



AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY



Tomáš Just, Kateřina Kujanová,
Karel Černý, Miroslav Kubín

OCHRANA A ZLEPŠOVÁNÍ MORFOLOGICKÉHO STAVU VODNÍCH TOKŮ:

**Revitalizace, dílčí vodohospodářská
opatření, podpora renaturačních procesů**

METODIKA AOPK ČR

Praha 2020

Ing. Tomáš Just, RNDr. Kateřina Kujanová, Ph. D.,
Mgr. Karel Černý, Mgr. Miroslav Kubín

OCHRANA A ZLEPŠOVÁNÍ MORFOLOGICKÉHO STAVU VODNÍCH TOKŮ:

**Revitalizace, dílčí vodohospodářská
opatření, podpora renaturačních procesů**

METODIKA AOPK ČR

Praha 2020

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Just, Tomáš, 1962-

Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků : revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů : metodika AOPK ČR / Tomáš Just, Kateřina Kujanová, Karel Černý, Miroslav Kubín. – 1. vydání. – Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2020. – 466 stran : ilustrace. – (Metodika AOPK ČR)

Obsahuje bibliografii

ISBN 978-80-7620-069-2 (brožováno)

* 502.171:502.51(282) * 502.51(282):502.174 * 627.513/.516 * (048.8:082)

- ochrana vodních toků
- revitalizace vodních toků
- protipovodňová ochrana
- kolektivní monografie

502 - Životní prostředí a jeho ochrana [2]

© Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2020

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky je státní instituce, která zajišťuje odbornou i praktickou péči o naši přírodu, zejména o chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace a národní přírodní památky.

Více na www.nature.cz

ISBN 978-80-7620-069-2 (brožováno)

NEPRODEJNÉ



| PŘÍRODA JE NAŠE DĚDICTVÍ I BUDOUCNOST

OBSAH

1. Říční krajiny přirozené a ovlivněné	2
1.1 Přírodě blízké vodní toky v kulturní krajině, inspirace revitalizačních opatření	2
1.2 Variabilita přírodě blízkých vodních toků	5
1.3 Cílový stav revitalizačních opatření	21
2. Stav vodních toků a typy zlepšujících opatření	26
3. Dílčí aspekty morfologického stavu vodních toků – dílčí cíle zlepšujících opatření	42
3.1 Stav vodního toku a cíle jeho zlepšení v dílčích aspektech	42
3.2 Obnovení prostorového rozsahu přírodních a přírodě blízkých tvarů koryt vodních toků a niv	48
3.3 Obnovení tvarů a rozměrů koryta, odpovídajících přirozeným morfologickým vzorům	49
3.4 Obnovení tvarové členitosti vodního toku	56
3.5 Obnovení hydraulické členitosti vodního toku	59
3.6 Obnovení přirozeného materiálového charakteru dna a břehů	63
3.7 Obnovení přirozeného průtokového režimu	64
3.8 Obnovení přirozeného splaveninového režimu	66
3.9 Obnovení možností samovolného vývoje koryta	70
3.10 Posílení přirozené stability koryta	73
3.11 Zlepšení průběhu povodňových průtoků vlivem koryta	75
3.12 Příznivé ovlivnění průchodu povodní stavem nivy	77
3.13 Příznivé ovlivnění průchodu povodní stavem břehových a nivních porostů dřeví	80
3.14 Zlepšení podmínek pro samočištění nebo dočišťování vody	82
3.15 Obnovení nabídky stanovišť - zlepšení biologického stavu vodního toku	83
3.16 Obnovení přirozené migrační prostupnosti vodního toku pro vodní organismy	86
3.17 Zlepšení podmínek pro přežívání bioty vodního toku za povodní a za sucha	91

4. Doporučení pro navrhování revitalizací v nezastavěné krajině	94
4.1 Základní přístupy k návrhu přírodě blízkého revitalizačního koryta	94
4.2 Návrh koryta na straně stavební a hydromorfologické bezpečnosti	101
4.3 Návrh koryta proměnlivého v rámci říčního pásu	103
4.4 Návrh přírodě blízkého koryta z hlediska stability	104
4.5 Řešení vztahů mezi novým a starým korytem	121
4.6 Větvení koryta, ostrůvky	124
4.7 Revitalizace a technická odvodňovací zařízení	127
4.8 Zamokřený říční pás – výškové a vlhkostní členění terénu kolem koryta	131
4.9 Některé prvky a konstrukce vhodné a nevhodné pro přírodě blízké vodní stavitelství	136
4.10 Správné a chybné postupy v revitalizacích	138
4.11 Revitalizace částečné, iniciační	140
4.12 Lidé a „kulturní prvky“ v prostoru revitalizace	142
4.13 Návrh a provádění revitalizačních staveb s ohledem na jejich další vývoj a následnou údržbu	148
4.14 Příprava a pojetí revitalizace s ohledem na zajištění a kontrolu podmínek udržitelnosti dotačního projektu	149
4.15 Následná údržba	150
5. Další přírodě blízká opatření protipovodňové ochrany mimo zastavěná území	154
5.1 Vymezení přírodě blízkých opatření PPO	154
5.2 Podporované zásady řešení protipovodňové ochrany	154
5.3 Ochrana, podpora a obnova přirozených rozlivů v nezastavěných územích	156
5.4 Obnova šířky povodňových perimetrů, odsazování hrází	158
5.5 Zkapacitňující a zpomalující rozvolnění koryta	162
5.6 Přírodě blízká povodňová ochranná a odlehčovací koryta a průlehy	166
5.7 Přírodě blízké povodňové nádrže a poldry	169
5.8 Přírodě blízké retenční prostory – těžební jámy	178

5.9 Odstraňování příčných objektů v korytech vodních toků, které působí jako povodňové překážky	180
5.10 Revitalizační kompenzace technických protipovodňových opatření	183
6. Ochrana a zlepšování stavu vodních toků	186
6.1 Podpora splaveninového režimu	186
6.2 Doplnování říčního dřeva	190
6.3 Dílčí opatření ke zlepšení stavu vodních toků	193
7. Mokřady a jiné vodní prvky v říčním prostoru	226
7.1 Obnova, podpora a ochrana přirozeného zamokření niv – eliminace vlivu hlubokých koryt a odvodňovacích zařízení	227
7.2 Vytváření mokřadů hloubením	229
7.3 Zamokřování terénu zavzdutím	238
7.4 Obnova starých říčních ramen	240
7.5 Malé vodní nádrže v říčním prostoru	248
8. Podpora procesů samovolné renaturace technicky upravených koryt vodních toků	252
8.1 Úloha renaturačních procesů ve zlepšování stavu vodních toků	252
8.2 Typologie, možnosti a věcná omezení renaturačních procesů	255
8.3 Podmínky uplatnění renaturačních procesů	272
8.4 Opatření k podpoře renaturačních procesů	275
9. Péče o břehové a doprovodné porosty	280
9.1 Břehové porosty a jejich funkce. Degradace porostů a cíle jejich obnovy.	280
9.2 Výchova porostů	286
9.3 Obnova porostů	288
9.4 Potlačování invazních rostlin	300
10. Revitalizace v zastavěných územích	302
10.1 Vodní toky a revitalizace v zastavěných územích	302

10.2	Specifické přístupy intravilánových revitalizací	308
10.3	Metody a prvky intravilánových revitalizací	317
11.	Provádění zásahů do vodních toků s ohledem na ochranu bioty před poškozením	356
11.1	Vlivy na prostředí vodního toku při technických zásazích do koryta	356
11.2	Omezování nepříznivých dopadů provádění prací na vodní tok a jeho biotu	357
12.	Specifické podklady revitalizačních projektů	366
12.1	Hydromorfologická analýza	366
12.2	Přírodovědné posouzení	371
12.3	Vodohospodářská analýza	372
	Přehled literatury	375
	Příloha: Ukázky investičních opatření, zlepšujících morfologický stav vodních toků	381
	Další tituly v metodické řadě AOPK ČR	452



PROČ TATO METODIKA?

Třicet let usilujeme o nápravu morfologicko-ekologického stavu vodních toků a jejich niv, poničených vodohospodářskými úpravami v průběhu předchozích sto let. Již na konci minulého století bylo zřejmé, že plošné odvodnění milionu (!) hektarů půd spojené s destrukcí jejich vodohospodářských vlastností a technické úpravy koryt poloviny délky (!) řek a potoků způsobily mimořádné poškození schopnosti krajiny hospodařit s vodou. Tato skutečnost na nás doléhá čím dál více v souvislosti s projevy změny klimatu, zejména zvyšováním teplot, dlouhodobými suchy, čtenějšími povodněmi a přívalovými dešti. I širší veřejnost si dnes uvědomuje, že ekologická obnova toků, obnova krajiny a zlepšení stavu půd jsou naprosto nezbytné pro naši schopnost čelit dopadům projevů změny podnebí.

A jak na tom tedy jsme po našem třicetiletém úsilí? Jak velkou část masivně destruovaných vodních a na vodu vázaných ekosystémů se nám podařilo obnovit? Na jak velké ploše lesní a zemědělské půdy byl eliminován vliv plošného odvodnění? Kolik kilometrů toků bylo revitalizováno? Odpovědi na tyto a podobné otázky nejsou zrovna uspokojivé.

Špatný stav zemědělských půd (utužení, dramatická ztráta organické hmoty, plošná eroze) se nezlepšil, naopak se v některých parametrech dále horší. Od roku 1992 se uvolnilo na obnovu krajiny a vodního režimu jen v resortu životního prostředí 31 mld. Kč. Znatelněji je podpora patrná v obnově mokřadů, navracení rozptýlené zeleně do zemědělské krajiny a její obnově v zastavěných územích. V případě zlepšení morfologie a prostupnosti vodních toků je výsledek slabší. Můžeme mluvit o revitalizaci přinejlepším jedné stovky kilometrů většinou menších potoků.

Jestliže vodohospodářské úpravy trvaly sto let (vč. padesáti let kolektivizace a socializace venkova) a jejich nápravě se věnujeme třicet let, měli bychom se dnes blížit zhojení alespoň třetiny jizev způsobených krajině. K této hodnotě jsme se však dosud nepřiblížili. Příčin lze pojmenovat více. Mezi hlavní patří zpřetrhaný vztah vlastníků k půdě následkem minulého režimu, některé právní překážky, přetrvávající technicistní přístup části vodohospodářské obce, vysoké náklady obnovních opatření, ale i rozdělení odpovědnosti za vodu v krajině mezi dva resorty.

Čím dál více je zjevné, že dosažení skutečně významných zlepšení v krajinném měřítku je možné pouze co nejširším umožněním přírodních procesů. Dříve byly přístupy jako tolerování zanášení či zarůstání odvodňovacích systémů, obnova mokřadů nebo renaturace toků vnímány jako zanedbávání povinností vlastníků a správců vodních toků. V současnosti, naštěstí, dochází již ke změně tohoto vnímání. Letošní změna vodního zákona umožňující zjednodušené rušení a odpis technických úprav toků významně usnadňuje zavádění ekologicky orientované správy vodních toků - správy využívající samovolných renaturačních procesů.

Samozřejmě v celé řadě případů si jen s přírodními procesy nevystačíme a bude třeba je nadále doplňovat, resp. jim předcházet realizací často stavebně a investičně náročných revitalizačních opatření. Zejména pak v případě významných toků, toků v intravilánech obcí (kde je třeba řešit povodňové průtoky), toků s funkčními odběry vod, využívanými k plavbě apod.

A zde se dostáváme k otázce v nadpisu: „Proč tato metodika?“. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) se účastní aktivit spojených s obnovou morfologického stavu vodních toků po celých třicet let. Pomáhala formulovat a od počátku (r. 1992) administrovala při zpětném pohledu nadčasový Program revitalizace říčních systémů MŽP. Od roku 2007 iniciuje a kultivuje projekty zaměřené na obnovu krajiny a morfologii a prostupnost vodních toků financované

ze strukturálních fondů EU. Předkládaná metodika „Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků“ je uceleným souborem doporučení a zkušeností nabytých AOPK ČR za zmíněných třicet let vč. zkušeností získaných od kolegů ze zahraničí. Autorskému týmu pod vedením Tomáše Justy se podařilo sestavit úctyhodné dílo obsahující podrobné návody a přístupy k řešení. Mnozí jistě ocení a bude pro ně inspirací přehled příkladů dobré praxe s bohatou obrazovou dokumentací.

Věřím, že metodika přispěje k rozšíření poznatků a k urychlení zlepšení stavu vodních toků v naší krajině.

Pavel Pešout

ředitel Sekce ochrany přírody a krajiny AOPK ČR

1

ŘÍČNÍ KRAJINY
PŘIROZENÉ A OVLIVNĚNÉ

1 | ŘÍČNÍ KRAJINY PŘIROZENÉ A OVLIVNĚNÉ

Vodní toky jsou ovlivňovány krajinou, kterou protékají. Většina říčních systémů na území České republiky byla podobně jako jinde v Evropě po staletí výrazně ovlivňována činností člověka. Historické plavení dřeva, pohánění mlýnů a hamrů, zakládání soustav rybníků a později i kanalizace toků pro říční plavbu, bylo v posledních cca 100 letech vystřídáno či doplněno řešením protipovodňové ochrany měst, výstavbou velkých vodních nádrží a zejména kanalizací říční sítě v souvislosti s intenzifikací zemědělské výroby vrcholící v druhé polovině 20. století. Důsledkem těchto úprav je velmi často fragmentace vodních toků, narušení říčního kontinua, zkrácení a zahloubení koryt, zvýšení sklonů a rychlostí proudění nebo naopak potamalizace vodních toků vzdutím umělými stupni, dále ztráta přirozených habitatů a přirozených fluvialně-morfologických procesů utvářejících říční systém, pokles hladiny podzemní vody nebo ztráta komunikace koryta s nivou. Současná míra ovlivnění říční sítě je u nás, obdobně jako v dalších vyspělých evropských státech, vysoká – 28,4 % z celkové délky vykazuje známky upravenosti (Langhammer 2007). Na vodních tocích bylo vybudováno cca 6 600 příčných objektů vyšších než 1 m (Slavíková a kol. 2014), počet nižších migračních překážek není přesně znám, ale pravděpodobně bude řádově vyšší. Významné vodní toky mají na 33,8 % své délky hydrologický režim ovlivněný významnou vodní nádrží (Kujanová a Matoušková 2017). Vodnímu režimu krajiny stejně jako říční síti neprospívá ani rozmanitá antropogenní činnost v ploše povodí vodních toků, jako například změny krajinného pokryvu, odvodnění zemědělské či lesní půdy aj.

Změna přístupu k managementu vodních toků od technických opatření směrem k přírodě bližším se v západní Evropě začala projevovat již v posledních desetiletích minulého století. Zavedení Rámcové směrnice o vodách (European Commission 2000) pak vedlo k zintenzivnění snah evropských států k obnovám přírodě blízkých říčních systémů. V České republice se první zdařilé pokusy začaly objevovat spíše až na přelomu tisíciletí. Přesto, že množství i kvalita již realizovaných opatření roste, je stále co zlepšovat, jak po stránce metodické a legislativní, tak co do počtu funkčních, přírodě blízkých realizací nebo přístupu ke správě vodních toků.

Na území České republiky se přes výše uvedená nepříliš optimistická fakta stále ještě nacházejí **zachovalé přírodní a přírodě blízké úseky vodních toků, které zasluhují ochranu. Přírodní toky zasluhují rovněž naši plnou pozornost, jsou totiž originálem toho, co všechny opravdové revitalizace napodobují, jsou tedy předlohou pro přírodně autentický návrh a zároveň cílem realizace revitalizačních opatření.**

1.1 | Přírodě blízké vodní toky v kulturní krajině, inspirace revitalizačních opatření

Za přírodě blízké lze považovat všechny **relativně nepoškozené a činností člověka v zásadě neovlivněné** vodní toky. O nedotčenosti říčních systémů lze v naší kulturní krajině spíše pochybovat, i přesto je ještě možné nalézt přírodě blízké, dynamické a ekologicky zdravé, úseky vodních toků, které nám mohou poskytnout cenné informace o chování říčních systémů a předlohu pro návrh revitalizačních opatření. Pro stanovení parametrů navrhované revitalizace se proto jako velmi vhodné jeví „opisovat“ od přírodě blízkého úseku vodního toku **odpovídajícího typu říčního vzoru v obdobných fyzicko-geografických podmínkách, tzn. nalézt úsek toku obdobné vodnosti a rozložení průtoků během roku, obdobného tvaru a sklonu údolí, a podobného charakteru materiálu břehů a dna a množství a velikosti sedimentů.**



Obr. 1.1 Koryto potoka Slubice před soutokem s Chrudímkou, v loukách daleko od zastavěných území. Napřímené, zkapacitněné a opevněné vegetačními tvárnici, tedy vhodné k revitalizaci. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.2 Přírodě blízký úsek Slubice bezprostředně nad upraveným úsekem jako předloha parametrů revitalizace. (Foto K. Kujanová)

PRVKY ŘÍČNÍ KRAJINY

Přídavné jméno „říční“ v této publikaci, nakolik není nezbytné rozlišovat řeky a potoky, významově pokrývá i výraz „potoční“ - říční pás, říční území, říční biota,

dráha soustředěného odtoku – odtoková linie v plochách v krajině, která funkčně a tvarově nabývá některých rysů koryta vodního toku, ale ještě není jako koryto plně vyvinuta, zejména není trvale protékána vodou; drahami soustředěného odtoku jsou často výraznější liniové erozní prvky v plochách v povodí

hlavní odvodňovací/meliorační zařízení (HOZ/HMZ) – vyšší prvky soustav technického odvodnění ploch, sbírající vodu z tzv. odvodňovacích detailů; mohou být trubní nebo otevřené; četné HOZ/HMZ byly vytvořeny v místech někdejších vlásečnicových drobných vodních toků a jejich revitalizací zase může být drobný vodní tok obnoven

koryto vodního toku – část říčního pásu, obvykle znatelně snížená proti terénu nivy, vymodelovaná protékáním vodou, tvořená dnem a břehy, která primárně a dominantně plní funkce vodního toku

kyneta – část koryta vodního toku, technického nebo přirozeného, protékaná a vyplňovaná běžnými průtoky; ostatní prostor můžeme označovat jako povodňovou část koryta; o kynetě má smysl hovořit tam, kde se koryto zřetelně člení v část běžně protékanou a část povodňovou (obor technických úprav vodních toků používal pojmu kyneta jenom v souvislosti s technickými koryty složených tvarů příčného průřezu)

meandrační pás – pás území podél vodního toku, jehož hranice vykreslují obálku meandrace koryta

niva – ploché údolní dno, zasahované a formované velkými vodami (existují i další oborové definice, které však vymezení niv z hlediska vodohospodářských a ekologických funkcí říčních území nevhodně zužují – dle botanické definice je nivou území, v němž roste nivní vegetace, dle pedologické definice jde o území s výskytem naplavených nivních hlin,.....)

povodňový perimetr vodního toku – prostor podél vodního toku, v němž se odehrávají povodňové průtoky; oproti celkovému rozsahu nivy může být omezen například stavbami ochranných hrází

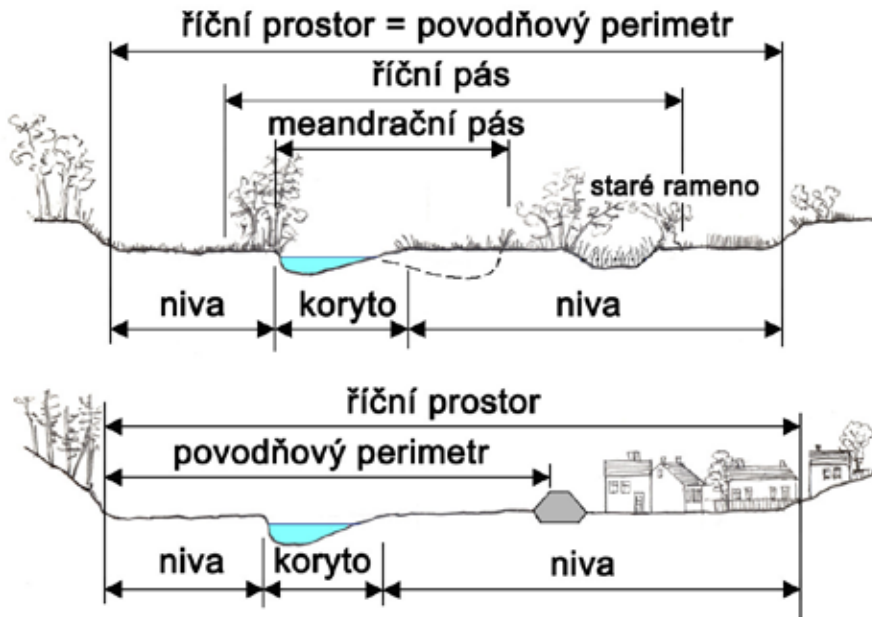
říční pás (též ve významu potoční pás) – pás území podél vodního toku, jehož charakter primárně určují vodohospodářské a ekologické funkce vodního toku – protékání vody za běžných a povodňových průtoků, morfologický vývoj koryta, rozvoj břehových a doprovodných porostů,.....; říční pás je obvykle širší než meandrační pás; často může zaujímat celou širší nivu – pak pojmy niva a říční pás v podstatě splývají

říční prostor - nejširší vymezení území, ovlivňovaného daným vodním tokem; obvykle koryto + celá niva

vodní tok – liniový vodní prvek krajiny, který je součástí sítě vodních toků, přinejmenším po významné části roku s vyvinutým průtokem vody, registrovaný v Centrální evidenci vodních toků (CEVT)

volná krajina - prostor mimo zastavěná území sídel

zastavěné území - území sídla, vymezené takto v územním plánu; v širším smyslu území, v němž chování vodního toku může ovlivňovat soustředěnější zástavbu

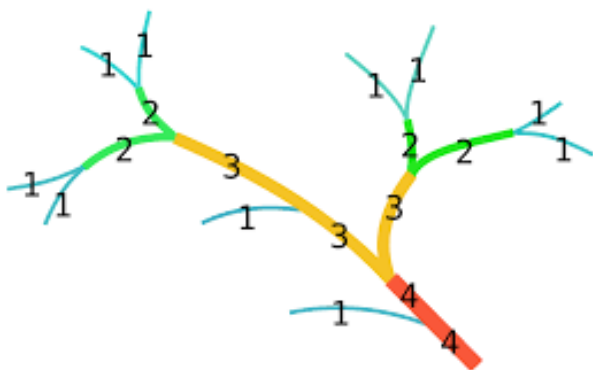


Obr. 1.3 Členění říčního prostoru meandrujícího vodního toku v ploché nivě. Nahoře přirozené podmínky povodňových rozlívů. Dole jsou rozlivy omezeny ochranným ohrázením zastavěné části nivy.

1.2 | Variabilita přírodě blízkých vodních toků

Říční systém se nechová staticky ani lineárně. Přírodě blízké koryto toku se v podmínkách dynamické rovnováhy **neustále vyvíjí**. Chování říčního systému, resp. jeho dynamickou rovnováhu, určují **podmínky proudění (zejména průtok a sklon údolí) a režim sedimentů**, dále je pro chování vodního toku určující **materiál břehů a dna a břehový porost a vegetace příbřežní zóny** (Schumm 1977, 1985, Rosgen 1994, Hey 1997). Překročením prahových hodnot těchto podmínek se říční systém mění a přizpůsobuje se novým podmínkám. Např. při zvýšeném přísunu sedimentů do koryta dochází k rozšiřování a změlčování, při snížení přísunu sedimentů za stávajícího průtoku k zužování a zahlufování koryta (Schumm 1977). Zahlufování a zužování koryt je evidentní zejména v případě koryt toků významně ovlivněných lidskou činností, např. stabilizace břehů opevněním, vytváření příčných bariér (stupňů, jezů, hrází vodních nádrží) blokujících transport sedimentů v říčním kontinuu (např. Liébault a Piégay 2002, Hupp a Rinaldi 2007, Wyžga a kol. 2012), případně v kombinaci se změnami využívání krajiny v povodí, jakými jsou např. zánik pastevectví a zalesňování našich flyšových Karpat (např. Škarpich a kol. 2013, 2016).

Česká republika leží na hlavním evropském rozvodí, jako pramenná oblast se vyznačuje významným podílem drobných vodních toků na celkové délce říční sítě. Potoky 1. řádu dle Strahlera (1957) tvoří téměř polovinu z celkové délky říční sítě, potoky 2. řádu další téměř čtvrtinu (Langhammer a kol. 2009). Z hlediska řešení problémů povodní, sucha a zejména neustále skloňované retence vody v krajině bychom proto neměli podceňovat význam obnovy přirozených funkcí potoků v pramenných oblastech.



Obr. 1.4 Řád toku podle Strahlera (Zdroj: Wikipedia). Hierarchické členění vodních toků začíná od pramenných toků (1. řádu), soutokem dvou toků 1. řádu vzniká tok 2. řádu, atp. Po soutoku toku vyššího řádu s tokem nižšího řádu se řád toku nemění; využívá se k vyjádření velikosti vodního toku, na území ČR dosahují řeky maximálně 9. řádu.

S využitím ideálního modelu dělicího vodní tok do tří základních úseků: horní tok (řád 1-3), střední tok (řád 4-6) a dolní tok (řád 7-9) můžeme zjednodušeně popsat změny od pramene k ústí charakteristikami uvedenými v tabulce 1. Při návrhu i realizaci revitalizačních opatření bychom měli mít na paměti, kde se v rámci tohoto modelu nacházíme, zároveň by však tento **ideální model neměl být přeceňován**, protože podstatně **významnější jsou reálné podmínky konkrétní revitalizované lokality**.

Tab. 1.1 Ideální model změn základních charakteristik vodních toků od pramene k ústí

Horní tok	Střední tok	Dolní tok
Údolí tvaru V	Údolí tvaru U	Široké údolí
Nevyvinutá niva	Úzká (vyvinutá) niva	Široká plochá niva
Převládá hloubková eroze	Začíná převažovat boční eroze	Boční eroze, laterální pohyb koryta v uložených materiálech (aluvium)
Značný sklon koryta - střídání proudných míst (stupňů, peřejí, mělčin) a klidnějších tůňek	Střední sklon koryta (slapový a klouzavý proud)	Minimální sklon koryta (klouzavý proud)
Přímá nebo mírně zákrutová trasa	Zákrutová až meandrující trasa	Meandrující trasa s oblouky velkých poloměrů
Hrubozrný substrát dna (balvany, kameny)	Jemnozrnější substrát dna (štěrk)	Jemný sediment („bahno“)



Obr. 1.5 Horní tok Jizery jako příklad variability podmínek sklonu údolí. Příklad dokazující, že meandrující vodní toky patří také do vyšších nadmořských výšek, všude tam, kde to sklon a charakter údolí umožní. Specialitou České republiky jsou četné zarovnané povrchy ve vysokých nadmořských výškách – pramenná oblast Jizery s meandrujícím korytem. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.6 Přirozeně přímé koryto Jizery o cca 5 km dále po proudu. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.7 Význam sklonu údolí a litologie (materiálu břehů a dna) dokumentuje horní tok jihočeské Blanice s relativně rychlým vývojem meandrů. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.8 Jihočeská Blanice vytvářející v odolnějších horninách dále po toku kaňon, peřeje i skalní stupně. (Foto K. Kujanová)

Morfologické charakteristiky říčních systémů a typy vodních toků

Jednou ze základních charakteristik říčního systému je **tvar a sklon údolí**. Sklon údolí je, na rozdíl od sklonu dna vodního toku, neovlivněný úpravou koryta vodního toku. Sklon údolí (spolu s množstvím vody) podmiňuje energii vodního toku a tak do velké míry rozhoduje o trase koryta (způsobu spotřebovávání energie), resp. o typu říčního vzoru. Tvar údolí je v literatuře popisován řadou různých klasifikací. My se zde omezíme pouze na dvě kategorie:

- údolí umožňující vývoj koryta v aluviu (materiálech říčního původu o různé zrnitosti, které sedimentací uvnitř koryta za běžných průtoků a na povrchu v době povodní vytvářejí říční nivu), podporující mj. vývoj meandrujícího koryta vodního toku, a
- zaříznutá údolí (tvaru V, popř. extrémně v podobě kaňonů), kde vodní tok většinu energie spotřebovává na hloubkovou erozi a odnos materiálu a nevěnuje se boční erozi a vývoji říční nivy; typická pro přirozeně přímá koryta vodních toků.

Toto rozdělení je dostačující k formulování myšlenky, že **ne všechny přírodě blízké vodní toky mají vyvinutou nivu a meandrují**. Opět významně záleží na lokálních podmínkách, zdaleka se nejedná jen o potoky v pramenných oblastech.



Obr. 1.9 Ne všechny přírodě blízké vodní toky mají vyvinutou nivu. Jihočeská Blanice v kaňonu pod Blažejovicemi (cca 690 m n.m., řád 5, sklon údolí 3,02 %, sklon koryta 1,98 %). (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.10 Úpořský potok v NPR Týřov za velmi suchého léta (cca 300 m n.m., řád 4, sklon údolí 2,11 %, sklon koryta 1,47 %). (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.11 Šířka a hloubka přírodně blízkých koryt vodních toků: přirozeně přímé koryto Rolavy nad Novými Hamry - průměrná šířka 9,7 m, poměr šířky ke střední hloubce 20,1. (Foto K. Kujanová)

Důležitou charakteristikou přírodě blízkého koryta vodního toku je **tvár příčného profilu**, zejména šířka koryta (nikoli vodní hladiny), hloubka koryta (nikoli vody), jejich poměr a celková kapacita koryta. **Poměr průměrné šířky koryta ke střední hloubce koryta neklesá pod hodnotu 10:1**, v případě koryt s **hrubším a mobilnějším materiálem dna se dostáváme na hodnoty 30:1 a více** (Kujanová a kol. 2018).

Kapacitu koryta z hlediska průtoku můžeme popsat třemi různými způsoby:

- plnokapacitní průtok - maximální průtok, který se vejde do koryta, aniž by došlo k vyběření
- korytotvorný průtok - průtok, který by utvářel stejnou morfologii a dimenzování koryta, jaká přísluší stávajícímu režimu průtoků
- efektivní průtok - průtok nebo rozpětí průtoků, které transportuje největší podíl sedimentů.

Ve výsledku všechny tři způsoby vyjádření kapacity udávají velmi podobnou hodnotu průtoku (tedy plnokapacitní průtok přírodě blízkého koryta představuje průtok korytotvorný) a zdůrazňují skutečnost, že **přírodě blízké koryto vodního toku má pouze takovou kapacitu, aby umožňovala vývoj a nedošlo k jeho poškození**.

Říční vzor, tedy „celkový vzhled“ koryta vodního toku, výrazně utváří **trasa koryta toku a tvary dna** (mělčiny, tůně, lavice, peřeje, přirozené stupně, atp.). Půdorysný průběh trasy koryta je vyjádřen hodnotou tzv. sinuosity (křivolakosti), tj. poměru délky toku k délce údolí nebo sklonu údolí ke sklonu toku.



Obr. 1.12 Jihočeská Blanice v kaňonu pod Blažejovicemi - průměrná šířka 20,70 m, poměr šířky ke střední hloubce 46,3. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.13 Meandrující koryto Rokytne na středním toku pod obcí Příštpo - průměrná šířka 10,58 m, poměr šířky ke střední hloubce 25,1. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.14 Meandrující koryto jihočeské Blanice na horním toku u Zbytin - průměrná šířka 9,95 m, poměr šířky ke střední hloubce 16,5. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.15 15 Naddimenzované technicky upravené koryto potoka Slubice nad obcí Chlum za průtoku jarních vod. Pokud by se jednalo o přírodě blízké koryto, obdobný průtok by vyběžil a rozlil by se do nivy. Plocha průtočného profilu 7,42 m². (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.16 Přírodě blízký úsek Slubice bezprostředně nad upraveným úsekem, plocha průtočného profilu cca 0,6 m². (Foto K. Kujanová)

Pro lepší porozumění fluviálnímu procesům a snaze předvídat změny spojené s přirozeným chováním říčních systémů jsou **vodní toky** již po desítky let **zařazovány do typů**. Nejpoužívanějším přístupem pro vymezení typů vodních toků je právě respektování kontinua říčního vzoru (zjednodušeně trasy toku) a posouzení tvarů koryta (Thorne 1997). Za historicky první je považována klasifikace říčních vzorů založená na vztazích mezi dodávkou sedimentů a stabilitou koryta (Schumm 1977), která třídí vodní toky od přímých přes meandrující k divočicím bez ostrých přechodů mezi jednotlivými typy. S odstupem téměř 40 let se k velmi podobnému přístupu vrací typologie s ambicemi celoevropského uplatnění (Rinaldi a kol. 2016). Zde je ale třeba poznamenat, že na území České republiky si vystačíme s několika málo typy říčního vzoru: **přirozeně přímý, zákrutový a meandrující**. Výjimečně se vyskytují koryta divočicí nebo spíše migrující a stabilně větvená (anastomózní).

Přímý průběh trasy toku je často působen morfologií údolí. Přímé úseky jsou spojeny se značnými sklony údolí, resp. koryta, s maximální rychlostí proudící vody a značnou hloubkou údolnice. Oscilace výšek dna je však vždy spojena s tendencí vytvářet sinuózní údolnici. I v případě přirozeně přímých koryt hovoříme o základní geomorfologické jednotce tůň – mělčina (brod). Zrnitostní složení materiálu dna není jednotné, probíhá systematické třídění – materiál tvořící mělčiny je mnohem hrubší než materiál dna tůň, kde je proudění pomalejší. Za nižších a středních průtoků mělčiny fungují jako přirozené hrádky, které zadržují vodu v tůňích nad nimi a poskytují úkryty. Opakování tůň a mělčin generuje turbulentní proudění a vytváří horizontální i vertikální nehomogenity morfologie dna i břehů. Tůně se vyvíjejí asymetricky (hlubší při jednom břehu) a proudnice křížuje koryto z jedné tůně do druhé (Thorne 1997). Tendence k „meandrování“ omezovaná odolností břehů vůči erozi je tak procesem přirozeného vývoje většiny přímých toků. Přímá aluviální koryta jsou raritou.

Mobilnější materiál dna a větší přísun sedimentů do koryta má za následek vývoj **koryt volně migrujících nivou** s typickým podemiláním břehů, vznikem tůň a vytvářením lavic (jesepů). S narůstajícím podílem jemnozrnného materiálu dna a břehů připouští odolnost břehů užší příčné profily se strmějšími břehy. Kratší délka vlny meandru je typická pro hrubozrnnější, snadno erodovatelné břehy. Množství a velikost sedimentů se odvíjí od konkrétních podmínek lokality. Bathurst (1997) uvádí písčité dna koryt do sklonu 0,1 %, štěrkovitá až kamenitá dna se sklony koryta 0,05-0,5 % a kamenitá koryta pro sklony 0,5-5 %. Překryvy těchto kategorií naznačují, že velikost materiálu dna je značně variabilní. Ne všechna koryta s trasou tvořenou oblouky jsou nutně aktivně meandrující (pravidelné střídání tůň v ohybech a mělčin v inflexních bodech), proto je třeba při určování půdorysného průběhu trasy posuzovat vždy dostatečně dlouhý úsek vodního toku. Přirozeným vývojem se meandr zejména působením břehové eroze posunuje v meandračním pásu směrem po toku, zároveň se prostor uvnitř meandru (ostruha) zmenšuje a v nejužším místě (šije) meandru dochází k protřžení meandru a vzniku oddělené neprotékané části (mrtvého ramene – viz kapitola 7). Prahové hodnoty sinuosity pro určení půdorysného průběhu trasy se mezi autory liší, obecně lze v našich podmínkách jako hranici mezi koryty zákrutovými a meandrujícími uvažovat hodnotu sinuosity 1,5. V případě revitalizace koryta ale nic nepokážeme, pokud vytvoříme koryto s vyšší sinuositou, než by odpovídalo přirozenému říčnímu vzoru, voda si následně trasu dotvoří.

S dostatečnou energií pro transport hrubých sedimentů a množstvím erozivního materiálu břehů mají koryta tendenci se rozšiřovat a vytvářet **divočicí říční vzor** rozčleněný množstvím dynamických (vegetace prostých) lavic, které jsou při plnokapacitním průtoku zatopeny. Na rozhraní



Obr. 1.17 I v případě přirozeně přímých koryt vodních toků hovoříme o střídání tůní a mělčin, fungujících za nižších a středních průtoků jako přirozené hrázký, které zadržují vodu v tůních. Vítický potok nad Fojtovem, Krušné hory. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.18 Žádné přirozené koryto není zcela přímé. Lutoninka nad Jasennou, Vsetínsko. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.19 Meandrující říční vzor není zdaleka spojen pouze s jemným sedimentem a dolními toky: Mělké a široké koryto Rolavy nad Přebuzí (cca 870 m n.m.). (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.20 Blanice u Zbytin (cca 760 m n.m.). Materiál dna tvoří velmi hrubý štěrk, který vytváří jesepty značných rozměrů. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.21 Meandrující koryto Vláry nad soutokem se Sviborkou (cca 350 m n.m.). Ve srovnání se dvěma předcházejícími příklady zahloubenější a užší koryto, hlubší tůně střídají proudné mělčiny, na charakteru koryta se projevuje i podstatně jemnozrnější materiál dna. (Foto K. Kujanová)

mezi jednoduchými (nerozvětvenými) a divočícími koryty se nacházejí **relativně stabilní migrující koryta („wandering channels“)** s **větvíci se a spojovacími se rameny**, pro která jsou typická ostrovy. Laterálně migrující štěrkonosné toky s projevy větvení byly typické pro flyšové pásmo Karpat na našem území. Po úpravách vodních toků se však téměř žádné nezachovaly, z řídkých výjimek jmenujme Morávku v NPP Skalická Morávka.

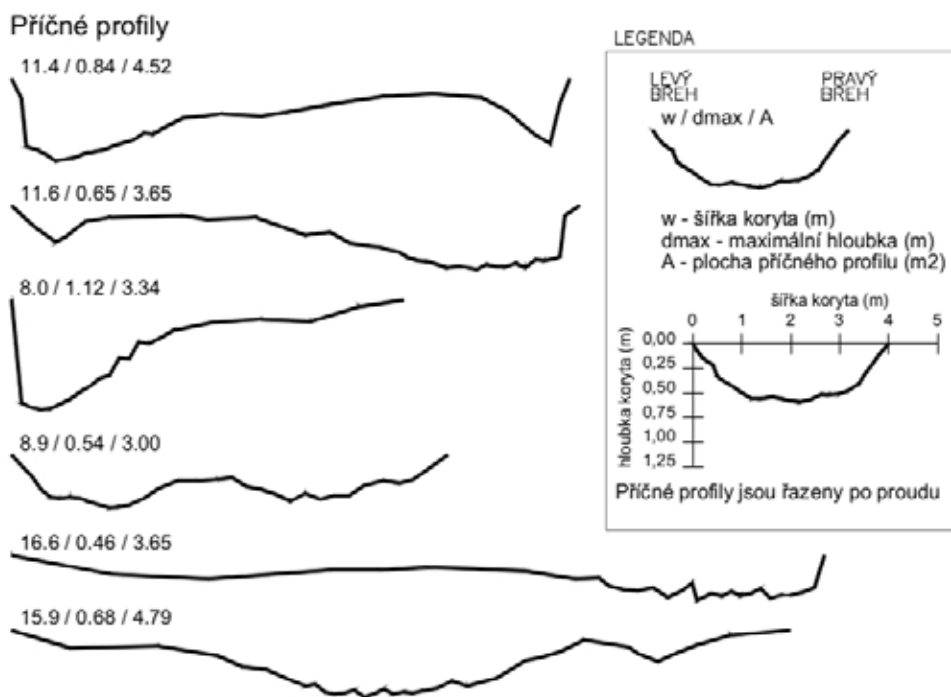
V případě lavic stabilizovaných vegetací výškově ve stejné úrovni jako údolní niva, které nejsou zaplavovány během plnokapacitního průtoku, hovoříme o **korytech vodních toků stabilně větvených (anastomozních)**. Jedná se o nízkoenergetický fluvialní systém, který se zpravidla vyvíjí v soudržných sedimentech, větví se do několika samostatných vysoce sinuálních koryt (na rozdíl od jediného divočícího koryta s vysokým počtem aktivních „subkoryt“). Geometrické vztahy jsou obdobné jako v případě nevětvících se meandrujících koryt, jedná se ale o stabilní říční systémy s nižší intenzitou břehové eroze a tedy i laterální migrace koryta.

Existuje však celá řada úseků vodních toků, jejichž říční vzor tvoří přechodné varianty uvedených typů, popř. jejich individuální podmínky neumožňují žádné „zaškatulkování“. Při návrhu revitalizačních opatření je proto vhodné pečlivě zvážit individuální podmínky revitalizované lokality a možnosti maximálního využití jejího potenciálu.

Obnově tvarů a rozměrů koryta odpovídajících přirozenému říčnímu vzoru se podrobně věnuje kapitola 3.3.



Obr. 1.22 Černá Ostravice je příklad horního toku karpatského migrujícího šterkonosného koryta s projevy větvení v zalesněném povodí, které omezuje přísun materiálu do koryta a intenzitu procesů. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.23 Migraci koryta Černé Ostravice dokumentují rozsáhlé říční lavice, patrné z příčných profilů, čekající na významnější průtok. (Zdroj K. Kujanová)



Obr. 1.24 Zákřutová trasa Úpořského potoka v NPR Týřov (CHKO Křivoklátsko) za velmi suchého léta. Mělké široké koryto se sklonem 1,47 % vyplněné značným množstvím hrubozrnného materiálu s významnou funkcí hyporeálu. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.25 Variabilita podmínek v rámci krátkého úseku meandrujícího toku – široké klidné koryto horního toku Blaniče formující se pod výraznou akumulací říčního dřeva. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.26 Následuje proudný úsek Blanice erodující břeh a vytvářející rozsáhlou akumulaci. Průměrný sklon koryta v celém úseku 0,61 %. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.27 Meandrující říční vzor v podobě dolního toku Rokytné u Ivančic před soutokem s Jihlavou (cca 205 m n.m.). Klidné mělké široké koryto s hlubokými tůňemi. (Foto K. Kujanová)

1.3 | Cílový stav revitalizačních opatření

Cílový stav revitalizačních opatření můžeme v obecné rovině popsat s využitím cílů Rámcové směrnice o vodách: **zabránit dalšímu zhoršování stavu, ochrana a zlepšení ekologického a chemického stavu vod**. Ekologický stav odráží stav bioty, hydromorfologických složek (tzn. kromě morfologických poměrů koryta také hydrologické a hydraulické poměry a kontinuity toku ve smyslu volného pohybu organismů a sedimentů) a kvality vody. Cílem revitalizačních opatření je tedy nejen vytvoření **morfologicky pohledného koryta odpovídajícího přirozeným říčním vzorům**, ale zejména **podmínek pro podporu oživení vodního toku**. Zásadním předpokladem úspěšnosti revitalizace je **dostatečné množství vody odpovídající kvality**. Konkrétní cíle revitalizací vodních toků jsou podrobně rozpracovány v kapitole 3.

Primárním smyslem revitalizačních opatření **ve volné krajině je obnova procesů iniciujících přirozený vývoj říčního systému a obnova jeho přirozených funkcí**, jmenujme alespoň některé z nich:

- volný pohyb vody, sedimentů a organismů
- akumulace a retence vody v korytě a v nivě
- komunikace s podzemní vodou, vyrovnávání odtoku infiltrací a zpětným doplňováním vody do koryta v méně vodných obdobích
- zpomalení povodňových průtoků a jejich regulace rozlivem do nivy
- stanoviště a úkryty pro biotu
- podpora diverzity a ekologické stability nivy pravidelnými záplavami
- regulace mikroklimatu
- schopnost přizpůsobit se náhlým změnám
- krajínotvorná funkce.

ZÁKLADNÍ POJMY

akumulace vody (v povodí, v nádrži) – běžné zadržování vody, významné v horizontu sezóny, roku nebo několika let; množství vody akumulovaná v povodích jsou významná pro zásobování vodou, z hlediska výskytu sucha atp.; zásadní položkou akumulace v povodích je zadržování vody ve zvodnělých vrstvách půd, zemin a hornin

biota vodního toku/říčního prostoru - oživení

břehový porost – porost v březích koryta; ve vodohospodářské praxi je takto vnímán porost dřevin

doprovodné porosty dřevin – obvykle porosty dřevin v plochách v okolí koryta, které se podílejí na funkcích vodního toku, tedy v říčním pásu; v širším pojetí může jít o porosty v celé ploše nivy; k významným funkcím porostů patří zpomalování povodňového proudění, usměrňování rozlivových proudění a zachycování povodňového splávní

hydromorfologie - nauka o tvarech a rozměrech koryt vodních toků, o průtokovém a splavninovém režimu

n-letý průtok – průtok ve vodním toku, který je v dlouhodobé hydrologické statistice dosažen nebo překročen jednou za n let (Q_5 – „pětiletý průtok“ – průtok, dlouhodobě dosahovaný nebo překračovaný jednou za pět let)

potamologie - všeobecná nauka o vodních tocích

retence vody (v ploše povodí, v nádrži, v nivě, v korytě vodního toku) – zadržování odtoků, časově významné ponejvíce v horizontu povodňové události; funkčně lze rozlišovat statickou retenci v terénních prohlubních a nádržích a dynamickou retenci v plochách povodí, korytech a nivách

splaveniny - tuhé částice unášené vodním tokem, ponejvíce zeminového a horninového původu, od jílových částic po balvany; jsou těžší než voda, usazují se v korytě a pak tvoří usazeniny - sedimenty

splávi - tuhé částice, unášené vodním tokem, ne těžší než voda; z velké části dřevo a bylinný materiál, bohužel též plovoucí odpadky lidského původu.

Samostatně zde zmiňme význam obnovy dostatečně široké příbřežní zóny, ochranného pásu vegetace podél revitalizovaného toku. Vhodným opatřením je i ponechání dostatečně širokých pásů podél vodních toků s potenciálem renaturace. Kořeny stromů stabilizují břehy a zároveň napomáhají k diverzifikaci proudění. Spolu s říčním dřevem utvářejí habitat koryta. Listy a bezobratlí padající do koryta poskytují potravu, zastínění stromů ovlivňuje teplotu vody. Navíc dobře rostlá příbřežní zóna slouží jako filtr pro jemnozrnné sedimenty, živiny a další látky zejména ze zemědělské půdy, čímž zlepšuje kvalitu vody v toku (např. Kondolf a kol. 2003). Příbřežní zóna může sloužit jako ochranný pás umožňující vývoj revitalizovaného koryta, pro renaturační procesy nebo člověkem nerušený vývoj přirozeného koryta vodního toku (např. meandrování) včetně vyběžení větších vod, zpomalování povodňového proudění a zachycení splávi. Vhodná šířka příbřežní zóny se odvíjí od šířky koryta toku a předpokladu vývoje říčního systému. Podle odborné literatury je šířka příbřežní zóny uváděna např. v rozsahu vybřežení průtoku Q_2 (Osterkamp a Hupp 1984).

Ať už se jedná o komplexně pojatou revitalizaci vodního toku a nivy nebo dílčí iniciační opatření měl by být maximálně využit potenciál řešeného úseku vodního toku. Tato publikace v dalších kapitolách popisuje celou škálu reálně proveditelných opatření, jejichž smyslem není obnova nedotčených říčních systémů o několik století nazpět, ale obnovení přirozených funkcí říční krajiny, jejichž absence se stává celospolečensky aktuálním tématem.



Obř. 1.28 Smyslem revitalizačních opatření není obnova nedotčených nebo historických podmínek, ale přiblížení se přirozenému říčnímu systému. Kanalizovaná Doubrava v široké zatravněné nivě u Žďírce nad Doubravou, silný adept revitalizace. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.29 Kořeny stromů stabilizují břehy a utvářejí habitat koryta. Příbřežní zóna Sviborky před soutokem s Vlárrou. (Foto K. Kujanová)



Obr. 1.30 Dřevinný břehový porost Rokytne pod obcí Příštpo poskytuje řadu užitečných funkcí. Mimo jiné nabízí biotě cenné úkryty v kořenových pletencích. (Foto K. Kujanová)

2

STAV VODNÍCH TOKŮ A TYPY
ZLEPŠUJÍCÍCH OPATŘENÍ

2 | STAV VODNÍCH TOKŮ A TYPY ZLEPŠUJÍCÍCH OPATŘENÍ

Vodní toky mohou nabývat různého charakteru podle míry upravenosti a tento jejich charakter může být různě vnímán z hlediska věcného a z hlediska právního:

Vodní tok přírodní – ideálně vodní tok neovlivněný působením člověka. Jelikož takový vodní tok se v naší kulturní krajině nevyskytuje, spokojujeme se s tím, že za přírodní pokládáme vodní tok, který nebyl postižen technickou úpravou nebo vzdutím vlivem příčných staveb.

Vodní tok s přirozeným korytem - dle zákona o vodách vodní tok, který není zatížen vodoprávně evidovanou stavbou, vodním dílem. Tento vodoprávní pojem se může vztahovat jak na skutečně přírodní vodní tok dle předcházejícího odstavce, tak na vodní tok, který sice v minulosti byl nějak technicky postižen, ale v současnosti na něm žádné vodní dílo vodoprávně neexistuje (stará úprava se ani nemusela vodním dílem ve vodoprávním smyslu stát nebo vodní dílo přestalo vodoprávně existovat, nejspíše zrušením vodoprávním rozhodnutím, nebo tím, že je vodoprávní úřad pokládá za zaniklé). Vodní tok s přirozeným korytem se v podstatných aspektech těší ochraně zákona, jeho charakter mají respektovat jak správa toku, tak majitelé pozemků v korytě i podél koryta.



Obr. 2.1 Vodní tok přírodní: V podmínkách kulturní krajiny, kde je každý vodní tok nějak ovlivněn člověkem, za přírodní v morfologickém aspektu pokládáme úsek vodního toku, který není poznamenán technickou úpravou koryta nebo výstavbou vzdouvacích objektů. Skalice – Vlčava pod Rožmitálem pod Třemšínem.

Vodní tok přírodě blízký – vodní tok, který si přes jistou míru kulturního, respektive technického ovlivnění převážně zachovává přírodní vzhled a funkce. Tento pojem, který má význam věcný, nikoliv vodoprávní, se uplatní v několika geneticky odlišných případech:

- tok, který byl v minulosti jen částečně ovlivněn mírnějšími či nesouvislými úpravami
- tok, který od technické úpravy prodělal významnou samovolnou renaturaci a přibližuje se opět přírodě
- tok, který byl revitalizován - v tom případě pojem „přírodě blízký“ vyjadřuje, že žádná revitalizace není tak dokonalá, aby hned vytvořila zcela přírodně autentický produkt.

Vodní tok revitalizovaný – vodní tok, v minulosti technicky upravený, který byl uveden zpět do stavu bližšího přírodě revitalizační stavbou. Vodoprávně může být určeno, zda produkt revitalizace bude pokládán za vodní dílo, nebo za přirozené koryto, a podle toho se s ním bude dále zacházet.

Vodní tok technicky upravený - ve věcném (a širším) smyslu vodní tok změněný technickou úpravou, ve vodoprávním smyslu vodní tok pozměněný technickou úpravou, která vodoprávně existuje jako vodní dílo.



Obr. 2.2 Přírodní vodní tok charakterizuje přirozený průtokový a bohatý splaveninový režim, hojnost říčního dřeva a jiného přirozeného splávi a přirozený vývoj koryta. Hydromorfologicky cenný úsek Klejnárky v lesním údolí pod Zbýšovem - klenot přeživší v kulturní krajině Kutnohorská.



Obr. 2.3 Morava v Litovelském Pomoraví, meandrující řeka s dochovanými prvky stabilního větvení koryta, představuje v podstatě přirozený vodní tok s dosud částečně zachovalým dynamickým průtokovým a splaveninovým režimem. Součástí těsného vztahu řeky a břehových a doprovodných porostů dřevin je trvalé doplňování ekologicky velmi důležitého říčního dřeva.



Obr. 2.4 Technicky upravený drobný vodní tok v zemědělské krajině.



Obr. 2.5 Technicky upravená řeka. Dolní tok Doubravy u Záboří nad Labem byl upraven ve 30. letech 20. století, zde pohled po opravě úpravy v roce 2004.



Obr. 2.6 Technicky upravený vodní tok, prodělávající samovolnou renaturaci, zde rozpadem technického opevnění. Postupně se stává vodním tokem přírodě blízkým. Chotýšanka na Benešovsku.



Obr. 2.7 Koryto zpřirodňené renaturací - samovolným obnovením dynamiky štěrkonosného vodního toku. Obnovuje se přirozený splaveninový režim, navrací se říční dřev, zde v podobě akumulace při nárazovém břehu. Bečva u Černotína. (Foto M. Krejčí)



Obr. 2.8 Vodní tok, jehož renaturace byla iniciována dílčími vodohospodářskými opatřeními, zde částečným odstraněním opevnění břehů technicky pojednanými záhozy. Morava u Štěpánova, renaturační projekt podpořený v rámci operačního programu Životní prostředí. (Foto P. Zifčák)

Některé důležité pojmy, týkající se stavu vodního toku:

ekologický stav vodního toku – stav popisovaný ve třech hlavních aspektech – morfologickém, kvalitě vody a biologickém; dobrý morfologický stav a dobrá kvalita vody jsou vnímány jako podmínky dobrého stavu oživení vodního toku, tedy dobrého stavu v biologickém aspektu; za optimum ekologického stavu (v kulturní krajině prakticky nedosažitelné) je obvykle pokládán stav zcela přirozený, člověkem neovlivněný

morfologický stav vodního toku (= morfologický aspekt stavu ekologického) – stav daný zejména prostorovým rozsahem říčního pásu, tvary a rozměry koryta, přítomností typických morfologických struktur pro daný morfotyp, tvarovou a hydraulickou členitostí koryta, možnostmi vývoje koryta, charakterem průtokového a splaveninového režimu, mírou migrační prostupnosti pro vodní živočichy

přirozený prostorový rozsah vodního toku – přirozeně velký prostorový rozsah koryta a říčního pásu, nezredukovaný lidskými zásahy, včetně prostoru pro přirozený průchod povodňových průtoků a dynamický vývoj koryta

přirozené tvary a rozměry koryta vodního toku – tvary a rozměry koryta, odpovídající v daném místě platnému přírodnímu hydromorfologickému vzoru; předmětem popisu jsou hlavně geometrie trasy, příčných průřezů a podélného profilu koryta

tvárová členitost koryta – rozmanitost geometrických charakteristik, tvarů a povrchů koryta, včetně členitosti vytvářené vegetací

hydraulická členitost koryta – rozmanitost hloubek vody, rychlostí a směrů proudění vody v korytě; odvozuje se od členitosti tvarové; z hlediska běžného ekologického stavu vodního toku je nejdůležitější hydraulická členitost za běžných průtoků, z hlediska přežívání bioty v mezních situacích je důležitá členitost za malých i naopak za povodňových průtoků; dynamický aspekt hydraulické členitosti závisí na proudění vody

dynamicky stabilní koryto – v aspektu splaveninového režimu se za stabilní pokládá úsek s vyrovnanou bilancí splavenin (odnos se rovná přísunu); v širším hydromorfologickém pohledu jde o úsek, který se sice vyvíjí, například překládáním meandrů, ale nemění se základní tvarové a rozměrové charakteristiky koryta a jeho vodohospodářské a ekologické funkce; základním znakem dynamicky stabilního koryta je to, že nedochází k jeho celkovému zahlubování (což nevylučuje možnost vzniku jednotlivých dnových prohlubní - tůní).

Zpřírodňování vodních toků a niv ve volné krajině i v zastavěných územích unikátním způsobem spojuje zájmy ekologické a vodohospodářské. Ve většině situací nejen přináší ekologickou rehabilitaci, ale také pomáhá schraňování vody v krajině pro doby sucha a zároveň zmírňuje vznik a průběh povodní.

Zejména pro potřeby administrace programů dotačních podpor jsou opatření dělena na primárně hydromorfologicko-ekologická a primárně protipovodňová, což ne zcela, ale přeci jen do značné míry odpovídá dělení na opatření ve volné krajině a v zastavěných územích. Ostré hranice pro dělení opatření ale není účelné vytvářet, nejefektivnější jsou přístupy spojující oba směry.

Při zlepšování morfologického stavu vodních toků se uplatní zejména tyto okruhy aktivit, které se mohou vzájemně doplňovat a prolínat:



Obr. 2.9 Revitalizovaný potok - vodohospodářsky významný vodní tok. Loďnický potok u Nenačovic, 2015. Investor revitalizace Povodí Vltavy, s.p., dotováno v rámci operačního programu Životní prostředí (OPŽP). Orientační podélný sklon revitalizovaného koryta 1 : 300.



Obr. 2.10 Intravilánová revitalizace vodního toku - přírodě blízká protipovodňová úprava. Blanice ve Vlašimi, 2013.

Ochrana a podpora dílčích přírodních nebo zpřírodněných úseků vodních toků jako kostry pro obnovu přirozenějšího průtokového a splaveninového režimu a biodiverzity vodního toku.

Ochrana, využívání a podpora procesů samovolné renaturace technicky upravených koryt. Aktivní podpora renaturací může mít charakter dílčích revitalizačních opatření – mezi typy opatření a přístupů nejsou ostrá rozhraní, jde o široké pole různých možností.

Dílčí vodohospodářská opatření ke zlepšení stavu morfologicky degradovaných úseků vodních toků – dílčí, drobnější, případně ne zcela souvislá opatření či jednotlivé zásahy, podporující změlčení koryta, obnovu prostorového rozsahu, členitosti vodního toku, nabídky stanovišť a úkrytů pro říční biotu.

Revitalizace technicky upravených vodních toků – zpřírodnující přestavba úseků vodních toků, zpravidla investičního charakteru, zejména v nezastavěné krajině, včetně otvírání a zpřírodnování hlavních odvodňovacích zařízení nebo odstraňování nebo zprostředkování migračních překážek. Obvyklé revitalizace vodních toků jsou zároveň základním typem přírodě blízkých protipovodňových opatření v nezastavěné krajině, neboť zpomalují povodňové odtoky z území.

Další přírodě blízká protipovodňová opatření prováděná převážně v nezastavěné krajině a navazující na revitalizace - ochrana a podpora přirozených rozlivů v nezastavěných územích, obnova šířky povodňových perimetrů, odsazování hrází, výstavba povodňových bypassů, přírodě blízkých povodňových nádrží a poldrů, revitalizační adaptace retenčních prostor typu těžních jam, revitalizační kompenzace opatření technické protipovodňové ochrany.

Intravilánové revitalizace neboli přírodě blízké protipovodňové úpravy vodních toků převážně v zastavěných územích – rozmanitá opatření k tomu, aby povodně byly provedeny zastavěnými územími s únosnými škodami a současně byl zachován, respektive dosažen co nejlepší morfologický a ekologický stav vodního toku a říčního prostoru vůbec.

Pokud se hovoří o morfologické rehabilitaci či zpřírodnování vodních toků, často jako první, ale někdy také jako jediný naskočí pojem **revitalizace**. Ovšem ty jsou nákladné, administrativně a pozemkově náročné. V republice se ročně podaří provést několik jednotek, v nejlepším případě desítek kilometrů věrohodných revitalizací. Přitom **v minulosti bylo v naší zemi technicky upraveno několik desítek tisíc kilometrů vodních toků všech velikostí**. Pakliže dnes budeme za oprávněný cíl pokládat opětovné alespoň částečné zpřírodnění několika desítek procent z tohoto rozsahu, je zřejmé, že revitalizace mohou takový úkol řešit jenom z malé části. Mnohde přinesou důležitá, ale spíše místní zlepšení, jsou velmi cenné z hlediska znalostního, metodického a dá se říci i politického, ale samotné významných kvantitativně-kvalitativních změn v síti vodních toků nedosáhnou. Tu je zřejmý zásadní význam **celkově ekologicky orientované správy vodních toků**, která minimalizuje vše protichůdné, vedle revitalizací bude provádět také četná dílčí zlepšující opatření a především bude **dobře využívat a podporovat procesy samovolných renaturací** technicky upravených vodních toků. Opatření k podpoře renaturačních procesů mohou být velmi rozmanitá typově, hloubkou a rozsahem záběru.

Zlepšování stavu vodních toků může nabývat různých podob. Vliv na ně mají charakter prostoru, v němž revitalizace probíhá, a různé omezující podmínky, hlavně držba pozemků. Například revitalizační stavby se mohou různit svým pojetím, rozsahem a dosahem:

- **Souvislá úplná revitalizace s vytvářením nového koryta:** Například pokud jsou k dispozici pozemky v ploché nivě, může být „v rostlé zemině“ hloubeno nové, hydromorfologicky do-

sti autentické meandrující koryto, případně může být důsledně obnoveno někdejší koryto z doby před technickou úpravou, načež dosavadní technicky upravené koryto bude opuštěno, zasypáno, případně budou některé jeho části využity jako biotopní tůně nebo náznaky vedlejších ramen.

- **Souvislá revitalizace převážně v dosavadním korytě:** Přírodě blízké rozvolňování dosavadního, technicky upraveného koryta může být buď kompromisem vnuceným nedostupností navazujících pozemků, nebo nutností plynoucí z morfologie údolí i vodního toku - například pokud v údolí bez širší ploché nivy zaujímá údolnicovou polohu dosavadní, technicky upravené koryto. Nakolik půjde o kompromisní řešení, natolik budou kompromisní i jeho přínosy.
- **Revitalizace částečná, nesouvislá** – například pokud se vyskytnou nespolupracující majitelé některých pozemků, dílčí úseky technicky upraveného koryta budou z revitalizace vynechány nebo v nich budou provedena pouze částečná zlepšující opatření.

Zejména podle toho, jakou měrou lze využít a ovlivnit navazující pozemky, se může lišit míra, jakou se bude moci revitalizace přiblížit hydromorfologicky autentické průtokové kapacitě koryta a jeho zahloubení proti okolnímu terénu:

- **Hydromorfologicky autentická revitalizace** obnoví především přirozeně malou průtokovou kapacitu a přirozeně malé zahloubení koryta (míněno běžných poloh hladin vody), takže navazující pozemky v říčním prostoru budou vystaveny přirozenému zamokření a zaplavování rozlivy i malých povodňových průtoků. V tomto případě bude dosaženo nejlepších efektů ekologických i vodohospodářských (vztahováno k vodnímu toku v nezastavěné krajině).

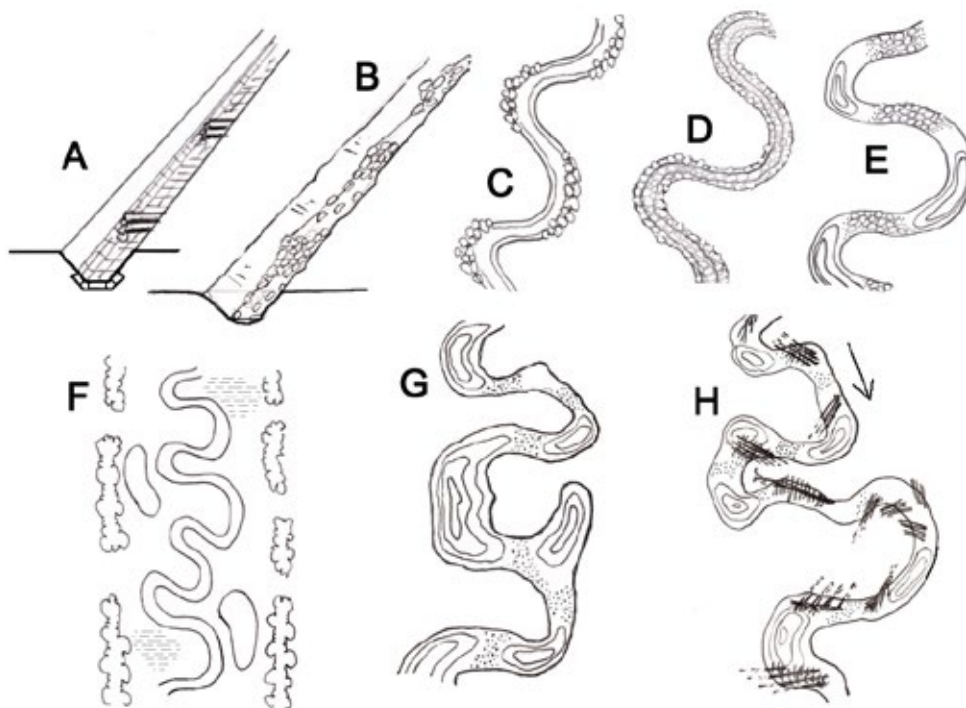


Obr. 2.11 Přírodě blízká protipovodňová úprava Moravy v Olomouci. Přírodě blízké rozvolnění řečiště v zájmu zvětšení povodňové průtočnosti a zmírnění zpětných povodňových vzduť. Akce Povodí Moravy, s.p., pohled v roce 2014. (Foto J.Koutný)

- **Kompromisní revitalizace** může obnovit přirozené zamokření a povodňování navazujících pozemků jenom v omezené míře, pak i dosažitelné efekty budou jenom částečné. Vlivem omezujících skutečností může namísto přírodně autentických vytvářet pragmatické formy členitosti koryta.

Také částečné a kompromisní revitalizace jsou cenným přínosem pro ekologický stav říčních území a vodní režim krajiny. Ostatně, případů, kdy lze uskutečnit přírodně a hydromorfologicky naprosto dokonalou revitalizaci, není mnoho.

Revitalizační stavby, zejména pokud je s nimi spojen zánik právní existence dřívější technické úpravy koryta, jsou obvykle projednávány v rámci vodoprávního řízení a povolovány vodohospodářským stavebním povolením. Dílčí opatření mohou probíhat v režimu ohlášení, případně oprav nebo údržby koryt. Opatření ke zlepšování úseků, které jsou sice degradované, ale z vodoprávního hlediska s přirozeným korytem, může probíhat v režimu tzv. vodohospodářských úprav dle zákona o vodách. V konkrétních situacích ovšem o způsobu úředního projednání rozhoduje příslušný vodoprávní úřad.



Obr. 2.12 Některé významnější momenty historické evoluce našich revitalizací vodních toků ve volné krajině (průkopníci, kteří popisované fáze předbílali, prominou):

A Slepá ulička neúčinného zkrášlování „melioračních“ kanálů přepadovými stupínky a podobnými objekty. Doba orientačně do roku 2000, kdy už existovaly dotace na revitalizace, ale moc se nechtělo vědět, jak na to, protože se stále ještě nechtělo až tak škodit těm krásným kanalizačním úpravám z minulosti.

B Kolem roku 2000: Odvážné kompromisní revitalizace upravených koryt, pro jejichž rozvolnění se nepodařilo získávat sousední pozemky. Bylo odstraněno technické opevnění a nahrazeno kamenitými a balvanitými strukturami - což lze pokládat za minimum pro to, aby zásah mohl být pokládán za revitalizaci. I přes limitované efekty většina takto provedených revitalizací přinesla užitek. K tomuto přístupu se dnes budeme v mnoha situacích vracet; většinou je lepší udělat aspoň něco, než nedělat nic.

2. Stav vodních toků a typy zlepšujících opatření

C Ještě i dnes se sporadicky vyskytne: Fáze „nesprávně opevněných hlubokých vlnovic“: Přišlo se na to, že vodní toky, které by přirozeně byly vlnité, je dobré zvltnit. Ale ještě se nepřišlo na to, že přírodě blízké koryto by mělo být významně mělčí a plošší, než koryto technické. Do revitalizací se prokopírovávala stará hydrotechnická zvyklost - když koryto opevňovat, tak v nárazových březích oblouků trasy, aby se nemohlo hnout do strany. Takto mohl být revitalizační pokus zásadně pokažen.

D Kolem roku 2000: Fáze „vykamenovaných bobových drah“. Aniž by zatím většina vodohospodářů blíže studovala morfologii přírodních vodních toků, začínalo být jasné, že se při revitalizaci potoka moc nezkazí, když bude koryto dost mělké a výrazně zvltněné. Panovaly však silné obavy, že koryto bez tradičního technického opevnění nebude stabilní. Koryto, včetně dna, se tedy souvisle vysypalo obvykle netříděným lomovým kamenivem. Výsledky většinou nebyly špatné, základní geometrie koryta fungovala a kamenivo se rychle skrylo v nánosech a vegetaci. Jenom byl ztížen jeho vývoj do stran a za kamenivo se utratilo víc, než by bylo nezbytně nutné.

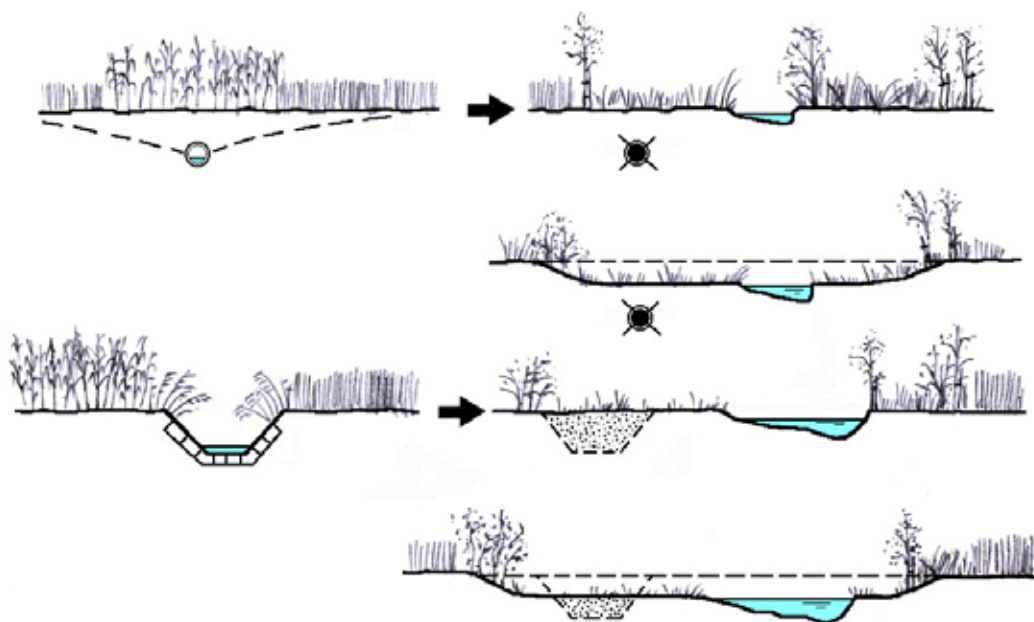
E: Po roce 2000: Hydromorfologie se začíná prosazovat. Naznává se význam stabilizace koryta proti zahlubování a význam jeho vývoje do stran. Jako základ stability a členitosti zvltněných a meandrujících revitalizačních koryt se vytvářejí sledy tůň a brodů, přičemž obvyklé místo tůně je u nárazového břehu v oblouku trasy a obvyklé místo brodu ve dně koryta v přechodu mezi oblouky trasy.

F: Nadále není pochyb o tom, že je lepší revitalizovat celý říční pás, než jenom samotné koryto. Jistěže tak rostou nároky na pozemky. Počítá se s následným vývojem koryta.

G: Snad někdy kolem roku 2020: Přichází se na to, že efekty revitalizace budou větší, když se bude více pracovat s proměnlivostí šířek koryta a jeho hloubkovým členěním tůněmi. „Hluboké otekliny“ v trase koryta jsou obvykle nejatraktivnější rybářsky....

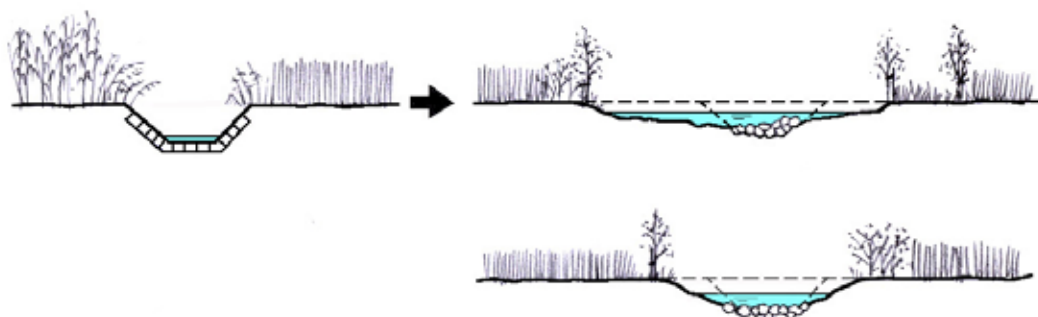
H: Přichází se na to, že přírodě se nelze dostatečně přiblížit, pokud v korytech nebude dostatek říčního dřeva. Stojí za to, konstruktivně se vypořádávat s obavami, že dřevo bude někam odplaveno a způsobí nějaký problém.

CH: Pohled do budoucnosti: Roste význam referenčních přírodních toků jako vzorů pro revitalizační návrhy. Návrat k přírodním předlohám za podmínky dobré znalosti fluvialní morfologie je konečný cíl revitalizačních snah. Velkou část práce na svém zpřirodění ovšem vodní tok udělá sám.

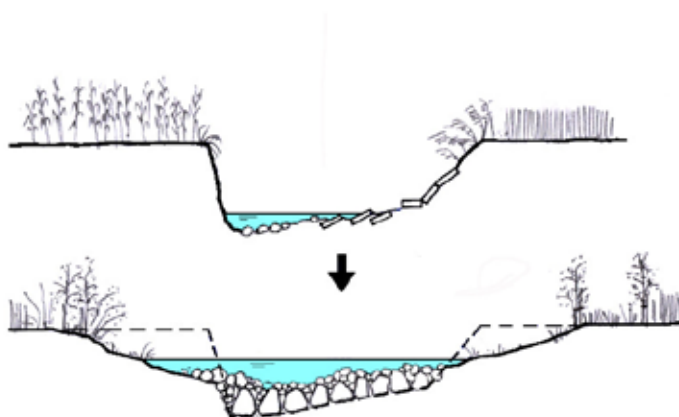


Obr. 2.13 Revitalizace drobného vodního toku výstavbou nového koryta: Zatrubnění nebo kanalizační úprava koryta se ruší a nahrazují otevřeným, přírodě blízkým korytem s běžnými hladinami vody přirozeně mělče zaklesnutými proti okolnímu terénu. Podél něj se v pozemcích, získaných pro revitalizaci, vytváří potoční pás přírodního charakteru. Morfologicky autentickým řešením je obvykle vyhloubení nového koryta přímo v úrovni terénu (v pravé části horní schématické řezy).

