

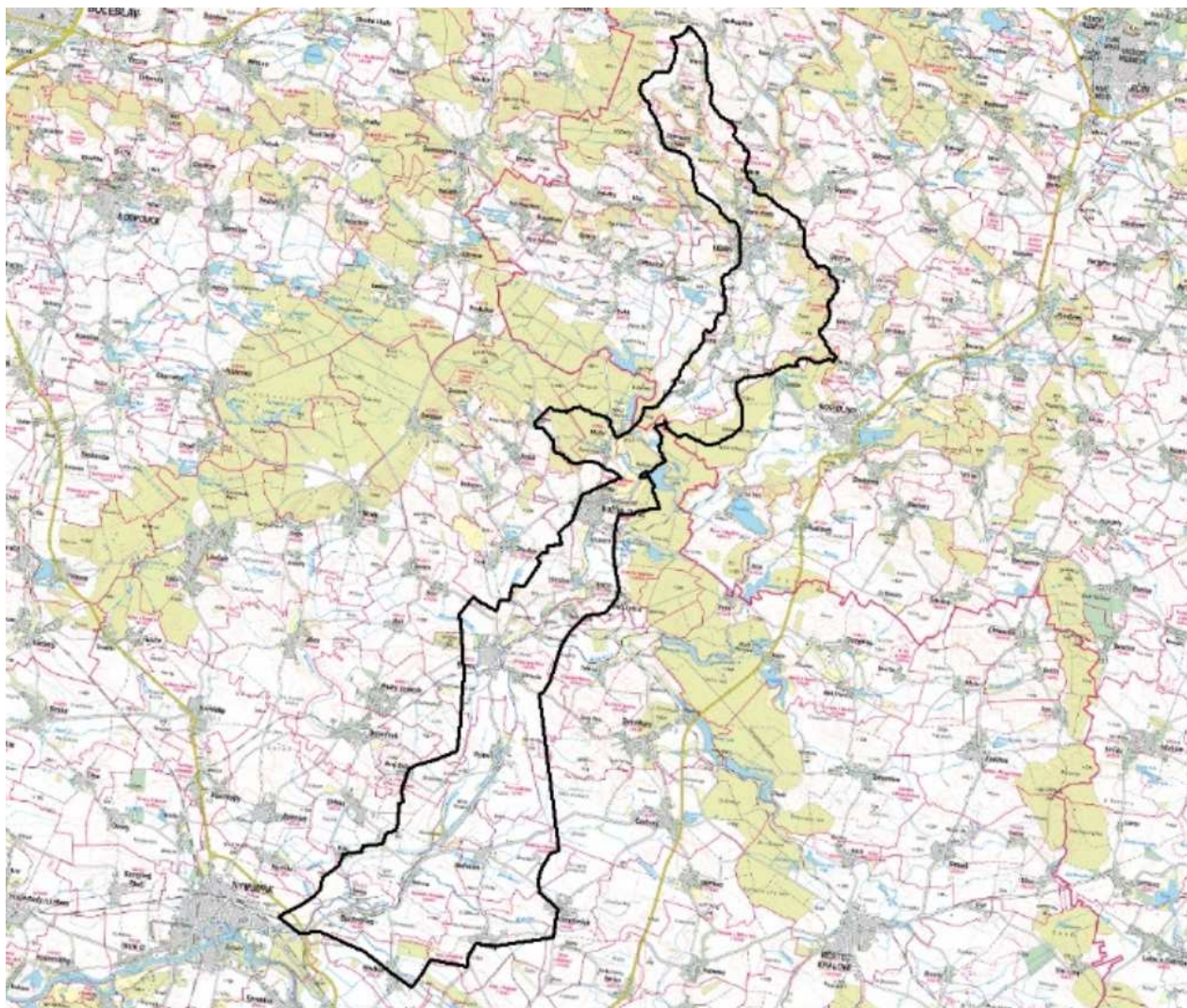




OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



VEDOUCÍ PROJEKTU Mgr. Jan Zapletal	VYPRACOVAL Ing. Tereza <u>Šindlarová</u> Ing. Robin Hála Aleš Kubík, Dis	KONTROLOVAL Mgr. Jan Zapletal	AUTORIZACE Ing. Miloslav <u>Šindlar</u>			
KRAJ: Královéhradecký, Středočeský		STAVEBNÍ ÚŘAD: Jičín, Nymburk, Poděbrady		FORMÁT	A4	
KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:				DATUM	listopad 2018	
INVESTOR: Povodí Labe, státní podnik				STUPEŇ	STUDIE	
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Mrliny				ČÍSLO ZAKÁZKY	20170154	
				SOUŘADNÝ/VÝŠKOVÝ SYSTÉM		
				INTERVAL VRSTEVNIC		
B1 – Návrhová část				MĚŘÍTKO	ČÍSLO KOPIE	
				Č. VÝKRESU		

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ZADAVATEL

Povodí Labe, státní podnik

Sídlo: Víta Nejedlého 951/8
500 82 Hradec Králové

IČO: 70890005

kontaktní osoba: Mgr. Petr Ferbar, vedoucí odboru péče o vodní zdroje
Ing. Jiří Kladivo, vedoucí referátu hydrotechniky

telefon: 465 582 202

www: <http://www.pla.cz>

ZPRACOVATEL

ŠINDLAR s.r.o.

Sídlo: Na Brně 372/2a
500 06 Hradec Králové

IČO: 259 67 754

DIČ: CZ 260 03 236

kontaktní osoba: Ing. Miloslav Šindlar, jednatel

telefon: 495 402 560

e-mail: info@sindlar.cz

www: <http://www.sindlar.cz>

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Sídlo: Nábřežní 90/4
150 00 Praha 5

IČO: 471 16 901

DIČ: CZ 471 16 901

kontaktní osoba: Ing. Robin Hála

telefon: 257 110 223

e-mail: hala@vrv.cz

www: <http://www.vrv.cz>

ŘEŠITELSKÝ TÝM

ŠINDLAR s.r.o.

Ing. Miloslav Šindlar	autorizovaný inženýr; číslo autorizace 0700929, obor IV00 - stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství
Mgr. Jan Zapletal	kontrola a vedoucí projektu
Ing. Tereza Šindlarová	hydrotechnické výpočty, geodetické měření, terénní průzkumy, analýzy, texty
Mgr. Jana Navrátilová	texty, analýzy, mapové výstupy
Aleš Kubík, DiS.	texty, mapové výstupy
Ing. Martin Rychlý	grafické práce
Mgr. Ilona Černá	majetkoprávní vztahy
Ing. Kateřina Rytinová	majetkoprávní vztahy
Ing. Eva Kaválková	majetkoprávní vztahy

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Ing. Kateřina Hánová	kontrola a vedení projektu
Ing. Robin Hála	odtokové poměry, návrhy opatření, textová část
Ing. Michal Valeš	1D model HEC-RAS

Subdodavatel geodetického zaměření:

GEOŠRAFO s.r.o.

Zemědělská 1091

500 03 Hradec Králové

OBSAH

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	2
ZADAVATEL	2
ZPRACOVATEL	2
Řešitelský tým.....	3
Přehled vstupních podkladů	7
1.1 Geodetické podklady.....	7
1.2 Mapové podklady.....	7
1.3 Ostatní (Projektové dokumentace, studie a další)	7
1.4 Správní předpisy, normy a metodiky	8
Účel a cíle návrhu opatření	9
NÁVRHOVÁ ČÁST	11
B.1.1 Obecný popis navrhovaných opatření.....	11
B.1.1.1 Opatření na zemědělské půdě	12
B.1.1.1.1 Organizační opatření	13
B.1.1.1.2 Agrotechnická opatření	14
B.1.1.1.3 Biotechnická protierozní opatření	14
B.1.1.1.4 Koncepce přístupu k návrhům opatření v ploše povodí Mrliny.....	16
B.1.1.2 Opatření na lesní půdě.....	17
B.1.1.3 Opatření na tocích a v nivě včetně zastavěného území.....	18
B.1.1.3.1 PBPO v nezastavěném území, snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení kapacity rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků	19
B.1.1.3.2 PBPO v zastavěných oblastech, zkapacitnění koryta a urychlení odtoku, složený profil se stěhovavou kynetou - revitalizovaným korytem, možnost ohrázení zastavěných území.....	21
B.1.1.3.3 PBPO transformací povodňové vlny v suchých retenčních nádržích nebo poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži	23
B.1.1.3.4 Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku a nejsou přímou součástí potřebných protipovodňových opatření.....	26
B.1.1.3.5 Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv.....	28
B.1.1.3.6 Opatření kombinující typy 1 a 5 s nutností navazujících PPO	30
B.1.1.3.7 Opatření na vodních nádržích.....	33
B.1.1.3.8 Individuální ochrana objektů	33
B.1.1.3.9 Hrazení bystřin.....	33
B.1.1.4 Harmonizace navržených opatření v řešeném území.....	34
B.1.1.5 Opatření v ploše povodí (kritického bodu)	34
B.1.1.5.1 Členitost terénu	34
B.1.1.5.2 Sklon povodí	36
B.1.1.5.3 Vodopisná síť	37
B.1.1.6 Opatření v intravilánu	37
B.1.2 Struktura popisu navrhovaných opatření.....	39
B.1.3 Podrobný popis navrhovaných opatření	39
B.1.3.1 Opatření na zemědělské půdě (v ploše povodí).....	40
B.1.3.2 Revitalizace vodních toků.....	45
B.1.3.2.1 Libáňský potok.....	45
B.1.3.2.2 Bukovina	45
B.1.3.2.3 Mrlina	46
B.1.3.3 Přírodě blízká protipovodňová opatření (PBPO).....	46

B.1.3.3.1	Bukovina	47
B.1.3.3.2	Hasinský potok.....	47
B.1.3.4	Retenční nádrže	47
B.1.3.5	Zajištění bezpečnosti vodního díla	48
B.1.3.6	Nové vodní nádrže	48
B.1.3.7	Hrázové systémy	49
B.1.3.8	Štěrkové přehrážky.....	49
B.1.3.9	Souhrnný seznam navržených opatření	49
B.1.4	Výrobní výbory a prezentace	53
B.1.5	Grafické přílohy	53
B.1.6	Seznam zkratek	60

Seznam obrázků

Obr. 1 – Agrotechnické opatření vsakovací průleh, zdroj: http://kralovehradecky.dppcr.cz .	17
Obr. 2 – pásové střídání plodin, zdroj: http://kralovehradecky.dppcr.cz	17
Obr. 3 - Suchá retenční nádrž, zdroj: http://soutezsyr.spucr.cz	24
Obr. 4 - letecké snímky z 30. let 20. století, zdroj: http://lms.cuzk.cz/	35
Obr. 5 - aktuální ortofotomapa	35
Obr. 6 - Vzorový příčný řez ochranné hrázky (nepřejezdný průleh) [66].....	36
Obr. 7 - Vzorový příčný řez protieroční mezí [66]	36
Obr. 8 - Široké terasy se zemními svahy (Nikolčice), zdroj: VÚMOP, v.v.i.	36
Obr. 9 - Vzorový příčný řez vsakovacího průlehu.....	41
Obr. 10 - Typ opatření 1. PBPO v nezastavěném území snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení objemů rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků.....	54
Obr. 11 - Opatření typu 2. Subtyp 2.1 - Složený profil s plně rozvinutým potenciálním GMF typem	55
Obr. 12 - Opatření typu 2. Subtyp 2.2 - Složený profil s nedokončeným vývojem potenciálního GMF typu.....	56
Obr. 13 - Opatření typu 2. Subtyp 2.3 - Složený profil s náhradním potenciálním GMF typem	57
Obr. 14 - Opatření typu 3. PBPO transformací povodňové vlny v poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži.....	58
Obr. 15 - Opatření typu 4. Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku (např. v parcích a zastavěných oblastech, náhony)	59
Obr. 16 - Opatření typu 5. Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv.....	59
Obr. 17 - Opatření typu 6. Opatření typu 1. a 5. s nutností navazujících PPO (ohrázování zastavěných území v dosahu vzdutí vody v nivě, zkapacitnění profilů mostů aj.).....	60

Seznam tabulek

Tab. 1 Navržené průlehy v ploše povodí	42
Tab. 2 - Přehled navržených zatravnění a zalesnění	44
Tab. 3 – Retenční přehrážky.	44
Tab. 4 – Rekonstrukce příkopů.....	45
Tab. 5 Přehled navržených revitalizací.	46
Tab. 6 - Přehled navržených přírodě blízkých protipovodňových opatření.	47
Tab. 7 - Seznam navržených retenčních nádrží	48
Tab. 8 - Seznam vodních děl vybraných pro zajištění bezpečnosti	48
Tab. 9 - Seznam navržených technických opatření	49
Tab. 10 Seznam všech navržených opatření.	49

PŘEHLED VSTUPNÍCH PODKLADŮ

1.1 Geodetické podklady

- [1] Digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G), ČZÚK, 2013 (aktualizace stále probíhá)
- [2] Digitální model reliéfu 5. generace (DMR 5G), ČZÚK, 2013 (aktualizace stále probíhá)
- [3] Geodetické zaměření GEOŠRAFO s.r.o., květen 2018

1.2 Mapové podklady

- [4] Digitální katastrální mapa, ČÚZK, 2018.
- [5] Základní mapa 1:10 000, 1:25 000 a 1:50 000, ČÚZK 2015.
- [6] Databáze ZABAGED, ČÚZK 2016.
- [7] Databáze DIBAVOD, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2016.
- [8] Ortofoto mapa, ČÚZK, 2015.
- [9] ©ArcČR 500 verze 3.2, ARCDATA PRAHA, s.r.o., Zeměměřického úřadu a Českého statistického úřadu, 2014.
- [10] LPIS, Ministerstvo zemědělství, 2017.
- [11] BPEJ, Státní pozemkový úřad, 2017.
- [12] CEVT - Centrální evidence vodních toků, Ministerstvo zemědělství, 2017.
- [13] Česká geologická služba, www.geology.cz, 2017.
- [14] Portál ministerstva zemědělství a jeho podřízených organizací eAgri, <http://eagri.cz/public/web/mze/>
- [15] Databáze Povodňového informačního portálu (POVIS), editor.dppcr.cz/; www.povis.cz

1.3 Ostatní (Projektové dokumentace, studie a další)

- [16] VESTEC protipovodňová opatření, Vodohospodářské inženýrské služby, a.s., 2006



1.4 Správní předpisy, normy a metodiky

- [17] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění
- [18] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- [19] ČSN 75 2310 Sypané hráze
- [20] ČSN 75 2340 Navrhování přehrad - Hlavní parametry a vybavení
- [21] ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních
- [22] Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření. Uveřejněna ve Věstníku MŽP 11/2008
- [23] Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice – <http://www.vodavkrajine.cz/> (2015)
- [24] Metodika Navrhování technických protierozních opatření, VÚMOP - Václav Kadlec, ČVÚT - Tomáš Dostál (2014)
- [25] Metodika Ochrana zemědělské půdy před erozí, Miloslav Janeček a kol. (2012)
- [26] Metodika Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí, VÚMOP - Pavel Novák, VRV - Martin Tomek, květen 2015

ÚČEL A CÍLE NÁVRHU OPATŘENÍ

Povodí Mrliny je v posledních letech postihováno významnějšími povodňovými průtoky (v letech 2003, 2006, 2010 a 2013), které dokazují, že v historii provedená protipovodňová opatření v podobě regulace a ohrázování toku Mrliny a jejích přítoků jsou nedostačující. Dosud nejvýznamnější povodeň zasáhla povodí toku Mrliny v červnu roku 2013 a způsobila rozsáhlé škody na majetku.

Vlivem klimatické změny se stává v posledních letech aktuálním tématem řešení opatření z hlediska probíhající klimatické změny a jejich projevů spočívající ve zvýšené periodicitě povodňových událostí (povodně z přívalových srážek) nerovnoměrně distribuované srážkové úhrny hydrologické změny (2015, 2018) ale také výrazný srážkový deficit. Vzhledem k charakteru území je údolní niva Mrliny vysoce zemědělsky využívána, proto při návrzích protipovodňových opatření je nutné zohlednit vazbu na trvale udržitelnou schopnost území pro zemědělské využití krajiny.

Pojetí studie a přístup k řešení návrhů na vodních tocích a v ploše povodí je nutné nahlížet jako na komplexní rozsáhlý celek synergicky působících opatření, které jsou umocněny složitým hydrologickým komplexem daným nížinným charakterem.

Povodí Libáňského potoka nebylo historicky postihováno tak významnými povodněmi jako v povodí Mrliny. To je dáno umístěním výše v povodí. O to více je věnována pozornost povodím kritických bodů, kde hrozí bleskové povodně. V zájmovém území jich bylo vymezeno 5. Při terénním průzkumu si místní občané stěžovali na dlouhotrvající sucha a spíše jim voda chyběla. Proto se návrhy soustředily zejména na plošné zadržení vody v krajině s cílem snížit povodňové průtoky, ale zároveň zpomalit odtok vody z území a podpořit zasakování. Vzhledem k tomu, že plošné návrhy nejsou v takovém měřítku možné, byla dána přednost lokalitám v povodích kritických bodů (dále jen KB), kde se současně vyskytují další problémy jako např. upravené úseky vodních toků, nadměrná eroze, plošné odvodnění, neudržované vodní nádrže aj. Mimo povodí KB se návrh soustředil na nivu Libáňského a Hasinského potoka a PPO v Libáni

Stanovené cíle, které by měla řešit studie, vychází ze zadávací dokumentace:

- Zprůtočnění nebo zvýšení retenčního potenciálu koryt vodních toků a přilehlých niv, zlepšení přirozených rozlivů
 - Realizace opatření podporujících přirozený tlumivý rozliv povodní v nivách (např. snížení kapacity koryta a rozliv do údolní nivy, vytváření povodňových koryt, tůní)
 - Zvýšení kapacity koryta složeným profilem, vložení stěhované kynety pro běžné průtoky v intravilánu obcí; úpravy nevhodného opevnění,
 - Zvýšení členitosti a zlepšení morfologie koryta vodních toků; na některých místech s tvorbou mokřin a tůní,
 - Umožnění povodňových rozlivů do nivních ploch (v intravilánu tzv. povodňové parky v extravilánu do volné krajiny).
- Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu a jejich další využití namísto jejich urychleného odvádění kanalizací do toků
- Obnovení, výstavba a rekonstrukce, případně modernizace vodních děl sloužících povodňové ochraně (výstavba ochranných nádrží – suchých nádrží, retenčních nádrží, poldrů)

Na základě výše uvedených cílů bylo přistoupeno k následující koncepci řešení:

- V první řadě bylo se zadavatelem stanovena cílová ochrana intravilánu pro které by měla být navržena opatření. Pro všechny obce na vodním toku Mrliny a řešených přítoků byla stanovena na Q_{100} .
- Na základě matematické modelování a získaných informací v analytické části studie byla vymezena ohrožená území z hlediska ohrožení povodněmi pro průtoky $Q_5/Q_{20}/$ a Q_{100}
- Vzhledem k složitosti území a daných požadavků ze zadávací dokumentace bylo přistoupeno k variantnímu řešení návrhů opatření.
- V úvodní variantě byla navrhována opatření, která vyplývala z vyhodnocení stávajících hrázových systémů a možnosti jejich úprav pro zlepšení PPO. Cílem opatření tedy bylo zajistit ochranu povodňovými hrázemi, jejich modifikací (zvýšení, snížení, odsazení atd.), které byly doplněny o opatření, které zhoršují odtokové poměry v území (nekapacitní mosty, propustky, násypy komunikací atd.) Dílčím cílem na vodním toku Mrlina a jejích přítoků byla i vazba na ochranu zem. pozemků na Q_5 . Soubor opatření rovněž řeší i poruchy hrázových systémů, které vznikly hospodářskou činností v minulosti a povodňovými událostmi v roce 2013.
- Pro zlepšení hydromorfologického stavu vodních toků a zvýšení biotopové struktury území byly navrženy komplexy přírodně blízkých opatření dle Katalogu PBPO viz Věstník MŽP 11/2008. Jedná se o typy č. 6. Návrh spočívá v revitalizaci vodního toku a odsazení hrázových systémů se zajištěním požadované povodňové ochrany intravilánu a technické infrastruktury. Vzhledem k velkým stavebním celkům byly v jednotlivých kartách popsány dílčí objekty samostatně. Dále byly dle možnosti navrženy opatření v nivě vodních toků využívajících morfologických reliktních koryt vodních toků (tůňe, říční ramena atd..)
- Z hlediska zabezpečení vodních děl, která mohou mít vliv na způsobení zvláštní povodně byla koncepčně navržena opatření na stávajících vodních nádržích. Pro jednotlivé nádrže jsou zpracovány samostatné karty.
- Návrhová část posuzuje možnost využití retenčního prostoru navrhovaných poldrů Mlýnce a Nepokoj jako zásobního prostoru a vyřešení protipovodňové ochrany lokálně v jednotlivých obcích. Efektivita jednotlivých variant poté bude srovnána a vyhodnocena v části D této studie.
- Návrhy v ploše povodí a problematika eroze

NÁVRHOVÁ ČÁST

B.1.1 OBECNÝ POPIS NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

V rámci analytické části byly identifikovány problematické lokality a jevy v řešeném území z hlediska povodní a vodního režimu krajiny. Z hlediska zajištění požadované povodňové ochrany je možné využít návrhy kombinující standardní hydrotechnická opatření s parametry podporující přírodě bližší přístup zlepšující hydromorfologický stav. Jinými slovy – bude zajištěno zachování přirozených parametrů vodních ekosystémů a současně s tím i funkčnost potřebných vodohospodářských staveb.

