sb.) se jedná o produkčně málo významné půdy se základní cenou pozemků 1,34 Kč/m². Parcely potřebné pro návrh mají výměru 3,42 ha, **celková základní cena těchto pozemků tedy se zaokrouhlením činí 46 000 Kč**, což je z hlediska nákladů na samotnou revitalizaci zanedbatelná částka. Během procesu získávání finanční podpory z dotačních titulů (na odkup pozemků i následnou realizaci) může výrazně pomoci fakt, že se lokalita nachází v regionálním biocentru.

4. Aby byla revitalizace Javornického potoka na řkm 0,000-0,590 a obnova mokřadní louky (viz kap. 10.1) funkční, vyžaduje eliminaci plošného odvodnění.

Louka je kompletně protkaná drenážním odvodněním – pokud by nebylo odvodnění eliminováno, revitalizovaný potok i navrhovaný komplex tůní by byl bez vody. Eliminace plošného odvodnění je obecně složitá záležitost, ale podmínky jsou v tomto místě dobré. Navíc se povedlo nalézt podrobnou dokumentaci ze 70. let, bylo tedy možné navrhnout konkrétní způsob eliminace (viz příloha B.2).

5. Možnost revitalizace horní poloviny Javornického potoka řkm 0,930-2,005 (viz kap. 10.2), jež je zároveň „hlavním odvodňovacím zařízením“ (HOZ), je poměrně komplikovaná, ale ne nemožná. Správcem toku i vlastníkem parcel je Povodí Moravy, jehož souhlas je k provedení tohoto záměru nezbytný. Dále, z důvodu souběhu a zaústění odvodňovacích detailů ze sousedících polí, jejichž funkčnost musí být případnou úpravou zachována, lze provádět pouze kompromisní revitalizaci držící se stávající trasy koryta. Bohužel tak nemůže být naplněn potenciál dostupných pozemků podél toku, jež jsou po pozemkové úpravě ve vlastnictví Státního pozemkového úřadu. Nicméně revitalizace potoka (melioračního hlavníku) **může být zahrnuta do realizace kombinovaného lokálního biokoridoru**, jež je podél toku vymezen územním plánem Javorníka. Po zvážení všech negativních okolností tuto přece jen tuto akci doporučuji k realizaci – **bude přínosem nejen pro posílení odbourávání hnojiv a pesticidů z Javornických polí v revitalizovaném potoce, ale také pro zvýšení ekologické stability krajiny.**

6. Ze všech navrhovaných opatření může být nejjednodušeji realizováno zatravnění pozemků podél horní poloviny Javornického potoka (HOZ). Vznikl by tak ochranný pás podél koryta, který by bránil vniku splavenin z dolních polí do toku. Tento pás je také navrhován jako důležitý prvek v obou variantách návrhu protierozní ochrany. Podmínkou je vůle a pomoc ze strany Státního pozemkového úřadu – v této věci je navrženo přímo oslovit pracovníky svitavské pobočky SPÚ. Zatravnění (ideálně luční směsí z původních druhů) by také představovalo první krok při realizaci kombinovaného lokálního biokoridoru.

13 Závěr

V teoretické části byla provedena literární rešerše, která se věnuje dvěma hlavními oblastem – vodohospodářským revitalizacím drobných vodních toků ve volné krajině a vodní erozi půdy včetně protierozních opatření. Okrajově byla zmíněna problematika obnovy a vytváření tůní a mokřadů a také problematika hydroekologického monitoringu vodních toků jakožto součásti monitoringu stavu vodních útvarů povrchových vod. Na závěr teoretické části byly popsány metody, jež byly posléze použity v praktické části. Jedná se o metodu hydroekologického monitoringu HEM 2014 a univerzální rovnici pro stanovení dlouhodobé ztráty půdy USLE.

V úvodu praktické části byla, z důvodu vysvětlení potřeby návrhu opatření, popsána řešená lokalita, tedy nádrž Rosnička, a především situace ohledně špatné kvality vody v nádrži a postup již prováděných nápravných opatření, za které lze vděčit především týmu profesora Maršálka a městu Svitavy, které je financuje. Poté byla zpracována analýza zájmového území, která zahrnuje rozbor přírodních podmínek, hydroekologický monitoring vybrané části hydrografické sítě a posouzení stávajících erozních poměrů na zemědělské půdě v k.ú. Javorník. V návrhové části pak autor řešil revitalizaci dvou úseků Javornického potoka včetně výkresových příloh a návrh protierozních opatření, který byl zpracován ve dvou variantách. Tato opatření byla zacílena především na zvýšení samočisticí schopnosti vody v Javornickém potoce, obnovu zásob vody v jeho nivě a také omezení vniku erozního smyvu do toku a dále do nádrže Rosnička. Po provedeném návrhu byla posouzena účinnost těchto opatření a na závěr bylo sepsáno několik koncepčních a technických doporučení pro město Svitavy.