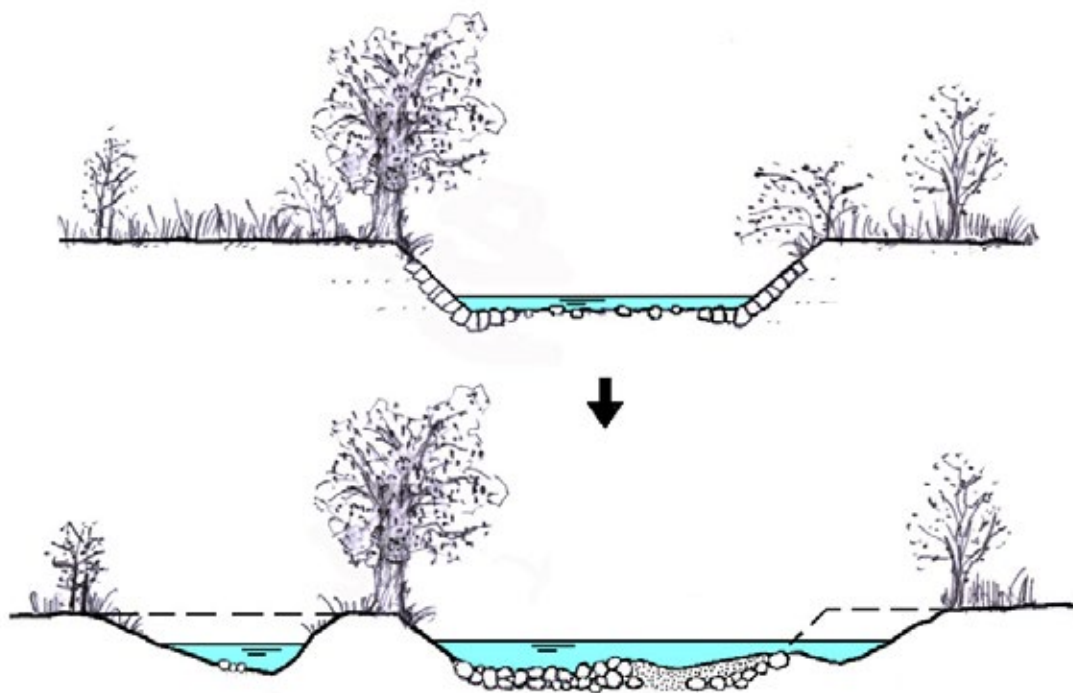
Pokud v plochem území z nějakých pádných důvodů nelze připustit výraznější zamokření a častější zaplavování navazujících ploch, může být potoční pás vytvořen jako plochý průleh, mírně zahloubený proti okolnímu terénu. (Řešení s průlehem do jisté míry oslabuje některé efekty revitalizace, jako zpomalování průběhu povodní. Proto se volí jenom v odůvodněných případech, například pokud by řešení s korytem přímo v úrovni terénu nebylo projednatelné s majiteli okolních pozemků.)



Obr. 2.14 Revitalizace přírodě blízkým rozvolněním stávajícího koryta (kde prostorové podmínky neumožňují budovat koryto nové). Nezbytné je odstranění technického opevnění a jeho nahrazení přírodě blízkými, členitými strukturami například kamenných záhozů a pohozů. Nakolik to prostorové a spádové podmínky umožňují, koryto se výrazně rozvolňuje a změlčuje - řez vpravo nahoře. Řez vpravo dole naznačuje minimum toho, co ještě lze pokládat za revitalizaci - v omezených prostorových podmínkách se provede jenom mírné rozvolnění koryta, obvykle v rámci jeho existujícího pozemku, a technické opevnění se nahradí přírodě bližšími strukturami. Pokud dřívějším opevněním byla kamenná dlažba, její materiál se může obvykle použít pro zához nebo pohoz.



Obr. 2.15 Revitalizační rozvolnění a změlčení výrazně zahloubeného koryta. Změlčení, hloubkovou stabilizaci koryta a střídání proudnějších a klidnějších pasáží lze zajistit sledem dnových kamenitých či balvanitých pasů a z nich odvozených konstrukcí. Vždy je důležité doplnění velkých kamenů či balvanů drobnějším kamenivem.



Obr. 2.16 Schématické znázornění revitalizace vodního toku rozvolněním a změkčením stávajícího technicky upraveného koryta. Pokud opevnění upraveného koryta tvořila kamenná dlažba na sucho nebo rovnanina, lze obvykle kamenná tohoto starého opevnění využít k přírodě blízké stabilizaci nově změkčeného dna. (Tuhá stabilizační konstrukce se mění v tvárnou, přírodě blízkou, a do značné míry se přesouvá ze břehů do dna.) Koryto lze rozvolňovat větvením do postranních ramen. Osvědčeným řešením jsou postranní ramena, vyhloubená kolem ostrůvků, ponechávaných v místech, kde v někdejší břehu rostou kvalitní dřeviny.

Okénko náhodně sebraných bonmotů a malmotů k pojednávaným tématům:

K bobřím hrázím:

Jestli se tady někdo začíná opravdu zodpovědně starat o zadržování vody v krajině, tak jsou to bobři!

K tak zvanému pročišťování koryt:

Když nemáš spolehlivě vyřešeno, jak řádně naložit s vytěženým sedimentem, na hrabání do koryta vůbec nepomůžeš.

K tak zvanému rybářskému hrázkování:

Chceš-li v korytě hrázkovat, přines si na to kamení. Sesbíráním kamení ze dna koryta by nejspíš utrpěla jeho povrchová členitost, a tím ve finále i ryby, kvůli kterým byla hrázka vytvořena. (V korytě s přirozeným dostatkem kameniva je zase obvykle zbytečné hrázkovat.)

K hloubení tůní:

Malé mělké tůně jsou moc dobré pro žáby. Ale z hlediska udržitelnosti dotačních projektů s nimi může být problém. Životnost tůně v letech se totiž orientačně blíží délce její příčky v metrech. (V úživném prostředí ovšem probíhá zarůstání a zazemňování podstatně rychleji než třeba v píscích.)

K takzvanému odstraňování povodňových škod v korytech vodních toků:

Průběh povodně morfologický stav koryta ve volné krajině často zlepší, závažné škody někdy způsobí až následné takzvané odstraňování povodňových škod.

Skeptické pohledy na vysazování dřevin u vodních toků:

1. Samovolná obnova porostů, která je zadarmo a dovoluje si luxus přirozeného výběru nejobdobnějších jedinců, drahé a neudrživé výsadby často nejen dožene, ale také předežene.
2. Uchlou sazenici v dotované výsadbě odhalí i nejméně nadaný úředník kontrolního dohledu.

O příznivých odtokových poměrech:

Když hydrotechnik, nedostatečně obeznámený s taji přirozené říční morfologie, neví z které do které, pohovoří o tom, že je třeba dbát příznivých odtokových poměrů.

Jeden kámen ve dně koryta je víc než deset kamenů na břehu.

Šikovní bagrista někdy dokáže zázraky. Obvykle se mu ale lépe pracuje, když byl šikovní i projektant.

Skepse vůči rybím přechodům: Každý rybí přechod má aspoň jedno místo, které způsobuje, že to celé nefunguje.

Povzdech nad návrhem migračního zprostupnění jezu: „Ať táhnou.....“

3

DÍLČÍ ASPEKTY
MORFOLOGICKÉHO STAVU
VODNÍCH TOKŮ – DÍLČÍ CÍLE
ZLEPŠUJÍCÍCH OPATŘENÍ

3 | DÍLČÍ ASPEKTY MORFOLOGICKÉHO STAVU VODNÍCH TOKŮ – DÍLČÍ CÍLE ZLEPŠUJÍCÍCH OPATŘENÍ

Některé téze se v této i v následujících kapitolách opakují. Třeba zdůrazňování potřebnosti přirozeně malé průtočné kapacity, malého zahloubení plochých koryt nebo správného situování tůň a brodů vzhledem k trase koryta. Toto opakování je vědomé. Většina uživatelů bude pracovat spíše s dílčími, pro ně zrovna potřebnými pasážemi, a tyto podstatné zásady by jim neměly uniknout.

Pro orientační přiblížení významu některých číselných hodnot, s nimiž se bude dále operovat:

Q_{30d} - „třicetidenní voda“ - bohatý průtok, který vystupuje z koryta, ale ještě není povodní; lze si jej představit jako zdravou jarní vodu z tání sněhu, vystupující z koryta do nivy. Klíčová hodnota pro revitalizační projekty: Ve většině případů se osvědčuje meandrující a zvlněná, ale často také přímá koryta dimenzovat právě na tuto kapacitu.

Q_2 - „dvouletá voda“ - malá povodeň, která ještě v podstatě ničemu neškodí. Obvykle nejmenší průtočná kapacita, na kterou byla v minulosti dimenzována technicky upravená koryta menších vodních toků - typické „meliorační lichoběžníky“.

Podélný sklon údolí 2 %, to jest 1 : 50 - v údolích orientačně o tomto nebo mírnějším sklonu se udrží a vyvíjí meandrace koryta; jinak běžná orientační hodnota podélného sklonu našich potoků od vrchovin níže.

Podélný sklon 1 : 40 - v dnešní době doporučovaný pro navrhování snad spolehlivě migračně prostupných rybích přechodů přírodě blízkého typu a dnových ramp a skluzů.

Podélný sklon 1 : 20 - podélný sklon doporučovaný pro navrhování rybích přechodů kolem roku 2000; později bylo naznáváno, že takové rybí přechody mohou být prostupné pro lososovité ryby, pro jiné však těžko.

3.1 | Stav vodního toku a cíle jeho zlepšení v dílčích aspektech

Pro vytvoření rozumného návrhu jakýchkoliv vodohospodářských opatření, včetně revitalizací, je nutno mít jasno v tom, proč mají být prováděna – jaké problémy řeší a jaké přínosy mají přinášet. Znalost cílů opatření je nezbytným východiskem pro jejich návrh a následně i pro posuzování jejich úspěšnosti. Jelikož jde o vážné činnosti, které zasahují do krajiny a stojí nemalé peníze, nelze vystačit s dojmy.

Ideálním cílem revitalizace v nezastavěné krajině je obnovení přírodě blízkého stavu, přirozených funkcí a vývoje vodního toku. To zahrnuje přiblížení k příslušnému hydromorfologickému vzoru vodního toku, obnovení přirozeného průtokového, resp. rozlivového režimu, přirozeného splavninového režimu a možnosti přirozeného vývoje koryta vodního toku. Nutno však počítat s tím, že v kulturní krajině, jejíž hospodářské, pobytové a jiné funkce nutno mít na zřeteli, působí četná omezení. V řadě případů tedy není možné dosahovat ideálních, přírodně a hydromorfologicky zcela autentických výsledků a je třeba usilovat alespoň o dílčí zlepšení – jistěže s maximálním využitím nabízejících se příležitostí.

Se zvláště silnými omezeními se setkává zlepšování stavu vodních toků v zastavěných územích. Tam je prioritou ochrana zástavby, s čímž souvisejí požadavky dostatečně velké povodňové průtočnosti (obvykle mnohem větší, než by byla průtočnost přirozená) a ponejvíce hloubkové i stranové stability koryta. I zde je zřejmá užitečnost definování dílčích revitalizačních cílů a efektů dosahovaných při jejich naplňování.

Řada dílčích cílů může být naplňována týmiž nebo podobnými opatřeními - například posílení tvarové členitosti koryta zpomaluje a diverzifikuje proudění a zároveň zvětšuje nabídku stanovišť a úkrytů, potřebných pro rozvoj říčního oživení.

Přehled možných dílčích cílů nabízí tabulka 1. Tabulka postupuje od cílů tvarových a rozměrových k cílům funkčním.

Tab. 3.1 Dílčí cíle zlepšování stavu vodního toku ve volné krajině

Dílčí aspekt stavu vodního toku	Stav v technicky upraveném vodním toku	Dílčí cíl zlepšujícího opatření
trasa koryta	napřímená	rozčlenění trasy dle odpovídajícího morfologického vzoru, např. meandrující
šířka říčního/potočního pásu	redukována na šířku koryta	obnova přírodě blízkého říčního pásu nejméně v šířce meandračního pásu
průtočná kapacita	obvykle Q_2 a více	vytvoření přirozeně málo kapacitního koryta nebo omezení kapacity stávajícího – obvykle méně než Q_1 , optimálně Q_{30d}
hloubka koryta (primárně zahloubení hladiny vody proti terénu)	nepřirozeně zahloubené – až několikanásobek přirozené hloubky	vytvoření koryta přirozeně málo zahloubeného proti okolnímu terénu
poměr hloubky k šířce koryta	u potoků obvykle 1 : 2 až 1 : 4	vytvoření relativně mělkého, širokého koryta: obvykle potoky 1 : 4 až 1 : 6; říčky 1 : 6 až 1 : 8; řeky 1 : 8 a volnější
tvary příčných průřezů	neměnné v delších úsecích toku	vytvoření koryta s příčnými průřezy proměnlivými podél trasy
sklony břehů	neměnné	použití proměnlivých sklonů, optimálně v souladu s průběhem trasy – např. strmější spadající svahy nárazových břehů, rozvolněné svahy jesepových břehů



3. Dílčí aspekty morfologického stavu vodních toků – dílčí cíle zlepšujících opatření

vymezení povodňového koridoru	hráze či valy těsně přisazené k technicky upravenému korytu	odstranění nebo odsazení hrází či valů, omezujících rozlivy menších povodní do nezastavěné nivy
hloubky vody za běžných průtoků	málo proměnlivé v delších úsecích toku; relativně malá množství vody zadržované v délkové jednotce koryta	hloubkové rozčlenění ve sledu tůní a brodů, odpovídajícím vinutí trasy; tůně obvykle v obloucích, brody v přechodech mezi oblouky; zvětšení objemu vody, za běžných průtoků zadržovaných v délkové jednotce koryta
povrchy koryta, opevnění	technické opevnění zejména kynety; pokryvy břehů technicky řešeného koryta úživnými zeminami s bohatou ruderalní vegetací	odstranění umělého opevnění (stabilizace koryta vhodnými tvary jeho příčného průřezu a přirozeně malou kapacitou), případně nahrazení přírodě bližšími prvky (záhozy, pohozy, vegetační stabilizace,...)
materiál břehů koryta	pokryvy břehů úživnými zeminami a naplaveninami, rozvoj ruderalních porostů nízké biologické hodnoty	odstranění úživných pokryvů břehů v rámci přírodě blízkého rozvolňování koryta, obnažené méně úživné povrchy nehumusovat a neosévat trávním semenem, ponechat přirozené sukcese
rozložení stabilizačních prvků v korytě	tech. opevnění hlavně v březích kynety a v jejich patách brání vývoji koryta do stran	přírodě bližší stabilizace v první řadě ve dně koryta (např. záhozové pasy v brodových místech), bránící souvislému zahlubování koryta
stabilita koryta	koryto neměnné, při ztrátě funkčnosti tech. opevnění hrozí nežádoucí zahlubování	obnovení dynamicky stabilního charakteru koryta – vyvíjí se zejména do stran, avšak nedochází k souvislému zahlubování a zachovává se rozsah poměrů hloubek a šířek koryta, resp. kynety
říční pás	silně redukován nebo zcela chybí	obnovení přírodě blízkého pásu, opt. po obou stranách koryta v šířce dosahu orientačně nejméně Q_5
dráhy soustředěného odtoku, navazující na řešený vodní tok	odpřírodněné, rozorané, erodované	obnova drah soustř. odtoku jako přírodě blízkých pásů (tvarová členitost povrchu, travní pokryv, stabilizace pohozem a příčnými pasy a valy, porosty dřevin)



vlásečnicové přítoky	zatrubněny či upraveny jako HOZ/HMZ (hlavní odvodňovací/meliorační zařízení)	otevření a revitalizace přítoků, zajištění migrační prostupnosti ústí přítoků
břehové porosty dřevin	žádné nebo výrazně poškozené porosty, přírodě vzdálené výsadby hlavně za vnější hranou koryta	složením, tvarově a věkově členité porosty; z hlediska funkcí toků jsou nejdůležitější dřeviny rostoucí co nejbližší nad hladinovými čarami; do vody zasahující kořenové systémy, poskytující úkryty živočichům
příčné objekty v korytě	koryto stabilizováno příčnými objekty – prahy, stupni, jezy	odstranění příčných spádových objektů, ve stabilizační funkci nahrazení přírodě blízkými kamennými pasy ve dně, balvanitými skluzy atp.
doprovodné vodní prvky - tůně a mokřady v říčním prostoru	chybějí, degradují zázemňováním či nedostatkem vody v důsledku drénování okolí nepřírodně zahloubeným korytem upraveného toku apod.	Vytváření a obnova tůní a mokřadů v blízkosti vodního toku; obnova přirozeného zamokření změlčováním koryt a eliminací odvodňovacích zařízení
postranní říční ramena	byla zasypana nebo se zázemňují, jsou nedostatečně protékána nebo bez průtoku, vyvýšena proti korytu, probíhá eutrofizace	obnova a pročišťování starých ramen, obnova nebo zesílení napájení z vodního toku; hloubení replik postranních ramen průtočných i neprůtočných (pokud je koryto proti starým ramenům zahloubené, může být náležitostí jejich rehabilitace obnova přirozeného zahloubení koryta)
komunikace vodního toku s podříčím (hyporheickou zónou) a nivními sedimenty	omezena redukcí půdorysu koryta, opevněním a druhotnou kolmatací koryta	obnova přirozené komunikace v přirozených tvarech a materiálech koryta
vliv na potenciál samočištění a dočišťování	morfologickou degradací koryta je snížena doba a intenzita kontaktu mezi znečištěnou vodou povrchem koryta	obnova přirozených podmínek samočištění zvětšením doby a intenzity kontaktu mezi vodou a aktivním povrchem koryta



3. Dílčí aspekty morfologického stavu vodních toků – dílčí cíle zlepšujících opatření

vliv na mělkou podzemní vodu v blízkém půdním a zeminovém prostředí	nadměrně hluboké koryto a navazující odvodňovací zařízení vodu zbytečně a zrychleně odvádějí	obnova přirozené akumulace mělké podzemní vody obnovou přirozeně málo zahloubených koryt a eliminací odvodňovacích zařízení; jde o vodu bezprostředně dostupnou pro přírodní i kulturní společenstva nivy a pro místní zdroje vody
vliv na půdy v říčním pásu/nivě	zrychlená mineralizace v důsledku odvodnění, ztráta organických složek a zhoršování vodohospodářských vlastností půd	obnova zamokření, omezení mineralizace
vliv na porostní společenstva říčního pásu/nivy	mimo jiné změny společenstev vlivem odvodnění půd a zemin	návrat mokřadních společenstev vlivem obnovy zamokření
migrační prostupnost pro vodní živočichy	omezena nebo znemožněna vlivem příčných objektů a nevhodných úseků úprav koryta	obnova migrační prostupnosti, primárně odstraněním překážek, případně zřizováním migračních cest (rybích přechodů a podobných)
vliv na průběh velkých vod	nepřirozeně kapacitní, hladké koryto zrychluje postup povodňových vln a omezuje tlumivý rozliv mimo koryto	zpomalení postupu povodňových průtoků, podpora tlumivých rozlivů mimo koryto
podmínky pro přežívání říční bioty za povodní	tvárově zjednodušené koryto neposkytuje útočiště, dochází k vyplavování bioty	obnova úkrytových stanovišť pro přežití bioty
podmínky pro přežívání říční bioty za sucha	tvárově zjednodušené koryto poskytuje omezené podmínky pro přežívání	obnova komplexu podmínek pro lepší přežívání - přirozené ploché dno s tůňemi, úkryty, možnost komunikace s podřičím
podmínky pro obnovu bioty po zátěžových stavech	degradovaný vodní tok je hlouběji poškozován zátěžovými událostmi ==> menší potenciál obnovy; omezení obnovných migrací bioty	celková ekologická rehabilitace posiluje obnovný potenciál, prostupnost pro obnovné migrace, komunikace s podřičím

Hydromorfologickou přínosnost zlepšujících opatření lze posuzovat podle toho, nakolik dosáhnou zejména těchto dílčích cílů (vyčíslitelné efekty se obvykle vztahují k jednotce délky údolnice, aby byl zachycen i vliv zvlnění koryta):

- prodloužení trasy koryta a břehových čar (na jednotku délky údolnice)
- zvětšení plochy koryta, zaplněné vodou za běžných průtoků (na jednotku délky údolnice)
- zvětšení (biologicky aktivního) omočeného, materiálově přirozeného povrchu koryta (v ploše povrchu koryta na jednotku délky údolnice)
- zvětšení četnosti a prostorového rozsahu specifických stanovišť a úkrytů pro vodní živočichy
- nahrazení ekologicky nevhodných povrchových struktur koryta (hladké povrchy umělých opevnění, plochy dna pokryté bahnými sedimenty,...) strukturami ekologicky vhodnějšími, jako jsou šterkové a kamenité povrchy (v procentech plochy dna koryta)
- zvětšení ekologicky cenné plochy příbřežních mělčin a ploch, které jsou běžným kolísáním hladin a průběhem častějších povodní udržovány bez trvalé vegetace (v půdorysné ploše na jednotku délky údolnice)
- zvětšení objemu vody, zadržovaného za běžných (případně malých) průtoků a bez vlivu umělého vzduť na jednotku délky koryta, resp. údolí (v metrech krychlových na délku koryta či údolnice)
- zvětšení rozsahu hloubek vody, které se v korytě nabízejí za běžných průtoků (v délkové míře)
- prodloužení doby prostupu běžných a povodňových průtoků úseky vodního toku, resp. údolí (v čase na jednotku délky koryta nebo údolí)
- zmenšení střední hloubky koryta proti okolnímu terénu - ve vztahu k odvodňování nivních zemin korytem (v délkové míře)
- zmenšení průtočné kapacity koryta, nepřírozeně zvětšené dřívější technickou úpravou (v metrech krychlových za sekundu)
- odstranění umělých spádových prvků ve dně o výšce větší než 10 cm

Není účelem všechny tyto parametry důsledně vyčíslovat, uvedený přehled ale ukazuje, o co by měl návrh opatření usilovat.

Zejména v nezastavěných územích jsou jako hlavní vodohospodářské cíle sledovány:

- zmenšení průtočné kapacity koryta vodního toku, spojené s podporou rozlivu do nivního území
- změkčení koryta, resp. zvýšení běžné úrovně hladin vody v korytě vzhledem k okolnímu terénu, omezení zbytečného odvodňování navazujících půd a zemin
- omezení koncentrace a zpomalení postupu, transformace rozlivem a snížení kulminační úrovně ve výstupním profilu povodí povodňové vlny na úrovni Q_{20} (postačuje orientační stanovení)

V dalších kapitolách jsou představovány jednotlivé dílčí cíle zlepšování stavu vodních toků:

3.2 | Obnovení prostorového rozsahu přírodních a přírodě blízkých tvarů koryt vodních toků a niv

Dřívější technické úpravy většinou zmenšovaly půdorysný prostor koryt, potočních a říčních pásů a zaplavitelných niv. Šířka byla nahrazována zahlubováním a hydraulickým vyhlazováním koryt. **Revitalizace naopak míří k obnově někdejšího většího půdorysného rozsahu koryt.** Zájemem tedy je rozšiřování koryt, obnova šířky meandrových pásů, obnova přirozeně zaplavitelných povodňových perimetrů. V situacích, kde půdorysný rozsah celého koryta nelze kvůli zástavbě apod. měnit, týká se požadavek většího prostorového rozsahu alespoň **kynety**, vedoucí běžné průtoky.

Široké, mělce rozvolněné koryto umožňuje rozvoj ekologicky cenných prostorů, jako jsou **korytní mělčiny, lavice naplavenin, vegetací nestabilizované zóny běžného kolísání hladin a povrchy v blízkosti koryta, inicializované povodněmi.** Čím větší je prostorový rozsah přírodě blízkých koryt a niv, tím více je příležitostí pro různé formy života, vázané na vodní prostředí. **Tím více je také místa pro přirozené formy akumulace a retence vody.**

Obnova prostorového rozsahu vodního toku může být naplňována například v následujících dílčích aspektech, které jsou i poměrně snadno vyčíslitelné:

- **Zvětšení hladinových ploch a zadržovaných objemů vody** (za běžných průtokových poměrů). Jde o zásadní parametry mimo jiné z hlediska velikosti prostoru, který vodní tok nabízí pro rozvoj bioty. Dociluje se přirozeným rozvolňováním koryta, vytvářením dnových tůní a posilováním přirozených forem členitosti koryta, které působí dynamické vzdouvání vody.



Obr. 3.1 Revitalizace Litovického potoka pod Hostivicemi; akce města Hostovic, dotovaná v rámci OPŽP. Byla provedena roku 2015, zde pohled v roce 2017. Stavba obnovila přírodní charakter jak meandrujícího potoka, tak jeho říčního pásu.

- **Prodloužení břehových linií.** Předpokládají se přirozeně členité tvary břehů s bohatou nabídkou stanovišť a úkrytů pro biotu – délka břehových čar pak je v souvislosti s bohatostí prostředí vodního toku z hlediska oživení.

3.3 | Obnovení tvarů a rozměrů koryta, odpovídajících přirozeným morfologickým vzorům

Tvary a rozměry koryt přírodních, člověkem neovlivněných vodních toků představují přirozené hydromorfologickými vzory, resp. typy.

Obvykle ve vyšších, horských a podhorských polohách, resp. větších podélných sklonech, s dostatkem štěrku a kamení, se udržují **vodní toky divočíci**. Jejich relativně široká a mělká kamenitá či štěrková koryta jsou trasově spíše přímá. Mají poměrně velkou přirozenou kapacitu. Uvádí se kapacita orientačně až úrovně Q_2 , nutno však zdůraznit, že v porovnání s typickým meandrujícím korytem se tato kapacita realizuje právě velkou šířkou koryta. Koryto se celé vyplňuje vodou až za větších průtoků, zatímco menší průtoky se rozebíhají do více pramenů, tekoucích mezi štěrkovými lavicemi. Toto větvení je proměnlivé, mezi jednotlivými průchody větších, korytotvorných průtoků obvykle nestačí štěrkové tvary koryta stabilizovat vegetace.

Obvykle v sevřenějších údolích s větším podélným sklonem, která neumožňují výraznější vlnění trasy, se rozvíjejí vodní **toky s přímým korytem**. Takové koryto bývá také bohatě vyplněno kameny a štěrkem, v užších nepřehloubených údolích (přehloubené údolí - v geologické minulosti výrazněji zahloubené údolí bylo později vyplněno splaveninami, v nichž se nyní vytváří koryto) často ve dně vystupuje skalní podklad. Zatímco v divočících tocích se určující struktury kameniva vlivem velkých unášecích rychlostí proudící vody ustavují v korytě spíše podélně, v přímých korytech se prosazuje spíše příčná poloha kamenitých struktur, vytvářející členitost dna koryta, pro níž je charakteristické střídání méně proudných úseků až tůní a štěrkových či kamenitých prahů - brodů ve dně, vytvářejících proudnější místa. Tato členitost odpovídá proudění, postupujícímu vpřed v rytmickém střídání větších a menších podélných rychlostí, tedy i s větší a menší unášecí silou.

Vodní toky meandrující se vyvíjejí hlavně v širších nivách nižších poloh, s podélnými sklony údolnice orientačně do 2 % (1 : 50). Jejich koryta mívají přirozenou kapacitu do úrovně Q_1 („jednoletá voda“) nebo spíše menší. **Pro přírodně autentické revitalizační stavby meandrujících koryt se obvykle doporučuje návrhová kapacita koryta na úrovni Q_{30d} - „třicetidenní voda“ - a jak se zdá, toto doporučení se rámcově osvědčuje.** (Q_1 představuje „malou povodeň“, Q_{30d} si lze představit třeba jako bujarou vodu z jarního tání.) Typický příčný průřez meandrujícího koryta lze přirovnávat k plochému pekáči. Koryto je běžně poměrně mělké (hladina vzhledem k okolnímu terénu) a široké. V podstatě pravidelné střídání hlubších, méně proudných pasáží a mělčích kamenitých úseků, jaké se utváří již v přímých korytech, v meandrujících tocích nabývá dokonalosti. **Sled tůní a brodů se v nich vyvíjí ve sledu oblouků trasy**, kdy typické místo i poměrně hluboké tůně se nachází v oblouku při nárazovém břehu a typické místo brodu je v přechodu mezi dvěma za sebou následujícími oblouky. Jak zvětšující se meandrující tok postupuje do menších podélných sklonů nížin, materiál jeho brodů, jesepů a vlastně celého dna se stává jemnějším. V množství usazujících se písků, hlín a jemnějších minerálních i organických usazenin relativně ubývá štěrku a kamení.

Vzácné jsou u nás nížinné vodní toky, u nichž hluboká meandrace přechází ve **větvení koryta se stabilními ostrovy**, které stačí zarůstat stromy lužního lesa. *(Někteří autoři pro tento typ používají označení vodní toky anastomozní. Tento výraz k nám byl zanesen z anglosaského prostředí, vychází však z řeckého výrazu, který lze česky vyjádřit nejspíše novotvarem „souústění“. Přinejmenším na půdě této publikace tak raději ponecháme pojem „anastomóza“ lékařům, kteří jím celkem příhodně označují chirurgické spojení dvou volných částí nějakého dutého tělního orgánu.)* Stabilně se větví vodní toky, nakolik se u nás dříve vyskytovaly, byly převážně zničeny technickými úpravami. Katastrofou velké meandrující řeky se sklony ke stabilnímu větvení byla meziválečná plavební kanalizace českého středního Labe. Katastrofické v tomto ohledu byly nepochybně též regulace Moravy. Dochované zbytky toků tohoto morfologického typu, jako dílčí úseky Moravy u Litovle, zasluhují nejvyšší ochranu.

Prolínání prvků, odpovídajících různým hydromorfologickým typům, a všelijaké nepravidelnosti jsou přirozenou hrou přírody. V naší krajině jsou běžné vodní toky, které i přirozeně přecházejí mezi učebnicovými morfologickými typy nebo představují nedokonalé rozvinutí těchto typů. Velmi rozšířená je ne zcela vzorově rozvinutá meandrace, kdy můžeme hovořit o **zvlněných korytech**. Tento pojem lze používat také pro některé vodní toky, které sice neprodělaly novodobé systematické technické úpravy, ale utrpěly hydromorfologickou degradaci v důsledku staletí postupného kultivačního působení lidí. Typické bylo například postupné selské napřimování koryt potoků a jejich posouvání k jedné straně údolí.

Technické úpravy v zájmu úspory prostoru a dosažení soustředěné průtočné kapacity vytvářely výrazně zahloubená koryta. Jestliže například **poměr hloubky k šířce činí u našich přírodních meandrujících či zvlněných potoků orientačně 1 : 4 až 1 : 6, klasický „meliorační lichoběžník“ bývá relativně hlubší, poměr hloubky k šířce se může blížit až k 1 : 2.**

S nepřirozeně velkým zahloubením se u technicky upravených koryt zpravidla pojí **nepřirozeně velká průtočná kapacita**. Technické úpravy koryt byly většinou navrhovány s kapacitou na úrovni Q_2 a větší.

Nepřirozeně zahloubené, do terénu zaříznuté – a zpravidla též nepřirozeně kapacitní - koryto mívá oproti korytu mělkému a plochému podstatné nedostatky:

- nadměrné odvodňování okolního zeminového prostředí;
- omezený prostor pro rozvoj ekologicky významných povrchů a forem tvarové členitosti zejména v březích koryta (není prostor pro příbřežní mělčiny atp.);
- za větších průtoků se proudění soustřeďuje do větších rychlostí, a pokud těm není čeleno technickým opevněním, koryto může podléhat nežádoucímu zahlubování;
- soustředění povodňového proudění zrychluje postup povodňových vln a omezuje tlumivé povodňové rozlivy do niv, s možností zhoršení dopadů povodní na níže ležící zastavěná území;
- za přísušků poskytuje hluboce zaříznutá kyneta horší podmínky pro přežívání vodních společenstev – s úbytkem průtoku se v ní rozsah zavodněného a zamokřeného prostředí výrazně redukuje, zatímco ploché, mělké koryto může působit alespoň jako mokrý pás s nespojitými tůňemi.

Nadměrně zahloubená koryta (a na ně navazující odvodňovací zařízení) zbytečně odvádějí mělkou podzemní vodu říčních pásů, respektive niv. Tato ztráta nemusí v bilanci povodí a v rámci vodního režimu krajiny představovat objemově významnou položku. **Podpora akumulace měl-**

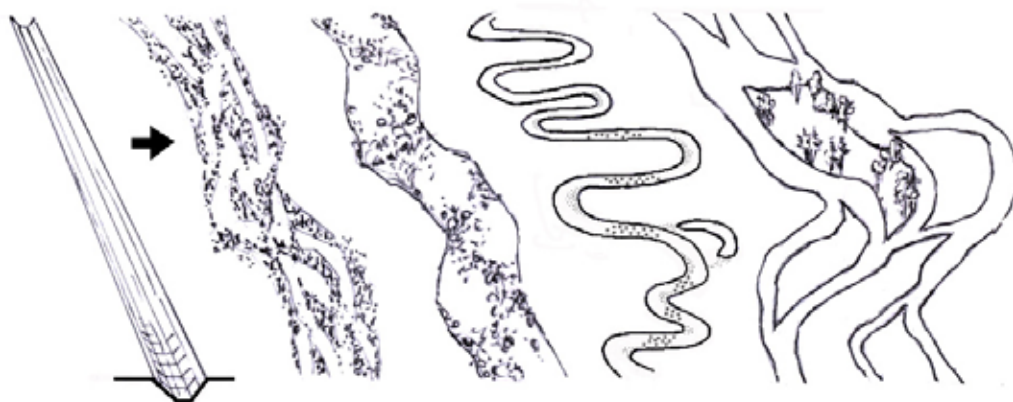
ké podzemní vody změlčováním koryt vodních toků však je důležitá vzhledem k tomu, že jde o vodu v daném prostoru bezprostředně dostupnou pro přírodní i kulturní společenstva i pro místní zdroje vody. (Na rozdíl například od vody akumulované v nádržích, která musí být pro využití v ploše území nějak distribuována.)

Snižování hladin mělké podzemní vody, mimo jiné i vlivem nepřírozeně zahloubených koryt vodních toků, také přispívá k degradaci půd. Jejich **odvodnění podporuje mineralizaci**. Dočasný nárůst úrodnosti, vyvolaný uvolněním živin v důsledku mineralizace, byl jedním z přínosů, které byly přičítány odvodňovacím opatřením. Proces mineralizace ale má i druhou stránku. Ztráta organických složek se po čase projeví omezením schopnosti půd hospodařit nejen s živinami, které se po vyčerpání přirozeného obsahu přidávají v hnojivech, ale také s vodou. Odvodnění takto cestou mineralizace zhoršuje vodohospodářské vlastnosti půd. Změlčování koryt tak může být i dílčím příspěvkem k ochraně žádoucích vlastností půd.

Bohužel velká část koryt, v minulosti uměle zahloubených, se bude spíš dál zahlubovat, než samovolně změlčovat. Za větších průtoků se v nich vyvíjejí celkově větší rychlosti a dochází k výrazné koncentraci příčných složek proudění, což dává vodnímu proudu větší schopnost vymílat zejména do hloubky. **Následné samovolné zahlubování je vnímáno jako podstatné riziko také při stavbách revitalizačních koryt.**

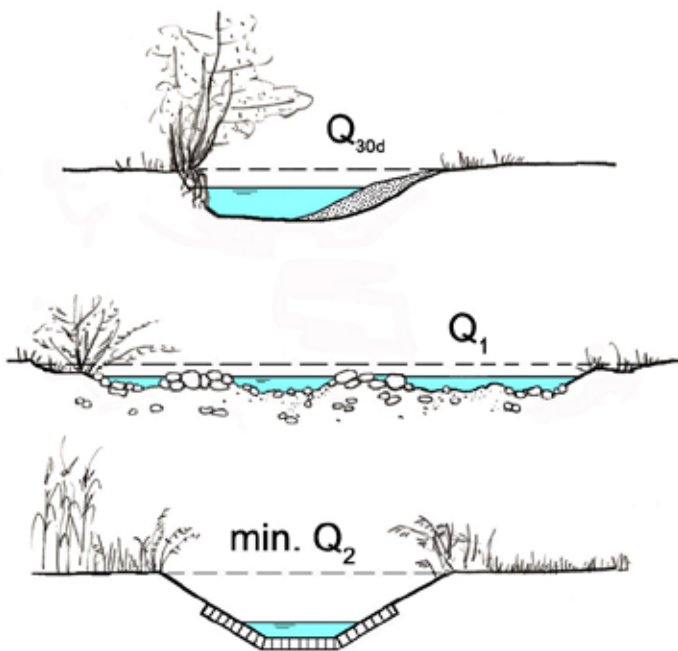
Nadměrné zahloubení technicky upravených koryt, obvykle spojené s nepřírozeně velkou průtočnou kapacitou, významně omezuje možnosti a efekty samovolných renaturačních procesů. Taková koryta se mohou dalším vývojem, samovolným zahlubováním, ještě vzdalovat tvarům přirozeného, relativně mělkého a plochého koryta, které je schopné fungovat jako dynamicky stabilní.

Vzhledem k uvedenému **obnova přirozeně malého zahloubení koryt proti okolnímu terénu (přítomnost i hlubokých tůní ve dně není na závadu) patří k zásadním cílům morfologické a vodohospodářské rehabilitace vodních toků** ve volné krajině i celé ekologicky orientované správy vodních toků. Umožňuje rozvoj členitosti koryta, vázané významnou měrou na korytní a příbřežní mělčiny a ploché partie břehů. Omezuje zbytečné odvodňování zeminového prostředí nivy, obnovuje zamokření povrchu nivy a rozvoj cenných mokřadních formací.



Obr. 3.2 Nakolik to místní podmínky dovolují, měla by revitalizace technicky upraveného koryta vodního toku (zcela vlevo) směřovat k morfologickému typu, odpovídajícímu danému místu. Se znalostí zásad říční morfologie navrhuje projektant přírodě blízké koryto tvarově a rozměrově blízké příslušnému typu - odleva:

- divočící vodní tok – relativně sklonité, na štěrko-kamenité splaveniny bohaté horské a podhorské terény
- tok s přímým korytem - obvykle sklonitější a sevřenější údolí, kde by se meandrace neudržela a nebylo by pro ni dost prostoru;
- meandrující vodní tok - širší údolí se dnem vyplněným zeminami a vyvinutou nivou, podélný sklon údolí orientačně do 2 %
- vodní tok stabilně se větvíci - do jisté míry pokročilejší stadium meandrace větších toků v širokých, málo sklonitých nivách a v říčních deltách; na rozdíl od živých štěrkových lavic divočícího typu jsou ostrovy mezi rameny trvalejší, podstatně větší a udržuje se na nich trvalý vegetační pokryv.

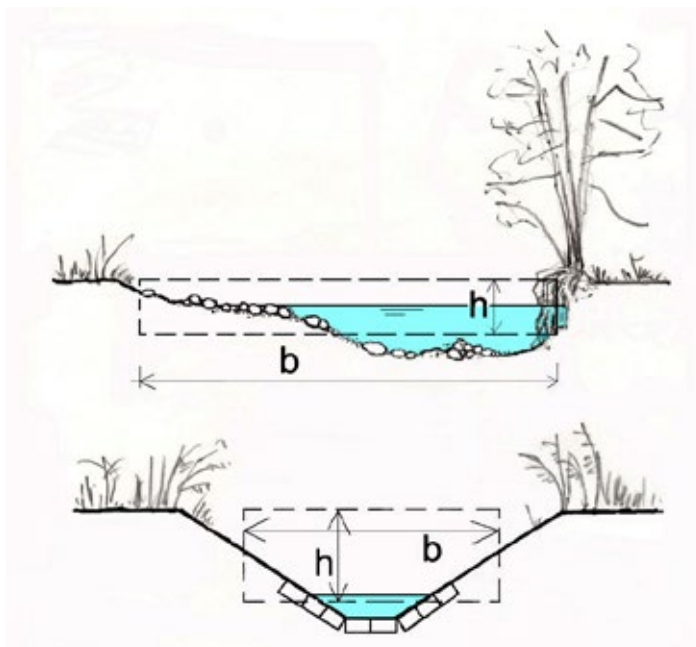


Obr. 3.3 Charakteristické tvary příčných průřezů koryt našich potoků a říček:

Nahoře koryto přirozeného vodního toku meandrujícího či zvlněného; naznačen je charakteristický tvar průřezu v oblouku (nárazový břeh – tůň – jesep); průtočná kapacita orientačně Q_{30d} .

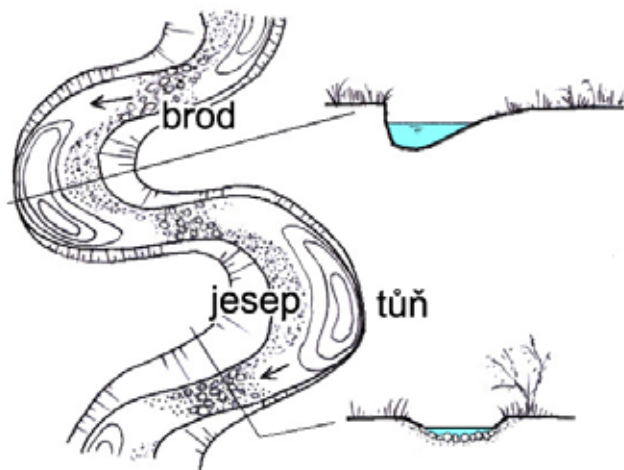
Uprostřed koryto přirozeného vodního toku divočícího; průtočná kapacita orientačně Q_1 (průtočná kapacita větší proti srovnatelně velkému toku meandrujícímu se ovšem realizuje poměrně velkou šířkou koryta).

Dole koryto vodního toku technicky upraveného do nejběžnějšího tvaru „melioračního lichoběžníku“; úpravy koryt sousedících se zemědělskými kulturami se obvykle prováděly na kapacity Q_2 až Q_5 , vzácností nejsou ani kapacity podstatně větší.



Obr. 3.4 Srovnání příčných průřezů přirozeného koryta potoka meandrujícího či zvlněného typu (nahore) a koryta toku technicky upraveného. Vedle rozdílu v průtočné kapacitě, který je v tomto obrázku poněkud potlačen, je zásadní rozdílnost v základní geometrii příčných průřezů, popisované poměrem šířky (b) a hloubky (h). (Zde jsou tyto rozměry ideově znázorněny pomocí intuitivně vykreslených obdélníkových ploch, nahrazujících plochy příčných průřezů koryt. Pro běžné praktické úlohy by takové odvození mělo postačovat, jinak nutno použít postupů hydrauliky proudění v otevřených korytech.) Zatímco klasické technické úpravy byly schopny vytvářet relativně úzká a hluboká koryta s poměrem hloubky k šířce až $1 : 2$, přirozená koryta jsou obvykle podstatně rozvětřenější. Pro naše běžné potoky se uvádějí poměry orientačně $1 : 4$ až $1 : 6$, se zvětšováním vodního toku se tento poměr dále rozvírá.

Zkušenost ukazuje, že při tvorbě přírodě blízkých koryt je správný návrh přirozeně malé průtočné kapacity a dostatečně širokého poměru šířky a hloubky podstatně důležitější, než detailní tvarování příčného průřezu. Například staré dilema, zda příčný průřez má mít tvar spíše mísy, anebo pekáče, ztrácí na významu vzhledem k tomu, že proudící voda snadno dotvoří správné tvary. Pokud by však koryto bylo nepřirozeně kapacitní a sevřené, tedy relativně hluboké, mohlo by soustřeďovat proudění za větších průtoků do rychlostí, které by vyvolávaly nežádoucí vymílání dna a celkové zahlubování koryta.



Obr. 3.5 Vzorová geometrie koryta meandrujícího vodního toku. Trasu tvoří sled protisměrných oblouků, provázený sledem pasáží proudnějších (brody) a méně proudných (tůň). Rámcově lze geometrii koryta popisovat takto:

- šířka meandrového pásu bývá 10 až 14 násobkem šířky koryta
- poloměr oblouků bývá 2 až 3 násobkem šířky koryta vzdálenost mezi vrcholem oblouku a následujícím brodem bývá 5 až 7 násobkem šířky koryta

V přechodu mezi dvěma za sebou následujícími oblouky trasy (inflexi) je obvyklé místo brodu. Tam se může vyvinout i poměrně symetrický mísovitý nebo pekáčovitý tvar příčného průřezu, v jeho dně voda rychleji proudí po hrubším kamenitěm materiálu, odolávajícím zde se vyskytujícím rychlos-

tem proudění. V oblouku trasy se obvykle vyvíjí výrazněji asymetrický příčný průřez koryta s erodovaným strmým nárazovým břehem a mírněji sklonitým vnitřním břehem, při němž se ukládá splaveninové těleso, zvané jesep. V oblouku trasy pod nárazovým břehem je typické místo dnové tůně.



Obr. 3.6 U vodních toků Středních Čech vzácné místní náběhy k divočení. Koryto je široké, ploché, se štěrkovými lavi-
cemi. Vlčava – Skalice pod Rožmitálem pod Třemšínem.



Obr. 3.7 Vodní tok meandrující či zvlněný. Strmý nárazový břeh v oblouku trasy stabilizují kořenové pletence stromů,
při vnitřním břehu v oblouku se ukládá jeseň. Klejnárka u Církvic.



Obr. 3.8 Vodní tok s přímým korytem. Morfologický typ, který se může uplatnit v sevřenějších údolích, kde není prostor pro rozvoj nivy a pro meandraci. Ve dně se vytváří rytmický sled klidnějších a proudnějších pasáží, tůň a brodů. Střední tok Klejnárky.

3.4 | Obnovení tvarové členitosti vodního toku

Morfologicky autentické tvary a rozměry vodních toků jsou obvykle spojeny s velkou tvarovou a hydraulickou členitostí. Tvarovou členitost lze popisovat v různých úrovních. **Základní tvarová členitost, daná rámcovými tvary a rozměry**, ale třeba také doprovodnými porosty dřevin, je určující pro hydrauliku koryta. **Detailní členitost, určovaná povrchem či materiálovými strukturami koryta**, působí na hydrauliku jakožto drsnost a z hlediska ekologie vodního toku se významně podílí na pestrosti nabídky stanovišť.

Tvarovou členitost vodních toků a jejich koryt lze popisovat v řadě dílčích aspektů. Jde hlavně o členitost trasy, podélného profilu a příčných průřezů koryta. V detailu pak může jít o členitost povrchů dna a břehů, kterou lze vyjadřovat parametrem podrobného omočeného obvodu koryta a která souvisí s hydraulickým pojmem drsnosti koryta. **Významným faktorem ztráty tvarové členitosti technicky upravených koryt je souvislé nadměrné zahloubení** (neplést s přítomností i poměrně hlubokých tůní ve dně koryta). Podstatnou část půdorysného prostoru takového koryta zaujímají strmé svahy, často výrazně ruderalizované, zatímco podmínky pro rozvoj cenných příbřežních mělčin, občas zaplavovaných nánosů a povrchů, inicializovaných povodněmi, jsou velmi omezené. **Tvarová členitost koryta vytváří sama o sobě povrchy, stanoviště a úkryty, podstatné pro oživení.** Současně vytváří podmínky pro členitost hydraulickou. S tvarovou členitostí v hydraulickém aspektu drsnosti souvisejí podmínky proudění jak za běžných, tak i za povodňových průtoků.

Omezení tvarové, a tím i hydraulické členitosti koryt bylo zásadním efektem technických úprav vodních toků. Naproti tomu **k významným cílům ekologicky orientované správy toků patří obnova členitosti.** To platí i v omezujících podmínkách zastavěných území, které plně neumožňují obnovu přírodně autentických forem členitosti. Zde v největší míře nastupují pragmatické formy členitosti, kterých lze dosahovat i prostředky vzdálenějšími přírodě. Přiměřeně podmínkám pak mohou být vítána i dílčí zlepšení, jako třeba nahrazení hladké dlažby drsným povrchem kamenné rovnaniny nebo záhozu.

Významným aspektem je **detailní členitost omočeného povrchu koryta**, zejména pak jeho dna. Je blízká hydraulickému pojmu drsnost. Určuje charakter a rozsah povrchu, stanovišť a úkrytů, které vodní tok nabízí mnoha složkám svého oživení (bioty). Má zásadní význam pro přímé obyvatelé dna – bentos. Ten má, vedle bakteriálních filmů v podřičí (hyporheické zóně), určující podíl na procesech samočištění vody. Detailní morfologii **dna koryta** určuje jeho **materiálový charakter**. Přirozená dna vodních toků jsou porézní, nakolik je tvoří kameny, štěrky, písky nebo hlíny. Materiál koryta, spolu s přirozenými, hydraulicky podmíněnými tvary dnových struktur, umožňuje pohyb vody mezi korytem a podkorytím. Podkorytí vede i jistou část průtoku, komunikace s ním umožňuje dotaci koryta podzemní vodou a naopak infiltraci z koryta do okolního zeminového prostředí. Přirozená dna koryt jsou více či méně prostupná pro četné složky bioty vodního toku, mohou jim umožňovat přežívání nepříznivých situací, jako je sucho, a následnou obnovu. Omezenou propustnost a prostupnost přirozených den, tvořených jíly nebo skalním podložím, nutno ovšem brát jako přírodní danost.

Na členitosti vodních toků a nabídce ekologicky významných stanovišť se nezastupitelně podílí **říční dřevo**, od jemného dřevního detritu po celé stromy. V přírodních korytech mají struktury mrtvého a živého říčního dřeva (jednotlivé padlé stromy, skrumáže větví a kmenů, kořenové pletence stromů, rostoucích v březích) zásadní podíl na vytváření tvarové i hydraulické členitosti

a na nabídce bioticky významných stanovišť a úkrytů. Vybavenost říčním dřevem je podstatným faktorem rozvoje jak přirozených, tak i rybářským hospodařením určených populací ryb, včetně třeba **nabídky úkrytů před tolik obávanými rybožravými ptáky**. Technicky orientovaná správa vodních toků vnímala přítomnost dřeva ve vodních tocích v zásadě jako závadovou; v mnoha ohledech až silně přeceňovala rizika omezení průtočnosti koryt a podílu dřeva na vzniku povodňových bariér. Dnes je zřejmé, že přírodě blízký stav vodních toků nelze věrohodně obnovovat bez toho, že by se do nich významnou měrou vracelo právě dřvo. Při správě toků je k němu třeba přistupovat diferencovaněji než dosud – rozlišovat nebezpečná místa a úseky, kde dřvo skutečně představuje riziko, a úseky, kde tomu tak není, resp. riziko je únosně malé. Tam by nemělo být dřvo přirozeného původu odstraňováno. V úsecích toků, jejichž stav je třeba zlepšovat, pak je cílené doplňování říčního dřeva jednou z významných metod.



Obr. 3.9 Nezastupitelný podíl na členitosti vodního toku a nabídce stanovišť a úkrytů bioty má říční dřvo. Křešický potok na Benešovsku, významný přítok Sázavy.



Obr. 3.10 Revitalizace nesplavného Dunaje u Hundertsingen, cca 60 km nad Ulmem, v Bádensku-Württembersku, byla provedena v roce 2012, zde pohled z roku 2014. Zcela nové, revitalizační koryto je široké, mělké a tvarově velmi členité. S možností i dramatických změn tvarů koryta hlavně za povodní se počítá.



Obr. 3.11 Revitalizace Černého potoka u Adolfova v Krušných horách – akce Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, krajského střediska Ústí nad Labem, z roku 2010, dotovaná v rámci OPŽP. Nesmyslné odvodňovací příkopy na náhorní planině byly opět nahrazeny malým a mělkým, velmi členitým přírodě blízkým korytem, které má předpoklady rychle se vyvinout v koryto přírodně autentické.

3.5 | Obnovení hydraulické členitosti vodního toku

Hydraulickou členitostí se rozumí **rozmanitost hloubek vody, rychlostí a směrů proudění v korytě**. Z ekologického hlediska je zásadní hydraulická členitost za běžných průtoků, která určuje běžnou bohatost a pestrost nabídky stanovišť pro říční biotu. Pro přežívání vodních společenstev však je podstatná i hydraulická členitost za povodní a v přísuších.

Hydraulická členitost je určována tvarovou členitostí koryta. Je však do značné míry jevem dynamickým, její podstatné složky se aktivují tím, jak voda teče, a tím spotřebovává svoji energii. **Je tedy určována také průtokovým režimem vodního toku a souvisí s množstvím energie, které má vodní tok v daném úseku k dispozici.**

Tu je zřejmé, že z hydromorfologického a ekologického hlediska **vodní tok poškozují, pokud je jeho spád soustředován ve stupních a jezích a energie odebírána hydroenergetickými zařízeními.** To se děje na úkor jak hydraulické členitosti říčního prostředí, tak přirozených hydromorfologických procesů, tedy přirozeného vývoje koryta, jehož pohonem je rovněž energie proudící vody. To jsou také důvody, proč využívání vodní energie nelze pokládat za bezvýhradně „ekologické“.

Rychlostní a směrová členitost proudění je důležitá mimo jiné i pro **materiálovou členitost koryta, resp. dna vodního toku.** Geometrizace koryta technickou úpravou nebo soustředění spádu příčnými objekty často vedly ke ztrátě pasáží výraznějšího proudění, schopného odplavovat jemný materiál, a k souvislému překrytí kamenitých a štěrkových substrátů jemným pískem nebo bahnem, což mohlo znamenat třeba ztrátu trdlišť některých druhů ryb. (V plochých písčitých terénech severozápadní Evropy představuje souvislé zapískování četných menších vodních toků, vyvolané jejich technickými úpravami, poměrně vážný hydroekologický problém.)

Podstatným aspektem hydraulické členitosti vodních toků je střídání rychlostí proudění a hloubek vody ve zde již opakovaně popisovaném **sledu mělčích proudných pasáží a hlubších pasáží méně proudných**, které ve vyvinuté podobě, zejména v meandrujících korytech, označujeme jako brody a tůně. (Typické místo tůně je v oblouku v patě nárazového břehu, brody se typicky vyskytují v přechodových místech mezi jednotlivými oblouky trasy koryta - opakování matka moudrosti.) Toto uspořádání se v materiálově tvárných korytech modeluje hlavně za velkých průtoků, kdy vznikají rychlosti proudění, schopné unášet a přeskupovat materiál, zatímco hlavní „ekologické služby“ v podobě členitého prostředí pro říční biotu pak přináší za průtoků běžných.

Detailní hydraulickou členitost, včetně proměnlivosti směrů proudění a výskytu lokálních turbulencí i tišin, vytváří obtékání prvků tvarové členitosti koryta. Působí tak již jednotlivé kameny na dně, které vyvolávají lokální dynamické „mikrovzdutí“, jsou zrychleně obtékány a narušením proudnic hlavního proudu vzniká v jejich stínu **úplav**. To je hydraulicky komplikovaný prostor, v němž proměnlivě podle velikosti průtoku a rychlostí proudění dochází k turbulenci proudění, vymílání dna i ukládání sedimentu. Jeden kámen takto může vytvářet poměrně členitou sestavu mikrohabitatů, která je pro říční biotu mnohem zajímavější, než více méně laminární proudění po hladkém povrchu technicky upraveného koryta. Hrubší členitosti, jako jsou různé **výhonové struktury** z kamenů a říčního dřeva, jsou schopny měnit směr a rychlosti významných částí říčního proudu, případně proudu celého.

Obecně mají **struktury mrtvého a živého říčního dřeva** (jednotlivé padlé stromy, skrumáže větví a kmenů, kořenové pletence stromů, rostoucích v březích) zásadní a nezastupitelný podíl na

vytváření tvarové i hydraulické členitosti vodního toku a nabídky bioticky významných stanovišť a úkrytů.

Významným aspektem, postihujícím prostorový rozsah a členitost vodního toku, je **množství vody, které dokáže délková jednotka koryta** (nebo spíše údolnice, aby byl zahrnut vliv zvlnění koryta) **zadržovat za běžných průtokových poměrů a bez umělých forem vzdutí**. Tento aspekt se dá poměrně dobře měřit, což jej činí užitečným v řadě praktických vodohospodářských úloh. Čím více vody přirozeně zadržuje běžný metr údolí, tím větší je rozsah ekologicky zajímavého vodního prostředí. Pro technické úpravy, které vytvářely napřímené, geometricky pravidelné úseky koryt s hladkým povrchem a mělkým sloupcem vody, je charakteristické poměrně malé zadržované množství vody. Jistěže technické úpravy mohly dohánět kubatury zadržované vody vzdouváním příčnými stavbami, ovšem tato forma akumulace vody je provázána podstatnými nedostatky umělého vzdouvání, bohatě popisovanými na více místech této publikace. **Zvětšení přirozeně zadržovaného množství vody může být podstatným přínosem revitalizace nebo renaturace úseku vodního toku.**

Při revitalizacích a podobných činnostech se hydraulická členitost a zadržované množství vody zvětšuje obnovováním členitosti vodního toku ve všech aspektech, od rámcové geometrie koryta (trasa, příčné průřezy) po detailní materiálovou členitost dna a břehů.

Významnou příležitostí k posílení běžné akumulace vody v korytě a hydraulické členitosti je **hloubení tůň ve dně koryta**. Nejedná se o celkové zahlubování koryta v delších úsecích, ale o vytváření lokálních přehloubenin. Přirozené tůně v korytě jsou odděleny mělkými a proudnými brodovými místy, jejichž hrubší kamenitý materiál je odolný proti vymílání říčním proudem. Pokud by bylo „revitalizační“ hloubení tůní prováděno v korytě, kde by hrozilo vymletí mezilehlých pasáží dna a celkové zahloubení, lze brody napodobovat **vytvářením dnových pasů z kamenů nebo z balvanů** - blíže popisovaných v pasážích, týkajících se stability koryta.

Přehloubeniny, resp. **tůně ve dně** jsou cennými prvky hloubkové členitosti koryta. Vytvářejí stanoviště a útočiště pro živočichy a mohou umožňovat přežívání alespoň některých složek společenstva potoka nebo řeky i v obdobích nedostatku vody, případně za hlubokého zimního zámru. Při tvorbě přírodě blízkých revitalizačních koryt je třeba dbát jejich hydromorfologicky správného umístění v obloucích trasy a přiměřenosti rozměrů. Při zlepšování koryt, která tak jako tak mají k přírodní autentičnosti daleko, lze k hloubení tůní přistupovat pragmaticky - bagrista bude postupovat metodou „Vyhlub, kde můžeš“. Zvětšené a povodňové průtoky pak samozřejmě prověřují, nakolik ta která tůň odpovídá přirozené morfologii a hydraulice koryta. Některé tůně mohou být brzy zaneseny splaveninami, za povodně mohou být některé tůně přeformátovány nebo zcela zmizí. Lze ale mít za to, že tato rizika jsou bohatě vyvažována výrobní jednoduchostí tůní a jejich zřetelnými přínosy. I velmi jednoduché dnové tůně jsou dobrým prostředkem pro rychlé a výrazné zlepšení biotického stavu vodního toku. Vyhlobení tůní může obnovit zarybnění drobného toku, který dřívější technická úprava posunula do stavu nevhodného pro běžný život ryb. Z rybářského hlediska - přítomnost tůní ve dně koryta může významně podpořit výskyt ryb větších velikostí. „Hydromorfologicky předimenzovanými“ tůněmi lze nejspíš vyvolat bohatost zarybnění, i přesahující přirozený potenciál daného vodního toku. Alespoň do doby, než se předimenzované tůně zanesou.

Jako při všech pracích ve vodních tocích, také při hloubení tůní nutno dbát zásad:

- co nejmenšího poškozování hodnotných přírodě blízkých pasáží dna a břehů, včetně břehových porostů
- hygieny přesouvání techniky, například v zájmu nešíření račího moru
- korektního nakládání s vytěženým materiálem.

Sediment, těžný při hloubení tůní, je z právního hlediska odpadem a nelze jej jen tak rozhazovat kolem koryta nebo kdekoliv v nivě. Přírodní šterko-kamenitý sediment je ovšem cenný materiál, který by neměl končit třeba na skládce. Při **respektování zásad prevence šíření račího moru** může posloužit zlepšování jiných míst vodního toku nebo může být použit při nějaké revitalizační a podobné stavbě. Šterky lze například vracet do toků a posilovat tak zdroj splavenin pro níže položené úseky toků.

Pro posílení hydraulické členitosti, včetně přirozeného hydrodynamického vzdouvání vody, je vhodné v korytě ponechávat přírodní říční dřevo (např. vývraty s kořenovým systémem a pahýly větví), v případě potřeby jej vhodným způsobem kotvit. Dále je možné do koryta umísťovat rozmanité prvky a konstrukce, jako

- jednotlivé balvany
- skupiny balvanů a kamenů
- sledy nízkých příčných kamenitých dnových pasů
- příčné a šikmé výhony a jejich sestavy (nejčastěji výhony vybíhající střídavě od obou břehů - zvlnění proudu)
- průčné dnové pasy a podobné konstrukce z kamenů či balvanů
- výhonové a jiné hydraulicky členící struktury **dřevní hmoty**, případně kombinované s kameny (např. výhon z neodvětveného stromu, fixovaného do břehu)

Prvky, působící přirozené vzdouvání vody, by neměly zhoršovat migrační prostupnost proti poměrům, odpovídajícím přirozenému vodnímu toku. Půjde tedy o dynamické vzdouvací prvky, které působí místním zúžením průtočného průřezu, neuzavírají celou šířku koryta a nevytvářejí souvislé stupňovité přepady.

Rybářskou metodou zvětšování produktivity nebo za současného prohlubujícího se sucha udržování holé využitelnosti menších vodních toků je tak zvané **jízkování nebo hrázkování** – přepažování koryta sledy nízkých vzdouvacích prvků. Tu pak zejména instalace dřevěných kulatinových prahů je poněkud problematická, neboť může přírodě vzdáleným způsobem soustřeďovat spády v korytě do přepadů přes jednotlivé prahy, a s tím ochuzovat tok o přirozeně proudné pasáže. Vytváření hrázek z kamenů, sesbíraných ze dna koryta, zase může být na závadu v korytě, které nemá dostatek přirozeného kameniva. Členitost a úkryty, vytvářené kameny, budou ve vysbíraných mezilehlých úsecích chybět.



Obr. 3.12 Revitalizace říčky Mindel v zátopové ploše suché povodňové nádrže nad obcí Dirlawang v jihozápadním Bavorsku (pohled v roce 2008) byla svým provedením nespoutaná. Dala vodnímu toku velkou tvarovou a hydraulickou členitost i možnost dalšího vývoje.



Obr. 3.13 Pragmatickou formu členitosti intravilánového koryta představují balvano-kamenité výhony, umísťované střídavě k pravému a k levému břehu. Zvláště za větších průtoků zvlňují proud, čímž vznikají místa s různými směry a rychlostmi proudění vody. Blanice ve Vlašimi, 2015; akce Povodí Vltavy, s.p.; dotovaná v rámci OPŽP.

3.6 | Obnovení přirozeného materiálového charakteru dna a břehů

Materiál dna a břehů koryta souvisí s otázkou členitosti, ale vzhledem ke zvláštnímu významu hydraulické a ekologické komunikace mezi korytem vodního toku a podkorytím (podřičím, hyporheickou zónou) resp. zvodněnými zeminovými vrstvami nivy, zasluhuje samostatný odstavec.

Mimo prostředí jílových zemin a pasáže, kde koryto spočívá přímo na nepropustném skalním povrchu, se přírodní koryta vyvíjejí v porézních materiálech. Jejich **dna a břehy jsou propustné pro vodu a do jisté míry prostupné aspoň pro některé složky říční bioty**. Kamenité, štěrkové, písčité i bahnitě dno představuje pro mnohé organismy běžný životní prostor nebo příležitost k přežití za mrazu nebo za sucha. Oživen je také ekologický prostor zvodnělého podřičí, označovaný jako **hyporeál**. Na obrovských povrchích sedimentárních částic podřičí, pokrytých mikrobiálním biofilmem, probíhá samočištění říční vody. To je ostatně jedna z nejdůležitějších funkcí hyporheické zóny. Část průtoku vodním tokem, a nemusí být zanedbatelná, se odehrává v porézním podloží koryta a může komunikovat s rozsáhlejšími podzemními zvodněmi. Přirozeně propustné dna a břehy umožňují **hydraulickou komunikaci mezi korytem a jeho okolím**. Zásoby mělké podzemní vody v okolním prostředí mohou být doplňovány infiltrací z koryta a naopak za sucha může být koryto doplňováno vodou z okolních zemin.

Technické úpravy koryt omezovaly vstup jak vody, tak složek bioty mezi korytem a jeho zeminovým okolím. To představuje nenápadný a často zcela opomíjený, nicméně významný faktor degradace vodních toků. Poškozujících mechanismů se tu uplatňovalo více. Jasnou překážku



Obr. 3.14 Revitalizaci říčky Mindel u bavorského Mindelheimu provedl v roce 2010 Vodohospodářský úřad Kempten. Jednalo se o částečnou revitalizaci stávajícího koryta, bez nároku na cizí pozemky. Po odstranění technického opevnění byla kyneta v rámci stávajícího koryta rozvolněna do přírodních tvarů. Bylo obnoveno přirozené, přirozeně propustné a prostupné štěrkové dno.

komunikace vytvářejí **málo propustná opevnění koryta**. Intenzitu komunikace zmenšila **redukce půdorysného rozsahu koryt** vlivem úprav. Dalším problémem technických úprav koryt je již popisované zjednodušení materiálové skladby dna koryta v důsledku omezení členitosti proudění – souvislé překrytí přirozeně rozmanitých dnových substrátů jemným pískem nebo bahnem

Revitalizace se snaží odstraňovat umělé povrchy koryt, které jsou málo propustné a prostupné. Jde zejména o plošné kamenné dlažby do malty a opevnění koryt betonovými prvky. Rovněž se snaží obnovovat přirozený půdorysný rozsah koryt a vytvářet hydraulické podmínky, podporující materiálovou rozmanitost dna - v proudnějších pasážích pak voda sama udržuje šterkové povrchy dna. Dalším opatřením je **doplňování nedostatkových substrátů, hlavně šterku, do koryta**. Ovšem jenom třeba plošné posypávání dna koryta šterkem by nemělo valného efektu, brzy by jej opět překrylo bahno. Kamenivo se tedy přidává pokud možno do členitých struktur, které podporují rozmanitost proudění. Mohou to být jednoduché hromady šterku nebo kamenité výhony, sypané, resp. ukládané střídavě k levému a k pravému břehu koryta.

3.7 | Obnovení přirozeného průtokového režimu

Průtokový režim vodního toku je složitou výslednicí režimu srážek, vlastností povodí a vodních toků a působení vodohospodářských staveb a manipulací. Všechny jeho aspekty jsou v naší dnešní krajině silně ovlivněné působením člověka a těžko si lze představit návrat ke zcela přirozenému stavu.

Srážkový režim lze v oblasti nakládání s vodními toky omezenou měrou ovlivňovat obnovováním přirozených podmínek pro doplňování malého vodního oběhu. To znamená globálně obnovování prostorového rozsahu říčních území přirozeného charakteru a přirozeného zadržování vody v těchto územích.

Zásadní dopad na průtokový režim vodních toků mají **změny vodohospodářských vlastností povodí**, která jsou danými toky odvodňována. Bohužel v plochách povodí čelíme fatálnímu **zhoršování vlastností jak půd a zemin, tak povrchů ploch v povodí, hlavně vlivem zemědělského a lesnického hospodaření a zvětšování podílu zastavěných ploch**. Zlepšující opatření v této oblasti však primárně nespádají do oblasti nakládání s vodními toky. Z témat, pojednávaných v této publikaci, se s touto oblastí mohou setkávat nejspíše revitalizace drah soustředěného odtoku a odvodňovacích zařízení. Zásadní úkoly ochrany půd, protierozních opatření atp. však přísluší těm, kdo nakládají s plochami v povodí, kdo je mají chránit před zastavováním apod..

V oblasti vodních toků se uplatňují jako významný faktor poškození průtokového režimu **technické úpravy koryt**, které jednak zrychlují odtoky z povodí a omezují tlumivé rozlivy odtoků, jednak působí nadměrné odvodňování navazujícího zvodnělého zeminového prostředí. Veškerá opatření k obnově přírodě blízkého stavu vodních toků lze pokládat za příspěvek k ozdravení průtokového režimu.

Dalším faktorem je omezování průtoků nebo jejich časová a prostorová redistribuce **odběry vody pro vodárenství a rozmanité technologické a zemědělské účely**. Při fungování současné společnosti jsou tyto jevy nevyhnutelné, jde však o nastavení míry, únosné též z hlediska říčních ekosystémů, a předejití excesům úseků koryt natolik zbavených průtokem, že dochází k významným poškozením jejich ekologického stavu. Zlepšující opatření v této oblasti nejsou sama o sobě hydromorfologického charakteru, v řadě situací však mohou být – vedle opatření zajišťujících

dobrou kvalitu vody - podmínkou toho, aby hydromorfologická obnova přinášela odpovídající efekty.

S problematikou odběrů vody souvisí též **provozování vodních elektráren**. **Vodoprávními prostředky** je třeba bránit jednak nadměrnému a ekologicky poškozujícímu **nárazovému vypouštění vody z nádrží či jezových zdrží** (špičkování), jednak tomu, aby ekologický stav vodního toku byl poškozován a případná hydromorfologická opatření znehodnocována **kořistnickým provozováním elektráren**. K tomu dochází u elektráren, ležících mimo vodní tok, na derivačním kanálu, které z vodního toku odebírají nadměrné množství vody a v jistém jeho úseku tak vytvářejí nepříznivé ekologické poměry, s nedostatkem průtoku. Úsek toku, v němž je nadměrně omezen průtok, může mimo jiné sám o sobě představovat překážku v migraci vodních živočichů.

Běžně opomíjeným faktorem ovlivnění průtokového režimu jsou **průtočné vodní nádrže**, dostatečně velké na to, aby byly schopny znatelným způsobem vyrovnávat průtoky v daném vodním toku. Vyrovnávací působení, zejména ve vztahu k průtokům za povodní a za sucha, bývá běž-



Obr. 3.15 Revitalizace horního toku středobavorské říčky Altmühl, kterou do roku 2016 po etapách prováděl Vodohospodářský úřad Ansbach, není přírodně autentická. Ovšem členitě tvarované a větvené přírodě blízké koryto, které nahradilo dřívější geometrizovaný kanál, významně zpomaluje povodňové i běžné odtoky. V tom lze spatřovat příspěvek revitalizace ke zlepšení průtokového režimu. Jestliže byly během dvacetileté kampaně takto zrevitalizovány téměř 23 kilometry toku, nejde již o příspěvek zanedbatelný. (Snímek Vodohospodářský úřad Ansbach)

ně vnímáno jako přínosné. Z hlediska morfologického a ekologického stavu vodního toku však může vyrovnávání průtoků znamenat i významná negativa. **Životu a vývoji vodního toku bude chybět korytotvorný a proplachovací „kartáč“ větších průtoků.** To může poškozovat jak přirozenou dynamiku a morfologický vývoj toku, tak například společenstva, závislá na proplachování koryta od jemných splavenin a pravidelné aktivaci štěrkových a pískových povrchů břehů a příbřeží. Nemusí jít o průtoky velkých povodní, ale o každoroční, resp. sezónní zvětšené korytotvorné průtoky (průtoky, kdy je koryto právě vyplněno proudící vodou). Právě takové průtoky dokáže tlumit i kdejaká menší nádrž, jaká není disponována pro účinné omezování velkých povodňových průtoků a v systému efektivní protipovodňové ochrany zastavěných území hraje zcela okrajovou roli. Paradoxně u takové nádrže může být vykazován „protipovodňový účinek“, ve skutečnosti ale může v jejím působení dominovat potlačení hydromorfologicky žádoucích mírně zvětšených průtoků. Pokud hydraulické dispozice umožňují nádrži vyrovnávat i malé průtoky, může to také mít různé významy a různé dopady na složky bioty vodního toku. Nadlepšovací vypouštění za extrémního sucha bude spíše vnímáno jako záchrana významné části bioty vodního toku (jakkoliv by se nepochybně našly i složky bioty, profitující z dočasného vyschnutí toku). Naproti tomu sezónní poklesy průtoků, spojené s dočasným obnažením povrchů břehů a příbřeží (pokud možno udržovaných „jarním průtokovým kartáčem“), mohou být v životě toku přirozené a jejich potlačení může působit v některých ohledech negativně.



Obr. 3.16 Úsek Altmühl, revitalizovaný v roce 2009. Koryto je široké a ploché, běžná hladina vody jenom málo zahloubená proti okolnímu terénu.

3.8 | Obnovení přirozeného splaveninového režimu

Vodní tok přirozeně unáší, transportuje a ukládá splaveniny - částice převážně horninového či zeminového původu, které jsou těžší než voda. Tento proces je důležitou součástí permanentního morfologického vývoje koryta, který mimo jiné zajišťuje stálou přítomnost rozmanitých ekolo-

gicky významných typů struktur dna a břehů, jako jsou štěrkové lavice, jesepy nebo erodované pasáže břehů.

V horních částech povodí převažuje odnos, v dolních ukládání částic. Do splaveninového hospodářství vodního toku také jako významný faktor vstupuje eroze ploch povodí a s ní související přísuny jemného zeminového materiálu. Transport splavenin spotřebovává nezanedbatelnou část energie vodního toku.

Splaveninový režim vodních toků byl u nás vodohospodářskou praxí dlouho vnímán dosti jednostranně. V technicky orientovaném pojetí správy vodních toků je skutečnost, že vodní tok uchopuje, unáší a jinde ukládá materiál, od jemných hlín po balvany, vnímána jako závadová odchylka od modelu plně kontrolovaného, staticky stabilního, zcela neměnného koryta. Vymílání koryt a ukládání splaveninových lavic bylo převážně vnímáno jako poškozování vodních toků a vytváření průtokových překážek, kterému je třeba čelit. Při konceptu zcela kontrolovaných, neměnných koryt každé vymílání koryta a každá hromada usazeného štěrku a kamení znamenaly závadu. Ve stoletém boji s těmito „závadami“ vydala správa vodních toků obrovské prostředky...a způsobila velké škody na morfologickém a ekologickém stavu vodních toků. Opevnování koryt, výstavba jezů a průtočných nádrží měly projevy splaveninového režimu minimalizovat.