Základními principy navrhovaného systému opatření v rámci komplexního řešení dané problematiky je zdržení vody tam, kde nezpůsobuje škody, a ochrana majetku, který se vzhledem k historickému vývoji nachází v záplavovém území. Komplex přírodě blízkých ochranných opatření zahrnuje návrhy na zemědělské, lesní půdě a návrhy v řešeném území na tocích a v nivě včetně zastavěného území. Návrhy opatření k optimalizaci vodního režimu v ploše povodí vychází z možností ovlivnit jednotlivé složky odtokového procesu v povodí. Jejich ovlivnění vede ke snížení objemu povrchového odtoku kulminačního průtoku, zvýšení infiltrace a zvýšení možnosti povrchové akumulace.

K uvedenému cíli se používá kombinace následujících opatření:

- zdržení odtoku vody z povodí přirozenými funkcemi krajiny mimo zastavěná území
 - agroenvironmentální opatření
 - úprava hospodaření v lesích
 - obnova a ochrana rozlivů do niv
 - optimalizace splaveninového režimu
- navýšení přirozeného retenčního potenciálu krajiny vodohospodářskými stavbami
 - poldry a soustavy poldrů
 - odsazené hrázové systémy
- urychlení odtoku kapacitními koryty z prostoru historicky zastavěného území
 - složené profily se stěhovavou kynetou
 - hrázové systémy s povodňovými parky
- důsledné respektování zátopových území ve strategických a koncepčních plánech

V rámci navrhovaných opatření pro povodí Mrliny byl využit výše uvedený přístup, který je zapracován do tzv. Katalogu opatření přírodě blízkých protipovodňových opatření v metodice (Přírodě blízká protipovodňová opatření) **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** a dále v projektu Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice.

V katalogu opatření, který je uveden níže, jsou specifikovány základní funkční návrhové parametry tak, aby hydrotechnické řešení současně zajistilo revitalizaci vodního toku minimálně do dobrého stavu hydromorfologické složky vod. Jednotlivé typy opatření uvedených v katalogu je možné aplikovat samostatně nebo je možné vytvářet funkční kombinace v závislosti na okrajových podmínkách lokality a požadovaném stupni povodňové ochrany. Opatření z katalogu nebo jejich kombinaci lze tedy aplikovat na úpravy koryta a niv s

vlivem na povodňovou ochranu prováděnou přírodě blízkým způsobem nebo na výstavbu poldrů či soustavy poldrů s revitalizací vodních toků a niv v zátopě.

Popis základních typů opatření a jejich základní charakteristika je uvedena v následujících kapitolách. Prvních 6 typů opatření je definováno ve Věstníku MŽP 11/2008, pro účely projektu (Strategie) byl doplněn katalog o dvě opatření, která jsou kombinací několika stávajících opatření a jsou situována do intravilánu s neznámým cílovým stavem PPO (č. 8) a v místech vodních nádrží a soustav vodních nádrží (č. 7). Dále využity návrhy popsané v metodikách, které řeší ochranu zemědělské půdy a technická protierozní opatření.

Pro území Mrliny byly navrhovány primárně následující druhy opatření:

- vodních tocích a nivách včetně zastavěného území,
- opatření v ploše povodí

B.1.1.1 Opatření na zemědělské půdě

Návrh opatření k optimalizaci vodního režimu v ploše povodí vychází z možností ovlivnit jednotlivé složky odtokového procesu v povodí s cílem snížit objemu povrchového odtoku z povodí. Z hlediska jednotlivých složek hydrologické bilance se jedná především zvýšení infiltrace, převod povrchového odtoku na podzemní, zvýšení možnosti povrchové akumulace a zvýšení retenční schopnosti nivy toků.

Na erozně ohroženém pozemku, tedy především pozemku, na němž je průměrná hodnota vypočteného smyvu vyšší než povolené limity, je potřeba realizovat opatření komplexní ochrany a organizace povodí.

Návrhy opatření pro optimalizaci vodního režimu v ploše povodí je optimální řešit v kombinaci s dalšími opatřeními např. (revitalizace a úpravy vodních toků, obnova a rekonstrukce cestní sítě, prvky územního systému ekologické stability - dále jen ÚSES). Stěžejní roli pro zlepšení krajinných ekosystémů a vodního hospodářství krajiny zaváděním výše uvedených opatření mají hospodařící subjekty na zem. půdě. Realizací těchto opatření jsou dosahovány efekty nejen z krátkodobého hlediska (eliminace eroze, ovlivnění odtokových poměrů atd.), ale z dlouhodobého pohledu, kdy dochází ke zlepšení vodní bilance podzemních vod, zvýšení produkce zem. půdy atd.

Realizace navržených opatření se příznivě projeví snížením hodnot přímého odtoku, erozního smyvu a transportu splavenin. Pro příznivé ovlivnění jednotlivých složek hydrologické bilance vody v povodí, jsou navrženy a doporučeny především následující způsoby ochrany, které vychází z metodik (Janeček a kol., 2007). Podrobné zpracování jednotlivých způsobů lze dále nalézt v metodice (Dumbrovský a kol., 2007), metodika VUMOP - Janeček a kol. (2007). : „Ochrana zemědělské půdy před erozí“ **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** a metodika VUMOP a ČVUT – Kadlec a kol. (2014).: „Navrhování technických protierozních opatření“ **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Návrhem přírodě blízkých opatření, která povedou ke zvýšení protipovodňové a protierozní ochrany se zabývá také metodika uvedená ve Věstníku MŽP 11/2008 (Metodika MŽP, 2008).

B.1.1.1.1 Organizační opatření

K nejjednodušším protierozním opatřením se řadí zásahy organizačního charakteru. Vycházejí především ze znalostí příčin erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje a vyúsťují v obecné protierozní zásady:

- včasný termín výsevu plodin
- výsev víceletých pícev do krycí plodiny
- posun podmítky do období s nižšími výskyty přívalových dešťů, tj. na září
- zařazování bezorebně setých meziplodin
- rozmístění plodin dle svažitosti pozemku
- ochranné zatravnění
- ochranné zalesnění

Ochranné zatravnění

Optimálně zapojený travní porost je nejlepší ochranou jak pro plošné zatravnění, tak pro vegetační zpevnění liniových prvků. Kvalitní vegetační kryt s odpovídajícími parametry, který je pěstován a ošetřován na erozně ohrožených lokalitách, je nejdůležitější část tohoto opatření, přičemž jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru).

Půdy určené k zatravnění se vymezují podle kritérií zohledňujících svažitost terénu, kvalitu půdy v návaznosti na klimatické regiony a nadmořskou výšku jednotlivých území. Trvalými travními porosty mohou být chráněny také plochy podél břehů vodních toků a nádrží, u údolnic, které odvádějí z pozemků soustředěný povrchový odtok, podél průlehů a protierozních mezí k podpoře účinku těchto opatření a jako zasakovací travní pásy na svažitých pozemcích, vedené ve směru vrstevnic.

Pásové střídání plodin

Pásové pěstování plodin spočívá ve střídání plodin s malým protierozním účinkem (většinou širokořádkové plodiny) s pásy plodin poskytujícími vysokou protierozní ochranu (trvalé travní porosty). Pásové střídání plodin sleduje snížení erozního účinku vložení různě širokých pásů s plodinami erozně méně ohroženými (travní porost, vojtěška, jetel, příp. obilovina) na pozemek s pěstovanou erozně ohroženou plodinou. Pásy jednotlivých plodin při pásovém pěstování plodin se provádí ve formě vrstevnicových pásů, nebo pásů s mírným odklonem od vrstevnic (do max. odklonu 30° od vrstevnic). Účinek systému spočívá v infiltraci odtoku z výše ležícího pásu v níže ležícím ochranném travním pásu. Šířka vsakovacího pásu se určí výpočtem, minimální šířka je 30 m.

Protierozní směr výsadby

V mírně členitém terénu je vhodné překonat podélným sklonem řadu údolnice a zamezit soustředění odtoku uvnitř pozemku volbou směru výsadby v malém podélném sklonu šikmo ke směru vrstevnic (max. 30 %). Voda odtéká meziřádky na okraj pozemku, kde je zaústěna do technického liniového opatření liniového (příkop, průleh, apod.). Možnost protierozního směru výsadby je omezena sklonem terénu, jeho konfigurací a dostupnou mechanizací. Popsaný směr výsadby je vhodný v terénech nečlenitých až mírně členitých, ve sklonech 2 - 12 % kde má největší účinnost.

Protierozní rozmísťování plodín a ochranné osevní rotace

Protierozní rozmísťování plodín je třeba chápat jako využití přirozené ochrany plodín proti erozi při tradičním způsobu pěstování vybraných plodín na svažitéch pozemcích. Protierozní rozmísťování plodín (zejména erozně nebezpečných) na svazích patří k základním zásadám protierozní ochrany půdy. Vychází z protierozního účinku plodín, který je dán charakteristikou vzrůstu, olistěním, rychlostí vývinu a typem pěstování (úžkořádkové a širokořádkové). Jednotlivé plodiny lze na základě protierozní ochrany při tradičním pěstování sestavit do řady se stoupající erozní ohrožeností: travní porost – vojtěška – jetel – obilovina ozimá – obilovina jarní – hrách – řepka ozimá – slunečnice – brambory – cukrovka – kukuřice.

B.1.1.1.2 Agrotechnická opatření

Protierozní agrotechnologie na orné půdě

Jedná se o výsev do ochranné plodiny, strniště, mulče nebo posklizňových zbytků. Technologie výsevu plodín do ochranné plodiny, strniště, mulče či posklizňových zbytků je často spojena s omezeným zpracováním půdy. K protierozní ochraně se využívá rostlinného materiálu v různých formách, který je ponechán na povrchu půdy nebo je do ní částečně zapraven a zabraňuje tak volnému povrchovému odtoku.

Hrázkování a důlkování na povrchu půdy

Účelem hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy je zabránění vzniku povrchového odtoku vytvořením dostatečných prostor pro spadlé srážky přímo na pozemku. Obě technologie se realizují speciálními stroji - hrázkovačem nebo důlkovačem.

Agrotechnologie ve speciálních kulturách

Jedná se o zatravnění meziřadí především v sadech, vinicích a chmelnicích, osetí krátkodobých porostů v meziřadí či aplikace mulčování. Cílem je využít vegetačního krytu půdy plodinou s vysokým protierozním účinkem. Dále se může jednat i o hrázkování a důlkování povrchů půdy v meziřadí.

B.1.1.1.3 Biotechnická protierozní opatření

Při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů podstatně omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svažité, plošně značně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu, protierozními opatřeními (zejména záchytnými prvky liniového charakteru) a spolu s realizací nových svodných prvků vytvořit v povodí odpovídající síť nových hydrolinií.

Technické liniové prvky protierozní ochrany jsou trvalou překážkou přerušující délku a napomáhající rozptýlení povrchového odtoku. Jsou navrhovány tak, aby svou lokalizací usměrňovaly směr obdělávání pozemků a způsob hospodaření zemědělských subjektů. Vedle základní funkce - protierozní - mají spolu s doprovodnou dřevinou zelení na nich rostoucí velký význam i z hlediska krajiny estetického a ekologického. Systém liniových protierozních prvků v kombinaci se zelení může fungovat v krajině i jako nezbytná součást lokálních biokoridorů a tvořit tak základ územních systémů ekologické stability krajiny.

Celková ochrana sleduje tři základní cíle:

- maximální podpora vsakování vody do půdy
- eliminace soustředěného odtoku do stružek, podpora rozptylu odtoku
- zpomalení a odvádění povrchového odtoku tak, aby se minimalizovali unášecí síly

Protierozní meze

Protierozní meze, navrhované s průlehy ve své spodní části, jsou trvalou překážkou soustředěného povrchového odtoku a v případě návrhu bez průlehů přispívají k rozptýlení soustředěného povrchového odtoku. Optimálně jsou složeny ze tří základních částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze a odváděcích prvků.

Protierozní průlehy

Průlehování pozemků je jedno z nejvhodnějších a nejdůležitějších podpůrných opatření na orné půdě, zejména použité v kombinaci s agronomickými a organizačními protierozními opatřeními. Průleh je mělký, široký příkop na rozdíl od protierozních příkopů s mírným sklonem svahů, založený s malým, příp. až nulovým podélným sklonem, kde se povrchově stékající voda zachycuje nebo je neškodně odváděna. Záchytné průlehy mohou být navrženy ve více variantách – jako vsakovací, svodné nebo kombinované, mohou být opatřeny vegetačním doprovodem.

Protierozní příkopy

Příkop z pohledu protierozního opatření je menší umělé otevřené koryto, sloužící dočasně k zadržení i odvádění povrchové vody i smyté půdy. Základním cílem návrhu a realizace protierozních příkopů je vyřešit neškodné odvedení vody při ochraně intravilánů, ochranných pásem či jiných významných území a objektů a zamezit přítoku cizí vody na pozemek.

Protierozní hrázky

Protierozní ochranné hrázky s funkcí záchytnou, retenční (vsakovací) a odváděcí se navrhují za účelem neškodného odvedení vody zejména při ochraně intravilánů či jiných chráněných území a staveb s cílem zamezit přítoku vnější vody na pozemek. Navrhují se zejména na pravidelných méně sklonitých svazích (do 10 %) s malou vertikální a horizontální členitostí. Musí být vždy napojeny na systém svodných prvků.

Stabilizace drah soustředěného odtoku

Přirozené nebo upravené DSO (mající charakter průlehů) zpevněné vegetačním krytem, jsou schopny bezpečně bez projevů eroze odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny, zejména na příčně zvlněných pozemcích, v úžlabinách a údolnicích v době přívalových dešťů nebo jarního tání, kdy soustředěně po povrchu odtékající voda v těchto místech zpravidla způsobuje erozní rýhy. Je proto nezbytné tyto potenciální dráhy soustředěného odtoku upravit tak, aby jejich příčný profil umožnil neškodné odvedení veškeré po povrchu odtékající vody. Nejvhodnější ochranou těchto exponovaných míst je vegetační kryt, nejlépe zatravnění.

Protierozní nádrže

Ochranné nádrže se navrhují jako účinná protierozní a protipovodňová opatření k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku a k usazování splavenin. Navrhují se nejčastěji ve formě závěrečných prvků protierozní a protipovodňové ochrany v kombinaci s

jinými prvky protipovodňové ochrany nejčastěji v systému společných zařízení, kdy dojde k optimálnímu vyřešení vlastnických vztahů, jako jsou:

- suché ochranné protierozní nádrže (poldry), které slouží ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku a k zachycení splavenin,
- ochranné nádrže s vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem.

Ke snížení zvýšeného povrchového odtoku, k omezení záplav níže ležícího území, zejména obcí a zachycení transportovaných splavenin slouží sedimentační nádrže, zejména suché.

V ploše sběrných území kritických profilů, kde voda a produkty eroze vnikají do zastavěného území obce a také na erozně ohrožených pozemcích, tj. takových, kde vypočtený průměrný smyv půdy je vyšší než přípustný smyv, byla navržena opatření.

B.1.1.1.4 Koncepce přístupu k návrhům opatření v ploše povodí Mrliny

Problémy se zvýšenou erozí na zemědělské půdě se v povodí Mrliny prakticky vyskytují jen v horní části u přítoku Bukovina. Jedná se zároveň o území s kritickým bodem. V povodí ostatních kritických bodů eroze probíhá jen okrajově nebo vůbec. Jedná se o významně menší území, která mají nižší sklonitost zemědělsky využívaných pozemků. Podrobněji je shrnutí z analytické části popsán v odstavci Opatření proti vodní erozi. Stanovené průměrné hodnoty odtokových křivek CN II (hodnota pro střední nasycení půdy) v řešených povodích kritických bodů se pohybují v rozmezí hodnot 70 až 80, což odpovídá menšímu zastoupení lesů a travních porostů oproti orné půdě při převládající hydrologické skupině půd B. Z uvedeného komplexu opatření byly primárně navrženy záchytné a zasakovací průlehy. Opatření byla navržena v povodích, kde dochází k potenciálnímu ohrožení intravilánu a technické infrastruktury soustředěným odtokem (povodí KB).

Opatření proti vodní erozi

Opatření v ploše povodí jsou většinou vázána na zvýšení protierozní funkce krajiny a zlepšení zadržení vody v krajině. Tato opatření se zaměřují na zmírnění negativního projevu vodní a větrné eroze. V řešeném území se pozemky, které jsou využívány jako standardní orná půda, vyskytují ve větší míře, než trvalé travní porosty. Je to dáno poměrně plochým územím ve střední a dolní části. Riziko větrné eroze se zde vyskytuje lokálně v dolní části od Rožďalovic dále a není tímto projektem řešeno.

Dle metodiky „Ochrana zemědělské půdy před erozí“ **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** jsou víceleté trávy a louky porostem s největším ochranným účinkem. Hodnota faktoru ochranného vlivu „C“ je pro louky a víceleté trávy stanovena na hodnotu 0,005. Při výpočtu eroze byl uvažován na orné půdě C faktor 0,15. S ohledem na fakt, že na většině plochy se pěstovala řepka ozimá, je tento faktor nadhodnocený téměř dvojnásobně.

Plochy ohrožené vodní erozí se v řešeném území vyskytují zejména v povodí Bukoviny (KB1) a dále v KB2 Staré Hradky. Eroze byla podrobně spočtena pouze v povodí kritických bodů, ale jinak dle map erozního ohrožení ČR není eroze ve zbytku zájmového území významná, neboť se jedná o nížinné území. Povodí Bukoviny je charakteristické svažitými pozemky a údolími stržovitého charakteru. Podobná situace je v povodí nad zájmovým územím (horní úsek Libáňského potoka). Svažité pozemky jsou zatravněny jen v malé míře a často jako kontury velkých pozemků. Některé svahy mají zachované terasové uspořádání a část jich je zalesněna.

Existenci eroze potvrzují mírnější paty svahů na dolním konci zemědělských ploch, kde se přísunem půdy z horní části pozemku postupně sklon snižuje. Eroze se na pozemcích vyskytuje plošně až lokálně a je střední až vysoká. Samotné půdochranné technologie (varianta bez průlehů) by byly účinné pouze částečně a musely by dosáhnout nižšího ochranného faktoru než 0,15. V extrémních případech pro zamezení eroze by to znamenalo například 4 roky zřízení dočasného lučního porostu, pátý rok pšenice jarní (setí do zorané půdy, s ponecháním slámy) a šestý oves setý (setí do strniště, bez ponechání slámy). Tyto pozemky rozhodně nejsou určeny pro pěstování řepky, jak tomu je ve skutečnosti.

Návrh řešení bude v kapitole B.1.3 Podrobný popis navrhovaných opatření.



Obr. 1 – Agrotechnické opatření vsakovací průleh, zdroj: <http://kralovehradecky.dppcr.cz>



Obr. 2 – pásové střídání plodin, zdroj: <http://kralovehradecky.dppcr.cz>

B.1.1.2 Opatření na lesní půdě

Při správě a provádění ochranných opatření na lesní půdě můžeme rozlišit dva relativně samostatné okruhy prevence, vyplývající z lesotechnického systému protierozní ochrany půdy, tj. z jednotky usměrňování hospodářské činnosti v povodí a provádění technických úprav v korytech toků: prevence směřující k zajištění neškodného utváření odtoku vody v povodí při

příválových či dlouhotrvajících deštích, tj. zabezpečující zvyšování retenční kapacity povodí a omezující vznik plošné eroze a prevence směřující k zabezpečení plynulého, neškodného odtoku příválových vod vodní sítí, tj. k zajištění dostatečné kapacity a odolnosti průtočných profilů a objektů v korytech toků (Herynek 1992).