Seznam použité literatury a ostatních zdrojů

- [1] MARŠÁLEK, Blahoslav a kol. *Zpracování podkladů a návrh aktivit na udržení kvality vody Rosnička - Svitavy*. Brno: Flos aquae, 2018. Studie.
- [2] MARŠÁLEK, Blahoslav a kol. *Kvantifikace sedimentu nádrže Rosnička: Zpráva 2021*. 2021. Brno: Flos Aquae, Zpráva o stavu projektu.
- [3] *Aktuální monitorovací programy v ČR* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/aktualni_monitorovaci_programy_v_cr
- [4] Vyhláška č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Ministerstvo životního prostředí, 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-98>
- [5] *Implementace Rámcové směrnice o vodách: Aktivity VÚV TGM, v.v.i., pro podporu výkonu státní správy* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, akt. 2020 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp?lang=&tab=0&wmap=>
- [6] *Přehled akceptovaných metodik tekoucích vod* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, akt. 2020 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [7] *Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu: III. Monitoring a hodnocení stavu* [online]. Povodí Moravy, s.p., 2016 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: http://pop.pmo.cz/download/web_PDP_Morava_kraje/kapitola-iii/kapitola-iii.html
- [8] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, ve znění pozdějších předpisů*. In: . Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2014. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02000L0060-20141120>
- [9] MATOUŠKOVÁ, Milada, ed. *Ekohydrologický monitoring vodních toků: v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2008. ISBN 978-80-86561-54-7.
- [10] LANGHAMMER, Jakub. *HEM 2014: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2014.
- [11] JAKUB, Langhammer. *Vymezení typů útvarů povrchových vod*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2009.
- [12] *Hydroekologický informační systém VÚV TGM: Mapa VH a ochrana vod* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0
- [13] LANGHAMMER, Jakub. *HEM 2014: Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2014.
- [14] JUST, T., K. KUJANOVÁ, K. ČERNÝ a M. KUBÍN. *Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků: revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2020. ISBN 978-80-7620-069-2. Metodika AOPK ČR.

- [15] JUST, Tomáš a kol. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: AOPK ČR a MŽP, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- [16] JUST, Tomáš. *Navrhování revitalizací vodních toků v nezastavěné krajině*. Praha: AOPK ČR, pracoviště Střední Čechy, 2018. Metodické doporučení.
- [17] JUST, Tomáš a kol. *Revitalizace vodního prostředí: Všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky*. Praha: AOPK ČR, 2003. ISBN 80-86064-72-7.
- [18] MALÁ, Jitka. *Složení a vlastnosti přírodních vod: Modul 2 – znečištění přírodních vod*. Brno: VUT v Brně, Fakulta stavební, 2008. Studijní opora.
- [19] KULHAVÝ, Z., P. FUČÍK a L. TLAPÁKOVÁ. *Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině pro podporu žadatelů o PBO v prioritních osách 1 a 6*. 2011. Praha: VÚMOP, Metodická příručka pro žadatele OPŽP.
- [20] MOKŘADY, z.s. Budování nových tůní. *Mokřady z.s.* [online]. Jihlava [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/Budovani-novych-tuni.html>
- [21] JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [22] NOVOTNÝ, Ivan a kol. *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. 3. akt. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2017. ISBN 978-80-7434-362-9.
- [23] DUMBROVSKÝ, Miroslav a Rudolf MILERSKI. *Vodní hospodářství krajiny II*. FAST VUT Brno, 2005. 233 s.
- [24] WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D., 1978: *Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning*. Agr. Handbook No.537, US. Dept. of Agriculture, Washington
- [25] Vyhláška č. 240/2021 Sb. o ochraně zemědělské půdy před erozí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Ministerstvo životního prostředí, 2021. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-240?text=240%2F2021+Sb>.
- [26] *Contour Plowing & Terraces*. Wessels Living History Farm [online]. York, Nebraska [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://livinghistoryfarm.org/farminginth30s/crops_11.html
- [27] DOLEŽAL, Petr a kol. *Metodický návod k provádění vybraných činností v procesu pozemkových úprav*. Brno: Technologická agentura ČR, 2015.
- [28] DZURÁKOVÁ, Miriam, Pavla ŠTĚPÁNKOVÁ a Viktor LEVITUS. *Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině*. Praha: VÚV TGM, 2018.
- [29] BÍNOVÁ, Ludmila a kol. *Metodika vymezení územního systému ekologické stability*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2017.
- [30] KOSEJK, Jaromír, Václav PETŘÍČEK, Jiří KLÁPŠTĚ a Linda FRANKOVÁ. *Realizace skladebných částí územních systémů ekologické stability (ÚSES)*. Ilustroval Pavel ŠTĚRBA. Praha: AOPK ČR, 2009. ISBN 978-80-87051-65-8.
- [31] *Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky: ÚSES* [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/>
- [32] MADĚRA, Petr a Eliška ZIMOVÁ. *Metodické postupy projektování lokálního ÚSES*. Brno: Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně a Löw a spol., Brno, 2005.
- [33] Veřejný export dat LPIS. Ministerstvo zemědělství ČR - eAGRI [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/lpisdta/>
- [34] HOMOLÁČOVÁ, Jitka a Kristýna GROUŠLOVÁ. *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*. 4. vydání. Praha: Státní pozemkový úřad, 2020.