Potlačování přirozeného splaveninového režimu bylo nosným principem tzv. **hrazení bystřin** – odvětví technických úprav koryt, u nás zaměřeného hlavně na lesní, horské, podhorské a obecně proudnější vodní toky. Hrazení bystřin se v našich zemích rozvinulo v 19. století zejména podle alpských vzorů, kdy byla za všeobecnou prioritu pokládána stabilita koryt a minimalizace tzv. škodlivých dopadů splaveninového režimu. Velký důraz byl kladen na ochranu lesní půdy před vymíláním a odnosem. Tehdy mohl existovat názor, že ideálního stavu bude dosaženo, pokud všechny bystřinné toky budou fixovány hrazenářskými opatřeními, mezi nimiž nejdůležitější místo mají příčné stabilizační objekty – stupně a splaveninové přehrážky. Fakticky však hrazení bystřin bylo zatíženo významnými negativy, z nichž vedle často sporného poměru skutečně využitelných efektů k nákladům nutno uvést zejména:

- omezení přirozené spádnosti, tvarové a hydraulické členitosti a na ni vázané stanovištní skladby koryta
- ochuzení vodního toku o splaveninový materiál, které v následujících úsecích může podpořit nežádoucí erozi koryta
- omezení prostupnosti toku pro migrace vodních živočichů a celkově negativní změny jejich přirozených stanovišť.

Negativní dopady narušování splaveninového režimu

Pokud je nějakými vodohospodářskými opatřeními zamezováno vodnímu toku, aby v některých úsecích nabýval splaveniny, nebo mu jsou unášené splaveniny odebírány nuceným průchodem jezovými zdržemi nebo nádržemi, může se tok v dalších úsecích zbavovat „ušetřené“ energie tím, že chybějící splaveniny ve větší míře doplňuje. Může se to nepříznivě projevat i **nadměrnou erozí koryta a jeho progresivním zahlubováním**. Zahlubování znamená – bez náročných nápravných zásahů - prakticky nevratný proces degradace vodního toku.

Ukládání splavenin zejména v podobě štěrkových lavic vytváří v korytě vodního toku vysoce žádoucí morfologickou a hydraulickou členitost a cenná a těžko nahraditelná stanoviště četných složek bioty. **Narušení splaveninového režimu toku ochuzením o hrubší splaveniny pak přispívá**

k tomu, že v korytě ubývá ekologicky hodnotných povrchů a dno se ve větší míře pokrývá jemným zeminovým materiálem erozního původu – bahnem. Ztrácejí se tak mimo jiné šterková trdliště, důležitá pro přirozené rozmnožování řady druhů ryb. Absence šterkových lavic v příbřeží má pak značně negativní dopady na velmi široké spektrum organismů, které takováto stanoviště využívají.

Fungující splaveninový režim zdravého vodního toku by na našich běžných tocích měl spočívat v přibližné rovnováze eroze, transportu a akumulace splavenin. Vychýlení rovnováhy znamená škody jak na ekologickém stavu toku, tak také zvýšené náklady na stabilizaci koryta, opravy technických objektů na toku apod.

Odstraňování usazenin při pročišťování koryt může vedle ničení stanovišť a úkrytů bioty působit také:

- přímé mechanické ničení a poškozování říční bioty
- likvidaci stanovišť se zásadním významem pro existenci některých druhů (např. odstraňováním jemnozrnných náplavů dochází k likvidaci stanoviště se zásadním významem pro rozmnožování mihulí)
- poškozování bioty umělým vyvoláváním zákalů
- nežádoucí reaktivaci živin a škodlivých látek, vázaných na sedimenty
- mechanické poškozování břehových porostů, které mimo jiné podporuje vstup infekcí do poraněných dřevin.

Nepříznivým aspektem „boje se splaveninami“ je **výběrové ochuzování vodních toků o hrubší splaveninový materiál.** Ten je snáze těžitelný a snáze využitelný, tedy bývá při pročišťování koryt ve větší míře odstraňován. Čím více je těžen, tím vydatněji je nahrazován zeminami, erodovanými z ploch v povodích. K tomu přistupuje vliv tvarových zjednodušení koryt v rámci technických úprav, který obecně působí úbytek proudnějších míst a souvislejší pokrývání dna koryta nejjemnějšími splaveninami. Výsledkem je, že ve vodních tocích **ubývá pískových, šterkových a kamenitých povrchů** a jsou nahrazovány či překrývány povrchy bahnitými. To znamená úbytek ekologicky cenných přirozených stanovišť. Pro řadu druhů ryb, které potřebují například šterková trdliště (prostory pro rozmnožování), nebo vodních měkkýšů či koryšů, je tento vývoj silně nepříznivý až fatální.

Splaveninový režim v ekologicky orientované správě vodních toků

S dnešním zájmem o dobrý morfologicko-ekologický stav vodních toků a zadržování vody v krajině se posouvá i nahlížení na přirozený splaveninový režim. Ten je již více vnímán a také respektován jako jeden ze základní projevů existence vodních toků.

Pokud jde o lesní toky včetně bystřin, počíná se naznávat, že ani z lesnického hlediska není efektivní chránit před vývojem jejich koryt každý metr lesa. Plnění funkcí lesa nepředstavuje jenom intenzivní plantážová výroba dřevní hmoty. **Také vodní tok sám o sobě, se svými funkcemi i svým vývojem, se podílí na plnění funkcí lesa,** ať už tento pojem budeme vnímat věcně nebo v administrativním smyslu. Paušální zdůvodňování hrazenářských opatření ochranou lesní půdy pak ustupuje racionálnímu posuzování přiměřenosti rozsahu a charakteru vodohospodářských opatření vzhledem k reálné míře ohrožení půd v daném území. Možné přínosy hrazenářských opatření jsou také dnes více porovnávány nejen s jejich náklady, ale také s **očekávatelnými**

poškozeními morfologicko – ekologického stavu vodního toku, podobnými jako u jiných technických úprav.

Přístupy tradičního hrazení bystřin mohou nalézat jisté omezené uplatnění při nezbytné stabilizaci proudných úseků vodních toků zejména v blízkosti zastavěných území. I tam by ale měly být pokud možno nahrazovány modernějšími přístupy intravilánových revitalizací. Ve volné krajině se dnes budeme spíše setkávat se situacemi, kdy vodní tok, v minulosti postižený hrazenářskými opatřeními, bude potřeba revitalizovat. Případně stabilně problémový vodní tok, který by byl dříve řešen tradičními metodami hrazení bystřin, bude stabilizován přírodě bližšími zásahy. Například spádové stabilizační objekty typu stupňů nebo přehrázek budou nahrazovány kamenitými a balvanitými skluzy, dnovými pasy a sledy pasů, které lze označovat jako dnové rampy.

Především mimo zastavěná území by **stabilizace koryt, omezující přirozenou korytotvornou činnost, měla být prováděna jenom výjimečně**. Nezbytnost takového řešení, třeba při ochraně komunikačních staveb, by měla být v každé konkrétní situaci věrohodně doložena.

Odstraňování pískových, štěrkových a kamenitých sedimentů z koryt vodních toků těžením by mělo obecně mělo být prováděno co nejméně. Do jisté míry může být akceptováno v zastavěných územích, ale i tam by mělo být prováděno jenom v nezbytně nutném, dobře odůvodněném rozsahu.

O přiblížení splaveninového režimu přirozeným poměrům se aktivně snaží revitalizace a další opatření k obnově přírodě blízkého stavu vodních toků. Zejména **revitalizace ve volné krajině by měly pokud možno produkovat koryta schopná dalšího přirozeného hydromorfologického**



Obr. 3.17 Etapa revitalizace řeky Iller, tekoucí z Alp, u Vöhringen na hranici Bavorska a Bádenska-Württemberska z roku 2014. Revitalizace reaguje mimo jiné na úbytek splavenin v řece, který je důsledkem zejména technických úprav a výstavby jezů a nádrží. Při rozvolňování koryta byl štěrkový materiál ze stran hrnut do řečiště a zčásti ponechán v hromadách, ze kterých jev bude říční proud postupně odebírat.



Obr. 3.18 Součástí revitalizace Iller bylo i navezení velké hromady štěrku za účelem „dokrmování“ řeky splaveninovým materiálem. (V České republice sice nemáme řeky alpského typu a není cílem revitalizací, nějaké takové „vyrábět“, zde uplatňovaný přístup ke splaveninovému režimu však je obecně inspirativní.)

vývoje. Dílčí opatření ke zlepšení stavu toků mohou inicializovat vhodný vývoj koryta – například iniciační narušování technických opevnění, instalace výhonů a podobných prvků, podporujících vhodné stranové vymílání koryta.

Ve vodních tocích ochuzených o hrubší frakce splavenin je vhodné provádět v tomto směru zlepšující opatření. **Základní metodou tu je samozřejmě obnova přirozené dynamiky toku**, aby si byl sám schopen vytvořit odpovídající tok splavenin. **V některých případech lze vodní tok dosycovat splaveninami z vnějších zdrojů**, jak bude blíže popisováno v kapitole, věnované zlepšujícím opatřením.

3.9 | Obnovení možností samovolného vývoje koryta

Přirozené vodní toky se samovolně vyvíjejí. Meandrující toky překládají meandry v nivní ploše, divočí koryta se stěhují, jak jim to úzká údolí dovolí. Odhlédneme-li od denudačního vývoje, probíhajícího v geologickém čase, a budeme uvažovat v čase, v němž žije správa vodních toků, můžeme hovořit o vzoru vodního toku, který se ve svém vývoji chová jako **dynamicky stabilní**. Tento stav bývá popisován vyrovnaným poměrem odnosu a ukládání splavenin v delších úsecích toku. Pro praktické potřeby ale může být vhodnější vnímat **dynamickou stabilitu jako stav, kdy se aktuální tvary vodního toku mění, ale zůstává zachován tvarový a rozměrový vzorec koryta a s ním související vodohospodářské a ekologické funkce vodního toku**. Běžně to znamená, že koryto se horizontálně stěhuje v nivní ploše, ale nemění se především jeho zahloubení vůči okolnímu terénu. Pokud by se koryto zahlubovalo (tím není míněn vznik jednotlivých dnových tůní), zásadně by se měnila jeho geometrie, rozsah a členitost mělčin a břehových partií, průtokové podmínky, vazby na nivu a mělké podzemní vody a související ekologické funkce.

Technické úpravy vodních toků s dynamickou stabilitou v zásadě nepracovaly a snažily se vytvářet koryta fixní, bez možností samovolného vývoje. Když již v takto upraveném korytě dojde k nějakému vývoji, znamená to obvykle, z technického hlediska, poruchu. (Z hlediska morfologického a ekologického stavu vodního toku může jít o žádoucí samovolnou renaturaci.)

Jistěže v řadě úseků vodních toků v kulturní krajině, zejména v blízkosti zástavby, již není možné samovolný vývoj koryt připouštět nebo musí být alespoň nějak omezován. Tu by mělo patřit ke schopnostem ekologicky orientované správy správně vylišovat ty úseky, v nichž je dynamicky stabilní vývoj koryta možný, a tam jej chránit a v rámci možností podporovat.

V oboru revitalizací vodních toků pak jsou pokládány za nejvyšší třídu ty stavby, které vytvářejí přírodě blízká koryta s možností dalšího samovolného vývoje. Pokud je někde možné obnovit samovolně se vyvíjející koryto, a přitom tam revitalizační stavba vyprodukuje koryto, které je nepřiměřenými stabilizacemi této možnosti zbaveno, nejedná se o dobře využitou příležitost. **Nejčastějším pochybením v tomto směru je opevňování břehů koryta tam, kde není žádné opevnění potřeba nebo kde by bylo vhodné opevňovat ne břehy, ale dno koryta.**

Obecně významným předpokladem toho, aby se vodní tok mohl vyvíjet, je existence prostoru pro tento vývoj. Sem patří **ochrana, udržování a obnovování říčních pásů nebo alespoň jakýchsi doprovodných pásů území podél koryt toků** – v případě potoků je pás šířky několika metrů podstatně víc, než žádný pás. Vymezování přírodě blízkých pásů podél vodních toků by mělo být předmětem procesů územního plánování a pozemkových úprav a rovněž cílevědomé dlouhodobé politiky správců vodních toků, včetně získávání příslušných pozemků do správy. (*Vizme například průlomovou novelizaci bavorského zemského zákona o ochraně přírody k 1.8.2019, která obecně zakázala zemědělské a zahradnické využívání pásů podél vodních toků, širokých nejméně 5 metrů – na každou stranu od vnější hrany koryta, v případě pozemků Svobodného státu Bavorsko podél vodních toků 1. a 2. řádu nejméně 10 metrů.*)



Obr. 3.19 První etapa revitalizace Stropnice u Nových Hradů, druhdy technicky upravené v rámci náhradních rekultivací za výstavbu JE Temelín. Revitalizaci provedlo Povodí Vltavy, s.p., dotováno v rámci OPŽP. Obnovení širokého říčního pásu umožnilo vhodné navázání akce na komplexní pozemkové úpravy. Na tomto snímku stav revitalizace v době dokončování výstavby v roce 2014. Nové koryto je zvlněné, ale postrádá podrobnou členitost.



Obr. 3.20 Ještě v roce 2014 prošla Stropnicí místní menší povodeň, která revitalizační stavbu vhodně dotvořila. Skutečnost, že se koryto převážně rozšířilo a změlčilo splaveninami, nasvědčuje, že základní geometrie přírodě blízkého koryta byla správně navržena, a tím i naprogramována možnost jeho dalšího samovolného vývoje v intencích hydromorfologického typu meandrujícího vodního toku.



Obr. 3.21 Potok Kolbersbach u Lindbergu v Bavorském lese byl v minulosti upraven do podoby přímého kanálu pro plavení dřeva. V letech 2000 až 2002 nechala správa národního parku provést přírodně velmi autentickou revitalizaci. V bývalých pastevních loukách a mýtinách bylo obnoveno široké, ploché a výrazně zákrutovité koryto. Má dostatek prostoru pro další samovolný vývoj. Pohled v roce 2004.



Obr. 3.22 V dalších letech se vývoje Kolbersbachu chopili bobři. Díky sledu jejich hrází se potok komplikovaně rozlévá do okolních ploch, čímž vznikají přírodně velmi zajímavé mokřiny a vyvíjejí se postranní koryta. Pohled kolem roku 2014.

3.10 | Posílení přirozené stability koryta

Z praktického hlediska lze vnímat tři stabilní stavy koryta vodního toku:

1. **Dynamicky stabilní přirozené koryto.** Přirozeně se vyvíjí zejména posuny do stran - v tom se chová dynamicky. Ale neprodělává souvislé zahlabování a rámcově se nemění jeho tvary a rozměry, ani na ně vázané vodohospodářské a ekologické funkce. V tomto ohledu je stabilní.
2. Koryto, které se v důsledku technické úpravy stalo **staticky stabilním, fixním**, tedy po dobu funkčnosti úpravy neschopným přirozeného vývoje.
3. **Koryto nestabilní.** Obvykle tak označujeme koryto, které se celkově zahlubuje, čímž se podstatně mění jeho tvarový a rozměrový vzorec i jeho vodohospodářské a ekologické funkce. (Vznik a vývoj jednotlivé dnové tůně ovšem neznamená nežádoucí celkové zahlabování!)

V našich podmínkách nežádoucí zahlabování koryta obvykle nastartoval nějaký nevhodný lidský zásah. Často to byla i z technického hlediska nekvalitní „selská“ úprava, kdy koryto bylo napřímeno a zkapacitněno, aniž by se odpovídajícím způsobem, tedy opevněním, řešila jeho ochrana před zvětšenými rychlostmi proudění, tedy před vymíláním. Riziko destruktivního vývoje pak významně zvětšuje neodolné zeminové prostředí. Mohly však být i komplikovanější důvody destabilizace. Technická úprava koryta, sama o sobě dobře stabilizovaná, mohla způsobit jednak zrychlení odtoků z určitých částí povodí, jednak ochuzení toku o splaveninový materiál – což se pak projevilo destrukcí třeba i přirozeného koryta v níže ležících úsecích. Efekt vymílající „hladové vody“ mohlo vyvolat vybudování nádrže, která zastavila chod splavenin. (U nás asi nejvýraznějším případem byl vznik hlubokého kaňonu, vedoucí mimo jiné k rozsáhlému stržení

nivní podzemní vody, na řece Morávce na severní Moravě.) Destabilizace koryta, vedle často dost brutálních problémů s kvalitou vody, nezřídka postihuje vodní toky, do nichž ústí dešťová odlehčení kanalizací ze zastavěných území.

Cílem obnovy přírodě blízkého stavu vodních toků je mimo jiné také obnovení jejich přirozené stability, pokud možno v dynamickém smyslu. Zde se uplatňuje osvědčený a v této publikaci opakovaně připomínaný **koncept obnovy přirozeně málo kapacitního, plochého a proti okolnímu terénu málo zahloubeného, výrazně členitého koryta**. Takové koryto omezuje vznik rychlostí proudění (v podélných a zejména pak příčných složkách), kterým by neodolával jeho přirozený materiál a kterým by bylo třeba čelit technickým opevňováním.

Koncept přirozené stability se snadno uplatní při správně pojaté výstavbě nového revitalizačního koryta „na zelené louce“, kdy staré, technicky upravené koryto bude opuštěno a zasypano, případně jeho části budou využity jako biotopní tůň. Obtížnější úloha může nastat, pokud nelze vytvářet koryto nové a je nutné stabilizovat to dosavadní, nadměrně zahloubené. Podstatné bude jeho **změččení**, které bude dostatečně odolné a zároveň bude posilovat tvarovou a hydraulickou členitost koryta. Základním prvkem, použitelným pro stabilizaci, členění nebo změččení koryta je **dnový pas z kamenů nebo balvanů**. Obvykle jsou aplikovány sledy takových pasů. (Přírodě blízkými způsoby změččování, stabilizace a rozčleňování koryt se blíže zabývá část věnovaná zlepšujícím opatřením v korytech.)

Nutno rozlišovat mezi vývojem koryta do stran a do hloubky. Vývoj do stran, projevující se horizontálním posouváním nebo překládáním koryta, je obvykle přirozeným projevem vodního toku, nemění příliš základní tvary a rozměry koryta, jeho vodohospodářské nebo ekologické funkce ani hydromorfologický typ. Naproti tomu zahlubování koryta obvykle bude vnímáno jako nežádoucí jev, přinášející degradační změny tvarového a rozměrového vzorce koryta a poškození jeho funkcí. V těchto souvislostech je **třeba při provádění vodohospodářských opatření rozlišovat stabilizaci dna**



Obr. 3.23 Revitalizaci Pekelského potoka u Zdislavic na Vlašimsku provedl k roku 2006 městyš Zdislavice s podporou tehdejšího Programu revitalizace říčních systémů resortu životního prostředí (PRŘS). Zvlněné koryto, vyhloubené zcela mimo koryto dřívější, následně zasypané, je mělké a málo kapacitní. Stabilizováno a členěno je sledem pasů z kameniva, ukládaných do dna obvykle v přechodech mezi oblouky trasy.

koryta a opevňování jeho břehů. Přírodě blízká stabilizace dna jako ochrana před nežádoucím zahlubováním koryta a současně příspěvek k jeho tvarové a hydraulické členitosti patří k základním nástrojům ekologicky orientované správy vodních toků a obnovy přírodě blízkých koryt. Naproti tomu **opevňování břehů v zásadě směřuje proti jeho přirozenému morfologickému vývoji.** Takto by mělo zůstat jenom zvláštním vodohospodářským nástrojem pro situace, kdy je omezování přirozených vývojových tendencí vodního toku dostatečně odůvodněno například blízkostí zástavby, kterou nutno chránit před poškozením. Je pozoruhodné, že i někteří profesionální vodohospodáři dostatečně nerozlišují mezi zahlubováním koryta a jeho morfologicky přirozeným horizontálním vývojem. I když mají řešit primárně hloubkovou nestabilitu koryta, z jakéhosi archetypálního zvyku sypou kamenivo hlavně do břehů, místo co by je umísťovali především do dna koryta.



Obr. 3.24 Revitalizační koryto Pekelského potoka kolem roku 2017, tedy po více než deseti letech. Díky svým tvarům a rozměrům je hloubkově stabilní.

3.11 | Zlepšení průběhu povodňových průtoků vlivem koryta

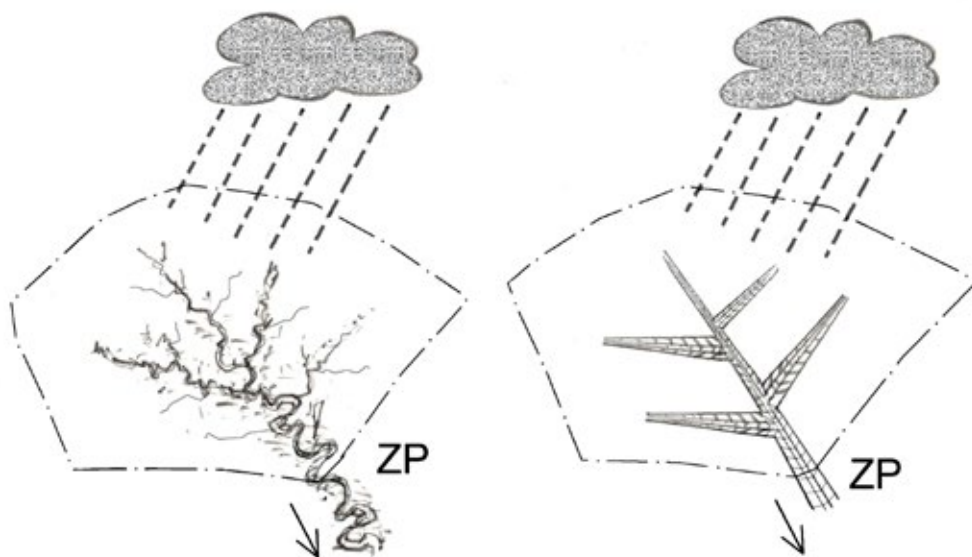
Zde si můžeme zjednodušeně představovat dvě modelové situace. První postihuje vliv stavu koryt vodních toků na vznik povodňové vlny odtokem z povodí, přímo zasaženého srážkovým přívalem. Druhá situace se týká dalšího postupu již vzniklé povodňové vlny korytem vodního toku a jeho nivou.

1. Přírodě blízké toky pomaleji přivádějí povodňové průtoky z ploch povodí zasaženého přívalem

Modelová situace: Dešťový příval, schopný vytvořit povodeň, spadne na primární povodí, odvodňované potoky, které v něm počínají. Podstatným faktorem vzniku škod dál po toku bude kulminační úroveň povodně, vystupující ze závěrného profilu onoho primárního povodí. Výše kulminace bude záležet nejen na intenzitě přívalu, ale také na tom, jak rychle bude voda z dílčích částí primárního povodí postupovat do závěrného profilu a nakolik se tam dílčí přítoky setkají a sečtou. Nikoliv nepodstatnou roli v tom bude hrát **charakter koryt oněch potoků v povodí, vystaveném srážce.** Budou-li tato koryta přirozená, tedy málo kapacitní a velmi členitá, voda jimi bude postupovat pomalu, zpomalována drsností samotných koryt a rozlivy do okolních ploch. Budou-li koryta technicky upravená, tedy kapacitní, přímá a hydraulicky hladká, voda jimi bude postupovat podstatně rychleji. Zpomalování postupu vody jednotlivými potoky také může do jisté míry, v závislosti na tvaru povodí, zmírňovat setkávání dílčích přítoků v závěrném profilu

a s tím související koncentraci výsledné povodňové vlny. Orientační propočty pro běžné tvary povodí, které na toto téma prováděl Matoušek (Just, T., a kol.: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Hořovice, 2005), ukazují, že **stav potoků může mít na velikost odtokové kulminace z primárního povodí, za různě velkých srážek, vliv v řádu jednotek až desítek procent.**

Technicky upravená koryta menších potoků jsou takto druhým příspěvkem „kultivace“ krajiny ke zvětšování povodní....pokud za první budeme pokládat narušený stav zemin a ploch, na něž přímo srážky dopadají.



Obr. 3.25 Schématické znázornění primárního povodí, zasaženého přivalem. Síť vodních toků svádí vody do závěrného profilu povodí (ZP), odkud vystupuje povodňová vlna. Pokud jsou vodní toky v povodí přírodního charakteru (vlevo), vody do závěrného profilu přitékají pomaleji a menší měrou se v něm setkávají přítoky z dílčích částí povodí a z dílčích časových úseků srážky, než je tomu v povodí, jehož toky jsou technicky upravené (vpravo). Ze závěrného profilu povodí s přirozenými vodními toky bude nejspíše vystupovat povodňová vlna více rozložená v čase, s menším kulminačním průtokem.

2. Přírodě blízké koryto vede pomaleji povodně a podporuje jejich tlumivý rozliv do nivy

Pokračujeme ve zjednodušených modelových představách: Povodňová vlna vystupuje z primárního povodí, v němž vznikla, a pokračuje korytem potoka, říčky a pak řeky k cílům v podobě zastavěných území, která může zaplavit, a tím poškodit. Mezi lidmi je dost zažita představa, že je obecně dobře, když voda zůstává v korytě, a to kdekoliv. Z pohledu někoho, kdo má na břehu dům, je to jasné. Také zemědělec, který hospodaří na poli vedle potoka, je rád, když hlavně po dobu pěstební sezóny voda zůstává v korytě a pole mu nezaplavuje. Ale zde již může být rozpor. To, že voda nevystoupí z koryta a nerozlije se po něčím poli nebo louce, nejspíše znamená, že bude korytem rychleji a s vyšší průtokovou kulminací postupovat k vesnici nebo městu, kde okolo stojí domy. Čím méně se bude povodeň nahoře tlumit rozlivem do ploch, tím více může o něco níž ohrožovat domy. Mimo jiné i po velkých povodních, které u nás proběhly mezi roky 1997 a 2013, **dneska panuje zřetelná shoda na tom, že raději necháme zaplavit pole a louky,**

než ulice a domy.

Zde opět hraje roli stav koryta, kterým povodňová vlna postupuje. Pokud je přírodě blízké, díky malým rozměrům a velké členitosti, respektive drsnosti jeho kapacita nedosahuje ani úrovně Q_1 , znamená to, že se bude již každá malá povodeň rozlévat do okolí - v nezastavěné území do lesů, hájů, luk nebo polí. Bude nastávat jev tlumení povodně rozlivem do plochy nivy. Pro vznik tohoto jevu vůbec nemusí být údolí příčně přepaženo nějakou hrází, krychlový metr přirozené dynamické retence v údolí působí stejně jako krychlový metr statické retence v nádrži nebo poldru (akorát je zadarmo a jeho vznik není spojen s rizikem protržení hráze, které by mohlo vytvořit povodeň ještě podstatně větší).

Pokud je vodní tok, kterým má postupovat povodeň, technicky upraven na nějakou nepřirozeně velkou kapacitu (v naší zemědělské krajině je úprava na úroveň Q_5 celkem běžná a vzácností není úprava většího toku uprostřed polí na Q_{20} i více), rychle vede povodně k „vesnicím, které mají být zničeny“ a oddaluje nástup jejich tlumivého rozlévání do nivy. **Nepřirozeně velké a hladké upravené koryto nepříznivě ovlivňuje postup i takové povodňové vlny, která přesahuje jeho kapacitu a rozlévá se z něj do nivy.** V takovém případě pásem již zaplaveného koryta rychle vpřed postupuje soustředěný tubus povodňového proudění, zatímco postranní části nivy jsou hůře hydraulicky využity, vznikají v nich ve větší míře tak zvané mrtvé kouty. To v důsledku omezuje tlumení povodně rozlivem do nivy. Povodeň na úrovni Q_{50} bude nejspíše postupovat významně rychleji údolím, v jehož dně je vykopáno přímé technické koryto o kapacitě Q_5 , než podobným údolím, v jehož dně se klikatí přirozené koryto o průtočnosti nedosahující úrovně Q_1 .

Rovněž je třeba zmínit jev **koncentrace povodňové vlny**. Větší povodňové průtoky obvykle postupují korytem, respektive údolím rychleji než průtoky menší. Vodní masy z pozdějších fází rostoucí povodně takto mohou dostíhat vody z fází dřívějších, povodňová vlna se koncentruje, kulminační průtok se zvětšuje a hladina stoupá. Přítomnost vysoce kapacitního, hydraulicky hladkého technicky upraveného koryta může tento jev významně podporovat. Roste schopnost povodně působit škody v zastavěných územích.

Významným cílem revitalizací ve volné, nezastavěné krajině je obnova přirozeně málo kapacitních, mělkých a členitých koryt, která vedou povodňové průtoky pomaleji a jsou méně příhodná pro koncentraci povodňových vln. Taková koryta podporují časný nástup tlumivých rozlivů a jejich větší hydraulickou účinnost (lepší rozložení povodňového průtoku do celého zaplaveného prostoru, tedy v důsledku menší rychlosti postupu povodně a nižších úrovní jejich kulminací).

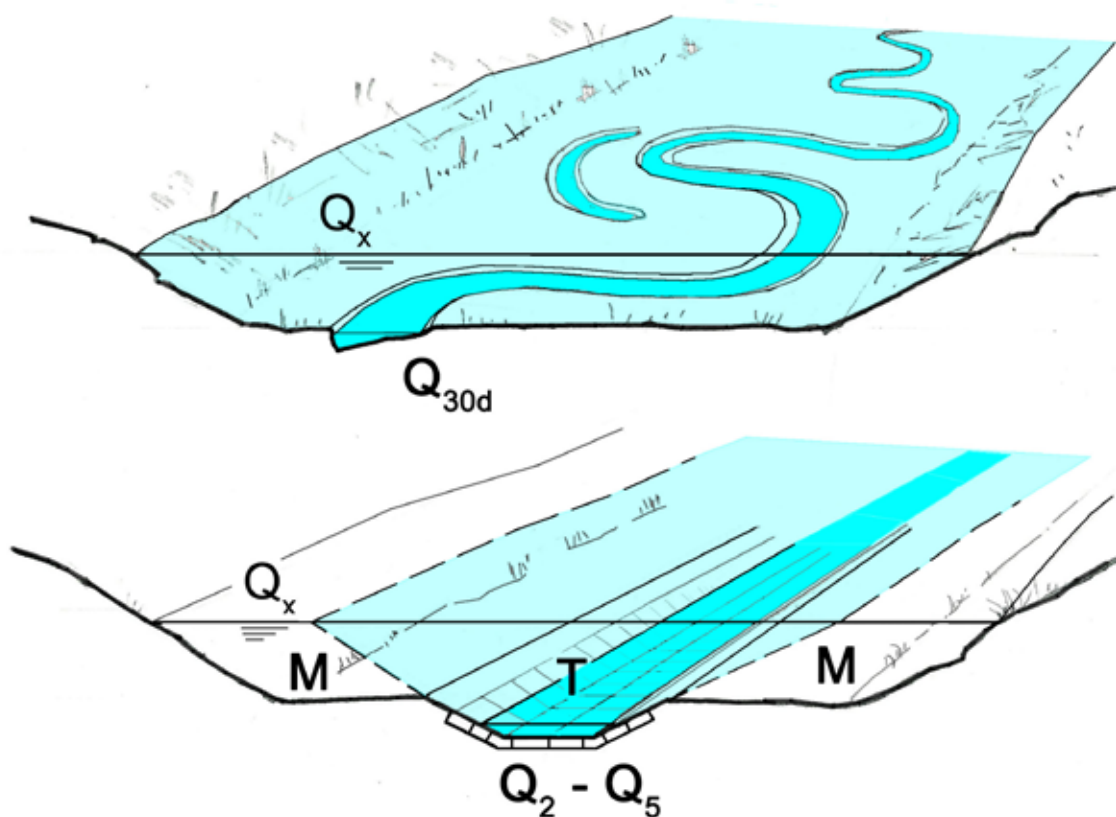
Nelze tvrdit, že by revitalizace koryt samy o sobě řešily problematiku vzniku a průběhu povodně. **Mohou však být nikoliv zanedbatelným příspěvkem ke zpomalení povodňových odtoků, zmenšení jejich kulminačních úrovní a tím zmenšení ohrožení zastavěných území.** Technická protipovodňová opatření mohou vhodně doplňovat mimo jiné i tím, že na rozdíl od nich přinášejí i další cenné efekty, zejména pokud jde o ekologický stav vodního toku.

3.12 | Příznivé ovlivnění průchodu povodně stavem nivy

Pakliže pokládáme za příznivý tlumivý rozliv povodně do nezastavěné nivy a snažíme se jej podporovat obnovováním přirozených tvarů a rozměrů koryta, pak je rovněž potřebné, aby pro tento rozliv byl k dispozici příslušný prostor. V rámci revitalizace tedy mohou být **odstraňovány různé faktory, uměle omezující zaplavitelnost nivního území.**

Mohou být **odstraňovány některé starší ochranné hráze**, například tak zvané **selské hráze**, jejichž ochranný účinek již není v souladu s dnešními cíli ovlivnění povodňových průtoků, kdy ochrana zemědělských ploch ustupuje ve prospěch ochrany zastavěných území. Konkrétní situace však nemusejí být tak jednoduché a jednoznačné, jak by se mohlo zdát na první pohled, a rozhodně vyžadují odborné posouzení i v širších souvislostech a pro různě velké průtoky. Některá stará hráz již nemusí být důležitá pro svůj původní účel jakési lokální ochrany ploch, ale může vytvářet za určitých průtoků příznivý efekt postranního poldru (plochy, do níž se voda nerozlije hned, ale až po dosažení určitého průtoky, což může ve větší míře omezovat kulminační úroveň povodně).

Částečné obnovení přirozené zaplavitelnosti nivního území přinese **odsazení ochranných protipovodňových hrází**, které byly v minulosti postaveny blízko vodního toku nebo přímo při jeho březích. Nejspíše by se jednalo o komplexní, velmi nákladný vodohospodářský projekt. Kombinoval



Obr. 3.26 Vliv stavu koryta na průběh povodně údolím. Hladké, přímé a velmi kapacitní technicky upravené koryto (dole) podporuje i po překročení vlastní kapacity a rozlité vody do nivy proudění vody v rychlém, soustředěném tubusu (schématicky vyznačen tělesem T). Postranní části rozlity (M - zjednodušeně „mrtvé kouty“) jsou pro povodňové proudění méně využity. Dochází k nerovnoměrnému hydraulickému využití příčného průřezu nivní zátopy, což oslabuje efekt tlumení povodně rozlitím. Malé, mělké a členité přírodní koryto (nahore) ovlivňuje povodňové proudění méně a umožňuje účinnější využití průtočného průřezu rozlity. Hraje se o rychlost a kulminační úroveň povodně, která může dále v údolí vstupovat do zastavěných území a působit v nich škody.

by protipovodňové a revitalizační cíle v situaci, kdy staré hrázování tak jako tak již neposkytuje míru ochrany, potřebnou z hlediska sídel v navazující nivě, případně jeho technický stav není dnes vyhovující. Odsazené hráze, na rozdíl od hrází vystupujících přímo z hladiny vodního toku, také nelákají bobry k hloubení chodeb.

Dokončení zajímavějšího projektu odsazení ochranných hrází jsme zatím nebyli v České republice svědky. (V době přípravy publikace jsou v realizaci protipovodňová opatření Rapotín a Víkřovice na Šumpersku, kde se odsazují hráze na Desné pro vytvoření koridoru o průtočnosti na úrovni Q_{50} .) Lze si jej však dobře představit například na českém středním Labi, kde regulované koryto, zčásti doprovázené těsně přisazenými hrázi, běžně vytváří povodňovou průtočnou kapacitu na úrovni Q_{20} . Podobné projekty byly v nedávné době realizovány v Německu na Labi nebo na Rýně. Zřejmě největší známá realizace na Labi u Lenzen přinesla odsazení hráze až o více než jeden kilometr v délce sedmi kilometrů řeky. Tak vytvořila mezi řekou a novou hrází velmi rozsáhlé zaplavitelné území, v němž je dále podporován vývoj k přírodnímu stavu.

Protipovodňové funkce revitalizované nivy mohou vhodně doplnit **jámy po těžbě písků a štěrků, uvedené do přírodě blízkého stavu**. Ty se mohou dobře uplatnit, pokud způsoby jejich těžení a pojetí rekultivačních plánů směřovaly k těmto cílům, a ne k tupé „rekultivaci“ zavezením odpadními zeminami nebo zakládáním plantáží vánočních stromků. Členitě tvarované, běžně částečně zatopené těžební jámy **mohou v různých kombinacích hostit přírodu, rozumně pojatou rekreaci nebo sportovní rybářství**. Jejich běžně volný objem pak představuje povodňovou retenční kapacitu. Prázdňení po povodni se obvykle děje přirozenou infiltrací.



Obr. 3.27 Nivní pozemky v obci, různou měrou zatížené povodňově odplavitelnými předměty. Antropogenní nepořádek v dosahu velkých vod se největší měrou podílí na vzniku povodňových bariér v nebezpečných místech vodních toků. Udržování pořádku podél vodních toků zejména v zastavěných územích obcí je důležitou, pohříchu často podceňovanou součástí protipovodňové prevence.

Problém při povodních představuje **spláví, které může vytvářet bariéry a ucpávky v rizikových místech**, jakými jsou zejména mosty, lávka a podobná úzká místa. „Boj“ proti zdrojům spláví v říční nivě se často jednostranně zaměřuje na břehové a doprovodné porosty dřevin. Zkušenosti z rozebírání reálných povodňových bariér ale ukazují, že rozhodující až zásadní podíl na jejich vzniku má odplavitelný materiál, který do dosahu vodního toku umístila lidská ruka – dříví (dřevo oddělené řezem), řezivo, odplavitelné stavby a předměty, různé odpady. Často je to biologický materiál ze zahrad, jako pokosená tráva, shrabané listí, ořezané větve apod. Místo co by byl zužitkován v kompostech a dřevních kompostech, majitelé zahrad z něj dělají skládky na březích vodních toků. Důležitou součástí protipovodňové prevence by tedy mělo být **udržování pořádku podél vodních toků, a to zejména v obcích**.



Obr. 3.28 Rozhodující podíl na vzniku povodňových bariér mívá antropogenní spláví – dříví a řezivo (= dřevo, které se setkalo s pilou a s lidskou rukou, tedy nikoliv přirozené říční dřevo) a různé jiné odplavitelné předměty a odpady. Bariéra na dolním okraji Frýdlantu po povodni v roce 2010.

3.13 | Příznivé ovlivnění průchodu povodní stavem břehových a nivních porostů dřevin

Tradiční představa o stromech a keřích jako nežádoucích povodňových překážkách nebo zdrojích nebezpečného povodňového spláví je značně omezená. Neměla by být šablonovitě přenášena ze zastavěných území do volné krajiny. Tam mohou porosty působit na průchod povodní do značné míry příznivě. Zejména dřeviny rostoucí přímo v březích přirozeně zvlněného koryta zvětšují jeho tvarovou členitost a hydraulickou drsnost, a tím ponejvíce **podporují žádoucí časné rozlévání povodňových průtoků do nivy**. Dřeviny v nivě mohou rovněž přispívat ke **zpomalování a směrové diverzifikaci povodňového proudění**, a tím zvětšovat hydraulickou účinnost tlumivého rozlivu.



Obr. 3.29 Břehové a doprovodné porosty dřevin v přirozené skladbě a dispozici mohou přispívat ke zpomalování povodňového proudění a vhodně zachycovat povodňové splávi. Povodeň na Blanici pod Vlašimí v roce 2006.

Hydraulické působení porostů dřevin je závislé na jejich struktuře a stavu a na charakteru vodního toku. Výše popsané příznivé efekty lze spojovat nejspíše s tvarově členitými porosty přírodně blízkého charakteru podél přírodních koryt. Naproti tomu husté břehové linie stromů podél napřímených koryt mohou někdy vytvářet jakýsi tunelový efekt, omezovat rozlévání povodňového průtoku mimo koryto, a tím zrychlovat jeho postup.

Dřeviny v březích a v nivě mohou být zdrojem **povodňového splávi**. Rizikovost tohoto momentu bývá ale silně přeceňována. Naopak bývá přehlíženo, že velký, často dominantní podíl na tvorbě závadového povodňového splávi, tedy splávi, které skutečně nevhodně ucpe například nevhodně dimenzované lávky, mosty a propustky, mají různé **odplavitelné depozice dřeva, dříví a jiných materiálů, které jsou dílem člověka**. Důvodem takto nevyváženého nazírání může být i to, že popovodňové čistky v břehových porostech mnozí lidé vítají, často v naději získat nějaké dříví, zatímco nabádat lidi v obcích, aby na svých pozemcích v blízkosti vody udržovali pořádek, není politicky vděčné. Břehové a doprovodné porosty se mohou ve většině situací příznivě uplatňovat jako **zachycovače povodňového splávi**, a tím omezovat vznik nežádoucích bariér splávi v nebezpečných místech.

Souhrnně jedním z cílů revitalizace vodního toku může být vytvoření či obnova břehových a doprovodných porostů přírodně blízkého charakteru, které mimo jiné příznivě ovlivní průběh povodní.

Cíle ekologické:

3.14 | Zlepšení podmínek pro samočištění nebo dočišťování vody

Obecné příznivé změny kvality vody v korytech se označují pojmem samočištění. Samočištění, eliminující zbytkové znečištění, obsažené ve vypouštěných technicky a vodoprávně vyčištěných odpadních vodách, se označuje jako dočišťování. Tyto procesy jsou důležité pro zlepšování kvality vod potoků, řek i vodních nádrží. Samočištění představuje složitý soubor fyzikálních, chemických a biologických procesů zapojování cizorodých látek a energií do přirozených materiálově-energetických dějů a pokud možno přírodě blízké a neškodné formy depozice jejich produktů.

V průběhu dvacátého století byly výrazným jevem někdy i dost dramatické formy organického znečištění vodních toků. Jako podstatný faktor limitující samočisticí procesy ve vodním prostředí pak byla vnímána **přítomnost volného kyslíku**, dostupného hlavním „dělníkům samočištění“, destruentním organismům, žijícím ve formě mikrobiálních biofilmů na tzv. aktivním povrchu koryta a v podřiční zóně.

Odtud pocházejí dosud příležitostně připomínané představy o tom, že samočištění v korytech vodních toků lze podporovat budováním přepadových stupňů, které měly přinášet provzdušnění vody. (V drobných tocích to mohly být sledy nízkých stupínek, ve větších tocích byl tento „blahodárný“ efekt přisuzován jezům.) Takové úvahy však dneska nelze pokládat za příliš užitečné. Lze mít za to, že zřizování spádových stupňů neposiluje úhrnné provzdušnění vodního toku - lokální provzdušnění v místě přepadu je kompenzováno menší intenzitou přirozené hladinové aerace v uměle zklidněném úseku nad stupněm. (Jistou roli z hlediska „ekologie samočističů“ by snad mohlo mít zkontrastnění sekvence více a méně provzdušněných dílčích úseků, ale tento vliv sotva bude významný.) A díky nepopíratelnému postupu čištění odpadních vod dnes ustoupil význam tradičního organického znečištění - snad natolik, že případy vodních toků, v nichž by průběh samočištění byl limitován právě množstvím volného kyslíku, jsou již vzácné.

K procesům samočištění náleží mimo jiné ukládání primárně znečišťujících látek a různých produktů jejich destrukce v dnových sedimentech, ulpívání plovoucích částic v bylinné vegetaci břehů nebo požíráání vyššími organismy. Hlavní roli však hrají drobnohledné bentické organismy, tedy biologické potahy, žijících na površích koryta, byť jejich repertoár může významně přesahovat primární produkci organických látek. Jako důležitý zde vystupuje životní prostor těchto potahů - aktivní povrch koryta. **Výkony a dosah samočištění určuje především intenzita kontaktu mezi aktivním povrchem koryta a znečištěnou vodou.** Je dána hlavně velikostí omočeného aktivního povrchu koryta (souvisí s členitostí povrchu), dobou kontaktu mezi vodou a tímto povrchem a intenzitou mísení vody v korytě. Významné také je, nakolik vodní tok svojí poskytuje příležitosti k alespoň dočasné depozici produktů čištění. Těmi jsou hlavně sedimentační pasáže koryta.

Z toho plyne, že **dobré podmínky pro samočištění vytvářejí koryta členitá, s velkým aktivním povrchem na jednotku délky, poskytující vodě poměrně dlouhé proběhové doby. Tedy koryta přírodní a přírodě blízká.** Naproti tomu koryta technicky upravená, která jsou silně omezená co do prostoru, tvarové i hydraulické členitosti a ve svých úsecích obvykle nabízejí vodě krátké doby proběhu, obvykle poskytují podmínky pro samočištění výrazně zhoršené.

Revitalizace, obnovující přirozený charakter vodního toku, může významně zlepšit podmínky pro samočištění a dočišťování vody. To by ovšem nemělo znamenat, že s odvolávkami na samočisticí kapacitu vodních toků bude zanedbáváno čištění odpadních vod přímo v jejich zdrojích!



Obr. 3.30 Účinky procesů samočištění a dočišťování vody závisejí hlavně na intenzitě kontaktu mezi znečištěnou vodou a aktivním povrchem koryta. Ta je dána hlavně velikostí omočeného aktivního povrchu koryta, dobou kontaktu mezi vodou a tímto povrchem a intenzitou mísení vody v korytě. Tedy i v tomto aspektu jsou tvarově zjednodušená technicky upravená koryta výrazně znevýhodněna proti korytům přirozeným.

3.15 | Obnovení nabídky stanovišť - zlepšení biologického stavu vodního toku

Pro říční biotu jsou důležité prostorový rozsah a mnohostranná členitost přírodě blízkého vodního prostředí. Zvláštní význam má nabídka pobytových a rozmnožovacích stanovišť, potravních příležitostí a úkrytů před nepříznivými vlivy. **Technické úpravy vodních toků nabídku rozmanitých prostředí a stanovišť většinou redukovaly a zjednodušovaly natolik, že říční prostor uváděly do stavu ekologické zbledovanosti.** Významným aspektem nyní prosazovaného zlepšování ekologického stavu vodních toků je naopak jejich podpora a obnova. Jako zvláště důležité lze zmínit například:

- kořenové pletence dřevin, rostoucích v březích
- skrumáže říčního dřeva a bylinného spláví
- organické detritové uložení v tišších místech koryta
- šterkové pasáže dna - trdliště (místa rozmnožování) proudomilných (reofilních) druhů ryb
- kameny ve dně koryta
- zóny běžného kolísání hladin

- břehy a příbřeží koryta, aktivované povodněmi a chodem ledů - občas zaplavované povrchy, udržované alespoň dočasně bez vegetace, včetně pokryvů různými frakcemi splavenin, tříděnými povodňovým prouděním
- postranní zátoky a klky koryt
- postranní ramena
- strmé svahy v nárazových březích - příležitosti pro hnízdění ledňáčků, vlh nebo břehulí
- obnažené nebo částečně zarostlé šterkové lavice, na kterých hnízdí pisíci a kulíci
- běžně vegetací pokryté povrchy říčního pásu a nivy, vystavované častějšímu zaplavení s druhy rostlin a živočichů vázanými na měkký luh.

Obnova rámcově přírodě blízkého charakteru koryta do značné míry umožní následný samovolný rozvoj většiny těchto stanovišť. Některé typy však může být vhodné podporovat individuálními opatřeními – vysazováním stromů přímo do břehových linií (plnohodnotnou obnovu kořenových pletenců však lze očekávat v horizontu několika desetiletí), vkládáním struktur kameniva a říčního dřeva, hloubením postranních ramen, klků a otvíráním propojů s mrtvými rameny.

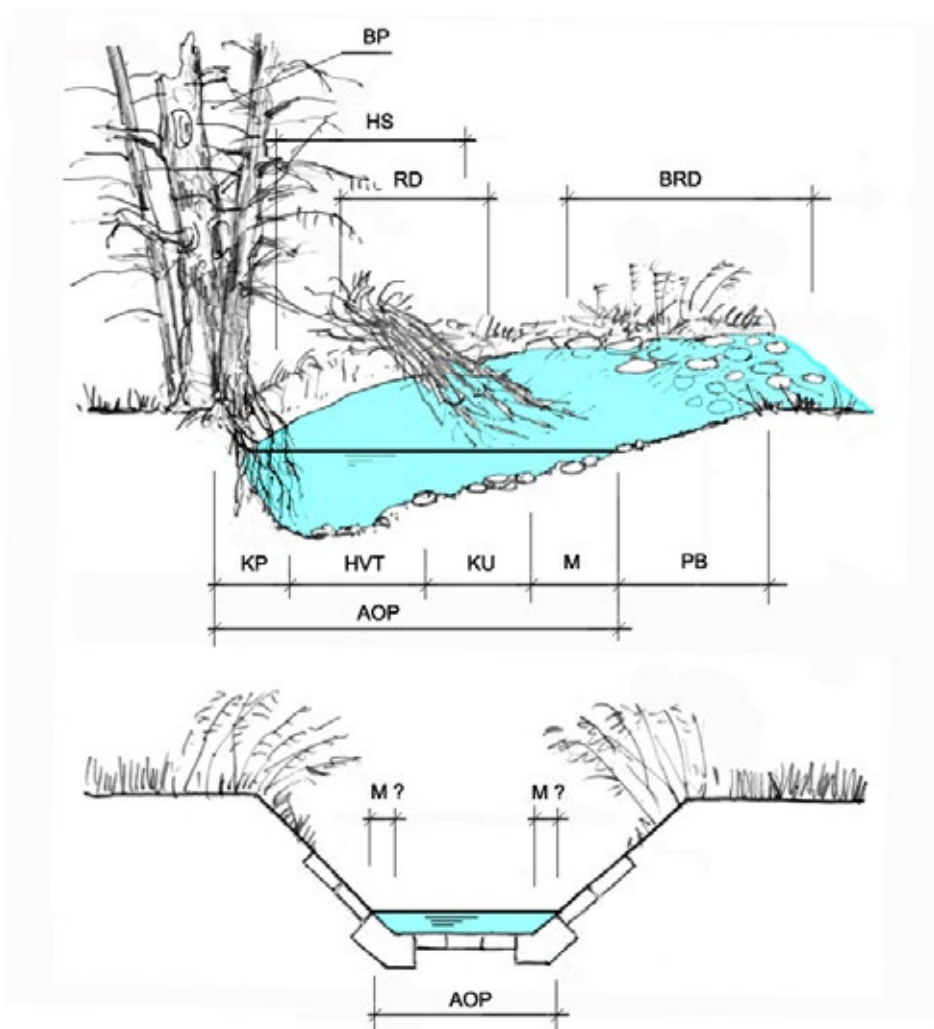
Velmi zajímavý typ prostředí představují **povrchy koryta, případně nivy, aktivované či vytvářené povodňovým prouděním**. Tedy plochy, běžně suché, které povodně udržují alespoň po nějakou dobu bez vegetace, z nichž servou drnový pokryv nebo které překryjí říčními splaveninami. Tyto povrchy, velkou měrou přechodné a s rizikem brzkého opětovného zaplavení, se s povodněmi otvírají jako náhlé příležitosti pro rychlou kolonizaci rostlinami a živočichy. Mezi nimi je řada specialistů právě na tato prostředí. Obnažené šterkové a pískové povrchy, plochy a plošky, například osídluje překvapivě velká řada druhů divokých včel. Četnost výskytu těchto specialistů, bioindikátorů, může být sledována jako ukazatel ekologické kvality říčního prostředí.

Říční dřevo, tedy hlavně mrtvé říční dřevo, je ve starém pojetí správy vodních toků pokládáno za prvek převážně škodlivý a nebezpečný, který má být z potoků a řek co nejusilovněji odstraňován. Tu je zajímavé zmínit například rybářské výzkumy, konané kolem roku 2000 v Bavorsku (von Siemens a kol. 2005). Tam již tehdy byly provedeny některé i poměrně velké říční revitalizace a byly zkoumány jejich efekty. Vystala otázka, proč říční úseky, dle shodného mínění po hydromorfologické stránce věrohodně zpřírodněné, dlouhodobě zřetelně zaostávají za srovnatelnými úseky skutečně přírodními co do přirozeného zarybnění. Jeden z hlavních důvodů byl nalezen v tom, že revitalizované úseky jsou sice dobře vymodelovány „v kameni a šterku“, ale chybí v nich právě říční dřevo, od dřevního detritu po celé napadané nebo naplavené kmeny. Není bez významu, že odstraňování dřeva z potoků a řek zbavuje ryby úkrytů před obávanými ptačími predátory.

Mohou se vyskytnout speciální opatření, usilující o nadstandardní účinky v určitých aspektech podpory biodiverzity. Třeba kompenzační „přírodní říční odchovna“ nějakého ohroženého druhu živočicha může být organizačně pokládána za revitalizaci vodního toku, ale její návrh, provedení a následné provozování budou nadstandardní. Ovšem obvyklé revitalizace a podobná opatření, pokud jde o podmínky pro život bioty, cílí na přirozené poměry, odpovídající danému místu či úseku potoka nebo řeky. Běžně nelze očekávat vytváření nějaké „lepší přírody“, než jaká by odpovídala přirozeným místním poměrům. (Stejně jako není cílem migračního zprostředkování otvírat vodní tok druhům nebo velikostem ryb, jaké by se v něm přirozeně nevyskytovaly.)

Tím má být také řečeno, že od běžných revitalizací silně degradovaných vodních toků a podobných opatření v zemědělské krajině by měly být očekávány jenom reálné přínosy. **Případný ná-**

sledný výskyt například zvláště chráněných druhů rostlin nebo živočichů může být s povděkem přijat jako zvláštní bonus, ale ve většině situací by neměl být používán jako zásadní měřítko úspěšnosti takových opatření. Revitalizace melioračně upraveného potoka mezi poli obvykle nevytvoří lokalitu zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů. I když se taková revitalizace dobře povede, je třeba počítat s tím, že ke dni kolaudace bude představovat jenom hrubý meziprodukt či polotovár, který se dalšími roky vývoje bude přibližovat běžnému přírodnímu stavu.



Obr. 3.31 Základní ekologicky významné typy prostředí v korytě vodního toku se schématickým vyznačením jejich prostorového rozsahu; porovnání menšího vodního toku přirozeně meandrujícího (nahore) a technicky upraveného (dole):

AOP aktivní omočený povrch celkem (komunikující s hyporheickou zónou – podřičím)

KP kořenové pletence

HVT hluboká voda tůně

KU kamenité úkryty

M mělčiny

PB příbřeží aktivované kolísáním běžných průtoků a povodněmi, oblast štěrkových lavic

BP břehový porost dřevin

HS hnízdí stěna v běhu

RD říční dřevo

BRD proudné prostředí kamenitého brodu



Obr. 3.32 Kořenový pletenec jako nenahraditelný prvek členitosti vodního toku a nabídky stanovišť a úkrytů bioty vyžaduje důraznou ochranu. Obecné ničení takových stromů a pletenců nutno při nakládání s vodními toky pokládat za vysoce závadové.

3.16 | Obnovení přirozené migrační prostupnosti vodního toku pro vodní organismy

Různí vodní živočichové se pohybují v obou směrech říčním prostorem. Některé druhy ryb putují za potravou nebo rozmnožováním v kratších úsecích, třeba několika kilometrů nebo desítek kilometrů. Lososi nebo úhoři potřebují pro svoje rozmnožování jak říční, tak mořské prostředí, a tak jsou jejich migrace i tisíce kilometrů dlouhé. Všechny jednotlivé místní populace se potřebují pro účely rozmnožování setkávat a mísit, aby geneticky nechátraly. Migrace ryb i jiných živočichů jsou potřebné pro opětovné osídlování úseků potoků a řek, které byly třeba vypláchnuty povodněmi nebo zbaveny některých forem oživení nepříznivými výkyvy chemismu, kyslíkového režimu nebo teploty vody. Migrovat potřebují i někteří vodní živočichové, kteří běžně příliš pohybliví nejsou – například mladší vývojová stadia některých vodních mlžů se uchycují na tělech ryb a těmi se nechávají roznášet i na delší vzdálenosti. **Přirozená prostupnost potoků a řek pro migrace živočichů je tedy významným předpokladem kvality, bohatosti a stability přirozeného oživení.**

Migrační prostupnost vodních toků pro živočichy utrpěla zejména:

- výstavbou příčných objektů – stupňů, jezů, hrází rybníků nebo přehrad
- podélnými technickými úpravami, které vytvořily úseky s hloubkami nebo rychlostmi proudění, nepříznivými pro vstup živočichů, včetně zatrubnění
- výstavbou nevhodně řešených propustků a zaústění přítoků
- nepřírozenými zavzduťkami, která vytvářejí ekologické migrační překážky (proudilné ryby neochotně vstupují do zavzduťkaného úseku, případně v něm jsou vystaveny většímu nebezpečí ze strany dravců)
- vysazováním či přirozenou změnou druhového složení ryb v důsledku změn podmínek v nepřírodně zavzduťkaných úsecích toků ve prospěch druhů ryb pro dané úseky nepůvodních, jejichž působení (predace, potravní konkurence) značně prohlubuje negativní dopady na původní biotu.
- nadměrnými odběry vody z koryt vodních toků (pro derivační MVE apod.)

V našich potocích a řekách lze za účinné překážky – alespoň pro některé druhy a velikosti ryb - pokládat již prahy, stupně nebo strmé skluzové plochy s rozdílem hladin 20 centimetrů, někteří autoři hovoří již o 10 cm. Administrativní vymezení migrační překážky výškou 1 metr, které dosud figuruje v některých vodohospodářských dokumentech, nemá věcné odůvodnění a je ve svých důsledcích zavádějící až klamavé. Může vést k neoprávněně příznivému hodnocení prostupnosti vodních toků opomíjením nižších překážek a následně k neúčelnému vynakládání prostředků, pokud by v určitých úsecích byly z existujících překážek řešeny jenom některé. I proto provedli pracovníci ochrany přírody mapování všech migračních bariér (i přírodních) na vybraných, zájmových úsecích vodních toků napříč ČR (www.vodnitoky.ochranaprirody.cz).

Existence přirozených geomorfologických migračních překážek, ostatně v naší krajině nehojných, jako jsou vodopády nebo dnové skalní skluzy, je přijímána jako aspekt přirozené migrační (ne)prostupnosti vodních toků. Obecně neomlouvá existenci překážek umělých. Bariéry z říčního splávní nebývají překážkami totálními a jejich působení bývá dočasné. Bobří hráze nutno principiálně přijímat jako přirozený jev. Jejich vnímání jako migračních překážek se u nás bude se současným rychlým šířením bobrů vyvíjet, alespoň zatím se však objevují převážně na tocích migračně méně významných.

Jakýkoliv vodní tok, řešený podle soudobých představ o příznivém ekologickém stavu, pokud by v něm v přirozeném stavu mohly probíhat migrace vodních živočichů, by měl být prost umělých migračních překážek. Pokud nějaký úsek vodního toku prodělává ať už revitalizaci, nebo moderně pojatou protipovodňovou úpravu, měl by být **migračně zprostupněn po úroveň odpovídající jeho potenciálnímu, přirozeně dosažitelnému oživení**. Není cílem zjišťovat prostupnost třeba pro druhy a velikosti ryb, které se v toku dané velikosti a charakteru ani po celkové revitalizaci přirozeně nevyskytnou. Na druhou stranu je obvykle nepřipustné opominout otázky migrační prostupnosti dílčího úseku vodního toku například s odkazem na existenci překážek v jiných, dosud neřešených úsecích. Při obnovování prostupnosti se pokládá za dobrou zásadu „**Někde se začít musí**“. Neplatí téze, že migrační prostupnost může mít smysl pouze tehdy, pokud je úplná „až do moře“. Významným přínosem pro populace živočichů v tom kterém potoce nebo řece může být i propojení poměrně krátkých dílčích úseků.

V každém jednotlivém případě je třeba hledat nejlepší možný způsob zprostředkování vodního toku. Při tom by mělo platit, že **opatřením první volby** by mělo být obnovení přirozené migrační prostupnosti, tedy **odstranění překážky nebo rehabilitace tvarově nevyhovujícího úseku koryta**. To řeší i další nepříznivé aspekty existence překážky, jako je zejména omezování přirozené spádnosti a proudnosti vodního toku umělým zavzducháním nebo vytváření nevhodné povodňové překážky. Opatřením druhé volby pak je nahrazení nevhodného objektu objektem prostupným, například nahrazení jezu kamenitou rampou. **Teprve ve třetí volbě, pokud předcházející přístupy nejsou možné, by se mělo uvažovat o výstavbě rybího přechodu**, což bývá objekt nákladný, s účinností výrazně závislou na kvalitě provedení a provozování. **Rybí přechod sám o sobě také neřeší další problémy, související s existencí vzdouvacího objektu**, jako jsou ochuzení vodního toku o přirozenou proudnost a sklonitost, narušení splaveninového režimu, zhoršení průběhu povodní. Rybí přechod rovněž neodstraňuje migrační překážku, kterou pro proudomilné druhy ryb vytváří sám uměle vzduť úsek vodního toku.

Navrhování a výstavba rybích přechodů představují v rámci revitalizací vodních toků speciální disciplínu, která není v této publikaci podrobněji rozebírána. Publikací a webových portálů věnujících se detailně problematice je v posledním desetiletí dostatek, viz literaturu. Velmi náročným navrhováním rybích přechodů by se měli zabývat pokud možno projektanti, kteří v tomto oboru pod vedením zkušených nabyli zvláštní obeznanosti. Samovzdělávání cestou pokusů a omylů si již tato oblast užila dost.

Dost již také bylo návrhů a realizací rybích přechodů, které se různými kompromisy kvůli pozemkům a snahou šetřit zejména na délce objektů nebo na poskytované velikosti průtoku dostávaly do „okrajových poloh účinnosti“...a následně se mohly v řadě případů ukazovat jako málo účinné až zcela neúčinné. Podle všeho správná je **strategie podpory jenom těch projektů rybích přechodů, resp. rybích cest, u nichž lze s vysokou mírou spolehlivosti očekávat dostatečně velkou účinnost**.

Obvykle spolehlivá pro migrace v obou směrech a nenáročná na údržbu bývají **přírodě blízká postranní koryta (bypassy)**. Podmínkou je dostatečná délka, tedy dostatečně mírný podélný sklon, vytvářející podmínky podobné jako v přirozeném potočném korytě (1 : 50 a mírnější). Přímo v korytě bývají stavěny, a tedy mají poněkud menší prostorové nároky, **žlabové rybí přechody s příčnými řadami balvanů**. Ty jsou vzhledem k použití přírodních balvanů také označovány za přírodě blízké a v dnešní době jsou u nás často stavěny. Jejich velkým problémem však mohou být příliš velké rychlosti proudění ve štěrbinách mezi balvany některých příčných řad. Výskyt velkých rychlostí podporuje nerovnoměrnost dělení spádu mezi jednotlivé příčné řady balvanů, která je daná za použití přírodních balvanů a může být tím výraznější, čím větší je celkový podélný sklon žlabu. Zhruba před deseti lety byly doporučovány žlaby o podélném sklonu 1 : 25, dneska se však ukazuje, že i přechody tohoto typu, pokud mají být spolehlivě prostupné pro horší plavce, než jakými jsou lososovité nebo některé jiné proudomilné ryby, by měly mít podstatně mírnější podélný sklon, například 1 : 40. Rovnoměrnosti dělení spádu by mohlo napomoci u nás dosud neověřené **použití vhodných betonových prefabrikátů na místě přírodních balvanů**. Proti tomuto řešení jsou zatím výhrady vzhledem k přírodní neautentičnosti, nicméně přínosem by byla i podstatně jednodušší výstavba přechodu. (Z prefabrikátu vyčnívající roxorové oko pro zavěšení na hák jeřábu, které by bylo možné následně odstranit, by významně zjednodušovalo samotnou instalaci a činilo ji bezpečnější pro stavební dělníky.) Z betonu vyrobené **štěrbinové rybí přechody** nejsou přírodě blízké, přinejmenším však rozdělují spádu mezi jednotlivé přepážky se štěrbinami je

u nich dosti rovnoměrné. Rezervu může představovat u nás zřejmě rovněž neověřená **kombinace betonové přepážky se štěrbinou a přírodním kamenem vystrojené mezilehlé tůně**. (Nastíhání řešení budou v různých variantách provedení dále testována v laboratorních podmínkách v tomto desetiletí v rámci schváleného projektu podpořeného Technologické agentury ČR.)

Rybí přechody nejsou objekty, jaké by bylo možné při zachování funkčnosti neomezeně miniaturizovat pro potřeby menších vodních toků. Migrační prostupnost je takto i jedním z faktorů, omezujících energetickou využitelnost menších vodních toků. **Energetické využívání by nemělo připadat v úvahu, pokud vedle něj nebudou zůstat zachovány průtoky vody dostatečné pro zajištění migrační prostupnosti**, respektive pod jistou velikostí vodního toku již při zachované migrační prostupnosti nezbyvá dost vody pro efektivní energetické využívání.

V těchto souvislostech hraje roli samozřejmě také kolísání průtoků v tom kterém vodním toku. Lze říci, že **nastavší suché roky si vynucují nové pohledy na řešení rybích cest**. Ve vodních tocích, které u nás nepatří do kategorie největších řek, se projeví výrazné sezónní propady průtoků, za nichž rybí přechody tradičních konstrukcí (na principu přepážek se štěrbinami) a větších podélných sklonů přestávají fungovat, protože prostě nejsou dostatečně vyplněny vodou a nenastává v nich efekt členění proudu ve sled odpočivných tůní. Poměrně hluboké rybí přechody žlabových konstrukcí také mohou nepříjemně vyprazdňovat jezové zdrže, na což pak místní „zájemníci“ obvykle reagují zahrazením horního vstupu, tedy úplným znefunkčněním rybího přechodu. Nedbale provozovaný přechod může zůstat zahrazený i v následujícím jarním období, kdy je vody zase dost a rybí migrace jsou zvláště důležité. Tyto okolnosti mohou u menších vodních toků hovořit pro odklon od tradičních typů žlabových rybích přechodů k rybím cestám, tvarově a parametricky více napodobujícím přírodu, byť proudnější koryta. Takové cesty mohou obcházet migrační překážky jako již zmiňovaná přírodě blízká obtoková koryta (bypassy) nebo mohou ležet přímo v korytě v podobě **přírodě blízkých dnových ramp**. Rampa nahrazuje jez v celé šířce nebo v její části. Její hlavní prostupová trasa rampy může být snížena do střílky, která za nedostatku vody soustřeďuje zbylý průtok. V každém případě je podstatný dostatečně mírný podélný sklon - 1 : 40 nebo mírnější, což samozřejmě vytváří velké nároky na délku, tedy i pozemkové nároky rybí cesty.

Co se týká účinnosti, existuje mezi revitalizacemi vodních toků a většinou rybích přechodů jeden principiální rozdíl. Revitalizaci následný vývoj obvykle dál vylepšuje, přírodě blízká úprava koryta nebo řeky dál „srůstá“ s okolním prostředím. Naproti tomu rybí přechody na principu přepážek se štěrbinami jsou v podstatě umělé objekty a následný vývoj, nekorigovaný přiměřenou údržbou, může být pro jejich účinnost snadno nepříznivý až fatální. Zanesení jedné štěrbiny splávním může posunout rychlosti proudění vody do poloh nepříznivých pro vstup ryb a celý objekt zneprostupnit, mírné zaklesnutí dna řeky pod přechodem může způsobit nežádoucí zrychlení proudu nebo dokonce přepad vody na jeho dolním okraji. To se promítá do konceptu údržby – zatímco revitalizace ve volné krajině by měly být navrhovány jako nízkoúdržbové nebo zcela bezúdržbové, **rybí přechody se obvykle neobejdou bez solidní, trvalé údržby**.

Problémem, který nelze pokládat za všeobecně uspokojivě vyřešený, je soupeření o vodu mezi rybím přechodem a malou vodní elektrárnou, pokud se taková při dané migrační překážce vyskytuje. Rybí přechod ubírá elektrárně na výrobě, pokud však je do něj v zájmu elektrárny pouštěn nedostatečný průtok, ztrácí na účinnosti, až se stává zcela nefunkčním. Mnohde se snaží na dostatečnost průtoků rybími přechody dohlížet zejména rybářské organizace. Bohužel však

zatím v této oblasti ani obecná společenská kontrola, ani dohled ze strany správců vodních toků a správních orgánů nejsou natolik působivé, aby přinášely dostatečná zlepšení situace.

V praxi se mohou vyskytnout také zvláštní případy, kdy migrační přístupnost určitého úseku vodního toku není žádoucí. Půjde například o vyšší **úseky toků s dochovanými domácími populacemi raků**. Ty jsou ohrožovány kontaktem s nepůvodními invazními druhy raků, které přenášejí zhoubnou infekci, račí mor, a postupují obvykle proti proudu z dolních částí povodí. Zde se však jedná o komplikovanou problematiku, kterou by technicky orientovaný vodohospodář měl řešit výhradně ve spolupráci s příslušnými přírodovědnými profesemi.



Obr. 3.33 Příčné stavby v korytech vodních toků vytvářejí překážky v migraci vodních živočichů a připravují vodní tok o přirozenou spádnost, proudnost, hydraulickou členitost a rozmanitost nabídky stanovišť pro vodní biotu. Energetické vytěžení vodního toku elektrárnou nutně znamená, že vodnímu toku je odebrána část energie, která je „pohonom“ dynamických aspektů hydraulické členitosti a přirozeného hydromorfologického vývoje. Některé problematicky umístěné jezy mohou působit vzhledem k zastavěným územím jako nevhodné překážky povodňové. (Ilustrační snímek: jez Kačov na dolní Jizeře.)



Obr. 3.34 Přírodě blízká rybí cesta na Mohanu v Oberwellenstadtu, Bavorsko, 2006. Obtokové koryto po pravé straně jezu má dostatek prostoru a tak mírný podélný sklon, že mohlo být řešeno jako přírodě blízké meandrující koryto. Zde nehrozí problémy s příliš velkými rychlostmi proudění ve štěrbinách mezi balvany ani ztráta funkčnosti ucpáváním štěrbin splávním, jako u tradičních konstrukcí rybích přechodů. Pokud je také hlavně dolní vstup do této cesty vhodně situován vůči řece a jezovému tělesu, půjde o velmi spolehlivý typ objektu, zajišťujícího migrační prostupnost vodního toku i při výrazně kolísajících průtocích.

3.17 | Zlepšení podmínek pro přežívání bioty vodního toku za povodní a za sucha

Povodně mohou odplavit zejména vyšší oživení vodního toku. Je zřejmé, že více postiženo může být oživení tvarově jednoduchého technicky upraveného koryta, chudého na úkryty, než koryta přirozeně členitého. Cestou zlepšení je tedy opět zpřírodnění, revitalizace.

Přínosy z hlediska přežívání za povodní a následné opětovné kolonizace míst a úseků vyplavených jsou zejména:

- celkově větší oživitelný prostor, vyjádřitelný například zadržovanými objemy vody nebo velikostí biologicky aktivního povrchu koryta
- menší rychlosti a větší členitost, resp. menší míra koncentrace povodňového proudění
- nabídka rozmanitých úkrytů - materiálové členitosti dna a břehů koryta, kořenových pletenců a struktur říčního dřeva, postranních ramen a klků koryta,...
- migrační prostupnost vodního toku, umožňující rekolonizaci.

Občasné vysýchání některých menších vodních toků je i v našich podmínkách přirozeným jevem. Na režim občasnosti průtoků může být vázáno i specifické oživení, které pokládáme za přirozenou součást biodiverzity krajiny. Horká a suchá léta nedávných roků však naznačila, že s vývojem klimatu a celkovým zhoršováním vodohospodářských vlastností krajiny mohou naše vodní toky trpět nedostatkem průtoků, přehříváním vody a souvisejícím zhoršováním její kvality v míře větší, než na jakou jsme zvyklí a jaká je milá nám a nejspíše též většině říční bioty.

Tu se někde začínají vymýšlet opatření v duchu technického vodohospodářství - výstavba nádrží pro nadlepšovací vypouštění vody za sucha nebo dokonce nadlepšovací převody vody z jiných povodí. Pokud jde o **zajištění nezbytných průtoků pro ředění odtoků z čistíren odpadních vod nebo o spolehlivost nějakých vodních zdrojů**, mohou mít taková opatření svoje opodstatnění, jakkoliv budou vždy velmi nákladná a v řadě ohledů těžkopádná. (Řešení problémů s odtoky z čistíren odpadních vod by mělo být vždy nejprve hledáno ve zvyšování úrovně a spolehlivosti čištění.) **Pokud ale jde primárně o ochranu biotických poměrů ve vodním toku, pak opatřením první volby by mělo být zlepšení morfologicko-ekologického stavu samotného toku.** Nevyhovující morfologický stav toku, působený nejspíše jeho technickou úpravou, obvykle představuje základní problém i v souvislosti s nedostatkem vody. Stejně jako povodně, i sucha a horko obvykle nejdříve a největší měrou postihují ty úseky vodních toků, které byly postiženy technickými úpravami. V upravených úsecích byly potlačeny faktory, důležité pro přežívání rozmanitých složek říční bioty za nepříznivých podmínek. Cestou zlepšení, tedy oním opatřením první volby, je opět revitalizace vodního toku.

Faktory zlepšujícími podmínky přežívání bioty za sucha, které by měly být chráněny a obnovovány, jsou zejména:

- Relativně široké, ploché dno koryta, resp. kynety, které i za úplné ztráty souvislého povrchového průtoků ještě po nějakou dobu působí alespoň jako široký vlhký či zamokřený pás území.
- Členění dna koryta tůněmi, ve kterých se drží voda ještě nějakou dobu po vymizení povrchového průtoků.
- Přírodní charakter dna, jeho přirozená propustnost pro vodu a prostupnost pro organismy.

Tímto dnem může být koryto i za sucha dotováno vodou z navazujících zvodnělých zeminových vrstev. Řada organismů může hledat únikovou cestu do podříčí (hyporeálu), neboli lidově řečeno přežívá tím, že se zavrtá do bahna nebo do písku.