Nejúčinnějším prostředkem pro snížení účinku povodní jsou revitalizační opatření na bystřinách a stržích a lesnicko-pěstební v jejich povodích.

V řešeném území nebyly v rámci terénního průzkumu evidovány problémy na lesní půdě. Z výše uvedených důvodů nebudou opatření na lesní půdě dále řešeny.

Správné nakládání s lesními pozemky řeší Lesní hospodářský plán případně Lesní hospodářská osnova, jejichž náležitosti řeší zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), vyhláška Ministerstva zemědělství č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů a Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování.

B.1.1.3 Opatření na tocích a v nivě včetně zastavěného území

Pro návrhy opatření na vodních tocích a nivách bylo přistoupeno na základě dosažených výsledků z analytické části, konkrétně hydrotechnického vyhodnocení vybraných vodotečí, dále hydromorfologické analýzy vodních toků, územně – technických limitů a metodických požadavků na návrhy přírodě blízkých protipovodňových opatření viz Věstník MŽP 11/2008. Pro analýzu území z hlediska povodní byla získána data z terénního šetření, jednání se starosty viz Příloha A.2.5 Analytické části a průběžnými konzultacemi se správcem vodního toku, konkrétně Závod Jičín. Dále byly shromážděny dostupné podklady a projekty, které mají vazbu na řešení povodňové ochrany. Z uvedených podkladů byla získána představa o problémech v jednotlivých částech území. Na základě těchto podkladů byla pro řešenou vodopisnou síť navržena k jednotlivým úsekům přírodě blízká protipovodňová opatření dle katalogu uvedeném ve Věstníku MŽP 11/2008 a protipovodňová opatření. Jedná se o návrhy, které jsou situovány v GIS a jsou identifikovány katalogovým číslem. Jedná se o tzv. max. potenciál, který by bylo možné v řešeném území dosáhnout ve vazbě na morfologické a územně technické limity. V úsecích vodních toků. Kde nebylo možné navrhnout PBPO, nebo současná situace vyžadovala protipovodňové řešení, bylo přistoupeno k návrhu PPO.

Základní orientací pro zpracovatele návrhů přírodě blízkých protipovodňových opatření na vodních tocích a nivách je katalog opatření viz kap. 3.1 uvedený ve Věstníku MŽP 11/2008, kde jsou specifikovány základní funkční návrhové parametry. Jednotlivé typy opatření uvedených v katalogu je možné aplikovat samostatně nebo je možné vytvářet funkční kombinace v závislosti na okrajových podmínkách lokality a požadovaném stupni povodňové ochrany. Opatření z katalogu nebo jejich kombinaci lze tedy aplikovat na úpravy koryta a niv s vlivem na povodňovou ochranu prováděnou přírodě blízkým způsobem nebo na výstavbu poldrů či soustavy poldrů s revitalizací vodních toků a niv v zátopě.

Popis základních typů opatření a jejich základní charakteristika je uveden níže a v grafické příloze:

- PBPO v nezastavěném území, snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení kapacity rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků.

- PBPO v zastavěných oblastech, zkapacitnění koryta a urychlení odtoku, složený profil se stěhovavou kynetou - revitalizovaným korytem, možnost ohrázení zastavěných území.
- PBPO transformací povodňové vlny v suchých retenčních nádržích nebo poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži.
- Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku a nejsou přímou součástí potřebných protipovodňových opatření (např. v parcích a zastavěných oblastech, náhony), jedná se zejména o zvýšení kapacity koryta složeným profilem na požadovaný návrhový průtok pro protipovodňovou ochranu.
- Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv.
- Opatření kombinující typy 1 a 5.
- Opatření na vodních nádržích.
- Individuální ochrana objektů.
- Hrazení bystřin - Jedná se opatření, které je situováno do horských a podhorských oblastí, popřípadě strží, kde dochází k ohrožení intravilánu zvýšeným přísunem splaven z povodí.
- Harmonizace navržených opatření v řešeném území (včetně koordinace návrhů retenčních nádrží s limity hydromorfologie vodopisné sítě).

B.1.1.3.1 PBPO v nezastavěném území, snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení kapacity rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků

Opatření spočívá v obnově přirozené vazby koryta toku na údolní nivu, která se aktivně zapojí do procesu transformace povodňových průtoků. Opatření je žádoucí především na upravených tocích mimo zastavěná území, kde je možno využít prostor údolní nivy k rozlivu povodní. V řešeném úseku toku je snížena kapacita koryta na tzv. korytotvorný průtok a provedena rekonstrukce iniciálního tvaru trasy dle geomorfologické analýzy. Důležitá je členitost koryta v podélném i příčném profilu. V území podél toku je optimální vytvořit tzv. meandrový pás, kde bude docházet k samovolnému vývoji koryta. V závislosti na geomorfologickém typu mohou být v prostoru nivy vytvořena nivní ramena či odstavená ramena, která zvyšují pestrost biotopů a přispívají ke komplexnosti revitalizace území. Součástí revitalizace toku je rovněž obnova nivní vegetace, která posiluje ekologickou hodnotu území a zároveň působí příznivě na zpomalování povodňových průtoků a na stabilitu koryta i nivy. Obnova nivní vegetace by měla být realizována minimálně v prostoru vymezeného meandrového pásu. Jedná se o přírodě blízké protipovodňové opatření, které dosahuje většího protipovodňového účinku v kombinaci s dalšími typy protipovodňových opatření.

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Opatření lze uplatňovat v místech, která to umožňují svým přirozeným retenčním potenciálem (v závislosti na morfologii terénu) a aktuálním využitím řešeného území.
- Oblast vymezená pro rozliv se stává územím se změněným hospodářským managementem. Proto je třeba upřednostnit výskyt trvalého zatravnění a na příhodných



místech podpořit zalesnění. Není-li možné zcela eliminovat hospodaření na orné půdě, musí být snahou omezit plodiny erozně ohrožující (okopaniny, kukuřice). V souvislosti se způsobem využívání pozemků je nezbytné řešit náhrady případných škod vzniklých zvýšenou četností zaplavování.

- Nezbytným opatřením v rozlivném území je vyloučení zejména nebezpečných skládek a jiných činností zvyšujících riziko vzniku plavenin a výskytu škodlivých látek ohrožující kvalitu vody.
- Na zemědělských pozemcích v blízkosti vodních toků jsou často umístěny systematické drenážní systémy. Při návrhu revitalizačních úprav je nezbytné řešit zachování, či omezení jejich funkce.
- Zajištění nezbytné údržby porostů.
- Vyřešení majetkoprávních vztahů.
- Ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí.

Základní projekční parametry

- Stanovení geomorfologického typu ve vazbě na stávající podmínky v daném území. Uvedené informace jsou klíčové pro určení původního korytotvorného procesu neovlivněného úpravami vodního toku, využíváním nivy a změnou hydrologických charakteristik povodí. V územích, do kterých zasahují stavby, je nutné přizpůsobit parametry návrhu změněným okrajovým podmínkám (jako jsou hráze, násypy komunikací, rozsáhlé terénní úpravy, zástavba atd., které zásadním způsobem ovlivnily kapacitu koryta nebo proudění vody v inundaci).
- V návrhu opatření je klíčovým krokem stanovení optimálních parametrů toku a posouzení stávajícího stavu. Cílová kapacita koryta by měla odpovídat návrhovému tzv. korytotvornému průtoku v závislosti na stanoveném geomorfologickém typu toku $Q_k = Q_{30d}$ (meandrující toky) - Q_2 (větvící se toky).
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž vinutí koryta a stanovení poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku.
- Způsob a rozsah případné iniciální stabilizace koryta je závislý na rychlostech proudění a splaveninovém režimu toku. Problémem na tocích, pod příčnými překážkami (vodní nádrže, stupně, ...) na toku, bývá často nedostatečný přísun splavenin pro tvorbu přirozené dnové dlažby koryta. Vzniká tak tzv. hladová voda, která je příčinou erozních jevů v korytě.
- Při návrhu revitalizace toku je nezbytné zohlednit existující drenážní systémy v navazujícím území a zajistit zachování jejich funkce.

Efekt a dopady opatření

- Opatření v sobě spojuje efekty protipovodňové a revitalizační.
- Zpomalováním odtoku vody z rozlivného území dochází ke snižování (transformaci povodňových průtoků) a pozdržení kulminací povodní níže na toku. Tím je vytvářen časový prostor pro ochranu majetku a jsou zmírňovány následky povodňových škod. Výsledný efekt je závislý na prostorových možnostech, vodnosti toku, povodňové ohroženosti níže položených obcí, součinnosti s dalšími prvky protipovodňové ochrany a na dalších faktorech (účinnost cca 2-3 % na 1 km revitalizace toku).

- Zároveň dochází ke zlepšení stavu hydromorfologie toku, k optimalizaci hydrických podmínek v revitalizovaném území a k obnově funkční vazby koryto – niva.
- Nesporným přínosem je zlepšení přírodních hodnot území, obnova a vznik nových biotopů a zlepšení ekologické stability území.
- Změnou hospodaření v území může dojít ke zhoršení ekonomického využívání lokality.

Vazba na další opatření

- Opatření je vhodné kombinovat s dalšími prvky protipovodňové a přírodě blízké protipovodňové ochrany – retenční nádrže, poldry, úpravy koryt v intravilánu, ochranné hráze, mobilní protipovodňové prvky.
- Změnou kultur a managementu v území, omezením intenzivního zemědělského využití přispívá ke snížení erozních procesů v území.

B.1.1.3.2 PBPO v zastavěných oblastech, zkapacitnění koryta a urychlení odtoku, složený profil se stěhovavou kynetou - revitalizovaným korytem, možnost ohrázování zastavěných území

V zastavěných územích a v jejich blízkosti je nezbytné v rámci protipovodňové ochrany zajistit bezpečné a rychlé odvedení povodňových průtoků. Jedním ze způsobů řešení protipovodňové ochrany přírodě blízkým způsobem v omezených prostorových možnostech intravilánu je vytvoření tzv. složeného profilu koryta se stěhovavou kynetou. Bermy pak zastávají funkci náhradní nivy. Prostor nad bermami zajišťuje dostatečnou kapacitu pro převedení povodňových průtoků, kyneta pro běžné průtoky umožňuje obnovu přirozené morfologie vodního toku, včetně zachování migrační prostupnosti a chodu splavenin. Kyneta je dimenzována na tzv. korytotvorný průtok a je vedena v trase iniciálního tvaru dle geomorfologické analýzy. Významným efektem v prostoru intravilánu obcí je posílení estetických hodnot toku a možnosti využití rekreačního potenciálu vodních prvků. Při řešení náhradních niv je ve vhodných lokalitách účelné umístit tzv. povodňové parky. V lokalitách, které to umožňují, je žádoucí doplnit návrh výsadbou vegetace. Vzhledem k umístění opatření v zastavěném území mají výsadby dřevin spíše charakter parkové úpravy. Vegetace zde nesmí vytvářet překážku odtoku.

Toto opatření se dále dělí na jednotlivé subtypy:

Subtyp 2.1 - Složený profil s plně rozvinutým potenciálním GMF typem

Je vhodný v zastavěných územích s dostatečným volným prostorem pro vytvoření složeného profilu, kde je umožněno plně rozvinuté meandrování. Bermy jsou dostatečně široké v poměru k navržené kyneti, v parametrech potenciálního GMF typu vodního toku bez omezení. Návrhová kapacita složeného profilu musí být dostatečná k zajištění požadovaného stupně protipovodňové ochrany na průtoky Q_{20} až Q_{100} a nesmí dojít ke zhoršení oproti stávajícímu stavu.

Subtyp 2.2 - Složený profil s nedokončeným vývojem potenciálního GMF typu

Tento způsob je uplatňován v místech, kde je prostor pro rozliv omezen např. využitím území. Je vhodný v lokalitách, kde je možno přistoupit na nižší stupeň povodňové ochrany, do cca Q_{20} . Bermy navrženého složeného profilu jsou široké pouze k rozvinutí základních charakteristik GMF potenciálu vodního toku, ale zúžení profilu ještě nezpůsobí změnu původního GMF potenciálu. Jako praktický příklad je možné uvést situaci, kdy šířka berem je menší nebo rovna

šířce meandrového pásu ale širší než šířka kynety v břehových hranách. Vzhledem k vodnosti toku a zastavěnosti území je pak celková kapacita koryta navrhována na stupeň protipovodňové ochrany obvykle max. do Q_{20} . Vyšší průtoky protékají rozlivem v okolním území a nezvyšují namáhání dna složeného profilu. Pokud je kapacita upraveného koryta v těchto geomorfologických parametrech vyšší než Q_{20} , dochází zvýšenou energií proudící vody k změně návrhového GMF typu kynety do navazujícího subtypu 2.3.

Subtyp 2.3 - Složený profil s náhradním potenciálním GMF typem

Je vhodný v prostorově omezených možnostech intravilánů. Zastavěnost území původní nivy je tak významná, že není možné navrhnout dostatečně kapacitní profil pro požadovaný stupeň protipovodňové ochrany s bermami pro stěhovavou kynetu. Prostor pro koryto je často vymezen svislými nábřežními zdmi, nebo strmými stabilizovanými svahy. Bermy jsou užší než šířka kynety nebo zcela chybí a potenciální GMF typ vodního toku se významně změnil snížením omočeného obvodu a zvýšením rychlosti při kapacitním (návrhovém) průtoku složeným profilem. Zvýšení energie toku vyžaduje posílení stability podélného profilu (obvykle příčnými stabilizačními prahy). Návrhové parametry se potom blíží parametrům koryt s nedokončeným vývojem štěrkonosného větvení až divočení.

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Opatření lze uplatňovat v zastavěných územích, která to prostorově a způsobem využití umožňují.
- Dosažení požadovaného stupně protipovodňové ochrany.
- Zajištění nezbytné údržby porostů a stabilizačních prvků.
- Vyřešení majetkoprávních vztahů.
- Ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí.
- Zaústění přítoků, odvodnění a výustí dešťové kanalizace.
- Opatření nesmí ohrožovat stabilitu existujících objektů v blízkosti úpravy.

Základní projekční parametry

- Nejprve je potřebné dle prostorových možností zvolit vhodný subtyp opatření a stanovit návrhovou kapacitu složeného profilu, tj. stupeň protipovodňové ochrany ($Q_{20} - Q_{100}$).
- K návrhu přírodě blízké úpravy je nezbytné stanovení optimálních parametrů kynety. Kapacita by měla odpovídat návrhovému průtoku v závislosti na geomorfologickém typu toku $Q_k = Q_{30d}$ (meandrující toky) - Q_2 (větvící se toky).
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž stanovení poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku.
- Pro případnou stabilizaci koryta je nezbytné zvolit vhodný typ opevnění.
- Při návrhu revitalizace toku je nezbytné zohlednit existující výusti dešťové kanalizace, jejich funkci a řešit jejich podchycení a zaústění do nového koryta.
- Významné problémy může přinést dodatečné zvyšování kapacity složeného profilu např. mobilním hrazením u subtypu 2.2. To může způsobit destrukci dna koryta a břehů v důsledku zvýšení energetického potenciálu.
- Vybavení a zařízení tzv. povodňových parků je nezbytné umísťovat tak, aby nevytvářelo příčné překážky v odtoku.

- Při návrhu je nezbytné zohlednit objekty umístěné v blízkosti za břehovou hranou (budovy, komunikace,...). Realizací opatření nesmí být narušena jejich stabilita ani v průběhu výstavby ani ve výsledném stavu.

Efekt a dopady opatření

- Opatření v sobě spojuje efekty protipovodňové a revitalizační.
- Výsledný protipovodňový efekt je závislý na prostorových možnostech, vodnosti toku, zvoleném stupni protipovodňové ochrany.
- Zároveň dochází ke zlepšení stavu hydromorfologie toku, je zachován chod splavenin v korytě a migrační prostupnost toku.
- Nesporným přínosem je zlepšení přírodních hodnot území, vznik nových biotopů a zlepšení ekologické stability území.
- Realizací opatření dojde rovněž k posílení estetických hodnot vodního toku, vznikají možnosti rekreačního využití prostoru náhradní nivy.

Vazba na další opatření

- Opatření je vhodné kombinovat s dalšími prvky protipovodňové ochrany v povodí nad obcí – retenční nádrže, poldry, odlehčovací ramena, revitalizace toků, protieroční ochrana zemědělských pozemků.
- Subtyp 2.2 není vhodné kombinovat s dalšími technickými prvky protipovodňové ochrany, které zvyšují kapacitu koryta (mobilní hrazení, ochranné hrázky v blízkosti koryta apod.)

B.1.1.3.3 PBPO transformací povodňové vlny v suchých retenčních nádržích nebo poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži

Suché nádrže patří z hlediska protipovodňové ochrany k opatřením s nejvýznamnějším efektem. Opatření je žádoucí především na tocích mimo zastavěná území, kde je možno využít prostor údolní nivy k rozlivu povodní. Účinnost suchých nádrží závisí především na poměru objemu retenčního prostoru vůči objemu povodňové vlny a na správném dimenzování výpustných zařízení. Umístění hráze suché nádrže je třeba optimalizovat dle morfologie terénu, způsobu využívání území a podle požadovaného transformačního efektu a zároveň tak, aby nedošlo k výraznému narušení krajinného rázu území. Proto se hráze suchých nádrží navrhují zpravidla jako zemní sypaná tělesa. Funkční objekty tvoří zpravidla spodní výpust (nebo výpusti) a bezpečnostní přeliv. Objekt spodní výpusti může být manipulovatelný, pokud to vyžaduje její funkce. Funkční objekty je doporučeno navrhovat dle technických možností a nároků tak, aby působily v krajině co nejméně rušivě (využití přírodních materiálů, krytí konstrukcí zemními přísypy, přizpůsobení morfologii terénu apod.). Hráze a funkční objekty u přírodě blízkých protipovodňových opatření musí být konstruovány tak, aby nebyla přerušena kontinuita chodu splavenin a aby byla zachována migrační prostupnost objektů, v závislosti na vyskytujících se živočišných druzích.

Součástí opatření je revitalizace toku v prostoru maximální zátopy suché nádrže. Revitalizace toku podporuje transformační účinnost poldru zapojením funkce aktivní nivy. Tento účinek má význam zejména při povodních s vysokou četností výskytu ($Q_1 - Q_5$). V prostoru zátopy poldru je snížena kapacita koryta na tzv. korytotvorný průtok a provedena rekonstrukce iniciálního tvaru trasy dle geomorfologické analýzy. Důležitá je členitost koryta v podélném i příčném profilu. V území podél toku je optimální vytvořit tzv. meandrový pás, kde bude docházet



k samovolnému vývoji koryta. V závislosti na geomorfologickém typu mohou být v prostoru poldru vytvořena nivní ramena či odstavená ramena. Zemníky pro výstavbu hrází je vhodné (v případě příznivých výsledků IGP) zřít do prostoru zátopu poldru. Po vytěžení a úpravě břehových partií mohou být následně využity jako neprůtočné, či periodicky protékané tůně v nivě, které zvýší pestrost biotopů a přispějí ke komplexnosti revitalizace území. Součástí revitalizace toku a údolní nivy je rovněž vytvoření podmínek pro obnovu nivní vegetace, která posiluje ekologickou hodnotu území a zároveň působí příznivě na zpomalování povodňových průtoků a na stabilitu koryta a nivy. Obnova nivní vegetace by měla být realizována minimálně v prostoru vymezeného meandrového pásu. Technické objekty i prostor zátopu poldru je nezbytné zpřístupnit systémem obslužných komunikací (v závislosti na velikosti a způsobu využití zátopu) a doplnit potřebnými provozními prvky (manipulační plochy, inženýrské sítě, provozní objekty). V ploše maximální zátopu dojde ke změně vodního režimu. Management a využívání tohoto území je nezbytné přizpůsobit periodicitě zatápění. Optimální je založení a podpora trvalých travních porostů, nebo lužních porostů.