- [35] KADLEC, M., F. TOMAN. (2002): *Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu*, In: Bioklima - Prostředí - Hospodářství, s. 544 – 550, ISBN 80-85813-99-8
- [36] Rybník Rosnička. Městské muzeum a galerie ve Svitavách [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <http://www.muzeum.svitavy.cz/stale-exp/mestsky-pamatkovy-okruh/rybnik-rosnicka/82-1/>
- [37] SEDLÁKOVÁ. *Rybník Rosnička a odkalovací nádrž: Manipulační řád*. AGROPROJEKCE Litomyšl spol. s r.o., 2011.
- [38] MARŠÁLEK, Blahoslav a kol. *Monitoring kvality vody na rybníce Rosnička – aplikace Profi-Bakterii: Sezóna 2019*. Brno: Flos Aquae, 2019. Výroční zpráva projektu.
- [39] Zákaz koupání? V Pardubickém kraji zatím nehrozí. Rosnička letos překvapila. *Svitavský deník.cz* [online]. 2021 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://svitavsky.denik.cz/zpravy_region/zakaz-koupani-v-pardubickem-kraji-zatim-nehrozi-rosnicka-letos-prekvapila-202107.html
- [40] MARŠÁLEK, Blahoslav a kol. *Monitoring kvality vody na rybníce Rosnička – aplikace Profi-Bakterii: Sezóna 2020*. Brno: Flos Aquae, 2020. Výroční zpráva projektu.
- [41] *Struktura DIBAVOD*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>
- [42] AQUATIS, a.s. *Studie vodního prostředí na Svitavsku*. Brno: Investor – Povodí Moravy, s.p., 2015.
- [43] *Prohlížeč služby – WMS*. Geoportál ČÚZK [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(gncw1b1hkn1npe2xrkcwngdq\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311](https://geoportal.cuzk.cz/(S(gncw1b1hkn1npe2xrkcwngdq))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311)
- [44] *Celostátní databáze BPEJ*. Státní pozemkový úřad [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>
- [45] *Portál farmáře: Data meliorací* [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/farfar/LPIS/data-melioraci/>
- [46] *Galerie Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky: Přírodní poměry* [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/home/gallery.html>
- [47] CULEK, Martin. *Biogeografické regiony České republiky*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6693-9.
- [48] *Geologická mapa ČR 1:50 000*. Česká geologická služba [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>
- [49] *Půdní mapa ČR 1:50 000*. Česká geologická služba [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>
- [50] NEUHÄUSLOVÁ, Zdenka a kol. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky: Textová část*. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0687-7.
- [51] *Archiv: Ortofoto mapa 1937* [online]. Český úřad zeměměřičský a katastrální [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/?start=lms>
- [52] *Galerie Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky: Ochrana přírody* [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/home/gallery.html>
- [53] *Oficiální portál města Svitavy: Územní plány ORP Svitavy* [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.svitavy.cz/obcan-a-urad/informace/uzemni-plan>
- [54] JANDORA, Jan a Jan ŠULC. *Hydraulika: Modul 1*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006. Studijní opora.
- [55] KEMEL, M. a V. KOLÁŘ. *Hydrologie*. Praha: ČVUT, 1980.