- Přirozená mělkost koryta, které je dotováno vodou z okolního zeminového prostředí a toto prostředí svým zahloubením ještě před kulminací sucha nadměrně neodvodní.
- Přirozená detailní materiálová a tvarová členitost povrchu koryta, která nabízí bohatství úkrytů hlavně pod kameny.
- Úkryty, které nabízejí bohaté struktury říčního dřeva, včetně kořenových pletenců v březích.
- Dostatečné zastínění koryta břehovou vegetací. (Problémy nedávných let se suchem a horkem poněkud korigují názory některých přírodovědných profesí, které mají sklon horovat pro velkou míru osluněnosti koryt.)

Kupodivu i řada školených vodohospodářů tuto „**přírodní strategii přežívání v ploše vysychavých koryt**“ dosud nevzala v potaz a domnívá se, že pro přežívání je nejdůležitější co nejdéle udržet souvislost povrchového průtoku korytem. Nabízí pak jakýsi „inženýrský“ koncept přežívání bioty v linii soustředěné, hluboko zaříznuté kynety koryta. Poslední zbytek průtoku má být co nejdéle zachovávan alespoň ve střelce kynety. Odtud pocházejí návrhy nepřírodně zahloubených koryt či kynet, nepříjemně připomínajících staré špatné technické úpravy vodních toků, jaké dodnes straší i v některých revitalizačních projektech. Přitom je zřejmé, že relativně úzké, hluboce zaříznuté koryto nabízí poměrně málo mokrého či vlhkého „přeživacího prostředí“ ještě i v době, kdy nějaký průtok přetrvává. Po jeho vymizení pak nemusí nabízet prakticky nic.



Obr. 3.35 Pokud sucho postoupí natolik, že v korytě ustává povrchový průtok vody, pro přežívání alespoň části bioty je důležitý přirozený charakter plochého, zamokřeného dna a zbytková voda v tůňkách. Suché léto 2015 na Talmberském potoce v Posázaví.

4

DOPORUČENÍ PRO
NAVRHOVÁNÍ REVITALIZACÍ

4 | DOPORUČENÍ PRO NAVRHOVÁNÍ REVITALIZACÍ

Základní konstrukce z kamenů či balvanů

pohoz – stabilizace (opevnění) kamenivem sypaným na povrch, který pro to není předem zvlášť upravován; pohoz může být následně hutněn například stlačováním lžící bagru

zához – stabilizace kamenivem sypaným a obvykle zatlačovaným do předem vytvořené prohlubně či zářezu v zemině

rovnanina – stabilizace jednotlivě kladenými a rovnanými velkými kameny či balvany

4.1 | Základní přístupy k návrhu přírodě blízkého revitalizačního koryta

Většina návrhů revitalizací musí reagovat na omezující faktory, které mohou v důsledku snížit použitelnost morfoloogicky autentických řešení a vedou revitalizaci k řešením kompromisním, resp. pragmatickým. Jde zejména o tyto vlivy:

- problematická dostupnost pozemků pro zvětšování plošného rozsahu koryt, meandračních pásů, potočních a říčních pásů
- omezené možnosti obnovit přirozený průtokový režim (zejména zamokření a častější zaplavování menšími povodněmi) na sousedních pozemcích
- omezené působení přirozených stabilizačních faktorů – ekologicky nevhodné opevnění nemůže být odstraněno bez náhrady, stabilitu koryta nutno zajistit přírodě bližšími stabilizačními prvky
- nutnost přinejmenším pomístně zachovat nepřirozené zahloubení koryta kvůli zaústění těch odvodňovacích zařízení, která z nějakých důvodů musejí zůstat ve funkčním stavu.

Ponejprv ale předpokládejme návrh revitalizačního koryta v ideálních podmínkách, kde výše uvedená omezení nepůsobí:

V nivě je dostatečný prostor pro obnovu říčního pásu, který může být přirozeně zamokřován a bez omezení povodňově zaplavován. Revitalizační koryto není potřeba přizpůsobovat vyústěním odvodňovacích zařízení a nic nebrání jeho dynamickému vývoji. Staré, technicky upravené koryto bude moci být nejspíš zcela opuštěno a zasypáno, případně zčásti využito pro biotopní tůně, zatímco nové koryto se bude hloubit převážně v rostlých zeminách nivy.

V takových podmínkách je možné navrhovat revitalizační koryto, jaké se bude největší možnou měrou blížit příslušnému přírodnímu hydromorfologickému vzoru.

K vytvoření představy takového koryta povede kombinace následujících přístupů:

1. **Rekonstrukce historického průběhu a tvarů koryta** v daném úseku v době před technickou úpravou z dostupných projekčních dokumentů, map, leteckých snímků a stop dochovaných v terénu.
2. **Přenesení vzorce tvarů a rozměrů koryta z vhodné zvoleného srovnávacího úseku** téhož nebo podobného vodního toku, který nebyl postižen technickými úpravami (srovnávací úsek

s podobnou substrátovou stavbou, tvarem a sklonem údolí, s podobnými průtokovými charakteristikami)

3. Hydromorfologické modely, dostupné v odborné literatuře, spíše světové než domácí.

Teoretické hydromorfologické modely sestavovali a sestavují hlavně geografové, zabývající se vodními toky a údolím. Různými způsoby se snaží matematicky popisovat vztahy mezi rámcovými charakteristikami vodního toku (charakteristiky průtokového režimu) a údolí (tvar, sklon, materiál) a charakteristikami koryta daného vodního toku (zejm. geometrie trasy a příčných průřezů). Světová hydromorfologická literatura nabízí značný počet těchto modelů, jejich uplatnění však není bez komplikací. Různé modely jsou odvozeny v různých prostředích a pro různé účely a jejich přenositelnost do určitých konkrétních podmínek nutno posuzovat uvážlivě. Mechanická aplikace modelů bez znalosti širších souvislostí může vést k pochybením. Může se například nabízet sáhnout po nějakém modelu, který pracuje s parametry, jaké dokáže hydrotechník snadno uchopit (resp. jaké vůbec dokáže vyčíslit a jimi model „nakrmit“ – což nemusí být u všech modelů úplně snadné), při bližším náhledu se však může ukázat, že model odvozený třeba v prostředí nevadských pouští nemusí být zcela vhodný pro sestavení návrhové představy koryta potoka na Benešovsku.

V naší vodohospodářské praxi není všeobecně rozšířeno používání nějakých hydromorfologických modelů, které by byly ověřeny nebo přímo vyvinuty v našem prostředí. Nepochybně by bylo chybou vykládat tuto skutečnost jenom tak, že tyto nástroje nejsou pro navrhování přírodě blízkých koryt potřebné. Spíše je třeba uvažovat o malé rozvinutosti revitalizačního oboru u nás a o nedostatku sdílení znalostí mezi sférami vodohospodářské projekce a geografické hydromorfologie. Důvodem k takovému zamyšlení jsou mimo jiné i některé revitalizační projekty, které ještě i dnes vznikají, hydromorfologií zjevně nepolíbeny. Nutno však přiznat, že pro hydrotechnika není úplně snadné uchopit hydromorfologii jako praktický nástroj. Bohužel mu zatím u nás není příliš nabízena v upotřebitelné podobě, které by brala v potaz, že v podmínkách kulturní krajiny nelze hydromorfologické přístupy a cíle absolutizovat a na četné omezující podmínky je třeba reagovat i kompromisními a pragmatickými řešeními.

Tato publikace vychází z názoru, že **pro běžnou praxi projektování revitalizací našich zejména menších vodních toků jsou nosné a spolehlivé první dva z výše uváděných přístupů - rekonstrukce historických vlastností vodního toku a metoda srovnávacího úseku.**

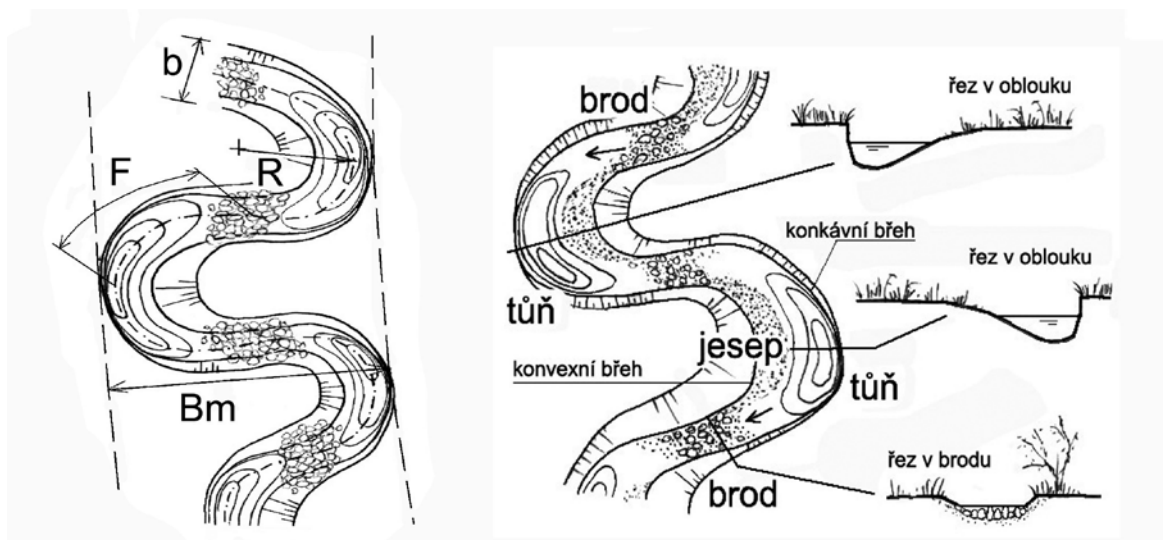
Nicméně pokusíme se zde nabídnout i velmi prostý model pro navrhování přírodě blízkých koryt meandrujících či zvlněných potoků českých vrchovin a nižších poloh, který vychází z Kernových závěrů (1994). Od publikování Justem a kol. (2005), nebyly vůči němu zaznamenány výhrady a v zásadě byl použit na několika revitalizačních projektech, naposledy pro revitalizaci Říčanky pod Litožnickým rybníkem v Praze (2019). Nabízí orientační číselná vodítka, která je třeba při projekční práci propojit jak s poznatky výše popisovaných rekonstrukčních a srovnávacích postupů, tak s tradičními metodami hydrologie a hydrauliky. Neměla by chybět ani tvořivá intuice, posílená praktickými zkušenostmi.

Model se týká nejčastěji u nás řešené revitalizační úlohy - **vytvoření přírodě blízkého koryta menšího vodního toku meandrujícího typu.** Tedy zjednodušeně řečeno potoka v údolí s vyvinutou plochou nivou, o podélném sklonu orientačně do 2 ‰ (1 : 50).

Pro tyto podmínky se doporučuje:

- návrhový průtok na úrovni Q_{30d}
- šíře meandrového pásu - 10 až 14 násobek šířky koryta
- poloměr meandrových oblouků - 2 až 3 násobek šířky koryta; oblouky lze rámcově uvažovat jako kruhové, v přechodech mezi oblouky bez přímých úseků nebo jenom s poměrně krátkými přímými úseky
- vzdálenost mezi vrcholem oblouku trasy a následujícím brodem - 5 až 7 násobek šířky koryta
- poměr šířky a hloubky koryta (celého koryta při kapacitním plnění) pro potoky orientačně 4 až 6 : 1 (s velikostí vodního toku se poměr zvětšuje – pro říčky orientačně 10 : 1)

Pokud není plocha nivy v příčných průřezích rovná, **koryto se navrhuje tak, aby procházelo údolnicí**, tedy nejnižšími místy nivy. Vysazování koryta mimo (nad) údolnici zakládá riziko, že vodní tok časem toto koryto opustí a sám zaujme údolnicovou polohu, čímž by mohlo být revitalizační dílo znehodnoceno.



Obr. 4.1 Navrhovaný model situačního řešení koryta meandrujícího potoka:

b – šířka koryta

R – poloměr oblouku trasy; $R = 2$ až $3 b$

Bm – šíře meandrového pásu; $Bm = 10$ až $14 b$

F – vzdálenost mezi vrcholem oblouku trasy a následujícím brodem; $F = 5$ až $7 b$

Projektant přírodě blízkého koryta používá **tradičních metod hydrauliky proudění v otevřených korytech** a nejspíše provede dvě počtářská kola, kdy postupně upřesní zejména vedení trasy koryta. Postup návrhu s využitím výše uváděného hydromorfologického modelu si lze představit takto:

1. Dány a projektantovi známy jsou:
 - podélný sklon a příčné průřezy údolí
 - rámcové materiálové charakteristiky prostředí, v němž bude koryto vytvářeno (→ hydraulická drsnost a unášecí rychlosti přirozených materiálů koryta)
 - rámcový hydromorfologický vzorec a jemu odpovídající základní tvary koryta
 - údaje o průtokovém režimu v řešeném úseku
 2. Jsou provedeny volby:
 - návrhového průtoku (doporučujeme orientačně Q_{30d} pro meandrující, resp. zvlněná koryta; Q_1 pro koryta přímá nebo divočí)
 - základního tvaru příčného průřezu koryta, charakterizovaného poměrem šířky a hloubky (pro potoky doporučujeme 4 až 6 : 1)
 - trasy - v prvním nástřelu, který poskytne první hodnoty délky a podélného sklonu koryta (soulad s výše doporučenými trasovými parametry možno prověřovat, nakolik již v této fázi existuje předběžná představa o šířce koryta)
 3. Jsou provedeny kapacitní propočty koryta s cílem získání prvního návrhu rozměrů příčného průřezu.
 4. Dle takto získané šířky koryta je korigován návrh trasy v souladu s výše uváděným nebo jiným, vhodně zvoleným hydromorfologickým modelem.
 5. Rychlosti proudění za kapacitního plnění jsou konfrontovány s unášecími rychlostmi přirozeného materiálu koryta a dle výsledků je korigována geometrie koryta (posilování vlnitosti koryta, zvětšování poměru šířky a hloubky) a jsou vkládány stabilizační prvky, zejména kamenité dnové pasy v brodech.
- Dále je možné propočty pro upřesnění opakovat, nakolik to projektant pokládá za účelné.
6. Výsledná podoba návrhu se prověří pomocí některého ze standardních hydraulických výpočtových modelů - pokud je to vzhledem k významu daného úseku vodního toku shledáno potřebným.
 7. Prováděcí projekt je dopracován o podrobnou členitost koryta, kterou u meandrujícího toku představuje zejména:
 - asymetrické tvarování příčných průřezů koryta v obloucích trasy se strmým až svislým nárazovým břehem a plochým jesepelem v břehu vnitřním
 - hloubkové členění koryta dnovými tůněmi, jejichž typická poloha je v oblouku trasy
 - instalace kamenitých brodů (technicky řešených formou kamenitých dnových pasů), jejichž typické umístění je v přechodu trasy mezi jednotlivými oblouky
 - instalace specifických stanovištních a úkrytových prvků k podpoře říční bioty – struktury z kameniva a říčního dřeva.

Tyto prvky ztěžují hydraulickou propočitatelnost návrhů, což je ovšem danost, se kterou je nutno pracovat.

Následuje přizpůsobování návrhu přírodě blízkého koryta omezením reálného prostředí, která plynou hlavně z podmínek držby a užívání pozemků. Budou hledány kompromisy v oblasti hydromorfologické autentičnosti i dalších revitalizačních efektů. Návrh revitalizace se může stávat

více pragmatickým, než přírodně autentickým. Stále však je třeba sledovat základní dobré předlohy zejména přirozené mělkosti a malé průtočné kapacity a velké tvarové a hydraulické členitosti koryta a odchylovat se od nich co nejméně. Vynucené ústupky v určitých směrech také lze kompenzovat jinde, třeba pragmatickými formami členitosti na bázi struktur kameniva a říčního dřeva.

Přírodě blízká přímá nebo jen mírně zvlněná koryta menších vodních toků (zpravidla horní toky s větším spádem nebo toky v sevřených údolích tvaru V) **lze navrhovat, tak**, že základ stability a členitosti jejich dna bude opět tvořit sled klidných tůň a proudnějších brodových míst; rozměrové charakteristiky sledu lze při nedostatku lepších vodítek odvozovat od představy rozvinutí koryta meandrujícího.

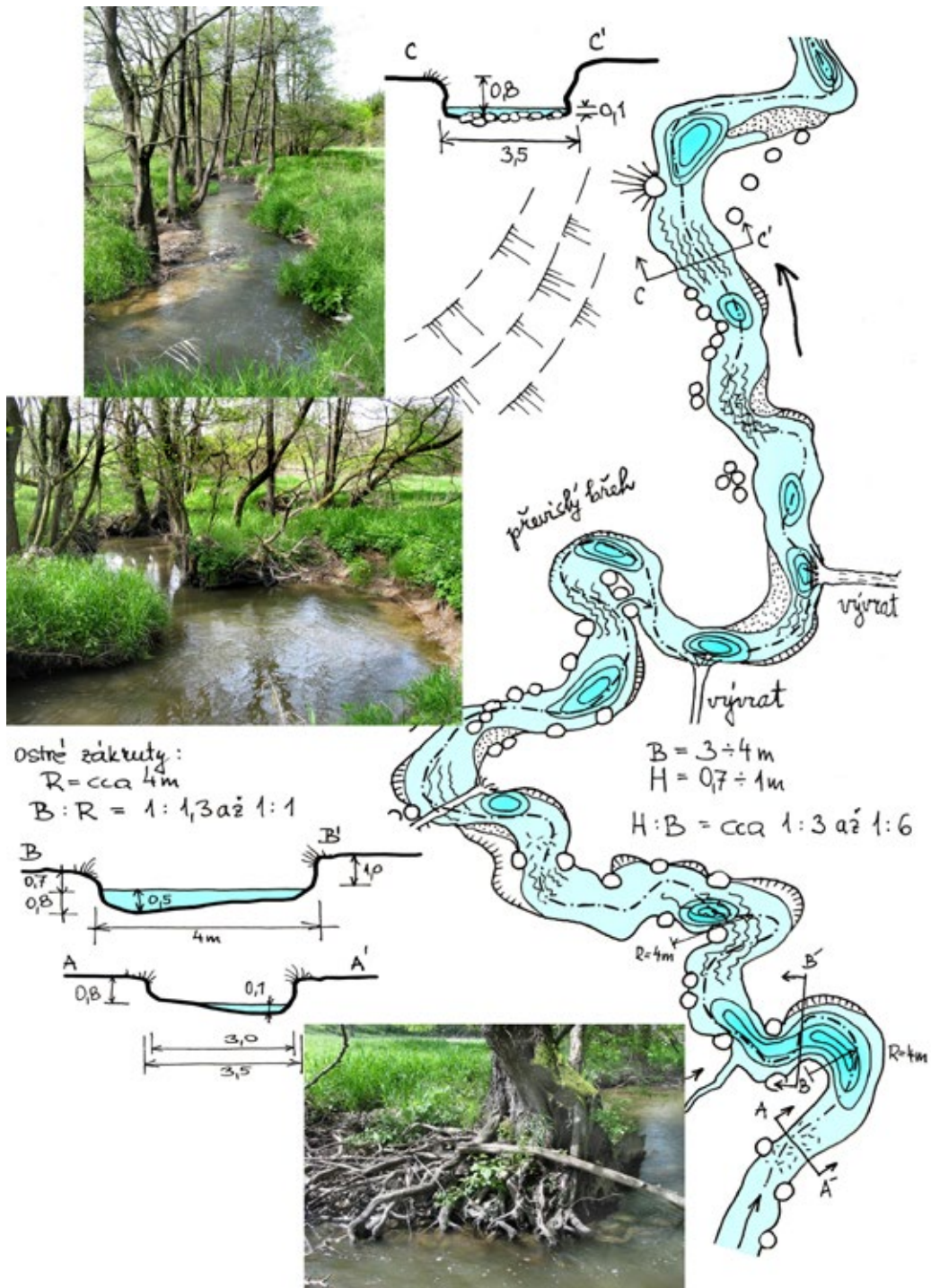
Riziko pochybení projektu revitalizace lze zmenšovat návrhem tvarů a rozměrů koryta na straně hydromorfologické bezpečnosti, jak bude podrobněji popsáno dále. Pokud je vyhověno základním požadavkům celkového zvlnění trasy koryta, malé návrhové kapacity, dostatečně širokého a mělkého příčného průřezu, není nejspíše nutné zabývat se geometricky exaktním návrhem trasy. V tomto ohledu projevuje příroda prostřednictvím proudící vody velkou korekční schopnost.

Projekt revitalizace také nebývá účelné vypracovávat v nejvyšší míře podrobnosti v celé řešené délce trasy, nýbrž **ve vzorových situacích a řezech, zachycujících rámce provedení a ponechávající prostor pro uplatnění variability**, vhodně reagující na podrobné místní podmínky. Ostatně, bylo by pošetilé zcela přesně navrhovat něco, čemu má být dána schopnost následného dotvarování a vývoje.

Druhdy se také dost diskutovalo o **vhodných detailních tvarech příčných průřezů revitalizačních koryt** – zda je například vhodný tvar mísovitý, nebo pekáčovitý, a to jak z hlediska návrhových úvah a výpočtů, tak provádění stavby. Hlavně u kategorie potoků se však s postupně sbíranými zkušenostmi ukazuje, že tyto otázky nejsou zásadní. Pokud jsou obecně navrhována koryta relativně plochá a mělká, s vhodně malou průtočnou kapacitou, detaily provedení břehů nejsou podstatné, jejich konečná modelace stejně bude převážně věcí přírody. Pro rámcové návrhové úvahy a výpočty pak lze předpokládat **koryto pekáčovitého, tedy ploše obdélníkového příčného průřezu**, jehož délky stran představují výpočtovou šířku a hloubku koryta.

Jistě je třeba nenavrhovat koryto neměnného příčného průřezu, nýbrž brát v potaz jeho **asymetrizaci v obloucích trasy - strmý svah nárazového břehu a v jeho patě tůň, naproti, při vnitřním břehu, povlovný splaveninový jesep**.

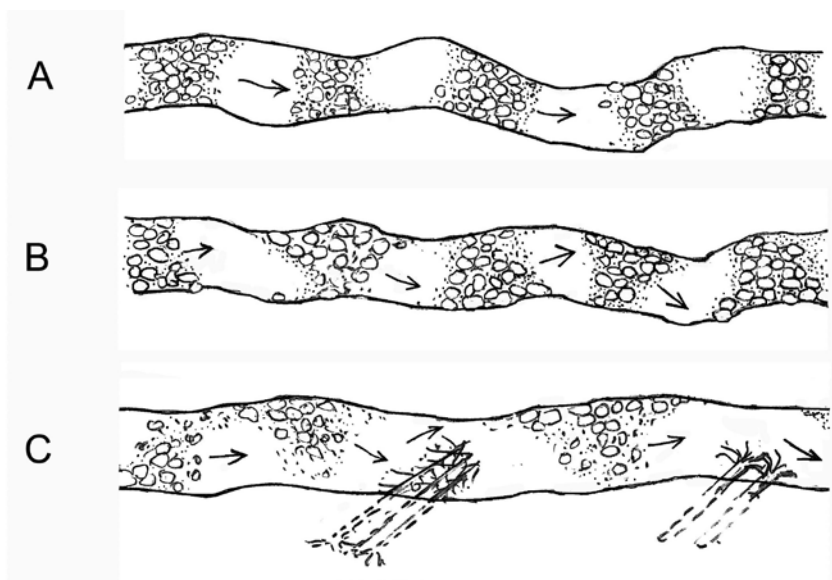
Klíčovými osobami pro úspěch promítnutí revitalizačního projektu do terénu jsou nepochybně bagrista, který dá korytu praktickou podobu, a jeho mistr a stavbyvedoucí. Výstavbu je užitečné zahajovat tím, že si její aktéři na místě a zcela prakticky ujasní cíle a konkrétní postupy. Většina zdařilých revitalizačních staveb takto **začíná práce na novém korytě kontrolním dnem, při němž se hloubí první meandr** - před zraky a za konstruktivní diskuse všech, kteří k tomu mají co říct, samozřejmě včetně projektanta a technického zástupce investora. Neuškodí ani účast zástupce vodoprávního úřadu, pracovníka „přírodovědeckého dohledu“, pokud je pro výstavbu angažován, a zástupců Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, alespoň pokud se jedná o stavbu dotovanou z prostředků resortu životního prostředí.



Obr. 4.2 Úvodní cvičení, které by projektant revitalizace neměl vynechat: Fyzicky vstoupit do srovnávacího přírodního úseku téhož nebo podobného vodního toku a pořídit náčrt jeho základních tvarů a rozměrů. Nejlépe takto se projektant vyhne principiálním pochybením v návrhu šířek a hloubek koryta, vedení trasy a rozmístění tůň, brodů a břehové vegetace.



Obr. 4.3 Stavitelé technicky upraveného koryta se někdy neobtěžovali zasypat koryto původní. To může dneska dát cenné informace zejména o trasování přirozeného koryta. Případně může být opět aktivováno a v rámci revitalizace využito. Přírodovědecký průzkum ale může zjistit, že staré koryto dnes hostí nějaké cenné mokřadní společenstvo. Pak nutno dobře zvažovat, zda a jak jeho části do projektu zakomponovat, aby jeho hodnoty byly zachovány, případně i podpořeny.



Obr. 4.4 Některá možná schémata přírodě blízké stabilizace a členění koryta s přímou nebo mírně zvlněnou trasou dnovými pasy z kamenů nebo balvanů (A,B), případně pasy přecházejícími ve výhony, v kombinaci s výhony ze stromů (C). Také ve dně přímého koryta bývá přirozeně vyvinuto střídání klidnějších hlubších a proudnějších mělkých pasáží. Délky dílčích pasáží ve zde nakreslených schématech odpovídají zhruba šířce koryta, poměry v každém konkrétním případě je třeba ověřit pozorováním úseků neupravených nebo takových, v nichž se již samovolně ustavil odpovídající sled tůní a proudných úseků (brodů).

4.2 | Návrh koryta na straně stavební a hydromorfologické bezpečnosti

Stavebně a hydromorfologicky bezpečné je revitalizační koryto, které se po dokončení výstavby přirozeně vyvíjí v rámci platného hydromorfologického typu, ale není náchylné ke změnám základního tvarového a rozměrového vzorce, které by nepříznivě měnily jeho vodohospodářské a ekologické funkce. **Především se nebude souvisle zahlužovat a nebude podstatněji zkracovat svoji trasu**, což by mimo jiné vedlo k omezování jeho tvarové členitosti.

Takto se obvykle chovají přirozená koryta. Návrh a provedení stavby revitalizačního koryta však může zatěžovat určitá nejistota - **problém stavebního zhmotnění teoretické představy přírodního koryta**. Návrh přírodě blízkého koryta není zcela exaktní záležitostí. Problémy mohou působit nevyhnutelné kompromisy, vynucené omezujícími podmínkami kulturní krajiny. Zvláštností revitalizací je také to, že jejich produkt není neměnný, staticky stabilní, ale měl by se vhodně vyvíjet v režimu dynamické stability. To vytváří velký prostor pro korekční působení přirozených procesů, ale do navrhování a výstavby revitalizací to vnáší větší míru nejistoty. Významná pak je ta okolnost, že **stavebními prostředky nelze dokonale nahradit soubor přirozených stabilitních činitelů**, působící v dlouhodobě se vyvíjejícím přirozeném korytě. Mezi takovými činiteli lze na prvním místě uvádět samovolný vývoj koryta v rostlých zeminách a věkovitě kombinovaných usazeních. Podstatná je selekce splavenin podél toku, působená rytmickou proměnlivostí rychlostí podélných složek proudění, která jako základní strukturu říčního dna vytváří sled pasáží jemnějšího a hrubšího materiálu, v hydromorfologicky nejvyvinutějších formách sled tůní a brodů. Velkou přirozenou odolnost kamenitých pasáží dna působí samovolné třídění a ukládání jeho materiálu do tak zvané přirozené dnové dlažby. Významnými stabilitními činiteli jsou kořenové pletence stromů, rostoucích v březích, a jiné přirozené struktury říčního dřeva, jakož i vegetační pokryvy navazujícího terénu, vytvářející drn.

Pravděpodobnost, že ke dni kolaudace vyrobené přírodě blízké koryto bude i přes popisované vlivy a nejistoty stavebně a hydromorfologicky bezpečné, lze zvětšovat **provedením, které bude proti teoretické hydromorfologické a hydraulické představě více na straně bezpečnosti**. Tedy bude ještě

- **mělký a širší**
- **méně kapacitní**
- **výrazněji zvlněné.**

Volba přiměřené bezpečnosti, též s využitím zkušenosti a citu, bere v potaz například to, nakolik lze zmenšením a změkčením koryta zvětšit četnost zaplavování a míru zamokření sousedních pozemků.

Obecně lze říci, že revitalizace, která má bez omezení k dispozici pozemky říčního pásu, může být úspěšně navrhována s korytem, pro dané podmínky „**velmi mělkým a plochým, málo kapacitním a výrazně zvlněným**“.

Pokud toto nepřilíš exaktní doporučení vyvolá u hydrotechnika jakýsi pocit nejistoty, pak uklidnění může přinášet to, že při dostatečně bezpečném provedení přírodě blízkého koryta pracuje příroda obvykle „pro nás“. Pokud by se koryto projevilo jako příliš malé, mělké nebo nadměrně zvlněné, působením vodního toku dojde nejspíše k bezproblémové korekci. Příliš mělké koryto si vodní

proud snadno upraví dle svých potřeb, zatímco u koryta, které by bylo provedeno příliš hluboké, převažuje riziko dalšího nežádoucího zahlubování, a s tím související změny tvarových a funkčních charakteristik. Koryto z morfologického hlediska nadměrně zvlněné bude nejspíše reagovat tím, že některá jeho místa se budou v důsledku příliš malého podélného sklonu výrazněji zanášet, proud vyběžší, některé oblouky trasy zkrátí a stav koryta přiblíží přirozeným poměrům. To nejspíše způsobí i větší zamoření okolních ploch, což posiluje efekty revitalizace. Naproti tomu koryto, které by bylo vybudováno vzhledem k místním poměrům jako málo zvlněné, bude vystaveno působení příliš velkých rychlostí proudění, což opět může vyvolat jeho nežádoucí vývoj do hloubky.

Pojem „velmi mělké koryto“ vychází z toho, že cílem skutečně přírodě blízké revitalizace v nezastavěné krajině není koryto dimenzované tak, aby pojal nějaké povodňové průtoky, nýbrž **koryto vytvářející co nejrozsáhlejší ekologicky cenný prostor přirozeného zavodnění a podporující zamokření nivy a tlumivé rozlévání povodňových průtoků do nivy**. Z nedostatečné znalosti morfologie přirozených koryt může dosud pocházet jakási přinejmenším podvědomá inklinace ke korytům, garantujícím dostatečnou průtočnou kapacitu alespoň pro „malé povodně“ („když už ne Q_5 , tak aspoň Q_1 ?“). S tím je spojena předsudečná obava z neurčitého rozmezí mezi vodou a souší, jaké může vytvářet právě koryto relativně velmi mělké a ploché, a z častého vybřežování, působeného korytem málo kapacitním. Kvalifikovaný projektant revitalizací se musí těchto předsudků zbavit. Jeho odbornost se uplatní v tom, že **správně rozpozná dílčí situace, v nichž musí z nějakých důvodů koryto hloubkově a kapacitně vymezit, a situace, kde naopak může navrhnout koryto „velmi mělké a málo kapacitní“**. Projektant by také měl být schopen rozumně vymezit situace, kde je detailní tvarování koryta zbytečné, neboť průtokově dynamický vodní tok si v prostředí s přirozeným dostatkem štěrkového a kamenitého materiálu brzy sám vytvoří nebo dotvoří. Také by měl rozhodnout, u jak malého toku má ještě smysl podrobně navrhovat tvarování koryta, a kdy už by stačilo řešit situaci některým z těchto jednodušších způsobů:

- koryto navrhnout jenom náznakově
- více méně nechat vodu téct po terénu, aby si případně nějaké koryto vymodelovala sama
- drobný vodní tok pojednat jako sled tůňových rozlín.



Obr. 4.5 Revitalizace úseku Rokytky v Hrdlořezích, vstoupující na jaře roku 2015 do první vegetační sezóny. Akce Magistrátu hl. města Prahy, financováno z prostředků města. V oblouku zcela vlevo byl v nárazovém břehu záměrně vytvářen strmý hnízdní svah; navazující prostor umožňuje další vývoj tohoto svahu, potřebný pro udržování nabídky čerstvých hnízdních stanovišť.



Obr. 4.6 Tentýž pohled na revitalizovanou Rokytku v předjaří roku 2018. Návrh mělkého, plochého a výrazně zvlněného koryta se vyplatil. Koryto je stabilní a drobný pomístní vývoj do stran, který se vizuálně projevuje zkontrastněním břehových linií, příhodně posiluje jeho tvarovou členitost.

4.3 | Návrh koryta proměnlivého v rámci říčního pásu

Pro vodoprávní úřady je někdy nezvyklé povolovat revitalizaci vodního toku s tím, že se bude koryto vyvíjet vymíláním do stran, překládáním meandrů a podobně. Tedy že nebude pevně spojeno s terénem, jak by odpovídalo tradiční definici stavby. Tento problém odpadá, pokud se nenavrhují jenom revitalizace samotného koryta, ale rovnou obnova přírodě blízkého říčního pásu, v jehož rámci se bude moci koryto vyvíjet. Potom **jako pevná stavba pro vodoprávní účely nebude vymezeno samotné koryto, ale celý říční pás.**

Je důležité, aby toto vymezení předkládala již projektová dokumentace a posléze přebíralo vodoprávní rozhodnutí. V situačních výkresech je třeba **vyznačit meze, po něž se může koryto vyvíjet.** V textové části musí být stanoven postup sledování vývoje toku a postup správce v případě, že vývoj vybočí z těchto mezí - například zasypání porušeného místa kamenivem. Hranice přípustného vývoje koryta také mohou být stabilizovány **spícím opevněním** – například pohřbenými, tedy zeminou překrytými záhozovými figurami.

Popsání možnosti vývoje koryta a jeho mezí v projektu a ve vodoprávní dokumentaci bude důležité také pro **následnou kontrolu stavu revitalizace**, jakou bude provádět například poskytovatel dotační podpory. V souladu s tímto vymezením se třeba někde koryto posune horizontálně o deset metrů, při tom se nezmění jeho tvarový a rozměrový vzorec, tedy se nezmění ani jeho ekologické a vodohospodářské funkce. Kontrola pak nebude mít důvody posuzovat tento vývoj jako nedodržení podmínek poskytnutí podpory a nezajištění udržitelnosti projektu.

Pokud z nějakého důvodu není žádoucí, aby se koryto v určitém úseku stranově vyvíjelo, pak nezbude než řešit je jako fixní jak technicky, příslušnými stabilizacemi, tak administrativně. To by však u revitalizací vodních toků ve volné krajině neměla být obvyklá situace.



Obr. 4.7 Revitalizace úseku Litovického potoka v Dolní Šárce, který dříve protékal dlážděným příkopem podél silnice. Akce Magistrátu hl. města Prahy, provedená v roce 2013, financovaná z prostředků města. Koryto se může stranově vyvíjet v celé šíři nivní louky. V tomto místě byl vymodelován meandr ve stavu těsně před protržením šíje a zkrácením. Tento vývoj zde také záhy nastal a z oblouku nové trasy se stalo odříznuté rameno či spíše postranní tůňka. Lze očekávat, že místní úsporu energie potok využije k postupnému přetvarování sousedních oblouků.

4.4 | Návrh přírodě blízkého koryta z hlediska stability

Zejména ve volné krajině není cílem vytvářet staticky stabilní, tedy neměnné koryto. Pokud to podmínky dovolují, při revitalizacích a podobných činnostech je třeba usilovat o koryto, které se bude moci vyvíjet jako **dynamicky stabilní**, v rámci příslušného hydromorfologického typu. Takové koryto se může vyvíjet zejména horizontálně, ovšem je odolné proti celkovému zahlubování. Takto je prakticky setrvalé ve svém tvarovém a rozměrovém vzorci a ve svých funkcích.

Takto dynamicky stabilním činí koryto především hydromorfologicky přirozené tvary a rozměry, jak je popisováno výše. Tvarování koryta podporuje přirozenou podélnou proměnlivost rychlostí proudění ve sledu proudných a méně proudných mikroúseků - brodů a tůní. Provedení koryta neomezuje splaveninový režim, který se tak může podílet na spotřebovávání energie vodního proudu.

Nejistoty návrhu takového koryta pak lze zmenšovat jednak navrhováním tvarů a rozměrů na straně bezpečnosti (viz část 4.2), jednak vhodně provedenými **přírodě blízkými stabilizacemi koryta**.



Obr. 4.8 Revitalizace Boreckého potoka u Vlašimi, akce města Vlašimi, dotovaná v rámci PRŘS, realizace 2004 až 2005. Přírodě blízké koryto, které nahradilo někdejší „meliorační strouhu“, je mělké, ploché a zvládnuté. Sled oblouků je proložen sledem tůní (převážně v obloucích) a brodů (převážně v přechodech mezi oblouky trasy). Koryto má předpoklady pro to, aby se dál vyvíjelo v režimu dynamické stability.



Obr. 4.9 Revitalizační koryto Boreckého potoka kolem roku 2007. Morfologicky vhodný návrh tvarů a rozměrů a přiměřená přírodě blízká stabilizace dna daly vzniknout korytu přirozeně hloubkově stabilnímu.



Obr. 4.10 Revitalizační koryto Boreckého potoka kolem roku 2010. Zanášením a zarůstáním se koryto dál příhodně změlčuje, což přispívá k ekologicky přínosnému zamokření okolní nivní plochy. Tento proces ničemu nevedá, neboť se odehrává v pásu území, vyhrazeném pro revitalizaci.

Stabilizace koryta opevněním

Pojistkou stability a zároveň významným faktorem tvarové a hydraulické členitosti revitalizačního koryta jsou přírodě blízké stabilizace. Ty nacházejí široké uplatnění také při všech dílčích opatřeních ke zlepšení stavu vodních toků a zásadní roli hrají při různě pojatých kompromisních revitalizacích, při nichž jsou možnosti rozvinutí morfologicky autentických tvarů a rozměrů koryta z podstaty věci omezeny. Vždy je také dobré mít jakousi stabilitní rezervu.

Přírodě blízká stabilizace, resp. **opevnění koryta má v první řadě bránit jeho nežádoucímu zahlubování. Mělo by tedy být vkládáno ponejvíce do dna.** Naproti tomu horizontální fixace koryta opevněním břehů by se měla provádět jenom v případech, kdy pro to jsou pádné důvody – například podél vodního toku probíhá komunikace, která by neměla být podemleta. Opevnění se navrhuje tradičními hydraulickými metodami unášecích rychlostí – konstrukce a materiály opevnění jsou navrhovány tak, aby až po určité mez odolávaly unášecí, tedy vymílací schopnosti proudění vody v korytě. Obvykle se největší vymílací schopnost přisuzuje **korytotvornému průtoku**, který právě vyplňuje celé koryto.

Opevnění by mělo být materiálově a konstrukčně přírodě blízké a mělo by co nejvíce napodobovat přirozené struktury přírodních koryt. Při revitalizacích i ve správě vodních toků obecně je odůvodněný požadavek tvárných, porézních a povrchově členitých opevňovacích prvků a konstrukcí, a to z následujících důvodů:

- opevnění by se mělo přizpůsobovat změnám zeminového prostředí koryta a jeho okolí, tvarové změny by neměly znamenat poruchu opevnění a ztrátu jeho funkčnosti
- opevnění by nemělo omezovat hydraulickou a biologickou komunikaci mezi korytem a okolím
- opevnění samo o sobě by mělo v korytě vytvářet členité povrchové struktury, podílející se na nabídce stanovišť a úkrytů pro říční biotu.

Uváděným požadavkům, v kombinaci s požadavky na dobrou proveditelnost a přiměřenou nákladovost, dobře vyhovuje **opevňování koryt kamennými pohozy, záhozy, případně rovnaninami**. Z nich mohou vycházet složitější konstrukce, vytvářené sypáními nebo rovnáním kamenů a balvanů, obvykle s mocnými šterkovými dosypy.

Použité kamenivo by mělo přiměřeně materiálově i formátově respektovat místní geologii. Nároky na materiálovou vhodnost kameniva samozřejmě rostou s ekologickými ambicemi toho kterého revitalizačního projektu, roli může hrát i vliv na chemismus vody. Nemělo by docházet k takovým excesům, jako je sypání žulového kameniva, třeba ještě ostrohranného, do krasového vodního toku. Pokud by šlo o rekonstrukci vodního toku jako specifického biotopu nebo součásti zvláště cenného přírodního území, nejsou na místě žádné větší kompromisy ohledně druhu i formátu kameniva. Podle charakteru projektu pak může být zapotřebí hledat například autentický říční štěr (při těžení přímo z vodního toku pozor na přenos račího moru!), přírodou opracované staré polní sběry kamení z blízkého území, netříděný materiál ze zvětralinového odvalu geologicky vhodného těžiska a podobné. Při revitalizaci běžného „melioráku“ uprostřed polí nebudou nároky tak vysoké.

Hlavně v počátcích revitalizací, kdy panovaly přehnané obavy z nestability koryt, byly někdy prováděny souvislé pohozy koryta, respektive jeho kynety, kamenivem („období vykamenovaných bobových drah“ – vizte obrázek v kapitole 2). Takové řešení, případně pokrývání dna koryta pohozy v dílčích úsecích, může být i dnes použito v exponovanějších místech, zejména pokud nelze jako základ stability dostatečně rozvinout přirozené tvarování koryta. Ale běžná tvorba přírodě blízkých koryt již postoupila blíže k přírodě a k úspornějším strukturovaným řešením – přerušované pohozy dna se redukuje na dnové pasy z kameniva, respektive sledy takových pasů.

Základní prvek stabilizace a členění koryta - příčný pas z kamenů ve dně

Pasy z kamenů (či z kameniva – kterýžto popis lépe vyjadřuje vhodnost kombinace různých velikostních frakcí materiálu v konstrukci objektu) jsou základním stabilizujícím a členícím prvkem při výstavbě přírodě blízkých revitalizačních koryt. Pas napodobuje přirozený brod v korytě. **Pas není práh a neměl by soustřeďovat spád do přepadu vody.** Přepad vody může být rizikový z hlediska hloubkové stability i migrační prostupnosti. Pas z kamenů je prvkem plošným, nikoliv liniovým, neboť jeho stabilita a funkčnost je dána součinností plošné struktury kamenů. (Alespoň vizuálně liniového charakteru bývají být spíše pasy z balvanů, které mohou být stabilní a hydraulicky funkční i jednotlivě – i když běžné balvanové konstrukce také bývají doplňovány kamenivem menších velikostí, což i jim dává plošný charakter.)

Obvykle se aplikuje **sled takových pasů, který napodobuje přirozený sled brodů** v korytě přirozeném. Stabilizace dna sledem pasů z kameniva, který je proložen sledem dnových tůní, je současně základem detailní tvarové a hydraulické členitosti vodního toku. Dostatečně dlouhé

dnové pasy samy o sobě představují důležitá proudná stanoviště říční bioty. V meandrujícím či zvlněném korytě sled tůň a brodů prokládá sled oblouků trasy, přičemž

- **obvyklé místo tůně je v oblouku trasy**, v patě často strmého nárazového břehu; tůň zde vzniká díky tomu, že v oblouku nejsilněji působí vymílací účinek příčných složek proudění, zároveň zde tůň působí dialekticky jako místní zpomalovač proudění, tedy jakýsi tlumič erozních sil
- **obvyklá poloha relativně mělkého brodu, resp. pasu, vytvářejícího proudnější místo, je v přechodu mezi oblouky trasy, tzv. inflexi trasy**; brod je úsekem většího sklonu, kde zůstává neodnesen, respektive kde se ukládá pouze hrubší kamenitý materiál, vytvářející strukturu odolnou proti dalšímu vymílání.

Dnové pasy mohou být vůči podélné ose koryta kolmé nebo šikmé, podle toho, jak je v tom kterém místě vhodné detailně směřovat proudění. (Také hřeben přirozeného brodu se často vyvíjí šikmo na osu koryta, čímž se zvětšuje účinná šířka brodu.)

Pasy z kameniva plní svou hlavní funkci ve dně koryta, ovšem v zájmu funkční stability bývají vytaženy i do břehů. Vytažení dnových pasů do stran však neznamená souvislejší opevňování linií břehů. To bylo základním přístupem technických úprav koryt, výstavba skutečně přírodě blízkých revitalizačních koryt by se mu však měla spíše vyhýbat. Pokud není nějaký důvod bránit korytu v horizontálním vývoji, **není vhodné kamenivem opevňovat zejména nárazové břehy v obloucích**. Odporovalo by to přirozené morfologii vodního toku a bránilo přirozenému vývoji koryta.

Revitalizační koryto, odpovídající morfologickému typu vodního toku divočícího nebo toku s přímým korytem, bude rovněž konstruováno s využitím sledu dnových pasů, střídaných tůněmi. Orientačně lze doporučit, aby středová vzdálenost brodu a sousední tůně nečinila více než orientačně 5 až 7 násobek šířky koryta, obvykle však každá revitalizace toku s přímým korytem vyžaduje individuální přístup.

Dnové pasy a podobné prvky nutno provádět dostatečně dlouhé, aby pokrývaly celé spádové úseky koryta, zasahovaly pokud možno pod dolní uklidněnou hladinu a na jejich dolním okraji nevznikaly rizikové přepady vody. Délka pasu by běžně neměla být menší než šířka dna koryta. Zároveň by pasy měly být **dostatečně široké a zavázané do stran**, aby jejich přítomnost nevyvolala narušení břehu, jež by je znehodnotilo. Na dnových pasech a od nich odvozených konstrukcích není vhodné šetřit i z toho důvodu, že vedle stabilitní funkce vytvářejí také tvarovou členitost koryta, úkryty a stanoviště, jakož i specifické biotopy určitých skupin organismů. Dnové pasy mohou v revitalizačním korytě představovat významnou stanovištní nabídku pro proudmilné druhy organismů!

Základní strukturu pasu z větších kamenů je vhodné **bohatě doplnit drobnějším materiálem, až po štěrk**.

Zejména při výstavbě koryt s mírným podélným sklonem a v dostatečně odolných zeminách, kde nehrozí již bezprostředně po zavodnění dramatické vymílání koryta, **může být vhodné ukládat a hutnit pasy do dna koryta až po zavedení průtoku**. Tvarováním pasů je tak možné docílit vhodného nastavení běžných hladin vody v korytě. Tedy pokud možno nastavení velmi mírně zaklesnutého proti úrovni okolního terénu. V korytech více ohrožených vymíláním lze ukládat pasy ve dvou krocích – základ konstrukce pasu vložit do koryta před zavedením průtoku, po zavodnění koryta pak doplnit a dotvarovat.

Ze základního konceptu dnových pasů z kameniva mohou vycházet rozmanité variace, vzájemně kombinovatelné, které sledují místní potřeby stabilizace a hydraulické členitosti koryta. Mohou vytvářet proudová nebo naopak tišinná místa, mohou některé části koryta selektivně chránit před vymíláním a naopak jiná vymílání vystavovat, mohou ovlivňovat ukládání splaveninového materiálu v korytě. Konstruktivně se nabízejí například tyto možnosti:

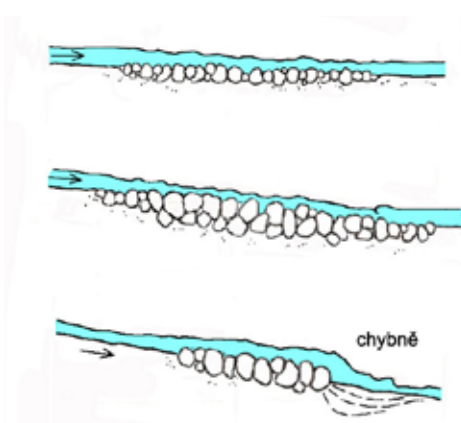
- dnový pas, který nepokrývá celou šířku koryta – na nepokryté straně se podporuje lokální vymílání dna, jehož produktem by měla být dnová tůň
- dnový pas poněkud vystupuje nad úroveň dna a nesahá k jednomu břehu koryta, případně se k jedné straně snižuje – zde již vlastně popisujeme konstrukční prvek, který se označuje jako kamenitý **výhon**; výhony mohou vybíhat střídavě od jedné a od druhé strany koryta, což je uspořádání vhodné pro jisté rozvlnění proudění i v korytě, jehož trasu nelze z nějakého důvodu zvládnout (dobře použitelné také v intravilánových revitalizacích)

Dnové pasy a různé z nich vycházející konstrukce by měly umožňovat **návrat řešeného úseku vodního toku k přirozené úrovni migrační prostupnosti** pro vodní živočichy, respektive neměly by působit zhoršení proti této úrovni. Pokud uplatníme požadavky, které se dnes prosazují v souvislosti s výstavbou rybích přechodů, měla by být zajištěna plná prostupnost pro všechny druhy a velikosti ryb, které by se v daném vodním toku měly přirozeně vyskytovat. Je třeba si vždy připomenout, že prostupnost není běžně nastavována na pstruhy, ale na podstatně méně zdatné plavce a rybí skokany.

Pokud již bude pas nebo podobný objekt vytvářet **lokální soustředění spádu v přepad vody, tento spád by neměl být větší než 10, lépe 5 cm**. Tento požadavek je ovšem podepřen i tím, že přepad vody je rizikový i z hlediska stability samotného objektu.

Ze zkušeností s výstavbou a provozováním rybích přechodů ovšem vychází podstatně náročnější požadavek na sklonitost vzdušního, tedy skluzového líce delšího pasu, kde plavecky málo zdatné ryby nepřekonají rychlé proudění vody na jeden záběr. Lze mít za to, že **spolehlivou prostupnost takového líce pro naše nejméně zdatné ryby nabízí sklon 1 : 40** nebo mírnější. (Na každých 10 cm spádu 4 metry délky pasu!)

Je ovšem pravděpodobné, že takto pojednaný objekt bude plně spolehlivý i z hlediska vlastní stability a bude v korytě vodního toku vytvářet pasáže proudné vody natolik prostorově rozsáhlé, aby se uplatnily i jako svébytná stanoviště bioty.

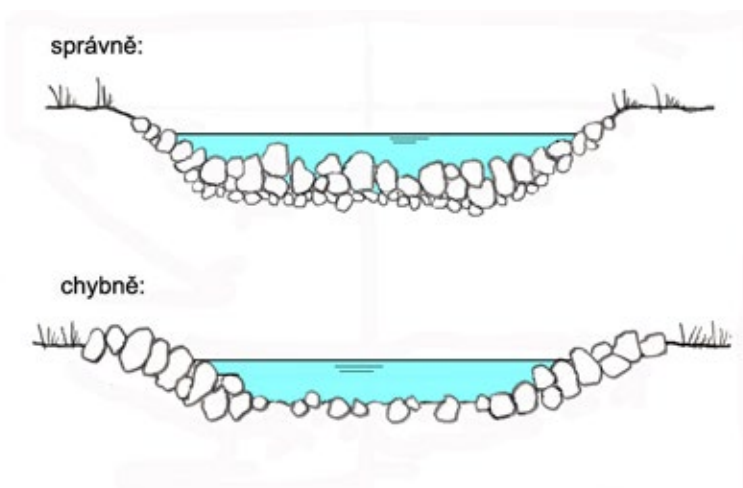


Obr. 4.11 Dnový pas z kameniva jako základní konstrukční prvek stabilizace, členění a případně změlčení přírodě blízkých koryt. (Podélné řezy nezachycují vytažení pasů do stran koryta.)

Nahoře prostý pas, vytvořený kamenným pohozením dna, napodobující brod v přirozeném korytě malého podélného sklonu.

Uprostřed správné provedení dnového záhozového pasu ve sklonitějším korytě – pas je dostatečně dlouhý, dolní okraj sahá až pod dolní relativně uklidněnou hladinu a nenastává přes něj výraznější přepad vody. Za spolehlivě bezpečný z hlediska migrační prostupnosti lze pokládat sklon přetékaného líce pasu 1 : 40.

Dole chybné, ošizené provedení pasu. Pas je krátký a na jeho dolním okraji vzniká přepad vody, který bude vymílat koryto a objekt destabilizovat, základní hrubé kamenivo není doplněno kamenivem drobnějším.



Obr. 4.12 Příčné řezy dnovým kamenitým pasem:

Nahoře správně provedeno – většina kameniva je uložena do dna koryta, které chrání před zahlubováním, kdežto vytažení kameniva do stran je doplňkového charakteru. Na substrátu méně odolném vůči vyplavování je hrubý svršek pasu podložen drobnějším materiálem. Podkládání geotextilií by mohlo být problematické - svršek pasu by po ní mohl ujíždět.

Dole chybně provedeno – většina kameniva je zbytečně naskládána do břehů koryta, zatímco stabilizace dna je nedostatečná.



Obr. 4.13 Stabilizace dna revitalizačního koryta Litovického potoka pod Hostivicemi (2015) pasem z kameniva. Pas je dostatečně dlouhý, jeho dolní okraj sahá pod dolní uklidněnou hladinu a nevzniká přes něj přepad vody, který by mohl způsobovat vymílání. (Kamenivo není přírodně autentické, jde o hranitý materiál, získaný rozebráním dlažby dřívějšího technicky upraveného koryta. Území však není přírodně excelentní, takže lze tento odklon od přírodní autenticity dobře odůvodnit úsporou nákladů.)



Obr. 4.14 Špatně provedený, ošizený dnový pas v revitalizačním korytě, který musel být následně předěláván. Pas je krátký, nedosahuje dolní uklidněné hladiny a přes jeho dolní okraj voda přepadá. Takový „stabilizační prvek“ by mohl v korytě paradoxně působit lokální hloubkovou destabilizaci. (Ostatně je vidět, že na i na korytu jako takovém se nevhodně šetřilo kamenivem. Bohatší nepravidelné pohozy dna hrubým štěrkem by nepochybně přispěly jak ke stabilitě, tak k ekologické hodnotě nového koryta. Ne všude je odolné jílové dno jako v tomto případě a šetření na kamenivu se může vymstít.)

Rovnané balvanové pasy ve dně koryta

Balvanové pasy jsou funkčně podobné pasům z drobnějšího kameniva, ale jsou poněkud odolnější, a tak vhodné do hydraulicky více namáhaných míst a do větších vodních toků. Sledy balvanových pasů se uplatní zejména při výstavbě revitalizačních koryt spádnejších vodních toků. Různé konstrukce na bázi balvanových pasů, přecházející v dnové rampy, poslouží při obnovování migrační prostupnosti vodních toků. Mohou nahrazovat nebo doplňovat migrační překážky typu prahů, stupňů nebo jezů a svým charakterem se již přibližují rybím přechodům.

Do zářezu ve dně koryta se narovná **jedno nebo víceřadý pas z balvanů, který se po stranách a mezi balvany důkladně doplní kamenivem menších velikostí**. Cílem objektu není napodobovat stupeň nebo práh s přepadem přes ostrou hranu, ale přirozenou peřej, tedy ani štěrbinu mezi balvany nebývají na závadu.

Stejně jako záhozové, i rovnané balvanové pasy se po stranách přiměřeně vytahují do břehů koryta, pokud ovšem není v daném místě záměrem podpořit jeho vymílání do stran.

Pasy mohou být k ose koryta kolmé nebo šikmé, případně mohou být lomené. Šikmá založení a lomení ovlivňují směry proudění, což může vhodně vychylovat proudění od směru osy koryta, zvlňovat proudění a podporovat další samovolný vznik dnových tůní nebo rozvolňování koryta do stran. Pokud pasy nepokrývají celou šířku koryta nebo k jedné straně poklesávají, jedná se již o **výhony**. (Úvahy o tom, zda výhon představuje degenerovanou podobu pasu, anebo pas nejvyšší vývojovou formu výhonu, nejsou prakticky až tak významné.) Variabilitu proudění za běžných průtoků může také podporovat **proměnlivá průceznost pasů**, určená šířkami mezer mezi balvany (řidnutí balvanů ke straně pasu). Pokud jsou v pasech ležících za sebou průceznější místa střídavě vlevo a vpravo, vzniká v korytě vlásenkové proudění. Budování takových pasů je ale pracné a nelze zaručit trvanlivost efektu proměnlivé průceznosti.

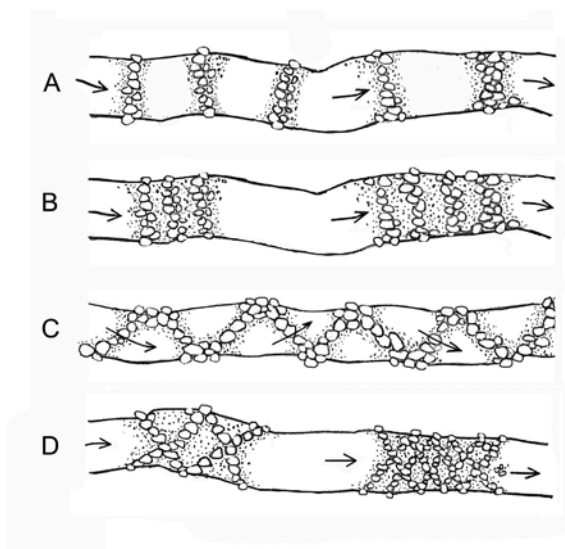
Vzdálenost jednotlivých pasů a poměr délek pasů a mezilehlých úseků pokud možno vychází z přirozených vzdáleností brodů a poměrů délek brodových a tůňových úseků, odpovídajících danému vodnímu toku. Projektant tyto vzdálenosti nejlépe odporuje ze srovnávacího podobného úseku toku, v němž se dochoval přirozený sled tůní a brodů.

Nejspíše při některých intravilánových revitalizačních příležitostech se může členění koryta na sled tůní, zadržujících i za běžných průtoků slušná množství vody, *inspirovat tzv. balvanitými rybími přechody*. Balvanový pas tu bude nabývat podoby příčné řady do dna zapuštěných balvanů, voda bude protékat štěrbinami mezi nimi. V exponovaných podmínkách může být řada balvanů zapuštěna do betonového dnového pasu.

Tam, kde je potřeba stabilizovat břehy koryta nebo strany jisté průtokové trati či rampy, **doplňují se pasy příčné pasy podélnými, čímž vznikají žebříkové struktury**. Kde bude vhodné odklánět dílčí směry proudění od směru osy koryta, **lze pasy klást do koryta šikmo a případně je křížit, čímž vzniká mřížová struktura**.

Soustředěný sled balvanových pasů, žebříková nebo mřížová struktura pasů vytváří **dnovou stabilizační rampu**. Složitější sestavy žebříkových a mřížových struktur balvanových pasů, nahrazující nebo doplňující jezy, mohou i v korytech větších řek vytvářet rampy, sloužící obnově migrační prostupnosti pro vodní živočichy. Tyto rampy mohou být pokládány za přírodě blízkou verzi rybích přechodů. Podobné struktury také najdou dobré uplatnění při vytváření pragmatické členitosti intravilánových koryt.

Pokud se sled pasů slévá v souvislé plošné opevnění určitého spádnějšího úseku dna koryta, vzniká **kamenitý nebo balvanitý skluz**. I přetékaný líc skluzů je vhodné, zejména kvůli migrační prostupnosti, podélně členit na pasáže proudnější a klidnější, což zajišťuje právě struktura pasů.



Obr. 4.15 Některá možná schémata stabilizace a členění přírodě blízkých přímých koryt dnovými balvanovými pasy, doplněnými drobnějším kamenivem. Může jít o koryta přímá jak přirozeně, tak nuceně, např. v intravilánových úsecích. (Balvanové konstrukce se obecně uplatní ve sklonitějších a proudnějších úsecích, kde napodobují přirozené peřeje, zatímco v ostatních úsecích se spíše uplatní dnové záhozové pasy.)

A - volný sled příčných pasů

B - pro hydraulicky exponované úseky přímých koryt: těsnější sledy příčných balvanových pasů vytvářejí dnové rampy

C - sestava šikmých balvanových pasů - podporuje vlnění proudu

D - dnové rampy tvořené mřížovými strukturami pasů

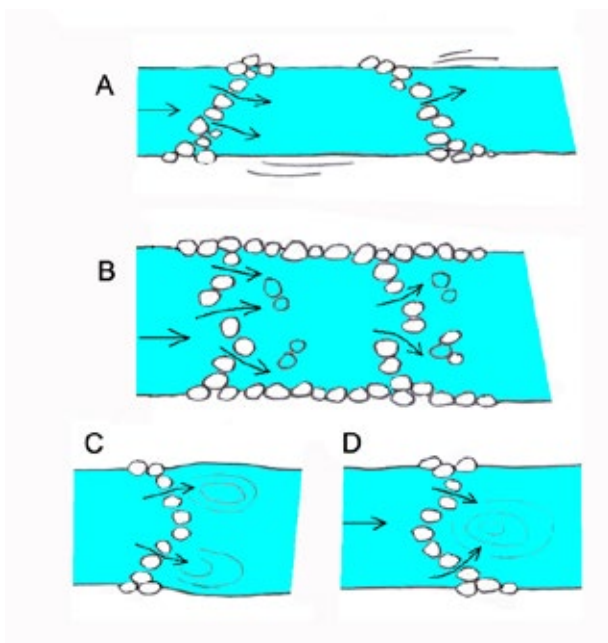
Pokud by bylo třeba koryto stabilizovat proti vývoji do stran, lze pasy doplnit řadami balvanů podél břehů → žebříková struktura balvanitých pasů.



Obr. 4.16 Příčný pas z plochých balvanů ve dně intravilánového vodního toku (protipovodňová úprava Litavky v Králově Dvoře). Podobnost se stupákovým přechodem je spíše jen náhodná, povrchy balvanů jsou kluzké.



Obr. 4.17 Balvanový dnový pas - anebo již skluz? - v revitalizačním korytě říčky Mindel v zátopové ploše suché povodňové nádrže Dirlewang, pohled 2009. V popředí výhon ze stromového kmene. V zájmu stability by zřejmě neškodilo dolní okraj pasu přisypat drobnějším kamenivem.



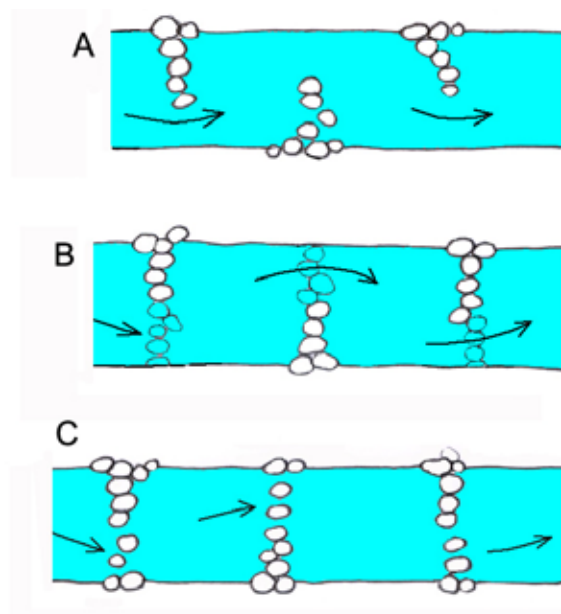
Obr. 4.18 Další možnosti stabilizace a členění přírného koryta balvanovými pasy (pouze schémata; zejm. doplnění pasů drobnějším kamenivem není znázorněno):

A – šikmé pasy, podporující vlnění proudu a rozvolňování koryta vymíláním břehů

B – peřej ze dvou příčných pasů, stranově stabilizovaná; štěrbin mezi balvany, vytvářející rybí cesty, udělují proudu různé směry; pod dominantními štěrbinami jsou uloženy rozrážecí balvany

C – balvanový pas lomený po proudu – „rozptylka“ proudění

D – balvanový pas lomený proti proudu – „spojka“ proudění



Obr. 4.19 Použití balvanových pasů v pozici výhonů, podporujících vlnění proudu:

A – výhonů – pasy nepřeklenují celou šíři koryta

B – pasy střídavě sestupující do dna koryta

C – pasy nařazené střídavě k jedné a druhé straně koryta.

Stabilizační rampa ve dně koryta

Nejjednodušší dnová rampa vzniká jako sled několika příčných dnových pasů z kamenů či lépe z balvanů. Napodobuje výraznější peřej v korytě proudnějšího vodního toku. Sled ramp se může velmi dobře uplatnit při revitalizaci bystřiny. V korytech klidnějšího charakteru nepředstavuje rampa vysloveně morfologicky autentický prvek a uplatní se spíše jednotlivě tam, kde je potřeba lokálně stabilizovat větší spád nebo nějaké poruchové místo. Může jít zejména o tyto situace:

- stabilizace vzniknuvší poruchy hloubkové stability koryta - zachycení čela zpětné eroze
- stabilizace úseku výraznějšího změlnění koryta
- stabilizace místa lokálně většího spádu
- stabilizace místa, kde mělké koryto nuceně přechází v koryto výrazněji zahloubené - **typicky stabilizace citlivého dolního konce revitalizace, kde nutno sestoupit zpět na úroveň hlubokého technicky upraveného koryta**
- nahrazení odstraňovaného stupně nebo jezu.

S migrační prostupností rampy pro vodní živočichy je to podobné jako s výše popisovanou prostupností vzdušního líce delšího dnového pasu: Pro dosažení spolehlivé migrační prostupnosti pro všechny naše druhy ryb a jejich možné velikosti **by rampa neměla mít celkový podélný sklon větší než 1 : 40.**

Jednotlivé pasy, tvořící rampu, mohou být střídavě skloněny k jednomu a druhému břehu nebo mohou vytvářet soustavu protisměrných výhonů, což za běžných průtoků podpoří variabilitu proudění.

I v případě rampy mohou být příčné pasy doplněny podélnými, čímž vzniká žebříková rampa. Zkřížením pasů vznikne rampa mřížová. Rampy z obloukových pasů svými tvary připomínají záclony. (Rozmanité i dosti složité rampy těchto typů jsou dost rozšířeny v německých zemích, často v pozici rybích cest.)

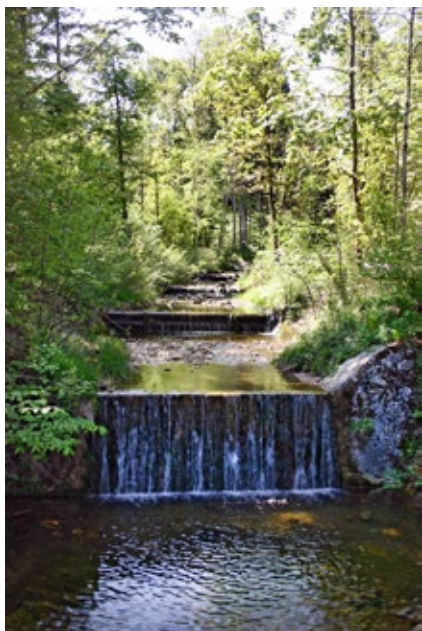
Ani jednotlivé pasy, ani rampy se běžně nestabilizují betonem nebo „připichováním“ balvanů roxorovými dráty. **Balvany nebo kameny se navrhují tak, aby byly přiměřeně stabilní svojí hmotností.** Zkušenosti z dynamických bavorských (i velmi dynamických podalpských) řek ukazují, že u vhodně navržených konstrukcí může základní funkčnost trvat orientačně po dobu 15 let. Rampy se sice časem poněkud rozvolňují, zejména za povodní, ale díky jejich tvárnosti to obvykle znamená jenom velmi pozvolné odeznívání funkčnosti. Naproti tomu si lze dobře představit, že nákladně tuhé konstrukce, založené na ukládání kamenů do betonu nebo prolévání betonem, by se změnami říčního lože rychle dostávaly do stavu, který by byl pokládán za havarijní.



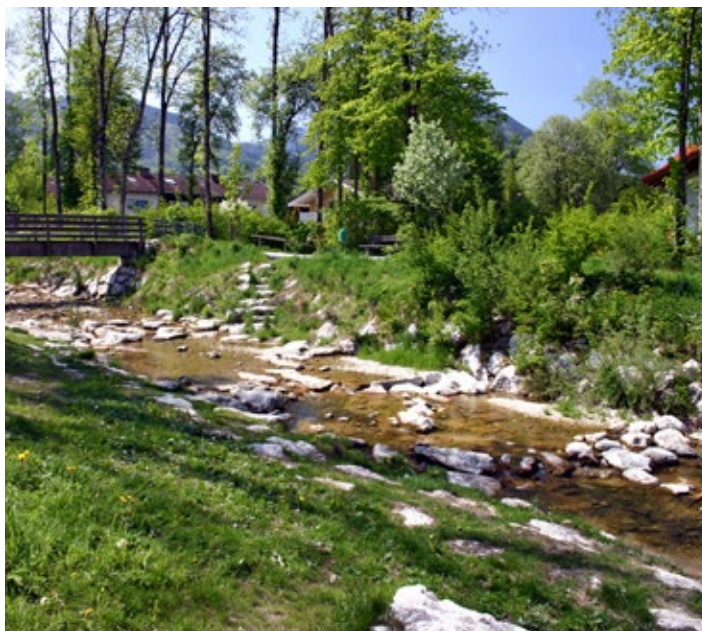
Obr. 4.20 Stabilizace místa soustředěnějšího spádu v revitalizačním korytě Loděnického potoka u Nenačovic (2015) dnovou rampou, která je pojednána jako těsný sled pěti příčných dnových balvanových pasů, proložený drobnějším kamenivem. Úhrnný podélný sklon nepřesahující 1 : 40 by měl být bezproblémový z hlediska migrační prostupnosti pro vodní živočichy.



Obr. 4.21 Táž dnová rampa v korytě Loděnického potoka v roce 2017.



Obr. 4.22 Podhorský potok Kirchbach v obci Brannenburg v Bavorsku, v roce 2008 nerevitalizovaný úsek. Stará úprava provedená metodou hrazení bystřin, stabilizace stupni.



Obr. 4.23 V roce 2008 již revitalizovaný úsek potoka Kirchbach. Hrazenářské stupně byly odstraněny. V obci Brannenburgu zůstalo zachováno koryto v přímé trase s kapacitním příčným průřezem tvaru hlubokého lichoběžníka. Dno je však stabilizováno přírodě blízkým způsobem - souvislým sledem šikmo a křížmo kladených balvanových pasů, bohatě doplněným kamenivem menších velikostí.

Souhrnně k pasům a rampám:

Velikost kameniva, použitého pro dnové pasy, výhony, rampy, skluzy či plošné záhozy nebo pohozy dna, jakož i způsoby jejich uložení, **určuje projektant standardními hydraulickými postupy** podle předpokládaných vymílacích rychlostí proudění. U prvků těchto typů se v klasických technických úpravách vodních toků obvykle uplatňovala zásada, že by měly být stabilní přinejmenším po úroveň kapacity koryta. Při revitalizacích se může tato otázka poněkud rozostřovat – navrhují se koryta málo kapacitní, u nichž se připouští jistý vývoj. Konkrétní řešení závisí na úvaze projektanta. Dnové rampy nebo skluzy, zvláště pokud jsou významné z hlediska migrace vodních živočichů, budou nejspíše navrhovány jako dlouhodoběji stabilní objekty.

Základní rastr hrubého kameniva, které tvoří stabilizační objekt, je vždy třeba **bohatě doplnit kamenivem různých drobnějších frakcí**. Lokální vyplňování budovaných objektů štěrkem a drobnějším kamenivem může přecházet **v zásobování úseků koryta vodního toku transportovatelnými splaveninami**. Nemusí zůstat u jednorázového zásobení koryta například v podobě hromad štěrku, vystavených postupnému odplavování. Pozdější „**příkrmování**“ štěrkem může být součástí následné péče o revitalizovaný vodní tok. Také může být prováděno na podporu samovolných renaturačních procesů nebo prostě k posilování tvarové členitosti a stanovištní bohatosti koryt. Takový přístup patří do „vyšší třídy“ revitalizací. Může být samozřejmě provázen dohady o tom, zda představám o přírodní autenticitě odpovídá sypání nějakého kameniva do vodního toku, který je na podobné splaveniny i přirozeně chudý. Proti přírodní autenticitě se tu budou brát v úvahu pragmatické potřeby dosažení stability a členitosti koryta. Z těchto hledisek

se může stav vodního toku vkládáním kameniva významně zlepšit. Stojí to ovšem peníze a vzhledem k zanášení jemnými splaveninami mohou být účinky i dost krátkodobé.

Plošný balvanový pokryv dna

Na dynamických německých řekách pod Alpami je ve zvláště exponovaných úsecích se sklony k nežádoucímu zahlubování dna ověřena technologie „Offenes Deckwerk“. Lze překládat jako „otevřený pokryv“. Jde o plošné pokryvy dna balvany, prováděné ve stabilitně ohrožených dílčích úsecích, jejichž délka obvykle představuje několik šířek koryta. V nejnáročnějších úsecích mohou být **balvany ukládány na kamenitý podklad na sraz, s prosypáním a dohutněním drobnějším kamenivem**, jinak mohou být mezi balvany jisté rozestupy – a rovněž následuje dosypání kameniva menších velikostí. Pro posílení tvarové a hydraulické členitosti dna lze i v této plošné struktuře nechat výrazněji vyčnívat některé řady nebo skupiny balvanů.

Skryté a spotřební stabilizace

V přírodě blízkých korytech a jejich říčních pásech se mohou uplatnit i **skryté (nebo též pohřbené) stabilizační prvky**, které nebudou rušit vzhled místa. Tuhé kleštiny z dřevěných kulatin, skrývané do dna koryta, se příliš neosvědčovaly, neboť byly pracné a nákladné, s tvárným korytem dostatečně nespolečupracovaly, a pokud byly obnaženy, ztrácely funkčnost. Spíše se mohou uplatnit **záhozové figury skrytě uložené** podél vnějších linií říčního pásu, působící jako **vymezovače prostoru, v němž se připouští horizontální vývoj koryta**. Aspoň část povrchu skryté záhozové stabilizace je vhodné ponechat nepřekrytou zeminou – prvek pak může s výhodou sloužit jako zimoviště některých živočichů.