Polder za suché periody



Polder při výskytu přívalové srážky

Obr. 3 - Suchá retenční nádrž, zdroj: <http://soutezsyr.spucr.cz>

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Opatření lze uplatňovat v místech, která to umožňují svým retenčním potenciálem (v závislosti na morfologii terénu) a způsobem využívání území
- Funkční objekty musí splňovat požadavky na transformační účinnost poldru, bezpečnost vodního díla, kontinuitu chodu splavenin a migrační prostupnost hráze (pokud není odůvodněna její neúčelnost). Z důvodů kontinuity chodu splavenin a migrační prostupnosti není v průtočných poldrech přípustná trvalá akumulace vody na hlavním přítoku.
- Prostor zátopu se stává územím se změněným hospodářským managementem. Je vhodné upřednostnit výskyt trvalého zatravnění a na příhodných místech podpořit zalesnění. Není-li možné zcela eliminovat hospodaření na orné půdě, musí být snahou omezit plodiny erozně ohrožující (okopaniny, kukuřice). V souvislosti se způsobem využívání pozemků je nezbytné řešit náhrady případných škod vzniklých zvýšenou četností zaplavování.
- Je nezbytné řešit možnost případného ovlivnění vodních zdrojů v blízkosti poldru

- Nezbytnou ochranou navazujících inundačních území nad poldrem je vyloučení skládek a jiných činností zvyšující nebezpečnost výskytu plavenin a škodlivých látek ohrožující kvalitu vody
- Na zemědělských pozemcích v blízkosti vodních toků jsou často umístěny systematické drenážní systémy. Při návrhu revitalizačních úprav je nezbytné řešit zachování, či omezení jejich funkce.
- Je nutné zajištění technicko-bezpečnostního dohledu na vodním díle, provozní údržby a manipulace v případě manipulovatelných objektů
- Základní podmínkou realizovatelnosti je vyřešení majetkoprávních vztahů
- V návrhu musí být řešena ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí

Základní projekční parametry

- Pro posouzení retenční a transformační účinnosti poldru je základním parametrem poměr retenčního prostoru poldru vůči objemu návrhové povodňové vlny (V_{ret} / W_n). Čím je podíl větší, tím vyšší je účinnost opatření při návrhové povodni.
- Významnou roli v ekonomické efektivitě opatření hraje rovněž porovnání objemu tělesa hráze s maximálním objemem zadržené vody.
- Při návrhu poldru je nezbytné tzv. vodohospodářské řešení nádrže - posouzení a návrh funkce opatření, v závislosti na možnostech lokality a vlivu na cíle protipovodňové ochrany (stanovení neškodného průtoku pod poldrem, optimalizace účinnosti, stanovení návrhové četnosti povodně a nezbytného stupně ochrany).
- Základní parametry poldru:
 - Objem retenčního prostoru
 - Plocha maximální zátopy poldru
 - Výška hráze
 - Objem hráze
 - Kapacita spodní výpusti (výpustí)
 - Kapacita bezpečnostního přelivu (Q_n)
- Jako spodní výpusti je třeba navrhovat objekty, které za běžných průtoků umožňují migrační prostupnost pro ryby a další na vodu vázané živočichy a zajistí kontinuitu z hlediska chodu splavenin
- K návrhu revitalizace toku v prostoru maximální zátopy poldru je potřebné stanovení optimálních parametrů nového koryta. Kapacita koryta by měla odpovídat návrhovému průtoku v závislosti na geomorfologickém typu toku $Q_k = Q_{30d}$ (meandrující toky) - Q_2 (větvící se toky).
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž stanovení poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku
- Způsob případné iniciační stabilizace koryta je závislý na rychlostech proudění a splaveninovém režimu toku, geologii území a dále na míře souběhu a křížení se s rušeným upraveným korytem
- Při návrhu revitalizace toku je nezbytné zohlednit existující drenážní systémy v navazujícím území, jejich funkci a řešit jejich podchycení a zaústění do nového koryta
- Navrhovaná kapacita výpusti by měla být navržena na průtok, který zajistí podmínky pro fluvialně-morfologické procesy a ekosystémové funkce toku a nivy situované pod

navrhovaným poldrem. Navrhované řešení musí být navrženo ve vazbě na transformační účinek poldru a zajištění požadované povodňové ochrany. Pokud to podmínky dovolí je doporučeno navrhnout transformaci poldrem od průtoku odpovídající Q_5 .

Efekt a dopady opatření

- Opatření v sobě slučuje efekty protipovodňové a revitalizační. Z hlediska transformace povodní se jedná o jedno z nejúčinnějších opatření v případě, že je optimalizováno umístění a parametry poldru i jeho funkčních objektů.
- Revitalizací toku v prostoru poldru je podpořena transformační účinnost poldru i při menších povodních, tj. povodních s vyšší četností výskytu. Zpomalováním odtoku vody rozléváním do prostoru aktivní nivy dochází ke snižování a pozdržení kulminací povodní.
- Zároveň dochází ke zlepšení stavu hydromorfologie toku, k optimalizaci hydrických podmínek v revitalizovaném území a k obnově funkční vazby koryto – niva
- Nesporným přínosem je zlepšení přírodních hodnot území, vznik nových biotopů a zlepšení ekologické stability území
- Změnou kultur a managementu v území, omezením intenzivního zemědělského využití se přispívá ke snížení erozních procesů v území
- V prostoru poldru, v průběhu jeho plnění, dochází k usazování splavenin z horních částí povodí
- Změnou hospodaření v území může dojít ke zhoršení ekonomického využívání lokality

Vazba na další opatření

- V případě, že opatření plně nezajišťuje požadovaný stupeň protipovodňové ochrany, je vhodné je kombinovat s dalšími prvky protipovodňové ochrany – revitalizace toků mimo prostor poldru, úpravy koryt v obcích, mobilní protipovodňové prvky.

B.1.1.3.4 Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku a nejsou přímou součástí potřebných protipovodňových opatření

Vodní toky a prvky jsou přirozenou a historicky významnou součástí intravilánu měst a obcí. V průběhu vývoje měst a obcí docházelo k postupnému zastavování území a omezení závislosti obyvatel na vodních tocích jako zdrojích vody a energie. Často docházelo k zakrývání a regulacím toků, likvidaci a zavážení starých náhonů a rybníčků. V současné době jsou tyto vodní prvky opět vnímány jako oživující a zpestřující součást architektury městského i vesnického prostředí. Opatření je vhodné realizovat v plochách, které je možné začlenit do záplavového území (parky, mokřady, nebo tzv. dětská vodní hřiště). Další možné využití opatření je při obnově původních mlýnských náhonů a starých říčních ramen v zastaveném území.

V případě obnovy náhonů, což může zlepšit odtokové poměry v obci, je možné vytvoření tzv. složeného profilu koryta se stěhovavou kynetou. Bermy s pozvolnými svahy zastávají funkci náhradní nivy a zpřístupňují tok a vodu veřejnosti. U náhonů bývá definován stálý a maximální průtok, daný kapacitou a konstrukčním řešením odběrného objektu. Stálý průtok je uvažován jako návrhový a určuje parametry stěhovavé kynety, rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta kynety, včetně střídání brodových úseků a tůní dle průtokových a sklonových poměrů (dle náhradního geomorfologického typu). Kyneta může být dle potřeby a místních podmínek

stabilizována. V závislosti na geomorfologickém typu a prostorových možnostech mohou být v nivě vytvořena vedlejší či odstavená ramena.

Prostory vymezené pro realizaci opatření v intravilánu podléhaly v minulosti obvykle jinému způsobu využívání, mnohdy vznikaly zavezením původní nivy toku, tůní, starých ramen apod. navážkami materiálů rozmanitého složení a propustnosti. Proto je třeba věnovat zvýšenou pozornost výsledkům inženýrsko-geologickému průzkumu, v průběhu realizace stavby charakter těžených materiálů kontrolovat a provést případná sanační opatření.

Vodní prvky by měly být vhodně zapojeny do rekreačních zón městského a vesnického prostředí, okolí může být doplněno vybavením pro odpočinek a volnočasové aktivity. Jeho součástí mohou být například i naučné tabule s tematikou revitalizací toků a smyslu přírodě blízkých protipovodňových opatření.

Součástí vodních prvků může být rovněž částečná obnova nivní vegetace. K návrhu vegetačních doprovodů je nutno přistupovat citlivě v návaznosti na architektonické řešení, na stávající městskou zeleň a náročnost následné údržby. Pro výsadbu dřevin jsou preferovány vzrostlejší sazenice, které rychleji přebírají svou estetickou i stabilizační funkci. Tůně či odstavená ramena je vhodné doplnit výsadbami vodních rostlin. Druhy je nutné volit s ohledem na původ, vzhled a ekologické nároky rostlin. Následná údržba vegetace, koryt a vodních prvků podléhá režimu údržby městské zeleně.

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Opatření lze uplatňovat v zastavěných územích, která to prostorově a způsobem využití umožňují
- Zajištění nezbytné údržby porostů a stabilizačních prvků
- Vyřešení majetkoprávních vztahů
- Ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí
- Zaústění přítoků, odvodnění a výustí dešťové kanalizace
- Opatření nesmí ohrožovat stabilitu existujících objektů v blízkosti úpravy

Základní projekční parametry

- U obnovy původních vodních náhonů jsou návrhové parametry obvykle dány kapacitou odběrného objektu. Tento průtok je uvažován jako návrhový a určuje parametry stěhovavé kynety, rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta kynety včetně střídání brodových úseků a tůní dle průtokových a sklonových poměrů (dle náhradního geomorfologického typu).
- Současně je třeba posoudit možný účinek na zlepšení odtokových poměrů v obci
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž stanovení poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku
- Pro stabilizaci koryta je nezbytné zvolit vhodný typ opevnění v závislosti na maximální rychlosti proudění, dle prostorových možností a estetických požadavků
- V návrhu musí být zohledněny objekty umístěné v blízkosti za břehovou hranou (budovy, komunikace, ...). Realizací opatření nesmí být narušena jejich stabilita ani v průběhu výstavby ani ve výsledném stavu.
- Při návrhu je nezbytné respektovat existující výusti dešťové kanalizace, jejich funkci a řešit jejich podchycení a zaústění do koryta

- Navržené povodňové parky jsou zahrnuty do aktivního záplavového území obce či města. Součástí návrhu je hydrotechnické posouzení původního a návrhového stavu a zakresl upravených čar rozlivu.
- Vybavení a zařízení povodňových parků je nezbytné umisťovat tak, aby nevytvářelo příčné překážky v odtoku

Efekt a dopady opatření

- Cílem opatření je revitalizace prostředí a obnova funkcí vodních prvků v intravilánu města a obcí
- Výsledný protipovodňový efekt není obvykle dominantní, je závislý na prostorových možnostech a využití území
- Revitalizací koryt náhonů a vodotečí dochází ke zlepšení stavu hydromorfologie toku, je umožněn chod splavenin v korytě a migrační prostupnost
- Nesporným přínosem je zlepšení přírodních hodnot území, vznik nových biotopů a zlepšení ekologické stability území
- Realizací opatření dojde ke zlepšení estetické hodnoty vodních prvků v městském či vesnickém prostředí, vznikají možnosti rekreačního využití prostoru náhradní nivy
- Jedním z pozitivních efektů realizovaných opatření je zpřístupnění a přiblížení vodního prostředí veřejnosti. Pozorováním a kontaktem s vodou se mimo jiné posílí všeobecné povědomí o tom, že je přirozenou součástí obcí o jejím chování a její přímé vazbě na okolní prostředí.

Vazba na další opatření

- Opatření je vhodné využívat především jako doplňující opatření v kombinaci s dalšími prvky protipovodňové ochrany – poldry, revitalizace toků, úpravy koryt v intravilánu, mobilní protipovodňové prvky.

B.1.1.3.5 Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv

Jedná se o opatření, které by mělo zajistit ochranu stávajících úseků vodních toků a niv, kde probíhají fluvialní procesy odpovídající GMF typu toku (např. dochází k pravidelným záplavám do nivy, koryto toku kapacitně odpovídá příslušnému GMF typu, v nivě jsou vytvořena říční ramena, vytváří se morfologické struktury charakteristické pro jednotlivé geomorfologické typy, atd.). Z hlediska klasifikace hydromorfologického stavu se jedná o situaci, kdy lze realizací daného opatření dosáhnout dobrého hydromorfologického stavu (stav B, tj. minimálně 60 % optimálního stavu).

Neprovádějí se rozsáhlá revitalizační opatření, ale jedná se pouze o lokální úpravy, které zajistí zlepšení stávajícího stavu vodního toku a nivy. Je vhodné na tyto úseky navázat další přírodě blízká opatření.

Příklady opatření:

- obnova přirozené morfologie toku
 - ochrana přirozených úseků toků
 - rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta včetně střídání brodů a tůní dle geomorfologické analýzy
 - obnova korytotvorných procesů bez projevu akcelerované eroze

- realizace mokřadů, nivních a odstavených ramen dle odpovídajícího geomorfologického typu
- obnova přirozené nivní vegetace
- odstraňování příčných překážek a nefunkčních objektů na tocích
- odstraňování bariér, které zužují aktivní inundaci
- realizace rybích přechodů
- zřizování splaveninových (šterkových) propustí
- optimalizace využití údolní nivy (zamezení její zástavby, snižování podílu orné půdy, zakládání luk, omezení odvodňování, vymezení prostoru pro vývoj koryta)

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Vyřešení majetkoprávních vztahů
- Zajištění následné údržby
- Ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí.
- V záplavových územích je často účelné postupně měnit způsob hospodaření a managementová opatření. Proto je třeba upřednostnit výskyt trvalého zatravnění a na příhodných místech podpořit zalesnění. Není-li možné zcela eliminovat hospodaření na orné půdě, musí být snahou omezit plodiny erozně ohrožující (okopaniny, kukuřice). V souvislosti se způsobem využívání pozemků je nezbytné řešit náhrady případných škod vzniklých zvýšenou četností zaplavování.
- Na zemědělských pozemcích v blízkosti vodních toků jsou často umístěny systematické drenážní systémy. Při návrhu revitalizačních úprav je nezbytné řešit zachování, či omezení jejich funkce.

Základní projekční parametry

- Pro návrh opatření je základním krokem stanovení optimálních parametrů toku a posouzení stávajícího stavu. Kapacita koryta by měla odpovídat tzv. korytotvornému průtoku v závislosti na stanoveném geomorfologickém typu toku $Q_k = Q_{30d}$ (meandrující toky) - Q_2 (větvící se toky).
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž stanovení vinutí toku a poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku
- Prostor pro samovolný vývoj toku je vymezen stanovením šířky a vinutí tzv. meandrového pásu
- Při návrhu revitalizace toku je nezbytné zohlednit existující drenážní systémy v navazujícím území a zajistit zachování jejich funkce

Obnova nivní vegetace

- Do břehových a doprovodných porostů musí být navrhovány druhy dřevin a bylin místního původu, které svými nároky odpovídají příslušnému stanovišti (vlhkost, živiny, periodické zaplavování)

Odstraňování příčných překážek na tocích

- Při odstraňování příčných překážek na toku je nezbytné věnovat zvýšenou pozornost zajištění stability podélného sklonu a zabránit vzniku čela zpětné eroze

Odstraňování bariér, které zužují aktivní inundaci



- Odstraňováním bariér v inundaci nesmí dojít ke zhoršení protipovodňové ochrany v navazujícím zastavěném území

Rybí přechody

- Pro návrh rybího přechodu jsou nezbytné informace o druzích vyskytujících se ryb. Podle jejich nároků pak musí být zvolen typ a stanoveny základní parametry rybího přechodu.
 - Návrhový průtok
 - Minimální hloubka vody
 - Maximální a minimální rychlosti proudění
 - Velikost odpočinkových tůň
 - Podélný sklon
 - Výška skoků
 - Zajištění lákavého proudu

Efekt a dopady opatření

- Realizací opatření dojde ke zlepšení hydromorfologického stavu toku a nivy minimálně na stupeň B, tj. dobrý hydromorfologický stav
- Efekt opatření se projeví v příslušných parametrech dle konkrétního typu opatření
 - Podpora přirozené geomorfologie – rozliv do aktivní nivy zpomaluje odtok vody z území, umožňuje přirozený chod splavenin, vytváří vhodné podmínky pro obousměrnou migraci ryb, umožňuje obnovu přirozené biotopové struktury v korytě toku i v nivě
 - Realizace mokřadů, nivních a odstavených ramen – zvyšuje retenci rozlivného území a stanovištní rozmanitost
 - Obnova nivní vegetace – zpomaluje odtok vody z rozlivného území, zvyšuje technickou i ekologickou stabilitu území
 - Odstraňování příčných překážek na tocích – umožňuje rybí migraci a transport splavenin
 - Odstraňování bariér, které zužují aktivní inundaci – umožňuje rozliv do aktivní nivy a zpomaluje odtok vody z území
 - Rybí přechody – umožňují rybí migraci, překonání příčných překážek.
 - Splaveninové propusti – umožňují řízený transport splavenin přes příčné překážky na toku
 - Optimalizace využití údolní nivy – umožňuje obnovu přirozeného hydrického režimu

Vazba na další opatření

- Tento typ opatření se využívá samostatně obvykle v lokalitách, kde není žádoucí nebo technicky možný významný zásah do prostředí (obtížně přístupná, chráněná nebo jinak cenná území) a kde je možné menším zásahem docílit zlepšení stavu hydromorfologie
- Další možné využití je v prostorové návaznosti na další přírodě blízká protipovodňová opatření - poldry, komplexní revitalizace toků a úpravy toků v zastavěných územích. Efektem může být dosažení dobrého hydromorfologického stavu v souvislém celku.

B.1.1.3.6 Opatření kombinující typy 1 a 5 s nutností navazujících PPO

Opatření spočívá v obnově přirozené vazby koryta toku na údolní nivu, která se aktivně zapojuje do procesu transformace povodňových průtoků. Opatření lze uplatnit především v území

navazujícím na intravilán obcí, přímo do prostoru zastavěných území, ale i mimo ně. Proto je součástí opatření i ochrana nemovitostí a objektů umístěných v aktivní zóně záplavového území.

Je nezbytné posoudit, zda je v daných podmínkách, ve vazbě na zastavěné území, vhodnější a efektivnější využít tento typ opatření s individuální protipovodňovou ochranou zástavby technickými ochrannými protipovodňovými opatřeními, nebo je již dostatečné pouze opatření č. 2 se zkapacitněním průtočného profilu a urychlením odtoku z území.

Pokud koryto v řešeném úseku nesplňuje parametry odpovídající jeho přirozenému potenciálu, je kapacita koryta snížena na tzv. korytotvorný průtok a provedena rekonstrukce iniciálního tvaru trasy dle geomorfologické analýzy. V území podél toku je optimální vytvoření tzv. meandrového pásu, kde bude docházet k samovolnému vývoji koryta. V závislosti na geomorfologickém typu mohou být v prostoru nivy vytvořena nivní či odstavená ramena, která zvyšují pestrost biotopů a přispívají ke komplexnosti revitalizace území. Součástí revitalizace toku je rovněž obnova nivní vegetace, která posiluje ekologickou hodnotu území a zároveň působí příznivě na zpomalování povodňových průtoků a na stabilitu koryta i nivy. Obnova nivní vegetace by měla být realizována minimálně v prostoru vymezeného meandrového pásu.

Snížením kapacity koryta dojde ke zvýšení hladin povodňových průtoků v prostoru aktivního záplavového území a rovněž ke zvýšení úrovně hladiny podzemní vody. Pokud se zde nacházejí objekty vyžadující protipovodňovou ochranu (nemovitosti, významné komunikace, vodní zdroje apod.), měla by být navržena odpovídající protipovodňová opatření, nebo řešení, která zajistí požadovanou povodňovou ochranu. Jedná se například o:

- hrázové systémy – pro daný typ opatření je žádoucí odsadit hráze co nejdále od koryta a maximálně využít prostor pro rozliv
- ochranné zídky – jsou vhodné především pro lokální ochranu nemovitostí
- rekonstrukce mostů a propustků – zkapacitnění průtočných profilů

V případě, že vybrané objekty leží v současné době v aktivní zóně záplavového území, nebo řešené území bylo definováno jako stavbou zasažené, musí být u těchto objektů vyřešeno jejich odkoupení, směna za jiný pozemek nebo jiné alternativní opatření vyplývající z potřeb majetkoprávního vypořádání.

Důležitá upozornění pro realizaci opatření

- Opatření lze uplatňovat v místech, která to umožňují svým retenčním potenciálem (v závislosti na morfologii terénu) a využitím území
- Vyřešení majetkoprávních vztahů
- Zajištění požadovaného stupně protipovodňové ochrany objektů v prostoru aktivní inundace
- Oblast vymezená pro rozliv se stává územím se změněným hospodářským managementem. Proto je třeba upřednostnit výskyt trvalého zatravnění a na příhodných místech podpořit zalesnění. Není-li možné zcela eliminovat hospodaření na orné půdě, musí být snahou omezit plodiny erozně ohrožující (okopaniny, kukuřice). V souvislosti se způsobem využívání pozemků je nezbytné řešit náhrady případných škod vzniklých zvýšenou četností zaplavování.
- Na zemědělských pozemcích v blízkosti vodních toků bývají umístěny systematické drenážní systémy. Při návrhu revitalizačních úprav je nezbytné řešit zachování, či omezení jejich funkce.



- Zajištění nezbytné údržby objektů a porostů
- Ochrana existujících zařízení a inženýrských sítí

Základní projekční parametry

Nezbytnou součástí návrhu tohoto druhu opatření je zpracování studie odtokových poměrů – hydrotechnického posouzení současného a návrhového stavu včetně stanovení záplavových čar.

Obnova a podpora přirozené morfologie toku

- K návrhu opatření je klíčovým krokem stanovení optimálních parametrů nového koryta. Kapacita koryta by měla odpovídat návrhovému tzv. korytotvornému průtoku v závislosti na geomorfologickém typu toku $Q_k = Q_{30d}$ (meandrující toky) - Q_2 (větvicí se toky).
- Významným parametrem pro optimální vývoj koryta je rovněž vinutí toku a stanovení poměru hloubky a šířky koryta v závislosti na hydrologických charakteristikách a podélném sklonu toku
- Prostor pro samovolný vývoj toku je vymezen stanovením šířky a vinutí tzv. meandrového pásu
- Způsob případné iniciální stabilizace koryta je závislý na rychlostech proudění a splaveninovém režimu toku
- Při návrhu revitalizace toku je nezbytné zohlednit existující drenážní systémy v navazujícím území a zajistit zachování jejich funkce
- Do břehových a doprovodných porostů musí být navrhovány druhy dřevin a bylin místního původu, které svými nároky odpovídají příslušnému stanovišti (vlhkost, živiny, periodické zaplavování)

Ochranné hráze a zídky

- Při navrhování ochranných hrází jsou stanovovány základní parametry:
 - Výška hráze nad terénem
 - Délka hráze
 - Objem hráze
 - Šířka hráze v koruně
 - Sklony svahů hráze
 - Způsob opevnění
- U ochranných hrází a zídek je nutno počítat s bezpečnostním převýšením koruny hráze nad maximální návrhovou hladinou.
- V návrhu je nezbytné řešit zaústění přítoků a odvodnění za hrází.
- Musí být řešeno křížení s vedením inženýrských sítí a s komunikacemi.

Rekonstrukce mostů a propustků

- Základními návrhovými parametry jsou:
 - Kapacita průtočného profilu
 - Převýšení mostovky nad maximální návrhovou hladinou
 - Délka a šířka mostu
- Profil pod mostem by měl být navržen pokud možno s oboustranným terestrickým pásem, který umožní prostupnost i pro suchozemské živočichy

Efekt a dopady opatření

- Opatření v sobě spojuje efekty protipovodňové a revitalizační
- Zpomalováním odtoku vody z rozlivného území dochází ke snižování a pozdržení kulminací povodní níže na toku. Tím je vytvářen časový prostor pro ochranu majetku a zmírňovány následky povodňových škod. Výsledný efekt je závislý na prostorových možnostech, vodnosti toku, povodňové ohroženosti níže položených obcí, součinnosti s dalšími prvky protipovodňové ochrany a na dalších faktorech.
- Zároveň dochází ke zlepšení stavu hydromorfologie toku, k optimalizaci hydrických podmínek v revitalizovaném území a k obnově funkční vazby koryto – niva
- Souvisejícím jevem je zvýšení hladin povodňových průtoků v dotčeném úseku toku. Proto je součástí návrhu řešení protipovodňové ochrany dotčených objektů v záplavovém území.
- Nesporným přínosem je zlepšení přírodních a estetických hodnot území, vznik nových biotopů a zlepšení ekologické stability území
- Změnou hospodaření v území může dojít ke zhoršení ekonomického využívání lokality
- Změnou kultur a managementu v území, omezením intenzivního zemědělského využití přispívá ke snížení erozních procesů v území

Vazba na další opatření

- Opatření je kombinací opatření č. 1 a 5 s dalšími technickými prvky protipovodňové ochrany
- Další možné využití je v prostorové návaznosti na přírodě blízká protipovodňová opatření v intravilánech – opatření č. 2

B.1.1.3.7 Opatření na vodních nádržích

Jedná se o soubor obecných opatření, které mají za cíl zlepšení retence, bezpečnosti vodního díla a posílení ekologických funkcí. Navržená opatření jsou pouze obecného charakteru a vzhledem k rozsahu projektu nelze specifikovat konkrétní opatření pro jednotlivé vodní nádrže.

V řešeném území se nachází 53 nádrží, z těchto nádrží bylo v rámci analytické části navštíveno 15 nádrží. V tomto seznamu jsou vodní díla bezproblémová, zaniklá, ale také vodní díla, která jsou ve špatném technickém stavu či dokonce bez (kapacitního) bezpečnostního přelivu a nesplňují požadavky ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních.

B.1.1.3.8 Individuální ochrana objektů

Jedná se o zajištění protipovodňové ochrany objektů, které jsou situovány mimo hlavní zástavbu obce. Ve většině případů se jedná o samostatně stojící domy (skupiny domů), průmyslové a zemědělské objekty.

B.1.1.3.9 Hrazení bystřin

Jedná se o opatření, které je situováno do horských a podhorských oblastí, popřípadě strží, kde dochází k ohrožení intravilánu zvýšeným přísunem splavenin z povodí. Vzhledem k charakteru území tento druh opatření nebyl aplikován.



B.1.1.4 Harmonizace navržených opatření v řešeném území

V rámci návrhů preventivních protipovodňových opatření jsou v řešené vodopisné síti navrhovány jednak nové retenční nádrže a poldry, jednak úseky pro zkapacitnění vodních toků. Tyto lokality je potřebné vyhodnotit z hlediska lokalizace v území a zvolit vhodnou kombinaci řešení. V případě, že je nezbytné navrhnout taková protipovodňová opatření, která nezajistí v upravovaném úseku toku dobrý stav hydromorfologické složky vod, musí být úprava buď upravena ve svých parametrech, nebo rozšířena na takový úsek, kde bude prokázáno dosažení požadovaného stavu hydromorfologické složky vod váženým průměrem (viz hodnocení současného stavu hydromorfologie vodního toku).

B.1.1.5 Opatření v ploše povodí (kritického bodu)

Opatření v ploše jsou primárně koncipována jako ochranná, ale plní řadu různých funkcí – protipovodňovou, protierozní (snížení vodní eroze, zamezení vstupu splavenin do vodního toku a jejich dalšího transportu), ochrana před suchem, ale i ekologickou atd.).

V zájmovém území je dle POVIS **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** evidováno 5 kritických bodů. Body a jejich přispívající povodí byly v rámci analytické části revidovány a došlo k menší úpravě ploch povodí a zpřesnění průměrných sklonů povodí. Základní charakteristiky povodí, které ovlivňují povrchový odtok (modelovaný), jsou zobrazeny v tabulce č. 26 Analytické části. Povrchový odtok z povodí je závislý na několika faktorech:

- Intenzita deště,
- nasycení půdy,
- infiltrační a retenční schopnosti půdy,
- hustotě a podobě říční sítě,
- velikost, sklon a tvar povodí,
- vodní díla,
- využití území,
- členitost terénu atd.

Z výše uvedeného seznamu faktorů, které ovlivňují povrchový odtok z povodí, je patrné, že mnoho faktorů není možné ovlivnit. Jedná se o intenzitu deště, nasycení půdy, druh půdy a její charakteristiky. Stejně tak je těžké výrazně změnit hustotu říční sítě a velikost povodí. Co naopak změnit dá, je zastoupení vodních děl v povodí, využití území, členitost území a do jisté míry i sklon povodí a podobu říční sítě. Pro jednotlivé faktory, které ovlivňují povrchový odtok, jsou v kapitole níže popsána možná opatření v ploše povodí KB.

B.1.1.5.1 Členitost terénu

V první polovině 20. století byla krajina včetně zemědělských pozemků výrazně členitá. Jednotlivé pole byla rozdělena po desetiletí mezemi, remízky, příkopy, pěšinami apod. což se změnilo v 50. letech 20. století, kdy došlo k výraznému zásahu do krajiny. Násilně byly rozorány meze a prvky, které dělily jednotlivé menší pozemky. Došlo tak k vytvoření velkých ucelených lánů, které obhospodařovala zemědělská družstva.

Na obrázku níže je zobrazena historická ortofotomapa (letecké snímky z 30. let), tato mapa je dostupná na stránkách <http://lms.cuzk.cz/>. Mapový výsek zobrazuje povodí Bukoviny. Na

obrázku je patrné, že se v území nevyskytují prakticky žádné velké scelené pozemky. Pozemky jsou často obdélníkové, přičemž ne vždy jsou kratší stranou orientovány po spádnici. Linie odtoku jsou při správné orientaci pozemku po relativně krátké vzdálenosti přerušeny. Na aktuální ortofotomapě (viz Obr. 5), jsou velké scelené pozemky oseté převážně řepkou. Velkým štěstím je, že pozemky jsou orientované podélně tj ve směru údolnice a způsob obdělávání tak snižuje riziko vodní eroze. Druhým rozdílem je výraznější zalesnění prudkých svahů v současnosti, které rovněž přispívají ke zpomalení odtoku.



Obr. 4 - Letecké snímky z 30. let 20. století, zdroj: <http://lms.cuzk.cz/>



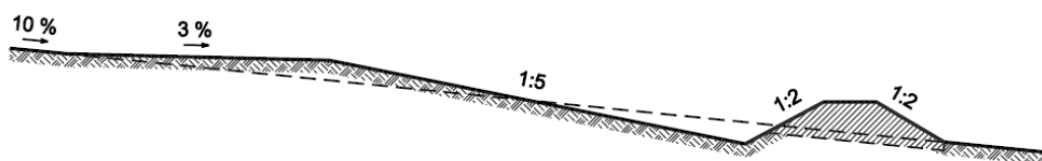
Obr. 5 - Aktuální ortofotomapa.

Členitější území má krom výše uvedených výhod i nezastupitelnou ekologickou funkci. Meze a remízky tvoří přirozená stanoviště zvěře, ptactva a dalších živočichů. Navíc jim tyto

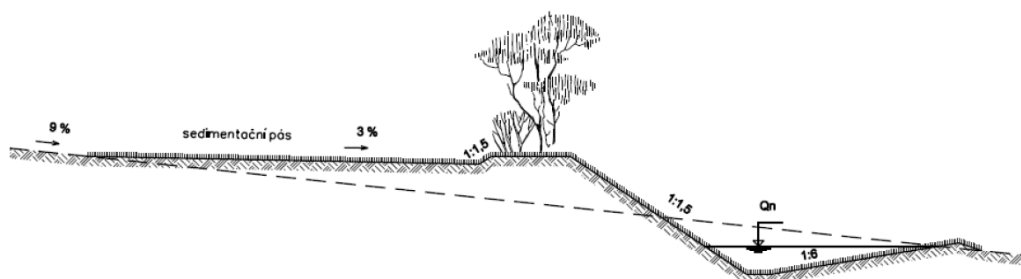
ekologicky významné plochy při vhodném rozmístění poskytují útočiště před zemědělskými stroji. Při vhodném návrhu dojde výstavbou či obnovou mezí, remízků či průlehů k doplnění základní kostry krajiny (propojení jednotlivých prvků územního systému ekologické stability - ÚSES).

B.1.1.5.2 Sklon povodí

Jedním z parametrů, který nejvíce ovlivňuje velikost povrchového odtoku je sklon povodí. Jednou z hojně využívaných metod je terasování. V České republice byly dříve k úpravě svahu pozemků využívány meze, které jednak oddělovaly jednotlivé zemědělské pozemky, ale především docházelo ke snížení sklonu obdělávaných ploch, což mělo pozitivní vliv na velikost povrchového odtoku a půdní erozi. Možná podoba ochranné hrázky (nepřejezdny průleh) či meze je zobrazena na Obr. 6 a Obr. 7.



Obr. 6 - Vzorový příčný řez ochranné hrázky (nepřejezdný průleh) **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**



Obr. 7 - Vzorový příčný řez protierozní mezí **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**



Obr. 8 - Široké terasy se zemními svahy (Nikolčice), zdroj: VÚMOP, v.v.i.

V povodí kritických bodů byly navrženy především zasakovací průlehy, které vodu jednak zadrží a dále přeruší odtokové dráhy. V místech, kde by byla realizace složitá byly průlehy nahrazeny retenčními přehrážkami, či zatravněním údolnice.

B.1.1.5.3 Vodopisná síť

Říční síť zajišťuje odvádění vody z povodí, transportuje sedimenty a má ekologicko-stabilizační funkci. Podoba říční sítě ovlivňuje rychlost odvádění vody z povodí, její infiltraci do horninového prostředí a má na vliv na průběh povodně. Obecně je žádoucí, aby vodní tok byl migračně prostupný, byl v dobrém hydromorfologickém stavu a měl tlumivý (transformační) efekt.

V povodí kritických bodů byla pozornost věnována svodným melioračním příkopům (kanálům). Jedná se zpravidla o technicky upravené, napřímené původní vodní toky s prizmatickým příčným profilem. Stejně tak je upraven i podélný profil vodního toku, čímž dochází k rychlejšímu odtoku vody říční sítí a jeho koncentraci na hranici intravilánu. Koryto kanálu je koncipováno na rychlé odvedení povodňových průtoků namísto zpomalení odtoku z povodí.

B.1.1.6 Opatření v intravilánu

Cílem těchto opatření je zvýšení míry ochrany intravilánu obcí v povodí, zejména Budiměřic, Rašovic, Vestce, Netřebic, Křince, Rožďalovic a Libáně. Pokud to dispoziční poměry a hustota okolní zástavby podél vodního toku dovolují, jsou opatření v intravilánu koncipována jako přírodě blízká. Často se však jedná o opatření technického charakteru. Zástavba velmi často navazuje na břehovou hranu koryta a není tedy možné realizovat prostorově náročnější přírodě blízká protipovodňová opatření.

Opatření jsou navrhována na základě výsledků z analytické části, jedná se především o výsledky z hydrodynamického modelu. Zpravidla se jedná o zkapacitnění objektů na toku, které omezující odtokové poměry a způsobují vzduť vody před objektem a ohrožení okolních nemovitostí. Dále se jedná o navýšení kapacity vodního toku. Pokud již není možné kapacitu koryta navýšit, je možné přistoupit k jeho ohrázení v části a to jen v části, kde jsou nemovitosti zaplaveny při průtocích s nízkou dobou opakování. Zpravidla se jedná o oblasti ohrožení pětiletou či dvacetiletou vodou. Nebo vybudování inundačních propustků, které slouží k bezpečnému převedení části povodňového průtoku od ohrožené lokality.

Pro kvantifikaci výsledného efektu jednotlivých opatření, tak i zlepšení celkové míry ochrany intravilánu města, jsou návrhy zpracovány do hydrodynamického, hydraulického či srážkoodtokového modelu. Výsledky budou zobrazeny tabulární formou či změnou záplavového území v části D.



Obr. 9 Inundační propustek.



Obr. 10 Zemní protipovodňová hráz.

B.1.2 STRUKTURA POPISU NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Jednotlivá opatření jsou rámcově popsána v kapitolách níže. Podrobně jsou jednotlivá navržená opatření popsána a zobrazena nad mapou včetně zákresu základních vlastnických práv v příloze návrhy opatření.

Číslování je děleno dle páteřních vodních toků:

LB ... Opatření na Libáňském potoce

HB ... Opatření na Hasinském potoce

B ... Opatření na Mrlině a přítocích od soutoku s Hasinským potokem dále po proudu.

KB ... Opatření v povodí kritických bodů.

Zjednodušená dokumentace jednotlivých návrhových opatření má následující strukturu:

- Textová část - B.1.SO XX, kde XX = ID opatření uvedené v listu terénního průzkumu
- Grafická část:
 - B.3 SO XX.1 - Podrobná situace navrhovaného opatření (na podkladu katastrální mapy se zákresem sítí a jiných relevantních územních limitů)
 - B.3 SO XX.2 - Podélný profil navrhovaným opatřením
 - B.3 SO XX.3 - Příčné profily navrhovaného opatření
 - B.3 SO XX.4 - Vzorový údolnicový profil (Pro území, kde je nově plánován rozliv)

Všechna navrhovaná či řešená opatření vycházejí z výsledků Analytické části. Všechna navrhovaná opatření jsou zobrazena v příloze B.3.1 Přehledná situace navrhovaných opatření.

B.1.3 PODROBNÝ POPIS NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

V analytické části byly identifikovány problémové lokality z hlediska ohrožených objektů protipovodňové ochrany, protierozní ochrany a kritických bodů.

Navržená opatření jsou členěna dle struktury uvedené v dokumentu *požadavky_141.docx* - Požadavky na projektovou dokumentaci, který je dostupný na stránkách www.povis.cz. Navržená opatření jsou uvedeny v příloze, která je součástí této dokumentace.

V kapitole B.1.4 *Obecný popis navrhovaných opatření* jsou uvedeny typy opatření, které budou aplikovány na problematické lokality, které byly popsány v listech terénního průzkumu a kapitole hydrotechnického posouzení vodních toků. Tím, že se jedná o rozdílné typy opatření, bude i specificky posuzována účinnost opatření. V této části projektu bude proveden výpočet účinnosti navrhovaných opatření, který bude prezentovat především protipovodňovou funkci opatření. Účinnost opatření je tedy prezentována především transformací povodňové vlny, snížením počtu ohrožených objektů, eliminace ohrožení v kritických bodech, objem zadržované vody atd.

Celkové vyhodnocení navržených opatření bude uvedeno v části projektu D. Vyhodnocení.



B.1.3.1 Opatření na zemědělské půdě (v ploše povodí)

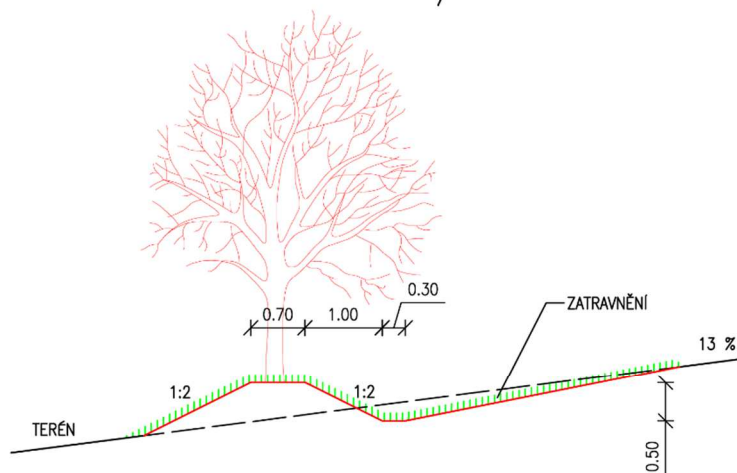
Jedná se o opatření uvedené v kapitole B.1.1.1 a B.1.1.5., která podporují zachycení srážkových vod přímo v místě svého vzniku (protipovodňová funkce a zadržení vody v krajině), zachycení erodovaného půdního horizontu. Dále slouží k podpoře větší členitosti krajiny a také toto opatření může sloužit jako úkryty pro zvěř, hlodavce a ptáky.

Jako vhodné opatření byly zvoleny průlehy, které jsou jedním z nejúčinnějších protierozních opatření. Velkou výhodou tohoto opatření je, že kromě příznivého vlivu na snížení odnosu půdních částic ze zemědělských pozemků je také značně efektivní při snižování povrchového odtoku. Zejména pak průlehy vsakovací, které mají prakticky nulový podélný sklon (jsou vedeny rovnoběžně s vrstevnicemi), a tudíž neodvádějí zachycenou vodu do vodního toku. Tento typ průlehu slouží k zachycení a postupné infiltraci povrchového odtoku. Průlehy se navrhují tak, aby pozemky i nadále byly obdělávatelné, takže zábor zemědělské půdy je minimální (pouze v případě doplnění průlehu např. travním pasem, výsadbou dřevin apod). Vsakovací průleh je v mapě značen následovně: B.1.1.1 a příslušným identifikátorem opatření, graficky je tento typ opatření zobrazen jako žlutý pruh ohraničen dvěma černými čarami. Opatření jsou následně dělena na přejezdná a nepřejezdná viz Obr. 11. Přejezdný průleh byl navržen v lokalitě s menším podélným sklonem terénu a tam, kde přejezd vyžadován.

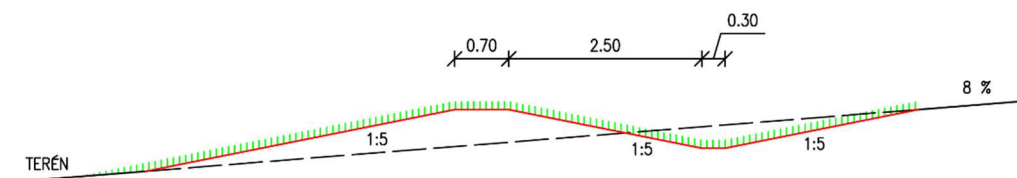
Přejezdný průleh je má maximální sklony 1:5 (ideálně až 1:10 – pro povodí s nízkým sklonem) a výška opatření je maximálně do jednoho metru.

Retenčně vsakovací průleh či mez je koncipována obdobně, ale sklony svahů jsou strmější 1:2. Tento typ opatření byl navržen tam, kde sklon terénu nedovoluje návrh přejezdného průlehu či není vyžadována bezproblémová přejezdnost nebo je výhodou menší zábor plochy. Vhodné je doplnit tento typ průlehu či meze doplnit vhodnou doprovodnou vegetací.

RETENČNÍ VSAKOVACÍ PRŮLEH / MEZE



RETENČNÍ VSAKOVACÍ PRŮLEH – PŘEJEZDNÝ



Obr. 11 - Vzorový příčný řez vsakovacího průlehu

Klíčovým parametrem pro návrh dimenze průlehů je návrhová srážka (srážkový úhrn). Průlehy se navrhují tak, aby zachytily celý objem povrchového odtoku z přispívajícího povodí, který je touto návrhovou srážkou vyvolán. Návrhem dimenzí průlehů je myšlen návrh jejich hloubky, sklonu svahů (průlehy se navrhují s trojúhelníkovým příčným profilem) a také vzdálenost jednotlivých průlehů od sebe v rámci pozemku. Hloubka průlehu je navíc zvýšena o bezpečnostní převýšení. Lze tedy říci, že vzhledem ke stanovené návrhové srážce jsou průlehy efektivní na 100%.

Průlehy jsou dimenzovány na přívalové srážky. Tyto srážky jsou krátkodobé ale intenzivní, a většinou spadnou na poměrně malé území. Délka trvání přívalové srážky bývá 1 - 2 hodiny. Srážkové úhrny pro tyto srážky byly stanoveny ve studii „Intensita krátkodobých dešťů v povodí Labe, Odry a Moravy“ (Josef Trupl, Výzkumný ústav vodohospodářský, 1958). Tato studie je také známá pod slangovým názvem „Truplovy tabulky“. Studie obsahuje v kapitole „Dešťové intenzity z jednotlivých stanic“ vyhodnocená data z 98 ombrografických stanic.

Pro účely tohoto projektu byla jako návrhová srážka stanovena srážka o délce trvání 2 hodiny s dobou opakování 20 let. Pro každou z řešených lokalit byl použit průměr ze tří ombrografických stanic:

stanice (Truplovy tabulky)	intenzita srážky (dobu opakování 20 let, délka trvání 2 hod)	
	l/s.ha	mm
Hradec Králové	47	33,8
Poděbrady	56,2	40,5
Bakov n. Jizerou	59,2	42,6
PRŮMĚR	54,1	39,0

V rámci bezpečnosti bylo uvažováno s bezpečnostním „převýšením“ či zahloubením průlehu o 0,15 m a zároveň je minimální hloubka průlehu stanovena na 0,5 m a maximální na 1 m.

Tab. 1 Navržené průlehy v ploše povodí

ID průlehu	typ průlehu	povodí průlehu (m²)	délka průlehu (m)	sklon svahů	hloubka průlehu (m)	sklon terénu (%)	šířka záboru (m)	Převládající HSP
KB1.01a	vsakovací	48 900	267	1:2, 1:5	0,8	7,3	8	B
KB1.01b	vsakovací	14 500	171	1:2, 1:5	0,6	3,8	6	B
KB1.01c	vsakovací	33 100	244	1:2, 1:5	0,7	4,4	7	B
KB1.03a	vsakovací	30 300	264	1:2, 1:5	0,65	2,8	6	B
KB1.03b	vsakovací	25 000	338	1:2, 1:5	0,55	5,5	6	B
KB1.04a	vsakovací	35 500	231	1:2, 1:5	0,75	1,8	7	B
KB1.04b	vsakovací	2 800	61	1:2, 1:5	0,5	8,8	6	B
KB1.04c	vsakovací	17 400	226	1:2, 1:5	0,55	8,9	6	B
KB1.04d	vsakovací	27 700	106	1:2, 1:5	0,95	9,4	10	B
KB1.04h	vsakovací	14 800	203	1:2, 1:5	0,55	9,1	6	B
KB1.05a	vsakovací	43 300	263	1:2, 1:5	0,75	6,5	8	B
KB1.06a	vsakovací	50 500	450	1:2, 1:5	0,65	2,9	6	B
KB1.07b	vsakovací	35 300	300	1:2, 1:5	0,65	6,4	7	B
KB1.07d	svodný	28 800	305	1:2, 1:5	0,6	7,7	7	B
KB1.07e	vsakovací	3 400	69	1:2, 1:5	0,5	12,6	7	B
KB1.07f	svodný	28 200	383	1:2, 1:5	0,55	4,6	6	B
KB1.07i	vsakovací	30 800	350	1:2, 1:5	0,6	5,3	6	B
KB1.09a	vsakovací	23 200	310	1:2, 1:5	0,55	3,3	6	B
KB1.09b	vsakovací	109 600	717	1:2, 1:5	0,75	5,5	8	B
KB1.09c	vsakovací	13 300	123	1:2, 1:5	0,65	4,9	7	B
KB1.09d	vsakovací	9 700	85	1:2, 1:5	0,65	4,5	7	B
KB1.09f	vsakovací	52 000	502	1:2, 1:5	0,65	2,9	6	B
KB1.09g	vsakovací	74 300	389	1:2, 1:5	0,8	4,3	8	B
KB1.09h	vsakovací	97 000	204	1:5, 1:5	0,9	2,6	12	B

ID průlehu	typ průlehu	povodí průlehu (m ²)	délka průlehu (m)	sklon svahů	hloubka průlehu (m)	sklon terénu (%)	šířka záboru (m)	Převládající HSP
KB1.09j	vsakovací	71 200	398	1:2, 1:5	0,8	3,8	8	B
KB1.11a	vsakovací	11 500	141	1:2, 1:5	0,6	7,5	7	B
KB1.11b	vsakovací	5 500	79	1:2, 1:5	0,55	5,2	6	B
KB1.11c	vsakovací	8 600	71	1:2, 1:5	0,65	2,7	6	B
KB1.11d	vsakovací	6 900	110	1:2, 1:5	0,5	8,0	6	B
KB1.11e	vsakovací	17 500	259	1:2, 1:5	0,55	8,4	6	B
KB1.11g	vsakovací	20 300	72	1:2, 1:6	0,95	7,7	10	B
KB1.11h	vsakovací	46 000	108	1:2, 1:5	1	7,7	10	B
KB1.11j	vsakovací	44 750	327	1:2, 1:5	0,7	6,6	7	B
KB1.11k	vsakovací	21 600	250	1:2, 1:5	0,6	5,3	6	B
KB1.13a	vsakovací	35 000	199	1:2, 1:5	0,8	5,1	8	B
KB1.13b	vsakovací	19 500	113	1:2, 1:5	0,8	5,5	8	B
KB1.14a	vsakovací	6 600	147	1:2, 1:5	0,5	6,4	6	B
KB1.16c	vsakovací	89 900	387	1:2, 1:5	0,9	5,3	9	B
KB1.16d	vsakovací	32 500	163	1:2, 1:5	0,85	7,2	9	B
KB1.16e	vsakovací	10 200	188	1:2, 1:5	0,5	6,2	6	B
KB1.17a	vsakovací	49 900	450	1:2, 1:5	0,65	8,5	7	B
KB1.17b	vsakovací	67 000	513	1:2, 1:5	0,7	5,8	7	B
KB1.18a	vsakovací	17 900	63	1:2, 1:5	0,95	4,0	9	B
KB1.19a	vsakovací	13 400	142	1:2, 1:5	0,6	5,6	6	B
KB2.01a	vsakovací	4 800	83	1:2, 1:5	0,5	7,6	6	B
KB2.01b	vsakovací	9 500	132	1:2, 1:5	0,55	6,1	6	B
KB2.01c	vsakovací	11 800	235	1:2, 1:5	0,5	7,3	6	B
KB2.01d	vsakovací	20 400	233	1:2, 1:5	0,6	5,0	6	B
KB2.02a	vsakovací	46 500	235	1:5, 1:5	0,7	5,2	11	B
KB2.03a	vsakovací	91 500	157	1:5, 1:5	1	2,1	13	B
KB2.04a	vsakovací	40 900	229	1:2, 1:5	0,8	3,8	8	B

Ve dvou případech (KB1.07d a KB1.07f) se jedná spíše o svodný průleh doplňující současnou mez (terasu), který neškodně odvede vodu do zatravněné údolnice. V tomto případě je vhodné do příčného profilu zapracovat příčné přehrážky, které zpomalí odtok vody a dojde rovněž alespoň k částečnému zachycení vody v ploše povodí jako je tomu u zasakovacích průlehů.

V některých případech bylo přistoupeno k návrhu zatravnění exponovaných ploch. Zpravidla se jedná o údolnice či o místo, kde se soustředí odtok (za svodným příkopem). Někdy byl

navržen pouze zatravněný přerušovací pás sloužící ke zpomalení odtoku (okraj pole). Předpoklad šířky zatravnění je 10 m.

Dva půdní bloky byly navrženy k celkovému zatravnění a zalesnění pro vysokou erozi (KB1.). I v LPISu je u nich toto doporučeno. Zalesnění byla dána přednost půdnímu bloku na levém břehu nádrže Ryba, jakožto její ochrana před erozním smyvem, větrem i sluncem. V povodí Bukoviny by se daly zatravnit četné pozemky ohrožené vodní erozí, ale prozatím byla u nich ponechána možnost zemědělského hospodaření s ochranným opatřením formou zasakovacích průlehů. Průlehy zabrání erozi přerušením odtokové dráhy a zároveň zadrží vodu plošně v krajině v horní části povodí.

Tab. 2 - Přehled navržených zatravnění a zalesnění

ID opatření	Název opatření	Plocha opatření (m ²)
KB1.07a	Zatravněvací pás nad okrajem pozemku	2400
KB1.11o	Zatravněvací pás nad okrajem pozemku	287
KB1.11n	Zatravněvací pás nad okrajem pozemku	274
KB1.16b	Zatravnění přirozené údolnice	2001
KB1.16a	Zatravnění přirozené údolnice	1593
KB1.07g	Zatravnění přirozené údolnice	1026
KB1.07c	Zatravnění přirozené údolnice	546
KB1.04f	Zatravnění přirozené údolnice	1598
KB1.04g	Zatravnění přirozené údolnice	330
KB1.09e	Zatravnění přirozené údolnice	2924
KB1.11f	Zatravnění přirozené údolnice	672
KB1.11i	Zatravnění přirozené údolnice	1234
KB1.07h	Ochranné zatravnění pozemku	13850
KB1.08a	Ochranné zalesnění pozemku	30056
KB1.11l	Ochranné zalesnění pozemku	3336

V menší míře byly kromě průlehů navrženy retenční přehrážky pro zadržení a zpomalení soustředěného odtoku a to v místech, kde by průleh kapacitně nestačil nebo bylo třeba vytvořit hrázku o různé výšce z důvodu jejího umístění v údolnici. Zpravidla jde o místa na koncích polí nebo na lesních či zatravněných pozemcích pod okrajem pole. Výjimku tvoří přehrážka v KB3 02b, která leží v údolnici nad polem, jež by měla částečně zadržet a zachytit odtok z celého povodí nad ní. Výše se nachází Sedlatého rybník, ale u něj se s retencí nepočítá. Druhou přehrážkou je KB4.04a, ale ta na rozdíl od předchozí leží na definovaném vodním toku, tudíž musí být osazena potrubím pro průtok vody. Přehrážky se vytvoří obdobně jako průlehy, tj. urovnáním místní zeminy v předpokládané zátopě. U hrázky bude v nejnižším místě terénu proveden přeliv formou lichoběžníkového snížení a zpevnění kamenným pohozem až za patu vzdušního líce. Odtoková dráha do recipientu musí být zatravněna nebo je zde už stávající koryto občasného toku.

Tab. 3 – Retenční přehrážky.

ID opatření	Název opatření	Výška přehrážky (m)	Délka přehrážky (m)	Zadržený objem (m ³)
KB1.04e	Retenční přehrážka	1,75	10	61
KB1.09i	Retenční přehrážka	1	67	220
KB1.16f	Retenční přehrážka	1,8	33	250
KB1.16g	Retenční přehrážka	0,85	39	72
KB2.05a	Retenční přehrážka	1,8	23	293
KB2.05b	Retenční přehrážka	1,5	9	69
KB3.02b	Retenční přehrážka	1,8	66	1192

ID opatření	Název opatření	Výška přehrážky (m)	Délka přehrážky (m)	Zadržný objem (m³)
KB4.04a	Retenční přehrážka	2,4	52	1216

V povodí kritických bodů 3 a 4 a rovněž na svazích Libáňského potoka se nachází řada svodných melioračních příkopů, které urychlují odtok vody z krajiny. Tyto příkopy v některých lokalitách nahradili původní vinoucí se vodní toky (KB 4). V tomto případě se jedná o zemědělsky využívanou krajinu, jež byla i plošně odvodněna. Příkopy je vhodné upravit příčnými polopropustnými přehrážkami, jež vytvoří kaskádu drobných zdrží a zpomalí tak odtok a podpoří vsakování.

Tab. 4 – Rekonstrukce příkopů

ID opatření	Název opatření	Délka opatření (m)
KB4.05a	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	318
LB.03a	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	577
KB3.01a	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	669
LB.03c	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	244
LB.03b	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	265
LB.03d	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	241
KB4.01b	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	510
KB4.01d	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	467
KB4.01e	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	748
KB4.01a	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	113
KB4.01c	Úprava svodného příkopu vložení příčných prvků	287

B.1.3.2 Revitalizace vodních toků

Vodní toky v řešeném území jsou převážně ve stupni hydromorfologické kvality D (Poškozený) a to z důvodu homogenní morfologie trasy a koryta. Toky v povodí jsou převážně upraveny, koryta vodních toků jsou napřímené, zahloubené a oboustranně ohrázené, což je odůvodnitelné v intravilánu, kde vodní tok protéká v těsné blízkosti zástavby a je kladen velký důraz na protipovodňovou ochranu.

B.1.3.2.1 Libáňský potok

V úseku Zliv - Křešice je navržena revitalizace Libáňského potoka. Jedná se o úsek ležící buď v extravilánu nebo v plánované zátopě poldru či v místech, kde se plánuje přeložka silnice (obchvat Zlivi). K revitalizaci byly přidruženy i koncové části přítoků a melioračních kanálů, které leží v údolní nivě. Vzhledem ke stávajícímu zkapacitnění koryta vodního toku je tato revitalizace zařazena mezi PBPO.

B.1.3.2.2 Bukovina

Druhým vodním tokem, který je navržen k revitalizaci je Bukovina ve své horní části, kde vodní tok protéká zatravněnou nivou a je zbytečně napřímen. Koryto je navrženo rozvolnit v šířce údolní nivy.



B.1.3.2.3 Mrlina

Vodní tok Mrliny je navržen k revitalizaci celkem v 12,5 km. Návrh revitalizace je rozdělen na úseky respektující vzhledem ke sklonu údolnice, využití území (intravilán, trvalé travní pozemky, zemědělská krajina), šířky meandrového pásu ve vazbě na příslušný geomorfologický typ. Návrh revitalizace toku využívá pozůstatky zaniklých ramen toku, které jsou patrné při bližším přezkoumání modelu terénu.

Podrobný popis jednotlivých revitalizací je uveden u navrhovaného konkrétního opatření.

Tab. 5 Přehled navržených revitalizací.

ID opatření	Tok	ř.km	Kód KÚ	Plocha opatření [m ²]
LB.01a, LB.02a (PBPO)	Libáňský potok	2,525 až 7,157	736649 736457 793281	301 362
KB1.10a	Bukovina	4,413 až 5,093	691801	12 870
B.SO.1.6	Revitalizace Mrliny v Rašovicích	4,500 až 6,650	651184 615412 615404 739545	516 000
B.SO.3.1	Revitalizace Mrliny pod Vestcem	7,350 až 10,300	781011 739545 704016	885 000
B.SO.7.3	Revitalizace Mrliny nad Křincem	14,200 až 17,370	676292 676306 679771 706841 742660	855 900
B.SO.7.2	Revitalizace Mrliny pod Rožďalovicemi	17,370 až 19,560	679771 742660 742686 742694	919 800
B.SO.7.1	Revitalizace Mrliny nad Rožďalovicemi	19,560 až 21,560	742678 742686	400 000

B.1.3.3 Přírodě blízká protipovodňová opatření (PBPO)

Tam, kde byly vhodné prostorové možnosti, byly primárně aplikovány přírodě blízká protipovodňová opatření, která zajistí dostatečný stupeň protipovodňové ochrany a zároveň jsou příznivá pro zachování přirozených procesů v krajině (obnova přirozené morfologie vodního toku, včetně zachování migrační prostupnosti a chodu splavenin atd.).

S ohledem na komplikované prostorové uspořádání, však bylo možné aplikovat tento typ opatření v řešeném území pouze v Rožďalovicích a to také při vysoce omezených prostorových možnostech. V rámci PBPO v zájmovém území byla navržena opatření typu 6, revitalizace v intravilánu s odsazeným hrázovým systémem. Z hlediska dalšího projednání tato opatření byla rozdělena na samostatné stavební objekty revitalizace toku a hrázové systémy, které lze řešit odděleně.

Zastavěné území města Libáň je ohroženo Libáňským potokem. Rozliv toku Mrliny při Q_{100} ohrožuje obce Budiměřice, Rašovice, Vestec, Křinec a Rožďalovice. Křinec je dále ohrožen rozlivem Q_{20} Křinecké Blatnice, Netřebice a Úmylsovice rozlivem Q_{100} Velenického potoka.

B.1.3.3.1 Bukovina

PBPO bylo dále navrženo pod Libání mimo intravilán, kde je trasa vodního toku zbytečně napřímena a dno je zahlobbeno. Dvě retenční nádrže v povodí Bukoviny (KB1) sem nebyly zařazeny, neboť se jedná o úzká údolí stržového charakteru, kde nelze revitalizaci vodního toku v zátopě provést.

B.1.3.3.2 Hasinský potok

Hasinský potok je od soutoku s Libáňským potokem přirozeně meandrujícím tokem až na zavzdutí celého úseku téměř až po ústí Mrliny. Úsek vzdouvá stupeň, který napájí původním odpadním náhonem rybník u Bučického mlýna. Stupeň je považován za nepovolenou stavbu pobřežníka a je navržen k odstranění. Tím bude obnoveno přirozené proudění meandrujícím korytem. Bezpečné odvedení vod od Zlivského a Kněžských rybníků se předpokládá formou mělkého suchého koryta.

Tab. 6 - Přehled navržených přírodních blízkých protipovodňových opatření.

ID opatření	Popis úpravy	Kód KÚ
LB.01a, LB.02a (PBPO)	PBPO v nezastavěné části území od Zlivi po Křešice	736649, 736457, 793281
HS.01a	Odstranění stupně u Bučického mlýna	742678
KB4.05a	Bezpečné odvedení vod přes Zliv	793281
KB5.03a	Bezpečné odvedení vod od Kněžských rybníků	637483
B.SO.1.6 a B.SO.1.5 a B.SO.11	Protipovodňové hráze – Mrlina Rašovice v kombinaci s opatřením Protipovodňové hráze – Blatnice a Revitalizací toku Mrliny ř.km 4,500 – 6,650	651184, 615412, 615404, 739545, 671266
B.SO.7.3 a B.SO.5.3	Protipovodňové hráze – Mrlina Křinec v kombinaci s Revitalizací toku Mrliny ř.km 14,200 – 17,370	676292, 676306, 679771, 706841, 742660
B.SO.7.2 a B.SO.6.1.1	Protipovodňové hráze – Mrlina Rožďalovice v kombinaci s Revitalizací toku Mrliny ř.km 17,370 – 19,560.	679771, 742660, 742686, 742694
B.SO.7.1 a B.SO.6.1.2	Revitalizace toku Mrliny ř.km 19,560 – 21,560 v kombinaci s Revitalizací toku Mrliny ř.km 19,560 – 21,560	742678, 742686

B.1.3.4 Retenční nádrže

Povodně ohrožující město Libáň, způsobuje Libáňský potok, který nabývá na síle soutokem s Bystřicí nad obcí Sedliště a dále Bukovinou pod touto obcí. Vzhledem k tomu, že zájmové území bylo vymezeno od povodí Bukoviny níže, nebyly v horní části povodí hledány vhodné profily a průzkum se soustředil hlavně na povodí Bukoviny kritického bodu 1 (KB1).

V rámci analytické části byly vytipovány 2 lokality v KB1, které se jeví jako vhodné z pohledu zadržení vody v krajině a především pro snížení kulminace povodňových průtoků. Tyto lokality jsou v rámci této kapitoly návrhové části prověřeny z hlediska efektivity a smysluplnosti realizace opatření. Aby bylo možné vyhodnotit základní efektivitu navržených opatření, byl pro jejich povodí zpracován srážkoodtokový model, jak je popsáno v kapitole A.1.7 stanovení odtokových poměrů zprávy A. Analytická část. Vypočtená hydrologická data budou použita pro posouzení efektivnosti navržených opatření.

Do navrhovaných opatření jsou zahrnuty suché poldry Mlýnec, Nepokoj pro které jsou zpracovány samostatné dokumentace viz kap. Použitá literatura. Jejich efektivita na PPO bude řešena v rámci kapitoly D. Vyhodnocení. .

Tab. 7 - Seznam navržených retenčních nádrží

ID opatření	Název opatření	Kóta dna	Kóta koruny hráze	Kóta koruny bezp. přelivu	Výška hráze	Maximální objem nádrže	Maximální zátopa	Délka hráze
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m³]	[m²]	[m]
KB1.12a	Retenční suchá nádrž	298,80	309,50	308,50	10,7	33 392	11 861	60
KB1.15a	Retenční suchá nádrž	295,30	304,50	303,50	9,2	27 896	8 121	42

B.1.3.5 Zajištění bezpečnosti vodního díla

V zájmovém území se nachází množství malých vodních nádrží, které nesplňují požadavky platných norem, jedná se především o ČSN 75 2410 – Malé vodní nádrže a ČSN 75 2935 - Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních. Častým problémem je technický stav vodních nádrží, především hrázového tělesa a absence či nízká kapacita bezpečnostního přelivu. Proto v rámci návrhu opatření je vypracován návrh opatření tak, aby vyhovovala požadavkům bezpečnosti při povodních. Návrhy jsou řešeny doporučeními, kterými by se měl následně projektant věnovat při zpracování navazujících stupňů projektových dokumentací.

Tab. 8 - Seznam vodních děl vybraných pro zajištění bezpečnosti.

ID opatření	Název opatření	Tok
KB4.02a, KB4.02b	Rekonstrukce a odbahnění rybníka Vražda	bezejmenný přítok (IDVT 10178105)
KB4.03a, KB4.03b	Rekonstrukce a odbahnění rybníka Švastalík	bezejmenný přítok (IDVT 10178104)
KB5.01a, KB5.01b, KB5.02a, KB5.02b, KB5.03b	Rekonstrukce a odbahnění Kněžských rybníků	Kněžský potok (IDVT 10178123)
B.SO.16	Bezpečnostní přeliv Bučický rybník	Mrlina (IDVT 10178127)
B.SO.17	Poškozený odpad bezpečnostního přelivu rybníku Vražda	Záhornický potok (IDVT 10178321)

B.1.3.6 Nové vodní nádrže

V zájmovém území nebyly navrženy nové vodní nádrže se stálou vodní hladinou. Doporučuje se však zvážit změnu návrhu suchých retenčních nádrží na polosuché vzhledem k problematice sucha. Vzhledem k charakteru profilů, ve kterých se navržená VD nachází, tj. úzká hluboká údolí, by samotná hráz se sdruženým objektem působily příliš masivně. Proto se doporučuje v dalším stupni PD technické řešení upravit tak, aby zde mohlo být stálé nadržení v hloubce od

tří do pěti metrů. Zadržet vodu je vhodné i z důvodu umístění nádrží v horní části povodí pro sanaci průtoků v málo vodném období.

B.1.3.7 Hrázové systémy

V ohrožených lokalitách, kde nebylo možné navrhnout přírodě blízké typy ochrany nemovitostí, bylo přistoupeno k návrhu technické ochrany například ve formě ochranné zdi, rozšíření koryta, zkapacitnění mostu atd. Seznam navržených technických opatření je uveden v tabulce níže. Řešení hrázových systémů je sdruženo dle ochrany jednotlivých obcí po územních celcích jako jeden stavební objekt, který je v rámci jednotlivých karet rozdělen na dílčí stavební objekty pro jednotlivé hráze. Např. Hrázový systém ve Vestci obsahuje členění na 4 hráze, které musí být realizovány jako jeden celek z hlediska komplexnosti jejich funkčnosti.

Tab. 9 - Seznam navržených technických opatření

ID opatření	Popis úpravy	Návrhová kapacita Q_N	Kód KÚ
B.SO.1.1	Protipovodňové hráze – Mrlina Budiměřice	Mrlina Q_{100}	615404
B.SO.1.5	Protipovodňové hráze – Mrlina Rašovice	Mrlina Q_{100}	739545, 651184
B.SO.1.4	Opatření v ploše povodí, snížení hrází – Mrlina ř.km 7	Mrlina Q_{100}	739545, 651184
B.SO.2	Protipovodňové hráze – Mrlina Vestec	Mrlina Q_{100}	781011
B.SO.4	Hrázový systém nad Vestcem	Mrlina $Q_5 - Q_{20}$	781011, 676306, 676292
B.SO.5.3	Protipovodňové hráze – Mrlina Křinec	Mrlina Q_{100}	676306, 676292
B.SO.13	Protipovodňová opatření – Křinecká Blatnice, Křinec	Křinecká Blatnice Q_{100}	676292
B.SO.6.1	Protipovodňové hráze – Mrlina Rožďalovice	Mrlina Q_{100}	742686, 742678, 742694
B.SO.11	Protipovodňové hráze – Blatnice	Mrlina Q_{100}	671266, 739545
B.SO.1.3	Průleh - Mrlina Šlotava	Mrlina Q_{100}	651184, 615412

B.1.3.8 Štěrkové přehrážky

Nadměrný chod splavenin, který by vyžadoval opatření tohoto typu, nebyl identifikován, a proto nebylo přistoupeno k návrhu takového opatření.

B.1.3.9 Souhrnný seznam navržených opatření

V tabulce níže je uveden seznam všech navržených opatření a jejich zkrácený popis.

Tab. 10 Seznam všech navržených opatření.

ID	typ opatření	ID opatření	Popis
1	B.1.1.1	KB1.01a	průleh
2	B.1.1.1	KB1.01b	průleh
3	B.1.1.1	KB1.01c	průleh
4	B.1.1.1	KB1.03a	průleh



ID	typ opatření	ID opatření	Popis
5	B.1.1.1	KB1.03b	průleh
6	B.1.1.1	KB1.04a	průleh
7	B.1.1.1	KB1.04b	průleh
8	B.1.1.1	KB1.04c	průleh
9	B.1.1.1	KB1.04d	průleh
10	B.1.1.1	KB1.04e	retenční přehrážka
11	B.1.1.1	KB1.04f	zatravnění údolnice
12	B.1.1.1	KB1.04g	zatravnění údolnice
13	B.1.1.1	KB1.04h	průleh
14	B.1.1.1	KB1.05a	průleh
15	B.1.1.1	KB1.06a	průleh
16	B.1.1.1	KB1.07a	travnatý pás
17	B.1.1.1	KB1.07b	průleh
18	B.1.1.1	KB1.07c	zatravnění údolnice
19	B.1.1.1	KB1.07d	průleh
20	B.1.1.1	KB1.07e	průleh
21	B.1.1.1	KB1.07f	průleh
22	B.1.1.1	KB1.07g	zatravnění údolnice
23	B.1.1.1	KB1.07h	ochranné zatravnění pozemku
24	B.1.1.1	KB1.07i	průleh
25	B.1.1.1	KB1.08a	ochranné zalesnění pozemku
26	B.1.1.1	KB1.09a	průleh
27	B.1.1.1	KB1.09b	průleh
28	B.1.1.1	KB1.09c	průleh
29	B.1.1.1	KB1.09d	průleh
30	B.1.1.1	KB1.09e	zatravnění údolnice
31	B.1.1.1	KB1.09f	průleh
32	B.1.1.1	KB1.09g	průleh
33	B.1.1.1	KB1.09h	průleh
34	B.1.1.1	KB1.09i	retenční přehrážka
35	B.1.1.1	KB1.09j	průleh
36	B.1.1.1	KB1.11a	průleh
37	B.1.1.1	KB1.11b	průleh
38	B.1.1.1	KB1.11c	průleh
39	B.1.1.1	KB1.11d	průleh
40	B.1.1.1	KB1.11e	průleh
41	B.1.1.1	KB1.11f	zatravnění údolnice
42	B.1.1.1	KB1.11g	průleh
43	B.1.1.1	KB1.11h	průleh
44	B.1.1.1	KB1.11i	zatravnění údolnice
45	B.1.1.1	KB1.11j	průleh

ID	typ opatření	ID opatření	Popis
46	B.1.1.1	KB1.11k	průleh
47	B.1.1.1	KB1.11l	ochranné zalesnění
48	B.1.1.1	KB1.11n	travnatý pás
49	B.1.1.1	KB1.11o	travnatý pás
50	B.1.1.1	KB1.13a	průleh
51	B.1.1.1	KB1.13b	průleh
52	B.1.1.1	KB1.14a	průleh
53	B.1.1.1	KB1.16a	zatravnění údolnice
54	B.1.1.1	KB1.16b	zatravnění údolnice
55	B.1.1.1	KB1.16c	průleh
56	B.1.1.1	KB1.16d	průleh
57	B.1.1.1	KB1.16e	průleh
58	B.1.1.1	KB1.16f	retenční přehrážka
59	B.1.1.1	KB1.16g	retenční přehrážka
60	B.1.1.1	KB1.17a	průleh
61	B.1.1.1	KB1.17b	průleh
62	B.1.1.1	KB1.18a	průleh
63	B.1.1.1	KB1.19a	průleh
64	B.1.1.1	KB2.01a	průleh
65	B.1.1.1	KB2.01b	průleh
66	B.1.1.1	KB2.01c	průleh
67	B.1.1.1	KB2.01d	průleh
68	B.1.1.1	KB2.02a	průleh
69	B.1.1.1	KB2.03a	průleh
70	B.1.1.1	KB2.04a	průleh
71	B.1.1.1	KB2.05a	retenční přehrážka
72	B.1.1.1	KB2.05b	retenční přehrážka
73	B.1.1.1	KB3.02a	průleh
74	B.1.1.1	KB3.02b	retenční přehrážka
75	B.1.1.1	KB4.04a	retenční přehrážka
76	B.1.1.3.1	KB1.10a	revitalizace
77	B.1.1.3.1	KB5.03a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
78	B.1.1.3.1	LB.01a	PBPO mimo intravilán
79	B.1.1.3.1	LB.02a	PBPO mimo intravilán
80	B.1.1.3.2	KB4.05a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
81	B.1.1.3.3	KB1.12a	retenční nádrž bez revitalizace toku v zátopě
82	B.1.1.3.3	KB1.15a	retenční nádrž bez revitalizace toku v zátopě
83	B.1.1.3.7	KB2.05a	vyčištění zarostlého koryta
84	B.1.1.3.7	KB3.03a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
85	B.1.1.3.7	KB4.02a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
86	B.1.1.3.7	KB4.02b	rekonstrukce nádrže



ID	typ opatření	ID opatření	Popis
87	B.1.1.3.7	KB4.03a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
88	B.1.1.3.7	KB4.03b	rekonstrukce nádrže
89	B.1.1.3.7	KB5.01a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
90	B.1.1.3.7	KB5.01b	rekonstrukce nádrže
91	B.1.1.3.7	KB5.02a	odpadní koryto bezpečnostního přelivu
92	B.1.1.3.7	KB5.02b	rekonstrukce nádrže
93	B.1.1.3.7	KB5.03b	rekonstrukce nádrže
94	B.1.1.5	KB3.01a	rekonstrukce koryta
95	B.1.1.5	KB4.01a	rekonstrukce koryta
96	B.1.1.5	KB4.01b	rekonstrukce koryta
97	B.1.1.5	KB4.01c	rekonstrukce koryta
98	B.1.1.5	KB4.01d	rekonstrukce koryta
99	B.1.1.5	KB4.01e	rekonstrukce koryta
100	B.1.1.5	LB.03a	rekonstrukce koryta
101	B.1.1.5	LB.03b	rekonstrukce koryta
102	B.1.1.5	LB.03c	rekonstrukce koryta
103	B.1.1.5	LB.03d	rekonstrukce koryta
104	B.1.1.6	HS.01a	odstranění příčné překážky
105	B.1.1.6	KB1.02a	zkapacitnění mostu
106	B.1.1.6	LB.04a	rekonstrukce jezu
107	B.1.1.6	LB.04b	zkapacitnění koryta a mostu
108	B.1.1.6	LB.04c	ochranné zídky
109	B.1.1.6	LB.04d	ochranné zídky
110	B.1.1.6	LB.04e	zvýšení komunikace
111	B.1.1.6	LB.05a	rekonstrukce stavidla
112	B.1.1.1	SO.1.1	protipovodňové hráze
113	B.1.1.1	SO.1.2	průleh
114	B.1.1.1	SO.1.3	protipovodňová hráz
115	B.1.1.1	SO.1.4	snížení hrází
116	B.1.1.1	SO.1.5	protipovodňové hráze
117	B.1.1.3.1	SO.1.6	revitalizace toku
118	B.1.1.1	SO.2	protipovodňové hráze
119	B.1.1.3.1	SO.3.1	revitalizace toku
120	B.1.1.1	SO.4.1	oprava protipovodňové hráze
121	B.1.1.3.2	SO 5.1 a SO.5.2	zkapacitnění mostních profilů
122	B.1.1.1	SO.5.3	protipovodňové hráze
123	B.1.1.1	SO.6.1	protipovodňové hráze
124	B.1.1.3.1	SO.7.1	revitalizace toku
125	B.1.1.3.1	SO.7.2	revitalizace toku
126	B.1.1.3.1	SO.7.3	revitalizace toku

ID	typ opatření	ID opatření	Popis
127	B.1.1.1	SO.10.	protipovodňové hráze
128	B.1.1.1	SO.11.	protipovodňové hráze
129	B.1.1.1	SO.12.	protipovodňové hráze
130	B.1.1.1	SO.12.4.	protipovodňová hráz
131	B.1.1.1	SO.13.	protipovodňové hráze

B.1.4 VÝROBNÍ VÝBORY A PREZENTACE

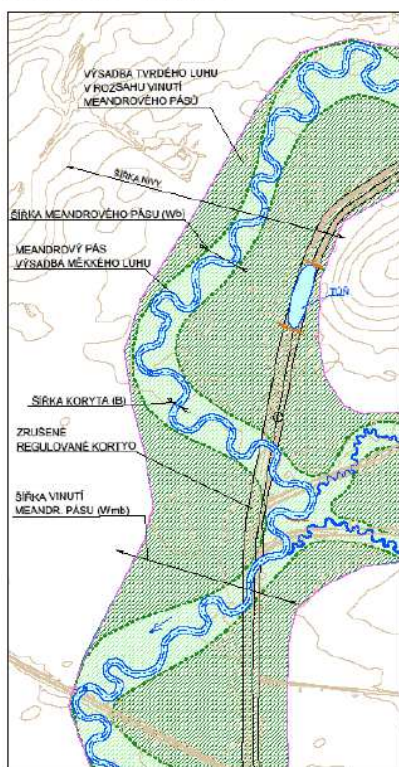
V průběhu zpracování návrhové části proběhl jeden výrobní výbor, kde byly prezentovány navrhovaná opatření. **Jednání proběhlo dne 30.10. 2018.**

B.1.5 GRAFICKÉ PŘÍLOHY

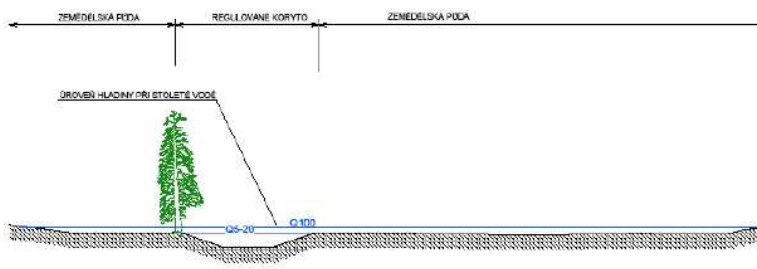
V rámci uvedené kapitoly jsou pro jednotlivá přírodně blízká protipovodňová opatření doloženy vzorové situace, které jsou součástí OPŽP Katalog listů opatření podoblasti podpory 1.3.2.

- Typ opatření 1. PBPO v nezastavěném území snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení objemů rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků
- Opatření typu 2. Subtyp 2.1 - Složený profil s plně rozvinutým potenciálním GMF typem
- Opatření typu 2. Subtyp 2.2 - Složený profil s nedokončeným vývojem potenciálního GMF typu
- Opatření typu 2. Subtyp 2.3 - Složený profil s náhradním potenciálním GMF typem
- Opatření typu 3. PBPO transformací povodňové vlny v poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži
- Opatření typu 4. Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku (např. v parcích a zastavěných oblastech, náhony)
- Opatření typu 5. Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv
- Opatření typu 6. Opatření typu 1. a 5. s nutností navazujících PPO (ohrázování zastavěných území v dosahu vzdutí vody v nivě, zkapacitnění profilů mostů aj.)

NOVÝ STAV - SITUACE

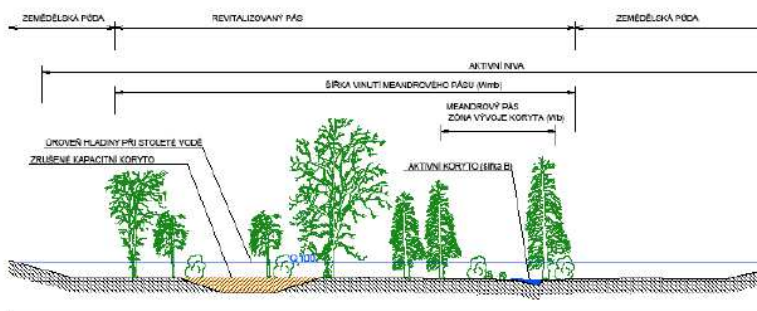


PŮVODNÍ STAV - PROFIL S REGULOVANÝM KORYTEM V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ REGULOVANÉ KORYTO Q5-20



NOVÝ STAV - PROFIL S PLNĚ ROZVINUTÝM GMF TYPEM

MEANDROVÁNÍ - STAV PO REVITALIZACI

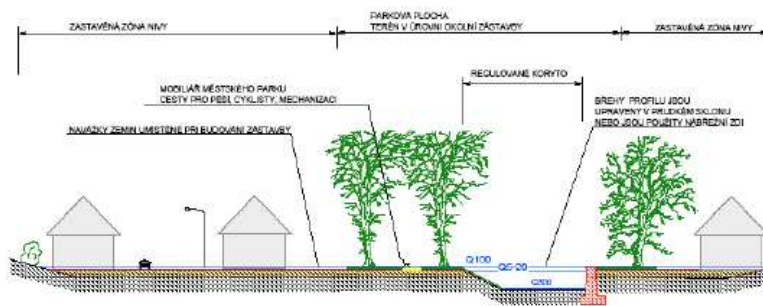


Obr. 12 - Typ opatření 1. PBPO v nezastavěném území snížením kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení objemů rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků.

NOVÝ STAV - SITUACE



REGULOVANÉ NEBO UMĚLE VYTVOŘENÉ KORYTO

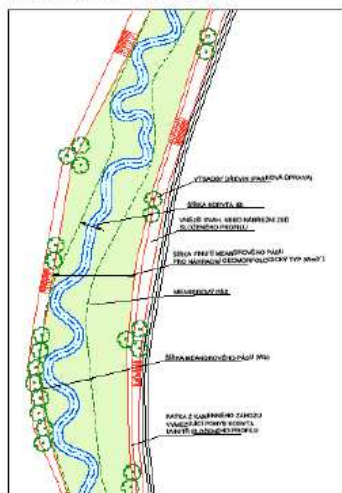


The diagram illustrates a landscape design cross-section with the following labeled components:

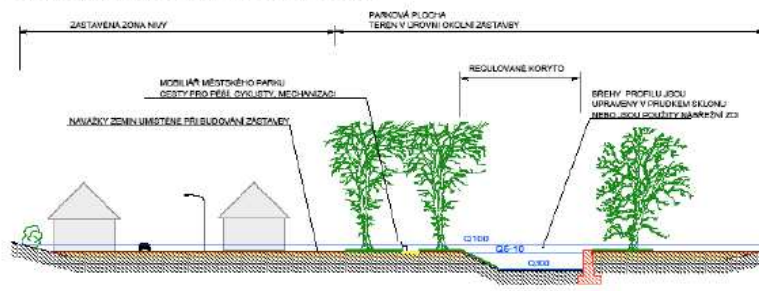
- ZASTAVĚNÁ ZONA NIVY**: Building level zone.
- PARKOVÁ PLOCHA SE SNÍŽENÍM TERÉNU NA ÚROVŇ NIVY TOU**: Parking area with terrain lowered to the level of the road.
- ZASTAVĚNÁ ZONA NIVY**: Building level zone (repeated on the right).
- ÚROVŇ HLADINY PŘI STOLETÉ VODĚ**: Water level at 100-year flood.
- MOBILNÍ MÍSTNĚHO PÁRŮÍ ČISTÝ PRO PŘÍSL. CYKLISTY, MECHANIZACI**: Mobile local pair for cyclists and machinery.
- PATKA Z KAMENNÉHO ŽÁROZU VÝMĚNÍK POČTY SOUVISLA UVNITŘ SLOŽENÉHO PROFILU**: Stone fire pit, part of the internal structure of the composite profile.
- HNANÝ ZEMIN UMÍSTĚNÍ PŘI BUDOVÁNÍ ZASTAVBY**: Directed earth placement during building construction.
- PROSTOR VVNITŘNÍHO PÁRŮÍ (PÁRŮÍ PRO STANOVENÍ GEOMORFOLOGICKÝCH TYPŮ (W8))**: Internal space (space for geomorphological type setting (W8)).
- HNANÝ ZEMIN KAS PRO STANOVENÍ GEOMORFOLOGICKÝCH TYPŮ (W8)**: Directed earth for geomorphological type setting (W8).
- PROFILY JEDNÉ UPRAVDY TAKARY BVL REKULTIVOVANÝ PRŮSTŘEH PŘÍSTĚP**: Profile of one unit of the reclaimed area (BVL) and the approach area.
- BERNÝ JEDNÝ VNITŘNÍ (ANO PÁRŮÍ PLOCHY VNITŘNÍ (P8))**: Bern unit internal (internal area (P8)).

typem.

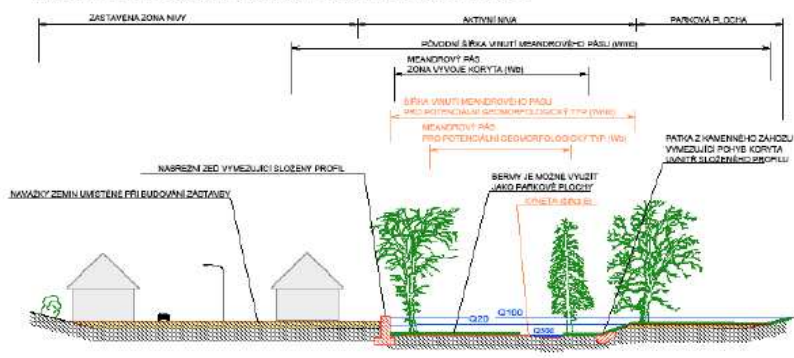
SUBTYP 2.2
NOVÝ STAV - SITUACE



PŮVODNÍ STAV - REGULOVANÉ KORYTO V PARKOVÉM PROSTORU SÍDLA
REGULOVANÉ NEBO UMĚLE VYTVOŘENÉ KORYTO

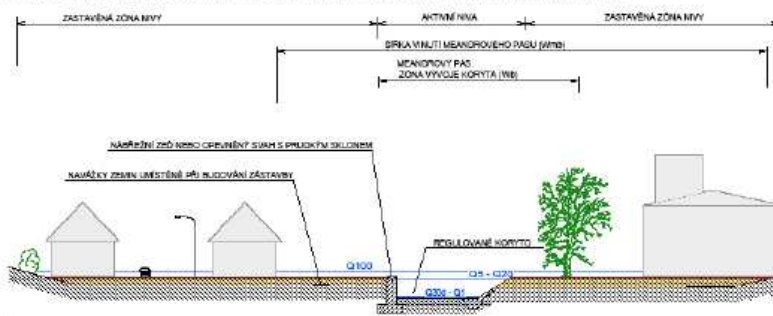


NOVÝ STAV - SLOŽENÝ PROFIL
S NEDOKONČENÝM VÝVOJEM POTENCIÁLNÍHO GMF TYPU
MEANDROVÁNÍ - ZÁSTAVBA OMEZUJE VINUTÍ MEANDROVÉHO PÁSU

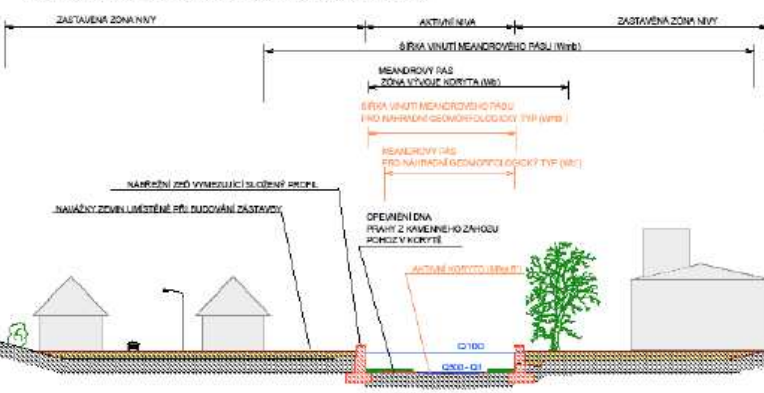


Obr. 14 - Opatření typu 2. Subtyp 2.2 - Složený profil s nedokončeným vývojem potenciálního GMF typu.

PŮVODNÍ STAV - REGULOVANÉ KORYTO V ZÁSTAVBĚ

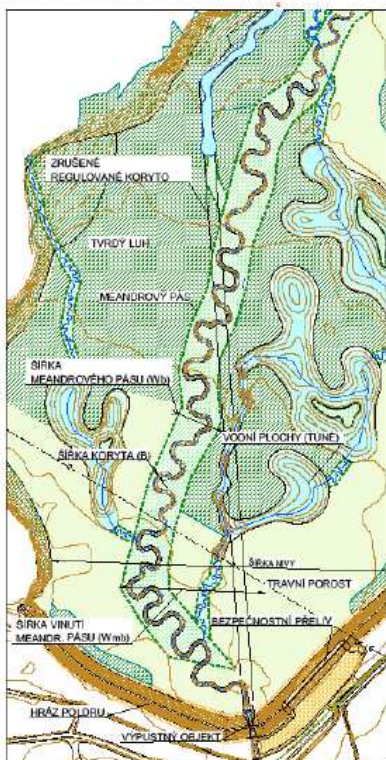


**PŮVODNÍ TYP MEANDROVÁNÍ - ZÁSTAVBA OMEZUJE VINUTÍ MEANDROVÉHO PÁSU
NÁHRADNÍ TYP DIVOČENÍ ŠTĚRKONOSNÉHO KORYTA**

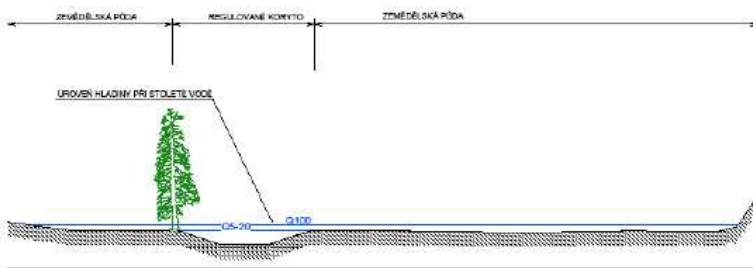


Obr. 15 - Opatření typu 2. Subtyp 2.3 - Složený profil s náhradním potenciálním GMF typem

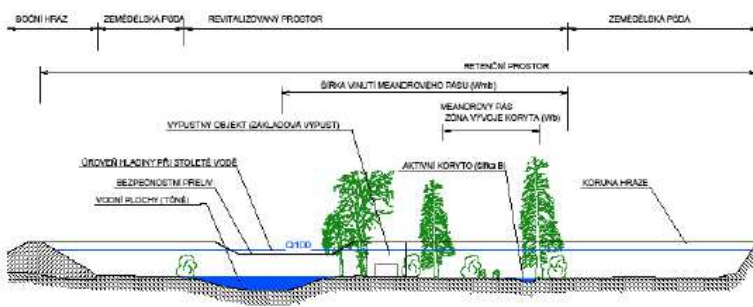
NOVÝ STAV - SITUACE



PŮVODNÍ STAV - PROFIL S REGULOVANÝM KORYTEM V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ MEANDROVÁNÍ - REGULOVANÉ KORYTO Q5-20

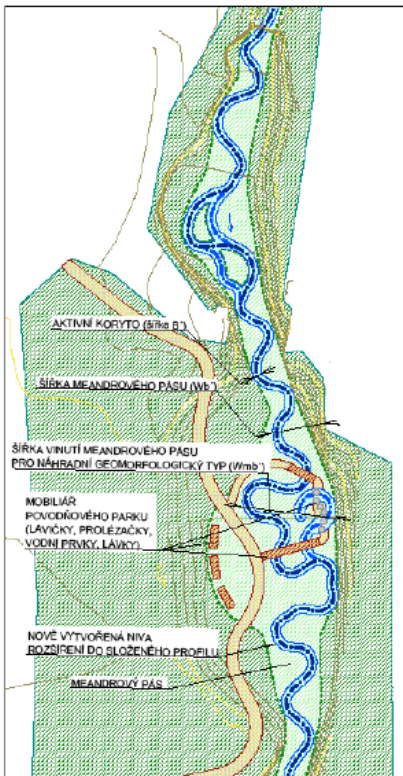


NOVÝ STAV - PROFIL S PLNĚ ROZVINUTÝM GMF TYPEM V PROSTORU POLDRU MEANDROVÁNÍ - STAV PO REVITALIZACI

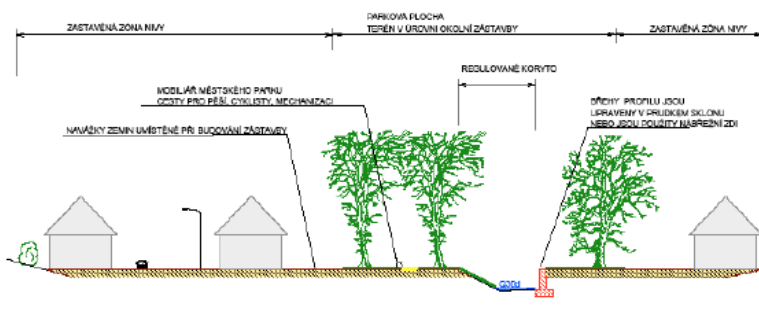


Obr. 16 - Opatření typu 3. PBPO transformací povodňové vlny v poldrech a revitalizace toků a niv ve zdrži

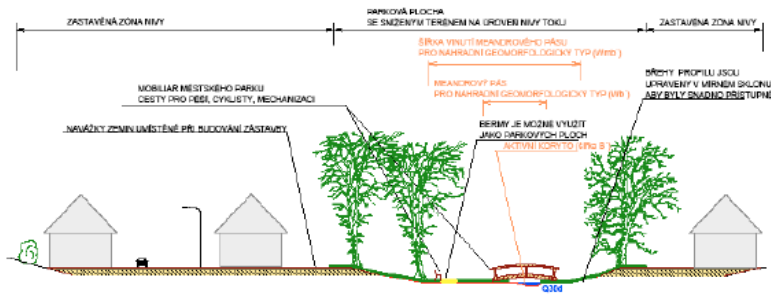
NOVÝ STAV - SITUACE



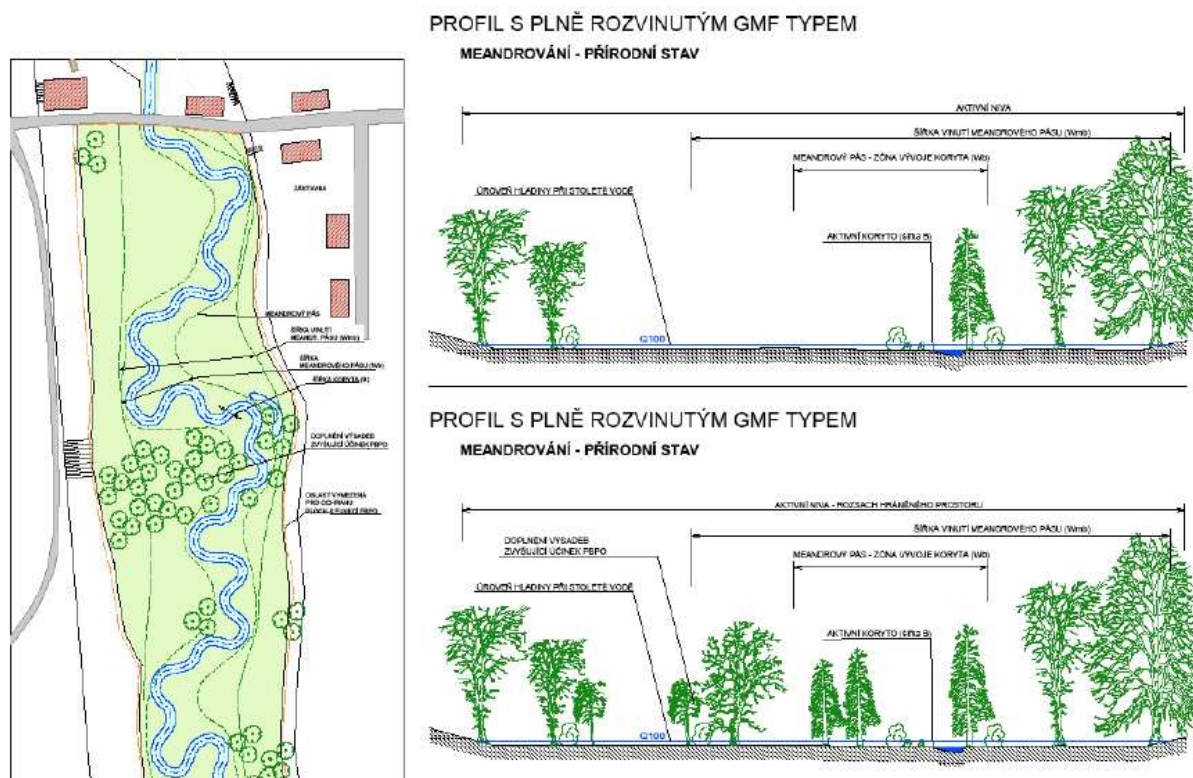
PŮVODNÍ STAV - REGULOVANÉ KORYTO V PARKOVÉM PROSTORU SÍDLA REGULOVANÉ NEBO UMĚLE VYTVOŘENÉ KORYTO S ŘÍZENÝMI PRŮTOKY



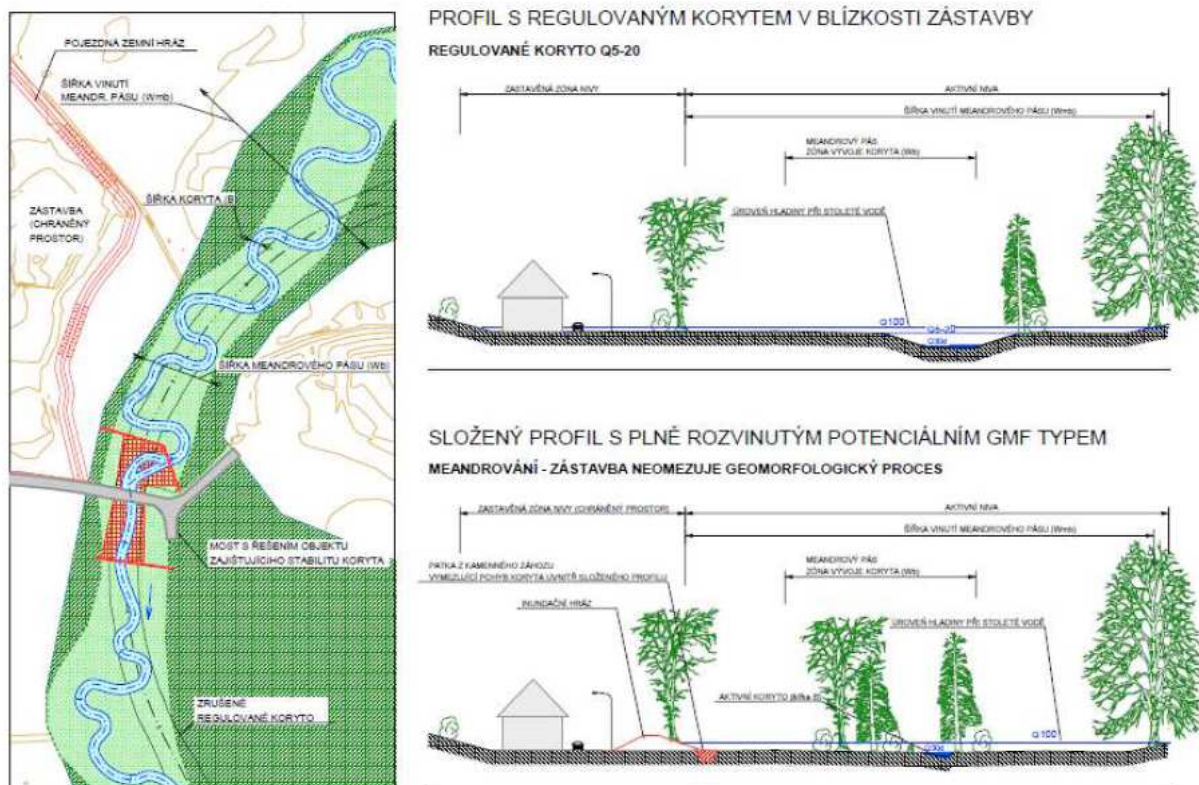
NOVÝ STAV - SLOŽENÝ PROFIL S NÁHRADNÍM GMF TYPEM V PARKOVÉM PROSTORU MEANDROVÁNÍ - ZÁSTAVBA OMEZUJE VINUTÍ MEANDROVÉHO PÁSU



Obr. 17 - Opatření typu 4. Opatření na tocích, které zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku (např. v parcích a zastavěných oblastech, náhony)



Obr. 18 - Opatření typu 5. Ochrana fungující retence záplavových území nebo toků v sevřených údolích a realizace dílčích opatření pro zlepšení hydromorfologické struktury toků a niv



Obr. 19 - Opatření typu 6. Opatření typu 1. a 5. s nutností navazujících PPO (ohrázování zastavěných území v dosahu vzdušné vody v nivě, zkapacitnění profilů mostů aj.)

SEZNAM ZKRATEK

Bpv	balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistírna odpadních vod
DMR	digitální model reliéfu
GMF	geomorfologie, geomorfologický
IDVT	identifikátor vodního toku
KB	kritický bod
LAPV	lokalita/y povrchové akumulace vod
LPIS	veřejný registr půdy
MŽP	ministerstvo životního prostředí ČR
ORP	obec s rozšířenou působností
PBPO	přírodě blízké protipovodňové opatření
TPVxx	teoretická povodňová vlna s dobou opakování xx let
ÚSES	územní systém ekologické stability
ÚSES	územní systém ekologické stability
VD	vodní dílo
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.
ZÚR	zásady územního rozvoje