Seznam použitých zkratek

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CEVT	Centrální evidence vodních toků
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistírna odpadních vod
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMT	digitální model terénu
EHP	erozně hodnocená plocha
GIS	geografický informační systém
HEM	Hydroekologický monitoring – metoda
HMK	hydromorfologická kvalita
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
CHKO	Chráněná krajinná oblast
k. ú.	katastrální území
KoPÚ	komplexní pozemkové úpravy
LPIS	Land Parcel Identification System (Registr využití zemědělské půdy)
MEO	míra erozního ohrožení
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PEO	protierozní opatření
PPS	potok pahorkatinný na sedimentu
řkm	říční kilometr
SDSO	stabilizace dráhy soustředěného odtoku
SPÚ	Státní pozemkový úřad
TTP	trvalý travní porost
USLE	Universal Soil Loss Equation (Univerzální rovnice ztráty půdy)
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v.v.i.
WMS	Web Map Service (webová mapová služba)
ZD	zemědělské družstvo

Seznam tabulek

Tab. 1	Definice velmi dobrého stavu hydromorfologické složky kvality vodních toků [8]	16
Tab. 2	Klasifikace hydromorfologického stavu vodního útvaru [13]	20
Tab. 3	Specifikace jednotlivých forem projevů eroze [22].....	40
Tab. 4	Minimální prostorové parametry biocenter [30].....	52
Tab. 5	Minimální prostorové parametry biokoridorů [30]	52
Tab. 6	Charakteristika klimatického regionu MT4 [44].....	57
Tab. 7	Přehled vodních toků v zájmovém území [41].....	57
Tab. 8	Údaje ČHMÚ o N-letých průtocích v Javornickém potoce [42].....	58
Tab. 9	Geomorfologické zatřídění zájmového území [46]	59
Tab. 10	Stanovení typu vodního toku dle Langhammera (2009).....	65
Tab. 11	Váhy pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro skupinu typů toků PPS.....	66
Tab. 12	SVI001 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku	67
Tab. 13	SVI003 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku	68
Tab. 14	JAV001 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku.....	70
Tab. 15	JAV002 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku.....	71
Tab. 16	JAV003 – skóre jednotlivých ukazatelů a hydromorfologický stav úseku.....	72
Tab. 17	Souhrnná tabulka vyhodnocení MEO v GIS pro stávající stav.....	76
Tab. 18	Průtočné charakteristiky stávajícího koryta.....	80
Tab. 19	Výpočet kapacity navrženého korýtko, tj. přechodu mezi dnovými tůněmi	80
Tab. 20	JAV001 – Srovnání stávajícího a navrženého hydromorfologického stavu.....	85
Tab. 21	JAV003 – Srovnání stávajícího a navrženého hydromorfologického stavu.....	86

Seznam obrázků

Obr. 1	Syntéza hodnocení stavu vodních útvarů tekoucích vod [7]	16
Obr. 2	Mapa skupin typů vodních toků ČR [13]	18
Obr. 3	Srovnání členitosti technického a přirozeného koryta v podélném profilu [15]	22
Obr. 4	Zonace nivy vodního toku podle zájmů protipovodňové ochrany obce [15]	23
Obr. 5	Základní geomorfologické typy vodních toků [15].....	24
Obr. 6	Srovnání příčných profilů technického a přirozeného koryta [14]	24
Obr. 7	Vzorová geometrie meandrujícího toku [14].....	25
Obr. 8	Příklady zajištění hydraulické členitosti u přímých a zvlněných toků [16].....	25
Obr. 9	Některé dílčí procesy samočištění vody ve vodním toku [14][15].....	27
Obr. 10	Návrhový model geometrie koryta meandrujícího potoka [14]	29
Obr. 11	Způsoby řešení revitalizací vlásečnicových toků [14].....	31
Obr. 12	Možná řešení vztahu revitalizace toku a odvodňovací stavby [14]	32
Obr. 13	Schéma rozmístění nejběžnějších dřevin podél koryta a v říčním pásu [14]	33
Obr. 14	Možné pozice tůní vůči toku a vhodné tvarování tůně [15]	34
Obr. 15	Hloubení tůní – zásada členité a široké zóny pravidelného zaplavování [20].....	35
Obr. 16	Vlevo: poškození porostu kukuřice (Čejkovice); vpravo: ukládání erodovaných půdních částic v nižších partiích svahu (Dolní Stropnice) [22]	39
Obr. 17	Schéma pásového střídání plodin [21].....	44
Obr. 18	Vrstevnicové obdělávání vymezené protierozními hrázkami [26].....	45

Obr. 19 [21]	Kukuřice setá bezorebným secím strojem do mulče žita setého (vlevo i vpravo)	46
Obr. 20	Zasakovací pásy v k.ú. Bohumilice (okres Břeclav) [28]	48
Obr. 21	Řez svodným příkopem s hrázkou pro vyrovnanou bilanci zemních prací [21]	48
Obr. 22	Řez svodným (záchytným průlehem s vyrovnanou bilanci zemních prací [21]	49
Obr. 23 [21]	Protierozní mez kombinující sediment. pás, svodný průleh a vegetační doprovod	49
Obr. 24	Rybník Rosnička, záběr z dronu (zdroj: CMS TV).....	54
Obr. 25	Přehledná mapa umístění nádrže Rosnička, ZM50 [43]	54
Obr. 26	Přehledná mapa zájmového území pro analytickou část, ZM 50 [43]	56
Obr. 27	Mapa hydrologických poměrů [41][45]	58
Obr. 28	Mapa hypsometrie	59
Obr. 29	Mapa sklonitosti.....	60
Obr. 30	Mapa půdních typů [49].....	61
Obr. 31	Mapa biochor [46].....	62
Obr. 32	Mapa využití území (Land Use) [33]	62
Obr. 33	Vlevo: ortofoto 1937 [51]; vpravo: ortofoto 2021 [43]	63
Obr. 34	Mapa územního systému ekologické stability [52] [53]	64
Obr. 35	HEM – mapa vymezení hodnocených úseků.....	65
Obr. 36	Úsek SVI001 (foto: autor).....	67
Obr. 37	Nehodnocený úsek SVI002 – Odkalovací nádrž (foto: autor)	68
Obr. 38	Úsek SVI003 (foto: autor).....	68
Obr. 39	Soutok Svitavy (zleva) a Javornického potoka (zprava) (foto: autor).....	69
Obr. 40	Úsek JAV001, lesní trať (foto: autor).....	70
Obr. 41	Úsek JAV001, luční trať (foto: autor).....	70
Obr. 42	Úsek JAV002 (foto: autor)	71
Obr. 43 autor)	Vlevo: znečištění z obce Javorník, vpravo: výustí od požárního rybníčku (foto: autor)	71
Obr. 44	Úsek JAV003, meliorační hlavník – dolní část (foto: autor)	72
Obr. 45	Úsek JAV003, meliorační hlavník – horní část (foto: autor).....	73
Obr. 46	HEM – mapa výsledků stávajícího stavu	73
Obr. 47	Mapa erozní ohroženosti v k.ú. Javorník – stávající stav	76
Obr. 48	Přehledná situace navrhovaných opatření	77
Obr. 49 v Litomyšli)	Situace plošného odvodnění nivní louky z roku 1974 (zdroj: Státní archiv	78
Obr. 50	Měrná křivka stávajícího koryta	80
Obr. 51	Biokoridor vymezený podél hlavníku – územní plán obce Javorník [53]	83
Obr. 52	HEM – mapa výsledků navrženého stavu	86

Seznam příloh

A Hydroekologický monitoring vodních toků		
A.1	Mapa hydromorfologického stavu vodních toků – stávající stav	1:10 000
A.2	Mapa hydromorfologického stavu vodních toků – navržený stav	1:10 000
A.3	Ukázka vyplněného mapovacího formuláře – JAV001	
B Revitalizace Javornického potoka řkm 0,000-0,590 – obnova mokřadní louky		
B.1	Koordinační situace	1:1000
B.2	Situace eliminace plošného odvodnění	1:1000
B.3	Podélný profil	1:1000/100
B.4	PF 1 – příčný řez potočným pásem a tůněmi	1:100
B.5	PF 2 – příčný řez brodem	1:100
B.6	Detail přechodu z původního koryta do sledu dnových tůní	1:200
C Revitalizace Javornického potoka řkm 0,930-2,005 – revitalizace HOZ		
C.1	Koordinační situace	1:1000
C.3	Vzorový příčný řez	1:100
D Protierozní opatření v k.ú. Javorník		
D.1	Mapa erozní ohroženosti – stávající stav	1:10 000
D.2	Mapa erozní ohroženosti – návrhový stav, varianta PEO 1	1:10 000
D.3	Mapa erozní ohroženosti – návrhový stav, varianta PEO 2	1:10 000