Běžné pohozy a záhozy jsou navrhovány v takových frakcích kameniva, aby byly v daných místech relativně trvalé. Z drobnějšího materiálu, obvykle z kameniva štěrkových frakcí, lze vytvářet „spotřební“ struktury, které budou do jisté míry stabilizovat koryto a třeba rozvlňovat proudění, ale budou časem rozplavovány. Tím budou zpomalovat vymílací činnost a **příspěvat k sycení proudu splaveninovým materiálem**. Morfologicko-ekologický stav kdysi kanalizovaných koryt potoků a říček je možné zlepšovat vsypáváním hromad štěrku střídavě k pravému a levému břehu. Proudění se tak rozvlňuje a obnovují se štěrkové pasáže dna. Ty jsou důležité jako rybí trdliště a po kanalizaci, která zbavila koryta hydraulické členitosti, zmizely pod nánosy písku. (Vsypaní štěrkových hromad je hlavně v severním Německu oblíbeným způsobem zapojování různých spolků, školní mládeže apod. do péče o menší vodní toky.)

Spotřební, tedy dočasná stabilizace také může být v některých případech vytvořena záměrným použitím levnějšího nekvalitního, rozpadavého kameniva.

Stabilizace a členění koryta s využitím říčního dřeva

Stabilizaci a členění koryta vodního toku je vhodné doplňovat **prvky a konstrukcemi ze dřeva**. Říční dřevo má mimo jiné nenahraditelný podíl na vytváření stanovišť a úkrytů bioty.

Lze říci, že naše revitalizační projekty již většinou zvládají obnovu členitosti vodních toků využitím různých forem kameniva. **Velké rezervy však jsou zatím právě v aplikaci dřevní hmoty**. Naše revitalizační tvorba, bohužel stejně jako celá správa vodních toků, zatím význam dřeva nedocenila a stále se spíše poddává až předsudečným obavám, že se dřevo „někam odplaví a něco ucpe“. Zde chybí ochota vnímat rozdílnost různých úseků a míst vodních toků (někde je

instalace dřevní hmoty bezpečná méně, někde více) a uplatňovat v zahraničí ověřené postupy, jako je třeba kotvení neodvětvených stromů jako výhonů do zářezů v březích.

Za přírodě blízké a pro revitalizace vhodné nelze pokládat cokoli jenom proto, že je to ze dřeva, přírodního materiálu. **Přehrážky, stupně a prahy z kulatin a opevnění laťovými plůtky vodní toky přírodě vzdalovaly.** V některých i revitalizačních příručkách se efektně vyjmají nákresy různých srubových staveb, dnových kleštín z kulatin a podobných konstrukcí. Ani tyto prvky nejsou příliš blízké přírodě, jejich pracnost a nákladnost obvykle výrazně přesahuje přínosy v podobě poměrně skromného zvětšení tvarové členitosti. Jako relativně tuhé mohou srubové konstrukce trpět nedostatečnou přizpůsobivostí vůči tvárnému zeminovému okolí. Někdy jsou podobné dřevěné konstrukce doporučovány jako dočasné. Jakkoliv dočasné konstrukce mohou mít v revitalizačních stavbách místo, v případě srubovin většinou argument o rozložitelnosti dřeva vyznívá problematičtě – nebývá efektivní něco stavět pro to, aby se pak čekalo, až se to rozpadne, když lze rovnou vytvořit prvek plně uspokojivý, navíc obvykle stavebně jednodušší.

Doporučovat lze spíše jednoduché, přírodě nejbližší aplikace říčního dřeva, jako je například **výhon vytvořený neodvětveným stromem**, korunou vložený do koryta a fixovaný zakopáním dřívku kmene do břehu. Takové prvky mají velký potenciál i jako úkryty živočichů.

Ovlivnění hydrauliky vodního toku stromovým výhonem se může poněkud lišit podle jeho detailního provedení (obr.4.28). Nakolik hmota stromového výhonu, tvořená nevyvětvenou korunou a třeba doplněná balvano-kamenným záhozem, především horizontálně odklání proud, může být jedním z hlavních efektů rozvolňování koryta vymíláním protějšího břehu. Pokud je výhon spíše přisazen ke dnu a nutí vodní proud, aby přes něj přepadl, může být zajímavým morfologickým efektem vývoj úplavové tůně ve dně koryta za výhonem. Hydraulicky výrazný a z hlediska vytváření úkrytů pro říční biotu velmi přínosný může být výhon, tvořený spodní částí stromu, s kořenovým systémem trčícím do vody.

Výhony lze také vytvářet z živého vrbového dřeva, schopného zakořenění. Do zářezů, vhodně vyhloubených v březích koryta, se zakládají, zapěchovávají a pak zeminou zahrnují otepi vrbových větví nebo celé větší větve a kmeny, vršky zasahující do vody. Jak platí pro všechny práce s vrbami, které mají zakořenit – provádí se v jarním období. Dřevo se ujímá, pokud je čerstvé, má dostatek vlhka a vršky dostatečně osluněné. (Dobře zakořeňují všechny naše druhy vrb kromě jívy.) Do břehů koryta lze rovněž zakopávat živé vrbové pařezy, pokud jsou k dispozici. Opět platí, že nejlepší je pozice přímo v úrovni běžné hladiny vody.



Obr. 4.24 Stabilizace, členění a zároveň ozelenění revitalizačního koryta bavorské řeky Altmühl (2006) svazky živých vrbových větví, zakládaných do šikmých zářezů v břehu. Zhruba polovina délky svazků je zasypána zeminou.



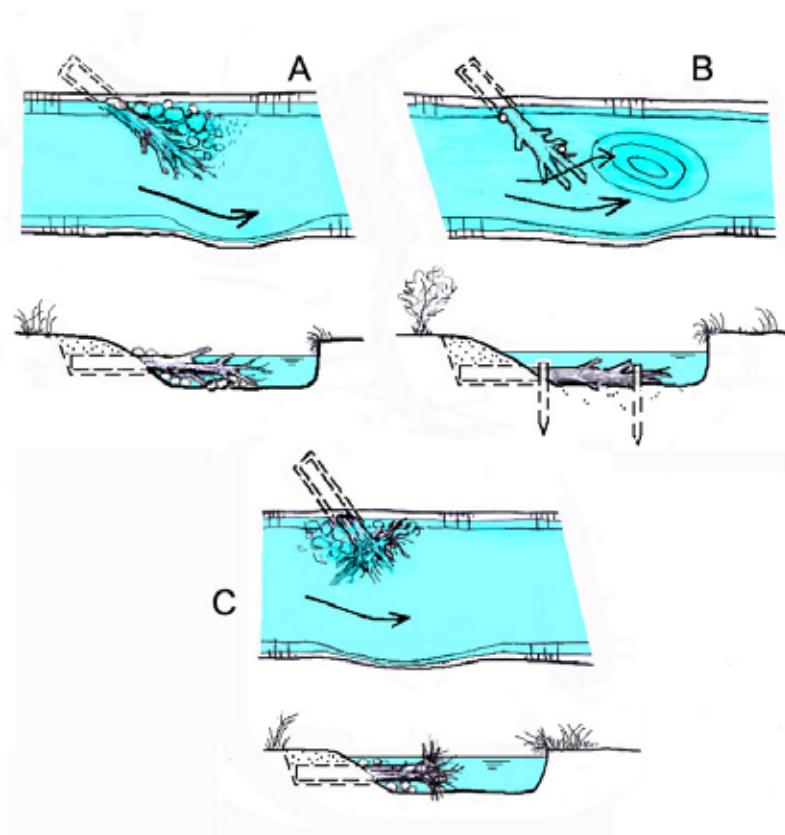
Obr. 4.25 Struktury mrtvého dřeva, použité ke stabilizaci a rozčlenění břehu revitalizačního koryta Dunaje u Hundersingen. Zatím zřejmě největší revitalizace v Bádensku - Württembersku byla provedena v roce 2012. Již v roce 2014, kdy byl pořízen tento snímek, bylo dřevo dost slehlé a olámané a pohled na něj vyvolával otázku, proč nebylo rovnou použito podstatně více materiálu. I v německých zemích se musí používání říčního dřeva jen postupně prosazovat proti někdy více, někdy méně opodstatněným výhradám.



Obr. 4.26 Neodvřetené smrky, zapuštěné do břehu revitalizačního koryta řeky Wertach v Augsburgu; 2009.



Obr. 4.27 Táž instalace smrků do řeky Wertach v roce 2016. Drobná vzpomínka na Pripjatské bažiny ve středu Německa.



Obr. 4.28 Některá možná schémata instalace stromu jako výhonu:

A - neodvětvenou korunou do vody, zanořený pod hladinu, kotvený kmenem do břehu, doplněný kameny - velký efekt tvorby úkrytů pro vodní živěnu

B - odvětvenou korunou do vody, posazený na dno, kotvený kůly a kmenem do břehu - přetékaný výhon, výraznější tvorba úplavové tůně

C - kořenovým systémem do vody, kotvený kmenem do břehu, doplněný kameny - například pro využití druhé půlky stromu z aplikace A, s níž má podobné účinky.



Obr. 4.29 Revitalizace říčky Mindel v zátopové ploše suché povodňové nádrže nad obcí Dirlewang v Bavorsku, 2009. V popředí poměrně nenápadná instalace stromového kmene, zapuštěného zčásti do břehu a fixovaného kolíky a lanem. Tento objekt měl podle všeho podíl na modelaci protějšího břehu většími průtoky, kde se brzy po dokončení stavby vytvořil strmý nárazový svah, příhodně nabízející hnízdiště břehovým ptákům.

4.5 | Řešení vztahů mezi novým a starým korytem

Z hlediska stability i provádění je nepochybně příznivé, pokud se může **nové, revitalizační koryto vyhloubit v rostlé zemině mimo koryto staré, technicky upravené**, a obě koryta se co nejméně dotýkají. Staré koryto se pak zasype buď souvisle, nebo přerušovaně, takže jeho části ponechají, případně ještě rozšíří v nesouvislé biotopní tůň. **Zasypávání starého koryta musí být prováděno solidně, se stabilizací kamennými záhozy a dotěsněním jílem.** Tak nutno čelit obvyklé tendenci vodního toku vracet se do starého koryta. Pokud by se staré koryto obnovilo a stáhlo do sebe běžné průtoky, což hrozí hlavně za povodní, revitalizační dílo by přicházelo vniveč.

Revitalizační koryto by mělo zaujímat údolnicovou polohu, tedy procházet nejnižšími místy údolí, resp. nivy. Problém je, že potřeby umístit koryto do této polohy si byli vědomi i ti, kteří v minulosti prováděli technické úpravy vodních toků - takže v údolích, která nedisponují dostatečně širokou a plochou nivou bez zřetelné údolnice, bývá tato strategická poloha obsazena technickým korytem. Zkušenost varuje před snahami hloubit v těchto situacích za každou cenu samostatné revitalizační koryto v rostlé zemině, ovšem v nejisté pozici, proti údolnici vyvýšené. **Nezlomná tendence vodního toku vracet se do nejnižšího místa údolního profilu by vedla dříve nebo později ke znehodnocení revitalizačního díla.** Spolehlivější je revitalizačním způsobem přeformátovat staré koryto, které obsazuje údolnici. V některých případech nejspíše menších vodních toků by mohlo připadat v úvahu přeformátování celého údolního dna zasypáním dřívější údolnicové polohy a vytvořením nové tak, aby se vysazené nové koryto dostalo do nejnižšího místa. Použitelnost takového postupu je ale omezená - jde o rušivý zásah do přirozené morfologie údolí a přirozených terénních povrchů, vyžaduje velký objem zásypaného materiálu, který je třeba stabilizovat a hutnit.

Rizikovým místem je dolní okraj revitalizace, pokud je nutno stabilizovat přechod z výškové úrovně mělkého revitalizačního koryta na úroveň podstatně hlubšího starého koryta, technicky upraveného. V tomto místě silně hrozí vznik **zpětné eroze koryta**, která by mohla revitalizační

dílo znehodnotit. V tomto místě nelze šetřit na stabilizaci kamenivem. Větší spády je třeba řešit dnovou rampou nebo kamenitým skluzem - se sklonem dostatečně mírným z hlediska prostupnosti pro migrace vodních živočichů.

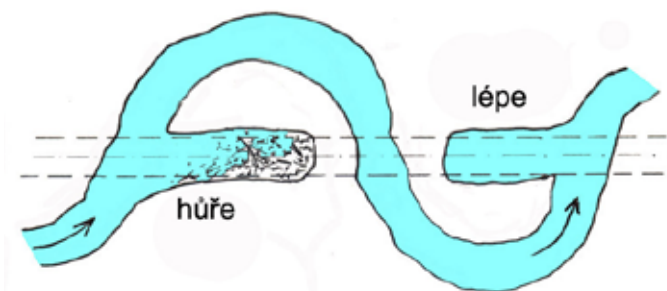
Obvykle není možné zcela se vyhnout **křížením starého a revitalizačního koryta**. Ta je nutno stabilizovat proti opětovnému vlomení se vodního toku do přímé trasy starého koryta, čímž by mohla být revitalizace zmařena. Rušené úseky starého koryta se obvykle kvalitně zasypávají zeminou, která se hutní, a čela se opatřují kamennými pohozy.

Zvláště v počátcích revitalizací se někdy objevovala v podstatě nesmyslná tendence ponechat souběžně s novým revitalizačním korytem otevřené i koryto staré, technicky upravené, ať už jako povodňovou průtokovou rezervu, nebo „pro jistotu“, tedy pro případ, že by se revitalizace nějak nepovedla. Tento přístup vycházel z kombinace obecné nedůvěry k revitalizacím, neochoty úplně se zbavit „osvědčeného vodního díla“ a nesprávné představy o tom že i ve volné krajině jsou „odtokové poměry tím lepší, čím větší průtoková kapacita koryta nebo koryt je k dispozici“. V takových případech obvykle ani nemusela přijít nějaká velká povodeň, aby se vodní tok vrátil do starého koryta, nové zůstalo na suchu a revitalizace tak byla znehodnocena. **Při revitalizaci ve volné krajině obvykle není žádná vedlejší průtoková rezerva potřebná a její existence by naopak přínosy revitalizace poškozovala** – zejména by omezovala žádoucí tlumivé rozlivy povodní do nivy. Paralelní průtokové koryto může být užitečné ve zvláštních případech, zejména při intravilánových revitalizacích, kdy pomáhá zajistit potřebnou ochranu okolní zástavby. Pak je ovšem třeba celkově pojetí stavby tak, aby existence zbytku starého koryta neohrožovala koryto nové.

Pokud se části starého koryta ponechávají jako **tůňové klky**, napojené na nové koryto, pak jsou obvykle ponechávána **napojení otevřená po proudu**. Pokud by byl zbytek starého koryta otevřen do koryta nového protiproudě, mohl by být snadno zanesen splaveninami a splávním, případně by mohl nevhodně svést povodňové proudění k návratu do staré trasy.



Obr. 4.30 Abychom revitalizaci bavorské Mindel nad Dirlewangem nepřechválili: V jednom dílčím úseku bylo v souběhu s meandrem nového revitalizačního koryta ponecháno staré přímé koryto, kdysi technicky upravené, ale během času již výrazně renaturované. Vodní proud záhy neodolal silám fyziky a vrátil se do starého přímého koryta, zatímco to nové zůstalo na suchu. (Pohled pouhý rok po revitalizaci, v roce 2009.) To asi nebylo záměrem revitalizátorů. Za povodní bude i nové koryto zaplavováno a do jisté míry reaktivováno, ale běžné průtoky se pravděpodobně budou držet přímé trati, která je po zanesení meandru také zřetelně nižší. Ovšem štěrkovisko opuštěného revitalizačního meandru může také nabízet zajímavá stanoviště, třeba některým z více než stovky druhů včel, obývajících ve Střední Evropě právě taková místa.



Obr. 4.31 Při výstavbě revitalizačního koryta lze části koryta starého ponechat jako tůňové klky. Mohou tak vzniknout velmi zajímavá stanoviště říční živěny. Otevření proti proudu (vlevo) je problematické. Mohlo by vyvolat návrat vodního toku do staré trasy, zejména pokud výplň starého koryta nebude spolehlivě stabilizována. Pravděpodobně také bude protiproudny klk rychle zanesen splaveninami a splávim. Ale nic není černobílé - i taková materiálová depozice může být zajímavým stanovištěm.



Obr. 4.32 Dnová rampa stabilizuje dolní okraj revitalizovaného úseku Dunaje u Hundesingen (Bádensko-Württembersko, realizace 2012, pohled 2014). Výrazně mělčí revitalizační koryto se tam vrací do technicky upraveného koryta, které je nepřirozeně zahloubené. Pokud by toto místo nebylo solidně stabilizováno, mohla by od něj postupovat zpětná eroze koryta a ohrozit celou revitalizační stavbu. Rampu tvoří mřížová struktura šikmých dnových pasů z balvanů, proložená drobnějším kamenivem. Balvany drží díky vlastní tíži a součinnosti s okolním kamenivem, nejsou ani ukládány o betonu, ani „špendleny“ ke dnu roxorovými trny, jak se u takových objektů občas někdo ptá.

4.6 | Větvení koryta, ostrůvky

Přirozené stabilní větvení koryta jako svébytný hydromorfologický typ se může vyvíjet nejspíše u větších vodních toků širokých, plochých niv, jako pokročilá forma meandrů. Ve většině rozsahu našich vodních toků, kterých by se mohly týkat běžné revitalizační úlohy, může být samovolné větvení koryta nejspíše nahodilým a krátkodobým jevem, vznikajícím nejčastěji za povodní. Vodní proud pak má tendenci jedno rameno preferovat a druhé odstavit, postupně zanést a nechat zarůst. Větvení koryta jako prvek revitalizačních projektů takto obvykle představuje řešení malá trvanlivé a nepříliš hydromorfologicky autentické a jeho přínosnost při revitalizacích ve volné krajině je omezená.

Větvení koryta však může být **zajímavým prvkem intravilánových revitalizací**, jejichž řešení bývá tak jako tak převážně pragmatické. Větvení je pak třeba navrhovat v podstatě jako hydrotechnický objekt, byť přírodě blízký, který musí být přiměřeně stabilizován a následně udržován. Místo větvení koryta musí být zajištěno proti vertikálním i horizontálním změnám, nejspíš dnovými pasy z kamenných záhozů, případně pasy z rovnaneho kameniva. Dále je třeba dbát stability dělení průtoku tak, aby jedno z ramen průtokově nechřadlo, nezanášelo se a nezarůstalo. Potenciálně dominantní rameno, obvykle protékané v přímém směru, může být kamennými záhozy dna stabilizováno proti zahlubování. V oblasti větvení do něj mohou být vhodně vkládány skupiny balvanů či výhony z kameniva nebo ze dřeva jako dynamické usměrňovače proudění ve prospěch potenciálně chřadnoucího ramena. Nutno počítat s tím, že i tak bude udržování funkčnosti větvení vyžadovat následnou údržbu.

Solidně provedené a udržované větvení může hlavně intravilánovou revitalizaci

vhodně obohacovat. Včetně vzniklých ostrůvků zvětšuje členitost, prostor, trasovou délku, hladinové plochy a zadržované objemy vody v novém korytě. Ostrůvky bývají ceněny i jako chráněná ptačí hnízdiště. Dobře provedené, **nenásilně tvarované, nízko nad běžné hladiny vyčnívající ostrůvky** bývají vnímány jako dobré obohacení vzhledu říčního prostoru.



Obr. 4.33 Nesplavný Mohan ve středním Bavorsku byl již v 19. století kanalizován mimo jiné pro účely plavení dřeva, jeho koryto bylo částečně napřímáno a opevněno dlažbou. V naší době se Vodohospodářský úřad v Kronachu již několik desetiletí snaží využívat různých příležitostí k etapové revitalizaci řeky. Poblíž obce Wiesen tak bylo v roce 2012 provedeno přírodě blízké rozvolnění řečiště jako ekologická kompenzace za výstavbu nové železniční trati napříč údolím. V pohledu vlevo, rok po dokončení stavby, hlavní koryto Mohanu, uprostřed ostrůvky, ponechané v místě kvalitních břehových dřevin, vpravo rozvolnění do břehu. Podélné rozvolnění koryta není natolik hydraulicky znevýhodněno, aby se rychle zaneslo.

Naproti tomu nepromyšlené, hračičkovské větvení koryta do neduživých postranních ramének, jaké někdy vídáme jako „ozdobu“ některých hlavně intravilánových revitalizací potoků, se obvykle neosvědčuje. Po takových pokusech brzy zůstávají po straně aktivního řečiště zabahněná a zarůstající odstavené korytka. Ne že by se jejich modelováním něco vysloveně zkazilo, i tak mohou plnit nějaké ekologické funkce. Do jisté míry ale šlo o neúčelně vynaloženou práci a na lidi může nevhodně působit následný dojem čehosi nepodařeného.

Častou revitalizační úlohou je přírodě blízké rozvolňování koryta. Provádí se pokud možno nepravidelně a zejména tam, **kde v dosavadní břehové linii rostou nějaké stromy, které by bylo škoda zničit, lze nechávat v jejich místech ostrůvky**. Ostrůvek se stromem je obvykle vnímán jako libý prvek říční krajiny. Strom může následně zajít, což se často stává třeba olším, které sice dokážou od semene vyrůst v rozmanitých podmínkách, ale nemají rády změny. I suchý strom, pokud vysloveně nepadá na most, na cestu nebo někomu na střechu, však je cenným prvkem říčního ekosystému.



Obr. 4.34 Rozdvojení koryta s ostrůvkem (revitalizace Litovického potoka, Hostivice, 2016) sympaticky posiluje členitost revitalizačního koryta. Jde však o prvek v podstatě nepřírozený a vodní tok má následně tendenci jedno z ramen preferovat a druhé nechat zaniknout. Rozdvojení se tedy uplatní zejména v přírodně neautentických intravilánových revitalizacích. Pokud má být dělení průtoků trvanlivé, musí být vhodně stabilizováno a musí o ně být pečováno v rámci následné údržby.



Obr. 4.35 Zajímavostí přírodě blízké protipovodňové úpravy Blanice ve Vlašimi bylo místní rozšíření koryta. Projekt do něj navrhoval fádňi a ekologicky málo přínosný ostrůvek - bouli typu „mrtvá želva“. Za výstavby se ale v součinnosti projektanta a stavbyvedoucího zrodil nápad s nízkým ostrůvkem tůňového typu. Po několik let jsme se těšili z tohoto pohledově i ekologicky zajímavého, byť hydromorfologicky neautentického prvku. Ale nemilosrdná hydraulika nemohla nenajít slabinu tohoto řešení, spočívající v průtokově nevýhodné pozici nového levého ramene proti starému přímému korytu.



Obr. 4.36 Začátkem roku 2020 je revitalizační raménko Blanice, které obtékalo tůňový ostrůvek, zazemněné, zarostlé a bez běžného průtoku. Je teď na přírodovědcích a vodohospodářích, aby se radili, co dál. Zda zamokřená a bohatě zarostlá plocha někdejšího ostrůvku, nepochybně atraktivní pro řadu živočichů, má svoji cenu tak, jak je, nebo zda má smysl snažit se postranní rameno jako zajímavý prvek v podstatě intravilánové revitalizace oživit. Bylo by třeba je pročistit a hydraulicky zvýhodnit nejspíše přidáním kamenů či balvanů do přímého koryta.

4.7 | Revitalizace a technická odvodňovací zařízení

Technické odvodňování zemědělských ploch se u nás v minulosti provádělo průmyslově, převážně plošně a v obrovských rozsazích. Vlastní zemědělské plochy byly v moderní době ponejvíce odvodňovány trubními soustavami, členěnými na odvodňovací detail (podrobné odvodňovací zařízení – POZ) a hlavníky. **Hlavníky (též HOZ - hlavní odvodňovací zařízení, případně HMZ - hlavní meliorační zařízení) často vznikly zatrubněním nejmenších vlásečnicových vodních toků**, které tak byly zásadním způsobem znehodnoceny.

Existence odvodňovacích soustav, respektive zajištění jejich funkčnosti také patří k zásadním motivům technických úprav vodních toků: **Vytvoření spádu, potřebného pro odtok vody z drenážních soustav, bylo jedním z důvodů nepřírozeného zahlubování technicky upravených koryt.**

Nejméně 15 % rozlohy státu (!) bylo v průběhu 20. století technicky odvodněno pro potřeby zprůmyslněného zemědělství a lesnictví (údaj ze stránek Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha Zbraslav). Toto odvodnění je do značné míry stále funkční. Pokud již zemědělským hospodařením změněné půdní povrchy a degradované půdy umožní srážkové vodě infiltrovat, měla by zasakovat ze svrchní nenasycené vrstvy hlouběji, a tam doplňovat zásoby mělké podzemní vody. Ovšem na odvodněných plochách na tuto vodu čekají soustavy trubkových drenáží, které ji odvedou do hlavnίκů, a těmi do koryt vodních toků. Odtoky drenážních vod mnohde vytrvávají i v obdobích velkého sucha, což potvrzuje, že existující odvodňující soustavy nezanedbatelnou měrou ochuzují zásoby mělké podzemní vody v zeminovém, resp. půdním prostředí.

Systematické odvodňování započalo již za Rakouska s industrializací zemědělství i lesnictví. V socialistickém období pak bylo odvodňování silně motivováno politicky založeným plánováním a potřebou zaměstnávat rozsáhlé hydromeliorační odvětví, zatímco praktické přínosy pro skutečně efektivní zemědělskou či lesnickou výrobu mohly zůstat stranou. V podstatě zcela neužitečně, ke škodě přírodě a vodnímu režimu krajiny, byly například odvodňovány mnohé louky a pastviny i v podhůřích. Byly odvodněny rozsáhlé plochy zejména v nivách, které ani potom nebyly efektivně zemědělsky využívány nebo se od jejich užívání časem upustilo.

Odvodnění má též vliv na kvalitu vody. Srážková voda dopadne na zemědělskou plochu a projde svrchní půdní vrstvou, kde se obohatí hojně přítomnými látkami zemědělské chemie. Místo co by pak zvolna prosakovala půdně - zeminovým prostředím, kde by mohlo probíhat jakési samočištění, je trubkami odvodňovacího systému rychle odvedena do vodního toku.

Odvodnění má vliv na půdy – podporuje mineralizaci jejich organických složek, a tím zhoršování jejich vodohospodářských vlastností.

Po tomto úvodu je zřejmé, že součástí snah o zlepšení vodních poměrů krajiny jsou následující úlohy, týkající se odvodňovacích zařízení:

- částečná eliminace plošného působení odvodňovacích zařízení
- revitalizace nejdůležitějších odvodňovacích hlavnίκů jejich navrácením do stavu přírodě blízkých drobných vodních toků, včetně rehabilitace pramenišť

- řešení vztahů mezi odvodňovacími zařízeními a revitalizovanými vodními toky - jde především o to, zmírnit zahloubení koryta, do něhož odvodnění ústí.

K těmto činnostem může také v některých místech přistupovat rekonstrukce stávajících odvodňovacích soustav na soustavy regulovaného odvodnění, které umožňují ovládat průběh odvodňování půdně - zeminového prostředí podle aktuálních potřeb a omezovat neúčinné odvádění vody.

Eliminace plošného působení odvodňovacích zařízení

Hospodářské, vodoprávní nebo dokonce příležitostně se vyskytující ideologické otázky potřebnosti zachování funkčnosti odvodňovacích zařízení nebo potřebného rozsahu jejich eliminace nejsou přímo součástí zde pojednávané problematiky vodních toků. Technická řešení eliminace plošných odvodňovacích zařízení představují samostatný obor - lze odkázat například na oborovou metodiku MŽP (Kulhavý, Z., a kol.: Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině. Metodická příručka pro žadatele OPŽP. Ministerstvo životního prostředí, Praha 2013).

Zde se omezíme na technický aspekt: **Eliminaci určité pasáže plošného odvodnění nelze standardně řešit jedním bodovým přerušením (překopem) například v dolní části hlavníku.** Trubky detailů a hlavníků nad místem bodového přerušení by nadále zůstávaly predisponovanými cestami proudění vody, tedy cestami s výrazně menším hydraulickým odporem proti okolnímu poréznímu zeminovému prostředí. Bodovým přerušením by se neobnovil rovnoměrný filtrační prostup vody zeminami. Přiměřeně sklonu odvodňovaného terénu by se trubky nad místem přerušení natlakovaly a voda by si mohla nacházet cestu na povrch v podobě výronů neboli, v hantýrce meliorátorů, „bouchaček“. Na jednu stranu lze výron vody z odvodňovacího potrubí vnímat příznivě například jako spontánní obnovu prameniště (s následkem samovolné obnovy navazujícího drobného vodního toku), na druhou stranu však potrubí nad výronem zůstane v zemi v podstatě jako hydraulická porucha, která dál nepřírozně odvodňuje půdní prostředí.

Úplná a spolehlivá eliminace trubního odvodnění je tedy často podstatně náročnější. Může být prováděna poměrně **hustým sledem příčných přerušujících překopů hutněných jílem.** Liniové vykopání trubek je náročné a výkopová rýha může i po zahutnění nevhodně působit jako preferenční cesta pro vodu. Může se však vyskytnout situace, kdy zanechání i dílčích úseků trubek bude působit problémy, třeba odvodňováním mokřadu nebo tůně. I při některých revitalizačních stavbách se již přihodilo, že „zapomenutý“ kus starého odvodňovacího potrubí nevhodně zkřivoval oblouk koryta a připravoval je o vodu. V souvislosti se současným bojem se suchem bude nejspíš této oblasti věnováno více pozornosti a budou ověřovány různé možnosti například vyplňování trubních systémů tuhnoucími směsmi.

Revitalizace části HOZ/HMZ jejich navrácením do stavu přírodě blízkých drobných vodních toků, včetně rehabilitace pramenišť

Trubní hlavník je obvykle potřeba souvisle vykopat a potrubí odstranit. Nové, přírodě blízké koryto se modeluje v údolnicové poloze dle obvyklých revitalizačních zásad. Pokud sám hlavník ležel v údolnicové poloze, nezbyvá než novým korytem „přepsat“ prvotní výkop. Navazující odvodňovací detaily se řeší dále popisovanými způsoby.

Řešení problémů s navazujícími odvodňovacími zařízeními při revitalizacích vodních toků

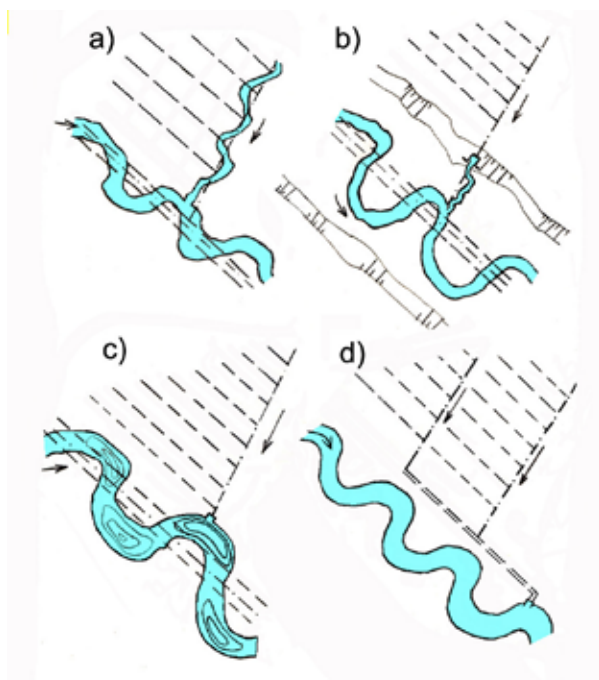
Tu je nutno předeslat, že **posláním revitalizací není ochraňovat nebo dokonce obnovovat jakékoliv odvodňovací zařízení a revitalizaci jejich ochraně bezvýhradně podřizovat**. Naopak eliminace působení odvodňovacích zařízení bude ve většině situací pokládána za žádoucí součást revitalizačních efektů. Není posláním revitalizací například pečovat o funkčnost drenážních výústí, jejichž vodoprávní existence není vodoprávně doložená nebo k nimž se nikdo nehlásí. Revitalizační stavba se však musí korektně vypořádat s odvodňovacím zařízením, které existuje jako vodní dílo a jehož zachování ve funkčním stavu oprávněně z hlediska předpisů a s podporou příslušného vodoprávního úřadu požadují jeho majitelé. (Majitelem odvodňovacího detailu by v současném právním prostředí měl být majitel pozemku, zatímco hlavník by měl být nejspíše v majetku státu, ve správě Státního pozemkového úřadu.)

Pokud k revitalizovanému vodnímu toku směřují odvodňovací zařízení, obvykle trubkové drenáže, které mají být zachovány ve funkci, mohou nastávat nejspíše tyto situace:

- a/ Existence odvodňovacího zařízení jako vodního díla není vodoprávně doložena a nikdo se k němu nehlásí jako majitel. Pokud zařízení není funkční nebo v plochých terénech, kde není pravděpodobný vznik tlakových jevů v potrubí, nebude nejspíš existence vyústění dále řešena.
- b/ Pokud je to možné z hlediska držby pozemků, **otevře se a zrevitalizuje též úsek drenážního hlavníku**, přinejmenším v délce potřebné pro výškové vyrovnání mezi trubním systémem a novým otevřeným korytem. Sice to není předností, ale v zájmu napojitelnosti odvodňovacích detailů lze připustit větší zahloubení revitalizovaného hlavníku, než jaké by odpovídalo přirozenému toku. Toto zahloubení by se ale pokud možno nemělo přenášet do revitalizovaného recipientu (= vyrovnání nivelet se odehraje v délce revitalizovaného hlavníku).
- c/ Pokud mezi odvodňovanými plochami a terénem nivy, v níž probíhá revitalizace, existuje potřebné převýšení, **odvodňovací potrubí lze otevřít v boku nivy**. Voda se pak nechá volně odtékat povrchem nivy, případně se zavede do tůně či mokřadu, vytvářeného v rámci revitalizace. Pokud z nějakého důvodu není vhodné plošné zamokření povrchu nivy, voda se zavede do revitalizovaného koryta vhodně vymodelovaným přírodě blízkým korýtkem.
Vůči zavádění drenážních vod do biotopních tůní se občas vyskytovaly výhrady z obav o vhodnost jejich kvality pro život v tůních, praxe však nenaznačuje, že by tento problém byl podstatný.
- d/ Pokud se neuplatní některé z předcházejících řešení, mohou být v některých místech revitalizovaného koryta **zachována místa dostatečně hluboká pro vyústění drenáží**. To jistě znamená vadu v konceptu podélného profilu revitalizovaného koryta – pak se snažíme o návrat k cílové hloubce v co nejkratší délce trasy. Je však možné **pojednat výústní místa jako tůně v korytě, vyústění drenáží jsou pak zavzduťá**. Může to znamenat určité hydraulické znevýhodnění drenáže, nicméně jde o řešení proveditelné. (Někdy by šlo toto řešení vnímat jako přiblížení ke konceptu regulovaných drenáží.) Možnost výraznějšího zanášení zavzduťáho úseku potrubí sedimentem se zdá být do jisté míry vyvážena tím, že se v něm bude menší měrou srážet rozpuštěné železo z drenážní vody, což je častá příčina znefunkčnění.
- e/ Revitalizační koryto je provedeno vhodně mělké a pro zachycení přítoků z drenáží jsou **souběžně s ním položena svodná potrubí**. Svodná potrubí jsou neperforovaná, aby sama dál

neodvodňovala zeminové prostředí podél vodního toku. Vždy jsou co nejdříve, jak to výškové poměry dovolí, zaústěna do revitalizovaného koryta - aby se šetřilo na samotném potrubí a revitalizovaný tok nebyl ochuzován o drenážní vodu. Toto řešení je umělé, nákladné a pojetí revitalizací dosti vzdálené, tedy by mělo představovat až poslední volbu.

Pokud má nějaké odvodňovací zařízení zůstat funkční, nemělo by se při revitalizačních úpravách terénu dostat mělko pod povrch terénu, do zámrazných hloubek. Takové úseky je lepší rovnou otevřít do pokud možno přírodě blízkého stavu.



Obr. 4.37 Některá možná řešení vztahu mezi revitalizací vodního toku (recipientu) a odvodňovacími zařízeními, která z nějakého důvodu mají zůstat funkční:

- Provede se také revitalizace odvodňovacího hlavníku.
- Pokud to tvarování terénu umožňuje, odvodnění se otevře v boku nivy.
- V místech ústění hlavníků se v revitalizačním korytě zachová větší hloubka. Možné je zavzduté ústění hlavníku do tůně.
- Řešení poslední volby – pro zachycení přítoků z odvodňovacích zařízení se podél revitalizačního koryta klade svodné potrubí. Do koryta se zaústí, jakmile to výškové poměry dovolí.



Obr. 4.38 Eliminace melioračního hlavníku podélným vykopáním. Revitalizace plochého, kdysi zamokřeného území v návaznosti na výstavbu malé vodní nádrže. Akce obce Lazska, okr. Příbram, dotovaná v rámci PRŘS, 2004.

4.8 | Zamokřený říční pás - výškové a vlhkostní členění terénu kolem koryta

Vodohospodářství 19. a 20. století nemělo rádo nejasné přechody mezi vodou a souší. Technické úpravy se snažily jasně vymezovat vodním tokům jejich omezený a kontrolovaný prostor: „Tady bude koryto s vodou, kapacitní a geometricky pravidelné, tady bude sucho a bude se tu moci chodit, jezdit, hospodařit nebo něco stavět“. Průmyslově prováděné úpravy potoků a řek tak průmyslově ničily rozmanité formy vodního prostředí v krajině a poškozovaly schopnost akumulace a retence vody v nivách.

Nedůvěra k přirozeně zvodněným přechodům mezi vodou v korytě a suchými břehy se bohužel dosud promítá nejen do běžné správy vodních toků, ale dokonce i do některých revitalizačních projektů. I když by jim podmínky umožňovaly více, nabízejí poměrně primitivní řešení příčných profilů toku s ostře odstupňovanými základními niveletami - dna koryta, běžné hladiny vody v korytu, terénu, případně navíc bermy, pokud jde o příčný průřez složeného tvaru. Běžné hladiny vody v takto řešeném korytě bývají „bezpečně“ zahloubeny proti okolnímu terénu. Říční pás podél koryta pak tvoří zbytečně vysušené plochy, na jejichž obvykle dosti úživných půdách se rozvíjí přírodovědecky nepříliš cenná vegetace. Není využito příležitosti vytvořit i za běžných průtokových poměrů různě zamokřené přechodové plochy mezi korytem a okolním terénem, mokřady říčního pásu a nivy. Tak se potom ztrácí významná část dosažitelných revitalizačních efektů.

Takový zastaralý přístup nevyužívá významné **schopnosti velmi rychlého rozvoje přírodě blízkých rostlinných a živočišných společenstev na plochách rozmanitého charakteru, které se zamokří nebo mělce zatopí vodou**. Zatímco například obnova lučních nebo hájových společenstev sušších poloh na plochách, které byly po nějakou dobu zemědělsky obhospodařovány nebo modifikovány stavebními zásahy, probíhá po desetiletí až staletí, **přírodě velmi blízké vodní či mokřadní společenstvo se může vyvinout, respektive obnovit během několika málo sezón**. Této unikátní možnosti by mělo být při revitalizacích co nejvíce využíváno.

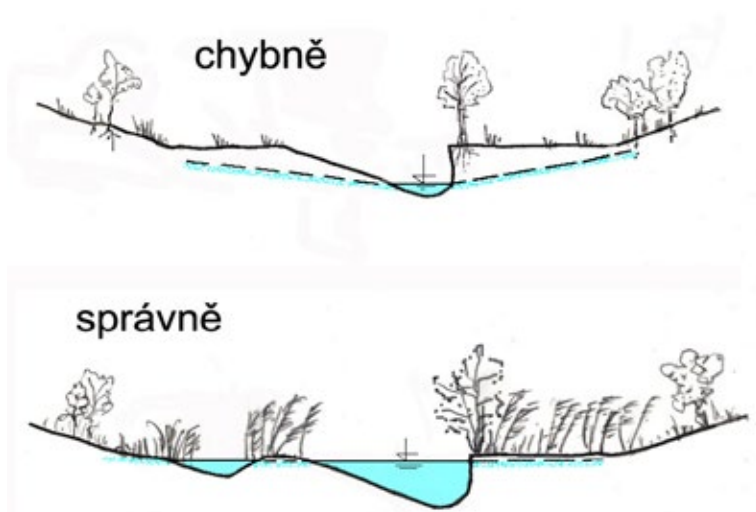
Nakolik to místní podmínky umožňují, **měla by být běžná hladina vody v revitalizačním korytě nastavena nepříliš hluboko proti okolnímu terénu**. Jednak to odpovídá konceptu mělkého, plochého koryta, jednak to podporuje větší rozsah zamokření ploch v říčním pásu. Pokud tomu nebrání nějaké zvláštní omezení, běžná hladina vody v korytě může být v podstatě v úrovni terénu. Mokřad není třeba vždy budovat jako nějaký samostatný stavební objekt - nemělo by se zapomínat, že **základním typem mokřadu v naší krajině je přirozeně zamokřená nivní plocha**.

K obnově přirozeného zamokření niv směřuje revitalizační změlčování dříve technicky upravených koryt vodních toků. **Příliš zahloubené, respektive nedostatečně změlčené koryto, které bude dál zbytečně odvodňovat okolní nivu, představuje jednu z nejhrubších chyb revitalizace**.

Zamokřené plochy lze podél revitalizačního koryta vytvářet také **snižováním úrovně terénu**. Na plochách, které dříve byly z pedologického a botanického hlediska degradovány zemědělským hospodařením, případně výstavbou odvodňovacích zařízení, nemusí takový zásah znamenat neúnosné poškození půdního svršku. Naopak, vhodně může být odstraněna svrchní silně úživná půdní vrstva (zásah pak můžeme označovat ve stavebnictví známým pojmem sejmutí ornice - která pak je využita jinde ke zlepšování blízkých polností a podobným činnostem) a **pro zamokření či mělké zatopení je obnažen spodní, méně úživný substrát**. Zatímco povrch dřívější úživné ornice by zarostl kopřivami a podobnou vegetací, na chudším substrátu může probíhat

pomalejší sukcese, vytvářející druhově členitější porost. Ovšem s odstraňovanou půdní vrstvou se zároveň ztrácí její vodojímavá kapacita a objemné zemní práce jsou nákladné. Snímání vrstev půdy tedy není řešením obecným, vhodným pro větší plochy, nýbrž řešením speciálním, jehož vhodnost musí být v každém konkrétním případě odborně doložena z hlediska přírodovědeckého a hydrologického.

Zde je vhodné předeslat vážné doporučení k dokončovacím pracem, které bude ještě zvýrazněno v pasáži, věnované obnově vegetace při revitalizacích: **Povrchy v korytě a v potočním pásu, vytvořené, resp. obnažené během výstavby, pokud možno nepokrývat humózními zeminami a neosívat travním semenem, nýbrž naopak ponechat přirozené vegetační sukcesi. Tedy odolat používání ve stavebním projektování oblíbené formule „Ohumusovat a osít“.**



Obr. 4.39 Obrázek prostinký, ale zásadní - nastavení běžných poloh hladin vody v korytě:

Nahoře chybně - hladina neodvodněně hluboko zaklesnutá, v korytě je běžně zadržováno poměrně málo vody, okolní niva je zbytečně odvodňována.

Dole - nastavení hladiny vhodně využívá možnosti vyplnit koryto vodou, udržovat bohatou zásobu mělké podzemní vody v nivě a v nivních tůních a podporovat ekologicky žádoucí mokřadní vývoj povrchu nivy.



Obr. 4.40 Hluboké a přímé technicky upravené koryto potoka Brodce u Načeradce před revitalizací.

Ponechání povrchů revitalizační stavby samovolné sukcesi může být ovšem komplikováno tam, kde působí **tlak invazních rostlin**, jako křídlatek, zlatobýlů, bolševníku. Tu lze opět vyzdvihnout příznivý účinek mělkého mokřadního zatopení - takové plochy zmiňované druhy rostlin neobsazují.

V souvislosti s nastavováním poloh hladiny vody v korytě a v okolní nivě je třeba zmínit také **otázku revitalizací nejmenších vodních toků, jaké ani běžně nemusejí mít trvalý průtok**. Pokud tomu nějaké zvláštní okolnosti nebrání, mělo by být takové revitalizační koryto velmi drobné



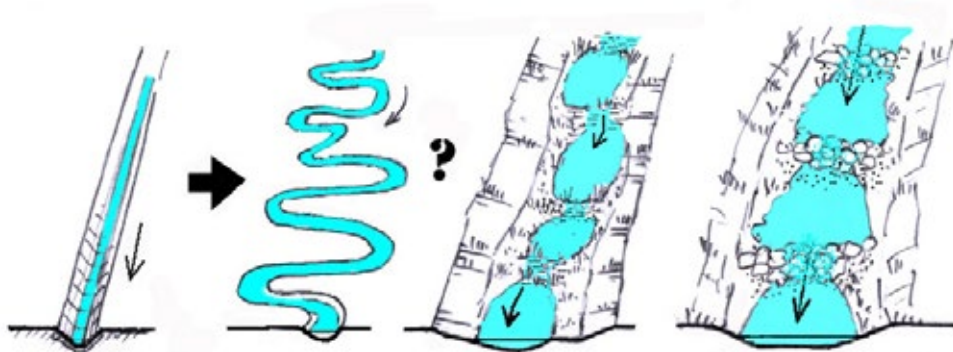
Obr. 4.41 Revitalizace Brodce u Načeradce, provedená kolem roku 2004. Akce obce Načeradce, dotovaná v rámci PRŘS. Tato raná revitalizační stavba měla dobrou snahu vrátit potoku tvarovou členitost, ale byla poznamenána jednak dobovými obavami z nestability koryta, jednak požadavkem nezamokřit navazující nivní louku. Takto bylo vyrobeno koryto silně, v březích nejspíš nadměrně opevněné kamenivem a stále ještě nepřírodně zahloubené.



Obr. 4.42 Pohled na revitalizační koryto Brodce kolem roku 2008. Je hlubkově stabilní a zapojuje se do prostředí nivy. Velké zahloubení koryta však poněkud omezuje dosažené revitalizační efekty.



Obr. 4.43 Revitalizovaný Brodec na jaře roku 2018. Koryto se samovolně dál nezahlubuje a nadějně zarůstá dřevínami, stále však je nadměrně zahloubené. Revitalizace, na niž jsme se učili, není nezdařená, nutno ji však pokládat v některých aspektech za kompromisní - hlavně nedostatečnou tvarovou proměnlivostí a stále ještě velkým zahloubením koryta).



Obr. 4.44 Při revitalizaci drobných, málo vodných potoků není vždy nutné modelovat korytko. Efektivnější může být řešit takový vodní tok jako sled tůňových nebo mokřadních rozlitin. Při malém podélném sklonu na sebe mohou navazovat volně, s rostoucím podélným sklonem je lze stabilizovat příčnými kamenitými pasy. Výhodou sledu rozlitin jsou příznivé revitalizační efekty - velké hladinové plochy a zadržené objemy vody na běžný metr údolnice. Sled rozlitin navíc vytváří širší zamokřený pás území - lze hovořit o potočném pásu mokřadního charakteru.

a mělké. Jedná se o situace, kdy by bylo pošetilé snažit se geometrii koryta nějak počítat - korýtko je hloubeno jako „silně zvlněná“ rýha na hloubku jednoho a šířku jednoho až třech rýčů. V takových případech ale již vzniká otázka, zda je ještě vůbec potřeba vynakládat práci na tvorbu nějakého korýtka. Někdy by stačilo **nechat vodu volně téct po terénu**, ať si sama cestu najde, nebo **pojednat drobný vodní tok jako sled plochých tůňových rozlitin**. Technické pojednání takových rozlitin by záviselo hlavně na podélném sklonu toku. **Při nepatrném podélném sklonu postačuje hloubit sled tůní oddělených jenom úseky rostlého terénu**, po nichž bude voda volně přetékat. S rostoucím podélným sklonem nastupuje potřeba oddělovat jednotlivé tůňové rozlity stabilizačními prvky – opět nejspíše charakteru dnových kamenitých pasů. Sled tůňových rozlitin nabídne oproti pracně vyhloubenému korýtku podstatně větší ty revitalizační efekty, které souvisejí s hladinovou plochou a objemem vody, běžně zadržovaným v délkové jednotce údolnice.



Obr. 4.45 Koncem léta 2019 dokončovaná stavba revitalizace Říčanky pod Lítožnickými rybníky, akce Magistrátu města Prahy, financovaná z prostředků města. Do celkově vhodně mělkého koryta byly již na vodě vkládány dnové kamenité pasy. Tak byly běžné polohy hladiny vody v korytě doladěny téměř do úrovně okolního terénu. Vodohospodářsky a ekologicky příznivému „napumpování“ nivy vodou a zamokření jejího povrchu zde nic nebrání, celá okolní niva je v majetku města a vymezena jako přírodě blízký říční prostor.

4.9 | Některé prvky a konstrukce vhodné a nevhodné pro přírodě blízké vodní stavitelství

Obecně nejsou vhodné prvky a konstrukce, používané dříve v oboru technických úprav vodních toků, které by tok zbytečně a nevhodně vzdalovaly přírodnímu stavu. V počátcích revitalizací se také s odkazem na přírodní povahu používaných materiálů pokusničilo s některými prvky, jejichž původ leží například v oboru hrazení bystřin - aby se u nich skutečná blízkost přírodě a dosta-

tečné revitalizační efekty neprokázaly. Jde hlavně o laťová opevnění, příčné objekty v korytě a o některé další konstrukce ze dřeva.

Jakkoliv kdysi doporučovaná, **nevhodná jsou opevnění koryta laťovými plůtky**. Skutečnost, že latě, tedy obvykle smrková tyčovina, jsou ze dřeva, tedy přírodního materiálu, nijak nevyvažuje nevhodnost obdélníkového průřezu koryta, respektive kynety, postrádajícího ekologicky cenné tvary přirozeně rozvolněných břehů.

Jako slepá ulička vývoje revitalizací v 90. letech minulého století se ukázaly různé typy tehdy doporučených a dokonce normovaných „**stabilizovaných výmolů**“. Prvotně správná úvaha o potřebě tvarového, tedy i hloubkového zrůznění koryta bohužel nevedla přímou cestou k logickému konceptu jednoduchých přírodě blízkých dnových tůní. Byla zdeformována dobovým přehnaným strachem z nestability koryt, případně nejistotou ve vztahu k řešení jednoduchým a ne příliš drahým. Z toho vznikly obskurní „truhlíkové“ prohlubně v korytech, masivně opevňované kamennou rovnaninou nebo srubovinou z kulatin. Hydroekologické efekty zvětšení a tvarového zrůznění říčního prostoru se ukazovaly jako velmi slabé vzhledem k velké pracnosti a nákladnosti stabilizovaných výmolů a jejich malé trvanlivosti. Vydřevené výmoly se podobaly zákopům. Borcení boků a zanášení splaveninami obvykle rychle ukončovaly nevýraznou funkčnost těchto „stabilizovaných výmolů“.

Revitalizace a ekologicky orientovaná správa vodních toků vůbec by se měly v podstatě obejít bez příčných spádových objektů. Ty zbavují vodní tok přirozené sklonitosti a proudnosti a vytvářejí překážky v migraci vodních živočichů. Jde o **jezy, stupně, přehrážky a dnové prahy soustředující spád větší než zhruba 10 centimetrů**. Na nevhodnosti takových objektů nic nemění ani případné provedení z přírodních materiálů. Ostatně, například srubové stupně, konstruované z kulatiny, se často projevují jako problematické i jen z hlediska stavební efektivity - pokud mají být spolehlivě odolné destrukci a funkční, jejich provedení, včetně dostatečného závázání do dna a do břehů, je dost náročné.

Pokud je třeba stabilizovat spádnější úsek vodního toku, lze to při zachování migrační prostupnosti provést **kamennými pasy ve dně, dnovou rampou (sled pasů) nebo nějakou formou kamenitého či balvanitého skluzu**. Revitalizace koryta ve volné krajině by z této řady měla využívat **pohozy a záhozy**. Jenom místně, v odůvodněných případech, **rovnaniny**.

Blížkost přírodě samozřejmě nemůže být absolutním dogmatem, je třeba zvažovat také stavební a provozní efektivity a v určitých situacích je třeba vzít zvděk dílčími zlepšeními. Například u tradičních typů opevnění povrchů koryt roste blízkost přírodě v této řadě: hladký beton nebo dlažba na maltu → dlažba na sucho → hladká rovnanina → hrubá rovnanina → pohozy nebo záhozy stejnozrnny → pohozy nebo záhozy různozrnny. **Dílčí revitalizační efekty lze nacházet v alespoň částečném posunu po této řadě**, byť v počátcích popsání řady jsou skromné a souvisejí hlavně s potenciálem změn, resp. rozpadu příslušného opevnění.

Běžné typy opevnění technicky upravených koryt, používané ve druhé polovině 20. století, lze z této řady funkčně srovnávat s hladkým betonem (= opevnění plnými betonovými deskami, žlabovky v kynetě), a různými typy dlažeb (klasovky, žlabovky a různé jiné betonové tvarovky, polovegetační tvárnice). **Odstranění těchto typů opevnění (když již nedojde například k rozvolnění trasy a změnám příčných průřezů) je dnes v zásadě pokládáno za minimum pro to, aby se dalo hovořit o revitalizaci vodního toku.** (Tím nemá být řečeno, že by samotné odstranění těchto typů opevnění bylo nevýznamným přínosem ke zlepšení stavu vodního toku.)

Jak je uváděno i na jiných místech této publikace, existují i pádné **technické důvody, proč dávat tvárným přírodě blízkým konstrukčním prvkům přednost před prvky přírodě vzdálenými, které jsou obvykle tuhé** (typicky kamenný pohoz nebo zához versus dlažba nebo zdivo). Tvárné jsou především konstrukce, vycházející z kamenných pohozů, záhozů, případně hrubých rovnání. **Jsou schopny spolupracovat s okolním rovněž tvárným zeminovým prostředím.** Jejich případné tvarové změny představují do značné míry přizpůsobení prostředí a jeho vývoji a nemusí zdaleka působit ztrátu funkčnosti. V tom je podstatný rozdíl proti konstrukcím tuhým, jakých ve velkém rozsahu používaly dřívější technické úpravy vodních toků. V případě tuhé konstrukce spádového objektu nebo opevnění koryta znamená tvarová změna vlastní konstrukce nebo porušení její soudržnosti s okolními zeminami obvykle poruchu.

Gabiony (drátokoše) vyplněné kamenivem nejsou příliš blízké přírodě a řada vodohospodářů nechová důvěru ani k jejich technické trvanlivosti. Jsou s nimi dobré i špatné zkušenosti, lze však vyjádřit názor, že některé nepříznivé zkušenosti mohly vycházet z nekvalitní nebo pro dané podmínky nevhodné aplikace. Při revitalizacích, zvláště ve volné krajině, rozhodně nelze gabiony doporučovat například jako souvislou podélnou stabilizaci břehů koryta. Při některých místních aplikacích, úsekově pak u některých typů intravilánových revitalizací, by se však mohly uplatnit jejich přednosti, kterými jsou dobrá proveditelnost, (možná dočasně) velká odolnost, jistá míra tvárnosti a přizpůsobivosti, průhlednost a poměrně velký aktivní povrch.



Obr. 4.46 Opevnění koryta laťovými plůtky není přírodě blízké, jakkoliv je provedeno z přírodního materiálu. Obdélníkový průřez takto upraveného koryta bez mělčín a přirozené návaznosti na břehy v podstatě nemá dnes v přírodě blízkém vodním stavitelství co pohledávat.



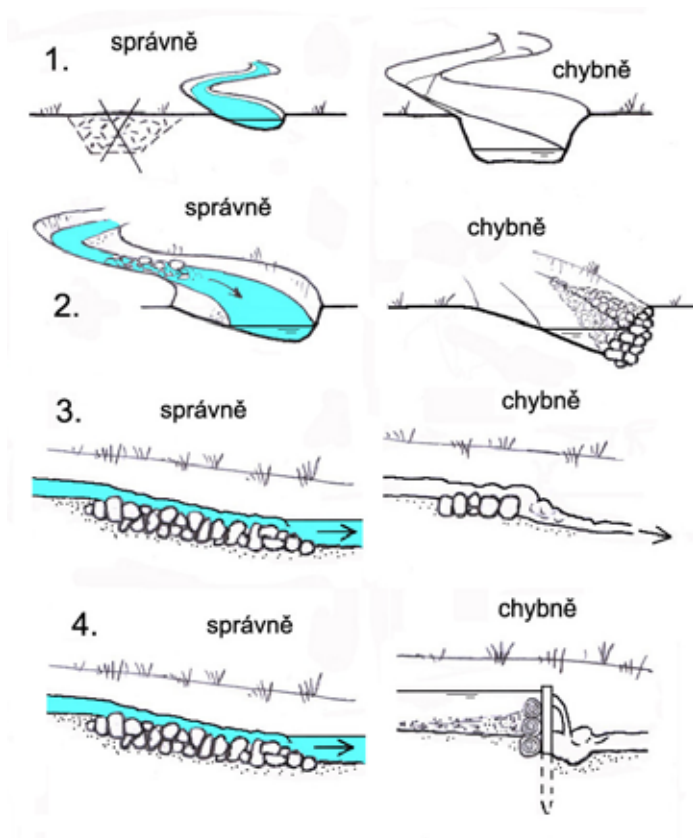
Obr. 4.47 Stupně, omezující přirozenou proudnost koryta a vytvářející migrační překážky, jsou ve vodních tocích obecně nežádoucí. Navíc postavit stupeň z technického hlediska kvalitní, který nedopadne jako tento na obrázku, je dost pracné a nákladné. Pro revitalizace a přírodě blízké vodní stavitelství - zákaz stupňů.

4.10 | Správné a chybné postupy v revitalizacích

Revitalizační stavbu lze pokazit hlavně těmito způsoby:

- koryto je příliš hluboké, resp. běžná hladina vody v korytě je zbytečně zaklesnutá proti okolnímu terénu
- koryto je zbytečně úzké
- koryto je nadměrně kapacitní
- koryto není dostatečně zvlněné
- zbytečně a nevhodně jsou opevněny nárazové břehy zvlněného koryta
- šetřilo se kamenivem na stabilizačních pasech ve dně koryta, ty pak jsou omezeně funkční
- v korytě chybí říční dřeva
- byly použity stabilizační objekty, omezující migrační prostupnost.

Některé správné a chybné způsoby řešení dále schematicky znázorňují obrázky.



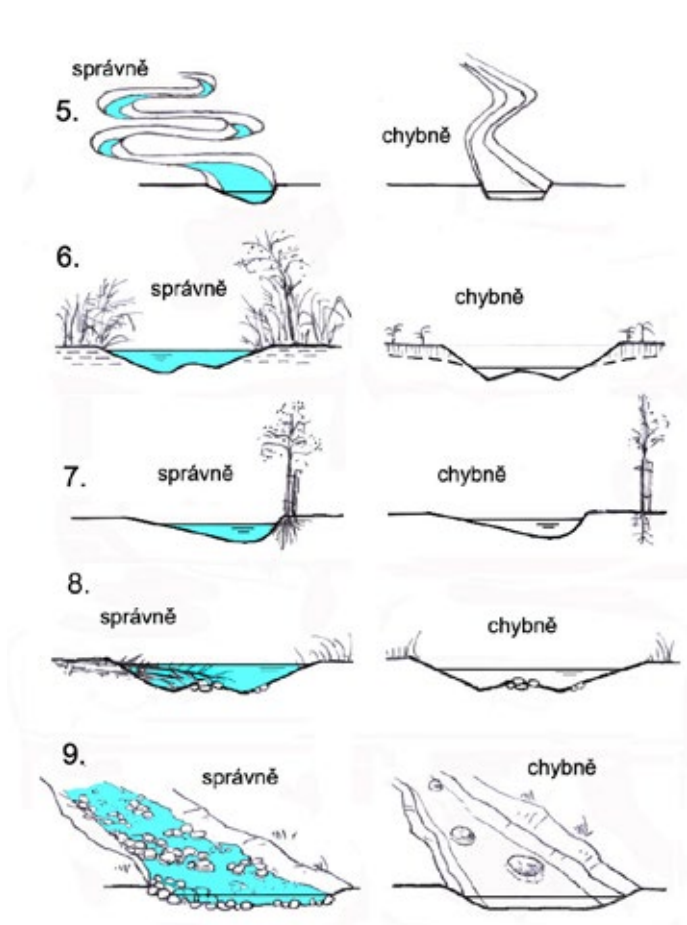
Obr. 4.48 Správná (vpravo) a chybná (vlevo) řešení revitalizace vodního toku v různých situacích:

1. Správně je navrženo koryto přirozeně málo kapacitní, mělké a ploché. Nesprávný je návrh koryta nepřirozeně kapacitního a hlubokého. (To je mimochodem nejčastější pochybení při navrhování revitalizací!)

2. Kamenivo, určené ke stabilizaci a členění koryta, je správně uloženo jako dnový pas nejlépe v místě přechodu oblouků. Nesprávné je opevnit tímto kamenivem nárazové břehy v obloucích (pokud nic nebrání tomu, aby se koryto stranově vyvíjelo).

3. Stabilizační dnový pas je správně založen, pokud je mírně sklonitý (bezproblémová migrační prostupnost pro vodní živočichy), je postaven z dostatečného množství kameniva, umožňujícího i zavázání do stran, a je dost dlouhý na to, aby jeho dolní okraj spolehlivě zasahoval pod uklidněnou dolní vodu. Nesprávně postavený pas je krátký, ošizený na kamenivu, strmý, voda přepadá přes jeho dolní okraj. Takový pas se podobá špatně postavenému stupni – vytváří přepad vody a může podporovat vymílání dna koryta.

4. Při revitalizacích se koryto stabilizuje hlavně dnovými kamenitými pasy, které podporují přirozenou proudnost a migrační prostupnost. Stupně se obecně pokládají za nevhodné, neboť vodní tok připravují o přirozenou spádnost a proudnost, vytvářejí migrační překážky a v místě přepadu vody mohou vyvolávat vymílání dna.



Obr. 4.49 5. Pokud jsou podmínky pro to, aby v daném místě bylo navrhováno přírodě blízké koryto zvlněné, pak bývá dobře, zvlnit je dostatečně. Nadměrné zvlnění je obvykle na straně stabilní bezpečnosti. Chybou je nedostatečné zvlnění, které jednak ochuzuje revitalizaci v jejich rozměrových přínosech (délka trasy,), jednak může podporovat hloubkovou destabilizaci koryta.

6. Pokud tomu nebrání například požadavky obhospodařovatelnosti navazujících ploch, je správně navrhnout koryto tak, aby v něm byla za běžných průtokových poměrů hladina vody jen mírně zaklesnutá proti okolnímu terénu. To podporuje zadržování vody v nivním prostoru a rozvoj ekologicky cenných zamokřených ploch kolem koryta. V takové situaci je chybou, pokud je běžná hladina vody v korytě proti okolnímu terénu výrazněji zaklesnutá

7. Pokud mají být v rámci revitalizace výsadbami obnovovány přírodě blízké břehové porosty, je správné umístit významnou část sazenic do těsné blízkosti běžných hladinových čar. Hydromorfologicky a ekologicky málo přínosná je tak zvaná „vodohospodářsky bezpečná“ výsadba, která je umístěna dále od břehu a (pokud se k ní koryto v dohledné době nepřesune) nemůže vytvářet nejcennější části porostu, využívající přímo prostoru hladinových čar.

8. Revitalizační koryto je správné vybavit členitými strukturami říčního dřeva. Pokud se tak bez vážných důvodů nestane, jde o pochybení – říční dřevo je nenahraditelné ve vytváření tvarové a hydraulické členitosti vodního toku nabídek stanovišť a úkrytů pro živočichy.

9. Zejména fungování vodních toků divočících nebo s přímým korytem je založeno na dostatku kamenitého materiálu. Pokud má být při revitalizaci vytvářena napodobenina takového koryta, je správné nešetřit kamenivem rozmanitých velikostí a vytvářet z nich členité struktury dna a břehů. Chybou je na kamenivu šetřit (nebo dokonce je využít k opevnění břehů, zatímco dno zůstane holé), v krajním případě omezit vystrojení koryta kamenivem na několik „ptačích kamenů“.

4.11 | Revitalizace částečné, iniciační

Potíže s pozemky, administrativní náročnost a nákladnost nutně vedou k provádění různých kompromisních, částečných revitalizací, které ve větší míře využívají zjednodušené trasy a průřezů dřívější technické úpravy koryta. Také o takové revitalizace je třeba usilovat. Pokud bychom lpěli jenom na revitalizacích plnohodnotných, hydromorfologicky dokonalých, moc příležitostí bychom v naší kulturní krajině, přetékáající různými omezeními, nedostali.

Nejde však o návrat ke „zkrášlování melioračních kanálů“ z devadesátých let 20. století. (Období rozpačitých a ve výsledku neefektivních pokusů zejména v režii tehdejší Státní meliorační správy, jak zvětšit členitost upravených koryt vkládáním rozmanitých „stupínků“, aniž by se ublížilo podstatě technické úpravy.) Po zkušenostech z tohoto období je zřejmé, že alespoň částečné narušení technické úpravy je nezbytné pro dosažení efektů, nutných pro to, aby se vůbec dalo hovořit o jakési revitalizaci.

„Revitalizační minimum“ obvykle představuje odstranění tuhého a hladkého technického opevnění a jeho nahrazení přírodě bližšími strukturami, nejčastěji kamennými záhozy a pohozy.

Částečná revitalizace může spočívat například v nahrazení polovegetačních tvárníc kamennými záhozy a pohozy, strukturovanými do členitějších forem sledu pasů nebo výhonů. V administrativně nejúspornější podobě lze takovou revitalizaci provést vlastně jako opravu technické úpravy – základní geometrie koryta nebude měněna, jenom v rámci stávajících pozemků koryta se provede jeho mírné rozvolnění, v zájmu zachování průtočné kapacity kompenzující vliv zdrsnění. Takový zásah by se měl obejít bez ovlivnění zájmů majitelů sousedních pozemků, tedy z věcného hlediska je nadbytečné, aby byl povolován v rámci vodoprávního řízení. Jistěže revitalizační efekty budou v takovém případě jenom částečné. Poněkud se zvětší ekologický potenciál koryta, méně významné budou vodohospodářské efekty – podpora povodňových rozlivů a mírnější odvodňování navazující nivy.

Dílčí revitalizační zásahy mohou startovat další samovolný vývoje koryta - **redynamizaci** vodního toku. Může jít třeba o dílčí rozvolnění dosavadního technického opevnění nebo instalaci prvků, které zrůzní proudění vody v korytě a vhodně podpoří jeho vymílací činnost. Takové zásahy, zlepšující morfologický stav vodního toku, ani nemusí být striktně označovány jako revitalizace. Lze hovořit o **dílčích opatřeních ke zlepšení ekologického stavu vodního toku, případně na podporu samovolné renaturace vodního toku.**

Mezi částečné patří i revitalizace, v dílčích úsecích přerušené pro nevstřícnost majitelů některých pozemků. V některých případech je lepší kus revitalizace vynechat nebo provést nějakým kompromisním způsobem, než utopit celou akci v bezvýsledných jednáních. Samozřejmě taková vynechávka revitalizační projekt komplikuje, neboť je třeba řešit výškové poměry a stabilitu přechodů mezi revitalizací a vynechanými úseky a jejich vlivy na proudění vody v korytě.

Ze své podstaty dost kompromisní bývají intravilánové revitalizace. Tam může být vítané zlepšení stavu toku spatřováno například v tom, že aspoň mezi břehovými zdmi, které musejí být zachovány nebo dokonce rekonstruovány, bude místo dřívějšího hladkého dláždění vytvořeno přírodě blízké, kamenité dno.



Obr. 4.50 Lhotecký potok na Příbramsku v roce 2000, před pokusnou revitalizací. Typický „meliorační licho-
běžník“ s opevněním betonovými prvky.



Obr. 4.51 Po roce 2000 provedla tehdejší Státní meliorační správa pokusnou částečnou revitalizaci Lhoteckého potoka. (Akce hrazená z provozních prostředků SMS.) Nejprve bylo odstraněno opevnění betonovými prvky.



Obr. 4.52 Nebyla měněna trasa koryta Lhoteckého potoka, odstraněné opevnění bylo nahrazeno sledem poměrně vysokých sedel (dnových pasů) z netříděného lomového kameniva.



Obr. 4.53 Po zhruba 15 letech od pokusné revitalizace se tvary koryta Lhoteckého potoka výrazně nezměnily. Vložené pasy poněkud sesedly, ale jsou funkční. Šlo o částečnou revitalizaci bez nároků na cizí pozemky. Měla jenom dílčí efekty, z hlediska morfologického a ekologického stavu drobného vodního toku však byla určitým přínosem.



Obr. 4.54 Jedna z průkopnických revitalizací v Čechách – Mlýnský potok na Šumavě, 1999. Akce Státní meliorační správy, dotovaná v rámci PRŘS. S majiteli okolních pastvin se tehdy nepodařilo vyjednat rozvolnění koryta do stran. Revitalizace se tedy odehrávala jenom ve stávající stopě upraveného vodního toku. Z typického „melioračního lichoběžníku“ byly odstraněny betonové desky a nahrazeny lomovým kamenivem, uspořádaným do sledu dnových pasů a tůněk. V době realizace bylo toto provedení vnímáno jako odvážné, vzhledem k velkým rychlostem proudění vody za větších průtoků.



Obr. 4.55 Pohled na revitalizovaný Mlýnský potok na jaře 2018. Koryto prodělalo překvapivě malé změny, nedošlo ke stabilitní havárii, jaká zde byla druhdy předpovídána, ba ani k výraznějšímu rozvolnění. Díky přirozeně členitému dnu potok zdatně plní ekologické funkce, a to i přes trvajícím znevýhodnění zjednodušenou trasou a příčným průřezem. Nutno ovšem dodat, že podklad koryta Mlýnského potoka tvoří odolné hrubší horninové zvětraliny. Na písku nebo hlínách by takováto kompromisní revitalizace nemusela dopadnout tak dobře.

4.12 | Lidé a „kulturní prvky“ v prostoru revitalizace

Za kulturní zde označujeme různé prvky, související s aktivitami lidí v říčním prostoru. Může jít o **komunikace, přístupové a pobytové úpravy prostoru, objekty podporující různé typy zájmových aktivit nebo artefakty**, kterými se člověk v prostoru podepisuje a snaží se jej činit v jeho pohledu zajímavějším.

Potřebám návštěvníků či obyvatel bývají silně podřízeny revitalizace intravilánové. Od těch se očekává v první řadě podpora potřebné protipovodňové ochrany zástavby. O další pořadí významnosti se dělí cíle zpřírodnění říčního prostoru a jeho zatraktivnění pro lidi. To představuje jisté nároky, ale současně dává příležitosti k osvětovému působení na lidi. Říční prostor v zastavěném území bývá často revitalizován do podoby tzv. **říčního či povodňového parku**.

Prioritou revitalizací ve volné krajině by měla být obnova přírodě blízkého stavu a přirozených funkcí říčního prostoru. S kulturními prvky je tam tedy vhodné zacházet velmi střídlivě, s ohledem jak na ochranu přírodních funkcí říčního prostoru, tak na náročnost udržování kulturních prvků.

Revitalizované území by mělo být uvážlivě a s respektem k místnímu potenciálu přírodní obnovy **tvarově a funkčně členěno na části otevřené lidem a na části spíše chráněné pro přírodu**. Omezení přístupu lidí řeší především tvářnost území a vhodný koncept odstupňované přirozené dostupnosti a prostupnosti. Ploty, brány nebo zákazové cedule by měly být až na posledním místě. Poměrně nerušené přírodní území může vzniknout třeba tehdy, vytvoří-li se postranní rameno vodního toku a na prostor mezi rameny se aplikuje užitečná a z hlediska nákladů úsporná zásada: „**Ne na každý ostrov musí vést lávka**“.

Klidové přírodní území může být před návštěvníky chráněno také vhodně vytvořeným mokřadním pásem nebo porostními formacemi, které se vyvinou do nepříliš prostupného stavu. **Ani v sídlech nemusí být každý kousek říčního území vždy nakrátko posečený.....**a řada ploch se nemusí sekat vůbec. Jen úsporně sečená a pokud možno také zamokřená louka je nejen dobrým prvkem říční krajiny, ale také účinným, a při tom nenásilným prvkem usměrňování návštěvnosti.

Lidé chtějí revitalizaci vidět...a v řadě ohledů je dobře, když ji vidí. Pokud voda teče, je také příjemné revitalizaci slyšet. Lidem by měla být nabídnuta **dobrá pohledová místa i místa, kde lze přímo sestoupit k vodě** nebo přímo do vody. Návštěvníci mohou ocenit sedáky, stupáky, schodiště, stezky, pítka, lávky, lavičky, altánky, fit-koutky, poučné instalace, umělecké artefakty, odpadkové koše a podobné kulturní prvky. Přitom ale není ani potřebné ani vhodné zavádět nebo pouštět lidi úplně všude.

Všichni pak musejí brát v úvahu, že **vybudované kulturní prvky bude třeba udržovat**. Zatímco vývoj přírodních prvků revitalizační stavby, alespoň těch zdařile provedených a umístěných, mívá charakter zapojování do přírodního prostředí, obvykle s klesajícími nároky na údržbu, **další vývoj kulturních prvků bude bez patřičné údržby znamenat chátrání a rozpad**.

Minimální hladina údržby musí zajišťovat bezpečnost, respektive neškodnost vybudovaných objektů. **Další je hladina zajišťující funkčnost. Třetí hladina se týká přijatelného vzhledu objektů**. Pokud by vytvoření kulturních prvků revitalizační stavby bylo podpořeno dotací, pak jejich neškodnost, funkčnost i přijatelný vzhled bude nutné zajišťovat po celou tzv. dobu **udržitelnosti dotovaného projektu**. V bilanci potřeb nutno počítat také s odstraňováním nebo nahrazováním prvků, kterým vyprší životnost.

Vlastní revitalizaci vodního toku, pokud je prováděna bez výraznějších omezení ve volné krajině, je správné navrhovat tak, aby náročnost její údržby ode dne kolaudace pokud možno rychle klesala na úroveň nepřesahující náročnost údržby běžného přírodního vodního toku. Lze uvažovat o revitalizaci prakticky bezúdržbové. **Nároky na údržbu kulturních prvků budou s jejich stárnutím spíš narůstat. Budovatel revitalizace by je proto měl zřizovat jenom uvážlivě, v rozsahu, pro jaký dokáže následně zajistit potřebnou údržbu**.

Uvážlivost je potřebná mimo jiné vzhledem k **právní odpovědnosti za bezpečnost lidí**, kterou na sebe bere každý, kdo by jim chce zpříjemňovat život zřizováním cest, stezek, lávek, chodníků, vyhlídkových plošin a věží a jiných zařízení. Dnešní právní praxe jako by poněkud posouvala zařité rozumné poměry svéprávnosti a odpovědnosti. Když někdo ve snaze sloužit veřejnosti zřídí nějakou cestu nebo stezku, může pro něj mít nepříjemnou právní dohru, když na oné komunikaci někdo uklouzne nebo na něj spadne větev ze stromu. Altruista pak zjistí, že z hlediska stromů právně zcela bezpečná je pouze taková stezka, podél níž do vzdálenosti raději dvou výšek koruny (jeden padající strom může svalit strom druhý!) jsou všechny stromy ne vysloveně zakrslého

růstu spolehlivě vymýceny. V případě revitalizací vodních toků lze aspoň konstatovat, že nakolik dnešní právní prostředí čím dál víc odrazuje od páchání dobrých skutků v podobě zřizování kulturních prvků, může to aspoň být ku prospěchu přírodní autentičnosti.



Obr. 4.56 Revitalizační rameno Mohanu v Bavorské lokalitě Unterbrunn, asi 2010. V prostoru za ním byla vhodně plánovanou těžbou štěrku vytvořena rozsáhlá laguna, doplněná mokřady, která byla následně přenechána přírodnímu vývoji. Přístup lidí do tohoto prostoru není podporován, a jelikož jde vlastně o ostrov mezi starým a novým ramenem řeky, bez loďky, brodění nebo plavání ani není možný.



Obr. 4.57 Aby návštěvníci Unterbrunnu o tolik nepřišli, byl poblíž silnice navršen kopeček s vyhlídkovou plošinou, z níž lze chráněnou lokalitu přehlédnout. Výstupová pěšina byla stabilizována fossilizovanými kmeny, nalezenými při těžbě štěrku (po patričním dendrochronologickém prozkoumání).



Obr. 4.58 Silnou stránkou intravilánové revitalizace řeky Vils v bavorském Vilsecku (návštva v roce 2016) je návštěvnícká vybavenost. V pozadí odpočinkový domeček na plošině, přečnivající nad vodní hladinu. Nutno však pamatovat, že bez soustavné následné údržby se kulturní prvky revitalizačních staveb rychle rozpadají a mohou se stávat nevhlednými i nebezpečnými.

Dílní poznámky k některým typům kulturních prvků:

Cyklostezky

Cyklostezka vedená těsně podél břehu technicky upraveného vodního toku může nevhodně zablokovat snahy o revitalizaci. Pro cyklostezky by se neměly v nivním území zřizovat násypy. Nevhodné omezení rozlivu není dobrou cenou za průjezdnost cyklostezky i za povodní.

Některé nedávné případy naznačují, že výstavbou cyklostezky vzniká problém, co s kolem rostoucími stromy. Provozovateli stezky nebo majiteli stromů vzniká riziko právního postihu v případě, že by existence stromů způsobila nějakou újmu osobám, které byly zavedeny do jejich blízkosti právě onou stezkou. Pády větví s právními následky se již odehrály, snadno se však lze dočkat i toho, že bude vina na straně majitele stromů hledána v případě, že do nich někdo vrazí. Z pohledu cílů revitalizace říčního prostoru by spíš měla být dáována přednost stromům. To je okolnost, vyznívající v neprospěch budování pořičních cyklostezek.....nebo aspoň ve prospěch jejich „stromoneškodného“ trasování.

Výstavba stezek obvykle působí degradaci a ruderalizaci vegetace okolního území. Problematické jsou cyklostezky i z pohledu některých, často velmi vzácných druhů živočichů. Mnoho živočichů je usmrceno, když se vyhřívají na teplém asfaltu stezky. Vzácná není situace, kdy cyklostezka přetne trasy přirozených pohybů živočichů mezi vodním tokem a navazujícími loukami a mokřady nebo skalními svahy. Například na cyklostezkách postavených v okolí vodních toků v místech s výskytem užovek podplamatých dochází k významné mortalitě těchto živočichů pod koly projíždějících cyklistů, pro které není ani relativně pomalu plazící se had důvodem ke zpomalení či úhybnému manévru.



Obr. 4.59 Cyklostezka na levém břehu Labe mezi Brandýsem a Kostelcem nad Labem, 2011. Necht' každý dle vlastního vkusu posoudí estetiku beton-pečníkové odpočinkové budky a přitažlivost asfaltové linie pro výletníky, ať už na kole, nebo pěší. Zřejmě však je, že přísazením stezky těsně ke břehu kanalizovaného říčního koryta je znemožněno nebo přinejmenším významně oddáleno jeho případné revitalizační rozvolnění.

Stupákové přechody vodních toků

Sled balvanů s plochými hlavami, po němž mohou lidé přejít či přeskákat z jednoho břehu vodního toku na druhý, je často doporučovaným, veřejnosti prospěšným prvkem. Vyvarování se stupáků šikmých, vratkých nebo příliš vzdálených je samozřejmostí. Ale i tak může být přechod problematický. Povrch kamenů nebývá trvale suchý, pak je porostlý řasami a kluzký.

Odpadkové koše

Musejí být pravidelně vyváženy a musí se počítat s úklidem i v jejich okolí.

Záchody, pikniková a grilovací místa, altány, pítka, pochozí, pobytová a koupací mola vyžadují soustavný úklid a údržbu.

Hmyzí hotely

Hmyzí hotel je zejména v dnešním německém prostoru nezbytným doplňkem jakékoliv exteriérové instalace a průkazem ekologicky pozitivního smýšlení zřizovatele. Přináší silný pocit prospěšnosti lidem, kteří jej zřizují. Dokud hotelu neuhnijí stojiny a na někoho nepadne, ničemu neuškodí. Přijímání ze strany hmyzu není vždy zcela přesvědčivé.

Informační tabule

Obsáhlejší texty sotva kdo čte. K vděčným uživatelům bohužel patří čmáralové, rozřezávači, případně podpalovači. Rozbitá nebo jinak znectěná tabule dělá svému zřizovateli horší reklamu, než žádná tabule.

Vyklenuté mostky dálněvýchodního typu

Jsou vzhledově působivé, ale za sněhu či námrazy se mohou jejich sklonité části stávat poněkud neschůdnými.



Obr. 4.60 Intravilánová úprava říčky Sulzach v bavorském Beilngries, cca 2009. Stupákové přechody jsou rámcově pokládány za přínosné prvky hlavně intravilánových revitalizačních staveb. Ovšem pravděpodobnost, že aspoň jeden stupák bude vlhký a kluzký nebo se bude viklat, není malá. Pád a zranění návštěvníka může pro zřizovatele přechodu znamenat velmi nepříjemnou právní záležitost.



Obr. 4.61 Česká potamologická výprava na molu nad revitalizační zátokou řeky Hasslach v bavorském Kronachu, 2007. Příjemné místo pro pořádání hudebních produkcí a jiných společenských akcí.



Obr. 4.62 Přetahovací prám na vodním hřišti v bavorském Ambergu, 2005. Problém způsobí nešika, který si lanem přiskřípne prsty.....

4.13 | Návrh a provádění revitalizačních staveb s ohledem na jejich další vývoj a následnou údržbu

Revitalizační stavba představuje ke dni kolaudace polotovár, na němž dále budou pracovat jednak přírodní vlivy, jednak správce díla prováděním údržby a případných korekčních opatření. Žádoucí je vývoj, který bude za co nejmenších nároků na údržbu a korekce dále zlepšovat morfologický a ekologický stav revitalizovaného toku a říčního pásu, jejich zapojení do přírodního prostředí a obnovu přirozeného oživení. Následná údržba se obvykle nejvíce týká hloubkové stability koryta a ozelenění.

Čím lépe se revitalizační stavba navrhne a provede, tím menší budou nároky na následnou údržbu.

V zájmu minimalizace následné údržby lze shrnout hlavní doporučení k návrhu a provedení revitalizace:

- Obnovovat přírodě blízký říční pás je lepší než jenom revitalizovat vlastní koryto.
- Návrh revitalizace v souladu s odpovídajícím hydromorfologickým typem vytváří podmínky pro následující uspokojivý vývoj koryta, zejména pro jeho odolnost proti nežádoucímu zahlubování
- Rizika následného vývoje koryta a potřebnost oprav a korekcí omezuje návrh koryta na straně hydromorfologické bezpečnosti - zejména malá průtočná kapacita, mělkost a plochost koryta a výrazné zvlnění jeho trasy. Tyto aspekty je obvykle vhodné posílit i proti tvarům koryta, které mají být pokládány za hydromorfologicky autentické.

- Přebytek kameniva v revitalizačním korytě bývá lepší než jeho nedostatek. Kamenivem zásobené má být hlavně dno koryta.
- Zeminové povrchy, vytvořené nebo obnažené při revitalizační stavbě, běžně není vhodné humusovat a osívat tráváním semenem. Je lepší přenechat je přirozené vegetační sukcesi. Zakládání trávníků, které by bylo potom potřeba udržovat, bývá užitečné minimalizovat.
- Obvyklá revitalizace, zejména ve volné krajině, by se měla obejít bez sekání trávy na březích koryta. Výjimkou mohou být zvláštní revitalizační projekty, spojené s obnovou specifických biotopů.
- Je zbytečné příliš úzkostným prováděním dokončovacích prací stírat členitost staveništních povrchů, která by následně mohla být výhodou revitalizace. Třeba dráhy vyježděné kolovou i pásovou technikou, byť nevojáky vnímané jako nevzhledné, mohou následně dobře zadržovat vodu a podporovat příznivé místní zamokření.
- V rámci přípravy revitalizace je třeba posoudit, zda v prostoru stavby nehrozí šíření invazních rostlin. Pokud ano, je třeba mu čelit již opatřeními v rámci stavby. Metodou může být třeba preventivní ozelenění obnažených povrchů vrbovými pokryvy (nejjednodušší provedení – zeminový povrch se pokryje změtí živých vrbových větví, ty se pak částečně přesypou zeminou).
- Výsadby dřevin je vhodné provádět jen v rozsahu, účelném pro doplnění co nejlépe využitě přirozené vegetační obnovy. Velký důraz nutno klást na kvalitu návrhu a provádění ozeleňovacích prací.
- Výsadby vodních a mokřadních bylin, s výjimkou speciálních projektů, zaměřených na biodiverzitu, není účelné navrhovat. Většinou se příroda sama dobře postará.

4.14 | Příprava a pojetí revitalizace s ohledem na zajištění a kontrolu podmínek udržitelnosti dotačního projektu

Výstavba revitalizace je většinou dotována. Plnění účelů, pro něž byla podpora poskytnuta, musí být zajištěno po jistou dobu od dokončení dotované výstavby. Například pro stavby podporované v rámci současného operačního programu Životní prostředí je stanovena udržitelnost 10 let.

Revitalizační stavba se po dokončení vyvíjí – koryto prodělává hydromorfologický vývoj, rozvíjejí se vysazené porosty dřevin, zarůstají zeminové povrchy. Takový vývoj je přirozený a dokonce patří mezi významné cíle opatření. Může ale poněkud komplikovat právě kontrolu udržitelnosti projektu, neboť ta již nemůže být založena na pasivním porovnávání aktuálního stavu stavby s projektovou dokumentací, jak by tomu bylo například u stavby domu nebo silnice, kde změny znamenají v podstatě nežádoucí odchýlení od zadání a poruchu objektu.

To, zda revitalizace i po čase plní svoje účely, se věcně posuzuje hlavně podle toho, zda nadále plní svoje vodohospodářské a ekologické funkce, případně zda se tyto funkce následným vývojem posilují. Nutno ale počítat s tím, že **administrativní kontrola udržitelnosti dotačního projektu primárně posuzuje, zda stav díla odpovídá projektu a další schválené dokumentaci**, na jejímž základě byla poskytnuta dotace. Z toho plyne velmi důležitá věc, které zatím v běžné praxi projektování vodohospodářských staveb není příliš zohledňována: **Pokud se má revitalizovaný vodní tok po stavebním dokončení dále vyvíjet a tato skutečnost nemá působit problémy z hlediska následného hodnocení udržitelnosti projektu, je třeba, aby přinejmenším okrajové podmínky vývoje byly popsány v projektové dokumentaci a zachyceny dokumenty příslušného správního projednání stavby.**

Kritéria funkčnosti, kontrolní parametry a meze vývoje revitalizační stavby by měl zahrnovat kvalitně provedený projekt. Pokud na základě takového projektu byla poskytnuta dotační podpora (a takový projekt byl řádně projednán i vodoprávně a stavba podle něj zkolaudována), jsou vytvořeny podmínky pro to, aby vývoj stavby mohl být pozitivně hodnocen při následném posuzování udržitelnosti.

Z praktického hlediska lze pro zpracování projektu v těchto ohledech doporučit:

- Při návrhu koryta, jež se má dále vyvíjet, tuto skutečnost výslovně uvést.
- V projektu vizionářsky (a bezpečně z hlediska zajištění udržitelnosti) **pojedenat možnosti, podmínky a meze dalšího vývoje**, aby funkčně žádoucí vývoj směrem k lepšímu morfologickému stavu nemohl být pokládán za nepříznivý z hlediska dogmaticky vykládaných podmínek udržitelnosti.
- Popsat další kritéria pro kontrolu správnosti vývoje koryta, zejména **parametry přípustného celkového zahlubování koryta**, stanovit způsoby kontroly a opatření, která má správce stavby provádět v případě vybočení ze stanovených mezí (například doplnění kameniva ve dně koryta v přechodech mezi oblouky).
- Detailní členění trasy a provádění příčných řezů nerozkreslovat detailně v celém rozsahu stavby, nýbrž navrhovat prostřednictvím **vzorových situačních úseků a vzorových příčných řezů**. V těch pak nechávat **přiměřenou volnost** jednak pro nevyhnutelné nuance provádění stavby, jednak pro další vývoj a dotvarování koryta a říčního pásu.
- Individuální prvky stavby, které mohou časem zcela přirozeně splývat s prostředím a stávají se obtížně dohledatelnými (skupiny balvanů, struktury mrtvého dřeva,...) vyznačovat v projektových výkresech schématicky a jejich detailní pojednání navrhovat spíše v podobě **vzorových rozkresů**, než individuálních detailních zákresů.
- Velmi **uvážlivě navrhovat veškeré „kulturní prvky“** se sklonem k chátrání, ztrátě funkčnosti nebo bezpečnosti. Pokud již budou navrhovány, měl by projekt uvádět i potřeby jejich údržby.
- Formulovat požadavky na údržbu revitalizační stavby a zároveň výslovně uvést ty činnosti údržby, které by mohly někoho napadnout, ale **které pro daný projekt nejsou požadovány** - například sekání trávy na březích koryta.
- Při ozeleňování rozhodovat uvážlivě mezi výsadbami a podporou samovolné sukcese mimo jiné i se zřetelem k tomu, že výsadby budou následně, na rozdíl od produktů samovolné sukcese, předmětem kontroly udržitelnosti.....a uschlé sazenice zaznamenaná i nejméně nadaný úředník kontrolního dohledu.

4.15 | Následná údržba

Údržba, prováděná následně, mimo rámec rozpočtových položek revitalizační stavby, běžně není pokrývána dotacemi na výstavbu. To je možná i důvod, proč bývá podceňována a správce díla na ni pak není dostatečně připraven.

Prvním předpokladem zajištění odpovídající následné údržby je její zpracování v projektové dokumentaci a následně v provozním řádu stavby. (Zatímco například u malých vodních nádrží se nelze zpracování provozních dokumentů vyhnout již vzhledem k technicko-bezpečnostním předpisům, u podélných revitalizací nebývá na zpracování provozního řádu kladen velký důraz.)

Lze chápat, že správce revitalizačního díla nemá velký zájem dopředu se nějak uvazovat k činnostem, jejichž potřeba možná ani nenastane. Ovšem jistá následná péče a schopnost správce provádět i některé neočekávané korekční zásahy je nezbytností každého díla a praxe ukazuje, že otázkám následné údržby by se měla v rámci přípravy revitalizačních staveb věnovat lepší péče. Rozumné pojednání této problematiky jednak připraví správce díla na budoucí potřeby, jednak jej může do jisté míry chránit třeba vznikem neopodstatněných dodatečných požadavků na provádění údržbových prací. Zpracovatel projektu a provozního řádu by měl disponovat znalostmi a též jistou dávkou odborné předvídavosti, aby mohl následnou údržbu pojednat ve třech okruzích:

- **Stanovení zjevných, nevyhnutelných potřeb.** Běžné uklízení odpadků. Pročišťování rybních přechodů a držba návštěvnické infrastruktury, pokud jsou součástí stavby. Potřeby následné údržby provedených výsadeb dřevin lze v podstatě i kvantifikovat.
- **Rozvaha o možných potřebách.** Návod, v jakých hlavních aspektech má správce revitalizační stavbu sledovat a jak by měl reagovat na eventuality jejího vývoje, jaké mohou nastat třeba po průběhu povodní. Například:
 - nežádoucí zahlubování koryta → stabilizace doplněním kameniva ve dně, primárně v inflexích trasy
 - stranový vývoj koryta mimo vymezený říční pás → stabilizace ohroženého místa kamenivem nebo vložením struktur říčního dřeva
 - zanesení část koryta, postranních ramen nebo tůní v takovém rozsahu, že je nepříznivě ovlivněna funkčnost díla a garance sledovaných indikátorů dotované stavby (nejspíše za povodně) → odstraňování usazenin
 - odpadky po povodni → úklid
 - ztráty na výsadbách → doplnění v nejbližší vhodné roční době
 - rozvoj invazních rostlin → vhodné způsoby potlačení
- **Specifikace činností, které v rámci následné údržby nebudou, resp. nemusejí být prováděny, například**
 - korekce morfologicky vhodného, indikátorově vyváženého samovolného vývoje koryta (neztrácí se například délka nebo hladinová plocha koryta)
 - sečení trávy na březích koryta a v říčním pásu
 - odklizení povodňového splávi a říčního dřeva, které nepředstavuje nějaké ohrožení

Větší nároky na následnou údržbu mají intravilánové revitalizace. Obsahují více technických prvků, musejí vyhovovat náročnějším standardům prostředí v zástavbě (péče o parkovou zeleň včetně rozsáhlého sečení ploch atp.) a jsou vystaveny silnějším rušivým vlivům, včetně vandalismu. Tu lze doporučit dohodu mezi správcem vodního toku, tedy obvykle správcem revitalizační stavby, a danou obcí, kterou budou úkony péče o prostor revitalizace rozděleny na jakýsi standard, odpovídající péči o obecný vodní tok ve volné krajině, a nadstandard, plynoucí ze zvláštností intravilánu. **Zajištění standardní péče pak bude věcí správce revitalizační stavby a intravilánový nadstandard ponese obec.** Takovéto dohody jistě mohou mít značně individuální charakter, podle místních podmínek a úrovně vztahů mezi subjekty.



Obr. 4.63 První etapa revitalizace Stropnice pod Novými Hrady, provedená v roce 2014, zde pohled na jaře 2018. Zvlněné koryto bylo zhotoveno morfologicky vhodným způsobem a neprodělává nebezpečné zahlubování. Širší pás nivních pozemků je k dispozici pro jeho další přirozený vývoj. Na březích se vyvíjí samovolný nálet dřevin, hlavně olší. Dobře provedená a fungující revitalizace bude mít podle všeho i nadále velmi skromné nároky na údržbu, které by neměly přesahovat obvyklý standard péče o vodní toky mimo zastavěná území.



Obr. 4.64 Revitalizace Litovického potoka v zastavěném území Hostovic, realizace v roce 2015. Intravilánová stavba z vydlážděné strouhy v kopřivách udělala zelenou osu města a dosáhla nečekaných revitalizačních efektů. Sídlní tlak a požadavky spojené s rekreačním využíváním území, provedení v řadě aspektů spíše pragmatické, než morfologicky autentické, přítomnost výsadeb parkového charakteru a různých kulturních prvků – to jsou faktory, zakládající zvýšené nároky na údržbu. V takových situacích se osvědčuje dohoda mezi správcem vodního toku a příslušnou obcí v tom smyslu, že obec bude zajišťovat intravilánový nadstandard údržby.

5

DALŠÍ PŘÍRODĚ
BLÍZKÁ OPATŘENÍ
PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY
MIMO ZASTAVĚNÁ ÚZEMÍ

5 | DALŠÍ PŘÍRODĚ BLÍZKÁ OPATŘENÍ PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY MIMO ZASTAVĚNÁ ÚZEMÍ

5.1 | Vymezení přírodě blízkých opatření PPO

Protipovodňová opatření (PPO) v nezastavěné krajině sledují primárně omezení vzniku povodňových vln v plochách povodí a zpomalení jejich postupu a snížení kulminačních úrovní v síti vodních toků. Nosným principem je podpora zadržení a zpomalení odtoku v plochách povodí, v půdním a zeminovém prostředí, v korytech vodních toků a v nivách. To je odlišnost proti protipovodňové ochraně v sídlech, na kterou převážně připadá pasivnější role zajišťování pokud možno neškodného průchodu velkých vod zastavěným územím, tedy zabránění škodlivým rozlivům vody do zástavby.

Podpora povrchové a podpovrchové retence srážkové vody v plochách povodí a zpomalováním jejího odtoku z ploch má naprosto zásadní význam. Vodohospodářská degradace povodí, působená zastavováním krajiny, intenzivním zemědělským a do jisté míry také lesnickým hospodařením představuje fatální problém i z hlediska akumulace vody v krajině, tedy v konečném důsledku sucha. V protipovodňovém aspektu se zde jedná o **ochranu povrchů před zastavováním a péči o vodohospodářsky příznivé vlastnosti povrchů, půd a zemin, včetně protierozní ochrany**, a to především na zemědělsky i lesnicky využívaných plochách. Tyto aktivity se však neodehrávají přímo v síti vodních toků, tedy ani nejsou předmětem této publikace.

V prostoru vodních toků **základním typem přírodě blízkých protipovodňových opatření (PBPPPO) jsou revitalizace technicky upravených koryt**. Tlumí vznik a průběh povodní. Tomuto tématu byla věnována předcházející kapitola. Proto se v této kapitole hovoří o dalších opatřeních. Zde připadají v úvahu zejména:

- ochrana a podpora přirozených rozlivů v nezastavěných územích
- obnova šířky povodňových perimetrů, odsazování hrází
- povodňová odlehčovací a ochranná koryta - bypassy
- přírodě blízké povodňové nádrže a poldry
- přírodě blízké retenční prostory – staré těžební jámy
- revitalizační kompenzace technických protipovodňových opatření.

Opatření těchto typů se mohou kombinovat a doplňovat navzájem, s revitalizacemi vodních toků a s technickými protipovodňovými opatřeními. Povodňové bypassy nejsou typickými opatřeními nezastavěné krajiny v tom ohledu, že jejich cílem je vést část povodňových průtoků mimo ochraňovaná zastavěná území. Nicméně pokud se pro bypassy nachází prostor, pak obvykle mimo zástavbu. Opatření ke kompenzaci technických PPO se mohou uplatňovat jak v nezastavěných, tak v zastavěných územích.

5.2 | Podporované zásady řešení protipovodňové ochrany

Projekty protipovodňové ochrany, ať už v nich převažují prvky přírodě blízké, nebo technické, by měly respektovat následující zásady:

- a) **Ochrana podmínek pro přirozené povodňové rozlivy:** Není přípustné omezovat povodňové rozlivy, pokud to není průkazně potřebné k ochraně stávající zástavby. Není přípustné hrázovat dosud zaplavitelná, převážně nezastavěná území s cílem dosažení jejich zastavitelnosti.
- b) **Optimální funkční a nákladová kombinace přírodě blízkých a technických přístupů a prvků řešení:** Přírodě blízká PPO nejsou vnímána jako alternativa technických opatření. Vždy podle podmínek konkrétní lokality je třeba hledat vhodné, účelné a efektivní propojení těchto dvou okruhů.
- c) **Minimalizace nepříznivých dopadů technických prvků řešení na morfologický a ekologický stav vodních toků a niv:** Technická PPO budou navrhována tak, aby morfologicko-ekologický stav vodních toků a niv nebyl nepříznivě ovlivněn víc, než je nezbytně nutné. Nevyhnutelná nepříznivá ovlivnění musejí být věrohodně odůvodněna. Nevyhnutelné nepříznivé vlivy převážně technických PPO by měly být v přiměřeném rozsahu kompenzovány opatřeními zpřírodňujícími, revitalizačními.
- d) **Maximalizace příznivého ovlivnění morfologicko-ekologického stavu vodních toků a niv:** Jakákoliv opatření PPO by měla být navrhována tak, aby vedle sledovaných efektů protipovodňové ochrany bylo co nejlépe využito příležitosti ke zlepšení morfologicko-ekologického stavu, tedy přiblížení koryt a niv přírodnímu stavu.
- e) **Rozlišování podmínek volné, nezastavěné krajiny a území v zástavbě nebo v její blízkosti:** Dostatečně je třeba zohledňovat různost podmínek, cílů a omezení vodohospodářských opatření. (Ve volné krajině je prioritně podporován přírodě blízký, morfologicky autentický stav vodních toků a niv s režimem povodňových rozlivů do nivních území, včetně možnosti dynamicky stabilního vývoje koryt. V zastavěných územích a v jejich blízkosti jsou řešení podřízena požadavkům přiměřené ochrany zástavby a zpravidla statické stability koryt.)
- f) **Vícefunkční využití říčních území, včetně zajištění přírodních funkcí a vhodného zapojení do krajiny:** na rozdíl od technických úprav prováděných v minulosti by neměly být jednostranně podporovány pouze průtokové, recipienční, plavební a další technické funkce vodních toků, nýbrž především funkce přirozené dynamické retence, funkce přírodní (biotopy a společenstva říčního prostor a pobytově-rekreační).
- g) **Ekologické zhodnocení říčního prostoru:** Přírodní, resp. ekologické funkce vodního toku se váží především na běžně zatopené plochy kynety, na říční mělkovodí a na příbřežní plochy, dotčené běžným kolísáním hladin a menšími povodňovými průtoky. Rozsah těchto prvků by měl být podporován, oproti rozsahu přírodě vzdálenějších povrchů suchých břehů a berem.
- h) **Stabilizace koryta přiměřená konkrétnímu místu a charakteru navazujících ploch:** Výraznější stabilizace koryt obvykle znamená přírodě vzdálenější a nákladnější řešení. Ani u kapacitních koryt, budovaných v rámci intravilánových revitalizací, není vždy nutné navrhovat stabilitu až po úroveň kapacity koryta – pokud na koryto navazují například plochy parkové zeleně, postačuje nižší úroveň stability, než kdyby se jednalo o budovy či komunikace.
- i) **Dynamické pojetí stability přírodě blízkých koryt:** Revitalizační koryta by měla být navrhována jako staticky stabilní (stabilizace opevněním znemožňuje vývoj koryta) jenom tam, kde je to odůvodněně potřebné, tedy zejména v zastavěných územích. Zejména ve volné krajině mají přednost koryta dynamicky stabilní, která mají možnost přirozeně se vyvíjet zejména do stran.

- j) **Obnova migrační prostupnosti vodních toků pro živočichy:** Úseky vodních toků, řešené v rámci jak revitalizací, tak PBPPO, by měly být uvedeny do migračně prostupného stavu.
- k) **Řešení příznivá z hlediska pobytových a rekreačních hodnot říčního území:** Návrhy přírodě blízké PPO by měly zohledňovat přiměřenou prostupnost, dostupnost a návštěvnickou vybavenost říčních území. Pojem přiměřenosti zde postihuje též diferenciaci dobře dostupných návštěvnický atraktivních dílčích území a území s primárně přírodními, klidovými funkcemi, od nichž bude návštěvnický tlak odkláněn. V zastavěných územích je podstatné zapojení říčního území do ploch sídelní veřejné zeleně, často v pojetí tzv. povodňových parků.

5.3 | Ochrana, podpora a obnova přirozených rozlivů v nezastavěných územích

Do tohoto okruhu patří opatření **administrativně–vodoprávní ochrana stávajících rozlivových příležitostí v nivách před nevhodným zastavováním niv.** (Zde nutno konstatovat, že dosavadní administrativní praxe vyhlásování zón záplavových území mnohde nepokrývá věcné potřeby ochrany inundací a ne vždy dostatečně odolává tlakům na zastavování říčních území). **Výstavba ochranných hrází by neměla být používána, resp. zneužívána k tomu, aby se dosud zaplavitelné plochy niv stávaly zastavitelnými,** což by bylo spojeno se zhoršením podmínek průchodu povodní zejména vzhledem k níže ležícím částem povodí.

Aktivním typem opatření je **odstraňování starých hrázových staveb,** které z dnešního pohledu ztratily opodstatnění a nadále by zbytečně omezovaly tlumivé povodňové rozlivy do niv. Může jít zejména o staré tak zvané selské hráze, které v minulosti chránily zemědělskou půdu před menšími povodněmi. Tato opatření je však třeba zvažovat v souvislostech – staré nízké hráze nemusejí vždy vůči rozlivům větších povodní představovat omezení a mohou naopak vytvářet příhodný poldrový efekt (retenční prostor za těmito hrázemi se v průběhu povodně šetří až pro větší povodňové průtoky).

Aktivním opatřením, navazujícím na revitalizace a další přírodě blízké úpravy koryt vodních toků, mohou být **modelace koryt a navazujícího nivního terénu, podporující povodňová vyběžení a neškodné ukládání povodňových splavenin a splávi.** Půjde o modelaci koryta, cílenou k podpoře vylévání povodňových průtoků do nivní plochy, v níž zmenšení rychlosti proudění způsobí vypadnutí části neseného materiálu z vodního proudu. (Naproti tomu povodňová brlení, známá z horských a podhorských toků, představují výrazně technický způsob zachycování splávi.

Důležitým opatřením může být také ochrana či obnova charakteru nivního povrchu, příznivého pro tlumivé povodňové rozlivy. **Obnova trvalých bylinných a dřevinných porostů v nivě** omezuje nežádoucí erozní působení povodňových průtoků. **Obnova vhodné struktury nivních porostů dřevin** může podporovat příznivý charakter rozlivového proudění (zpomalování povodňového proudění a jeho účinná distribuce do celého zaplaveného prostoru = zvětšení hydraulické účinnosti rozlivu s omezením rozsahu tzv. mrtvých koutů) a žádoucí zachycování povodňového splávi. Nutno ovšem brát v potaz, že porosty příliš husté nebo vytvářející výrazné lineární struktury souběžné s korytem, zejména pokud koryto nebylo revitalizováno a je nadále nepřírodně napřímené, mohou naopak do jisté míry soustřeďovat povodňové proudění do koridoru koryta, a tím hydraulickou účinnost povodňového rozlivu zmenšovat.

Retenční kapacitu nivy také posiluje **obnova nebo napodobování postranních a starých říčních ramen, povodňových koryt a tůní**. Tyto prvky běžně nebývají zaplněny vodou až po okraj, tedy disponují určitou povodňovou retenční kapacitou. Jejich obnova však představuje samostatnou problematiku.



Obr. 5.1 Nevhodná zástavba v nivě vodního toku omezuje prostor pro přirozené tlumivé rozlivy a je zdrojem antropogenního splávků, které se největší měrou podílí na vzniku rizikových povodňových bariér v korytech. (Povodeň 1/2010 na Berounce u Černošic.)



Obr. 5.2 Přírodní koryto vodního toku, nezastavěná niva a břehové a doprovodné porosty dřevin v přirozené, přírodě blízké struktuře – příznivé podmínky pro hydraulicky účinný tlumivý rozliv povodňové vlny do nivy. (Povodeň 1/2010 na dolním toku Rakovnického potoka.)

5.4 | Obnova šířky povodňových perimetrů, odsazování hrází

Tato úloha souvisí s obnovou přirozených rozlivů, zmiňovanou v předcházející kapitole, představuje však specifickou problematiku. Opatření se týká situací, kdy byl povodňový perimetr vodního toku v minulosti zúžen úpravami, dnes pokládány za problematické. Nejčastěji jde o **nepřirozené vymezení povodňového perimetru hrázemi, blízko či těsně přisazenými ke korytu vodního toku, obvykle technicky upravenému**. Hlavním důvodem tohoto omezení obvykle bylo zmenšování říčních perimetrů v nezastavěných částech krajiny ve prospěch zemědělsky využitelných ploch a posilování ochrany těchto ploch před zaplavováním menšími, častěji se vyskytujícími povodněmi.

V současné době mohou být shledávány významné nedostatky výše popsaného nevhodného uspořádání říčního prostoru:

- nevyhovující morfologický a ekologický stav technicky upraveného koryta vodního toku
- zúžení povodňového perimetru v nezastavěné krajině může zrychlovat a koncentrovat postup povodňových vln do dalších částí povodí
- průtočná kapacita povodňového perimetru, vymezeného hrázemi umístěnými blízko vodního toku, není dostatečná z hlediska současných požadavků na protipovodňovou ochranu blízkých sídel v nivě
- dosavadní hráze způsobem založení a stavebním provedením nevyhovují současným technicko-bezpečnostním požadavkům
- z hlediska dnešních požadavků není uspokojivě řešena problematika vnějších, zahrázových vod (odchod vod z ploch vně hrází)
- ekologická degradace přírodních ploch a prvků vně hrází (např. zzemňování starých říčních ramen), podporovaná a zrychlovaná oddělením těchto ploch od aktivního říčního koryta a jeho průtokového režimu.

Rozšiřování povodňového perimetru odsazováním ochranných hrází, jaké by nutně představovalo náročný vodohospodářsko – ekologický projekt komplexní představy části říčního prostoru, mohlo donedávna v našich podmínkách vypadat jako poněkud fantastická představa. (V roce 2020 je v realizaci akce odsazování hrází a vytváření povodňových parků Rapotín – Vikýřovice na Desné.) Ovšem například v německých zemích proběhla již řada projektů tohoto pojetí, které korigovaly hlavně staré úpravy na Labi a na Rýně, prováděné již od 19. století. Zatím zřejmě největší projekt tohoto druhu byl uskutečněn v letech 2005 až 2009 na Labi u Lenzen. Za povodně roku 2002 tam bylo jenom vypjatými opatřeními, hlavně rozsáhlým pytlváním, zabráněno havárii staré ochranné hráze, těsně přisazené k pravému říčnímu břehu. Pod dojmem této události byla ve zhruba sedmikilometrovém říčním úseku postavena hráz nová, vzdálená až 1,5 kilometru od řeky, vyhovujícím dnešním technickým požadavkům. Stará hráz byla perforována několika povodňovými prostupy. Rozsáhlé území mezi starou a novou hrází se takto vlastně stalo z vodohospodářského hlediska povodňovým poldrem. Významná je skutečnost, že celé toto území se stává přírodě blízkým. Rozsáhlé jámy po těžbě materiálu na novou hráz v něm byly ponechány jako biotopní laguny, v části ploch jsou zakládány výsadby charakteru lužního lesa, části ploch jsou udržovány v zatravněném stavu, mimo jiné v rámci programů přírodě blízkého chovu velkých býložravců. Revitalizace navazujícího řečiště Labe nebyla prováděna. To však je přinejmenším bohatě členité díky staré úpravě koncentračními výhony.

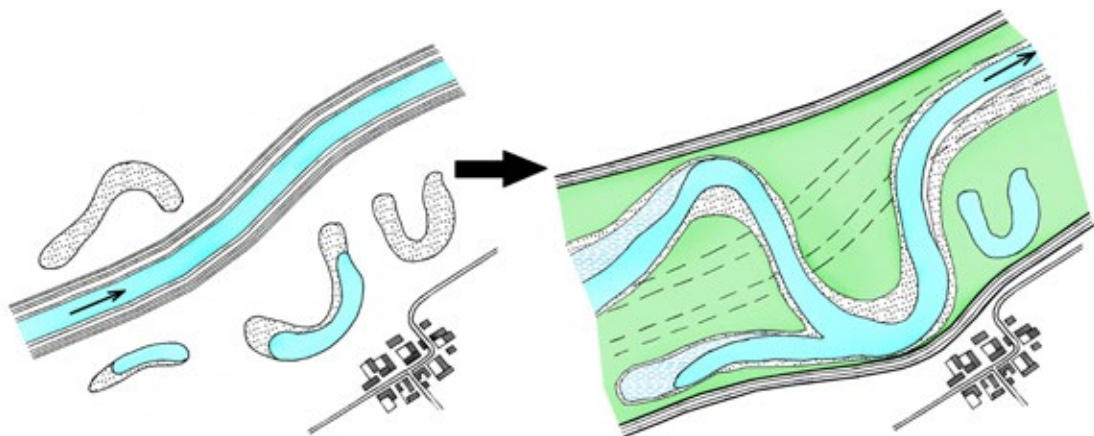
Opatření popisovaného typu mohou tvořit tyto dílčí části:

- odsazení ochranných hrází (odstranění nebo perforace starých hrází a výstavba nových), případně v exponovaných místech výstavba ochranných stěn
- uvolnění a revitalizace plochy obnovovaného povodňového perimetru
- revitalizace koryta vodního toku v možnostech uvolněného prostoru, včetně migračního zprostupnění
- revitalizace, obnova nebo tvorba přírodě blízkých vodních prvků v povodňovém perimetru - tůň, mokřadů, postranních ramen, starých těžebních jam
- zejména v blízkosti zastavěných území obcí zakládání povodňových parků.

V rámci opatření se vyskytnou specifická řešení, jako

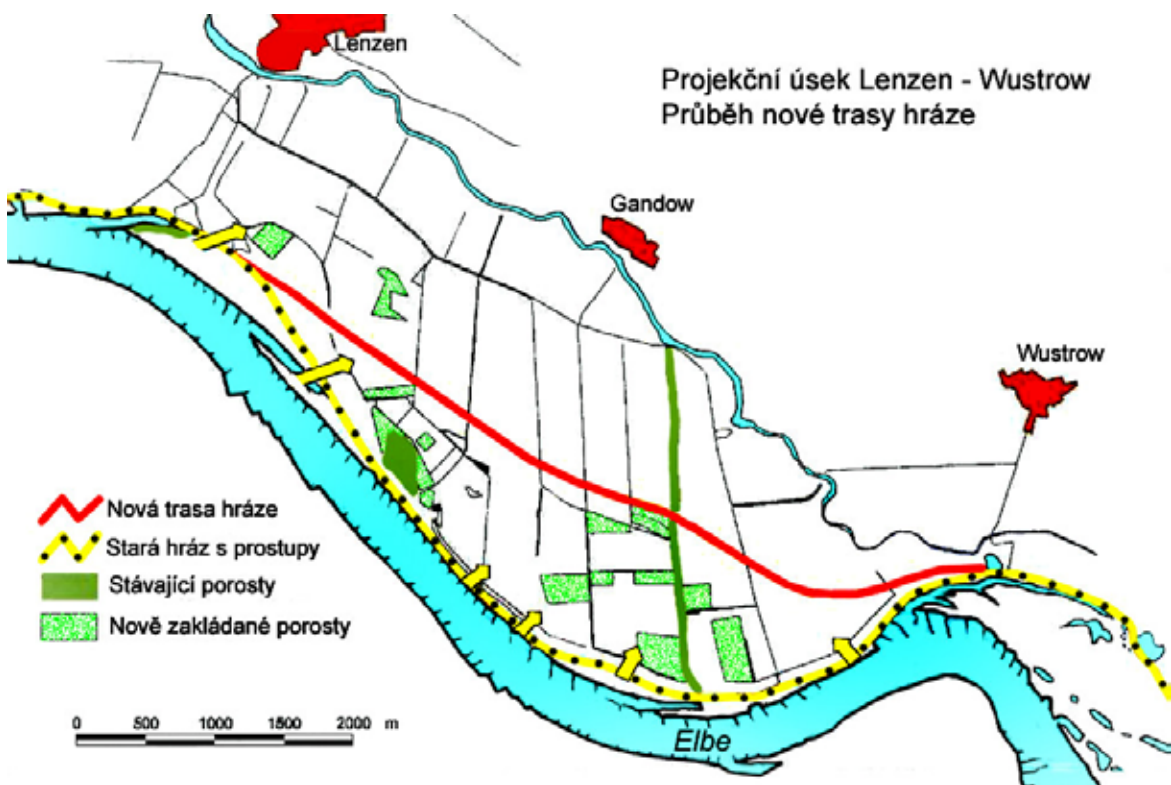
- výstavba souvisejících vodohospodářských zařízení, nezbytných k zajištění funkčnosti vytvářených hrázových soustav (zejména zařízení umožňující odchod vod z ploch vně hrází - prostupy se zpětnými klapkami, čerpací stanice, svodná koryta ústící do dolní vody pod zdymadly,.....)
- odbahnění starých říčních ramen, obnova ramen zaniklých, vytváření vodních ploch podobných postranním ramenům
- posilování běžných průtoků vody postranními rameny a na ně navazujícími soustavami koryt v nivě
- obnova otevřených napojení starých ramen na aktivní koryto vodního toku
- tvorba a obnova nivních mokřadů a tůň
- obnova a podpora přirozených porostních formací, odpovídajících říční nivě (lužní lesy a háje, vlhké louky, podpora výskytu geneticky autentických dřevin, včetně mizejícího původního topolu černého,.....)
- podpora specifických zájmů ochrany přírody v nivních územích (zvláštní typy stanovišť a úkrytů rostlin a živočichů, náležejících k přirozenému oživení daného nivního území).

Posilování běžných průtoků vody postranními rameny a různými navazujícími koryty připadá v úvahu tam, kde je k dispozici spád potřebný pro to, aby voda tekla. Pokud je řeka zastavěna jezy a zdymadly, nutno hledat potřebný spád, zajišťující průtok ramenem, v kombinaci horního napojení ramene na horní vodu nad vzdouvacím stupněm a vyvedení odtoku z ramene do dolní vody pod stupněm. Při dlouhých jezových vzdutích to nemusí být vždy možné. Vyvádění vody z řeky do ramen a vůbec do nivy také může kolidovat se zájmy provozovatelů vodních elektráren, působících ve zdymadlech, kteří takto přicházejí o energeticky vytěžitelný průtok. Tu je ale třeba brát v úvahu, že **vhodně organizované a řízené vyvádění vody z řeky do nivy** může mít mnohem širší vodohospodářský a ekologický význam, než jenom sanaci poměrů v říčním rameni. Může přecházet v **plošné infiltrační obohacování zásob mělké podzemní vody v nivě**. Každý centimetr sloupce této vody je v době sucha cenný. Na rozdíl například od vody akumulované v nádržích jde o vodu, bezprostředně dostupnou přírodním i kulturním porostům v nivě.



Obr. 5.3 Vlevo: Starší technická úprava po sobě zanechala kanalizované koryto vodního toku, morfologicky a ekologicky degradované. Toto koryto je těsně sevřeno přisazenými ochrannými hrázemi, obvykle však nemá povodňovou kapacitu potřebnou k zajištění dostatečné míry ochrany obcí v nivě.

Vpravo: Po získání příslušných pozemků byly na vnějším okraji obnovovaného říčního pásu postaveny nové hráze. Prostor mezi nimi disponuje průtočnou kapacitou, potřebnou pro zajištění přiměřené vysoké míry ochrany zástavby obcí, a může se dál vyvíjet jako prostor přírodní. V tomto prostoru lze revitalizovat vodní tok a jeho stará ramena, obnovovat nivní tůně, mokřady a následně území přenechat přírodnímu vývoji.



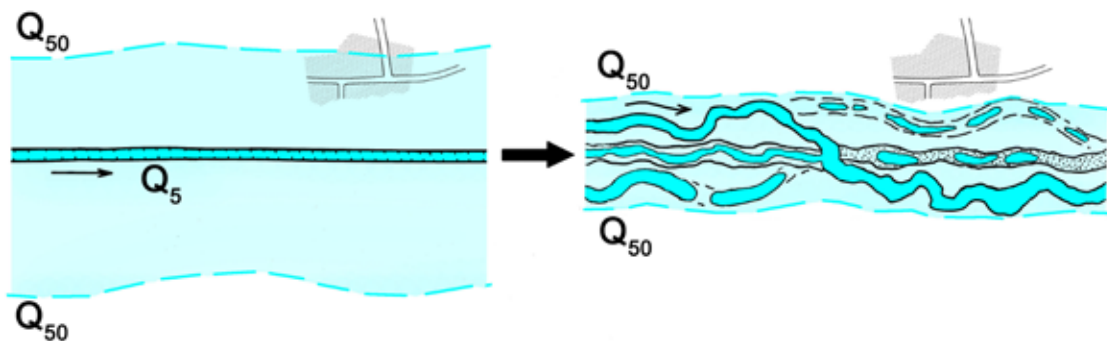
Obr. 5.4 Schéma odsazení pravobřežní ochranné hráze Labe u Lenzen, uskutečněné v letech 2005 až 2009. Ve staré hrázi (žlutá) bylo proraženo několik prostupů pro povodňové rozlivy, prostor mezi starou a novou hrází se stal přírodě blízkým povodňovým poldrem.



Obr. 5.5 Výstavba nové, odsazené hráze u Lenzen v době výstavby, pohled proti proudu Labe (Letecký snímek – autor J. Purps, zdroj internet.) Vpravo je patrna stará hráz, dosud nepřerušovaná povodňovými prostupy. Vodní plochy v ploše mezi hrázemi vznikly těžním zemin na výstavbu nové hráze a dále se uplatní jako přírodní laguny. (Viditelná žebra, vybíhající do řečiště Labe, jsou koncentrační výhony, v minulosti vybudované v zájmu soustředění řečiště a dosažení plavební hloubky. Typické řešení labské plavební dráhy na německém území.)



Obr. 5.6 Odsazení hráze u Lenzen ve funkci, za povodně, pohled po proudu Labe (Letecký snímek – zdroj internet.)



Obr. 5.7 Schéma reorganizace říčního prostoru vytvořením přírodě blízkého průtokového pásu.

Dřívější stav (vlevo): Technická úprava dala korytu kapacitu na úrovni Q_5 . Eliminací meandračního pásu byla získána zemědělsky využitelná plocha. Nepřírozně kapacitní koryto zmenšuje hydraulickou účinnost tlumení průběhu povodní rozlivem do nivy a zrychluje postup povodňových vln. Případné zástavbě v ploše nivy není poskytována ochrana proti povodním přesahujícím úroveň Q_5 .

Nový stav (vpravo): Vytvořením pletence revitalizačních koryt a replik starých ramen v kombinaci s nevýrazným snížením úrovně terénu byl obnoven přírodě blízký průtokový pás (zde prakticky meandrační pás). Plocha, která se takto stává zemědělsky nevyužitelnou, bude využita přírodou a vodním tokem. Zbývající plocha nivy pak nabývá vyšší úrovně ochrany před povodněmi, což je podstatné hlavně pro ochranu tam se nalézající zástavby.

5.5 | Zkapacitňující a zpomalující rozvolnění koryta

Rozvolnění koryta za účelem alespoň místního zpomalení povodňových vln může být prováděno v rámci intravilánových úprav koryt vodních toků, ale také mimo zástavbu, kde z nějakých důvodů není možné jít cestou zmenšování koryt a podpory tlumivých rozlivů povodní do nivy. Každé rozvolnění využije místních možností. Nepochybně je vhodné, aby bylo přírodě blízkého charakteru, bylo založeno na rozšiřování koryta, resp. řečiště, podporovalo členitost vodního toku a nad běžnou vodní hladinou vytvářelo příležitosti pro přírodě blízké vegetační formace.



Obr. 5.8 Protipovodňové ochrany bavorské obce Aha bylo dosaženo obnovením širokého povodňového perimetru výrazným přírodě blízkým rozvolněním dříve technicky upraveného koryta řeky Altmühl. Pohled po realizaci v roce 2006.



Obr. 5.9 O přírodě blízkém rozvolnění lze hovořit, pokud je zvětšení průtočné kapacity řečiště dosaženo jeho rozšířením a rozčleněním, nikoliv zahloubením. Altmühl u Aha, 2006, součást víceleté revitalizační kampaně Vodohospodářského úřadu v Ansbachu.



Obr. 5.10 Altmühl u Aha v prosinci 2009. Nálada připomíná jihočeské rybníky, jde však o vodohospodářskou stavbu přírodě blízkého říčního koryta, která sledovala cíle zlepšení ekologického stavu řeky a zároveň protipovodňové ochrany.



Obr. 5.11 „Povodňový zpomalovač“ – přírodě blízké rozšíření, zde dokonce s rozdělením, koryta řeky Inde, severozápadní Německo, 2005.



Obr. 5.12 Typický ráz technicky upravené řeky Wertach nad Augsburgem před revitalizací.



Obr. 5.13 Revitalizace řeky Wertach nad Augsburgem, etapa do roku 2005. Řečiště bylo přírodě blízkým způsobem rozvolněno až na trojnásobek dřívější šířky. Hlavní cíle: Zpomalení postupu povodní k městu Augsburgu a ekologická rehabilitace řeky. Podél říčního pásu, v doprovodném nivním lese nebo za ním, byl zdokonalován systém zemních ochranných hrází, takže široká niva nad horním okrajem města by v délce úpravy měla být chráněna po úroveň Q_{100} . Kombinace přírodě blízkých a technických opatření.



Obr. 5.14 Etapa revitalizace řeky Wertach z roku 2005 v pohledu v roce 2015. Koryto je tvarově poměrně stabilní. Jako nejspíš hlavní problém řeší správce toku a investor revitalizace, Vodo hospodářský úřad v Donauwörthu, nakládání s čile se vyvíjejícími břehovými porosty. Tu nechat růst, tu vyřezávat – ať se udělá cokoliv, vždy je část obyvatel, kteří jsou všichni na slovo vzatými experty na „ekologii“, veřejnou zelení počínaje, „aktivně nespokojena“ – píše stížnosti, články, blogy,....

5.6 | Přírodě blízká povodňová ochranná a odlehčovací koryta a průlehy

V některých lokalitách, kde je pro to místo a přiměřeně plochý terén, mohou ochranu zástavby posilovat ochranná koryta nebo průlehy, určené k provedení části povodňových průtoků. **O korytech hovoříme, pokud je jimi i za běžných poměrů prováděn nějaký průtok, zatímco průlehy nejsou běžně protékány.** Přechodným typem může být průleh s tůněmi nebo mokřady.

Mimo zastavěná území je vhodné povodňová koryta a průlehy řešit jako přírodě blízké v duchu revitalizací vodních toků. V zastavěných územích se nabízí zapojit je do soustavy městské zeleně. **Širší povodňové koryto nebo průleh může ve městě vytvořit svébytný povodňový park** podlouhlého typu.

Může se jednat o přírodě blízkou přeložku aktivního koryta mimo zastavěné území. V takovém případě může být původní koryto, přes regulační oddělovací objekt zásobované jenom neškodnými průtoky, ponecháno na svém místě jako vodní prvek, obohacující prostředí zástavby.

V některých případech mohou přírodě blízká ochranná koryta vyvádět povodňové průtoky i dál mimo zdrojový říční perimetr, třeba do vzdálenějších soustav suchých a polosuchých nádrží a poldrů, případně do jiného povodí.

V České republice byla jako ochranné povodňové koryto v roce 2015 vytvořena replika ramene Jizery v Benátkách nad Jizerou. V řadě měst ovšem různá stará postranní ramena, mlýnské a podobné náhony tuto funkci historicky spontánně plnily, a pokud nebyly v období technických úprav vodních toků zasypány, plní ji dodnes, případně mohou být vhodnými úpravami v této funkci posíleny.

V Německu existují ochranná povodňová koryta, která byla v posledních dvou stoletích přímo pro účely protipovodňové ochrany postavena. Koryta vzniknuvší v době, kdy převládalo technické pojetí vodních toků, byla opatřena geometricky pravidelnými, technicky opevněnými kynetami pro běžné průtoky, průlehy byly řešeny vsutku jako suché a holé. V posledních desetiletích, kdy dochází k přírodě blízkým úpravám toků v intravilánech, jsou i tyto starší povodňové objekty revitalizovány. Příkladem může být koryto v Landshutu na bavorské Isaře ze 70. let minulého století, v němž byla přímá a těžce opevněná kyneta pro běžné průtoky zhruba po třiceti letech nahrazena výrazně zvlněnou až meandrující kynetou přírodě blízkých tvarů, povrchy berem byly upraveny jako hřiště a rekreační palouky a v bocích koryta byly založeny porosty dřevin parkového charakteru. Pokud zrovna není povodeň, široké koryto slouží jako městský park.



Obr. 5.15 Přírodě blízké povodňové koryto v nivě Jizery. Akce města Benátek nad Jizerou, 2014; dotováno v rámci OPŽP.

Rovněž starší povodňové průlehy mohou být revitalizovány, například zakládáním tůň a parkové zeleně. Vytvořením kynety a zavedením běžného průtoku může být ochranný průleh změněn v ochranné koryto.



Obr. 5.16 Ochranné koryto pro povodňové přebytky řeky Isar bylo podél severního obvodu starobylého bavorského města Landshutu vyhloubeno v letech 1948 až 1955. Běžné průtoky dodává říčka Pfettrach, přítok Isary, kterou průleh zachytil. Ponejprv byla kyneta této říčky dle dobových zvyklostí provedena technicky, s přímou trasou a neměnným lichoběžníkovým průřezem. V roce 2001 byla dokončena revitalizace kynety, zde pohled v roce 2012. Celá plocha povodňového koryta běžně slouží jako městský park.



Obr. 5.17 Schéma provedení povodňového ochranného koryta po severním obvodu obce Memmelsdorf v Bavorsku, cca 2008:

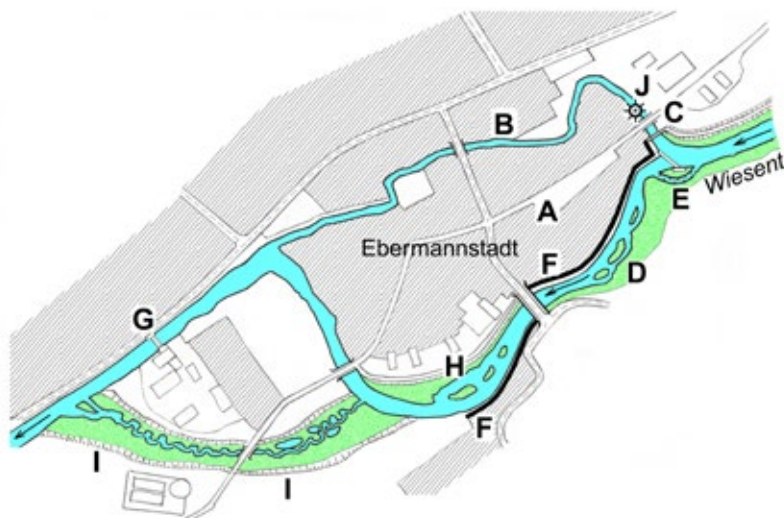
A – výstavba silničního obchvatu obce, která se stala příležitostí zřídit v ploše mezi zástavbou obce a dálnicí (E) přírodě blízké odlehčovací povodňové koryto – D.

B – ochranný uzávěrný objekt na vstupu do starého koryta, procházejícího zástavbou obce (C)

F – místo spojení starého a nového koryta



Obr. 5.18 Ochranný objekt na vstupu do starého koryta, procházejícího zástavbou obce Memmelsdorfu. Do obce by měl propouštět jenom neškodné průtoky. Uzávěr je vybaven motorem a dálkově ovládán.



Obr. 5.19 Schéma provedení povodňového ochranného koryta po severním obvodu obce Memmelsdorf v Bavorsku, cca 2008:

A – výstavba silničního obchvatu obce, která se stala příležitostí zřídit v ploše mezi zástavbou obce a dálnicí (E) přírodě blízké odlehčovací povodňové koryto – D.

B – ochranný uzávěrný objekt na vstupu do starého koryta, procházejícího zástavbou obce (C)

F – místo spojení starého a nového koryta



Obr. 5.20 Ochranné odlehčovací koryto (objekt I) v Ebermannstadtu. Zvlněná kyneta, vedoucí běžné průtoky, se uplatňuje jako potok v příměstském rekreačním parku, ve který se ochranné koryto vyvíjí.



Obr. 5.21 Povodňové ochranné koryto na okraji Memmelsdorfu po dokončení v roce 2008. Vlastní koryto je velmi mělké a členité, za povodní se předpokládá zatopení většiny plochy mezi okrajem obce a dálnicí.

5.7 | Přírodě blízké povodňové nádrže a poldry

Suchá nebo polosuchá nádrž – vodní nádrž nebo malá vodní nádrž (malá vodní nádrž – dle ČSN 75 2410 objem do 2 mil. m³, hloubka u hráze do 9 m), protékaná vodním tokem, jehož průtoky má ovlivňovat, běžně provozovaná bez nadržení (suchá) nebo jen s částečným nadržением (polosuchá); hlavní funkcí je vytvářet retenční objem pro zachycování povodňových průtoků; pokud je zátopa nádrže přírodě blízkého charakteru, lze takovou nádrž pokládat za objekt přírodě blízké protipovodňové ochrany - PBPPO (v minulosti se i tyto objekty zahrnovaly pod pojem „poldr“; v současné době je toto označení pro protékanou nádrž v odborné mluvě nesprávné).

Poldr povodňový – retenční objekt, obvykle technicky a vodoprávně charakteru nádrže, umístěný bočně vzhledem k vodnímu toku, jehož průtoky mají být ovlivňovány; části povodňových průtoků z vodního toku přepadají do poldru vhodně provedeným bočním přelivem, případně jsou od přelivu ve vodním toku přiváděny zvláštním korytem; následně se poldr prázdní zvláštním odtokovým objektem, případně v propustnějších zeminách infiltrací; pokud je zátopa poldru přírodě blízkého charakteru, lze takový poldr pokládat za objekt přírodě blízké protipovodňové ochrany.

Výstavbu suché nádrže, nádrže s částečným nadržением (polosuché) nebo poldru, tedy primárně technických protipovodňových opatření, je možné pokládat za součást přírodě blízkých PPO za těchto předpokladů:

- **Zátopová plocha objektu a její obvodový vegetační prstenec budou řešeny jako přírodě blízké**; dříve zemědělsky užívané plochy zátopy se uvedou do klidu a dle polohových a vlhkostních podmínek se zatravní, zamokří nebo se na nich založí dřevinné porostní formace,

snášejší občasné zaplavení, jako formace vrbové. (Staré pojetí, které preferovalo holou zátopovou plochu, je překonané. Porosty však nutno udržovat tak, aby neprodukovaly nadměrná množství spláví, ohrožující hydraulickou funkci nádrže.)

- Pokud byly vodní toky a niva v řešeném zátopovém prostoru z minulosti technicky upraveny, **součástí opatření bude jejich revitalizace** (revitalizace upravených koryt vodních toků, eliminace odvodňovacích zařízení, vytváření tůní a mokřadů, podpora přírodě blízkých porostních formací,...).
- Pokud je suchá nebo polosuchá nádrž protékána vodním tokem, který má význam z hlediska migrace vodních živočichů (posuzuje se, mimo jiné, na základě ichtyologického hodnocení daného vodního toku), **nesmí na tomto toku vytvářet migrační překážku**.
- Vhodným způsobem je řešena **prostupnost hráze nádrže i pro suchozemské živočichy**, migrující podél vodního toku.
- Po obvodu zátopové plochy se zakládá ochranný prstenec dřevinných porostů.
- Zátopové plochy povodňových nádrží v zastavěných územích mohou být upraveny a udržovány jako extenzivní povodňové parky.

Součástí přírodě blízkých PPO může být také revitalizace starší retenční nádrže, která byla v době svého vzniku řešena technicky. Případná dodatečná revitalizace vyhloubením tůní apod. nesnižuje retenční kapacitu objektu.

Po technické, vodohospodářské a technicko-bezpečnostní stránce se výstavba retenčních objektů řídí pravidly a normami, platnými pro vodní nádrže nebo malé vodní nádrže. Průtočný objekt je ve smyslu těchto pravidel a norem vybaven vedle spodní výpusti též **bezpečnostním přelivem** potřebné kapacity. Spodní výpusť nádrže nebo polosuché nádrže umožňuje průtok po stanovenou úroveň neškodného povodňového odtoku. Spodní výpusť s výjimkou migračně prostupné kynety může být hraditelná s ovládním ručním, dálkovým nebo automatickým.

Pokud suchá nebo polosuchá nádrž neleží na vodním toku, který by byl prokazatelně nevýznamný z hlediska migrací živočichů (nevýznamnost je doložena přírodovědeckým, přinejmenším ichtyologickým průzkumem a posouzením), je **třeba zajistit prostupnost** za běžných průtokových poměrů. V případě vodohospodářsky významných vodních toků platí tento požadavek vždy. Migrační prostupnosti pro vodní živočichy pak slouží **kyneta ve dně spodní výpusti**.

Tato kyneta by se šířkou, hloubkou, podélným sklonem a drsností, resp. členitostí povrchu neměla výrazněji lišit od přirozeného koryta daného vodního toku, přestože bude nejspíše řešena jako objekt s fixovanou drsností (kameny do betonu). **Zásady pro výstavbu kynety:**

- Ve dně kynety nebudou vytvořeny spádové stupně nebo skluzy s výrazně zvětšeným podélným sklonem. Běžná hladina v kynetě plynule navazuje na hladiny nad a pod hrází.
- Koryto pod dolním okrajem kynety, tedy pod hrází, bude fixováno proti případnému zahloubení, které by v tomto místě rovněž vytvořilo přeпад vody.
- Podélný sklon, příčný průřez a povrchová drsnost kynety by za běžných průtoků neměly dávat vzniknout rychlostem proudění větším než 0,8 m/s, na tocích s předpokladem výskytu mihule a vranky 0,5 m/s; tyto rychlosti se mohou vyskytovat v dílčích úsecích dna, mezi nimiž leží odpočivné úseky s menšími rychlostmi.
- Povrch dna kynety by měla tvořit dostatečně členitá kamenitá struktura, napodobující utvá-

ření přirozeně prostupných přírodních koryt vodních toků. Případně lze napodobovat sledy příčných řad do dna fixovaných kamenů, jaké se užívají u přírodě blízkých rybích přechodů. Samozřejmostí by měla být dostatečná hloubka vody v „tůňových“ úsecích.

- Délky, v nichž je prostupová kyneta shora zakrytá, jsou minimalizovány. (Nedostatek světla bývá v těchto případech jedním z podstatných negativních faktorů ovlivňujících efektivitu migračně prostupného řešení u hrází protékaných suchých nádrží. Problém lze řešit rovněž zúžením profilu hráze nebo zbudováním světlíků v krytu.)

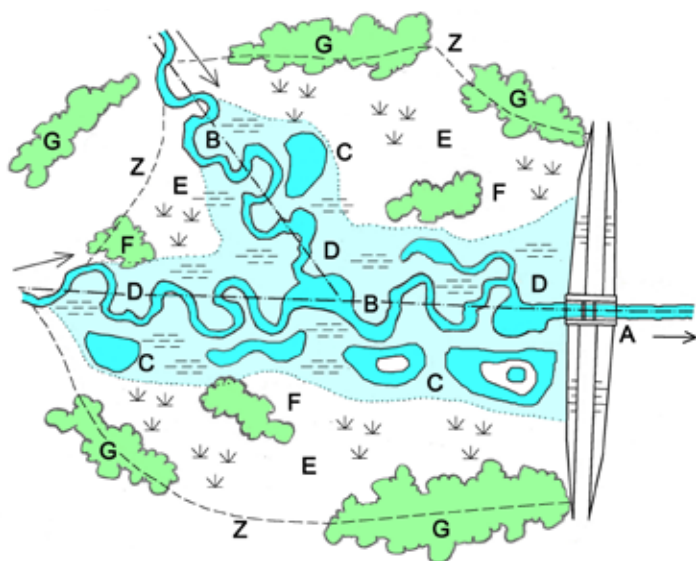
Po straně kynety, nad běžnou úrovní hladiny vody, je vhodné vytvořit prostupovou lavičku pro suchozemské živočichy, širokou alespoň několik decimetrů.

Aby bylo možné zátopovou plochu bez problémů upravit a provozovat jako přírodě blízkou, je obvykle potřeba, aby byla celá vykoupena jako součást vodního díla. Ostatně, takové uspořádání je zřetelně vhodnější i z čistě provozního hlediska, oproti modelu povodňové nádrže, jejíž zátopová plocha zůstává v držení majitelů, kteří se v ní snaží dál hospodařit. S těmi musí provozovatel vodního díla uzavřít komplikované smluvní vztahy, na jejichž základě jim pak proplácí újmy za škody na kulturách, způsobené občasným zaplavením.

Pokud je zátopová plocha povodňové nádrže vykoupena a má se stát přírodě blízkou, je zbytečné a nepatřičné klást tomuto jejímu vývoji nějaká omezení. Revitalizace vodních toků lze provést skutečně přírodně autentické. Není důvod výrazněji snižovat běžné polohy hladin vody v korytech, v tůních nebo mokřadech oproti okolnímu terénu zátopové plochy, a tím omezovat zamokření okolních ploch.

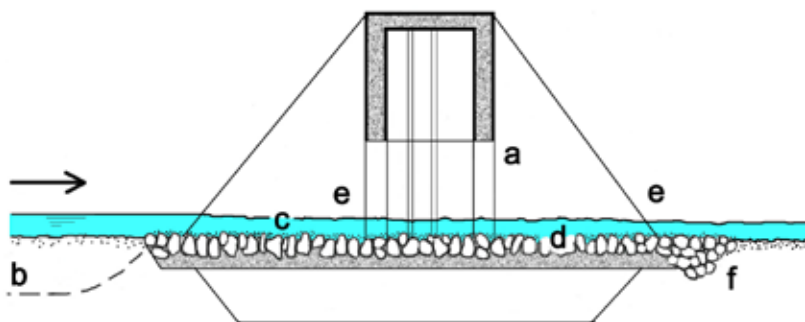
V plochách stálého nadržení vody lze připustit neorganizovanou rekreaci nebo sportovní rybaření, nakolik to umožňují technické a bezpečnostní podmínky fungování vodního díla a zájmy udržování přírodě blízkého charakteru zátopy.

Povodňová nádrž může být řešena také jako **polosuchá, s jistým stálým nadržением vody.** O povodňovou retenční nádrž se nadále jedná, pokud objem stálého nadržení je výrazně menší než běžně volný objem retenční. S objemem stálého nadržení se nemanipuluje a nehospodaří, neslouží k provozování hydroenergetických zařízení. Aby nádrž mohla být celkově pokládána za přírodě blízké opatření, zátopa stálého nadržení je pojednána jako přírodě blízká, s plynulými přechody do navazujících ploch, včetně soustav tůní a mokřadů a vlhkých luk, a neslouží intenzivnímu chovu ryb. Pokud má být stálé nadržení polosuché nádrže vytvářeno vzdouvacím účinkem částečného zahrazení, osazeného v odtokovém objektu, migrační prostupnost nádrže již není možné řešit jednoduchou přírodě blízkou kynetou. Pokud by vzhledem k ichtyologickému charakteru vodního toku bylo třeba zajistit migrační prostupnost, nutno to řešit stejně náročnými způsoby (například rybí přechod, komponovaný do bezpečnostního přelivu), jako v případě výstavby běžné nádrže.



Obr. 5.22 Revitalizační prvky přírodě blízké suché nádrže:

- A - migračně prostupná kyneta v objektu/hrázi nádrže
- B - revitalizace vodního toku v zátopě
- C - tůňe
- D - mokřady
- E - vlhké louky
- F - porosty dřevin, snášejíci zaplavení
- G - obvodový vegetační lem
- Z - dosah zátopy



Obr. 5.23 Požadavky na kynetu pro běžné průtoky, procházející vypouštěcím a regulačním objektem v hrázi suché nebo polosuché nádrže z hlediska migrační prostupnosti pro vodní živočichy (příčný řez hrázi, resp. objektem nádrže je jen hrubě schématický):

- a - co nejkratší délka zakrytí kynety v objektu
- b - u polosuché nádrže je trvalé nadržení přehlubené proti vstupu do kynety (žádný přepad do kynety přes hradící prvky)
- c - kyneta dimenzována na běžný průtok vodním tokem, podélný sklon odpovídající danému vodnímu toku
- d - dno a břehy kynety členěny stabilní drsnou kamenitou strukturou - podobné podmínky proudění jako v běžném přírodním korytě
- e - nikde v migrační cestě není přepad nebo rychlý skluz
- f - přírodě blízká stabilizace dna koryta pod hrázi (proti zahlubování dna a vzniku přepadu vody na dolním okraji kynety)



Obr. 5.24 Revitalizace koryta říčky Mindel v zátopové ploše suché nádrže nad bavorskou obcí Dirlwang. Není důvodu, aby říčka nemohla v tomto prostoru „dělat cokoliv“. Pohled v roce 2009. Investor a provozovatel Vodohospodářský úřad v Kemptenu.



Obr. 5.25 Regulační a vypouštěcí objekt hráze suché nádrže Dirlwang. Pohyblivé uzávěry jsou dálkově ovládané. Pravým polem objektu prochází kyneta pro běžné průtoky, prostupná pro migrace vodních živočichů.



Obr. 5.26 Napouštěcí objekt přírodě blízkého poldru, vybudovaného po straně bavorské řeky Iller u Seifenu. Vzhledem ke korytu řeky (vlevo) jde o postranní přelivný objekt, přes který přepadají povodňové vody až od určité velikosti průtoku. Regulace se provádí nastavením hradidel v polích objektu. Vpravo pohled do vstupu přívodního kanálu poldru. Objekt Vodohospodářského úřadu v Kemptenu, postaven zhruba k roku 2008. (Zdroj snímku: Vodohospodářský úřad Kempten)



Obr. 5.27 Odtokový objekt poldru u Seifenu s regulovatelným výpustním otvorem a dvěma kašnovými bezpečnostními přelivy, s různými polohami přelivných hran. (Zdroj snímku: Vodohospodářský úřad Kempten)



Obr. 5.28 Hráz a odtokový objekt nevelké „selské“ retenční nádrže na drobném potoce, kdesi v Bavorsku, kolem roku 2008. Odtok je hrazen hradidly – ležatými dřevěnými trámy, mezi nimiž jsou prořezány několikacentimetrové štěrby. Viditelně se počítá i s významným efektem zachycení splavenin.



Obr. 5.29 Zátopová plocha nově postavené retenční nádrže z předcházejícího obrázku má šanci vyvíjet se jako přírodě blízká, byť na ni navazují intenzivní zemědělské kultury.



Obr. 5.30 Revitalizace dříve nesmyslně technicky upraveného koryta Rokytky v povodňové suché nádrži Čihadla v Praze. Nádrž byla postavena v 70. letech 20. století v technickém pojetí, první etapu revitalizace zátopové plochy provedl Magistrát hl. města Prahy v roce 2008, financováno z prostředků města.



Obr. 5.31 Nové koryto Rokytky v ploše poldru Čihadla, jaro 2009. Základ úspěšného řešení: malá průtočná kapacita, velký poměr šířky k hloubce koryta, velká tvarová členitost. V pozadí sídliště Černý Most.



Obr. 5.32 Revitalizační koryto Rokytky v zátopové ploše pražské povodňové nádrže Čihadla v roce 2018.



Obr. 5.33 Město Praha zátopovou plochu povodňové nádrže Čihadla po stránce krajinářsko-ekologické postupně dále vylepšuje. V roce 2017 se například podařilo vymístit reliktní cvičiště psů, odbagrovat nepatřičný násep, na němž se cvičiště nalézalo, a v uvolněné ploše vyhloubit lagunu mokřadního charakteru.

5.8 | Přírodě blízké retenční prostory – těžební jámy

Vhodně utvářené **jámy po těžbě štěrků, písků a zemin**, vyhloubené v nivách vodních toků, se následně částečně zatopí vodou a mohou zajímavě obohacovat přírodu a krajinu nebo sloužit rekreaci. Jejich běžně volné objemy jsou k dispozici pro povodňovou retenci.

V tomto ohledu je nejspíš škoda, že ochrana přírody v minulosti v řadě případů zaujímal spíš jednostranně negativní stanoviska k těžebním činnostem, než aby věnovala pozornost pozitivním možnostem následného využívání těžebních jam. Těžby pak stejně byly povolovány, ale někdy se stanovením podmínek následné rekultivace, které dnes vnímáme jako problematické. Ještě v dnešní době jsou tak některé staré hliníky, písničky, štěrkovny nebo lomy právoplatně, v souladu a obstarožními rekultivačními plány, zavázeny třeba výkopovými zeminami. Pro provozovatele to bohužel bývá výhodné.

Povodňové retenční objemy starých těžebních jam v nivách jsou obvykle neovladatelné, plněné již vyběřivšími povodňovými průtoky. Jejich vyprazdňování po povodňových stavech bývá závislé na přirozené infiltraci. Může se však jednat také o jámy, běžně nebo povodňově napojené na vodní tok. Tyto jámy, obvykle s určitým rozsahem trvalého zatopení, se mohou zároveň v krajině uplatňovat jako **cenná přírodní území**. Nové těžby by měly být otvírány s jednoznačným plánem následného přírodě blízkého stavu a využití. Vytvoření konečných krajinných tvarů by mělo být financováno z výnosů těžební činnosti.

Při **revitalizaci starých těžebních jam** mohou být potřebná nejspíše následující opatření:

- výkup potřebných pozemků
- vyklizení nepatřičných hmot a objektů, umístěných v jámách
- dílčí dotěžení v zájmu zvětšení ploch trvalého zatopení a vytvoření ekologicky zajímavých stanovišť (například tvorba a aktivace hnízdních stěn v bocích jam, přetvárování trvalé zátopy ve prospěch vzniku litorálů,...)
- dotvarování povrchů v zájmu bezpečnosti a podporovaných funkcí území, zajištění žádoucích přístupů

Pro trvalé plnění vodohospodářských, přírodních a krajinných funkcí musejí být fakticky i administrativně ukončeny těžební činnosti a prostory by měly být vyvedeny z působnosti báňských předpisů. Za objekty přírodě blízké protipovodňové ochrany mohou být pokládány staré jámy, u nichž dominují přírodní funkce. Rekreálně, rybářsky nebo myslivecky využívané jámy mohou být takto vnímány, pokud jejich užívání podstatným způsobem nekoliduje se zájmy ochrany přírody, je neorganizované, není



Obr. 5.34 Schéma členité soustavy vodních ploch, vytvořené vhodně cílenou těžbou stavebních písků a štěrků u obce Unterbrunn v nivě bavorského horního (nesplavného) Mohanu. Zhruba desetiletá těžební kampaň začínala kolem roku 2005 a jejími produkty jsou mocný revitalizační meandr Mohanu, „biotopní jezero“ a soustava vodních ploch věnovaná sportovnímu rybářství

provozováno výdělečně a nejsou pro ně zřizovány zvláštní stavební objekty, příjezdové komunikace a parkoviště. Zvláště v plochách rekreačně a rybářsky využívaných musí jejich majitel či provozovatel zajistit trvalou údržbu, hlavně úklid, případně potlačování invazních rostlin.



Obr. 5.35 Lokalita Unterbrunn za těžby, kolem roku 2008.



Obr. 5.36 „Biotopní jezero“ a revitalizační meandr Mohanu u obce Unterbrunn kolem roku 2018. (Zdroj leteckého snímku www.meinobermein.de.) Vzadu vlevo rybářská laguna, v pozadí uprostřed starší šterkové jezero na protější straně Mohanu, kde je provozován autokemp.

5.9 | Odstraňování příčných objektů v korytech vodních toků, které působí jako povodňové překážky

O **jezech a stupních** se již hovořilo jako o objektech, připravujících vodní tok o přirozenou spád-nost, proudnost a migrační prostupnost. Řada jezů je navíc v korytech vodních toků postavena tak nevhodně, že **působí nežádoucí vzdouvání povodňových průtoků**. Jez nevhodně umístěný v horní části zastavěného území nebo nad ním může podporovat rozlévání povodňových průtoků do zástavby. Jez v dolní části zastavěného území může působit nepříznivé zpětné povodňové vzdouvání směrem k zástavbě. **Odstranění takové překážky může být pokládáno za přírodě blízké protipovodňové opatření**, neboť eliminuje i další nepříznivé vlivy příčného objektu v kory-tě.

Rizikost jezových staveb je často podceňována. Působené problémy veřejnost připouští ne-ochotně, neboť jezy vnímá jako součásti historické struktury krajiny a spojuje si s nimi radosti koupání, vodáctví a rybolovu. Neznalost nebo přehlížení negativních efektů zavzdouvání koryt a provozování elektráren umožňují nekriticky hodnotit využívání vodní energie jako „ekologické“.

Na druhou stranu je třeba brát v úvahu, že řada vzdouvacích objektů udržuje dlouhodobě, lze říci historicky zavedené hladiny vody, které by s ohledem na hloubku technicky upraveného koryta a potřebu udržování mělké podzemní vody v nivě nebylo vhodné významně snižovat.

Jez nebo stupeň v korytě vodního toku lze **odstranit nebo snížit**. Nebo jej lze **nahradit přírodě bližší konstrukcí typu balvanitého skluzu nebo dnové balvanité rampy**. Taková konstrukce bude provedena jako prostupná pro migrace vodních živočichů. Zlepšení povodňové průtočnosti přine-se tím, že oproti původní příčné stavbě bude nižší, nebo bude nabízet delší přelivnou délku - zašikmením vzhledem k ose koryta nebo prodloužením, které bude umožněno místním rozšíře-ním koryta. Účinným protipovodňovým opatřením může být nahrazení pevného jezu pohyblivou jezovou konstrukcí. Takové opatření však je čistě technické, obvykle velmi nákladné a nepřináší migrační zprostupnění ani jiná zlepšení ekologického stavu vodního toku.

Odstranění nebo snížení příčného objektu, spojené se snížením běžných poloh hladin v dřívěj-ším nadjezí, může v některých případech vyžadovat **kompenzační opatření**, jako přírodě blíz-kou stabilizaci ohrožených pasáží břehů, stavební stabilizaci objektů, nalézajících se v blízkosti břehů, kompenzace nepříznivého ovlivnění studní, přírodě blízkou stabilizaci a revitalizaci náho-nu, souvisejícího s odstraňovaným vodním dílem. Nutnost těchto opatření a odůvodněnost jejich nákladů musejí být projektem podrobně zdůvodněny.

Z hlediska morfologického a ekologického stavu vodního toku i z hlediska nákladového může být v řadě případů vhodné **nechat starý, zchátralý jez neškodně rozpadnout**, než jej nahrazovat nějakou novou konstrukcí. Rozhodně není vhodné, aby pod záminkou přírodě blízkého protipo-vodňového opatření byla někde provedena de facto rekonstrukce jezu nebo postaven jez nový.



Obr. 5.37 Starý jez Goggeles na řece Wertach v Augsburgu byl v rámci široce pojaté revitalizace řeky odstraněn v roce 2006. Povodeň v roce předcházejícím potvrdila neúnosně špatný technický stav jezu, vysokého téměř 5 metrů. (Foto: Vodohospodářský úřad Donauwörth.)



Obr. 5.38 Jez Goggeles v Augsburgu byl nahrazen několik set metrů dlouhou balvanitou rampou. Je provedena v mírném sklonu, neomezujícím migrace vodních živočichů. Pohled v roce 2009.

5.10 | Revitalizační kompenzace technických protipovodňových opatření

Může se jednat o rozmanitá opatření z oblasti revitalizací, podpory samovolných renaturací vodních toků a obecné tvorby krajiny. V moderním pojetí nakládání s vodními toky již nemusí být cílem těchto opatření jenom samotná kompenzace přírodních nepříznivých dopadů technických protipovodňových opatření na ekologický stav říčního prostoru. Mohou být prostě součástí komplexně pojatého vodohospodářského, ekologického a krajinařského řešení určité části říčního prostoru, které nesleduje jenom dílčí cíle. Takto lze hovořit o revitalizačních opatřeních kompenzačních a doprovodných.

Opatření mohou být situována přímo v prostoru technických PPO, pokud je to možné a vhodné, ale také v širším prostoru, ovšem při zachování základní věcné a prostorové vazby na primární technické PPO (například v navazujícím úseku téhož vodního toku, případně na jeho přítocích). **Kompenzační, resp. doprovodná opatření by měla být rámcově přiměřená rozsahu primárních technických PPO.** Kompenzace by neměla být směšně malá až ubohá, jak to někdy vidáme v projektech protipovodňových nebo zesplavňovacích opatření. Měla by být navržena odborně - obvykle se pozná, když ji navrhuje autor technické části řešení, kterému není odborně blízká, je pro něj záležitostí okrajovou a obtěžující.



Obr. 5.39 Bavorská obec Ebing, ležící v nivě horního Mohanu, byla k roku 2007 obehnána protipovodňovou stěnou.



Obr. 5.40 Jako revitalizační doprovod technicky pojaté protipovodňové ochrany obce Ebingu byla provedena také revitalizace blízkého úseku Mohanu, v 19. století regulovaného mimo jiné pro účely plavení dřeva. Přírodě blízké rozvolnění řečiště také poněkud zvětšilo povodňovou průtočnou kapacitu koryta v blízkosti Ebingu.

Rozumně kompenzovat lze taková PPO, která jsou navržena vhodně a přiměřeně, s odůvodněným rozsahem nepříznivých vlivů na ekologický stav říčního prostoru. Kompenzační opatření by se dostávala do problematické polohy, pokud by měla sloužit k zakrývání nebo vyvažování zjevně chybných a nepřiměřených návrhů technických PPO.

Příklady kompenzačních a zlepšujících opatření - typově se jedná o již popisované revitalizační úlohy:

- zpřírodnění kynety koryta vodního toku podél nezbytných ochranných stěn, zdí, hrází či valů nebo mezi nimi
- zpřírodnující krajinářské úpravy doplňující technické objekty PPO
- kompenzační revitalizace blízkého úseku vodního toku nebo přítoku
- kompenzační krajinářská opatření v blízké části nivy (například soustava tůní a mokřadů na pozemcích, které se pro tento účel podaří získat).

6

OCHRANA A ZLEPŠOVÁNÍ
STAVU VODNÍCH TOKŮ

6 | OCHRANA A ZLEPŠOVÁNÍ STAVU VODNÍCH TOKŮ

6.1 | Podpora splaveninového režimu

Jedním z aspektů poškození některých vodních toků může být **nedostatek hrubších splavenin, hlavně štěrků**. Odnos a transport splavenin narušily hlavně úpravy vodních toků, hrazení bystřin, výstavba jezů a průtočných nádrží. Hrubší splaveniny, schopné vytvářet ekologicky cenné dnové povrchy, jsou nahrazovány jemným materiálem erodovaných zemín, bahnem.

Poškození splaveninového režimu mohou bránit vhodná organizační opatření na vodním toku a v povodí, jako

- vyloučení hrazení bystřin, zejména výstavby splaveninových přehrázek
- vyloučení nevhodných technických úprav koryt
- vyloučení výstavby průtočných nádrží
- zákaz těžby štěrku a písků z koryt
- spodní proplachování existujících nádrží a zdrží.

Ozdravení splaveninového režimu by mělo být jedním z cílů opatření, prováděných ke zlepšení stavu vodních toků. Tato opatření pokud možno obnovují přirozené hydromorfologické procesy. Jinak jsou alespoň příležitostí, jak do vodního toku být jednorázově, v rámci výstavby, **vpravit určité množství chybějícího kameniva**. Při výstavbě revitalizačních koryt v zeminovém prostředí chudém na hrubší materiál je možné dodávat štěrku a kameny i výrazně nad rámec potřeby pouze stabilizace koryta. Přirozené dynamice průtoků se pak přenechává detailní distribuce materiálu v korytě. Podobně lze **dosycovat kamenivem i stávající koryta** v rámci údržby nebo dílčích zlepšujících opatření. Materiál může být vsypáván nejlépe do dna koryta, do brodových míst. Velmi jednoduše mohou být hromady štěrku vsypávány do břehů koryta tak, aby z nich proud postupně odebíral. Hromady nasypané střídavě od jednoho a od druhého břehu navíc podporují vlnění proudu, takže hlavně u nepřirozeně napřimených koryt může být takto dosahováno více cílů najednou. **Štěrkovými pohozy dna lze obnovovat rybí trdliště**. Je však nutné respektovat podmínky v toku, například pohoz štěrku v málo proudných úsecích by znamenal pouze to, že se štěrky postupně zasedimentují jemnými splaveninami. Naopak sycení štěrkem vodního toku přirozeně štěrkonosného, ale nějakým způsobem o přítomnost a pohyb štěrku ochuzeného, může být zásadním zlepšujícím opatřením.

Doplňování štěrku a kameniva do koryta se provádí tak, aby se nezhoršily podmínky ochrany zastavěných území obcí před povodněmi.

Při volbě materiálů, sloužících pro doplňování splavenin, je třeba uplatňovat **hledisko přírodní autentičnosti**, jistěže však přiměřeně a rozumně vzhledem k výši cílů ekologické obnovy, reálné v tom kterém úseku vodního toku. Například do vodního toku v krasovém území, který má zřetelný potenciál zapojení do specifického přírodního prostředí a rozvoje v hodnotný vodní biotop, není vhodné sypat štěrku, vyráběný drcením kyselých hornin. Naopak v technicky upraveném korytě v celkově ekologicky degradovaném území lze nejspíše bez uzardění použít kamenivo rozmanitého geologického druhu a zrnění, včetně ostrohranného materiálu získaného rozbitím staré kamenné dlažby. V některých případech může najít dobré uplatnění nekvalitní, třeba i rozpadavé kamenivo, nevhodné pro jiné stavební účely, ale laciné.

V těchto souvislostech **se kvalitní říční štěrk stává strategickou revitalizační surovinou**. Pokud je z nějakých důvodů někde těžen, například v rámci nezbytných prací po povodních, mělo by se s ním uvážlivě hospodařit, schraňovat jej pro použití v jiných místech vodních toků. Vytěžený kvalitní říční štěrk by rozhodně neměl být odvážen na skládky odpadů, jak se občas dělo při některých neuvážených akcích tzv. „odstraňování povodňových škod“. Vždy je ale třeba dbát, aby se se štěrkiem nepřenášely například račí mor nebo invazní druhy rostlin.

V řadě úseků vodních toků se mohou uplatnit managementová opatření spočívající **v aktivaci štěrkových lavic a podobných povrchů říčních substrátů shrnutím svrchní půdy či naplavených úživných zemin s vegetací**. Taková opatření však jsou vzhledem k dosavadním povrchům břehů a příbřeží destruktivní. Je tedy vždy třeba vycházet z odborného přírodovědného posouzení konkrétního místa či úseku, aby nebyly poškozovány povrchy ještě relativně cenné a nenadělalo se víc škody než užitku.

Zajímavé přístupy provozní ochrany a podpory splaveninového režimu lze ukázat na příkladech bavorských řek alpského původu, které se následkem i již historických technických úprav a výstavby jezů a nádrží potýkají s výrazným deficitem splavenin. Ten se může projevovat někdy až dramatickým zahlubováním některých úseků, které vede k přesušování porostů v nivě a ztrátám vody ve studních. V České republice sice nehodláme vytvářet napodobeniny alpských řek, nicméně popisované přístupy mohou být i pro nás inspirací.

Isar nad Mnichovem:

- již letitý zákaz těžení říčních štěrků z koryta po celé délce řeky
- pravidelné spodní proplachování alpské nádrže Sylvensteinsee i menších vodních děl dále po toku
- splaveniny, pravidelně těžené z energetického Isarského kanálu, jsou sypány zpět do řeky pod jezem v Icking, kterým se tento kanál od řeky odděluje.

Lech nad Augsburgem:

- příležitostné těžení splavenin v zátopě vzdouvacího stupně Mandichosee a jejich ukládání do hromad u břehů řeky pod hrázovým tělesem; velké hromady, z nichž si má řeka postupně odebírat materiál, jsou vršeny střídavě při levém a pravém břehu, což má zároveň podporovat vlnění proudu v kanalizovaném korytě.

Dolní Iller na hranici Bavorska a Bádenska – Württemberska:

- vytváření balvanitých příčných výhonů v korytě s cílem přiklonit proud ke břehu a vyvolat jeho horizontální vymílání
- celková rekonstrukce koryta spočívající v jeho výrazném rozšiřování, přičemž štěrkový materiál ze stran byl stroji hrnut do koryta s cílem jeho změlčení.



Obr. 6.1 „Přikrmování“ koryta vodního toku štěrkiem z odplavitelných hromad za účelem obohacení splaveninového režimu a podpory vzniku štěrkových pasáží dna. Revitalizace Moravské Sázavy v zátopové ploše suché povodňové nádrže Žichlínek; akce Povodí Moravy, s.p.; financováno z prostředků resortu zemědělství; pohled kolem roku 2010.



Obr. 6.2 Bavorsko, 2014; nádrž Mandichosee na řece Lech nad Augsburgem: Těžba štěrkových splavenin z nádrže.



Obr. 6.3 Bavorsko, 2014; řeka Lech pod nádrží Mandichosee: Štěrky těžené z nádrže je sypán do řeky v podobě velkých hromad střídavě u levého a pravého břehu, řeka materiál postupně odebírá. Cílem je udržení splaveninového režimu, postupné zrůžňování podmínek proudění a změlčování koryta řeky, která byla v minulosti technicky upravena.



Obr. 6.4 Kaufbeuren v Bavorsku, 2009: Nejjednodušší způsob příkrmování technicky upravené řeky Wertach štěrky. Čeká se na větší průtok, který materiál roznese.

6.2 | Doplnění říčního dřeva

Říční dřevo, od uloženin detritu větviček, přes živé kořenové pletence po celé napadané stromy je jedním ze základních a nenahraditelných prvků členitosti říčního prostoru a jeho nabídky stanovišť a úkrytů pro říční biotu. Má význam mimo jiné jako

- zdroj organického materiálu v potravním řetězci
- prvek podílející se na tvorbě členitosti a habitatů, jejichž škálu ve vodním toku výrazně rozšiřuje
- prvek podporující hydraulickou členitost říčního prostředí, a tím fluviálně-morfologické procesy
- přirozený činitel zejména hloubkové stability vodního toku (struktury říčního dřeva ve dně koryta).

Tradičně pojímaná správa vodních toků spatřuje zejména v hrubším napadaném dřevě především překážku v průtočnosti a riziko vzniku povodňových bariér. Dosud mnohde odstraňuje toto dřevo až se značně přeháněnou důsledností a nedbá, že tím významně poškozuje ekologický stav toků. Dostatečně nerozlišuje místa či úseky, kde to je skutečně potřeba, a kde nikoliv.

Naproti tomu ekologicky orientovaná správa vodních toků je nakloněna přiměřené přítomnosti dřeva v korytech. Jeho **odstraňování připouští v místech či úsecích, kde představuje reálné riziko**. Jinde může naopak přistupovat k **doplnění říčního dřeva** do vodního toku pro posílení členitosti a úkrytové nabídky. Využívá možností fixovat říční dřevo proti odplavení, volí formáty říčního dřeva s malým rizikem odplavení (například kmeny delší než je šířka toku s kořeny a pahýly větví) a vyhledává pro instalaci struktur říčního dřeva vhodná, málo riziková místa.

Přírodě blízké instalace říčního dřeva by měly být jedním ze základních konstrukčních prvků revitalizačních staveb. Uplatní se též v podobě dílčích zlepšujících opatření v úsecích toků, které z nějakých důvodů trpí nedostatkem dřeva a na něj vázané členitosti. Mohou sloužit podpoře samovolných renaturačních procesů v úsecích, dříve degradovaných technickými úpravami.

Z hlediska říčního dřeva se vymezují tak zvané **nebezpečné úseky** vodních toků, jakými mohou být zejména:

- úseky v zastavěných územích
- dotyky a křížení s dopravními, energetickými a podobnými stavbami
- úseky, z nichž by mohla být dřevní hmota splavena do úseků a míst předcházejících typů se zřetelným rizikem nežádoucích omezení průtočnosti, vzniku nežádoucích bariér povodňového splávní apod.

V těchto úsecích nemusejí být přirozená přítomnost říčního dřeva a jeho doplnění z břehových a doprovodných porostů nebo záměrným vkládáním podporovány, případně jsou podporovány s větším zřetelem k omezení rizik. Nebezpečné úseky mohou být vymezeny v rámci vodohospodářské a hydromorfologické analýzy vodního toku. V potřebném rozsahu se v nich provádí odstraňování nebo fixace dřevní hmoty, která by se mohla stávat splávním, obvykle dle zavedených zvyklostí správy vodních toků. **Stabilizace dřeva proti odplavení** se může docílovat například propojováním struktur dřevní hmoty, kotvením jednotlivých prvků pomocí lan nebo fixací ke kůlům.

V zóně tzv. **aktivního managementu říčního dřeva**, v přechodu mezi bezpečnými a nebezpeč-

nými úseky, je vhodné používat měkké technologie, které výrazně snižují mobilitu dřeva, ale nezabraňují pohybu zcela, jako jsou přítěžovací vaky, přísypání kamenivem, lapače z živých dřevin a podobné. Jako zachycovače spláví se mohou uplatnit kotvené „česle“ z mrtvého dřeva v dřevokamenných revitalizačních strukturách. Hlavně na horských tocích s velmi dynamickým průtokovým režimem a dostatkem odplavitelného dřeva je možné opatřit vstup do nebezpečného úseku **hydrotechnickým lapačem dřevní hmoty**. Jde o velmi hrubé brlení z kolejnic nebo podobných prvků, zapuštěných do příčného betonového pásu ve dně koryta (podrobnosti návrhu tohoto hydrotechnického objektu nejsou předmětem publikace). Vhodnou přírodě blízkou úpravou koryta vodního toku lze také podpořit povodňové vybřežování do nezastavěné nivy, kde pak vlivem poklesu unášecích rychlostí bude část spláví neškodně vypadávat z proudu.

Opatření na podporu říčního dřeva

Základem je neodstraňovat dřevo, přirozeně přítomné ve vodním toku a v jeho zdrojových břehových a doprovodných porostech, respektive odstraňovat je jenom v nutném rozsahu. Obvykle nemá smysl bojovat například proti vzniku bariér spláví, které mohou způsobit vybřežení povodňových průtoků do lesních ploch nebo nezastavěných, běžně zemědělsky využívaných niv. Taková vybřežení naopak podporují tlumivé povodňové rozlivy příznivé z hlediska zastavěných území. (Jistěže nejde každý spadlý strom hydraulicky posuzovat. Přiměřeně zkušený správce toku dokáže rizikovost odhadnout.)

Vkládání dřeva do úseků, kde je v nedostatku, může mít rozmanité podoby a cíle. Vytváří **tvorovou členitost a určitá ekologická stanoviště** v korytě, ale také s určitými cíli **ovlivňuje proudění**. Hydraulicky působivé bývají zejména **výhonové struktury** ze svazků větví, kmenů, celých stromů nebo několika stromů, kotvených do břehů. Zvlňují proudění, vytvářejí úplavové tůně a tišiny, přiklánějí proud ke břehu, který má být v rámci posilování členitosti koryta vymílán, nebo naopak odklánějí proud od pasáže břehu, která má být z nějakého důvodu chráněna.

Některé možnosti aplikace říčního dřeva:

- **Výhony z otepí větví, zakládáné do zářezů v březích.** Nejspíše mírně šikmo poproudě se do břehů koryta vyhloubí zářezy, do kterých se pak vkládají a zeminou zasypávají otepi větších větví nebo mladých stromků. Zvláště vhodná je jarní aplikace živých vrbových větví. Zhruba třetina délky větví je kotvena do břehu, zbytek vytváří v korytě toku výhon. Obvyklá je aplikace jako u všech výhonů – střídavě v levém a pravém břehu, aby se proudění zrůžnilo (zvlnilo).
- **Výhony z celých stromů, nejlépe neodvětvených, kotvených do břehů.** Obvyklá je aplikace neodvětvených stromů korunami do vody. Pokud jsou však k dispozici stromy vytržené nebo vykopané ze země i s kořeny, může být výhodné strom důkladně zakotvit do břehu vrškem a do vody vysunout členitý kořenový systém.
- **„Stanové výhony“ z kmenů** – kmeny jsou kotveny do břehu v určité vzdálenosti od sebe, jejich koruny se setkávají a jsou svázané ve vodě.
- **Výhony z celých stromů, fixovaných proti odplavení ocelovým lanem.** Pokud se strom kácí přímo na místě, lano může být přivázáno k pařezu. Jinak je třeba vytvářet pro ně úchyty zatoulkáním kůlů. Uvazování lan na živé stromy není vhodné.
- **Podélné vložení neodvětveného stromu do nadměrně zahloubeného, napřímeného koryta,** za účelem jeho změkčení. Vhodné pro menší toky, zvláště lesní, upravené do podoby odvodňovacích kanálů. Možno přitížit balvany.

- **Zakopávání pařezů do břehů** nebo do dna koryta. Alespoň část kořenového systému pařezu by měla být ve vodě.
- **Zřizování napodobenin bobřích hrází;** postačují druhořadá, nahnilá tyčovina do 15 cm průměru a větve. Byly popsány případy, kdy se takovéto objekty zalíbily kolemjdoucím bobrům a ti se na oněch místech usadili. (Zde pozor na objekty, které by již mohly být nebezpečnými překážkami v korytě nebo by mohly nabývat charakteru vodních děl.)



Obr. 6.5 Strom instalovaný do revitalizačního koryta rakouské řeky Traisen primárně s cílem vytvořit úkryty pro vodní živočichy a posez pro ptáky. Dialektika přírody – na stromě nad vodou mohou vysedávat rybožraví ptáci, vespod se skrývá jejich kořist.

V mnoha situacích lze používat **živé vrbové dřevo, které následně zakoření** (mimo vrby jívy). Největší šance je na jaře, aplikované vrbové dřevo by mělo mít „nohy spolehlivě ve vodě a hlavu na slunci“.

Vkládání dřevní hmoty do vodních toků je u nás poměrně nová záležitost a pokusy o ně jsou poznamenány nedostatkem praktických zkušeností a často až nadměrným opatrnicktím. Pak se objevují technicky překombinovaná, drahá a málo účinná řešení. Jde například o konstrukce výhonů, založené na vázání srubovin a zatloukání kůlů, což jsou postupy, které hezky vypadají na metodických obrázcích, ale v praxi bývají nepřiměřeně pracné a někdy ne zcela účinné. Se dřevem by se mělo pracovat jednoduše, spontánně, vkládat je přímo do vody bez náročnějšího opracování, pokud možno celé stromy. Opatrnickví vede také často k tomu, že instalace říčního dřeva jsou co do objemu použité hmoty skromné. Instalované dřevo se rychle olamuje, slehává, odehnívá....a za tři roky si nad značně ometenou hromádkou větví nebo ze břehu trčícím osamoceným pahýlem říkáte, že tak skromná aplikace vlastně postrádá účinek.

V zastavěných územích má instalace dřevní hmoty, jistěže důkladně stabilizované proti uvolnění, také osvětový význam.



Obr. 6.6 Nekořená tížná instalace kmenů k rozčlenění koryta a vytvoření úkrytů.



Obr. 6.7 Pařezem potamologa neurazíš. Mohutný pařez, za účelem lokálního posílení členitosti svalený do revitalizačního koryta říčky Mindel nad bavorským Dirlewangem; 2009. Podle všeho je pařez tak mohutný, že se vodohospodáři neobávají, že by byl za velké vody někam odnesen nebo odvalen. O kus dál čeká na břehu další podobný kus, až si k němu voda odemele cestu. Vyvážet pařezy ze staveb na skládku není ani hospodárné, ani ekologické.

6.3 | Dílčí opatření ke zlepšení stavu vodních toků

Podpora a obnova dobrého stavu vodních toků, včetně přirozeného oživení, vyžaduje aktivní management, který spočívá v obohacování vodních toků o chybějící hrubou strukturní členitost i mikrohabitaty. Po věčné stránce **nejsou ostré hranice mezi prvky revitalizací, opatřeními na podporu renaturačních procesů a dílčími zlepšujícími vodohospodářskými opatřeními**. Sledují podobné cíle a používají podobné prostředky. Většina z dále uváděných příkladů představuje prvky revitalizačních staveb, jaké však mohou být používány i samostatně k dílčímu zlepšování stavu vodních toků.

Některá jednoduchá opatření, jako vsypávání šterku do koryt potoků, mohou probíhat jako „malé svépomocné revitalizace“ - v rámci prospěšné zájmové činnosti různých spolků, komunit nebo školní mládeže, hledající pocit užitečnosti i zábavu v práci pro přírodu. Jistěže tyto aktivity musejí probíhat v intencích platné právní úpravy a v dohodě se správcem vodního toku, případně s majiteli navazujících pozemků, které by mohly být nějak ovlivněny. Pokud jsou opatření prováděna v upravených korytech vodních toků, v nichž právně existují vodní díla, je třeba zvažovat,

zda nedojde k ovlivnění parametrů tohoto díla, které by vyžadovalo vodoprávní projednání.

Jak již bylo dostatečně popsáno, zásadní úlohu představuje **změlčování nadměrně zahloubených koryt nebo udržování koryt mělkými**. *Opakujeme: Mělkostí tu je třeba rozumět primárně malé zahloubení běžných poloh vodní hladiny proti okolnímu terénu*. Změlčování nadměrně zahloubeného koryta tedy probíhá zejména zvyšováním polohy hladiny (například vkládáním dnových kamenitých pasů), přičemž úroveň dna může být zvyšována jenom pomístně, nakolik je to potřeba právě k vyzdvižení hladiny, a mezi vyvýšenými místy pasážemi dna zůstanou hluboké tůně. Možné je i souvislé zvyšování úrovně dna, ale proti tomu hovoří jednak velká spotřeba zásypového materiálu (zasypávat příliš zahloubená koryta snadno odplavitelnými zeminami obvykle nebývá vhodné), jednak to, že by se ztrácel příznivý revitalizační efekt velkého množství vody, zadržovaného v korytě. Následné zanášení zavzduťovaných úseků splaveninami je přirozený jev, kterým se prosazuje přirozený podélný sklon koryta, případně údolnice.

Revitalizace vodních toků v nezastavěné krajině by měly ideálně produkovat koryta přirozeně mělká, přičemž **novotvorba přirozeně mělkého koryta představuje obvykle snazší úlohu oproti změlčování koryta hlubokého** - přináší okamžité a v případě správného provedení poměrně spolehlivé efekty.

Vzdouvání vody v korytech spádovými příčnými objekty typu prahů, přehrázek, stupňů nebo jezů není blízké přírodě a je spojeno s řadou jině popisovaných nepříznivých dopadů. Rámcově tedy není vhodné a žádoucí.

Přírodě blízká změlčení a zavzduťování by neměla omezovat migrační prostupnost vodního toku pro vodní živočichy a působit potamalizaci vodního toku (souvislé navázání vzduťovaných hladin tak, že z vodního toku vymizí proudné pasáže). V těchto výminkách ovšem přimhujujeme oči nad bobry, jejichž hráze sice mohou koryto poněkud uzavírat migraci a potamalizovat, ale jsou přirozeného původu a celkově přinášejí významný efekt renaturace koryta a ekologicky příznivého zamokření okolní nivy.

Při zavzdouvání koryt se uplatňují a kombinují vzduťování hydrostatické a hydrodynamické. **Hydrostatické vzduťování** je spojeno s přeléváním nebo přetékáním vody přes nějakou pevně nastavenou úroveň dna nebo přes hranu přelivného objektu. Typicky se projevuje na hranách jezů, stupňů a prahů, kteréžto objekty však v podmínkách ekologické správy vodních toků nejsou podporovány. Zde půjde například o zvyšování úrovně dna kamenitými pasy a různými přispávkami dna. **Hydrodynamické vzduťování** vzniká tím, jak tekoucí voda za cenu postupného ztrácení energie překonává odpor drsnosti koryta, cedí se štěrbinami mezi překážkami. Projevuje se jak v drsných tratích kamenných pasů, skluzů a ramp, tak vlivem různých jednotlivých přírodně blízkých překážek, vkládaných do koryta a vyvolávajících místní zúžení proudu – to je případ výhonů, skupin kamenů, různých struktur říčního dřeva. Hydrostatické vzduťování potřebuje těsnící přepážku s přelivnou hranou, pak může voda i stát. Hydrodynamické vzduťování funguje, když voda teče.

Přírodě blízká vzdouvací, stabilizační a rozčleňovací opatření by měla být stavebně jednoduchá, efektivní, spolehlivá a přizpůsobivá proměnlivému prostředí koryta. Neměla by narušovat migrační prostupnost vodního toku pro živočichy. Ze všech požadavků vycházejí jako nejlepší tvarově přizpůsobivá a materiálově přírodě blízká konstrukční provedení – zejména pohozové, záhozové, ve zvláštních případech rovnané konstrukce z kamenů a balvanů nebo přírodě blízké aplikace říčního dřeva.

Zvlnění uměle napřímených koryt lze podpořit různými opatřeními převážně iniciačního charak-

teru – pomohou nastartovat hydrodynamický proces zvlnění proudu v korytě a usměrnění jeho vymílací činnosti proti některým místům břehů, který jednou povede k obnově třeba i plné meandrace koryta. Typicky jde o různé **výhonové struktury**, pokud možno v kombinaci s odstranění břehového opevnění v protilehlých, nárazových, březích.

Pokud vodní tok vysloveně neoplývá dostatkem kameniva, **členící struktury dna by neměly být vytvářeny shrnováním přirozeného kameniva ze dna, protože to by pak scházelo v mezilehlých úsecích**. To může být problém rybářského tzv. hrázkování nebo jízkování.

Popisované zásahy do vodního toku by neměly být prováděny bez souhlasu správce toku, zásahy do vodních děl bez příslušného vodoprávního projednání.

K některým možným dílčím opatřením ke zlepšení stavu vodních toků:

Eko-reprofilace (načechrání dna) a modelace kynety

Když už dojde k nějakým technickým zásahům do vodních toků, pak pojezdem strojů trpí přirozená členitost dna a dochází k jeho zarovnání a ztuhnutí do tzv. antropogenní dnové dlažby. Ta představuje poměrně málo členitý, hladký povrch s malou úkrytovou kapacitou a rychlým prouděním vody. Uniformitu takto poškozeného dna lze narušit tzv. **eko-reprofilací**. Zásahem, jaký si ve zdravém říčním korytě nepřejeme. **Jedná se o načechrání (rozvolnění) ztuhnutého dna pomocí lžice bagru až do hloubky cca 0,5 m**. Provádí se ve směru od shora dolů po toku, aby do vzhledu uváděný jemný splaveninový materiál nebyl odnášen do již ošetřené trati. Nesmí dojít k narušení matečné horniny (skalního podloží).

Zásahem je vhodné podporovat členění dna v typický sled prohlubní (tůň) a kamenitých brodů, případně peřejí. Přínosem je tvorba mělkých příbřežních zón tzv. rybích školek. Problémem může být masivní usmrcování přítomné vodní bioty (mlži, korýši, mihule, ryby, ...). Nutno dbát, aby se kontaminovanou technikou do řešeného úseku toku nezanesl račí mor.



Obr. 6.8 Eko-reprofilací dochází k načechrání ztuhnutého materiálu, vytvoří se pestřejší dno a obnoví se kontakt živočichů s hyporeálem (podkorytím). Pokud se v rámci kompenzačních opatření přidají do toku další prvky jako tůně, pařezy, trdliště, plůtky apod., může být zasažený úsek dokonce ještě rozmanitější než před zásahem. (Foto M. Kubín)

Přírodě blízké místní rozvolnění koryta

Základní revitalizační metodu přírodě blízkého rozvolnění koryta lze použít i místně. Správci toku nebo obci se třeba podaří získat nějaký dílčí pozemek u vodního toku. Rozvolněním koryta do jeho plochy může vytvořit místní vodní biocentrum – slovo biocentrum je zde užito neformálně, nikoliv ve smyslu kategorie územního systému ekologické stability. Rozvolnění z větší přírodě blízkého vodního prostředí, může působit jako místní „povodňový zpomalovač“, v zastavěných územích a v jejich blízkosti přinese žádoucí lokální zvětšení povodňové průtočné kapacity.

Při rozvolňování nemusí docházet k větší kolizi s břehovými porosty. Osvědčuje se řešení, kdy **pro hodnotné dřeviny je v linii dosavadního břehu ponechán ostrůvek** a rozvolnění má vlastně charakter rozšíření koryta o krátké postranní rameno. I když se některé dřeviny s provedeným zásahem nesrovnají a uschnou, mohou po nějakou dobu obohacovat říční prostor jako suché ptačí stromy a potom jako mrtvé říčního dřeva. Ostrůvek ocení ptáci jako částečně chráněné stanoviště a hnízdiště.



Obr. 6.9 Učebnicové lokální rozvolnění řeky Wiesent na horním okraji bavorského Ebermannstadtu, 2012. Takový prvek sice není hydromorfologicky příliš autentický, nicméně říční prostor obohacuje.



Obr. 6.10 Přírodě blízké rozvolnění koryta nesplavného Mohanu u Wiesenu v Bavorsku jako ze zákona plynoucí ekologická kompenzace za výstavbu nové železnice napříč údolím. Hodnotnější stromy a keře z břehového porostu jsou zachovány na ostrůvcích v někdejší břehové linii. Pohled po realizaci v roce 2012.



Obr. 6.11 Tentýž pohled na rozvolněný Mohan v roce 2014.



Obr. 6.12 Nejskromnější formát přírodě blízkého rozvolnění koryta – nepravidelné tvary vytvářející odtěžení úživných zemín s ruderalní vegetací ze břehů technicky upraveného koryta (nejspíše kombinované s odstraněním technického opevnění ze dna). Takto může vypadat minimalistní revitalizace v úseku, kde není možné zasahovat mimo pozemky současného koryta. Zde dílčí úsek revitalizace Radotínského potoka pod Tachlovicemi; 2017; akce Povodí Vltavy, s.p., dotovaná v rámci OPŽP.

Vytvoření postranního klku koryta, zátoky

Rozvolnění koryta vnímáme jako opatření podélné, prováděné v určité délce koryta. Ekologicky velmi cenné však jsou i místní výběhy z koryta charakteru **klků či postranních zátok, které leží mimo hlavní proudění v korytě**. V relativním poklidu těchto míst se může řada vodních živočichů v rozmnožovat, vyvíjejí se v nich mladí jedinci četných druhů, živočichové v nich mohou nacházet ochranu před vyplavením za velké vody. Tyto objekty mohou být na disponibilních pozemcích **hloubeny jako nové říční tvary, mohou vznikat vyčištěním zaneseného zbytku starého ramene nebo rozšířením výústního úseku nějakého přítoku**.



Obr. 6.13 Řečiště střední a dolní Sázavy není půdorysně příliš členité. Významným místním obohacením říčního prostoru tedy byla postranní zátoka, vytvořená rozšířením přítoku drobného potoka. Součástí revitalizace nivy v lokalitě Votočnice, poblíž Sázavy nad Sázavou. Akce Českého svazu ochránců přírody Sázava, kolem roku 2007, dotováno v rámci Programu péče o krajinu. ČSOP získal do vlastnictví přilehlou nivní louku a vyhloubil v ní soustavu biotopních tůní.

Odstraňování bahna z koryta

Tak zvané pročišťování koryt je obecně spíš rizikem pro ekologický stav vodního toku a jeho oživení. Mnohdy ale může být **zanesení bahnem, případně kalem** významným aspektem poškození vodního toku a případné odstranění tohoto materiálu by mohlo být pro tok přínosem. V každém jednotlivém případě pak je třeba posuzovat souvislosti, zejména okolnosti, které k zabahnění vedly, charakter materiálů (organický opodíl, kontaminace rizikovými látkami,...) a současnou biotu vodního toku, která bude odbahňováním poškozena. Také vzhledem k nákladnosti provádění zásahů a zneškodňování vytěžených materiálů je třeba posuzovat vhodnost a efektivnost toho kterého zásahu.

Primárním důvodem zabahnění může být špatný stav povodí, s velkými erozními odnosy půd a jemných zemin hlavně ze zemědělských ploch. Tento problém se však odbahňováním koryta vodního toku nezlepší. Efekty nákladných a ekologicky rizikových odbahňovacích zásahů by mohly být jen výrazně krátkodobé. Na prvním místě by měla být opatření, zlepšující stav povodí, kdežto odbahňování představuje spíše doplňkovou možnost pro zvláštní dílčí situace.

Souvislé pokrytí dna koryta bahnem a ztrátu pasáží „lepších“ substrátů, štěrku a písků, mohla vyvolat technická úprava, která omezila členitost vodního toku, včetně členitosti hydraulické. Zmizela proudnější místa, brody, v nichž proudění samo bránilo ukládání jemnějších materiálů. V takových situacích by opatřením první volby mělo být **obnovení členitosti koryta**. To se může projevit obnovením proudnějších míst v korytě, pokud je k dispozici alespoň jakýsi spád. Tu se ale může aspoň dílčím způsobem odtěžování bahna uplatnit. Může být například prováděno nesouvisle a v dispozici koryta střídavě u jednoho a u druhého břehu – takto se ale již dostáváme k hloubení korytních tůní, jak je popisováno v následující části.

Zvláštní situace, kdy může být potřebné čištění koryta od usazenin, představují **havarijní úniky čistírenských nebo průmyslových kalů a větší úniky bahna z karbování nádrží nebo z jejich technologicky špatně zvládnutého odbahňování.** V těchto případech by ovšem měla správa toku i ve vlastním zájmu vyvíjet důrazný tlak na to, aby čištění koryta bezprostředně zajišťoval původce jeho zabahnění, resp. znečištění. Dle předpisů o odpadech zůstává černý Petr placení nákladů nejspíše tomu, kdo se sedimentem začne nějakým způsobem manipulovat. Zvláště pokud by byl sediment identifikován jako zvláštní či nebezpečný odpad, jeho zneškodnění bude velmi nákladné.

Současné právní předpisy náročným způsobem upravují nakládání s odpady (na sediment se od okamžiku „nabrání na lopatu“ právně nahlíží jako na odpad). Svévolné ukládání vytěžených materiálů v nivách koliduje s ochranou průtokových poměrů v nivách dle vodohospodářských předpisů a s ochranou niv jako významných krajinných prvků dle předpisů o ochraně přírody. Minulostí by tedy měly být jednoduché postupy čištění koryt, při nichž se těžené sedimenty rozhazovaly kamkoliv do okolí koryta. Případy, kdy by bylo odbahnění koryta vhodné, tyto podmínky nepříjemně komplikují, na druhou stranu by však měly bránit dříve častým excesům nevhodně prováděného pročišťování koryt.

Pokud má k odbahňování docházet, pak u každého vytěženého kubíku materiálu musí být zajištěno **zneškodnění souladné s předpisy**. Různá pravidla platí pro ukládání na zemědělskou půdu, na nezemědělské pozemky, na skládky, pro zapravování do kompostů. Kromě množství sedimentů musejí být sledovány a kontrolovány jejich vlastnosti, případně též kontaminace půd na

pozemcích uvažovaných k ukládání. Ukládání na cizí pozemky musí být ošetřeno smluvním souhlasem majitele. Oproti usazeninám z nádrží lze u sedimentů z koryt vodních toků očekávat větší obsah kamenitého skeletu, což aplikaci na zemědělské plochy nebo do kompostů nepodporuje.

Čistě technicky by nebylo obtížné zkonstruovat zařízení pro odsávání směsi usazenin a vody zejména z koryt menších vodních toků. Vzhledem k popisovaným podmínkám však prakticky nepřipadá v úvahu, že by těžená směs byla volně rozstříkována na povrch okolního terénu, což by bylo z provozního hlediska pohodlné řešení. Nutnost zneškodňovat směs řádnými způsoby zbavuje takový postup provozních výhod, respektive dostává jej do stejné pozice, jako odbahňování sacími bagry (viz část 7.4 Obnova starých říčních ramen).

Běžně tedy bude případné odbahňování koryt prováděno z koryta nebo ze břehu lžícovými bagry či rýpadly, materiál bud nakládán na vozy a odvážen mimo říční prostor. Bude třeba minimalizovat poškození břehů a břehových a doprovodných porostů.

Hloubení tůní ve dně koryta

Vytváření prohlubní ve dně koryta je velmi dobrým, jednoduchým a kupodivu stále nedoceňovaným opatřením k posílení členitosti a nabídky stanovišť bioty. Vyhlobení tůní může významně pozvednout stav hlavně menšího vodního toku, ze kterého dřívější technická úprava vyhnala stálou rybí obsádku. Tůně mohou vrátit tento tok do stavu běžně obyvatelného rybami.

Hloubení tůní může být efektivní hlavně v tocích s nepříliš dynamickým průtokovým a splaveninovým režimem – tam tolik nehrozí jejich rychlé zanesení. Nakolik však má význam i faktor času a z nějakých důvodů je potřeba dosáhnout okamžitého efektu rozčlenění koryta, byť s perspektivou brzkých následných změn, může se hloubení tůní uplatnit i v dynamičtějších tocích. Někdy může také vyhloubení tůní přispět k probuzení dosud utlumené dynamiky určitého úseku vodního toku.

Hloubení tůní ovšem nesmí přejít v nežádoucí souvislejší zahlubování koryta. Mezi tůněmi musejí zůstat pasáže dna o žádanou výškovou úroveň, které jsou přirozeně materiálově odolné vůči odplavení nebo stabilizované různými přírodě blízkými způsoby, napodobujícími přirozené brody, nejspíše kamenitými dnovými pasy. V hydromorfologicky vyspělých revitalizačních napodobeninách meandrujících nebo zvlněných koryt je správné hloubit tůně především **v jejich přirozeně vhodných polohách, tedy v obloucích trasy, při nárazových březích.** V přímých korytech se rovněž vytváří sled tůní a brodů, který bude v zásadě vytvářet dojem narovnaného meandrujícího koryta. Pokud budou tůně ve dně širšího koryta hloubeny střídavě při levém a při pravém břehu koryta, mohou rovněž vhodně podpořit diverzifikaci proudění. Při hloubení tůní by neměl být poškozován skalní podklad koryta. Pro posílení nabídky úkrytů lze i na dno některých tůní vkládat kameny, i když třeba budou brzy překryty jemnými splaveninami.

Pokud se tůně hloubí ve šterkovém dně koryta, je vhodné pokládat vytěžený materiál za cenný, hospodařit s ním a pokud možno jej dále využívat ku prospěchu vodního toku. (Pozor na přenos račího moru!) Pokud pro těžení sediment není bezprostřední využití v daném vodním toku, **není přípustné jej rozhazovat či hromadit kolem koryta nebo někde poblíž v nivě.** Jako i při údržbě vodních toků pročišťováním, platí zde zásada: „Pokud neumíš správně naložit s vytěženým sedimentem, do koryta vůbec nehrab!“

V řadě situací, zvláště v intravilánových korytech, tvar koryta prostě není a nebude morfologicky přirozený a také tůně budou do něj umísťovány pragmaticky, kam se hodí. To obvykle ze všech

zúčastněných nejlépe poznává přímo na místě šikovný bagrista. Zkušenost bohužel říká, že na intuici projektantů, pokud jde o vhodnou míru „ztůnění“ vodního toku, zatím nelze vždy spoléhat. Řada z nich se dosud nezbavila různých předsudků z dob technických úprav vodních toků - v tradičním technickém pojetí je tůň porucha v prizmatickém korytě - a s tůňmi bývají zbytečně opatrní. Lze prostě doporučit, aby tůň „bylo dost a byly dost hluboké“. Jedna skromná „jamka“ na vzdálenost padesátinásobku šířky koryta mnoho nepřinese. Zvláště v zastavěných územích je třeba při hloubení tůní dávat pozor na stabilitu nejen brodových úseků mezi tůňmi, ale také břehů, břehových zdí a dalších konstrukcí.

Jistěže nutno počítat s tím, že část tůní se nepodaří umístit hydromorfologicky, resp. hydraulicky vhodně a brzy budou zaneseny splaveninami. Občas lze vůči hloubení dnových tůní zaslechnout univerzální výhradu v tom smyslu, že „zhorší průtokové poměry“. Teoreticky by rozčlenění dna prohlubněmi mohlo v některých případech působit jako zvětšení drsnosti, vyvolat turbulence a poněkud zmenšit průtočnost, což by v intravilánových úsecích mohlo být vnímáno jako zhoršení. Není však pravděpodobné, že by uživatelé varovné floskulky o zhoršení průtokových poměrů uvažovali takto složitě. Tím zhoršením bývá spíše míněno to, že se tůně mohou zase rychle zanést. To se jistě může stát, ale pak jsme přinejhorším tam, kde jsme byli před hloubením. A ve většině běžných situacích se tůň, oproti výše popisované speciální situaci, beztak hydraulicky uplatní spíš jako místní zvětšení průtočné kapacity, byť nejspíš málo významné.

Tůně mohou být v korytě hloubeny záměrně jako **zachycovače splavenin**. Zachycování šterkových splavenin, jaké patří k základním ambicím technicky orientovaného hrazení bystřin, obvykle není součástí snah o zlepšení ekologického stavu vodního toku, ale i taková potřeba se může vyskytnout. Pak v některých situacích může být hloubení tůní morfologicky a ekologicky vhodnějším postupem, než zatarasování koryta splaveninovými přehrázkami. V našich vrchovinách a nížinách se ovšem mohou tůně spíše uplatnit při zachycování jemných splavenin erozního původu. Ochranné usazovací tůně lze hloubit před vstupem vodního toku do nádrže, pod nádrží, která má být odbahňována, nebo pod úsekem toku, v němž mají probíhat nějaké práce. Pokud by tůňový zachycovač kteréhokoliv z těchto typů měl být opakovaně čištěn, je třeba k němu zřídit příjezd pro techniku - stabilizovaný například zaválcovaným šterkem. Nejmenší škody na říční živěně způsobí čištění tůní v září a říjnu, rozhodně by se nemělo provádět na jaře po polovině března.

Tůň se jako „technologický prostor“ zapojuje do procesů dočišťování a samočištění, které si obvykle budeme přát podporovat. V silněji znečištěném vodním toku může být tato funkce tůní výrazná. Mohou se v ní usazovat jak složky primárního znečištění, tak produkty samočisticích procesů, a to v podobě kalu, který bude následně vyhnívat. Na rozdíl od řádně provozovaných usazovacích a dosazovacích nádrží v čistírně odpadních vod se mohou usazeniny z tůní opět snadno dostávat do pohybu. Nicméně výkon samočisticích, resp. dočišťovacích procesů určuje i doba setrvávání znečištění v prostředí, kde může docházet k jeho chemické a biologické degradaci, tedy i v tůních. Tůně užitečně „zapracují“ na destrukci organických složek znečištění, i když usazeniny budou po čase zase vyplaveny. Mohou se tedy vyskytnout situace, kdy **hloubení tůní ve dně koryta bude vhodným opatřením k podpoře samočištění a dočišťování vody**.



Obr. 6.14 Revitalizace potoka Ailsbach v bavorské obci Kirchahorn – Ahorntal, pohled v roce 2006, několik let po provedení stavby. V korytě poměrně malého potoka byl pro dosažení velké členitosti vyhlouben sled velkých a hlubokých hrncovitých tůní (revitalize metodou „jedna jáma vedle druhé“). Množství velkých pstruhů v tůních naznačovalo, že se díky nim oživení potoka mohlo dostat i nad úroveň přirozené valence. I kdyby se takových tůní vyhloubilo víc a byly větší a hlubší, než by odpovídalo přirozené morfologii koryta, proudění vody a ukládání splavenin nejspíš dokáže tuto odchylku bez obtíží korigovat – za předpokladu, že pasáže mezi tůněmi jsou dostatečně odolné, resp. zodolněné proti souvislému zahlubování dna.

Střídavé narušování technického opevnění upraveného koryta

Pokud je vodoprávně otevřena možnost postupné morfologické rehabilitace technicky upraveného koryta, zejména v případě staršího opevnění kamennou dlažbou na sucho, připadá v úvahu **nastartování redynamizace vodního toku dílčími narušeními opevnění**. Střídavě zleva a zprava se vybourávají dílčí úseky opevnění. Uvolněné kamenivo se může s výhodou ponechat ve dně v podobě brodových pasů. Jednotlivá narušená místa by neměla být od sebe vzdálena více než několik jednotek šířky koryta, aby jejich rozložení odpovídalo postupně obnovovanému přirozenému zvlnění trasy daného vodního toku. Pokud bylo opevněné i dno koryta, lze je rovněž narušovat, nejlépe tak, aby narušená místa dna a uložení uvolněného kameniva napodobovaly přirozený sled tůní a brodů, a tak se co nejvíce posilovala hydraulická členitost koryta.

Četné velmi málo sklonité úseky drobných vodních toků byly v minulosti v rámci technických úprav opevněny dlažbami a podobnými konstrukcemi ani ne tak kvůli stabilitě, jako kvůli snadnému pročišťování – aby dlažba „vedla lžíci bagru“. (Z toho, že by bagr při pročišťování hrábl hlouběji a vytvořil ve dně koryta něco na způsob tůně, panovala předsudečná obava, neboť v technických úpravách koryt byla jakákoliv nepravidelnost podezřelá a nežádoucí.) V takových úsecích lze, bráno z věcného hlediska, technické opevnění nejen narušit, ale třeba i zcela od-

stranit. Něco jiného jsou úseky koryt, kde opevnění skutečně plní funkci ochrany před vymílacími účinky vody. Pokud by tam bylo narušeno nebo odstraněno bez náhrady a bez současné změny celkové geometrie koryta, mohlo by následovat nežádoucí vymílání a zahlubování. Pak je třeba technické opevnění nahrazovat přírodě bližším, jako dnovými pohozy a záhozy a kamenitými pasy. Pokud staré opevnění bylo staršího původu a tvořila je kamenná dlažba, lze její materiál dál použít. Úspora nákladů tu může být důvodem k jistému ústupku v nárocích na přírodní autentičnost kameniva.



Obr. 6.15 Narušování opevnění břehu, které bylo v minulosti provedeno příliš pravidelným kamenným záhozem. Podpora samostatné renaturace Moravy u Štěpánova, akce Povodí Moravy, s.p., 2018 – 2019; dotováno v rámci OPŽP.

Dosypávání štěrku a kamenů do koryta, pohozy dna

Pomáhá obnovovat přirozený, detailně členitý aktivní povrch dna koryta. Ozdravuje splaveninový režim, koryto mírně změlčuje a posiluje jeho stabilitu, může alespoň přechodně obnovovat ekologicky cenné pasáže dna, které se uplatní jako rybí trdliště. Dosypávání lépe či aktivněji využije vodní tok, který disponuje aspoň příležitostně jistou proudností, je schopen s materiálem dál pracovat a pasáže hrubšího materiálu v jeho dně se aspoň zčásti či po nějakou dobu udrží, nepohřbeny nánosem jemných usazenin.

Dosypávání je činností, kterou se mohou bavit i dobrovolníci. Pak se nejspíš provádí, lidově řečeno, jak to jde, jak se sežene materiál, jak se ke korytu dostane bagr a vůz s nákladem nebo kolik se sežene pracovníků s kolečkou a lopatami. Hlavně u výrazně neproudících toků mohou být věcné efekty skromné či krátkodobé, ale na druhou stranu se takovou činností moc nepokazí a lidem se dává užitečný pocit, že udělali něco dobrého pro vodní tok....což má výchovný význam.

Pro toto jednoduché opatření je třeba mít dostatek vhodného kameniva – zde se potvrzuje **potřeba uvážlivého hospodaření s kvalitními říčními štěrky**, které by neměly končit v nějakých banálních stavebních zásypech nebo dokonce na skládkách. Nutno však dávat pozor, aby do úseků toků s možným výskytem domácích druhů raků nebyl navážen materiál z prostoru, v němž se mohli vyskytovat raci invazní – přenašeči račího moru. Takový materiál je třeba před použitím ponechat minimálně několik týdnů „odstát“.

Střídavé nasypávání hromad štěrku a kamene ke břehům koryta

Mírně sofistikovanější metoda pozvolného zlepšování ekologického stavu zejména menších kanalizovaných vodních toků, spojující rozvlňování a změlčování koryta a obnovování štěrkokamenitých pasáží dna, které mohou některé druhy ryb vyhledávat jako trdliště. Tento postup se zrodil v písčitých přímořských rovinách severozápadní Evropy. Po kanalizačních úpravách se tam z koryt potoků vytratila přechodová místa mezi oblouky, kde proudění udržovalo štěrkové pasáže dna, a dna potoků souvisle pokryl písek. Ztráta štěrkových trdlišť z nich vyhnala populace severomořských pstruhů. V dnešní době je v těchto oblastech opětovné nasypávání štěrku a kamene do kanalizovaných koryt oblíbeným „občanským ekotělocvikem“ rybářských a ochrannářských spolků, škol, stmelujících se pracovních kolektivů a jiných zájmových skupin, které přijímají partnerství nad potoky a snaží se je od ekologicky degradovaného stavu posunout zpátky k přírodě. V německém prostředí jsou poměrně rozšířeny patronáty občanských skupin, společenských organizací nebo škol nad potoky – Bachpatenschaften.



Obr. 6.16 Štěrkové dno koryta s čistou vodou – vysoký ekologický standard. (Podvodní foto M. Kubín)



Obr. 6.17 Nadšenci v rámci občanského patronátu nad říčkou rozhrabují štěrky, vsypávané do koryta za účelem podpory strukturální členitosti a rybích trdlišť. (Foto L. Tent, Wedel, severozápadní Německo.)



Obr. 6.18 Zlepšování stavu kanalizovaného koryta menšího vodního toku v severozápadním Německu střídavým vsypáváním hromad štěrku. (Foto L. Tent, Wedel)



Obr. 6.19 Posilování členitosti a změlčování koryta druhdy technicky upraveného vodního toku střídavým vsypáváním hromad štěrku. Bude na vodním proudu, aby štěrkové kopce postupně rozvlekl po korytě. (Foto L. Tent, Wedel)

Pasy z kameniva ve dně koryta

Tyto jednoduché objekty jsou podrobně popisovány v části 5.4 „Návrh přírodě blízkého koryta z hlediska stability“ jako základní konstrukční prvky revitalizačních koryt. Mohou ovšem být použity jednotlivě nebo ve sledech i ke zlepšování stávajících koryt - k mírnému změlčení koryta, ke stabilizaci dna a k jeho rozčlenění na tůně a brody. Kde je vhodné vychýlit proudění ze směru osy koryta, případně rozvlnit proudění a následně celé koryto, mohou být pasy kladeny šikmo k ose koryta, naklonené k jedné straně nebo zkrácené, čímž přecházejí ve výhony.

Hlavně v korytech drobných toků s mírným podélným sklonem by se ze změlčování a stabilizování tímto způsobem neměla dělat žádná věda. Prostě se do koryta s přiměřeným inženýrským a zejména pak bagristickým citem pomístně, hlavně do brodových přechodů mezi oblouky trasy, nasype kamení. Z něj se pak lížící bagru vytvaruje a uhtní těleso co nejvíce připomínající přirozený brod.



Obr. 6.20 Sled dnových pasů z kameniva ve funkci základních stabilizačních a členících prvků dokončované revitalizace Říčanky v Praze pod Litožnickými rybníky (stavba hl. města Prahy, 2019). Brodová místa, vytvořená pasy, zde udržují příznivě vysokou polohu hladiny vody v korytě. Celá plocha nivy je ve vlastnictví města a určena k plnění funkcí říčního pásu. Zamokření nivy a časné rozlivy povodňových průtoků budou vnímány jako významné pozitivum.

Rovnané balvanové pasy ve dně koryta

Pasy z balvanů, dostatečně doplněných kamenivem menších velikostí, v různých podobách a kombinacích, lze použít při výstavbě revitalizačních koryt zejména divočicích a přímých typů vodních toků, ale také ke zlepšování stávajících koryt těchto typů, jakož i koryt nuceně přímých zejména v intravilánech. Blíže popisováno v části 4.4.



Obr. 6.21 Řeka Mangfall v Bavorsku – balvanový pas lomený proti proudu („spojka“ – soustřeďuje proudění do středu koryta a tam podporuje vznik tůně), doplněný podélnou stabilizací břehu.



Obr. 6.22 Dnový pas z balvanů v korytě říčky Mindel v Bavorsku, 2009. Objekt zamezuje nežádoucímu zahlubování koryta a mírně je změlčuje, resp. zavzdouvá.



Obr. 6.23 Stabilizační rampa v korytě bavorské řeky Mangfall, 2008. V rámci částečné revitalizace byl někdejší spádový stupeň přestavěn v dnovou rampu, jejíž základ tvoří mřížovina balvanových pasů. Horní pas je přisazen k zachované přelivné hraně starého stupně. To je sice úsporné řešení, ale nese riziko, že po případném sklesnutí balvanitých pasů se obnoví nežádoucí přepad vody přes tuhou konstrukci někdejšího stupně. (Místní spády, resp. rychlosti proudění, patrné na obrázku, by mohly být problémem pro méně zdatné ryby, ale zde se jedná o pstruhovou vodu.)

Kmen nebo kmeny stromů napříč korytem

K samovolnému změlčení příliš hlubokého koryta dojde nejspíš tím, že přes něj padne strom a dá vzniknout skrumáži spláví. Tradiční vodní stavitelství napodobovalo tento jev budováním stupňů, jaké však pro přírodě blízké vodní stavitelství nejsou vhodné.

Mimo úseky toků nebezpečné z hlediska říčního dřeva lze doporučit jednodušší napodobení přírody – bez pracnějšího kotvení nebo jenom s jednostranným kotvením do jednoduchého zářezu v břehu **klást napříč nebo šikmo do koryta kmeny nebo celé neodvětvené stromy**. Případně lze celé stromy cíleně kácet tak, aby rovnou padly do vhodných pozic v korytě. Nepravidelné přepadání a podtékání vodou nemusí být na závadu; prostupy se dílem ucpou splávím a splaveninami, dílem budou dál otevřené jako cesty pro vodní živočichy. Nekotvené nebo jen částečně kotvené kmeny mohou postupně dál sklesávat do koryta. Pro tento účel lze využít starých, hnilobných kmenů, které aspoň rychleji „zarostou“ do koryta. Kmeny lze dosypávat, resp. obsypávat netříděným kamenivem.



Obr. 6.24 Kmeny napříč korytem přirozeně padlé – snadno napodobitelný přírodní mechanismus změlčování.

Do koryta vložené kameny, balvany a pařezy

Tyto prvky působí lokální dynamické vzduť, mění směry a rychlosti proudění. Mezi kameny či pařezy a v jejich úplavech vznikají cenná stanoviště říční bioty. Právě z hlediska vytváření úkrytů a stanovišť **jsou vhodnější skupiny kamenů a balvanů, než jednotlivé kusy.**

Pařezy se mohou nejlépe instalovat do břehových čar, prakticky do pozic, v jakých by rostly přirozeně. Takto budou zakopány do země na úrovni hladiny vody do hloubky 1/3 své výšky, mohou být zajišťovány balvany nebo kůly. Pokud jsou takto na vhodném místě umístěny živé pařezy, pak zejména ty vrbové mohou opakovaně zakořenit a znovu obrůst. Pokud se podaří



Obr. 6.25 Řádek balvanů, vložený do dna říčky. Regulované koryto v zastavěném území má přírodě blízké dno, ale celkově je tvarově ochuzené. Řada balvanů, položená šikmo napříč korytem, vytváří úkryty pro vodní živočichy a rozčleňuje proudění. V úplavu za balvany se vytvářejí malé tůně. Jednoduchá, laciná a účinná instalace. Jen by jich mohlo být víc a hustěji.

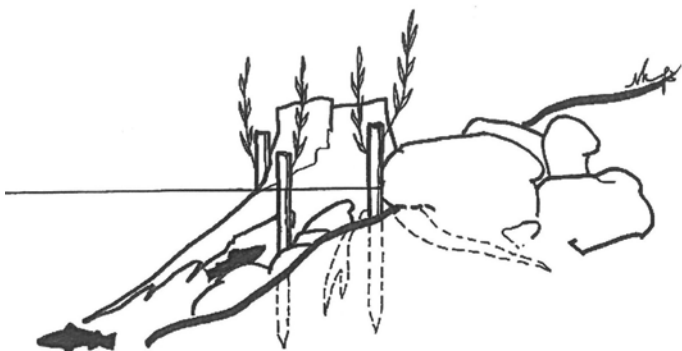
pro stavbu získat pařezy se zvláště dobře vyvinutými kořenovými systémy, lze je zapouštět do jam, vyhloubených do břehu, v polohách odpovídajících padlému stromu, s kořáním do vody.



Obr. 6.26 Kamenná agregace ve vodním toku vytváří efektivní úkryty pro ryby a zároveň vytváří proudový stín, ve kterém sedimentuje drobný štěrk a písek. Ten poskytuje nové životní prostředí pro různé živočichy nebo jej na podzim mohou využít pstruzi ke tření. (Foto M. Kubín)



Obr. 6.27 Dílčí hydromorfologická opatření v korytě řeky Isar pod bavorským Mnichovem, kolem roku 2012. V popředí koryto poskládané balvanů, jejichž struktura se blíží dnové rampě. V pozadí členící kopice kamenů a balvanů, určené k postupnému rozebrání vodním proudem.



Obr. 6.28 Dobře vyvinutý pařez, uložený do břehové linie a fixovaný kůly a balvany. Zejména živý vrbový pařez je schopen zakořenit a obrůst. (Kresba F. Šulgan)



Obr. 6.29 Pařez s plochým kořenovým systémem, fixovaný ke dnu třemi kůly. Úkrytový prostor pod kořeny je pro ryby zajímavý, pařez může působit lokální dynamické vzdutí. Tento prvek se může osvědčovat tam, kde je snadné zarážet do dna kůly, jinak by nejspíš byl nepřiměřeně pracný.



Obr. 6.30 Neplánovaný „dávkač pařezů“ na břehu revitalizované řeky Wertach na kraji bavorského Augsburgu, kolem roku 2008. Navážka pařezů měla původně bránit vstupu vřetečných lidí na nestabilní vyvýšený břeh, původně vymodelovaný jako hnízdní svah pro ledňáčky. Lidi tam stejně chodí, ale postupně „přikrmování“ řečiště pařezy, jak se svah vymílá, je přínosné.



Obř. 6.31 Pařezový ostrůvek (vpravo) jako prvek revitalizace potoka Schmutter u Druisheimu v Bavorsku, 2011. Platit za uložení pařezů na skládce je zbytečné, když je lze takto nabídnout přírodě k dalšímu využití. V levé části snímku stromový kmen, zapuštěný do břehu.

Neodvětvený strom, podélně vložený do lesního odvodňovacího kanálu

Míní se „ucpávání“ menších lesních potoků, v minulosti v rámci lesnického odvodňování nevhodně proměněných v hluboké, geometrizované kanály. Zatím v takových situacích, například při revitalizacích odvodněných horských rašeliništ, panují obavy z nestability prostých zemních zasypávek kanálů a obvykle se budují soustavy trámových nebo srubových přehrážek, které však jsou jednak velmi pracné, jednak přírodě vzdálené. Je čas překonat předsudečnou obavu z odplavování stromů a prověřit podstatně jednodušší typ opatření. V místech, kde je žádoucí výrazné změlnění toku a zamokření okolního terénu, lze do koryta kanálu podélně vložit (nebo přičiněním zručného dřevorubce rovnou složit) a vpěchovat neodvětvený strom, případně několik stromů, a následně doplnit a zatížit kameny či balvany. Pokud je možné použitelný strom vytrhnout ze země i s kořeny, lze jej s výhodou uplatnit i takto. V této pozici je neodvětvený smrk dost stabilní. V korytě vznikne částečně průcezný „špunt“, který bude dál zachycovat splávi a splaveniny a uplatní se jako „překážka v průtočnosti“ – zde v tom nejlepším hydromorfologickém a hydroekologickém smyslu. Je ovšem pravděpodobné, že takováto bariéra se poměrně brzy slehne, takže nebude působit tak silný vodohospodářský úlek, a koryto si zachová jakousi odtokovou funkci.

Výhony z kamenů, balvanů nebo dřeva, pařezové úkryty

Výhony již byly zmiňovány jako součást revitalizačních staveb, mohou se však uplatnit i samostatně jednotlivě nebo ve skupinách. Funkci výhonů mohou zastávat také dnové pasy z balvanů, které jsou střídavě naklopeny k levé a k pravé straně koryta. Detailním umístěním do koryta a razancí ovlivnění proudění se určuje, zda ten který výhon nebo skupina výhonů budou sloužit jenom mírné diverzifikaci proudění, odklonění proudu od určité pasáže břehu, která má být chráněna, nebo naopak přiklonění ke břehu, jehož vymíláním má být zahájena redynamizace koryta.

Nejrazantnější výhonové aplikace mohou vyvolat silné vymílání břehu a vznik výrazné nádrže, což se může dobře uplatnit v situaci, kdy je potřeba výrazně rozvolnit koryto do šířky a ozdravit jeho splaveninový režim, poškozený staršími hrzenářskými úpravami nebo vlivem výše ležící protékané nádrže. Nastavení takového vývoje musí umožňovat držba pozemků na vymílaném břehu.



Obr. 6.32 Soustava balvanových výhonů, vyběhající do koryta střídavě z pravého a levého břehu, stabilizuje a zároveň rozčleňuje řečiště podhorské řeky Mangfall v Bavorsku; kolem r. 2010. Soustava vytváří vzdutí převážně hydrodynamického charakteru.



Obr. 6.33 Výhony z balvanů a kamenů rozčleňující revitalizované koryto Blanice ve Vlašimi, 2014. Jejich hydraulické účinky zesílí za větších průtoků.

Jako výhony ze dřeva zde spíše doporučujeme jednoduché, přírodě blízké a robustní aplikace neodvětvených stromů, zapouštěných do zařezů v březích, než nějaké pracné a přírodě vzdálené srubové konstrukce, jaké se příležitostně objevují v hrazenářské i starší revitalizační literatuře.



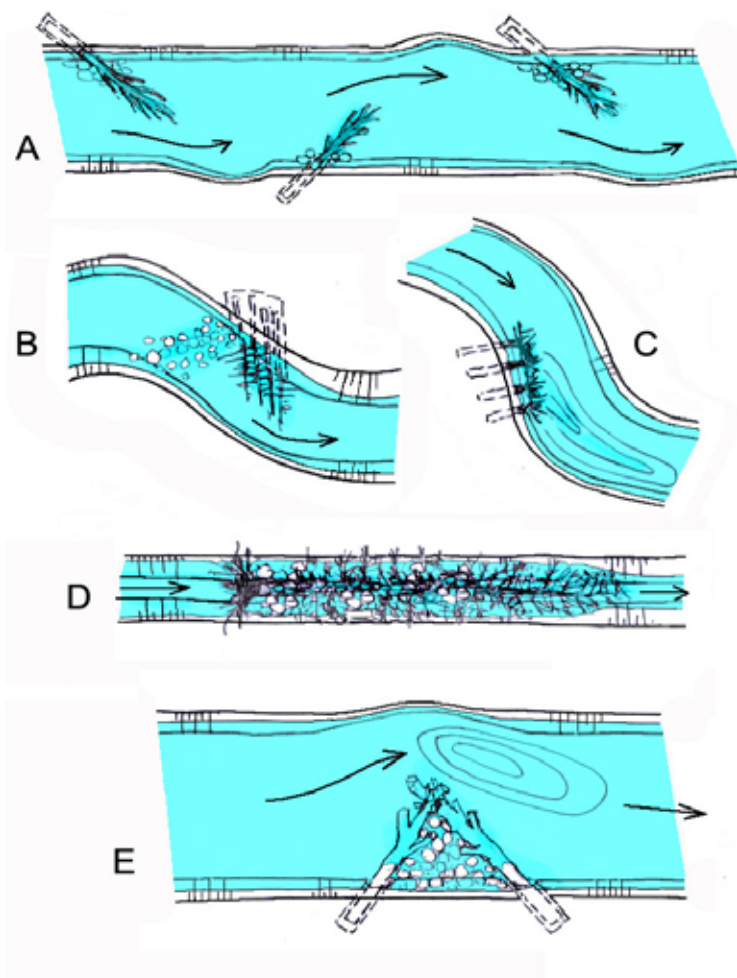
Obr. 6.34 Intravilánová přírodě blízká úprava Vöckly ve Vöcklabrucku v Rakousku, 2007: V tomto místě bylo technické opevnění nárazového břehu nahrazeno přírodě bližší rovnalinou z velkých kamenů s několika odřazecími výhony.



Obr. 6.35 Protipovodňová úprava Blanice ve Vlašimi, 2014: Posílení tvarové a hydraulické členitosti a stanovištní nabídky pro říční biotu přímého intravilánového úseku koryta, běžně zavzdučeného jezem, bylo dosaženo pragmatickou, ne právě přírodě blízkou sestavou střídavých výhonů. Zde neobvyklý pohled v době, kdy byla hladina vody snížena otevřením proplachovací propusti níže ležícího jezu – vypadá to nepřirozeně, ale po zaplavení vodou to funguje.



Obr. 6.36 Bližší pohled na úsek Blanice ve Vlašimi z předcházejícího snímku, za svěžího jarního průtoku, běžně vzdutého níže ležícím jezem. Patrný je vliv výhonů na diverzifikaci proudění.



Obr. 6.37 Některá možná schémata instalace stromů jako říčního dřeva:

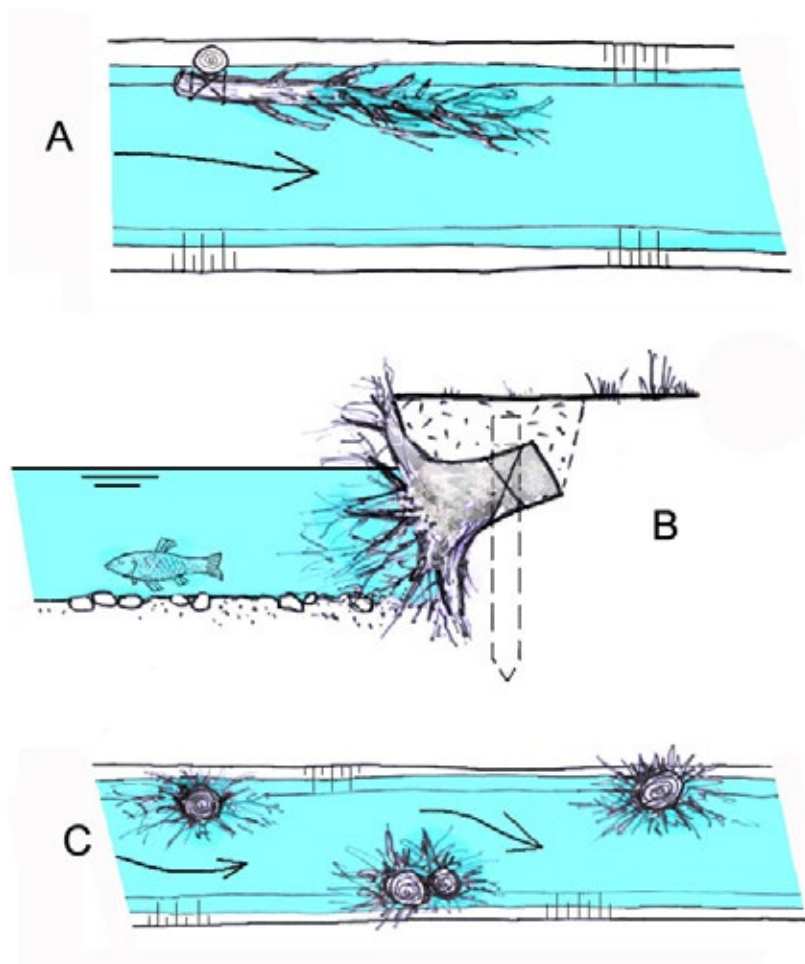
A - běžná sestava šikmých výhonů z kotvených stromů

B - úkrytová a výhonová struktura z neodvětvených smrkových vršků

C - úkrytová a výhonová struktura ze spodků stromů s kořeny

D - celý neodvětvený smrk, vložený podélně do odvodňovacího kanálu, jehož funkce má být omezena, dosypaný kamenivem

E - „stanový“ výhon ze dvou jen hrubě odvětvených kmenů, zakopaných do břehu a v křížení svázaných lanem.



Obr. 6.38 Další možnosti instalace říčního dřeva:

A - neodvětvený strom, přivázaný lanem k pařezu

B - pařez s kořeny, vestavěný do břehu

C - pařezy s kořeny, usazené střídavě ke břehům koryta (lze fixovat kůly, což ale může být nepřiměřeně pracné).



Obr. 6.39 Intravilánová revitalizace řeky Vöckla ve Vöcklabrucku, Rakousko, 2007: Ke břehu ocelovým lanem kotvený „ohon“ ze svázané tyčoviny a větví. Vytváří úkryty pro ryby, podporuje vznik úplavových tůní, rozčleňuje proud (aspoň když řekou něco teče). Trvanlivost nejspíš do první větší vody.



Obr. 6.40 Z postupného vylepšování revitalizace řeky Iller v JZ Bavorsku, kolem roku 2010: Ke břehu byly naskládány celé neodvětvené smrky a zatíženy balvany. Přírodě blízká stabilizace břehu, která zároveň rozšiřuje nabídku stanovišť pro vodní faunu.



Obr. 6.41 Revitalizace řeky Traisen v Rakousku, provedena 2016, pohled v roce 2017: Hydrotechnicky opovážlivá instalace stromových výhonů do revitalizačního koryta řeky nad silničním mostem. Stromy jsou kotveny ocelovými lany ke kolíkům, zaraženým v břehu. Výhony v této pozici odklánění proud od břehu nad mostem, který má být chráněn, vytvářejí stanoviště pro vodní faunu a podporují vznik úplavových tůní.



Obr. 6.42 Sestava kmenů, umístěná do nárazového břehu revitalizačního koryta Traisen, který má být chráněn. Současně dobré stanoviště vodní živěny.

Umíme napodobit bobří hráz?

Bobří jsou schopni velmi efektivně zahrazovat koryta. Jakkoliv mohou někde vzniknout problémy s tím, že je zavzduto něco, co mělo zůstat suché, bobří hráze a jimi působené vzdutí obvykle vnímáme jako žádoucí příspěvek k členitosti vodního toku, k jeho schopnosti akumulovat vodu, k zamokření nivních ploch. Zavzdouvání vlivem bobřích hrází nepochybně patří k užitečným procesům samovolné renaturace nepřírodně hlubokých technicky upravených koryt, a to i přes jisté omezování migrační prostupnosti toků pro vodní živočichy.

Někde by se bobří hráz vysloveně hodila ke změlčení příliš hlubokého koryta, ovšem bobří nepřicházejí. Pak na menším potoce není technicky náročné jejich dílo napodobit. Existují zahraniční zdroje, podle nichž se dokonce podařilo napodobeninou hráze nejen zrevitalizovat potok, ale nakonec také bobry do určitého místa přivábit (Pollock a kol., 2014).

Lze to zkusit s hromadou větvoví i starých klacků orientačně do 10 cm tloušťky; sami bobří mají být schopni manipulovat s kulatinou asi do 15 cm průměru. Oproti důvěrně známým hrázím, jaké jsme na potocích stavěli jako děti, převezmeme od bobrů poněkud rafinovanější konstrukční schéma. Hlodavec od počátku výstavby kombinuje dřeva kladená do koryta napříč a nadél, přičemž dřeva kladená podél osy koryta, dlouhá běžně až kolem dvou metrů, konstrukci zezdola, tedy proti vodě podpírají. Takto vzniká stavba, která sice není zavázaná do břehů, ale vůči tlaku vody a často i vůči povodňovým průtokům je dost odolná. Pro dosažení těsnosti bobří průběžně prokládají konstrukci bahnem a rozmanitým vegetačním materiálem – to si lze při napodobovacích pokusech alespoň pro začátek odpustit.

Nutno dodat, že vliv napodobenin bobřích hrází na průtokové poměry by nemusel být vždy vnímán jako pozitivní. Pokusy tohoto druhu by neměly být prováděny v povodňově nebezpečných úsecích potoka a bez souhlasu správce vodního toku, používat lze jen legálně získané dřevo.



Obr. 6.43 Rané stadium výstavby bobří hráze, kde je dobře vidět staticky příhodné stavební schéma kombinace dřev kladených příčně a podélně vzhledem k vodnímu toku. Revitalizační koryto Loděnického potoka u Nenačovic, 2019.

Střídavé nebo jednostranné vyžínání vegetace nebo strhávání drnové vrstvy

Tato opatření se uplatňují v oblastech, kde je zvykem pravidelně čistit odvodňovací kanály, jako v intenzivně obhospodařovaných plochých terénech severozápadní Evropy. Kde se dříve souvisle čistily oba břehy kanálu, poleví se v úsilí a nadále se seká jenom střídavě, kus vlevo, kus vpravo. Postupně se tak zvlňuje proudění a posléze koryto. Délky dílčích sečených a nesečených úseků by neměly činit víc než několik šířek koryta, jak odpovídá přirozené tendenci koryta k zákrutovitosti. Jde o umírněné opatření, přinášející efekty v horizontu více let. Případně se může čištění koryta omezit na jeden břeh – třeba i podle toho, který majitel je méně přístupný ekologizačním opatřením. Kde nehrozí škoda na přírodních vegetačních formacích a břehy jsou naopak pokryty úživnými zeminami se sklonem k ruderalizaci, lze přitvrdit pomístným strháváním drnu.

Střídavé vysazování dřevin do břehových linií

Jak je konstatováno i jinde, **v přírodě blízkých břehových porostech jsou nejdůležitější dřeviny, které rostou přímo v břehové linii.** Podílejí se na stabilizaci a současně členitosti koryta, jejich kořenové pletence tvoří ničím nenahraditelná stanoviště říční živěny. Jedním z možných způsobů podpory velmi pozvolného detailního zvlňování koryta a rozčleňování jeho břehů je vysazování takových dřevin střídavě do levého a pravého břehu. Nejspíše připadají v úvahu olše a vrby, nejvhodnější pro bezprostřední soužití s vodní hladinou.

Do břehových linií je také možné zapouštět živé vrbové kůly – pokud je dřevo živé a čerstvé, práce se provádějí na jaře a vrby budou mít dostatek vody zdola a slunce shora. Hlavy kůlů nesmějí být rozbité, aby dřevo příliš nevysychalo a poškozeními do něj nevstupovaly infekce. Proto také raději hovoříme o zapouštění kůlů, než o zatloukání.

Hrázkování

Tyto činnosti, příležitostně prováděné například rybářskými organizacemi, se snaží vytvářet hlubší místa v jinak plochem, mělkém korytě. Mimo jiné i na podporu přežívání ryb za sucha.

Stavění tuhých vzdouvacích překážek z prken, kulatin atp., vytvářejících soustředěné přepady vody, je pracné, vnáší do vodního toku cizorodé prvky, uměle narušuje migrační prostupnost a přirozenou spádnost toku. Jde tedy o činnost spíše rušivou, naštěstí obvykle s málo trvanlivými výsledky.

Hrázkování „na dětský způsob“ znamená shrnování kamenitého materiálu dna koryta vlastně do podoby zde všeobecně velebených kamenitých dnových pasů. **Ovšem shrnutý materiál, jím nabízený aktivní povrch a skrýše pro živočichy zase mohou scházet v mezilehlých úsecích.** (V korytech, přirozeně bohatých na hrubé splaveniny, bývá zbytečné posilovat členitost nějakým hrázkováním.) Lze tedy vyslovit doporučení: **„Chceš-li hrázkovat a v korytě není přebytek přirozeného kameniva, přivez si kamení“.** To kamení by jistě druhem a zrněním nemělo být příliš vzdálené přirozenému materiálu koryta a nemělo by hrozit, že se jím do vodního toku, obývaného nebo obyvatelného našimi druhy raků, zanese račí mor.

Vytváření úkrytových kapes v březích

Přínosem mohou být jednoduché, přírodě blízké úkryty z větších plochých kamenů, po stranách podložených běžnými kameny...pokud jsou velké placáky k dispozici. V některých dobře míněných příručkách se objevují různé příbřežní „lavičky“ z prken a kůlů. O přínosnosti takových prvků lze pochybovat – jsou dost pracné vzhledem k malé účinnosti a trvanlivosti, v korytě jsou cizorodé a brzy se proměňují v nevzhledné trosky. Kdo jde do koryta ať už bos, nebo v holinkách, prkno s hřebíky nebude vnímat příznivě.

Umělá hnízdiště v březích a umělé hnízdní stěny (hnízdiště z trubek apod.)

Přírodě vzdálená, nejspíše nepřiměřeně nákladná a složkami bioty ne zcela spolehlivě oceňovaná opatření. Umělé nory, zhotovené z drenážních či podobných trubek, poslouží zřejmě nanejvýš jednorázově a pak čekají, až spadnou do koryta coby cizorodý odpad. Ptáci břehových dutin mají údajně sklon k vybíravosti - než by obsazovali stabilní hnízdní trubku, kterou před nimi již někdo zabydlel a znečistil, **raději hloubí nové nory v zeminách živých břehů.**

Ptáci se svojí podivnou zálibou v postupně přirozeně ustupujících březích liší od tradičně založených hydrotechniků. Ti naopak živé břehy chovají v hluboké nedůvěře a dali by přednost pevné stabilní konstrukci umělé hnízdní stěny. Názorový rozpor ovšem způsobuje, že umělá hnízdní stěna může vyznít jako objekt se strmě nepříznivým poměrem nákladů a efektů.

Přirozené hnízdní svahy

Nárazové břehy „vyseknuté“ lžící bagru ve sklonu, jaký dovolí přirozená únosnost místních zemin, trvale aktivované dalším vymíláním koryta a drolením povrchu, jsou obvykle dost efektivní, břehovými ptáky běžně vyhledávané. Hlavně v intravilánových revitalizacích je ale třeba pro ta-

kovou modelaci svahů vybírat místa, kam se snadno nedostanou lidé, kteří by mohli z vysokého břehu spadnout. Představa přirozeného hnízdniho svahu shora opatřeného zábradlím je stále ještě poněkud nepatřičná.

Umělé hnízdni stěny v této publikaci nedoporučujeme, neboť nedisponujeme pozitivními zkušenostmi s jejich aplikacemi podél vodních toků.



Obr. 6.44 Hnízdni svah, vymodelovaný v revitalizačním korytě Rokytky u pražských Hrdlořez. Akce Města Prahy, 2014. V popředí instalace říčního dřeva.

Trdliště pro pstruhy

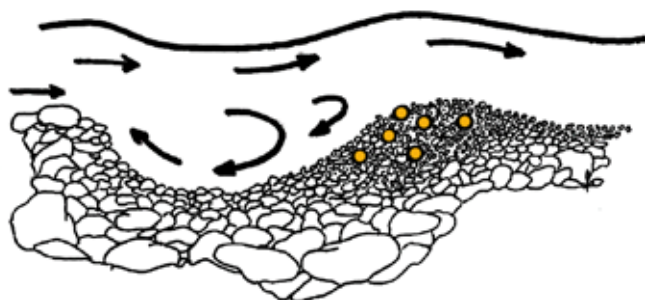
Trdliště jsou místa vhodná pro vytírání ryb. Pstruzi se vytírají ve štěrkových trdlištích. Ta se v přírodních tocích, členitých a bohatých na štěrkový substrát, přirozeně vyskytují obvykle na krajích brodových pasáží, kde na sebe navazují mělčí místa s rychlejším prouděním a hrubším materiálem dna a místa hlubší s prouděním o něco pomalejším s materiálem jemnějším. Jistěže tvary trdlišť a jejich detailní lokalizace jsou v živém vodním toku proměnlivé. O přirozená trdliště vodní toky přicházely jednak omezováním hydraulické členitosti, jednak úbytkem štěrkových materiálů v důsledku narušení splaveninového režimu. Obnova trdlišť může jít dvěma směry, které se budou podle potřeby doplňovat.

V korytech, která i po technických úpravách mají dostatek přirozeného štěrkového materiálu, je **třeba primárně obnovovat hydraulickou členitost, díky níž se mohou vhodná trdliště již sama vytvářet**. V zásadě je třeba do koryta vkládat prvky, vytvářející lokální zúžení a zrychlení proudu. Účinkem zrychleného proudu jsou odnášeny jemné sedimenty a vzniká, resp. udržuje se hlubší místo. Po jeho obvodu, se zmenšující se rychlostí proudění, z proudu vypadávající splaveninový materiál vytváří jakýsi obvodový val. V tomto prostoru budou rybí jikry proplachovány čistou proudící vodou a naleznou spočinutí na zrnitostně vhodných dílčích plochách dna. K zúžení proudu

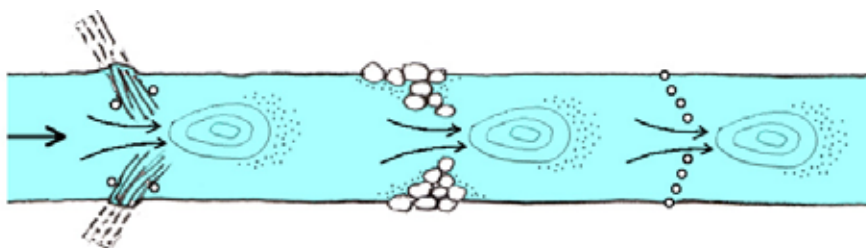
je možné do koryta vkládat balvany či lépe skupiny balvanů (štěrbiny mezi balvany vytvářejí další stanoviště pro biotu) nebo rozmanité struktury říčního dřeva. Z kamenů, balvanů a říčního dřeva lze vytvářet různé struktury jednostranných nebo oboustranných výhonů, které rovněž proud vhodně koncentrují.

Pokud vodní tok v důsledku narušení splaveninového režimu trpí nedostatkem šterku, je třeba vedle vytváření hydraulické členitosti **šterk do koryta doplňovat**. Konstrukce naváženého, resp. nasypávaného trdliště se vytváří ručně (stavební kolečka, kbelíky, hrábě) nebo za pomoci bagru a nákladního automobilu. Pro vytvoření trdliště se může použít sediment získaný remodelací daného vodního toku nebo materiál dovezený z jiného toku (pozor na račí mor!) nebo ze šterkovny. K tvorbě trdliště jsou vhodné dvě velikostní frakce sedimentů: kameny a balvany (70-250 mm) – podklad (podložka) trdliště a šterk (10-70 mm) – trdliště. Trdliště se vytváří rozprostíráním šterkového materiálu po dně koryta počínaje okrajovými pasážemi brodu, s přesahem do navazujících tůň. Rozměry trdliště se odvíjí od velikosti vodního toku. Mocnost vrstvy sedimentů trdliště by se měla pohybovat od 0,1 do 0,4 m, hloubka vodního sloupce nad trdlištěm by se měla pohybovat od 0,1 do 0,6 m. Takto nasypané trdliště je možné doplňovat výše popisovanými prvky, členícími proudění. Trdliště lze v korytě čas od času obnovovat, resp. osvěžovat, zejména pomocí hrábí vykarbovat usazující se jemnější materiál.

Poblíž trdliště by měly **být i rybí školky**. Jedná se o mělká místa s kameny a balvany kolem břehů sloužící jako úkryt pro mladé jedince pstruhů. Rybí školky by měly být dále obohaceny o větve vrby, olše nebo smrku. Větve je vhodné ukotvit do břehu, nebo je stačí zatížit balvany.



Obr. 6.45 Schéma trdliště pro pstruhy. Trdliště má dvě části. V hlubší části (vlevo) dochází ke zpomalování proudu, zatímco v mělké části se ukládá drobnější šterk, který slouží jako třecí materiál pro pstruhy. (Kresba F. Šulgan)



Obr. 6.46 Různé pokusy o podporu obnovy trdliště zúženími, vkládanými do monotónního, přímého koryta menšího vodního toku. Zúžení zrychluje proudění, pod objektem vzniká ve dně tůň, za tůň val vyplaveného materiálu. (V pravé části obrázku se jedná o zatlučené kůly.)



Obr. 6.47 Jemný substrát proudnější části trdliště. Trdliště musí být umístěno v proudném úseku koryta z důvodu prokysličení a vymývání jemných sedimentů (foto M. Kubín).

Haťový válec

V pozici buď členícího výhonu, nebo podélné stabilizace paty ohroženého břehu se může použít **haťový válec kotvený ke dnu kůly**. Použije-li se živý vrbový materiál, může válec na místě uložení zakořenit a obrůst.

Stavební postup: V místě žádoucího uložení válce se v korytě provede bagrem nebo krumpáčem výkop rýhy, následuje rozhrnutí výkopku. Manuálně se vytvoří válec z vrbového klestu, který se pro zpevnění převáže drátem. Podle potřeby je možné jádro klestu vyplnit kulatinou nebo kameny. Haťový válec se umístí z poloviny pod vodní hladinu do výkopku a stabilizuje se do kříže dřevěnými kůly. Kůly jsou zatlučeny nejméně 20 cm hluboko do dna toku. Vzdálenost mezi jednotlivými kůly je cca 50 cm.



Obr. 6.48 Příčný řez haťovým válcem, zde v podélné pozici v patě břehu, který má být dočasně chráněn před vymíláním. Válec je vložen do rýhy, vyhloubené podél břehu. Je dále stabilizován zatlučenými kůly, balvany a zbylou hlinou z výkopku (kresba: F. Šulgan).

Význam: Zvýšení diverzity dna a břehů, zvýšení biodiverzity a úkrytové kapacity pro živočichy, ochrana břehů před boční erozí.



Obr. 6.49 Hloubení rýhy pro uložení haťového válce podél břehu koryta. Válec vytvoří přírodě blízkou stabilizaci břehu a zároveň stanoviště a úkryty pro vodní živěnu (foto M. Kubín).

Rybí školky

Ve vhodných místech koryta vodního toku, nejspíše v povodňově bezpečných úsecích, lze při břehu umístit skrumáže větví a menších stromů, fixované kůly, lany nebo jejich kombinací. Jde o vytvoření průtočných a pro vodní faunu prostupných stanovištních a úkrytových struktur, zvláště vhodných pro ochranu juvenilních jedinců ryb. Je vhodné kombinovat s trdlišti pro ryby, instalací pařezů a kmenovými výhony.

Stavební postup: Vhodným materiálem je břehový porost v blízkosti vodních toků (např. vrba, olše). Vhodný strom v bezprostřední blízkosti vodního toku o obvodu kmene do 50 cm se u báze uřeže celý nebo se provede jen poloviční řez. Strom se shodí ve směru toku a přimkne se k jeho břehu. Následuje stabilizace kmene pomocí dřevěných kůlů, ocelového lana nebo jejich kombinace. Vhodným obdobím pro tento managementový zásah jsou měsíce říjen až březen.

7

MOKŘADY A JINÉ VODNÍ
PRVKY V ŘÍČNÍM PROSTORU

7 | MOKŘADY A JINÉ VODNÍ PRVKY V ŘÍČNÍM PROSTORU

V různých prostředích a souvislostech může být pojem mokřad vnímán různě. Při zlepšování stavu říčního prostoru v naší krajině vystačíme s jednoduchým účelovým vymezením, které je dostatečně volné na to, aby pokrylo široký rozsah „mokrých“ krajinných prvků. **Za mokřad v nivě pokládáme plochu běžně natolik zavodněnou, že hladina vody ve většině jejího rozsahu vystupuje k úrovni terénu a dostatečně velkou na to, aby se v ní vyvinulo svébytné mokřadní společenstvo.** V ploše mokřadu se může alespoň místy vystavovat otevřená hladina. Důležitým mokřadem však je také přirozeně zamokřená nivní louka.

Terénní prohlubeň vyplněná vodou se označuje jako tůň (odlišme od tůní ve dně koryta vodního toku). Mokřad je obvykle vnímán jako útvar plošně rozsáhlejší oproti jednotlivým tůním, nabízející rozmanitější kompozici vodních hladin a ploch různého stupně zamokření. Nemá ovšem smysl hledat nějaké přesné, zejména administrativní rozhraní mezi pojmy tůň a mokřad. Skupina tůní může vytvářet kompozici, označovanou jako mokřad. Pokud bude jako mokřad označena jedna tůň, ale větší a tvarově členitější, také se nic nestane.

Technické úpravy vodních toků a výstavba odvodňovacích zařízení, probíhající průmyslově od konce 19. století do nedávné minulosti, znamenaly mimo jiné systematickou a velmi rozsáhlou likvidaci různých forem zamokření území, zánik mokřadních společenstev a v důsledku degradaci půd jejich mineralizací. Tyto zásahy byly vedeny především snahou získat zemědělsky využitelné plochy, nicméně ve výsledku zničily zamokření v podstatně větších rozsazích území, zejména pak niv, než jaké pak skutečně mohly být efektivně využívány. Poškození akumulace mělké podzemní vody a zánik mokřadních ekosystémů znamenaly jednu z podstatných ekologických a vodohospodářských katastrof naší krajiny. Oslabení akumulace vody v zeminovém prostředí povodí a zejména niv se následně promítá i do stavu vodních toků tím, že za sucha chybí mělká podzemní voda pro doplňování průtoků v korytech.

Obnova zamokření říčních území, resp. niv náleží k důležitým revitalizačním úlohám současnosti. Různé projekty „výstavby mokřadů“ jsou nepochybně zajímavé a většinou hodné podpory, avšak na prvním místě by mělo být **odstraňování faktorů zbytečného odvodňování říčního prostoru...** jakož i vší krajiny vůkol.

Obnova zamokření terénu má zásadní přednost z hlediska ekologického – obvykle vyvolává **velmi rychlý rozvoj mokřadního společenstva, blízkého přírodě.** Obnova porostních formací suchých povrchů, jaké by bylo lze pokládat za dosti blízké přírodě, může trvat dlouhá desetiletí, zatímco obnova hodnotného funkčního mokřadního společenstva může být otázkou několika sezón.

Pracovně je v této publikaci v rámci problematiky mokřadů pojednávána také obnova starých říčních ramen – část 7.4, která by však také mohla být pokládána za bližší tématu revitalizací koryt vodních toků.

Zemina – obecný pojem pro nepevněnou horninu, představující zpravidla svrchní pokryv zpevněných hornin, tedy skalního podkladu. Jemnozrnnými zeminami jsou jíly a hlíny, hrubozrnnými písky, štěrky, valouny a balvany.

Hlína – zemina o velikosti částic 0,002 až 0,06 mm; hrubší než jíl, jemnější než písek.

Půda – nejsvrchnější materiál zemského povrchu, vznikající půdotvorným procesem, s významným podílem organických složek, běžně prostoupený vodou, vzduchem a organismy. (Technicky náleží půdy k zeminám, svým vznikem, vlastnostmi a funkcemi však představují zcela svébytný jev.)

7.1 | Obnova, podpora a ochrana přirozeného zamokření niv – eliminace vlivu hlubokých koryt vodních toků a odvodňovacích zařízení

Základním typem nivního mokřadu je úplně obyčejná, přirozeně zamokřená nivní louka. K obnovení tohoto typu mokřadu obvykle postačuje **eliminovat vlivy, způsobující odvodnění příslušné plochy – nepřirozené zahloubení koryta vodního toku a navazující technické odvodnění nivy.** Nelze jedním dechem říct, že by taková opatření byla jednoduchá a laciná. Při správném provádění však lze očekávat příznivý poměr nákladů a efektů.

Omezování nadměrného zahloubení technicky upravených koryt je předmětem **revitalizačních opatření**, popisovaných v kapitole 4.

Eliminace plošných odvodňovacích zařízení, drenážních soustav, je komplikována tím, že tato zařízení obvykle obsluhují nejen říční prostor, ale také rozsáhlé plochy mimo něj, kde bývá potřebné jejich funkčnost zachovat. (Zde pomineme otázky účelnosti plošných odvodnění jako takových, které ovšem v rámci diskuse o vodním režimu krajiny nemohou být opomenuty.) Funkčnost odvodňovacích zařízení je při revitalizacích niv nutno zachovávat v rozsahu, jaký v tom kterém případě plyne z aktuálních vodoprávních a majetkových podmínek. Odvodňovací zařízení, jehož výše ležící části musejí v těchto podmínkách zůstat funkční, **může být přerušeno a otevřeno na okraji nivního území a drenážní voda vyvedena na jeho povrch**, který se tak může stávat mokřadem. Odvodňovací zařízení lze také vyústit do vhodně vyhloubených tůň.

Vztahy mezi revitalizací vodního toku a odvodňovacími zařízeními byly blíže popisovány v části 4.7.

Pokud má být eliminováno celé odvodňovací zařízení, nejspíše budou dominantní **hlavníky otevřeny a revitalizovány do podoby přírodě blízkých vlasečnicových toků.** Ostatní drenáže budou plošně zneškoděny vhodným způsobem, nejspíše sledem příčných překopů.

Revitalizace vodního toku a eliminace odvodňovacích zařízení, která dosud byla vodním dílem, předpokládá příslušné vodoprávní projednání. Podle podmínek konkrétních situací je třeba posuzovat, zda obnova zamokření vyvolá potřebu vynětí dotčených ploch ze zemědělského půdního fondu – tyto plochy mohou zůstat součástí ZPF v režimu extenzivních luk.

Úkolem revitalizací není udržovat nebo dokonce obnovovat odvodňovací zařízení, která nejsou vodoprávně doložena jako vodní díla, nikdo se k nim nehlásí a nepožaduje udržení jejich funkčnosti. K takovým zařízením by mělo být přístupováno s tím, že úkolem revitalizací je obnovení přirozeného vodního režimu krajiny...což obecně předpokládá **stav krajiny bez umělých odvodňovacích zařízení**.

Jakousi perspektivu, kterou však nelze přeceňovat, mohou mít transformace stávajících odvodňovacích soustav v **soustavy regulovaného odvodnění**. Taková opatření se mohou uplatnit zejména v nepříliš sklonitých terénech, a tam omezit negativní dopady odvodňování půdních a zeminových horizontů. U většiny stávajících drenážních soustav, starých řadu desítek let, by však sotva postačovalo osadit do šachet prvky pro regulaci odtoku, nýbrž by byla nutná podstatnější – a výrazně nákladnější – rekonstrukce. Funkčnost soustav regulovaného odvodnění by vyžadovala náročnou techniku sledování a dálkového ovládání. Případné zřizování a následné provozování regulačních drenáží je ovšem záležitostí jejich provozovatelů, tedy majitelů, resp. uživatelů zemědělských ploch. Nelze předpokládat, že by šlo o běžnou součást krajinářských a vodohospodářských opatření ke zlepšování stavu vodních toků a niv, včetně revitalizací.



Obr. 7.1 Základním typem mokřadu je u nás „obyčejná“ zamokřená nivní louka, neodvodňovaná drenážemi a nadměrně hlubokým technicky upraveným korytem vodního toku a nepokažená pokusy o intenzivní zemědělské postupy.



Obr. 7.2 Revitalizace Lukovského potoka v zátopě suché povodňové nádrže Žichlínek se kolem roku 2008 ponejprv příliš nepovedla. Z nejasných důvodů bylo koryto uděláno velmi hluboké - tak je zachyceno i v popředí snímku. Vylepšení se posléze ujali bobři. Snímek z roku 2018 ukazuje v pozadí jejich mohutnou hráz, která potok přepažila a zavzdula. Nad hrází se voda potoka rozlila do nivy, a tak vznikly rozlehlé mokřiny. Ty v zátopové ploše povodňové nádrže ničemu nevadí. Naopak, tak mělo být běžné zavodnění dna suché nádrže nastaveno hned při výstavbě.

7.2 | Vytváření mokřadů hloubením

Zde dochází na výše zmiňovaný model výstavby mokřadu hloubením terénu po, respektive pod úroveň běžných poloh hladiny mělké podzemní vody. Budovatel takového mokřadu musí především:

- disponovat příslušnými pozemky v plochém terénu a právem změnit jejich užitkový charakter (nejspíše včetně vynětí ze ZPF)
- mít vyřešeno, jak naloží s vytěženými půdami, resp. zeminami
- být schopen přesvědčit o tom, že vytvořením mokřadu touto cestou nebude zničeno nic přírodně hodnotného a naopak bude dosaženo významného zlepšení ekologického stavu území, které vyváží mimo jiné i ztrátu vodohospodářských funkcí, vázaných na odtěžované zeminy.

Základem návrhu mokřadu musí být odborné přírodovědecké a hydrogeologické, resp. hydrope-dologické posouzení návrhu.

Díličím přínosem hloubení mokřadů je vytváření jakési přídavné povodňové retenční kapacity v nivě. Tedy pokud bude hladina vody v mokřadu běžně zaklesnutá proti okolnímu terénu. Běžně by ale nemělo být snahou vytvářet mokřady, v nichž by byly hladiny výrazněji zaklesnuté, retenční kapacity tedy obvykle nebudou velké. Přinejmenším však budou bezpečnější, než retenční kapacity získávané výstavbou hrázovaných objektů, jelikož hloubený mokřad se obvykle nemůže protrhnout.

Hloubení mokřadu, stejně jako hloubení tůň, by v důsledku nemělo podporovat odvodňování území. To by mohlo nastávat, pokud by byly mokřady nebo tůň opatřeny zahloubeným odtokem vody, který by udržoval hladiny níže oproti přirozeným úrovním hladiny mělké podzemní vody v území.

Nutnost těžit zeminy a nějak s nimi nakládat činí z hloubení mokřadů činnost poměrně náročnou a nákladnou. Pokud mokřad není hlouben v prostoru, který je katastrován jako vodní plocha (například plocha fyzicky zaniklého, ale vodoprávně dosud existujícího rybníka), těžená zemina alespoň nebude z právního hlediska pokládána za sediment, tedy po vytěžení za odpad, a podmínky jejího následného využívání nejsou tak svázané předpisy.

Vyvážení zemin z prostoru nivy je nákladné a může být technicky obtížné. Naproti tomu **většinou nebude ani žádoucí, ani přípustné umístit vytěžené zeminy v ploše nivy.** Mohlo by to znamenat jednak znehodnocení přírodně cenných půdních a vegetačních povrchů, jednak zhoršení povodňových průtočných poměrů v nivě. (Lysák, F., Ochrana přírody 1/2020: „**Snad jakákoliv mokřadní vegetace je cennější než ruderál, který vznikne na deponii výkopku,**“) Z právního hlediska nutno počítat s kolizí ukládání jakýchkoliv výkopků s podmínkami ochrany nivy jako významného krajinného prvku. Obvykle je tedy nutné po věcné, právní a finanční stránce **zajistit vyvážení vytěženého materiálu mimo ekologicky a vodohospodářsky významnou nivu a jeho využití v souladu s platnými předpisy.**

Jednodušší situace může nastat v plochém zemědělském terénu, který je ekologicky degradovaný, z hlediska povodňových rozlivů je zjevně nezajímavý a možná ani není nivou, nako-lik třeba blízké odvodňovací kanály ani nemusejí být, právně vzato, vodními toky. V takových podmínkách může navršení těžené zeminy do hromad v okolí mokřadu a přírodě blízké ozelenění těchto hro-

mad vyzní jako krajinářsky přijatelné zhodnocení prostoru. Jistěže z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu, v kterémžto aspektu musí být záměr rovněž řešen, nemusí být na vršení hromad nahlíženo jednoznačně příznivě.

Tvarování mokřadu

Podle místních prostorových podmínek může být mokřad hlouben stranou vodního toku, nebo může být tokem protékán. **Postranní mokřad** je méně vystaven zanášení splaveninami vodního toku, voda v něm bude klidná a prohřátá a obtížněji se do něj dostanou ryby, schopné různými způsoby poškozovat ekosystém. **Průtočná koncepce** zase může být v řadě situací vhodnější z hlediska prostorového využití nivy. Je však třeba dát pozor na možné negativní ovlivnění vodního toku v úseku pod mokřadem (prohřátí vody, úbytek kyslíku v toku s populací vranek apod.) Zde je opět poměrně zásadní odborné přírodovědecké posouzení lokality.

Ekologické hodnotě mokřadu prospěje, pokud bude dispozičně i hloubkově členitý, s využitím místního terénu. Žádoucí je nabídka různých hloubek vodního sloupce v pasážích s otevřenou hladinou a různé míry zamokření zeminových povrchů. V dispoziční členitosti se dobře uplatní rozmanité zálivy a ostrůvky. Vyvýšeniny s hornadami kamení ocení plazi. Pro některé živočichy může být velmi zajímavé silně chráněné prostředí tůně uprostřed ostrůvku (atol). Na některý ostrůvek nebo na břeh mokřadu je možné složit dřevo, které bylo vytěženo při otvírání prostoru. Oficiálně se tomu může říkat „broukoviště“, i když takovou hromadu ocení i mnozí jiní živočichové. Při hloubení může být vysloveně přínosné „odbyt“ dokončovací práce a zanechat všelijak otřepané břehové linie, v terénu vyjeté koleje po technice a tak podobně. To vše posiluje detailní členitost prostoru.

Mokřad by měl být celkově koncipován tak, aby hladina vody byla běžně co nejméně zaklesnutá proti okolnímu terénu a navazující plochy nebyly zbytečně odvodňovány. **Nejlepší bývá mokřad přirozeně zaplněný vodou až po okraj.**

Plnění mokřadu vodou

Jednoduchá situace nastává, pokud hloubený **mokřad, ležící mimo koryto vodního toku, dostatečně zásobuje mělká podzemní voda z okolního zeminového prostředí.** Pak obvykle nebude potřeba zvlášť řešit ani odtok vody. Z ekologického hlediska není na závadu ani přirozené kolísání hladin v mokřadu, případně jeho vysychání v suchých částech roku. Periodické či občasné vysychání může být vhodnou prevencí výskytu invazních druhů ryb, nelegálnímu zarybňování apod.

Zavodnění mokřadu, vyhloubeného po straně vodního toku, však také lze podpořit či pojistit **zavedením vhodně nastaveného přítoku z toku.** Samozřejmostí je zachovávaní dostatečného průtoku ve vodním toku. Napájecí koryto by v takovém případě mělo být přírodě blízké. Z vodního toku bude takové koryto odbočovat v **rozdělovacím objektu**, který vyžaduje jistou úroveň technického provedení, zajišťující trvale spolehlivé dělení průtoku, případně i možnost regulace. Tento objekt by však neměl narušovat migrační prostupnost vodního toku pro živočichy. Nevhodná tedy jsou přehrazení toku stupni nebo regulačními objekty s dlužemi, hradidly nebo stavidly. Vodní tok by měl zůstat volně prostupný, potřebné nevelké místní soustředění spádů může vytvářet dnový kamenitý pas, regulační hrazení lze osazovat jenom do odbočení do napájecího koryta mokřadu. (Podobně by měla být řešena také „ekologicky nezávadná“ napájení postranních vodních nádrží.)

Při napájení odběrem vody z koryta toku bude obtížné ochránit mokřad před vstupem ryb. Hydraulicky přijatelně husté česle (brlení) nezamezí například vstupu invazní ryby střevličky východní do mokřadu.

Do mokřadu také může být zaveden běžný průtok z drobného postranního přítoku nebo z přerušovaných odvodňovacích zařízení.

Odtékání vody z mokřadu

Opět nejjednodušší a nejspíš **nejlepší situace nastává, pokud odtok z mokřadu není řešen žádným odtokovým objektem nebo korytem** a voda, která nestačí v mokřadu přirozeně infiltrovat, se neškodně přelévá po okolním terénu. Ten je pak rovněž ekologicky příhodně zamokřen, okolní území není nevhodně odvodňováno.

Odtoková koryta a objekty totiž vždy znamenají riziko zbytečného odvádění vody a nevhodného snižování hladiny vody v mokřadu a návazně i v okolním území. Špatně provedená odtoková koryta se také mohou dál samovolně zahlubovat, ať už běžně nebo za povodní, což by mohlo vést až ke znehodnocení celého mokřadu.

Pokud z nějakých důvodů nelze nechat vodu z mokřadu volně odcházet po povrchu terénu, nezbyvá než její průtok soustředit, stabilizovat a případně nějak regulovat. **Odtokový objekt** by měl být stabilní a odolný proti poškození a proti nežádoucímu nadměrnému vypuštění vody z mokřadu. Pokud není třeba odtok regulovat, obvykle vyhovuje prostý dnový pas, resp. sedlo s rovnaného kameniva. **Regulaci odtoku lze zajistit například požerákem.** Pak je ovšem lepší, když konstrukce požeráku fyzicky umožňuje snižovat hladinu vody vyhrázováním dluží jenom ve stanoveném rozsahu poloh hladin, nikoliv v celé výšce vodního sloupce. Tedy když je požerák v dolní části uzavřený. Tak se předejde nejhorším scénářům svévolných manipulací s úplným vypuštěním vody z mokřadu. Pokud by ovšem spádové poměry umožňovaly mokřad zcela vypouštět a bylo by to shledáno užitečným například pro eliminaci nevhodného zarybnění, požerák bude otevřen a dlužovými drážkami opatřen v celé výšce, jako u běžného rybníka. Zejména v takovém případě by měl být požerák opatřen uzamykatelným poklopem proti neoprávněné manipulaci.

Odtokové koryto by mělo být přírodě blízké, ale dostatečně odolné, resp. stabilizované proti následnému samovolnému zahlubování.

Velmi dobrým a rozsáhlým hloubeným mokřadem se může po vhodném ošetření stát **stará jáma po těžbě hlín, písků nebo štěrků.**



Obr. 7.3 Hloubení mokřadu v nivě Mohanu poblíž Ebingu; Bavorsko, cca 2008. Nejprve byla celá plocha vytěžena, štěrk z hlubších vrstev byl využit jinde jako cenný materiál, následně jsou ze skrývkových zemin modelovány šíje a ostrůvky.



Obr. 7.4 Hloubení mokřadu v nivě Košáteckého potoka na Mělnicku, akce soukromého investora, 2012, dotováno v rámci OPŽP. Investor budoval o několik kilometrů níže dva rybníky a pro jejich napájení vodou obnovoval někdejší mlýnský náhon. V nivním prostoru mezi náhonem a korytem potoka nechal vyhloubit rozsáhlý a členitý biotopní mokřad.



Obr. 7.5 Hloubení mokřadu v nivě Košáteckého potoka. Méně odtěžená plocha v popředí se stane ostrovem, vyhledávaným vodním ptactvem.



Obr. 7.6 Právě dokončený mokřad v nivě Košáteckého potoka. Na obnovovaném mlýnském náhonu - v popředí - byl zřízen technicky pojednaný odběrný objekt pro regulované napájení mokřadu vodou. Kolem mokřadu jsou postaveny oplocenky na ochranu výsadeb dřevin.



Obr. 7.7 Mokřad v nivě Košáteckého potoka po dokončení, 2012.



Obr. 7.8 Pohled na mokřad v nivě Košáteckého potoka v roce 2018. Do blízkého potoka přetéká voda z mokřadu průlehem jen velmi mírně sníženým proti okolnímu terénu. Povrch průlehu byl opevněn kamenným pohozem, následně vtlačeným do země.



Obr. 7.9 Tůň Josefov v nivě Mlynařice pod Milovicemi, 1. etapa; akce města Milovic, dotováno v rámci OPŽP; 2014. Členitou soustavu hloubených tůní lze pokládat za mokřad. Území bylo na okraji někdejšího vojenského prostoru, neslo různé staré zátěže a bylo postiženo invazí javoru jasanolistého.



Obr. 7.10 Momentka z Tůní Josefov u Milovic v roce 2019. (Foto P. Královcová)



Obr. 7.11 Hloubená soustava tůní a mokřadů v nivě řeky Rodach u Redwitz, Bavorsko, 2003. Soustava je dotována z horní vody jezu na řece Rodach.



Obr. 7.12 Jiný pohled na soustavu u Redwitz v roce 2006.



Obr. 7.13 Konečná jemná modelace povrchu dílčí mokřadní plochy štěrkové těžební jámy Unterbrunn v nivě Mohanu v Bavorsku. Nelze než konstatovat, že s touto modelací si někdo dost vyhrál.



Obr. 7.14 Mokřad v ploše bývalé štěrkové těžební jámy v nivě Mohanu poblíž Ebingu, v Bavorsku. Podivný „atol“ v popředí je pozůstatkem - neúspěšných - krajinných pokusů pěstovat zde rákos....který tu kdoví proč sám od sebe neroste.



Obr. 7.15 Jedna z lagun 2. etapy budování soustavy tůní a mokřadů Josefov v nivě Mlynařice, akce města Milovic, dotováno v rámci OPŽP, předjaří 2020. V popředí vytěžená zemina, v tomto případě přijatelným způsobem uložená v dříve silně ruderalizovaném a skládkami postiženém boku nivy.



Obr. 7.16 Jedna z lagun soustavy Josefov II u Milovic, v popředí nízký požerák, umožňující regulování odtoku z laguny do potoka Mlynařice, ne však úplné vypuštění.



Obr. 7.17 Odtokový objekt v soustavě lagun Josefov II u Milovic umožňuje regulovat hladinu v rozsahu několika decimetrů výšky. Aktuálně je osazena dlužová sestava s průtokovou mřížkou, která chrání následující odtokovou trubku před ucpáním splávim.

7.3 | Zamokřování terénu zavzdutím

Zamokření nivního povrchu může být dosahováno také vzdouváním vody. Je možné přírodě blízkým způsobem **zavzdout průběžný vodní tok a rozlitanu založit přímo na něm a po jeho stranách**. Také je možné v ploše po straně vodního toku vytvořit zátopové území, vymezené nejspíše **nízkými hrázemi či valy** (model „ryžoviště“), do něhož bude voda přicházet přívodním korytem z vodního toku, případně do něj bude zavedena voda z drobného postranního přítoku nebo z přerušeno odvodňovacího zařízení.

Vynikající přírodní předlohou vzdouvacího objektu na průběžném vodním toku, který v části nivy vytvoří mokřad, je **bobří hráz**. Umělá stavební řešení však budou komplikovanější jak věcným provedením, tak administrativně. Jistěže jejich náročnost bude záviset na velikosti vodního toku, rozsahu a hloubce vzdouvání vody. **Vzdouvací objekty musejí být technicky a vodoprávně řešeny s ohledem na riziko protržení**. Vodoprávnímu úřadu bude příslušet rozhodování, kdy ještě lze hovořit o jednoduchém nízkém zemi valu, a kdy již je nutno vzdouvací stavbu mokřadu řešit jako **hráz malé vodní nádrže** a opatřovat tomu odpovídajícím bezpečnostním přelivem.

V případě vzdouvání průběžného vodního toku je třeba **posuzovat jeho význam z hlediska prostupnosti pro migrace vodních živočichů**. Pokud biologický a ichtyologický průzkum prokáže potřebnost zachování prostupnosti toku, vzdouvací objekty bude třeba odpovídajícím způsobem vybavit, například migračně prostupnou kynetou o sklonu ne více než 1 : 40, napodobující přirozené kamenité potoční koryto.

Upravený drobný vodní tok v plošším terénu lze revitalizovat vložením sledu příčných zemních valů, opatřených přelivovými sedly, stabilizovanými dnovými kamenitými pasy. Místo pracného a málo účelného modelování potočního korytka, jehož funkčnost by při malých až ustávajících průtocích mohla být stejně pofidérní, **se tak potok revitalizuje proměnou ve sled tůní, respektive mokřadních rozlitan.**

Podle místních podmínek lze při výstavbě mokřadu kombinovat vzdouvání vody a snižování terénu hloubením.

Mokřad se vzdouvanou vodou může být také vytvářen nebo udržován v ploše někdejší malé vodní nádrže – nejspíše starého rybníka, u něhož nebude shledáno efektivním plně obnovovat poškozenou hráz nebo provádět odbahnění. **Pokud při tom bude zůstat významnou měrou zachována vzdouvací schopnost hráze, stavba bude z vodoprávního hlediska nadále malou vodní nádrží.** Bude muset být vybavena bezpečnostním přelivem jako pojistkou proti poškození nebo protržení hráze.

Pokud by měl být mokřad vytvářen ve zbytkové zátopě nádrže, jejíž destruovaná hráz nebude opravována pro dosažení původní vzdouvací schopnosti, nejspíše bude průrva v hrázi hydrotechnicky stabilizována do podoby **záhozového nebo rovnaninového sedla s odtokovou kynetou.** O vhodnosti projektem navrhovaných adaptačních úprav a o tom, zda ještě bude taková stavba zůstat z úředního hlediska malou vodní nádrží, bude rozhodovat příslušný vodoprávní úřad.

Hradlo – hradící prvek, zapíraný o nosnou konstrukci proti vodě, za účelem jejího vzdouvání, ve svislé rovině; hradící břevno dnes již nepoužívaných konstrukcí hradlových jezů (zde uváděno jenom pro pořádek, pro srovnání s pojmem hradidlo).

Hradidlo – vodorovný hradící prvek, například hradící trám, spouštěný do postranních drážek v otvoru ve vzdouvací konstrukci.

Dluž – hradící prkénko, vlastně malé hradidlo, spouštěné ve vodorovné poloze do postranních drážek nejčastěji rybníční výpusti – požeráku.

Požerák – běžný typ konstrukce svislé části spodní výpusti malých vodních nádrží; komínový prvek obvykle čtyřhranného půdorysu, jedna strana je otevřená a vybavená drážkami pro hradící dluže (pokud jsou osazeny dvě sady drážek pro dvě sestavy dluží, mohou být dluže nastaveny tak, aby požerákem protékaly z nádrže běžné průtoky, odebírané z hlubších vrstev vodního sloupce); dole navazuje na požerák ležaté odtokové potrubí, procházející pod hrázi.



Obr. 7.18 Starý, zabahněný rybník v ekologicky příznivém stadiu chátrání funguje jako mokřad. Odbahňováním by se tu pravděpodobně nadělalo podstatně víc škody než užítku. Pokud však tento zajímavý vodní prvek existuje díky vzdouvacímu účinku hráze a také ve vodoprávním smyslu zůstává malou vodní nádrží, musí majitel v zájmu jeho udržení a vyvarování se nehod nadále přiměřeně pečovat o hráz a bezpečnostní přeliv.

7.4 | Obnova starých říčních ramen

Říční rameno může být

- **vedlejší** – oboustranně spojené s hlavním řečištěm, otevřené běžným průtokům
- **staré**, s omezeným napojením na aktivní řečiště – napojené jenom jednostranně nebo spojené nikoliv přirozeně, otevřeně, nýbrž napouštěcím nebo vypouštěcím kanálem nebo potrubím, obvykle s možností regulace
- **mrtvé** – zcela oddělené od aktivního řečiště; pokud se mrtvé rameno ocitne vně systému protipovodňových hrází, je až po úroveň dimenze tohoto systému odděleno také od povodňových průtoků.

Zatímco třeba biotopní tůň je do značné míry soudobý ochrannářský konstrukt a přirozené předlohy se pro ni v naší krajině nehledají snadno (tůně ve vývratových jamách po velkých stromech?), stará říční ramena jsou tradičními prvky krajiny zejména meandrujících a stabilně se větvcích vodních toků. Jsou obvykle velmi bohatě oživena. Dnes jsme ovšem svědky (jenom svědky?) rozsáhlé a rychlé **degradace a mizení starých říčních ramen**, na čemž se podílejí zejména **znemožnění přirozených procesů vzniku a vývoje nových ramen**, nedostatečné plnění a protékání vodou, izolace od přirozeného povodňového režimu, zazemňování a zarůstání, eutrofizace, nesprávné způsoby rybářského využívání, v některých případech ještě i dnes zavážení. Bez rázných opatření budeme o stará ramena rychle přicházet.

Říční ramena mohla vznikat několika způsoby:

- vodní tok při svém přirozeném vývoji opustil část svého koryta, nejspíše přeložením meandru; v dnešní silně kultivované krajině s důsledně udržovanými vodními toky je vznik nových ramen touto cestou silně omezen až znemožněn
- staré rameno je zbytkem koryta, které vzniklo při povodni, následně bylo opuštěno a nestalo se aktivním řečištěm; bohužel většina nadějných vodních prvků, které takto vznikly za větších povodní naší doby, byla následně zničena v rámci tak zvaného odstraňování povodňových škod
- rameno je zbytkem starého koryta, které bylo v rámci technické úpravy (kanalizace) vodního toku nahrazeno korytem novým.

Ramena posledního druhu, typická třeba pro české střední Labe, vznikla v podstatě jednorázově jako „odpad“ kanalizace řeky a byla ponechána svému osudu. Po dlouhá desetiletí (na Labi byly hlavní kanalizační práce prováděny v první polovině 20. století, v době meziválečné) jsme byli zvyklí na tato ramena jako velmi bohaté části nivní přírody, dnes však shledáváme, že jejich vysoušení a zazemňování rychle postupuje, mnohde již do konečného stádia.

Ze starší terminologie splavňování řek:

Regulace – technická úprava, převážně zachovávající dosavadní trasu vodního toku (například splavňování dolní Vltavy)

Kanalizace – technická úprava, převážně vytvářející zcela nové, geometrizované koryto (například české střední Labe).

Degradace ramen se může projevovat v různých aspektech, jako:

- nedostatečné nebo žádné běžné průtoky povrchové vody
- vysychání v souvislosti se zaklesáváním hladin mělké podzemní vody
- vysychání v souvislosti se zahloubením hlavního koryta toku
- eutrofizace vody, někdy podporovaná nevhodným rybářským hospodařením (hnojení, krmení, kvalitativně a kvantitativně nevhodné rybí obsádky,....)
- zazemňování (v lužních lesích je významné zapadávání listím)
- absence středně velkých povodní, které by byly do jisté míry schopny omezovat zazemňování
- zavážení, zanášení skládkami, znečišťování odpadními vodami.

Zazemňování již v řadě případů mohlo učinit z ramene periodickou vodní plochu nebo postoupilo k úplné a trvalé ztrátě volné vodní hladiny v rameni. Takto periodizované vodní prvky mohou představovat velmi cenné biotopy, nelze však opomíjet, že jsou na cestě k pokročilejším stádiím degradace a k zániku.

Pokud se hledají možnosti, jak zlepšit stav nějakého degradujícího ramene, je třeba v první řadě **poznat a brát v úvahu okolnosti jeho vzniku**. Z praktických hledisek jsou pak zásadní **morfologické a vodohospodářské charakteristiky ramene**, a to jednak ve výchozím stavu, jednak cílové, kterých má být dosaženo určitými zásahy do ramene. V úvahu připadají nejspíš tyto vodohospodářské koncepty ramen:

- převedení celého průtoku do ramene
- otevřené spojení s aktivním korytem vodního toku (jedno nebo oboustranné)
- napájení z vodního toku kanálovým nebo trubním přítokem (regulovatelným nebo neregulovatelným)
- napájení postranním přítokem
- rameno je izolované, závislé jenom na mělké podzemní vodě.

Součástí zlepšujících opatření může být vhodná změna vodohospodářského konceptu ramene.

Na kanalizovaných vodních tocích, které jsou zavzduty sledy jezů, resp. zdymadel, jako právě naše střední Labe, může být protékání postranních ramen vodou založeno na tom, že nějakým způsobem spojují horní a dolní vodu toho kterého zdymadla, tedy využívají zdymadlem vytvářeného spádu. Některým ramenům nebo jejich částem byla kanalizací řeky přímo přisouzena funkce postranních **svodnic**, tedy koryt, sbírajících zápolní vody, které nemohou přirozeně odtékat do nepřírozně vyvýšené úrovně horní vody nad zdymadlem, a svádějícími je do dolní vody pod zdymadlo. (Jinde mohly být takové svodnice budovány jako technicky pojaté kanály a dneska nabízejí zajímavé příležitosti pro revitalizační přestavbu.) Pokud dispozice ramene neumožňuje propojit horní a dolní vodu určitého zdymadla, bohužel chybí spád pro jeho efektivní proplachování vodou.

Pro rozhodování o tom kterém rameni je dále zásadní jednak **poznání jeho přírodních hodnot v kontextu aktuálního stádia degradace, jednak kvalifikovaná rozvaha o potenciálu přírodních hodnot**, na který mohou cílit určitá sanační opatření. Každý zásah do ramene představuje z hlediska přírody velmi citlivou záležitost a musí být v tomto ohledu solidně odborně připraven. Dominantním cílům přírodní obnovy, které se mohou od ramene k rameni lišit a vycházejí z

širších vazeb v území, se pak podřizuje mimo jiné vodohospodářský koncept ramene. Například průtoková aktivace ramene nebo rovnou jeho otevřené napojení na vodní tok může některým společenstvům svědčit, jiným nikoliv. Zpracování kvalitního přírodovědeckého elaborátu je u činností, týkajících se ramen, základem.



Obr. 7.19 Mrtvé rameno v luhu českého středního Labe, trpící zaklesáváním hladin vody a zezemňováním, resp. zapadáváním vegetačními zbytky. Cenný prvek říční krajiny, který však degraduje a spěje k zániku.



Obr. 7.20 Rameno českého středního Labe, které je zbytkem původního koryta, zničeného při kanalizaci řeky v první polovině 20. století. Dnes trpí nedostatkem protékání a povodňového proplachování, eutrofizací vody, nadměrným zarůstáním vegetací a zezemňováním.

Pro udržení a zlepšení stavu starých ramen mohou připadat v úvahu rozmanitá opatření:

Obnova otevřeného napojení ramene na aktivní koryto vodního toku

Z takového opatření by nejspíše profitovala zejména rybí společenstva vodního toku, která by získávala poklidné postranní stanoviště, vhodné pro život rybiho dorostu a jako úkryty proti povodňovému vyplavení. Naopak společenstva jiných organismů, vázaná na prostředí dosud izolovaného ramene, by mohla příchodem ryb z toku utrpět nebo být zcela zničena.

Napojení může být jednostranné, obvykle na dolní straně, nebo oboustranné, nahoře i dole. Jednostranné otevření na horní straně by mohlo z ramene dělat „slepý pytel“, který by se rychle zanášel splaveninami a splávám.

V tomto ohledu **rizikové je ovšem také napojení oboustranné**, kterému se vysloveně nepodaří realizovat pro dané místo platný hydromorfologický model stabilního větvení koryta. Napojení nemusí skončit v souladu s očekáváními, zejména pokud se jedná o vodní tok s dynamičtějším průtokovým a splaveninovým režimem a dispozice čelního horního napojení ramene bude vytvářet v podstatě zdvojení koryta a stavět vodní tok do situace, kdy jednu z průtokových drah bude preferovat a druhou opouštět. Jsou známy případy, například z dolního toku Moravy, kdy **oboustranné otevření postranního ramene do aktivního koryta vedlo k jeho velmi rychlému zanesení splaveninami**. Každý záměr tohoto druhu je třeba velmi dobře prověřovat po stránce hydromorfologické a hydraulické...zda třeba pro dosažení určitých ekologických cílů spojení s tokem nebude postačovat poproudne otevření na dolním okraji ramene.

Pokud může být aktivováno postranní rameno, souběžné s technicky upraveným aktivním korytem, pak nejspíš bude vhodné usilovat o **zrušení onoho upraveného koryta**. Může být zasypáno v celé délce nebo částečně, s ponecháním dílčích pasáží, které pak mohou převzít funkce oddělených biotopních tůň.

Zvýšení hladiny vody v rameni přihrazením odtoku

Opatření tohoto druhu může připadat v úvahu jenom v některých situacích, kde je hladina vody v rameni z nějakých důvodů zbytečně zakleslá, je možná nějaká forma zahrazení a zvýšením poloh hladin se nezpůsobí škody, jako zaplavení staveb a podobné. Někde může jít jenom o manipulaci s existujícím regulačním zařízením, někde bude potřeba provést potřebné stavební úpravy – zvýšit niveletu odtoku z ramene nebo zřídit regulační objekt. **Nutno prověřovat dopady v celém ovlivněném území**, obecně se však může jednat o cenný příspěvek k lokálnímu zadržení vody, včetně akumulace mělké podzemní vody v navazujícím zeminovém prostředí.

Podpora protékání vody ramenem

Pokud to bude shledáno přínosným pro stav ramene, je možné podle okolností zvětšit do něj přítoky vody z vodního toku existujícím odběrným zařízením, případně napájecí zařízení upravit nebo zřídit. Umožní-li napájení současně zvýšení běžných úrovní hladiny vody v rameni, jde také o přínos akumulaci mělké zeminové vody v okolí, jako v předcházejícím případě.

Pokud se odběr pro rameno děje z horní vody nad zdymadlem a voda posléze teče do úrovně dolní vody, nemusí být takový odběr vítán ze strany elektrárny, provozované při zdymadle, která takto ztrácí energeticky využitelný průtok. Zde bude třeba rozhodovat, který zájem jakou měrou podporovat – energetické vytěžování vodního toku, nebo zavodňování prostředí nivy, které může být velmi důležité zvláště pro doby sucha.

Odbahňování ramen

V každém případě půjde o činnost náročnou, nákladnou a výrazně zasahující do cenného přírodního prostředí. Výchozí solidní přírodovědecké posouzení stavu lokality a uvažovaného záměru je nezbytností – rozhoduje se mezi nákladným zásahem, který může prostředí ramene výrazně poškodit, a nezasahováním, které povede časem k jeho zániku. Pokud má dojít na zásah, rozhoduje se o způsobu a rozsahu provedení.

Říční ramena obvykle není možné vypustit a možnosti odbahňování **suchou cestou**, běžnými bagry, jsou omezené. Tedy dochází na **odbahňování cestou mokrou, použitím sacích bagrů**. Lokalita musí být dostatečně zavodněna, jelikož sací bagr je obvykle umístěn na plavidle, které musí mít podmínky pro plutí, a sediment odebírá v řídké směsi s vodou, by jej mohl tlakem čerpadla potrubím vytlačovat mimo prostor těžení. Jen ve zvláště příznivých podmínkách, kde je v blízkosti těžby k dispozici dostatečně velké rovné území, obvykle pole, s příhodnými infiltračními charakteristikami, lze **těženou směs rozstříkovat z výtlačného potrubí přímo na půdní povrch**. Podmínky aplikace musejí co do vlastností a množství sedimentu vyhovovat vyhlášce č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě (psáno roku 2020). Vytékání a rozstříkování směsi musí být trvale sledováno a řízeno tak, aby výtokový paprsek nedevastoval půdní povrch a směs ani dekantovaná voda povrchově neodtékala mimo určenou plochu. Voda ze směsi musí zasakovat, přitom ale nesmí nežádoucím způsobem ovlivnit podzemní vody.

Často je třeba v dosahu výtlačku sacího bagru budovat pro oddělení vody a sedimentu dostatečně rozsáhlé **odvodňovací laguny**. Jedná se o dočasné **hydrotechnické stavby charakteru nádrží**, jejichž zřízení je odpovídajícím způsobem projekčně připraveno (mimo jiné na základě porovnání odvodňovacích vlastností těžené směsi a infiltrační schopnosti dna lagun) a vodoprávně projednáno. Obvykle nejméně dvě pole lagun, schopná pracovat jak vedle sebe, tak za sebou, mají rovné dno, nejspíše podložené geotextilií, hráze, které se neprovalí a nenechají směs či dekantát vytéct do okolí, a stabilní odtokový objekt. **Dekantát** (kapalina odtékající svrchu nádrží po usazení sedimentu) z lagun je obvykle zaváděn zpět do prostoru těžení, zejména pokud jde o izolované těžisko, v němž je třeba udržovat dostatek vody pro bagrování. Dekantát ani **infiltrát** (kapalina vsakující do podloží) z lagun nesmí nepřipustným způsobem znečistit povrchové nebo podzemní vody. Další nakládání s odvodněným sedimentem musí odpovídat příslušným předpisům, laguny jsou obvykle následně odstraňovány a území uváděno do původního stavu.

Při odvodňování mokrou cestou chybí možnost vizuální kontroly dna těženého prostoru. Ověření odstraněných objemů sedimentů tedy obzvláště záleží na **kvalitě a podrobnosti geodetického zaměření**, prováděného před a po odbahňování.

Odbahňování starých ramen, zvláště pak sacími bagry, bývá komplikováno přítomností starých napadaných kmenů stromů. Na druhou stranu, získaných kmenů, třeba v určitém stupni fossilizace, může být vhodně použito v rámci revitalizační akce jako říčního dřeva, třeba i vrácením do vhodných poloh v řešeném rameni. Staré pohřbené dřevo může znamenat zajímavou **příležitost pro získání cenných dendrochronologických poznatků**. (S vytěžením záznamů o charakteru roků, v nichž strom v dobách historických nebo prehistorických rostl, uložených ve struktuře jeho dřeva, by si měla vědět rady zejména archeologická pracoviště, dendrochronologické laboratoře pracující také v některých pstavech a školách přírodovědného zaměření.) Kmeny stromů, nalezené ve starých ramenech, stejně jako v pískovnách nebo hlinících, by neměly být likvidovány bez odpovídajícího vytěžení dendrochronologických informací.



Obr. 7.21 Odbahňování soustavy vodních ploch ve starém labském rameni u Týnce nad Labem, 2015, akce města Týnce n.L., dotovaná v rámci OPŽP. Plovoucí sací bagr ve vyčkávací poloze, v popředí na pohyblivém rameni pracovní hlava s těžební frérou a čerpadlem směsi vody a sedimentu.



Obr. 7.22 V prostoru odvodňovacích lagun, zřizovaných pro odbahňování u Týnce v.L., byla zjištěna archeologická lokalita a proběhl záchranný průzkum. Ten sice odbahňovací akci pozdržel a k tíži investora prodražil, avšak cenné a nenahraditelné informace o minulosti byly odborně vytěženy.



Obr. 7.23 Dvojice odvodňovacích lagun u Týnce nad Labem (druhá sekce laguny je v pozadí) v počátku napouštění. Do lagun, které mohou podle potřeby pracovat vedle sebe nebo za sebou, je potrubím od sacího bagru vytlačována směs vody a sedimentu. V lagunách se sediment odvodňuje, dekantát (odsazená tekutina) je potrubím vrácen zpět do pracovního prostoru sacího bagru.



Obr. 7.24 Sací bagr při práci ve starém rameni u Týnce nad Labem. Těžbu komplikují potopené kmeny stromů. Na snímku není vidět výtlačné potrubí těžžené směsi, plovoucí na hladině za zádí plavidla. Potrubí není příliš flexibilní a podle pohybu plavidla musí být přemísťováno pozemním personálem.



Obr. 7.25 Plnění odvodňovací laguny směsí vody a sedimentu, vytlačovanou od sacího bagru. Jde o celkově náročnou akci: Těženého materiálu je mnoho, často se odvodňuje hůř, než se čekalo, laguny se nesmějí prorhnout a vytéct, nesmí dojít ke kontaminaci vod.

Tvorba napodobenin říčních ramen

V rámci vodohospodářských revitalizačních opatření je možné vytvářet objekty, které vypadají a fungují jako říční ramena různých typů, i tam, kde se takové objekty nenalézají, ale pro jejich vytvoření a efektivní fungování jsou příznivé morfologické a vodohospodářské podmínky, k dispozici jsou příslušné pozemky a je zajištěn korektní způsob, jak naložit s vytěženými zeminami. Pokud by byl objekt charakteru říčního ramene vytvářen v prostoru, kde nějaká ramena v historické nebo prehistorické minulosti existovala, není prakticky podstatné, zda se bude hovořit o napodobenině, replice nebo obnoveném dávném rameni, návrh objektu však samozřejmě bude bedlivě přihlížet k místním zeminovým a hydrickým podmínkám a z případného palimpsestu (situace překrývajících se dávných ramen z různých období) bude uvážlivě volit prvky, tvary a funkce, které bude účelné v dnešní době obnovovat či napodobovat.

Organizačně i technicky bude vytváření objektů charakteru ramen nejspíše shodné s hloubením tůní a mokřadů. Organizaci výstavby je třeba přizpůsobit tomu, aby těžení zemin mohlo být vzhledem k zatápění jámy natékající vodou prováděno pokud možno v celém rozsahu suchou cestou – běžnými kolovými nebo pásovými bagry.

Velikost ramen, tvarování břehů, rozsah mělkovodí, schéma případného plnění vodou a jejího odvádění atp. se volí podle místních podmínek a sledovaných cílů opatření. Všeobecně je vhodné co nejvíce napodobovat tvary přirozených říčních ramen.

Pokud bude objekt hlouben v pozemcích, které nejsou katastrovány jako vodní plochy, těžený materiál bude v právním smyslu zeminou, nikoliv sedimentem.

7.5 | Malé vodní nádrže v říčním prostoru

Malé vodní nádrže (MVN) jako takové nejsou předmětem této publikace. Zde budou zmíněny jenom jejich vazby na říční prostor, pokud se v něm nalézají nebo v něm mají být budovány.

Jakkoliv v nivách vodních toků mohou existovat nádrže zcela nebo převážně hloubené, u typické vodní nádrže je alespoň část výšky vodního sloupce udržována **vzdouvacím účinkem hráze**. Další odlišností obvyklé nádrže proti vodním plochám typu tůň je možnost vypouštění, čemuž slouží **spodní výpust**, například požerák. S existencí hráze je spojeno riziko protržení, které musí být minimalizováno způsobem, odpovídajícím ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže. To u většiny MVN znamená přítomnost **bezpečnostního přelivu**, který zajišťuje neškodné provedení povodňového průtoku až po stanovenou úroveň. V současnosti vodoprávní úřady běžně požadují kapacitu přelivu na úrovni Q_{100} i mimo blízkost zástavby.

MVN nelze z vodohospodářského ani ekologického hlediska všeobecně a jednoznačně pokládat za obohacení říčního prostoru. Každou situaci nutno posuzovat individuálně, mimo jiné se zřetelem k těmto problémovým momentům:

- Z ekologického, resp. přírodovědeckého hlediska **je obvykle hluboká zátapa vodou nádrže výrazně méně hodnotná, než přírodní a přírodě blízké formace říčního prostoru**, jakými jsou přirozené koryto vodního toku a jeho říční pás, mokřady, přírodě blízké vlhké louky, lužní porosty dřevin.
- Potenciálně ekologicky cenné části nádrží, zejména mělkovodní okraje (hloubka vody běžně do 0,6 m – hloubka kořenění vyšší vodní vegetace), jsou často redukovány v zájmu akumulčních a rybochovných funkcí nádrží nebo jejich **ekosystém je následně poškozován nebo ničen nevhodnými formami chovu ryb** nebo chovem drůbeže. V našich podmínkách představuje snaha využívat nádrže pro pokud možno intenzivní chov ryb jev obecný, kdežto snaha provozovat nádrže v „ekologickém režimu“ jev zvláštní. (I nádrže dotované v rámci krajinnotvorných programů jako tzv. „ekologické“ mají mezi podmínkami udělení dotace stanovena omezení chovu ryb jenom pro tzv. dobu udržitelnosti projektu. Ta je v současné době 10 let, což je běžně tak akorát doba, po kterou se ekosystém nově postavené nebo rekonstruované nádrže ustavuje.)
- Průtočná MVN vytváří na dotčeném vodním toku **překážku v migraci vodních živočichů**. Přitom jako překážka nepůsobí jenom samotný vzdouvací objekt, ale i vlastní zátapa nádrže, která představuje nevhodné a často obtížně překonatelné prostředí pro proudomilné druhy živočichů. Migračně prostupná řešení hrází a objektů průtočných MVN nejsou u nás běžná a jejich efektivní provedení obvykle není jednoduchou záležitostí.
- Průtočné nádrže mohou mít svými **vyrovnávacími účinky** protichůdné dopady na průtokový režim a mohou poškozovat přirozený dynamický vývoj vodního toku, jak je blíže popisováno v části 3.7.
- Nádrže intenzivněji rybářsky využívané, zejména pokud se v nich krmí a hnojí, mohou i **významně zhoršovat kvalitu jimi procházející vody**.

- Rybí obsádky z nádrží mohou unikát do vodního toku a nepříznivě ovlivňovat jeho přirozené oživení.
- Do některých nádrží mohou být zaneseny invazní druhy raků, z takových nádrží se pak může i do vodního toku šířit **račí mor**.
- Boční MVN, pokud je v nivním prostoru vydělena boční hrází, **obvykle blokuje část povodňového průtočného perimetru** a může zhoršovat podmínky průběhu a tlumivých rozlivů povodní.
- **Příspěvek běžných MVN k akumulování vody v krajině (ve vztahu k suchu) se často přeceňuje.** Voda v MVN představuje v rámci povodí lokální pasívní zásoba. Tato zásoba se reálným zdrojem vody pro určité účely stává až v okamžiku, kdy je nádrž navázána na odpovídající infrastrukturu, schopnou vodu mj. též ekonomickým způsobem odebírat a využívat. Představy o možnostech hospodaření s vodou v MVN, nadlepšovacím vypouštění v době sucha atp. jsou často nadnesené v porovnání s reálnými možnostmi a někdy opomíjejí souvislosti, týkající se například kvality odebírané vody a biochemických procesů v nádrži.
- **Příspěvek běžných MVN k retenci povodňových vod se také často přeceňuje.** MVN těch formátů, jejichž budování dnes běžně připadá v úvahu, jsou obvykle vybaveny podstatně menší přípustnou hloubkou retenčního (povodňového) prostoru oproti hloubce, do níž může povodeň neškodně (a s nulovými investičními náklady) nastoupat v nezastavěném nivním prostoru. Tedy mohou přiměřeně menší měrou tlumit povodňové vlny.

Výstavba MVN může obohatit říční prostor zejména v případech, kdy je tento prostor ekologicky výrazně degradovaný – plochy nivy jsou degradovány intenzivními formami zemědělského hospodaření, koryto vodního toku je technicky upravené, přirozené břehové a doprovodné porosty chybějí. Obohacující pak je výstavba MVN, která není určena k intenzivnímu chovu ryb ani k chovu drůbeže, jejíž zátopa co nejvíce využívá přirozených tvarů terénu, břehy jsou tvarovány jako členité, přírodě blízké a v zátopě je **dostatečně velký rozsah mělkovodí** (orientačně se uvádí 15 až 20 % běžné hladinové plochy). Je vytvořen přiměřeně rozsáhlý, přírodě blízký vegetační obvod nádrže.

Výstavba nádrží by neměla být umožňována a podporována zejména v prostoru, kde se dosud vyskytují mokřady, přirozené vodní toky, přírodě blízké louky, přírodě blízké lužní, lesní nebo hájové porosty. Pokud je vodní tok významný z hlediska migrací ryb a dalších vodních živočichů (rozpozná přírodovědecký a ichtyologický průzkum a vyhodnocení), výstavba průtočné nádrže nebývá v tomtom ohledu přínosem.

Z hlediska technické a vodohospodářské efektivity výstavby nové nádrže mohou být problémové zejména tyto situace:

- Sevřenější a sklonitější údolí s relativně vodním tokem, kde nebude dosaženo příznivého poměru mezi velikostí a nákladností hráze a bezpečnostního přelivu a množstvím zadržené vody.
- Plocha sklonitějšího svahu, kde by bylo vhodnější založit sad nebo vysadit les, případně pást ovce a kozy, než stavět nádrž, která bude svými tvary připomínat kráter a pro niž v některých případech nemusí být dostatek vody.
- Propustné podloží, kde by výstavba nádrže vyžadovala zvláštní těsnění dna.
- Místa, kde přirozeně není dostatek vody pro plnění nádrže.

- Investor disponuje pozemky jenom po jedné straně vodního toku, což jej vede k návrhu postranní nádrže (s dlouhou dělicí hrází), který může být dispozičně a vodohospodářsky problematický.



Obr. 7.26 Migračně prostupná kyneta pro běžné průtoky, vymodelovaná v přelivné ploše bezpečnostního přelivu průtočné malé vodní nádrže, která byla v roce 2017 postavena jako jeden z objektů revitalizace Radotínského potoka u Tachlovic (stavba Povodí Vltavy, s.p., dotováno v rámci OPŽP.) Takový objekt není obvyklý, ale pokud již je nutné zajistit prostupnost nádrže, toto provedení lze pokládat za funkční. Zde ovšem vybudování vcelku věrohodně vyhlížející kynety umožnilo netypicky mírný sklon přelivné plochy; velikost plochy pokryté dlažbou se promítá do nákladů stavby.

V METODICKÉ ŘADĚ AOPK ČR BYLO DOSUD VYDÁNO:

Doprava a ochrana fauny v České republice - 2020

Biologické hodnocení rybích přechodů – 2020

Jak značit exempláře CITES? – 2019

Invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na evropskou unii – 2018

Jak pastevečtí psi chrání stáda – 2018

Metodika monitoringu návštěvnosti v chráněných územích – 2017

Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav – 2016

Monitoring ohrožených rašelinističných mechorostů a péče o jejich lokality – 2014

Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu – 2014

Metodika pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině – 2013

Oceňování dřevin rostoucích mimo les – 2013

Jak značit exempláře CITES? – 2011

Vydra a doprava – 2011

Metodika péče o lokality vybraných druhů ohrožených rostlin

- vstavač trojzubý – 2011
- kuřička hadcová – 2011
- sinokvět chrpovitý – 2011
- hořeček mnohotvarý český – 2011

Metodická příručka pro praktickou ochranu netopýrů, II. aktualizované vydání – 2010

Oceňování dřevin rostoucích mimo les – 2009

Raci v České republice – 2009

Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000 – 2008

Památné stromy – 2008

Hodnocení fragmentace krajiny dopravou – 2005

Revitalizace vodního prostředí – 2003

Metodická příručka pro ochranu populací, chov a repatriaci střevole potoční – 2003

Metodika pro zpracování záchranných programů pro zvláště chráněné druhy cévnatých rostlin a živočichů – 2002

Metodiky mapování biotopů soustavy Natura 2000 a Smaragd, III. vydání – 2002

Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy – 2001

Řez dřevin ve městě a krajině – 2000

Péče o chráněná území II. – 1999

Péče o chráněná území I. – 1999

Metodika přípravy plánů péče – 1999

Monitorování ekologických změn – 1995

Metodika monitoringu zdravotního stavu dřevin – 1995

Metodika sledování výskytu vážek – 1995

Metodika křížení komunikací a vodních toků s funkcí biokoridorů – 1995

Ochrana plazů – 1995

Grafióza dubu – 1994

Autoři textu:

ING. TOMÁŠ JUST

RNDr. Kateřina Kujanová, Ph.D. (kapitola 1)

Mgr. Karel Černý (problematika břehových a doprovodných porostů)

Mgr. Miroslav Kubín (problematika ochrany a podpory říční bioty)

Lektoři:

Ing. Petra Královcová

RNDr. Kateřina Kujanová, Ph.D. (mimo kap. 1)

Mgr. David Fischer

Ing. Pavel Marek (problematika migrační prostupnosti)

Autor fotografií a vyobrazení – není-li uvedeno jinak:

Ing. Tomáš Just

Recenzent:

Mgr. Jan Koutný, Ph.D.

Grafické zpracování: Jan Šmucar

Tisk: UNIPRESS s.r.o.

Náklad: 600 ks

Vydání: 1. vydání

Vydala:

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky

Kaplanova 1931/1, 148 00 Praha 11-Chodov

email: aopkcr@nature.cz, distribuce publikací: knihovna@nature.cz

© AOPK ČR, 2020

ISBN 978-80-7620-069-2 (brožováno)

NEPRODEJNÉ



AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY