

REVITALIZACE VODNÍHO PROSTŘEDÍ

Všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky.

Kolektiv autorů:

Ing. Tomáš Just (revitalizace koryt a niv, revitalizační nádrže, odvodňovací stavby, čištění odpadních vod, zeleň, náklady staveb, odborný redaktor publikace)

Ing. Vladimír Šámal (revitalizační nádrže)

Ing. Martin Dušek (migrační prostupnost, rybí obsádky nádrží)

Mgr. David Fischer (problematika ochrany přírody, zoologické aspekty revitalizací)

Mgr. Petr Karlík (problematika ochrany přírody, botanické aspekty revitalizací)

RNDr. Jiří Pykal (oživení revitalizačních nádrží)

Autoři fotografií: Ing. Tomáš Just, Ing. Martin Dušek

Autor kreseb: Ing. Tomáš Just

Autor grafu: Ing. Petr Dobrovský

Autor fotografie na obálce: Ing. Pavel Mudra

Recenzenti: Doc. Ing. Karel Vrána, CSc.

RNDr. Jan Pokorný, CSc.

Vydává Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 2003

Tato publikace se zabývá obnovou přirozeného rázu a přirozených funkcí vodní složky naší krajiny, nápravou škod způsobených jednostranně technickými zásahy. Její snahou není prosadit revitalizace jako vědní odvětví, nýbrž na základě dosavadních zkušeností přesvědčit čtenáře, že se jedná o potřebnou činnost, schopnou přinášet hmatatelné výsledky. Chce ukázat možnosti řešení a upozornit na možné chyby. Hlavními řešenými úlohami jsou revitalizace koryt a niv drobných vodních toků mezi nížinou a podhůřím, revitalizační zásahy do malých vodních nádrží a obnova říčních ramen. Tato práce se nezabývá problematikou hrazení horských bystřín a nenahrazuje odbornou literaturu, týkající se hydrologických a hydraulických aspektů navrhování vodohospodářských staveb. Kolektiv autorů si je vědom toho, že revitalizace se vyvíjejí a další zkušenosti mohou přinášet nové pohledy a přístupy.

Publikace je určena především budovatelům revitalizačních staveb, pracovníkům ochrany přírody a krajiny, kteří se zabývají krajinnotvornými opatřeními, pracovníkům vodoprávních úřadů, správcům vodních toků a studujícím příslušných technických a přírodovědných směrů.

© Revitalizace vodního prostředí

Vydala:	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
Autoři textů:	Tomáš Just, Vladimír Šámal, Martin Dušek, David Fischer, Petr Karlík, Jiří Pykal
Autoři fotografií:	Tomáš Just, Martin Dušek
Autor kreseb:	Tomáš Just
Autor grafu:	Petr Dobrovský
Autor fotografie na obálce:	Pavel Mudra
Recenzenti:	Karel Vrána Jan Pokorný
Grafická příprava a litografie:	Olga Čermáková, vydavatelství, Hradec Králové
Tisk:	Tiskárna Horáček s.r.o., Vamberk
Počet stran:	144
Náklad:	1500 ks

ISBN 80-86064-72-7

Obsah

1. Předmět revitalizací vodního prostředí	9
1.1 Stručný historický nástin	9
1.2 Negativa vodo hospodářských technických úprav	10
1.3 Obecné vymezení revitalizací	11
2. Revitalizace koryt vodních toků a niv	14
2.1 Přínosy revitalizací koryt	14
2.1.1 Zvětšení omočeného, resp. biologicky aktivního povrchu koryta	14
2.1.2 Posílení stability koryta	15
2.1.3 Prodloužení doby průběhu korytem	16
2.1.4 Zvětšení aktuální zásoby vody v korytě	17
2.1.5 Zvětšení zásoby nivní vody	17
2.1.6 Tlumení průběhu velkých vod	18
2.1.7 Členitost koryta z hlediska oživení	19
2.1.8 Zlepšení migrační prostupnosti koryta	20
2.1.9 Nahrazení degradovaných povrchů biologicky a krajinářsky hodnotnějšími povrchy	21
2.1.10 Zlepšení podmínek pro samočištění a dočišťování vody	21
2.1.11 Zlepšení vzhledu koryt a niv	22
2.2 Obecné přístupy k revitalizacím koryt	22
2.2.1 Ochrana a využívání přirozených obnovných procesů	22
2.2.2 Systémová revitalizace nivy s obnovou potočního pásu	23
2.3 Základní parametry koryt drobných vodních toků	24
2.3.1 Kapacita koryta	24
2.3.2 Stabilita koryta	24
2.3.3 Trasa koryta	26
2.3.4 Podélný profil	27
2.3.5 Příčný profil koryta	28
2.4 Příroda jako vzor a spolupracovník	30
2.5 Revitalizace koryt drobných vodních toků – možnosti řešení	31
2.5.1 Obnova původního koryta, dochovaného ve zbytcích z doby před regulací	31
2.5.2 Vytvoření nového, přírodě blízkého koryta	32
2.5.3 Nejmenší vlásečnice - koryto na rýč, souvislá kaskáda mikrotůň nebo pustit vodu volně do louky?	36
2.5.4 Částečná revitalizace při nemožnosti měnit trasu, ale s mírným rozvolněním stopy a rozčleněním podélného i příčného profilu koryta	37
2.5.5 Částečná revitalizace při nemožnosti měnit trasu a nutnosti respektovat drenážní výusti	37
2.5.6 Částečná revitalizace bez možnosti rozvolnění trasy	38
2.5.7 Velmi kapacitní, zahloubené nebo erodované koryto potoka	38
2.5.8 Upravené koryto s postranním valem starého výkopku	39
2.5.9 Koryto příměstského potoka s tvrdou úpravou na dešťová odlehčení	39
2.6 Stabilizace koryta opevněním	41
2.7 Stabilizace a členění koryta příčnými objekty	44
2.8 Opravy regulačních úprav nejsou revitalizacemi	47
3. Ochrana a obnova migrační prostupnosti vodních toků pro vodní organismy	49
3.1 Význam migrací pro ryby a další vodní organismy	49
3.2 Rybí přechody	50
3.3 Priority při zprůchodňování vodních toků	54
3.4 Poproudové migrace ryb	54

4. Tůně	55
5. Říční ramena, břehy a záplavová území řek	59
5.1 Stará říční ramena	59
5.2 Revitalizace břehů a záplavových území řek	60
6. Mokřady	63
7. Omezování nepříznivých účinků odvodňovacích staveb	68
8. Revitalizační malé vodní nádrže	70
8.1 Místo nádrží v revitalizacích	70
8.2 K některým funkcím revitalizačních nádrží	71
8.3 Výběr lokality před zahájením investiční přípravy	72
8.4 Základní aspekty investiční a projektové přípravy revitalizačních nádrží	74
8.4.1 Vodohospodářská koncepce - nádrže průtočné a obtokové	74
8.4.2 Podélný a příčný profil prostoru nádrže, mělkovodní pásma a jeho velikost	77
8.4.3 Velikost vodní plochy	78
8.4.4 Zemní práce a terénní úpravy, odtěžení a uložení zeminy a sedimentů z prostoru nádrže	79
8.5 Objekty revitalizačních nádrží	79
8.5.1 Hrázové těleso	80
8.5.2 Bezpečnostní přeliv	81
8.5.3 Výpustné zařízení	82
8.5.4 Objekty k zachycování splavenin	82
8.5.5 Revitalizační doplňky nádrží	82
8.6 Podmínky provozu revitalizačních nádrží	84
8.7 Revitalizační nádrže z hlediska druhové diverzity	85
9. Revitalizace jako součást protipovodňových opatření	88
9.1 Zpomalení postupu povodňové vlny a snížení úrovně její kulminace zmenšením kapacity koryta a rozlívem v nivě	88
9.2 Podpora přirozených forem retence velkých vod v nivách	89
9.3 Revitalizační zvětšování průtočné kapacity koryt a niv	90
9.4 Nízké, víceúčelové protipovodňové poldry	90
10. Opatření k čištění a dočišťování odpadních vod a ke zlepšování kvality povrchových vod	94
11. Vegetační úpravy při revitalizacích	99
11.1 Druhy dřevin a sadební materiál	100
11.2 Struktura výsadeb	102
11.2.1 Lesnická výsadba	103
11.2.2 Skupinová výsadba	103
11.2.3 Jednotlivé výsadby	104
11.2.4 Kombinované výsadby	104
11.3 Vysazování stromu či keře	105
11.4 Úsporné způsoby šíření některých dřevin	106
11.5 Zeleň v projektu revitalizační stavby	107
11.6 Zakládání travinobylinných porostů	107
12. Zájmy ochrany přírody při revitalizacích	109
12.1 Právní minimum požadavků ochrany rostlin a živočichů	109
12.2 Požadavky ochrany rostlin a živočichů při revitalizačních stavbách, přírodovědecké posouzení	110
12.3 Minimalizace negativních dopadů revitalizačních akcí na faunu	112
12.3.1 Zákroky rizikové z pohledu ochrany fauny	112
12.3.2 Faktory ovlivňující posuzování revitalizačních záměrů a volbu vhodných postupů při jejich realizaci z hlediska fauny	113

12.3.3	Nejvhodnější způsoby provádění revitalizačních akcí z pohledu ochrany fauny	114
12.4	Požadavky ochrany flory a vegetace při revitalizačních staveb	115
13.	Provoz a údržba revitalizačních staveb	117
13.1	Práce v období po dokončení výstavby	117
13.2	Práce nastupující po delším časovém odstupu	118
13.3	Práce prováděné trvale	118
14.	Informační a výchovné využití revitalizací, revitalizace v parkových úpravách	119
15.	Pořizovací náklady revitalizačních staveb	121
15.1	Podélné revitalizace potoků a niv	121
15.2	Výstavba, rekonstrukce nebo obnova malých vodních nádrží	123
15.3	Hloubení tůní	124
15.4	Výsadby zeleně	124
Literatura		125
Obrazová příloha		129



NA ÚVOD

Když se na počátku devadesátých let podařilo prosadit ve vládě České republiky Program revitalizace říčních systémů, jistě málokdo tušil, jak obrovské množství práce na nás teprve čeká. A to nejen v krajině samotné, ale i na úrovni stanovování metodických a metodologických východisek programu, přípravy jeho strukturálního a administrativního zabezpečení a jeho finančního naplňování. Naštěstí – bylo na co navazovat. Teoretické podklady zpracované v minulých letech odborníky z oblastí ochrany přírody a krajiny byly úspěšně využívány při konkretizaci a aktualizaci vytčených a předpokládaných revitalizačních cílů, byly aplikovány poznatky z problematiky územních systémů ekologické stability a velkým přínosem pro zdárné rozvíjení programu byli do praxe nově přišedší absolventi přírodovědných, ale i technických oborů vzdělávání a studia na všech úrovních. Neodmyslitelnou součástí procesu revitalizace krajiny jsou i řady dobrovolníků, ať již individuálně, či sdružovaných v nevládních organizacích. Všichni, kteří se na zabezpečování Programu revitalizace říčních systémů podíleli a podílejí, věděli a vědí, že stav přírody a krajiny v České republice nebyl a stále není zrovna utěšený.

Je všeobecně známo a na rozdíl od minulosti můžeme dnes otevřeně hovořit o tom, že území České republiky bylo v uplynulých desetiletích zatíženo negativními vlivy nadměrné exploatace, nerespektující její životně důležité funkce. Tyto negativní vlivy jsou charakterizovány zejména:

- likvidací stabilizačních prvků krajiny,
- nadměrným zatížením až destrukcí přírodně významných a unikátních částí krajiny,
- erozí půdy,
- vysokým povrchovým i podpovrchovým látkovým odnosem živin,
- kontaminací povrchových a podzemních vod (včetně zdrojů pitné vody) cizorodými látkami,
- fyzikálně-chemickými zátěžemi půdy,
- snížením biologické aktivity půdy,
- zátěží potravního řetězce cizorodými látkami a dalšími.

Důsledkem byly neúměrně rostoucí a stále vyšší vklady do území, které nahrazovaly narušené přírodní procesy a vedly k dalšímu znečišťování povrchových i podzemních vod, další erozi, další destrukci přírodně a ekologicky citlivých oblastí atd.

Tato situace má vliv na zdravotní stav obyvatel, růst alergenních onemocnění, způsobuje degradaci přirozené produkční úrodnosti půdy, projevuje se snižující se schopností území zadržet vodu a zpomalit její odtok, což zvyšuje rizika živelných pohrom (povodní, záplav apod.) a ohrožuje nenarušené či málo narušené části přírody. To vše způsobilo vážné změny v přírodní rovnováze v krajině.

Během čtyřiceti let do roku 1990 bylo např. odvodněno přes jeden milion hektarů půdy. Z 1 300 tis. ha mokřadů, vykazovaných začátkem padesátých let, dnes zbývá 350 tisíc ha. Využívání vody na území ČR, při jejím trvalém deficitu, dosahuje neuvěřitelně vysoké úrovně 37% z celkových zdrojů. Degradace půdy dosáhla za stejné období hodnoty zhruba 20 mld. Kč, větrou erozí je ohrožena kolem 10 % orných půd. Další efekty (dusičnany, kontaminace, zhutnění půdy apod.) jsou odhadovány v obdobné výši 16-24 mld. Kč. Např. koncentrace vápníku, hořčíku a draslíku byla na počátku devadesátých let trojnásobná a u sodíku sedminásobná v Labí pod Děčínem ve srovnání se situací před 100 lety, přitom současnou bilanci prezentuje pouze 70 %, zbylé množství látek zůstává zadrženo v nádržích.

Ačkoliv vliv zemědělství na současný stav krajiny je po roce 1989 charakteristický nižším užíváním průmyslových hnojiv a pesticidů, což má mj. nesporný význam ve kvalitě podzemních vod, téměř beze změny zůstaly následky hospodaření a prokazatelně pokračuje růst deficitu podzemních vod a růst erozních procesů. Odstraněné meze, remízky, mokřady a mokřiny, průlehy, vsakovací pásy, občasná rozlity a slepá ramena toků, zatravněné plochy a původní sady vedly k uniformitě krajiny.

Dnešní podpora hospodaření v podhorských a horských oblastech stále ještě většinou nezohledňuje odlišné a specifické podmínky jiných území, která mají zásadní význam pro kvalitu vody a její zadržování, ochranu půdy, ochranu přírody i citlivé rekreační využití.

V řadě oblastí dochází k invazivnímu šíření plevelů v souvislosti s nerentabilitou zemědělského hospodaření. Nelze očekávat, že ke zlepšení dané situace dojde samovolně. Naopak, v některých případech nástup invazivních druhů znemožňuje další využívání území pro tradiční hospodářské činnosti. Veškeré uvedené vlivy mají též nepříznivý dopad na demografický vývoj v některých oblastech.

Z výše uvedených důvodů a za účelem obnovy ekologické stability krajiny a jejích prvků jsou od počátku devadesátých let realizována v krajině opatření v rámci tzv. krajinotvorných programů, jejichž cílem je ekologická optimalizace a revitalizace krajiny s cílem dosažení takového stavu přírodě blízké a harmonické krajiny, v níž plochy člověkem dosud stále narušených ekosystémů budou vyváženy vhodně rozloženými plochami ekologicky stabilnějších přirozených a přírodě blízkých ekosystémů a lokalit.

Program revitalizace říčních systémů, a samozřejmě i Program péče o krajinu, k tomu významně přispívají.

V usnesení vlády z roku 1992 se praví:

„Cílem Programu revitalizace říčních systémů je napravovat důsledky rozsáhlé devastace vodního režimu krajiny, přičemž nejde jen o problematiku znečištění toků, ale především o obnovu vodního režimu v povodí drobných vodotečí. Často v minulosti docházelo k napřimování toků na úkor někdejších přirozených meandrů, vybetonovaná koryta rychle odváděla vodu ze zemědělské krajiny, likvidovaly se přirozené zásobárny vody, kterými jsou např. mokřady, a byly zrušeny stovky drobných vodních nádrží. Pro zabezpečení úspěšné realizace tohoto programu je proto nutné především podporovat a zvyšovat retenční schopnost krajiny, systémově napravovat negativní důsledky nevhodně provedených pozemkových úprav a nevhodných způsobů obhospodařování půdy a obnovovat přirozené funkce vodních toků a jejich koryt, včetně doprovodných porostů a ochranných pásů.“

Problematika stability vodního režimu ve spojení s územními systémy ekologické stability, speciální ochranou přírody, komplexními pozemkovými úpravami a protierozními opatřeními, tvoří komplex činností, z nichž musí vycházet řešení místních vodohospodářských úprav. Sebelepší návrh díla může být zmařen, posuzuje-li se bez interakce na širší krajinu a okolní přírodu.

Vlivem dlouhodobě podporované a nekoordinované plošné exploatace krajiny bez reálného zvažování ekonomických a ekologických dopadů se budeme ještě po řadu let obtížně vyrovnávat s důsledky prostorově rozsáhlých a necitlivých zásahů do krajiny. Dřívější odstraňování veškerých překážek omezujících neregulované „hospodaření“ s krajinou vyvolávalo neustálý pokles její ekologické rovnováhy a tím i jejího přírodního potenciálu.

Pro realizaci jednotlivých konkrétních opatření je nutná úzká spolupráce všech dotčených subjektů. Mezi ně patří vlastníci, nájemci a správci pozemků, správci vodních toků, pozemkové úřady, referáty životního prostředí krajských úřadů, Správy chráněných krajinných oblastí a národních parků, obce, další orgány státní správy a samosprávy, příslušné odborné organizace a další subjekty. Stěžejní úlohu zde hrají především pozemkové úřady a orgány ochrany přírody. Proto je nutná již v návrhu těchto opatření spolupráce všech zúčastněných subjektů. Jen tak lze zajistit, aby návrhy konkrétních opatření posilujících ekologickou stabilitu krajiny mohly být začleněny do návrhů, plánů, projektů a realizací pozemkových úprav, ze kterých vychází jejich praktická realizace. Je to nejpřímější a nejschůdnější cesta zohledňující vlastnické vztahy, restituční, transformaci zemědělské výroby a zájmy ochrany přírody a tvorby krajiny

RNDr. Jan Kender
ředitel odboru ekologie krajiny a lesa
Ministerstva životního prostředí

1. PŘEDMĚT REVITALIZACÍ VODNÍHO PROSTŘEDÍ

1.1 Stručný historický nástin

Již od středověku probíhaly vodohospodářské zásahy v údolích potoků a řek, a to hlavně v souvislosti s budováním mlýnů, pil a hamrů. Doba největších technických zásahů do vodního prostředí pak nastala ke konci 19. století. Rostoucím nárokům ochrany staveb a zemědělských ploch před zaplavováním a před zamokřením vycházely vstříc nové technické možnosti. Námaha při těžení a přepravě zemin se přesouvala z lidských a zvířecích svalů na stroje, a to umožňovalo provádět vodní stavby v podstatně větším měřítku než dřívě. Strojník parního bagru mohl ke kubíku zeminy přistupovat s lehcí myslí než pracovník vybavený krumpáčem, lopatou a kolečkem. Katastrofální povodně v 90. letech 19. století významně přispěly k rozvoji protipovodňových úprav vodních toků. Tyto úpravy vycházely převážně z doktríny souvislého zkapacitnění sítě vodních toků za účelem rychlého odvádění vody. Na protipovodňové regulace navázaly zemědělské úpravy drobných vodních toků, umožňující funkci plošných odvodňovacích soustav. Z krajiny se začaly ztrácet potoky a říčky a jejich místo zaujímaly upravené vodní toky, svodnice a kanály. Historie těchto zásahů do vodního prostředí zaznamenává několik vln zvláště silné aktivity. Dodnes existuje řada úprav drobných vodních toků, prováděných zajatci za první světové války a nezaměstnanými v rámci veřejně prospěšných prací za krize ve 30. letech 20. století. Další rozvoj těchto aktivit souvisel se zaváděním kolektivní zemědělské velkovýroby v 50. a 60. letech. Vyvrcholením pak byla 70. a 80. léta. Tehdy se velkoplošné odvodňování setkal s mohutnou chemizací zemědělství, která se projevila mimo jiné výrazným zhoršením kvality vody. Hluboké a celoplošné změny vodního prostředí v naší krajině postupně přesáhly únosnou míru. **Nastalé problémy začaly vyvolávat potřebu revitalizací.**



Obhospodařovatelé zemědělských ploch a uživatelé ploch, ohrožovaných povodněmi, pokládali technické zásahy do vodního prostředí za nezbytné a oprávněné. Ovšem tyto zásahy přinášejí též negativa. Ta jsou tím výraznější, že i samotná technická a ekonomická účelnost řady vodohospodářských úprav byla a je problematická. Zvláště v posledním „melioračním“ období, kdy v rozhodování o vodohospodářských investicích zdaleka nehrály roli jenom racionální úvahy o praktických užitech, ale též politicky motivované plánování a potřeba stále držet při životě poměrně velké projekční a dodavatelské odvětví.

Vodohospodářské revitalizace se v pokročilých zemích rozvíjejí zhruba od 70. let 20. století. Jako součást snah o rekonstrukci narušené krajiny a obnovení jejího přírodně blízkého stavu probíhají v Británii a v USA. Zvláště v britském pojetí jsou silné biologické aspekty revitalizací. V tom se mimo jiné projevuje tradiční zájem o studium a ochranu ptactva. Nám nejbližší a do našich podmínek nejlépe přenosné příklady nacházíme v Německu, Rakousku a Švýcarsku. Pokud se na Internetu vydáme po hesle Renaturierung, což je poněkud příhodnější ekvivalent našich revitalizací, nalezneme velké množství odkazů na uskutečněné, probíhající nebo plánované akce. V nám blízkém Bavorsku patří revitalizace koryt a niv potoků, říček i větších řek, včetně podpory mokřadů, ke standardní činnosti Ministerstva pro otázky životního prostředí a územního rozvoje a jemu podřízených krajských vodohospodářských úřadů (Wasserwirtschaftsamt). Prolínají se s protipovodňovou ochranou, která zcela samozřejmě zahrnuje diferencované přístupy k vodním tokům a podporu tlumivého rozlivu povodní v nivách mimo zastavěná území. Revitalizace koryt a niv provádějí také města a obce, případně se na nich podílejí občanská sdružení. Starostové, radové a přednostové se nechávají s bělostně novými lopatami fotografovat do novin při slavnostech „prvního kopnutí“. V novinách i městských či obecních bulletiních se objevují zprávy o revitalizacích pod optimistickými nadpisy, jako „Ven z betonového korzetu!“ V tisku se můžeme dozvědět i to, že některé revitalizované úseky příměstských potoků mají v péči třídy místních škol a žáci chodí na jaře sázet do břehů vrbové pruty.

V zemích Evropské unie nalézají revitalizační snahy oporu ve Směrnici 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000, stavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Dle této směrnice je cílem uvést všechny vodní toky do dobrého stavu jednak po stránce ekologické, jednak z hlediska kvality vody. Známkou dobrého ekologického stavu jsou příznivé podmínky pro přirozené formy oživení, jeho vzorem jsou vodní toky nenarušené činností člověka.

V Čechách se začaly revitalizace rozvíjet po roce 1990. Jejich hlavním nástrojem jsou krajinotvorné programy Ministerstva životního prostředí. Některé principy, v zahraničí běžně známé, jako třeba zásadu „malými, mělkými a členitými koryty k vodohospodářské a ekologické stabilitě“ nebo podporu tlumivých rozlivů povodní v nivách, objevujeme někdy zbytečně zdlouhavě vlastními cestami. Nicméně i přes dosud přetrvávající převahu revitalizační výstavby malých vodních nádrží již i u nás proběhla řada dobrých revitalizací koryt a niv, které poskytly cenné zkušenosti a potvrdily rámcovou správnost revitalizačních snah.

1.2 Negativa vodohospodářských technických úprav

Lze nejobecněji popsat jako zmenšování rozsahu, členitosti a stability vodního a zvodnělého prostředí, přičemž každý z těchto parametrů má rozměr vodohospodářský i ekologický.

Hlavními aspekty prostorové redukce vodní složky prostředí jsou:

- **zúžení meandračních a břehových pásem potoků a řek**, která v minulosti bývala i několikanásobně širší než po provedených regulačních zásazích;
- **prostorová redukce koryt, tůní, ramen a mokřadů**, a tedy zmenšení množství vody v nich přítomné a omezení rozsahu na ně vázaného prostředí;
- **omezení zásob mělké podzemní vody** působením plošného odvodnění a soustavy regulovaných drobných vodních toků.

Ztráta členitosti poškodila jak bohatost přírody a krajiny, tak vodohospodářské funkce. Nahrazení členitých koryt prizmatickými kanály (= neproměnného průřezu) s hladce opevněným dnem a břehy mimo jiné zmenšuje intenzitu procesů samočištění vody, zmenšuje bohatost oživení vodního prostředí a lidi zbavuje příznivého estetického vjemu.

Snížení biodiverzity vodních ekosystémů je způsobeno fatálními změnami prostředí pro mnoho skupin vodních organismů. Podmínky pro existenci některých společenstev i jednotlivých druhů jsou velmi často natolik specifické, že byly plošně zničeny rozsáhlými úpravami koryt toků a řada druhů se ocitla na pokraji vyhynutí nebo na našem území vyhynula.

Narušení distribuce srážkových vod na povrchu země se projevuje rozkolísáním režimu povrchového a podzemního odtoku, zvýrazněním extrémů. S tím souvisí **destabilizace** prostředí, v němž probíhá odtok - nárůst eroze ploch a koryt, odnosu splavenin, zanášení koryt a nádrží.

Úpravy koryt toků sledovaly především zvětšování průtočné kapacity a zahlubování, umožňující vyúsťovat systémy plošného odvodnění. Tyto úpravy spočívaly v napřimování, prohlubování a rozšiřování koryt a v podpoře jejich hydraulické hladkosti. V takto upravených korytech proudí voda rychleji, a proto je bylo třeba uměle opevňovat.

Úpravy koryt a niv přinesly řadu problémů:

- nepřiznivé změny průtokového a splaveninového režimu následkem zvětšení podélného sklonu;
- větší nároky na pevnost koryt, resp. větší riziko destabilizace v souvislosti s rychlejším prouděním;
- zrychlení odtoku velkých vod a větší škody v níže ležících územích v důsledku zvětšení hydraulické kapacity koryt a omezení rozlivu do nivních ploch;
- zmenšení zásob podzemní vody v nivách jako následek plošného odvodnění niv a zahloubení koryt toků;

- ztížení až znemožnění migrace vodních živočichů zřizováním příčných staveb a vytvářením nevhodných průtokových poměrů v korytech;
- omezení příležitostí pro trvalý výskyt původních druhů vodních živočichů zmenšením členitosti koryt, v případě nejmenších toků zdůrazněním monotónních pasáží s nízkým sloupcem vody;
- zhoršení podmínek pro přirozené samočištění a dočišťování vody, což souvisí opět se ztrátou podélné a příčné členitosti koryta a se zkrácením doby proběhu úsekem koryta;
- zmenšení biodiverzity na přílehlých odvodněných pozemcích – změnu až destrukci společenstev organismů a vymizení citlivých druhů.
- zhoršení vzhledu koryta, narušení krajinného rázu, oslabení pozitivního vnímání vodní složky krajiny veřejností.

Obecně vzato velmi vážným důsledkem nevhodných úprav je **ochuzení malého vodního oběhu**. Jedná se o cyklus srážky - odtok - výpar, odehrávající se nad pevninou. Součástí tohoto oběhu jsou zásoby vody v krajině. Jejich bohatost rozhoduje o kvantitě sycení oběhu vodou. Ochuzení malého vodního oběhu se může projevat větší rozkolísaností srážkových poměrů a vysušováním klimatu.

Škody na prostředí i ekonomické ztráty rostly v minulosti také díky tomu, že byla dlouho opomíjena otázka proč, pro jaký užitek se má ten který zásah dělat. Proč má mít koryto tak velkou kapacitu, komu nebo čemu vadí v lukách občasné vybřežování, jaký prospěch přinese odstraňování sedimentů, zda se skutečně jenom položením drenáže a zahloubením koryta přinutí oglejená půda k efektivnímu výnosům. Četné úpravy koryt a na ně navazující odvodňování ploch stejně nepřinášely kýžené efekty. Mnohé „meliorované“ nebo „náhradně rekultivované“ plochy v nivách sice ztratily přirozený ráz, oslabily se jejich vodohospodářské, přírodní a krajinné funkce, a přesto se nikdy nestaly hospodářsky hodnotnými.

Míra negativních vlivů přesáhla únosnou mez. Proto vznikají snahy o nápravu. V plochách povodí jde o soubor opatření ke zlepšení srážkooodtokových poměrů a k protierozní ochraně. **V síti vodních toků a nádrží se hovoří o revitalizacích.** Na ně těsně navazují opatření zlepšující kvalitu vod a další krajinnotvorná opatření, obnovující přirozené funkce krajiny (výsadby zeleně,..) a její biodiverzitu.

1.3 Obecné vymezení revitalizací

K obnově přirozeného rázu vodního prostředí směřují tři typy procesů:

1. **Dlouhodobá samovolná renaturace**, spočívající například v zanášení a zarůstání, popřípadě v erozi upravených koryt toků.
2. **Renaturace povodněmi.**
3. **Technické revitalizace.**

Tato publikace je věnována především problematice technických revitalizací, byť jejich skutečný vliv na vodní prostředí je z uvedených procesů zatím nejskromnější.

Výsledky samovolné a povodňové renaturace je třeba co nejvíce chránit, využívat a jen v nezbytné míře korigovat jejich nepříznivé aspekty. Rozumně založené technické revitalizace z nich v co největší míře vycházejí.

Samovolná renaturace

spočívá zejména v zanášení upravených koryt splaveninami, v zarůstání bylinami a dřevinami a v postupném rozpadu umělých opevnění, příčných objektů a dalších technických prvků v korytech. K renaturaci niv dochází v souvislosti s ústupem intenzivních forem zemědělského hospodaření, s dožíváním odvodňovacích zařízení a s návratem přirozeného zamokření. Tyto procesy přinášejí cenné revitalizační efekty prakticky zadarmo. Především je nutno předcházet jejich zbytečnému maření samoučelně prováděnou údržbou vodohospodářských úprav. Údržba by měla být omezena jenom na skutečně

opodstatněné činnosti. **Provádět například čištění koryt, spočívající v likvidaci usazenin a porostů, jenom proto, že „tak je to správné a tak to má správce toku dělat“, nemá smysl.**

Postup samovolných renaturací je pomalý a v jednotlivých konkrétních případech může být dosažení plně uspokojivého stavu velmi vzdálené. Například koryto potoka, opevněné polovegetačními tvárnici, ještě po dvaceti letech samovolné obnovy nebude přirozeným korytem, nýbrž jen částečně zanešeným a zarostlým korytem s polovegetačními tvárnici. Ale v úhrnu samovolné procesy dosahují velkého revitalizačního výkonu, zatímco záměrně prováděné technické revitalizace představují zatím jen ojedinělé akce, jejichž význam je především metodický.

Bohužel ne ve všech situacích mohou přirozené procesy působit k obnovení přírodě blízkého stavu. Zvláště nepříznivé je zahloubení upravených koryt. Zahloubení a obecně velká kapacita koryta způsobují koncentraci proudění s velkými podélnými i příčnými rychlostmi. Koryto má tendenci samovolně se dále zahlubovat. Pak je potřebný technický zásah, byť právě v této situaci nebývá jednoduchý.

Renaturace povodněmi

Přirozená koryta a nivy může průběh povodní přetvářet, nemění však jejich podstatu. Naopak upravená koryta a nivy může ovlivňovat zásadnějším způsobem.

V případě částečně upraveného koryta bez souvislého tuhého opevnění může povodní vytvořená soustava nánosů a břehových nátrží do značné míry obnovit přírodě blízký průběh trasy, příčný i podélný profil koryta, a tím v podstatě koryto revitalizovat. **Následná popovodňová opatření je třeba provádět diferencovaně.** V zástavbě obcí a v dosahu inženýrských staveb a podobných objektů, vyžadujících ochranu, je na prvním místě ochrana před škodami, a tedy obnova stabilního a kapacitního koryta. **Ale v úsecích toků a niv ve volné krajině je třeba podporovat obnovu přirozeného rázu.** Příznivý je zejména tlumivý rozliv povodňových průtoků v nivách. Proto by odstraňování povodňových nánosů a nátrží mělo být prováděno jen v naprosto nezbytné míře, například pokud by docházelo k neakceptovatelnému narušení cizího majetku.

V některých případech těžce upravené koryto se souvislým tuhým opevněním podlehe **povodňové destrukci**. Naruší se soudržnost konstrukce, nepřizpůsobivé ke změnám koryta, a celé opevnění z betonových desek, žlabovek, polovegetačních tvárníc apod. se rozpadne. Pokud nejsou pádné důvody pro to, aby byla úprava koryta zrekonstruována, například blízkost komunikační stavby, je možné řešit nastalou situaci cestou technické revitalizace, nahrazením upraveného koryta korytem přírodě blízkého rázu. Povodňová destrukce nevhodného opevnění přinejmenším odstraňuje obtíže, které by jinak byly spojeny s jeho účetní likvidací.

Technické revitalizace

Revitalizace by neměly být vnímány jenom v užším, biologickém smyslu jako znovuoživení, byť to je jejich významnou součástí. **Revitalizacemi v širším smyslu se rozumějí takové zásahy, které se snaží posílit přírodní a krajinné hodnoty a současně příznivé vodohospodářské funkce vodního prostředí.** Tato jednotu přínosů se mimo jiné promítá v pevné přesvědčení, že v oblasti revitalizací mají biolog, krajinář a vodohospodář hledat společný postup.

Nejdůležitější efekty, které mohou přinášet revitalizace:

- Zadržování vody v krajině. Kompenzace ochuzování malého vodního oběhu.
- Vyrovnávání odtokových poměrů. Nejdůležitější je zadržování vody ve zvodnělém půdním a zeminném prostředí, v nivách, v mokřadech a v korytech vodních toků. Tyto prvky zadržují vodu ze srážek a vytvářejí podmínky pro její pomalý odtok. Doplňkový význam má zadržování vody v nádržích, které z hlediska odtokových poměrů představují spíše pasivní zásobu.
- Tlumení průběhu velkých vod, a to zejména podporou rozlivu v nivách, zpomalením postupu povodňových vln a využitím retenčních objemů.

- Obnova a zkvalitňování vodních, mokřadních a na ně navazujících biotopů s výskytem mnoha vzácných a zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů.
- Zlepšování kvality vody - podpora procesů samočištění.

V oboru technických revitalizací vodního prostředí se vyskytují zejména tyto úlohy:

- Obnova přirozenějšího charakteru koryt vodních toků a jejich niv. Obnova tlumivého povodňového rozlivu v nivách.
- Obnova či vytváření tůní a mokřadů.
- Obnova starých říčních ramen a tůní. Podpora přirozených forem povodňové retence.
- Revitalizace nevhodně odvodněných ploch, opatření pro podporu vsakování vody a tvorby zásob podzemní vody, rehabilitace pramenišť.
- Revitalizační obnova, rekonstrukce nebo výstavba malých vodních nádrží

2. REVITALIZACE KORYT VODNÍCH TOKŮ A NIV

2.1 Přínosy revitalizací koryt

Technické úpravy zbavovaly koryta a nivy členitosti a jejich účelem zpravidla bylo vodu z krajiny co nejrychleji odvádět. Cílem revitalizací je naopak obnovení členitosti vodního prostředí a jeho schopnosti vodu držet. **Základní revitalizační úlohou je vytvoření koryta, které je proti obvyklému upravenému korytu členitější. Revitalizační koryto má zpravidla menší kapacitu a je méně zahloubené.**



Klasický je případ, kdy před revitalizací existuje koryto napřímené, nepřírozeně zahloubené a opevněné plnými nebo polovegetačními tvárnicemi. Kapacita takového koryta byla v zemědělské krajině navrhována na dvouletou až pětiletou vodu. Hodnotná revitalizace je nahrazuje korytem, jehož stopa je přirozeně zvlněná, příčný profil podstatně mělký a členitý tím, že dno a břehy koryta tvoří zemina a kamenivo. Podélný sklon je menší a podélný profil je rozčleněn na střídající se pásáže menšího a většího sklonu.

Směry revitalizací mohou vycházet z různých představ. Hledání teoretického „přírodního pravzoru“, estetické vnímání potoků a řek, rybářské zájmy, ochrana flory a fauny, snaha dosahovat racionálně popsateľných revitalizačních efektů ve vodohospodářské oblasti. Tyto přístupy by se měly vzájemně doplňovat, ale také kontrolovat.

Hlavní efekty revitalizace koryta:

2.1.1 Zvětšení omočeného, resp. biologicky aktivního povrchu koryta

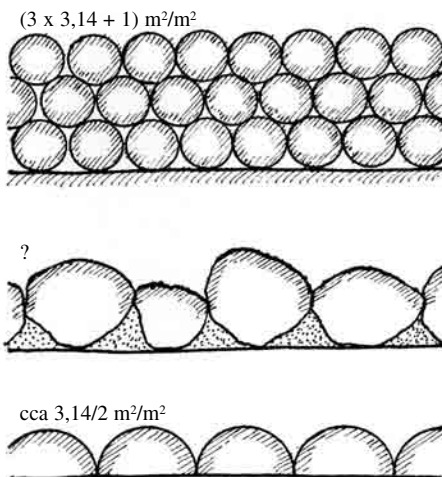
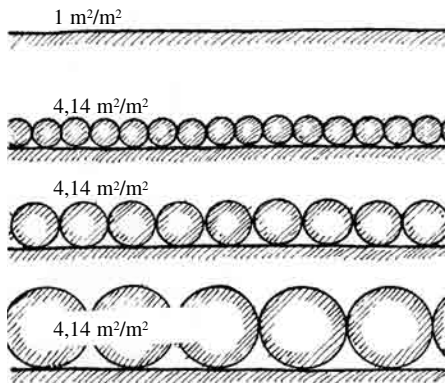
Opevnění plnými tvárnicemi nechť je při revitalizaci nahrazeno kamenným pohozem. Pro orientační zhodnocení, jak se změní velikost omočeného povrchu, si lze představit rovný povrch souvisle pokrytý tělesy kulového tvaru. Malý návrat ke středoškolské geometrii ukáže zajímavost - ať je průměr stejně velkých koulí nastavených vedle sebe v jedné vrstvě na rovinnou plochu jakýkoliv, na jednotku plochy tvoří povrch koulí její 3,14 násobek. Tedy 1 m² plochy pokryté koulemi má omočený povrch $1 + 3,14 = 4,14$ m².

Omočený povrch dna koryta pokrytého přírodním kamenivem může být menší, pokud je kamenivo pokryto bahenní usazeninou, ale také může být větší, protože kamenivo nebývá vyrovnáno jenom v jedné vrstvě, nýbrž tvoří hlubší zónu propustného prostředí.

Orientačně lze říci, že oproti rovnému dnu, tvořenému betonovou deskou, může mít dno pokryté kamenivem aktivní povrch jedenapůlnásobný až několikanásobný.

Omočený povrch koryta, včetně spodních stran kamenů, má velký význam pro oživení. Z vodohospodářského hlediska je významný jeho vliv na intenzitu procesů samočištění vody. Hlavním činitelem samočištění v drobných tocích je bentos, tedy drobnohledný život na povrchu materiálu dna. Pak je rozdíl, zda je měrná velikost osídlitelného povrchu jedna jednotka, nebo čtyři jednotky. Ekologický význam mají také prostory mezi částicemi, pokrývajícími dno. Opět model s koulemi - na 1 m² plochy pokryté souvisle koulemi o průměru 5 cm připadá 12,5 litru objemu „pod rovničky koulí“, tedy objemu potenciálních úkrytů pro různé formy života. Tentokrát se ovšem výsledek s průměrem koulí mění - třicetimetrové koule už dávají jenom 7,5 litru úkrytů.

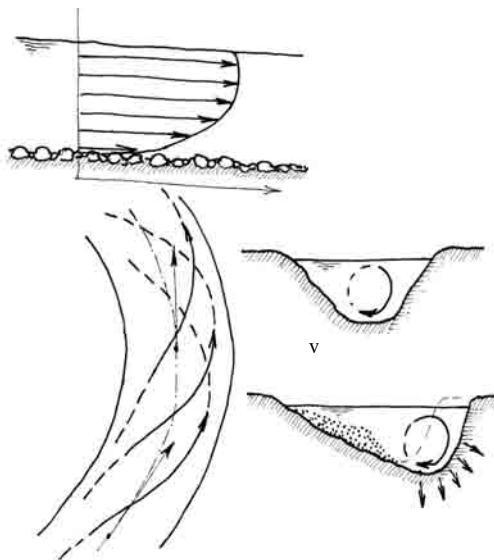
Velikost měrného aktivního povrchu dna. Plochý povrch může odpovídat betonové desce. Pokrytí koulemi nebo polokoulemi modeluje povrch tvořený kamenivem.



2.1.2 Posílení stability koryta

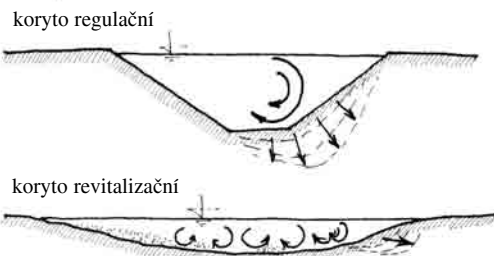
Revitalizací se vytváří koryto o malé kapacitě, tedy také vystavované menším rychlostem proudění vody. Z toho důvodu může být revitalizační koryto proti upravenému přirozeně stabilnější, tedy méně náročné na opevnění. V případě revitalizací se využívá zejména kamenných pohozů a záhozů, které se mírným změnám koryta přizpůsobují a ještě jimi nabývají na stabilitě (vznik přirozené dnové dlažby).

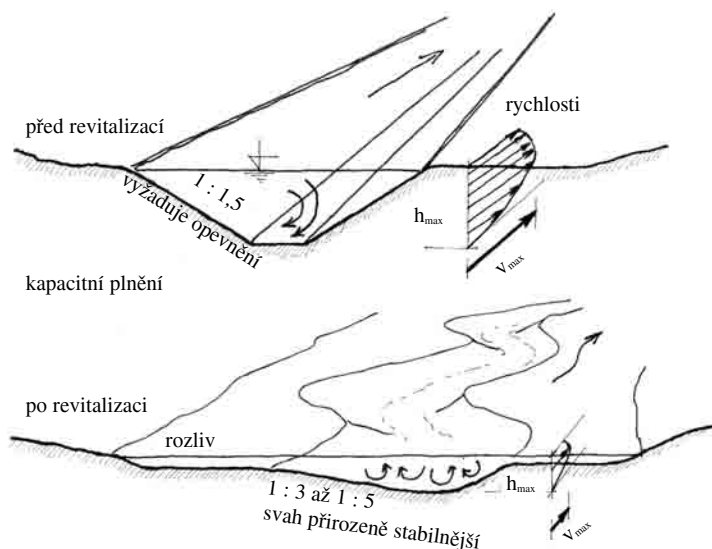
V Pravoníně v benešovském okrese byl při revitalizaci zrušen úsek upraveného koryta a nahrazen novým korytem, přírodě blízkých tvarů. Koryto před revitalizací bylo za kapacitního plnění vystaveno rychlostem přes $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Proto muselo být opevněno betonovými žlabovkami. Nové koryto po revitalizaci má podstatně menší kapacitu. Při plném využití kapacity bude vystaveno rychlostem kolem $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, kterým by měl odolat střední štěrk. Za větších než kapacitních průtoků bude významnějšímu narůstání rychlostí bránit rozlín do nivy.



Přítom však jistá míra nestability, která se projevuje v dotváření koryta, zvětšování jeho příčné a podélné členitosti, vzniku břehových úkrytů apod., je při revitalizacích žádoucí.

Vznik příčného proudění v korytě. Největší rychlosti jsou vyvinuty v horních vrstvách profilu. V obloucích nejrychleji proudící vrstvy narážejí působením odstředivých sil na vnější břeh a zavinují se podél něho. Takto vznikající příčná složka proudění má tendenci erodovat nárazový břeh. V hlubokém profilu (regulační lichoběžník) se příčné proudění soustřeďuje do válce s velkou erozní silou. V mělkém, širokém profilu se rozpadá a jeho účinky jsou slabší.





Velké a hluboké lichoběžníkové koryto (před revitalizací) je za kapacitního plnění vystaveno velkým podélným rychlostem proudění a soustředěnému příčnému proudění. Malé a mělké revitalizační koryto, u něhož dochází při tomtéž průtoku k rozlív do nivy, je podstatně méně namáháno podélnou i příčnou složkou proudění.

2.1.3 Prodloužení doby průběhu korytem

Zvlnění koryta, tedy prodloužením délky a zmírněním podélného sklonu, a jeho zdrsněním se zpomalí proudění a prodlouží doba průběhu vody určitým úsekem. Pro představu, jaký vliv může mít revitalizační úprava na hlavní parametry proudění, použijeme opět orientační propočty revitalizace potoka v Právočině. Nejdůležitější údaje odvozené z propočtu konzumní křivky koryta před revitalizací a po ní obsahuje tabulka 1.

Koryto před revitalizací bylo napřímené, prizmatického tvaru s lichoběžníkovým průřezem, o šířce ve dně 0,8 m a sklonem svahů 1:1,25, opevněné žlabovkami. Délka sledovaného úseku činila 360 m, výškový rozdíl mezi počátkem a koncem 8,75 m, tedy průměrný sklon 2,5 %. Konzumní křivku tohoto koryta můžeme propočítat z Chezyho rovnice podle Manninga. Drsnost koryta se žlabovkami uvažujeme $n = 0,025$. Pro běžný průtok 20 l.s^{-1} vychází střední rychlost $0,6 \text{ m.s}^{-1}$ a doba průběhu úsekem 8 minut.

Revitalizace spočívala v důsledném zvlnění koryta. Tím se jeho geometrická délka v daném úseku prodloužila na 540 m, tedy na 1,5 násobek. Nové koryto má mělce mísovitý průřez, který lze pro potřeby výpočtu zhruba nahradit lichoběžníkem o šířce dna 0,6 m a sklonu svahů 1:3. Je zpevněno kamenným pohozením s jednotlivě vloženými lomovými kameny. Pro tentýž průtok vychází střední rychlost $0,4 \text{ m.s}^{-1}$ a doba průběhu tímto úsekem 25 minut.

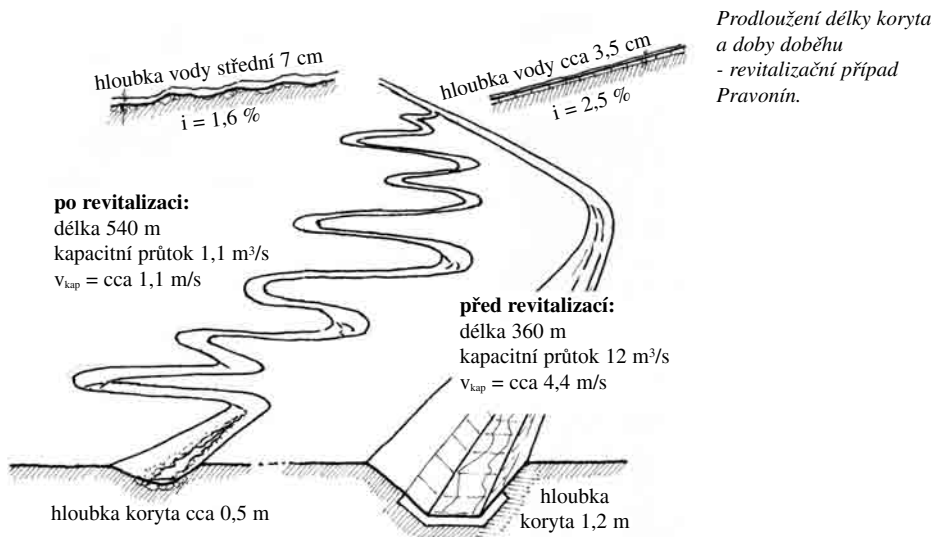
Tabulka 1 - Hlavní hodnoty konzumních křivek koryt v Právočině

hloubka vody	střední rychlost	průtok	doba průběhu úsekem
Koryto před revitalizací:			
3,5 cm (běžný průtok)	$0,6 \text{ m.s}^{-1}$	$0,02 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	9,5 min
120 cm (kapacitní průtok)	$4,4 \text{ m.s}^{-1}$	$12,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	1,4 min
Koryto po revitalizaci:			
7 cm (běžný průtok)	$0,4 \text{ m.s}^{-1}$	$0,02 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	24,6 min
50 cm (kapacitní průtok)	$1,1 \text{ m.s}^{-1}$	$1,1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	8,3 min

V tomto případě vede revitalizace za běžného průtoku k trojnásobení doby průběhu vody tímto úsekem údolí, přičemž rozhodující vliv má prodloužení délky koryta v úseku. Tato rozvaha ani nezahrnuje

možnost výraznějšího rozčlenění koryta vzdutými úseky, tedy proudovými tůňmi. Potom by se doba proběhu vody úsekem ještě zvětšila o dobu zdržení v tůňech.

Doba zdržení je rozhodujícím parametrem zejména pro samočištění, resp. přirozené dočišťování vody v korytě. Zněkolikanásobení hodnoty tohoto parametru je z hlediska samočištění významné.



2.1.4 Zvětšení aktuální zásoby vody v korytě

V technicky upravených korytech zpravidla teče voda po rovném dně proudem o malé hloubce. Objem vody přítomný v tomto proudu je výrazně menší proti množství vody, které by se našlo ve srovnatelném přírodním korytě, členěném tůňmi. Množství vody přítomné v korytě má význam z několika pohledů. Rovněž voda přítomná v korytě představuje část zásoby vody v krajině. „Zásobní objem“ v korytě zvětšuje dobu proběhu vody úsekem. Konečně rozhojné prostředí koryta skýtá prostor rostlinám a živočichům. **Proto jedním z cílů revitalizace koryta je zvětšit aktuální množství vody, které v něm je za běžných průtokových poměrů přítomno.**

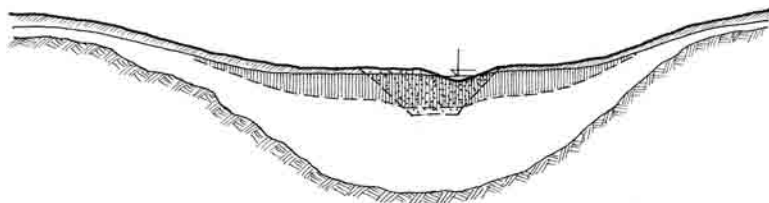
Pro orientační představu můžeme opět porovnat aktuální zásobu vody v korytě v potoce pod Pravonínem, okr. Benešov. V původním upraveném korytě se běžný průtok $20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ odehrával při střední hloubce sloupce vody 3,5 cm a ploše průtočného průřezu $0,03 \text{ m}^2$. Zásoba vody v korytě se takto dá vyčíslit na 30 litrů na běžný metr, v celém úseku o délce 360 m pak bylo asi 10 m^3 vody. V korytě po revitalizaci je střední hloubka 7 cm a plocha průtočného profilu $0,057 \text{ m}^2$. Tedy zásoba vody činí 57 l/bm . Meandrací se tentýž úsek prodloužil na 540 metrů, tedy vychází množství vody v úseku 30 m^3 . Je tento rozdíl zanedbatelný? (Kvůli jednoduchosti propočtu neuvažujeme zde rozčlenění revitalizovaného koryta na tůně, které zásobu vody zvětšuje nejméně o další desítky procent.)

2.1.5 Zvětšení zásoby nivní vody

Revitalizace koryta ovlivňuje také množství mělké podzemní vody v nivě, což je z hlediska ochrany zásob vody v krajině významná položka. Zatímco regulovaná koryta byla výrazně zahlobena, aby zachytila hlavníky drenáží a odvodnila nivní pozemky, **snahou revitalizací je opět koryta změlčit, a tím mimo jiné zvýšit úroveň bezprostředně navazující hladiny podzemní vody.** Případ od případu se podmínky velmi liší, velký vliv mají vlastnosti zemin. Pro orientační úvahu o významnosti vlivu revitalizace drobného toku na zásobu vody v nivě si lze představit docela pravděpodobnou situaci:

Revitalizací nechť se vyzdvihne hladina vody v potoce průměrně o 0,5 m. Na související hladině podzemní vody v nivě se tento zdvih projeví v pásu kolem koryta, jehož šířka může být 15 metrů. V tomto pásu nechť střední vzestup hladiny nivní vody činí 0,2 m. Uvažujme těžkou, ulehlou půdu, jejíž pórovitost se pohybuje kolem 30 %. Potom na „běžný metr revitalizace“ vytváříme zásobu cca 1 m³ mělké podzemní vody.

Kdybychom vytvoření zásoby vody pokládali za jediný efekt revitalizace a vztáhli na ně celkové náklady, mohlo by stát zadržení 1 m³ nivní vody dva tisíce korun. V případě výstavby malé vodní nádrže činí náklady zadržení jednoho kubíku cca 300 korun. Ovšem u revitalizace koryta je zadržení vody jen vedlejším efektem, zatímco v případě nádrže hlavním. Z toho plyne, že z technického ani ekonomického hlediska **nádrže nejsou jediným nástrojem zadržování vody v krajině – nutno počítat i s podélnými revitalizacemi toků a niv.**



Vliv revitalizace na zásobu mělké podzemní vody v nivě.

2.1.6 Tlumení průběhu velkých vod

Soustředění povodňového průtoku do kapacitního koryta a omezení rozlivu mimo ně je nezbytné v zastavěných územích obcí a v blízkosti ploch a objektů, které musejí být chráněny. V minulosti však byly úpravy tohoto druhu mnohdy prováděny i v úsecích údolí nad obcemi. O to pak byly dopady povodní na níže ležící zastavěná území těžší. **Významným přínosem revitalizací je zejména obnova povodňového rozlivu v úsecích mimo zastavěná území a zpomalení průběhu povodňové vlny těmito úseky.**

Čím hydraulicky hladší cestu v korytě a v nivě povodňová vlna nachází, tím rychleji postupuje a tím vyšší úroveň dosahuje dál v povodí její kulminace. Hlavně u krátkodobých povodní, u nichž nedochází k dlouhodobému zaplavení ploch, rozhoduje o škodách právě prudkost nástupu a výška kulminace. Nejtvrďší pojetí regulací vycházelo z představy, že se podaří po celé délce vodního toku vytvořit dostatečně kapacitní koryto, a tím minimalizovat riziko zaplavení pobřežních pozemků. Tato představa je dost nebezpečná. Vytvoření kapacitního koryta a vyloučení rozlivu do niv koncentruje průběh vlny, zrychluje její průběh a zvětšuje úroveň její kulminace. **Zbytečná ochrana pozemků, které to nepotřebují, například neobhospodařovaných nebo jen extenzivně obhospodařovaných niv, stupňuje nároky na protipovodňovou ochranu v místech, kde je to skutečně potřeba – jako jsou zastavěná území obcí nebo intenzivní zemědělské kultury.**

Naproti tomu revitalizace vodních toků a niv mohou do jisté míry přispívat k tlumení nepříznivých účinků povodní. Ještě použijme příkladu z Právoňína: *Před revitalizací pojalo upravené koryto průtok cca 12 m³.s⁻¹ při rychlostech, které dávaly dobu průběhu úsekem nivy 1,4 minuty. Revitalizační koryto pojme něco přes 1 m³.s⁻¹ a rychlosti při kapacitním plnění dávají dobu průběhu tímtež úsekem kolem 8 minut. Případně větší povodňové průtoky se budou rozlévat do niv a rychlosti proudění v nivě nebudou o mnoho větší. Může být dosažený časový posun kulminace povodňové vlny významný?*

Z hlediska protipovodňové ochrany je přínosná zejména revitalizace drobného vodního toku v úseku nad územím, které má být chráněno – nad zastavěným územím obce apod. **Zdrsnění a změkčení koryta jednak zpomaluje proudění, jednak podporuje rozliv do nivy.** Rozložením povodňového průtoku do nivního pásu nutně dochází ke zpomalení a k jisté krátkodobé retenci vody.

K omezování průtočné kapacity v obcích a v blízkosti chráněných objektů, jako jsou silnice a železnice, samozřejmě přistupujeme nanejvýš uvážlivě. Citlivá místa jsou také bezprostředně nad

obcemi, kde jde o vhodné nasměrování povodňového proudu, a bezprostředně pod obcemi, kde by příliš brzké zmenšení kapacity mohlo způsobovat zpětné vzdutí povodňové vlny do zástavby.

Posouzení vlivu koryta a jeho změn na průběh velkých vod je nezbytnou součástí hydrotechnických výpočtů v projektu revitalizace.

Zvláštním revitalizačně - protipovodňovým opatřením může být ovšem, na rozdíl od dosud uváděného, zvětšování průtočné kapacity koryta. Uplatní se uvnitř obcí a těsně pod nimi, kde je potřeba omezovat rozliv a zpětné vzdouvání povodňových proudů. Na rozdíl od pouze hydrotechnických zkapacitňujících úprav se při těchto revitalizacích současně podporuje členitost koryta. Nejjednodušším příkladem revitalizačních opatření tohoto druhu je sklopení a rozčlenění břehů upraveného koryta, tedy vytvoření široce mísovitého koryta s alespoň mírně rozvlněnými břehovými čarami.

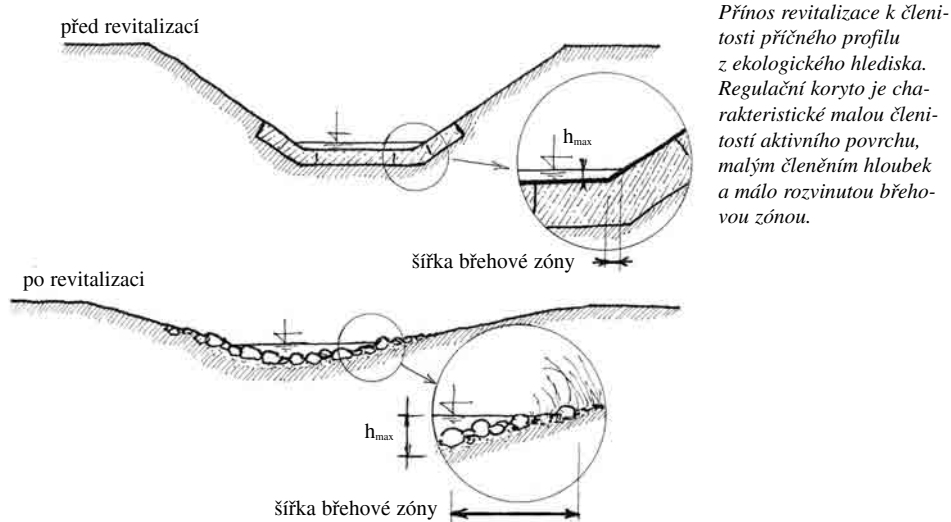
2.1.7 Posílení členitosti koryta z hlediska oživení

Z hlediska různých forem oživení koryta, břehů a nivy sledujeme zejména:

- Členitost příčného profilu koryta, která souvisí s velikostí omočeného povrchu a s četností výskytu úkrytů, proudových stínů apod. Lichoběžník opevněný tvárniciemi je z biologického hlediska podstatně chudším prostředím než třeba mísovitý profil v kamenitém materiálu.
- Podélnou členitost koryta (tůň a peřeje – střídání různých typů prostředí).
- Rozsah členění hloubek a rychlostí proudění. Například tenký proud vody, rozložený na hladkém povrchu betonových tvarovek, neumožňuje život ryb. Ty vyžadují dostatečné hloubky pro pohyb, přítomnost proudových stínů a úkrytů pro odpočinek apod. *U zde využívaného příkladu z Pravonína činila za běžných průtoků střední hloubka vody v korytě 3,5 cm a vzhledem k opevnění hladkými tvárniciemi byly odchylky od této hloubky malé. Revitalizační koryto má za stejných průtoků střední hloubku 7 cm a odchylky od ní jsou při kamenitém povrchu dna poměrně velké. Právě v těchto polohách může ležet kritické rozmezí dostupnosti pro běžné potoční ryby.*
- Rozsah a hloubku biologicky mimořádně cenné břehové oblasti, v níž se dotýká vodní prostředí a souš. Obecně čím strmější břehy zapadají do vody, tím je tato oblast méně rozvinutá. K členitosti přirozených břehů ovšem také patří úkryty v podobě vymletých břehových a podkořenových kapes.
- Četnost úkrytů v korytě, včetně těch, které poskytuje napadané dřevo. To je poněkud problematické z vodohospodářského hlediska, nicméně praktické zkušenosti ukázaly možná řešení, jako jsou kotvené pařezy z vývrátů, kotvené kmeny či jejich části. Dřevo je někdy v toku velmi významné, například u koryt na jílovitém podloží, která jsou chudá na úkryty pro ryby i benthos (organismy dna). Zvláště v prvních letech (řádově 10-15) po provedení úprav, kdy toto dřevo zároveň supluje právě podemleté kořenové systémy stromů v pobřežním porostu (hlavně olše) nebo převislé větve těsně nad vodní hladinou (vrby).
- Charakter dnového substrátu, který musí odpovídat jednak přirozenému potenciálu vodního toku (jistě není účelné uměle vytvořit v toku takový substrát, který první větší voda odnese nebo překryje), a současně by měl vyhovovat požadavkům cílových druhů organismů, pro které chceme vytvořit prostředí. To se může velmi lišit i pro druhy žijící běžně v jednom společenstvu. Kupříkladu vranka obecná preferuje kamenité dno s úkrytovými štěrbínami, naproti tomu mihule potoční jednoznačně vyžaduje jemné písčitohlinité náplavy. Na substrátu závisejí i vhodné místa pro rozmnožování vodních živočichů, především ryb. Preferovaný substrát, na kterém se jednotlivé rybí druhy vytírají, přitom nemusí vždy odpovídat prostředí, ve kterém žijí po celý zbytek roku. Jako příklad poslouží opět mihule potoční, jejíž larvy žijí několik let (nejčastěji čtyři roky) v již popsaných jemnozrnných náplavech, nicméně rozmnožování probíhá na šterku. Je zřejmé, že pro výskyt tohoto druhu jsou nezbytné oba výše uvedené biotopy.
- Charakter porostu břehů. Ceněnými vlastnostmi jsou členitost a velká míra přirozenosti. V první řadě je třeba chránit přirozený zeminný povrch a jeho vegetaci. Náhrada přetvořeným povrchem nebývá již nikdy plnohodnotná.
- Podmínky i pro další druhy živočichů. Jedním z nich je například chráněný a silně ohrožený ledňáček říční který potřebuje pro hnízdiště kolmé hliněné stěny nad vodou, ve kterých si vyhrabává

hnízdni nory. Při vytváření biotopů pro jednotlivé skupiny organismů v rámci revitalizačních opatření na tocích je nutné brát v úvahu i vzájemné vazby - například benthos tvoří zásadní složku potravy pro mnohé ryby druhy, ledňáček je zase závislý na výskytu drobnějších ryb apod.

Hodnocení upravených koryt podle těchto kritérií bývá velmi nepříznivé a cílem revitalizací je dosáhnout zlepšení.



2.1.8 Zlepšení migrační propustnosti koryta

Součástí revitalizačních opatření je také obnovení obousměrné propustnosti koryta. **Překážky v pohybu ryb vodním tokem představují zejména příčné vzdouvací objekty a místa s nedostatečnou hloubkou a členitostí vodního proudu.**

Otázku propustnosti ve vztahu k vodním dílům akcentoval také nový zákon 254/2001 Sb., o vodách. V §15, odstavci (6) uvádí:

Při povolování vodních děl, jejich změn, změn jejich využívání a jejich odstranění musí být zohledněna ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. Tato vodní díla nesmějí vytvářet bariéry pohybu ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku.

Migrační propustnost toků je třeba udržovat, chránit a případně obnovovat tam, kde má věcný význam. Z výše uvedeného požadavku vodního zákona plyne, že propustnost je třeba zabezpečit na tocích, kde k migraci ryb dochází a je z ekologického hlediska významná. Je tedy třeba se jí zabývat i v případě výstavby některých průtočných malých vodních nádrží. Přitom však nutno zachovat rozumný přístup a individuálně posuzovat účelnost zřizování nákladných rybochodných objektů na drobných tocích, kde je pohyb ryb okrajovou záležitostí, a jejichž charakter neumožňuje trvalý výskyt ichtyocenóz. Podobně některé nádrže, jejichž prioritním účelem je chov ryb, mohou být rybími přechody zbavovány obsádek, což jistě hospodáři nepřivítají. Navíc prostředí takových nádrží není vhodné nejen pro život, ale ani pro migraci některých rheofilních (proudomilných) druhů, takže například vranka obecná či pruhoploutvá projde funkčním rybím přechodem, avšak nedokáže proplout prostředím se stojatou vodou do toku nad nádrží. V takových případech je vhodné zabývat se možnostmi obtokového uspořádání nádrže.

Uvážlivě je také třeba posuzovat vodní toky, které jsou v současnosti fragmentovány stávajícími stupni, jezy či vodními nádržemi a ani v dlouhodobějším horizontu není naděje na komplexní zpřístupnění.

Podobná je situace i v těch případech, kdy se jedná o tok trvale znečištěný nebo jinak dlouhodobě nevyhovující životním podmínkám ryb.

Cílem revitalizací běžně není dělat víc, než může dělat sama příroda, tedy zpřístupňovat koryta nad úroveň, odpovídající přirozeným poměrům. To znamená, že za vyhovující z hlediska prostupnosti je pokládáno koryto, jehož členitost dosahuje přirozené míry. Revitalizace se nesnaží například zpřístupnit horní úseky toků rybám, které by se do nich vzhledem k malému množství a malé hloubce vody nebo skromné potravě ani za normálních podmínek nedostaly.

Prostupnost dosud neprůchodných úseků koryt řeší revitalizační úpravy, které zajistí vyhovující hloubky, rychlosti a členění řečiště. V případě vodních děl, jako jsou stupně, jezy nebo průtočné vodní nádrže, přicházejí v úvahu různé typy rybích přechodů a podobných zařízení. Těm je dále věnována samostatná kapitola. Z náročnosti této problematiky plyne, že podkladem revitalizačního záměru, který se nějakým způsobem dotýká prostupnosti vodního toku, by měla být **odborná znalost rybího i dalšího oživení nejen v samotném místě uvažovaných opatření, ale i v širších souvislostech daného povodí.**

(V době, kdy vzniká tato publikace, je projednávána novela zákona o vodách. Podle dosavadních návrhů lze předpokládat, že i v § 15 nastanou změny, umožňující lépe rozlišovat různé případy podle skutečné potřeby zpřístupňujících opatření.)

2.1.9 Nahrazení degradovaných povrchů biologicky a krajinářsky hodnotnějšími povrchy

Významným revitalizačním efektem může být rehabilitace ploch v nivách, na svazích a březích, které jsou z ekologického hlediska méně hodnotné. Může jít o skládky, rumiště, plochy znehodnocené nevhodným odvodněním, zemědělské kultury, hospodářské lesy. Tyto formace mohou být nahrazeny formacemi ekologicky a vodo hospodářsky cennějšími - vodní hladinou, loukou, neobdělávaným úhorem, vícefunkčním lesem, hájem, mokřadem. Také různé typy „revitalizačních“ řešení povrchu mají různou hodnotu, kterou je třeba v jednotlivých případech dobře zvažovat. Z ekologicko - krajinářského hlediska má například louka, háj nebo mokřad ve většině případů větší hodnotu než hluboké zatopení vodou.

2.1.10 Zlepšení podmínek pro samočištění a dočišťování vody

Samočištěním se rozumí soubor přirozených procesů, přispívajících ke zlepšování kvality vody. O **dočišťování** hovoříme v případě záměrného využívání těchto procesů v korytech nebo nádržích pod zdroji znečištění. Předpisy o vypouštění odpadních vod neumožňují započítávat účinky samočištění v potoce pod čistírnou k efektům čistírny. Nicméně tyto účinky jsou významné a lze je pokládat za jeden z přínosů revitalizačních opatření v korytech a nivách zejména drobných vodních toků.

Přečnování kyslíkového problému

Dodnes se traduje, že příčné objekty - prahy nebo stupně - provzdušňováním vody napomáhají procesu samočištění. Tento názor nemá valné opodstatnění. Úseky toků tak znečištěné, aby v nich obsah kyslíku limitoval samočištění, jsou vzácné. Zdárný průběh samočištění umožňují koncentrace kyslíku již v rozmezí 1 až 2 mg.l⁻¹. K jejich zajištění běžně postačuje pouhý prostup hladinou, a to i v silně fekálně znečištěných strouhách přímo pod obcemi bez čistíren odpadních vod. Významnější zvětšování koncentrace kyslíku nad tuto úroveň již pro samočištění nemá velký význam. Také samotný efekt provzdušnění proudu vody vložím příčných objektů je problematický. V místě přepradu sice dochází k místnímu provzdušnění, ovšem nad objektem se vystavuje klidná hladina, kterou kyslík prostupuje do vody méně intenzivně než hladinou v proudných úsecích. Ani není třeba rozvádět, že **tak silné znečištění vody, které by nezbytně vyžadovalo umělé vnosit kyslíku, je třeba přednostně řešit přímo ve zdroji.**

Účinky samočištění závislí na jiných faktorech:

Intenzita samočištění je pozitivně závislá hlavně na době a intenzitě kontaktu znečištěné vody s biologicky aktivním povrchem koryta.

Takže samočištění lze podpořit prodloužením doby zdržení vody v korytě a zvětšením jeho příčné a podélné členitosti. Pro účinné odstraňování znečištění je vhodné, aby úseky aktivního kontaktu byly proloženy úseky umožňujícími sedimentaci produktů samočištění, tedy tůňemi nebo nádržemi. Vodohospodářsky vhodným řešením může být sestava dostatečně dlouhého a členitého samočisticího úseku koryta a malé vodní nádrže, která není vyplavena každým deštěm a z níž je možné zachycené usazeniny občas vytežit.

Vyčíslování závislosti samočisticích účinků koryt na škále určujících parametrů se ovšem neukázalo jako reálné. Jedná se o procesy, které závisí na mnoha proměnlivých a vzájemně se ovlivňujících veličinách. Takže těžko lze dopředu zodpovědně říci, že ten který zásah do koryta povede k eliminaci určitého procenta znečištění.

2.1.11 Zlepšení vzhledu koryt a niv

Pro pohodu pobytu v krajině a následně pro vztah lidí k ní je důležitý i vzhled koryt a niv. Upravený meliorační kanál obrostlý kopřivami nevzbuzuje v pozorovateli libé pocity. Naopak podporuje nepříznivý dojem, že posláním sítě vodních toků je odvádět někam pryč cosi nežádoucího. I tento drobný přispěvek k pocitu odcizení ubírá člověku na radosti ze života a zhoršuje jeho vztah k přírodě. Vydařená revitalizace může tato negativa mírnit či odstraňovat.

Současně bychom však neměli podléhat klamným představám, že revitalizace za jakýchkoliv podmínek vytvoří něco na způsob horské bystřinky nebo potůčku v japonské zahradě. V obyčejné ploché louce je přirozená mělká stružka s bahnitým dnem, kterou v trávě není ani vidět a která ani netvoří žádné „pěkné“ meandry. Její hodnota spočívá v tom, že je mělká, má členité, travnaté břehy a její trasa nevede podle pravítka. **Vzhled většiny revitalizačních děl se také dotváří časem, neboť syrová stavba je pouze polotovarem pro přirozené procesy dotváření a obrůstání.**

2.2 Obecné přístupy k revitalizacím koryt

2.2.1 Ochrana a využívání přirozených obnovných procesů

Prostředky programu revitalizace jsou zatím skromné ve srovnání s penězi, které byly v minulosti vydávány na technické úpravy koryt. Revitalizační akce mají zatím charakter spíše ojedinělých ukázek. **Naštěstí je na naší straně příroda. Koná největší díl revitalizační práce tím, že upravená koryta tu eroduje, tu zanášá splaveninami a nechává obrůstat zelení.** Koná tak zadarmo a zpravidla dobře. Můžeme například počítat s tím, že strom, který uspěl z náletu, roste na svém místě vskutku „dobře“ - na rozdíl od umělých výsadeb, v nichž často zjišťujeme ztráty a živoření.

První zásadou revitalizací je ochrana a využívání přirozených obnovných procesů.

To platí i při technických revitalizacích, které pouze připravují polotovary pro přirozené procesy. Stavební dílo se následně dotváří působením přírodních sil, údržba těmto silám napomáhá a koriguje jejich účinky. Rozumně založené dílo s tím počítá a vytváří pro tento vývoj co nejlepší podmínky. Dílo nevhodně založené vnucuje budoucímu provozovateli trvalý boj s přírodou.

Nejzřetelnější je to v případě zeleně. Povrch vytvořený nebo zasažený stavbou, například břehy koryta, lze podle zažitých stavařských postupů pokrýt orníci a osít travní směsí. Vznikne často podivný trávník nepřirozeného rázu, který je nutné v přijatelném stavu udržovat sečením. Následně se v něm velmi

obtížně uchycují nálety stromů a keřů. Může se však podařit lepší řešení: **Povrch se nepokryje orníci a neoseje. Na jílu, šterku i hrubém kamenivu se uchytí přirozený nálet olší, ozelenění je pořízeno bez výdajů a s velmi skromnými nároky na další údržbu.**

Různé názory bývají na **dotváření koryt erozí**. Tradiční vodohospodářská škola pojímá erozi koryt jako v zásadě nežádoucí a snaží se ji omezovat. V případě hloubkové eroze s tím lze převážně souhlasit i v oboru revitalizací. Ovšem jistá míra boční eroze břehů je potřebná pro dotváření přirozeně členitých tvarů koryt. V každém jednotlivém případě je třeba rozumně posuzovat, zda je účelné dotváření břehů ovlivňovat. **Před opravou nátrže nebo opevňováním břehu je potřeba zvažovat, zda přirozeně probíhající proces něčemu nebo někomu škodí a zda je účelné a efektivní provádět opravu. Nebo zda naopak není vhodnější zásah neprovádět, ušetřit prostředky a současně napomoci vzniku přirozených pobřežních stanovišť.**

Také je nutno počítat s tím, že přirozené procesy velmi účinně likvidují i mnohé naše dobře míněné výtvořky, které jsou součástí revitalizací. Čím je nějaký objekt, třeba tůň, stupeň nebo úkryt pro živočichy umělejší, tím spíše se brzy rozpadá v trosky. **Přirozené procesy jsou tedy prověrkou přirozené odolnosti konstrukcí.**

2.2.2 Systémová revitalizace nivy s obnovou potočního pásu

Revitalizace drobných vodních toků, pro něž jsou k dispozici jenom samotná koryta, narážejí na četná omezení a bývají odsouzeny k polovičatosti. Následně vznikají při údržbě a provozu revitalizačního díla problémy na styku s pobřežními pozemky. **Základem plnohodnotného řešení je získání pozemků pro vytvoření dostatečně širokého potočního pásu.** Státní organizace, obec nebo i soukromá osoba, která revitalizaci provádí, absolvuje nelehká jednání s vlastníky, v rámci možností vykoupí a posměňuje pozemky pro potoční pás, uskuteční revitalizaci a následně potoční pás sama spravuje nebo jej předává vhodnému správci. Je celkem pochopitelné, že podmínkou tohoto postupu je plná podpora státní dotací. Pro směny pozemků může být velmi užitečným spolupracovníkem příslušný pozemkový úřad, **optimální případ nastává, pokud revitalizace proběhne v návaznosti na komplexní pozemkové úpravy.** Jinak se mohou za předpokladu souhlasu zúčastněných vlastníků uplatnit alespoň jednoduché pozemkové úpravy.

V případě drobných vlásečnicových toků by pro hodnotnou revitalizaci postačovalo vytvoření potočního pásu širokého cca 10 metrů. Tato šířka by mnohde umožňovala rozvolnit upravené koryto nebo je nahradit korytem novým, přírodě blízkých tvarů, otevřít hlavníky drenáží (a tím eliminovat i budoucí střety mezi revitalizací a odvodněním) a vytvořit vegetační doprovod břehů. Tržní cena polních, lučních, pastevních či ostatních ploch se na našem venkově běžně pohybuje kolem 10 korun za čtverečný metr. Potom by běžný metr deset metrů širokého pásu přišel na 100 korun. Kdyby se nabízel pro překonání rozpaků prodávajících dokonce 20 korun, stál by běžný metr 200,- Kč. Pakliže někdy činí vlastní prováděcí náklady revitalizace drobného potoka až 2.000 korun na běžný metr nivy, jednoznačně by se vyplatilo i za uvedenou poměrně velkou cenu výkup pozemků uskutečnit. **Výsledkem by bylo zásadní zhodnocení celé investice a trvalé získání potočního pásu pro přírodu.** Stavba by pak mohla být prováděna efektivnějšími způsoby (např. staré koryto zrušit a vedle vyhloubit nové), což by se pravděpodobně projevilo v úspoře realizačních nákladů. S velikostí revitalizovaného toku ovšem roste potřebná šířka potočního pásu.

U potoků střední velikosti, o běžných průtocích v desítkách až stovkách l.s⁻¹, je vhodná celková šířka pásu 20 až 50 metrů.

2.3 Základní parametry koryt drobných vodních toků

2.3.1 Kapacita koryta

závisí na velikosti a tvaru příčného průřezu a na drsnosti a sklonu koryta. Úpravy koryt byly prováděny hlavně s cílem kapacitu zvětšit, revitalizace většinou směřují opačným směrem. Praxe úprav toků se držela druhdy normovaných hodnot návrhových průtoků. V zastavěných územích, v blízkosti komunikací apod. se požadovala kapacita nad Q_{50} („padesátiletou“ vodu), v dosahu velmi cenné půdy vinic, chmelnic apod. nad Q_{20} , v dosahu orné půdy Q_5 až Q_{20} a v lukách a lesích Q_2 až Q_5 .

Ochrana zastavěných území před rozléváním vody je nutná, jakkoliv mnohé objekty byly v nivách vodních toků postaveny nevhodně a z vodohospodářského hlediska by bylo lepší je odstranit. Ochranu náročných kultur a orné půdy je třeba řešit rozumně, dle místních podmínek. **Ovšem nejběžnější revitalizační situací je tok obklopený loukami nebo ještě častěji neobdělávanou půdou**, byl v minulosti, právě při provedení úprav, byla snaha tuto půdu zornit.

Luka, neobdělávanou půdu nebo nivní háje není třeba chránit před dvou až pětiletou vodou. Některá rostlinná společenstva jsou dokonce na pravidelných záplavách přímo závislá a jejich více či méně pravidelné zaplavování může být proto v zájmu ochrany biodiverzity. Luční porosty snesou souvislé zaplavení 14 i více dní, roční úhrn krátkodobých zaplavení může být i delší. Tomu orientačně odpovídá kapacita koryta Q_{30d} - v tomto případě je pravděpodobné, že v průměrném roce voda vyběžší z koryta celkem po dobu 30 dnů. Taková kapacita také odpovídá představě, že průchod velkých vod by měl být účinně tlumen rozlivem v nivě.

Kapacitu revitalizovaného koryta drobného vodního toku v lukách a podobných plochách je vhodné navrhnout v rozmezí Q_{30d} až nanejvýš Q_1 . Větší průtoky se rozlévají do nivy. V případě neobdělávané půdy, mokřadů a lužních hájů je problém kapacity prakticky bezpředmětný a koryto může mít menší kapacitu než Q_{30d} .

Přesný hydraulický propoččet nepravidelného revitalizačního koryta není reálné provádět. Pro účely zjednodušeného orientačního propočtu lze do koryta vepisovat hydraulicky snáze definovatelné tvary, drobnou členitost vyjadřovat drsností apod. V běžných situacích, kde se revitalizace provádějí, beztak nebývá přesný výpočet nezbytný.

2.3.2 Stabilita koryta

Koryto by mělo být stabilní při kapacitním průtoku. V hydrotechnických výpočtech pak průřezová rychlost za kapacitního průtoku není větší než nevymílací rychlost, odvozená pro efektivní zrno materiálu dna a břehů. S kapacitou roste dosažitelná průřezová rychlost, z čehož plyne, že čím hlubší, sklonitější a hladší je koryto, tím silnější vyžaduje opevnění. **Cesta k rozumnému opevnění začíná návratem k přirozené kapacitě koryta** - viz výše.

Regulační stavby vycházely z účelově navrženého tvaru a kapacity koryta a jeho nestabilitu řešily v případě potřeby tvrdým opevněním. **Naproti tomu revitalizační koryta by měla být navrhována tak, aby byla stabilní v místních zeminách, s přídatným opevněním převážně kamennými záhozy, pohozy či nesouvislými kamennými figurami.** Tento požadavek pak ovlivňuje návrh tvarování koryta, a tedy i jeho kapacitu a rychlosti proudění za kapacitního plnění.

Literatura (Mareš, 1997) uvádí pro průměrnou hloubku proudění do 0,4 m tyto vymílací rychlosti

• přirozených materiálů dna a tvárných kamenných opevnění:

střední písek	0,25 – 1 mm	0,27 – 0,47 m.s ⁻¹
hrubozrný písek	1 – 2,5 mm	0,47 – 0,53 m.s ⁻¹
drobný hrubý štěrk	10 – 15 mm	0,8 – 0,95 m.s ⁻¹

střední štěrk	25 – 40 mm	1,2 – 1,5 m.s ⁻¹
hrubý štěrk	40 – 75 mm	1,5 – 2,0 m.s ⁻¹
malé kameny	75 – 100 mm	2,0 – 2,3 m.s ⁻¹
střední kameny	100 – 150 mm	2,3 – 2,8 m.s ⁻¹
velké kameny	150 – 200mm	2,8 – 3,2 m.s ⁻¹

• umělých opevnění:

drnování na plocho	0,6 m.s ⁻¹
drnování čelné	1,5 m.s ⁻¹
opevnění proutím	1,8 m.s ⁻¹
dlažba z kamenů 15 až 20 cm	2,5 m.s ⁻¹
betonová dlažba	4,2 m.s ⁻¹

Pro větší průměrné hloubky proudění jsou uváděny hodnoty vymílacích rychlostí větší.

Přinejmenším mimo zastavěná území se chceme obejít bez tvrdých opevnění kamennými dlažbami, rovnaninami a tvárnicemi. Proto se navrhuje koryta, která budou vystavena přiměřeně menším rychlostem. K tomu se využívá:

- **přiměřeně malá kapacita koryta;**
- **zmírnění podélného sklonu rozvlněním trasy;**
- **větší drsnost koryta.**

Koryta přírodě blízkých parametrů (kapacita a členitost) jsou zpravidla spolehlivě bezpečná při opevnění kamennými pohozy, často však vyhoví i pouhá rostlá zemina. Přijatelnými řešeními jsou také kombinace rostlé zeminy a zpevňujících nesouvislých kamenných pohožů nebo kamenných figur, které v korytě plní i další funkce, včetně biologických a krajinařských. Dle zkušeností je uspokojivá odolnost přirostlých drnových opevnění a travních porostů na březích.

Z hlediska stability jsou riziková čerstvá zemní koryta, zvláště pak v sypané zemině, a nepřírostlá drnování. Naštěstí doba největší nestability nového koryta představuje ve vegetačním období pouze několik týdnů, což je vzhledem k riziku výskytu velkých vod přijatelná doba. Přesto destrukce čerstvých staveb přívalovými vodami hrozí a nutno s nimi počítat. Z tohoto pohledu je vhodné provádět stavby, resp. jejich citlivé fáze co nejrychleji a vyvarovat se například obnažování neopevněných zemních povrchů na konci vegetačního období. Příznivé je, pokud situace umožňuje vybudovat nové koryto stranou původního a průtok do něj přivést až poté, co se břehy stabilizují travou apod.

Odolnost nepružných opevnění vůči velkým rychlostem proudění je závislá na jejich neporušenosti. I malá narušení, uvolnění jedné tvárnice mrazem nebo vzlakem podzemní vody, může způsobit rozpad celého opevnění. Uvolněné plošné opevňovací prvky pak mohou hrát negativní roli i jako usměrňovače proudění, podporující vymílání zeminy koryta. Výrazné nátrže za poškozeným plošným opevněním (podobně jako za poškozenými laťovými plůtky) nejsou vzácností. Naproti tomu pružná kamenná opevnění jsou dost přízpusobivá. Jejich odolnost vůči proudění se po nasypání zvětšuje – **kameny se přirozeně ukládají do dnové dlažby**, která je i díky prostoupení částicemi menších průměrů výrazně odolnější než čerstvý pohož či zához.

Cílem revitalizací není pouze nahradit jedno plošné opevnění (tvárnice) jiným plošným opevněním - například souvislým pohozem, záhozem nebo rovnaninou. Takové řešení by žádalo velké náklady a znemožňovalo korytotvornou činnost toku. Ve většině případů ani není objektivně nutné. Ke stabilizaci koryta často stačí nesouvislé kamenné prvky, které je též vhodně rozčleňují.

Ke stabilitě vlnícího se koryta přispívají **tůně ve vrcholech nárazových oblouků**, v nichž se částečně tlumí energie příčného proudění. Významným zpevňujícím činitelem u zapojených koryt jsou **kořeny stromů rostoucích na břehu nebo přímo v břehové čáře**. Pokud by se naskytna situace, kdy by nové

koryto bylo budováno ve vzrostlém stromovém porostu, je třeba jeho kořenů co nejlépe využít, a nikoliv nenápaditě vytrhávat pařezy stromů, které třeba dle projektu „stály v cestě“.

2.3.3 Trasa koryta

Přírodní koryto tlumí energii vodního proudu mimo jiné také střídáním protisměrných oblouků. Snahou revitalizací je obnovit též přirozený tvar a členitost trasy koryta.

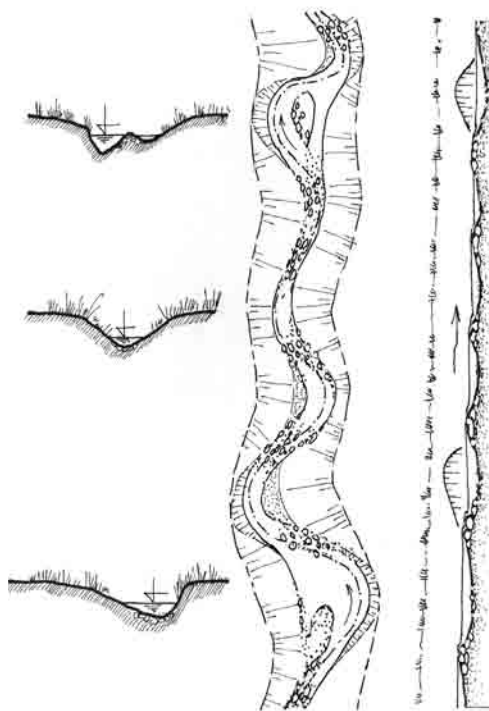
Občas dochází k nedorozumění v tom smyslu, že za nezbytnou součást revitalizace je pokládáno co nejvýraznější zmeandrování koryta. Tak tomu není. Ani přirozená koryta nevytvářejí ve všech situacích výrazné meandry. V řadě případů může přirozeným podmínkám nejlépe vyhovovat například celkově mírně zvlněná trasa s pouze detailním rozčleněním břehů.

Tradiční teorie úprav vodních toků nabízí exaktní matematicko–geometrické přístupy k návrhu koryt. Výsledkem je koryto geometricky pravidelné trasy, v němž se očekává definovatelné proudění. Naopak revitalizace požadují co nejpřirozenější tvarování koryta. To odpovídá jak požadavku co největší členitosti, tak přírodou dané proměnlivosti reálných podmínek, které jsou beztak pro exaktní navrhování koryt nepříznivé. Přístupy, zvládnuté v teorii úprav toků, se tedy v oboru revitalizací uplatní spíše jako kontrolní nástroje.

Při revitalizacích drobných vodních toků je dobrou metodou napodobování přirozených nebo přírodě blízkých koryt toků, existujících ve srovnatelných podmínkách. Projektant revitalizace hledá vzorový úsek toku v blízké krajině. Přirozený nebo přírodě blízký vzorový úsek by měl mít podobný průtokový režim, sklonitostní a geologické poměry jako tok určený k revitalizaci. Jeho stav by měl být příznivý z hlediska krajinářského i vodohospodářského.

Ze vzorového úseku toku odvodíme geometrii revitalizačního koryta, kterou však lze popisovat pouze rozsahy hlavních parametrů. Z hlediska trasování jsou hlavními parametry **šířka pásu meandrace, poloměry a tvar oblouků, délka přechodových úseků mezi jednotlivými oblouky**. Snaha o přesný matematický popis je zřejmě zbytečná. Geodetické zaměření vzorového úseku je užitečné, ale může být nahrazeno pouze leteckým snímkem známého měřítka. Přenesení geometrie vzorového úseku do místa revitalizace vyžaduje tvořivý přístup a těsný kontakt s terénem. **Projektant musí trasu nového koryta vychodit v terénu.** Navrhuje ji se zřetelem ke všem místním danostem, jako jsou například:

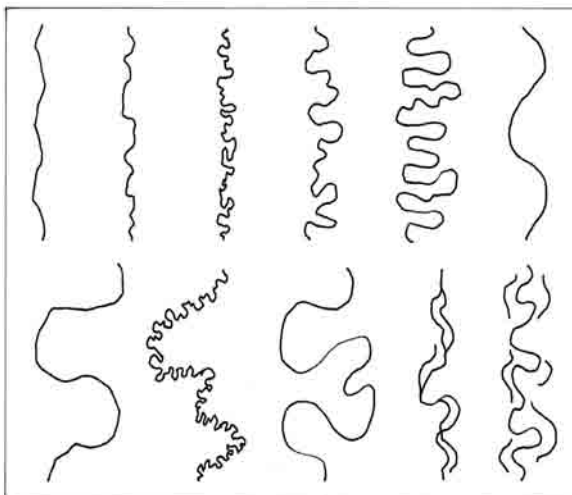
- dostupnost pozemků pro realizaci revitalizačního záměru (vlastnické poměry);
- vztah údolnice k navrhovanému korytu (například: přetečení velkých vod do níže položené zatravněné údolnice může být záměrně plánováno jako způsob ochrany nového koryta před destrukcí - byť dlouhodobě je poloha mimo údolnici nestabilní);
- výškové poměry zejména v místech navázání regulovaných a revitalizovaných úseků (riziko nadměrného zahloubení revitalizačního



Trasa, příčný a podélný profil revitalizačního koryta (podle publikace Flüsse und Bäche, München 1989). Tůňe ve vrcholech oblouků, brody v přechodech mezi oblouky.

koryta);

- průběh dávného přirozeného koryta podle starých map, leteckých snímků apod.;
- dochované stopy původního přirozeného koryta, včetně původní doprovodné vegetace;
- zbytky starého mlýnského náhonu;
- staré odvodňovací příkopy;
- stopy příležitostných povodňových koryt v nivě;
- průběh a výusti hlavních drenážních soustav – diferencovaně podle toho, zda musejí být zachovány v úplnosti až po vyústění do koryta, zda mohou být zkráceny například pouze po okraj nivy nebo zda mohou být zcela zrušeny;
- rozmístění porostů, které mohou být využity při novém utváření nivy.



Který vzor trasy se hodí pro váš revitalizační případ? Nejlepší odpověď dá srovnání s podobným úsekem toku, který zůstal v přirozeném stavu.

2.3.4 Podélný profil

vychází pokud možno z tvarů terénu a je členitý. Regulační úpravy toků se snažily záměrně členitost podélného profilu omezovat, a to jak z důvodu navrhování („aby se koryto dalo spočítat“), tak výstavby a následné údržby. Podléhaly klamnému přesvědčení, že pravidelnost a jednotnost je nezbytná. V zájmu jednotného podélného profilu se odhodlávaly i k nerespektování přirozeného průběhu terénu. Konflikty mezi terénem a průběhem dna upravovaného koryta se projevovaly nepřírozeným zahloubením některých úseků, v nichž pak koryto samozřejmě nabývalo i nepřírozeně velkých šířek. Obtížně pochopitelný je dnes požadavek rovného dna - „aby v něm nebyly bezdotkové dolíky“. I když se tomu nechce věřit, do některých nížinných potoků, nikterak neohrožovaných erozí, byly vkládány tvárnice jenom proto, aby bagrista při čištění „udržel lajnu“.

Revitalizace naopak co nejvíce respektují přirozený průběh terénu a členitost podélného profilu je pro ně předností.

Návrh revitalizačního koryta se zabývá členitostí podélného profilu jednak po úsecích, jednak v detailu:

a) Rozdílné sklonové úseky závisí především na sklonitosti terénu, případně na výskytu významnějších spádových míst. (Zatím není známo, že by v revitalizacích někdo navrhoval vodopád. Leč byla by to úloha velmi zajímavá a pro horlivého revitalizátora vzrušující. Pokud by ovšem nebyl pranýřován pro vytvoření migrační překážky.) Jednotlivé sklonové úseky jsou základními jednotkami pro hydrotechnický výpočet.

b) Detailní členitost se odehrává v rámci jednotlivých úseků a spočívá ve střídání klidových a proudových pasáží. Po vzoru přírodních koryt by rytmus tohoto členění měl do určité míry souviset s rytmem trasování. Přirozená poloha proudových míst - peřejí a brodů - je v přechodech oblouků, kdežto místo tůň je v nárazových vrcholech oblouků. Tam tůň přirozeně vznikají působením příčného proudění, které současně pomáhají tlumit. Tůň v této poloze se také nebude tolik zanášet, protože příčné proudění ji bude pročišťovat.

Střídání pasáží s větším a menším sklonem dna, resp. hladiny, je vhodné z více ohledů. Soustřeďuje větší spád, a tedy potřebu odolnějšího provedení, do kratších částí koryta. Rozčleňuje koryto ekologicky, vytváří místa proudová i tišinná. Je příznivé z hlediska samočisticí kapacity koryta, protože v proudových úsecích dochází k intenzivnějšímu kontaktu vody s biologicky aktivním povrchem

dna, zatímco v tišinách bývá příležitost pro usazování a mohou se tam vyskytovat místní dnové bezkyslíkaté zóny, vhodné mj. pro přirozené odstraňování dusíkatého znečištění (denitrifikaci).

V reálném korytě se detailní členění podélného profilu vyvíjí samovolně. Návrh a provedení revitalizační stavby pro ně vytvoří pouze hlavní osnovu - například rozložením kamenných záhozových figur.

Rovněž se naskytá možnost **členit podélný sklon koryta příčnými objekty - prahy a stupni. Při revitalizacích by však měly být příčné objekty, soustřeďující spád, využívány uvážlivě. Mají totiž i podstatné nevýhody.** Z provozního hlediska je významná **rizikovitost těchto objektů** - velká část právě těch nejjednodušších prahů a stupňů, které bývají prezentovány jako úsporné a výhodné, je po krátké době poškozena vodou a podtékána nebo obtékána. Z ekologického hlediska pak znamenají příčné objekty s koncentrovaným spádem především **ochuzení koryta o důležité proudové úseky a migrační překážky. Přirozeným poměrům lépe odpovídá proudový úsek, zdrsněný a zpevněný přirozeně tvárným materiálem – balvanitý či kamenitý skluz nebo širší kamenitý práh.**

Někdy bývají příčné objekty instalovány do koryta za účelem vytvoření tůní. Vzniklý objekt má potom většinou krátké trvání, protože prostor nad těmito přehrázkami bývá rychle zanesen splaveninami. Podstatně vhodnější jsou prosté zahlubené tůně - tůně se zápornou niveletou dna.

2.3.5 Příčný profil koryta

Technické úpravy nejčastěji užívaly lichoběžníkový průřez koryta. Sklony svahů se navrhovaly pro dlažby a tvárnice 1 : 1 až 1 : 2, pro kamenné pohozy a vegetační opevnění 1 : 2,5 a mírnější. Za přípustné se pokládaly i svahy v prosté zemině ve sklonech 1 : 3 a mírnějších. V praxi se ovšem často prováděly svahy strmější, než by odpovídalo těmto doporučením. Vzácností nejsou zemní svahy až 1 : 1,5. Při takových sklonech již mohou nastávat poruchy stability, koryto je víc ohroženo erozí a vzhledově připomíná některé objekty ženižního stavitelství.

Koryto upravené do prizmatického lichoběžníkového průřezu se sklony svahů cca 1 : 2 představuje v plochých nížinách a pahorkatin cizorodý objekt. Cenné pásmo přiběžní mělké vody je v korytě tohoto tvaru velmi redukováno, břehová čára postrádá členitost. Pokud funguje opevnění, v korytě scházejí podkořenové a poddrnové úkryty. Korytu dominují strmé svahy, pro něž příroda těžko nachází jiný pokryv než kopřivy a podobnou buřeň. Mezi přírodními tvary koryt není u nás jednoduchý lichoběžník obvyklý. Ve snáze erodovatelných materiálech v hlubokém korytě, které soustřeďuje i průtoky velkých vod, neobstojí u lichoběžníka paty svahů a profil se rozšíří do tvaru hluboké podkovy nebo pekáče s velmi strmými až převislými svahy.

Přirozená koryta potoků a říček mají nejčastěji v příčném řezu tvar pekáče, jehož šířka je několikanásobkem hloubky. Poměr šířky k hloubce koryta se u stabilních koryt běžně pohybuje v rozmezí 4 : 1 až 10 : 1. Poměrně ploché dno je členěné v proudová místa, tůně a naplaveninové mělčiny. Břehy koryta jsou strmé, ale relativně nízké, místy podemleté, zpevněné kořeny. Přímou v břehové čáře mohou růst stromy, což korytu rovněž významně přidává na odolnosti. V širokém a mělkém korytě se za běžného i za kapacitního plnění nevytváří tak soustředěné příčné proudění, jako by tomu bylo u hlubokého koryta ve tvaru úpravářského lichoběžníka. Pak ovšem vymílání tohoto koryta působí spíše do stran než do hloubky - tu je vysvětlení, proč přirozená koryta příliš nepodléhají progresivní hloubkové erozi, a to ani v méně odolných zeminách. Přirozené koryto tohoto tvaru může mít poměrně velkou kapacitu, za to však vděčí své šířce.

V revitalizacích se ovšem pekáčovitý tvar běžně nenavrhne, a to především kvůli nestabilitě strmých svahů v čerstvé stavbě. Jako vhodný kompromis mezi přírodou a technikou se v řadě případů uplatní tvar mělké, ploché mísy.

Na tomto tvaru oceňujeme především to, že:

- základní poměr mezi hloubkou a šířkou se blíží hodnotám obvyklým u přírodních koryt;
- mírné sklonité svahy jsou i v málo odolné zemině již bezprostředně po provedení poměrně stabilní a případná umělá stabilizace kamenivem apod., potřebná na ochranu před nežádoucí hloubkovou erozí, se může omezit na dno koryta;
- plochý tvar vytváří podmínky pro vznik členité břehové čáry a bohaté příbřežní zóny;
- následná eroze se převážně omezuje na boční působení, koryto spíše vhodně dotváří a postupně ho přibližuje přírodním tvarům (= průřezu tvaru mělkého pekáče);
- pro účely orientačního hydraulického propočtu lze do mísovitěho tvaru vepsat lichoběžník.

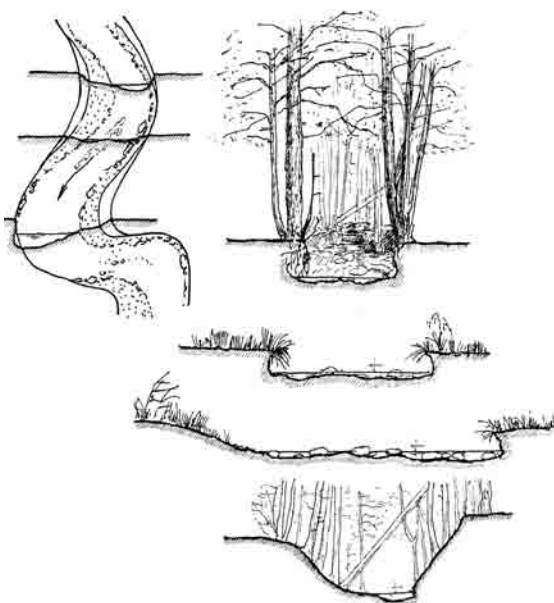
Vhodným tvarem příčného průřezu technicky revitalizovaných koryt drobných vodních toků je plochá mísa se sklonem svahů nanejvýše 1 : 3, raději mírnějším.

Příliš plochému rozlité vodní vrstvy ve dně mísy lze snadno předejít třeba jen lehkým náznakem stopy členité kynety. Koryto tohoto průřezu nebývá překážkou nebo dokonce pastí pro zvěř nebo pro lidi. Toto koryto následně dotváří mírná boční eroze, která v nárazových obloucích vytvoří přirozeně strmější nárazové svahy. Příznivé také je, pokud se koryto podélně rozčlení v tůňovité prohlubně a mělké proudní úseky.

Vhodně provedené revitalizační koryto je dynamicky stabilní, jeho přiměřené dotváření je žádoucí. Důvod k opravnému zásahu nastává až v případě destabilizace progresivní erozí, především hloubkovou. Přitom opravný zásah v počátcích destabilizačního procesu může být podle podmínek jednoduchý, nejspíše vysypání nestabilních míst kamenem souvisle nebo v jednotlivých figurách.

Při terénní realizaci by vzorový příčný profil měl sloužit jenom jako orientační pomůcka, tvary koryta mohou být proměnlivé. Výsledek by měl být ještě o něco lepší než „bobová dráha“, která vzniká nenápaditým použitím jednotného mísovitěho profilu.

V přírodě se lze také setkat se složenými koryty, a to spíše u proudnějších potoků v údolích větších podélných sklonů. Jejich hlavní - povodňové - koryto má velmi proměnlivý tvar, orientačně popsatelný lichoběžníkem. Běžné průtoky procházejí kynetou, která se vlní ve dně hlavního koryta. Kyneta má příčný profil opět nejspíše pekáčovitý nebo mísovitý. **Při revitalizacích použijeme složeného tvaru nejspíše v případě regulovaného lichoběžníkového koryta, které je příliš hluboké a rozložené** na to, aby bylo přetvořeno v nějaký mělký jednoduchý tvar. Velké lichoběžníkové koryto se poněkud rozvolní úpravami svahů, které je pak možné osadit dřevinami. Ve dně se vymodeluje za použití kamene a drnu vlnivá kyneta pro běžné průtoky. **Při návrhu složeného revitalizačního koryta lze přijmout kapacitu hlavního koryta orientačně na Q_1 až Q_5** , což současně poskytne ochranu i případným kulturám na sousedních



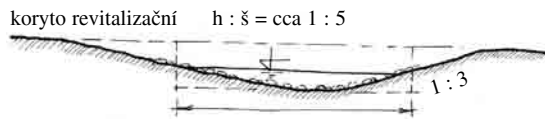
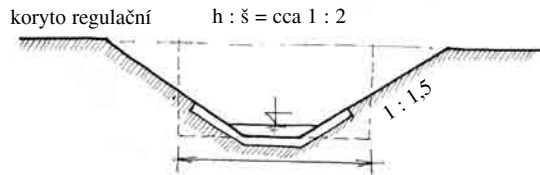
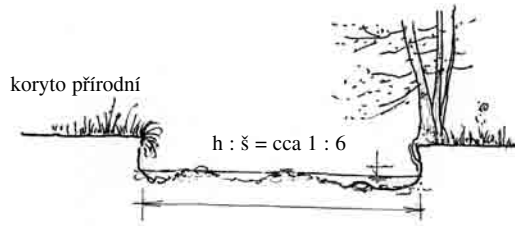
Příčné profily přírodních koryt potoků. Nejběžnější je tvar širokého pekáče se strmými až převislými břehy. Příroda zná také složený tvar s kynetou pro běžné průtoky.

pozemcích.

V nivách s loukami a podobně extenzivně využívanými plochami by se kapacita koryta měla blížit spíše dolnímu okraji. **Kyneta je navržena orientačně na Q_{300} .**

Složený tvar koryta se také může uplatnit při částečných revitalizacích koryt v zastavěných územích.

U nejmenších vlásečnicových koryt, při otvírání drenážních hlavníků a při podobných úlohách lze rovněž v souladu s přírodními předlohami uplatnit malokapacitní koryto obdélníkového průřezu - „na rýč“ nebo „na dva rýče“ (rozuměno dva záběry rýčem vedle sebe). Přesné vyčíslení kapacity takového koryta nikoho nezajímá, uplatní se tam, kde se jakákoliv větší voda může neškodně rozlévat do plochy. Stabilita takového koryta je chráněna právě malou kapacitou a drnem, jehož vazná schopnost sahá prakticky na celou hloubku profilu. Postupně se v březích pod drnem vytvářejí kapsy, které jsou ceněny jako úkryty živočichů. Výrobní náklady koryta tohoto typu, prováděného ručně, vycházejí prakticky jenom ze mzdy pracovníka s rýčem a mohou se poněkud měnit podle odolnosti zeminy. Pohybují se v desítkách korun na běžný metr.



Srovnání základní geometrie příčných profilů. Regulační lichoběžník vyniká velkým poměrem hloubky k šířce, s čímž souvisí koncentrování příčného proudění a menší erozní stabilita tohoto tvaru.

2.4 Příroda jako vzor a spolupracovník

Někteří výzkumníci, vedení důvěrou v matematické popisování přírodních skutečností, usilují o exaktní metody navrhování revitalizačních koryt. Vyčísľují určující parametry a na jejich základě se snaží vypočítávat **přírodně autentické tvary koryt**. Nepochybně jde o zajímavý výzkumný obor, avšak příroda i technická struktura krajiny svou členitostí a proměnlivostí kladou jeho uplatnění překážky. Praktickému využití tohoto přístupu brání četné omezující podmínky (dostupnost pozemků,...), proměnlivost podmínek a obtížnost úlohy vybudovat přírodně autentické koryto, které by od počátku bylo z technického hlediska stabilní.

V praxi revitalizací se spíš uplatňuje **metoda přírodně – technického optima**, kterou demonstruje již výše popisovaný misovitý tvar koryta. V praxi vede k použitelným výsledkům kombinace šesti obyčejných přístupů, uplatňovaná s jistou dávkou citu, třibeného kilometru nachozenými kolem potoků a řek:

1. Využívání předloh přirozených koryt, existujících v co nejpodobnějších podmínkách

Předlohou může být přirozený úsek toku, který je ve srovnatelných podmínkách ekologicky stabilní a má vyrovnaný splaveninový režim.

2. Tradiční hydrologie a hydraulika koryt

V oboru revitalizací se nenavrhují koryta výhradně tak, „abychom je uměli spočítat“, a pasívní stabilita koryt není absolutním požadavkem. Nicméně tradiční odborné nástroje je třeba znát a využívat, a to

zejména pro kontrolu okrajových zátěžových stavů. Například je nutno posuzovat průběh velkých vod.

3. Využívání samovolného dotváření a následných korekčních zásahů

Některým konzervativně smýšlejícím vodohospodářům je jakékoliv samovolné dotváření koryt a niv přínejmenším podezřelé. Ať už ve smyslu eroze koryta, nebo naopak jeho změlčování a vzniku zamokření až mokřadů. Výsledkem konzervativních přístupů jsou v řadě situací zbytečné investice do stability koryt, které představují jednak plýtvání prostředky, jednak poškozování přírodního rázu a přirozeného vývoje. Nejspíše by bylo obtížné a také zbytečné nějak obecně vymezovat přirozenou míru dotváření, resp. průběžných změn koryt a niv. V každé konkrétní situaci jsou zvláštní podmínky, dle nichž je třeba aplikovat obecní kritérium únosnosti. Stejně jako technické zásahy, tak i samovolné dotvářecí procesy je třeba poměřovat základními otázkami: Čemu nebo komu to či ono škodí? **Čemu vadí zamokření neobdělávané nivy, vyběřování potoka do neobdělávané nivy, extenzivní louky nebo lužního háje? Nakolik vadí v neobdělávané nivě boční eroze koryta, jak je touto erozí způsobovaný transport splavenin významný ve srovnání s plošným erozním odnosem z povodí?** Je efektivnější koryto po celé délce preventivně výrazně předimenzovat, nebo následně řešit nejzávažnější poruchy pomístně jednoduchými kamennými záhozy?

4. Přírodě vzdálenější řešení používat jenom pokud je to prokazatelně nezbytné

Pokud by mělo být například navrhováno souvislé opevnění koryta záhozem nebo dokonce rovininou, je na místě prokázat jeho nezbytnost, v tomto případě hydrotechnickým propočtem odolnosti vzhledem k rychlostem proudění. Dosavadní projekční praxe tuto zásadu, na první pohled samozřejmou, kupodivu dost opomíjí. Nepřiměřená opatření na straně vyšší bezpečnosti jsou často navrhována bez důkazu potřebnosti a bez ohledu na vyšší nákladů.

5. Navrácení prostoru, který patří vodě

Aby se vodní toky, strouhy a kanály opět proměnily v potoky a řeky, musejí dostat zpátky svůj prostor, a tento prostor budou nezbytně dál samovolně dotvářet. Jedině tak se od dílčího vylepšování a okrášlování dostaneme ke skutečným, plnohodnotným revitalizacím. Blíže o tom ve zmínce o revitalizacích ve vykoupených potočných pásech. Těmto přístupům otvírá cestu mimo jiné ústup zájmu o hospodářské využívání pozemků v nivách a údolích.

6. Hledání cesty k řešení v husté síti místních podmínek a omezení

Řadě omezení bývá nakonec nutno vyhovět. Ale mnohá lze ovlivnit jednáním s majiteli pozemků, pobřežníky a správci toků. Výsledek jednání je zpravidla velmi důležitý pro zdar díla a do značné míry určuje jeho charakter, mnohdy víc než „fyzikální podmínky“.

2.5 Revitalizace koryt drobných vodních toků - možnosti řešení

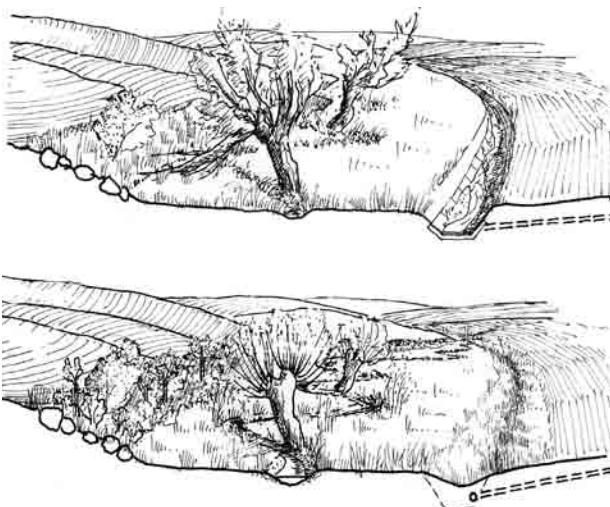
Každý revitalizační případ je zvláštní a musí být individuálně posuzován. Vedle technických daností rozhodují o možných přístupech k řešení hlavně organizační a vlastnické podmínky. Prakticky nejdůležitější je dostupnost pozemků v nivě. Nejnáročnější částí přípravy revitalizačních akcí je právě jednání s vlastníky pozemků. Současně však zkušenosti ukazují, že tam, kde je na straně revitalizátora skutečný zájem, přijatelné řešení se zpravidla najde.

2.5.1 Obnova původního koryta, dochovaného ve zbytcích z doby před regulací

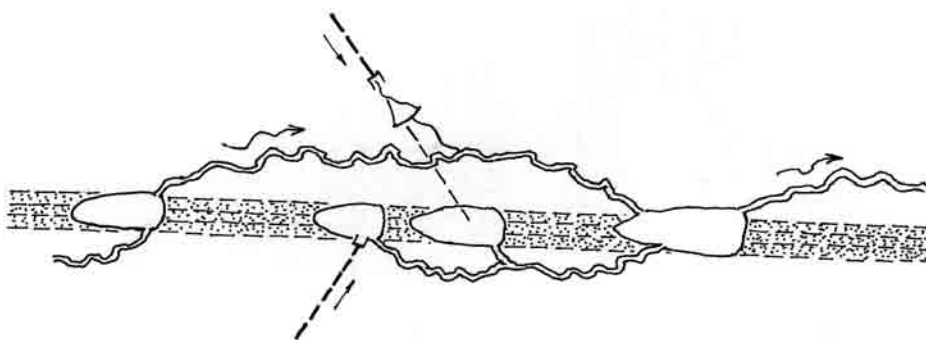
V některých případech nebyla regulace úplně důsledná a v nivě ponechala zbytky původního přirozeného koryta. Dnes mají třeba charakter zarostlého a zaneseného příkopu nebo nesouvislé řady prohlubní, skryté ve vegetaci. V některých případech může být využito zbytků starého mlýnského náhonu. Ve zvláště příznivém případě může toto staré koryto ještě dnes existovat nejen fyzicky, ale také právně, jako pozemek v katastru nemovitostí. Přirozenou cestou revitalizace pak je obnovení tohoto starého koryta a využití dochovaných zbytků původní doprovodné vegetace.

2.5.2 Vytvoření nového, přírodě blízkého koryta

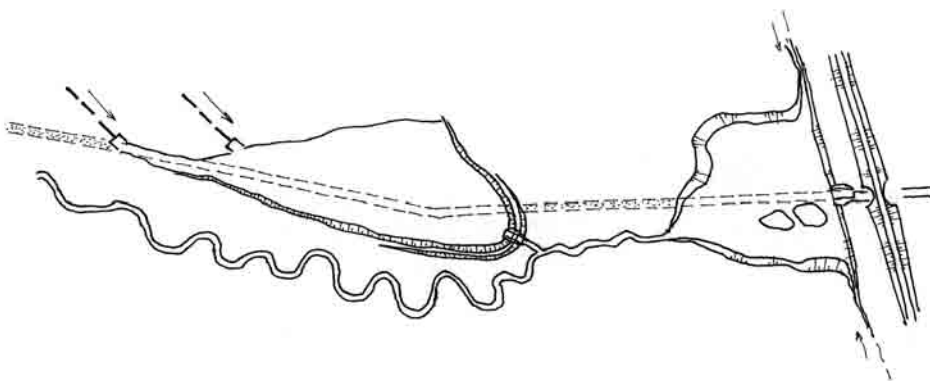
Pokud po regulačních zásazích zůstalo pouze upravené koryto, **nejpříznivější revitalizační varianta nastává, pokud je lze opustit a nahradit korytem novým, přírodě blízkého charakteru.** Podmínkou je dostupnost potočnického pásu pozemků v nivě, neboť přírodě blízké koryto a jeho zázemí má větší plošné nároky než koryto upravené. Technicky je toto řešení podstatně příznivější než pozměňování upraveného koryta. **Přírodě blízké nové koryto je mělké, ploché a tam, kde je možný rozliv větších vod do nivy, má malou kapacitu.**



Obnovení zbytků původního, předregulačního koryta. Regulační koryto bylo po vložení drenážního sběrače částečně zasypano a ponecháno jako ochranný průleh, zachycující splaveniny z pole. Obnovení řezu na hlavu snad zachrání staré vrby před rozpadnutím.



Revitalizační schéma, použité u Borové na Českokrumlovsku. Regulační koryto bylo zasypano, až na několik tůní. Po straně je vedeno nové koryto, přírodě blízkých tvarů.



Další z prvků, uplatněných na Borové: Na dolním okraji revitalizovaného úseku údolí byla vyhloubena dvojice větších tůní. Horní postranní tůň je sycena drenážními vodami. Dolní průtočná tůň byla vytvořena především kvůli zachycování splavenin z revitalizovaného úseku, aby se předešlo stížnostem dalších uživatelů potoka. Obě tůně se uplatňují jako biotop.

Vhodné zásady tvorby nového koryta drobného vodního toku:

- **příčný řez ve tvaru mělké ploché mísy**, u malých vlásečnic je možný obdélníkový profil „na jeden až dva ryče“;
- **kapacita jednoduché mísy na Q_{30d} až nanejvýše Q_i ; větší vody se rozlévají do nivy**;
- trasa v parametrech stanovených empirickou analogií – podle koryt podobných toků v podobných poměrech;
- v podélném profilu střídání tůní a brodů (proudových úseků či přejelek), přičemž přirozené místo tůní je v nárazových obloucích a brodů v přechodech mezi oblouky.

Významný vliv na potřebu stabilizace koryta mají **vlastnosti zemin a hornin**, v nichž má být koryto vytvořeno. Příznivou situací, za níž je malé riziko hloubkové eroze koryta, vytváří například odolné štěrkové podloží v úrovni dna. Méně příznivé jsou hluboké náplavy hlinitých a písčitých zemin. Kupodivu ne vždy návrhy koryt dobře posuzují a využívají přirozenou stabilitu materiálu, v němž je koryto založeno (posouzení vlastností zemin a hornin, unášecích rychlostí a stability za kapacitního průtoku korytem) a raději se pojišťují silnějším opevněním. Výsledkem bývá plýtvání - celoplošné záhozy, dnové rovnání, zpevňující příčné objekty v místech, kde nejsou potřebné.

Členění koryta lze někdy obohacovat rozdvajáním kolem ostrůvků, vkládáním klků, slepých odboček a různých náznaků postranních ramen. Přírodní předlohy těchto prvků jsou poměrně proměnlivé a málo stabilní. Pokud je napodobujeme při revitalizacích, neměli bychom je dělat výrazně stabilnější. Meandry, ostrůvky, klky a podobné by působily nepřírozně, kdyby byly nadměrně obloženy pohozy či jinými druhy opevnění. Takové opevňování by také stavbu zbytečně prodražovalo.

Citlivými místy jsou napojení starého a nového koryta. Regulované koryto bývá výrazně zahloubené, a pokud by na něj mělo nové, revitalizační koryto nasazovat „dno na dno“, rovněž by se dostávalo příliš hluboko, což by se automaticky projevovalo i na jeho šířce a tvarech. Možné způsoby řešení:

- nad horním okrajem revitalizovaného úseku ve starém korytě vzdout vodu;
- místa navázání situovat do přirozených lomů sklonitosti terénu, aby problémové navazovací části byly co nejkratší;
- nejde-li to jinak, revitalizační koryto na horním okraji zahloubit, ale pak na něm nedělat žádné prahy, stupně apod., kde by dál ztrácelo výšku, a nechat co nejrychleji vystoupat do přirozené úrovně zahloubení;
- na dolním okraji, kde je nutno z revitalizovaného úseku sestoupit na výškovou úroveň upraveného koryta, použít kamenitého skluzu, dostatečně stabilního proti zpětné erozi dna.

Dalším citlivým místem je křížení nového koryta se stopou starého, regulovaného. Pokud je staré koryto zasypáno, v místě křížení s novým korytem se dostáváme mimo rostlou zeminu. Proto je tu třeba zesílit odolnost dna i břehů a snažit se o takové situativní řešení, v němž budou dosypávané části nového koryta co nejméně vystaveny účinkům proudění.

Se starým, regulovaným korytem je možné naložit několika způsoby, které lze kombinovat:

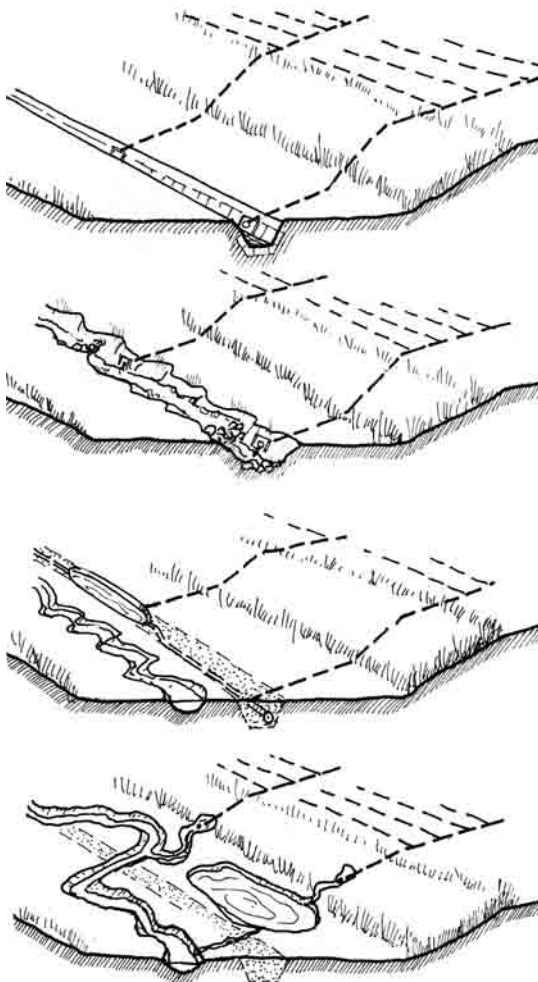
- Zасыpat bez náhrady a věnovat přírodě nebo zemědělskému hospodaření. Z úsporných důvodů může být hlavně v méně sklonitém terénu, kde nehrozí ujíždění, výhodné zasypat staré koryto i s opevněním tvárnicemi. Pokud se zasypá propustným materiálem, je vhodné alespoň po úsecích vložit těsnící clony z jílu apod., aby koryto nedrénovalo nivu.
- Zасыpat, ale předtím do starého koryta do vhodné výškové úrovně vložit plnostěnný trubní sběrač drenážních hlavnků. Toto potrubí ústí pod revitalizovaný úsek nebo do vhodně zahloubeného místa nového koryta.
- Zčásti koryto zasypat a zčásti v něm vytvořit biotopní tůně. Právě do tůní mohou ústít drenážní hlavníky. Rizikové je řešení se souvislou kaskádou tůní, oddělených pouze úzkými nasypnými hrázemi. Tyto hráze jsou citlivé na protržení. Vhodnější je oddělit jednotlivé tůně delšími a mohutnějšími

zásypy zeminou. Stabilně zcela nevhodné by byly krátké zásypy na neodstraněných tvárnících.

- Nezасыпávat nebo zasypat jenom na určitou hloubku a ponechat jako povodňové rezervní koryto, resp. průleh, zarostlý a ztužený dnem. (Toto řešení není namístě, pokud se snažíme podporovat rozlívání povodňových průtoků do plochy nivy.) Pokud staré koryto zůstává v původní hloubce a není od přírody zanesené, je třeba odstranit nežádoucí opevnění. Místa, kde se nezasypané staré koryto odděluje od koryta revitalizačního, je potřeba stabilizovat.

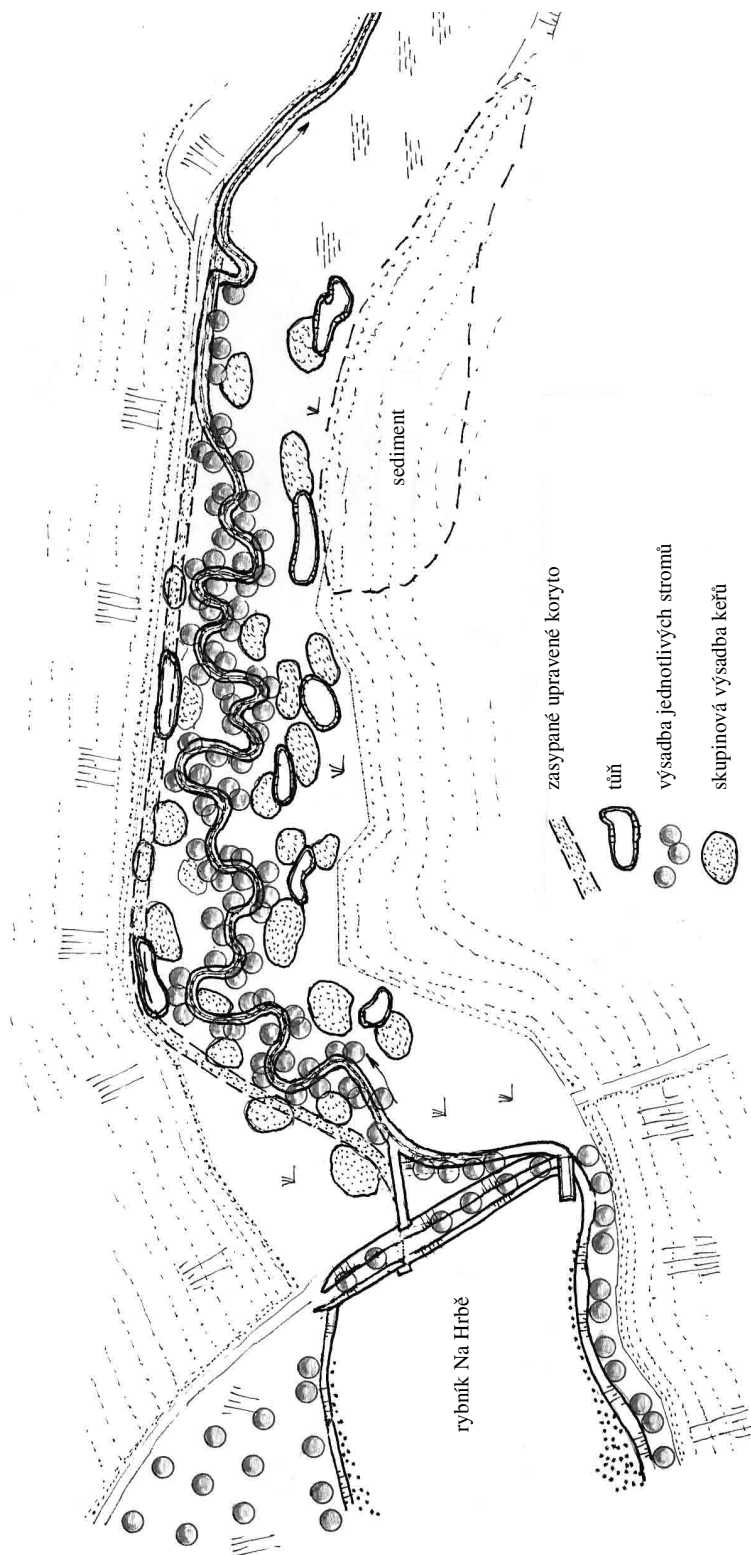
S hlavníky drenážních soustav, které ústily do upraveného koryta, lze rovněž naložit různými způsoby:

- Na funkci odvodnění rezignovat, protože je neúčinné nebo nepotřebné. Dolní části hlavníků se odtlakují otevřením do terénu nebo kterýmkoliv z dále uváděných způsobů.
- Hlavníky respektovaných odvodňovacích zařízení otevřít v okraji nivy, pod zlomem bočního svahu, a to volně do terénu s následkem žádoucího přimokření nivy, do nivní tůně nebo do mělkého otevřeného koryta přírodě blízkého rázu.
- Vyvést hlavníky do tůní v nivě nebo v korytě revitalizovaného toku.
- V místech ústění hlavníků do rušeného koryta vytvořit v jeho stopě postranní tůně.
- Respektovat místa ústění hlavníků do regulovaného koryta, včlenit je do nového koryta a situovat do nich, při zachování potřebné hloubky dna, „výústní tůně“.
- Při částečné revitalizaci, kdy se zachovává stopa regulovaného koryta, provádět změlčování apod. revitalizační úpravy vždy nad výústními místy.
- V úsecích, kde nezbyvá jiné řešení, položit paralelně s revitalizovaným korytem sběrné potrubí, zachycující hlavníky. Může být vloženo do rušeného upraveného koryta. Aby tento sběrač nedrénoval revitalizovanou nivu a nezanašel se, použije se plnostěnných trub. V nezbytné míře se na tomto potrubí zřídí šachty. U malých vlásečnic, pokud to výškové poměry umožňují, je vhodné tento sběrač otvírat do revitalizovaného koryta průběžně, na více místech, aby nebylo ochuzováno o drenážní vodu.



Možnosti, jak při revitalizaci naložit s vyvedením drenáží. Nahoře výchozí situace. 2. obrázek - revitalizační koryto ve stopě starého, místa výústí se ponechávají v původní hloubce. 3. obrázek - do starého koryta před zasypáním vložen trubní sběrač. Dole - otevření drenáží v bocích nivy.

Obecně je třeba říct, že ochrana či dokonce podpora odvodňovacích soustav není předmětem ani zájmem revitalizací, spíše naopak. Provedením revitalizace nesmějí být poškozeny oprávněné zájmy dalších stran, ale pokud příslušní majitelé či správci na existenci odvodňovacích zařízení nereflaktuují, není v zájmu revitalizace od tohoto přístupu je odvádět.



Komplexní revitalizace úseku nívy pod Pravonínem na Vlašimsku. Regulační koryto bylo zasypano, s výjimkou 2 tůní. V nívě bylo vytvořeno nové koryto, mělké a vlnité. Stranou byly vyhloubeny další biotopní tůně. Hlavním efektem bylo obnovení mokřadního vývoje celé nívy.

2.5.3 Nejmenší vlásečnice - koryto na rýč, souvislá kaskáda mikrotúní nebo pustit vodu volně do louky?

Důležitou revitalizační úlohou je osvobození drobných vlásečnicových toků z upravených koryt nebo z potrubí. Jedná se o nejmenší vodní toky o běžných průtocích nejvýše v jednotkách l/s. V síti těchto vlásečnic, do níž bezprostředně přechází zóna plošného odtoku, se ještě poměrně dost rozhoduje o tvorbě odtoku a pohybu splavenin. Proto je rehabilitace poměrů v této oblasti důležitá. Revitalizační úloha má zpravidla smysl tehdy, pokud zahrnuje nejen samotné koryto, ale také přiměřeně široký pás, který bude zatravněn, stane se hájem či mokřadem. Tento pás plní funkci zóny soustředěného odtoku. V zájmu blízkosti přírodním poměrům, stability i snadnosti budování je žádoucí, aby vlastní koryto mělo kapacitu pouze pro běžné průtoky a bylo přiměřeně členité.

Pokud to umožňuje modelace terénu, je vhodné opustit původní stopu a vytvořit nové koryto. **Nejjednodušší možností je prostý ručně hloubený obdélníkový profil na jednu až dvě šířky rýče.** Koryto tohoto provedení je laciné - jeho cena je několik desítek Kč na běžný metr. Velmi laciný je též „provozní pokus“, zda pro dané průtoky, sklony a vlastnosti zemin je toto řešení vhodné. Hlavní podíl na stabilizaci má okolní drnový porost. Pod drnem mohou vznikat břehové kapsy, které jsou ceněny jako úkryty. Případné následné projevy nadměrné eroze lze vzhledem k malým rozměrům koryta snadno pacifikovat maloobjemovým kamenným pohoze. Bylo by zbytečné pokoušet se trasu tohoto koryta navrhnout podle nějakých geometrických teorií. Případné **nadměrné zvlnění** sice může zpočátku vypadat nepřírozeně, ale poměrně záhy se samo koriguje - ztráta sklonu může vést k usazování materiálu, změlčování, posléze vyběžení vody a vzniku protékaného údolnicového mokřadu, což je z hlediska revitalizace příznivé. Samo o sobě **nadměrné zvlnění spíše přispívá k revitalizačním efektům** - rozhojňuje aktivní povrch koryta, prodlužuje břehovou čáru, prodlužuje dobu průběhu vody korytem a následně vede ke změlčování koryta.

Ekologicky velmi přínosný je nový tok vytvořený jako souvislá **kaskáda mělkých plochých tůňek**, což je řešení použitelné zvláště při malém podélném sklonu. Zemní stroj, pojízdějící podél toku, je může vytvářet jako řadu příčných „drápanců“. Na jejich kráse bezprostředně po provedení příliš nezáleží. Velmi rychle prorostou vegetací a nepravidelná členitost je cennou složkou revitalizačních efektů.

V některých případech se naskytá možnost vpustit vlásečnicový tok volně do neobhospodařované nebo jen extenzivně využívané údolnice s loukou, hájem či mokřadem. I v přírodě se občas setkáváme s takovýmto samovolným vývojem. Voda si cestu najde, podle potřeby si postupně vytvoří optimální koryto. Drn brání progresivní erozi zpravidla účinněji než různé technické způsoby opevnění.

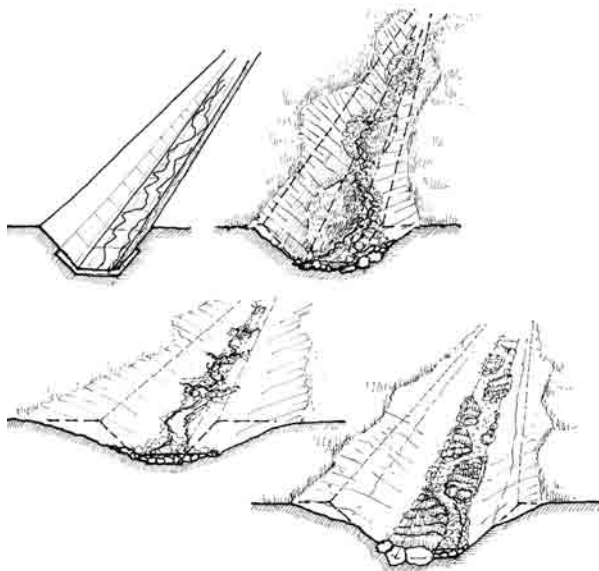
Při tvorbě přírodě blízké vlásečnice lze metody kombinovat. Pak je ovšem vhodné napřed pustit vodu do údolnice, ať ukáže svoje záměry, a potom její cestu korigovat rýčem, v případě potřeby stabilizovat kamennými pohozy (či spíše zde vhozy).



Malé, mělké koryto v ploché louce. Naznačené zvlnění je zřetelně nadměrné, neodpovídající přirozeným poměrům. Revitalizačnímu efektu díla to však nevedí. Toto koryto se brzy zanesou, voda stoupne, a to podpoří mokřadní vývoj louky.

2.5.4 Částečná revitalizace při nemožnosti měnit trasu, ale s mírným rozvlněním stopy a rozčleněním podélného i příčného profilu koryta

Jedná se o revitalizaci upravených, tedy napřímených a opevněných koryt, v situacích, kdy zejména držba pozemků neumožňuje příliš měnit stávající poměry. I v tomto případě je třeba usilovat o získání alespoň několikametrového pobřežního pásu pro rozvlnění ne-li trasy, pak alespoň linie břehů, a pro založení břehové vegetace. (V případě, že se oře až na hranu koryta a vlastníci pozemků nepřipouštějí v této věci změnu, je třeba zvažovat, zda vůbec má smysl se o revitalizaci pokoušet.) Nejobtížnější částí této úlohy je změkčení příliš zahloubeného koryta.



Částečná revitalizace koryta s rozvolněním trasy. Východí stav vlevo nahoře. Po odstranění nevhodného opevnění se rozčleňuje průběh břehů, odebrané drny mohou spolu s kamennými figurami posloužit k rozčlenění dna.

- Tato revitalizace spočívá v
- **odstranění nevhodného opevnění**
 - **rozvolnění břehů a částečném změkčení koryta**
 - zpevnění kamennými pohozy, zejména v nárazových obloucích, a občasnými kamennými záhozovými figurami
 - založení břehových porostů.

Výhodné je provádět tuto revitalizaci s nulovou bilancí zemin, tedy materiál odtěžený při rozvolňování břehů použít ku změkčení koryta. Ovšem ukládání nezpevněné zeminy do proudící vody je operace citlivá, může vést k odplavování materiálu. Proto je vhodné odebírat zeminu ze břehů v drnových blocích a ty vcelku ukládat, resp. hutnit do koryta a pokud možno bezprostředně doplňovat stabilizujícími kamennými prvky. Drnové bloky lze k podkladu přichycovat zakofeňujícími vrbovými kůly.

Stabilizace a změkčování příliš zahloubených koryt betonovými, zděnými nebo dřevěnými stupni byly v úpravách toků často užívány. Pro revitalizační zásahy však nejsou vhodné, a to z více důvodů:

- většinou se jedná o nákladné objekty (ruční práce při zdění apod.);
- tuhé objekty se špatně přizpůsobují pohybům koryta a pokud nejsou zvlášť bytelně založeny, často podléhají poruchám až zkáze;
- tvoří migrační bariéry;
- soustředěním spádu do jednotlivých přelivných objektů se tok zbavuje proudových úseků, což významně omezuje dosažitelné revitalizační efekty.

2.5.5 Částečná revitalizace při nemožnosti měnit trasu a nutnosti respektovat drenážní výusti

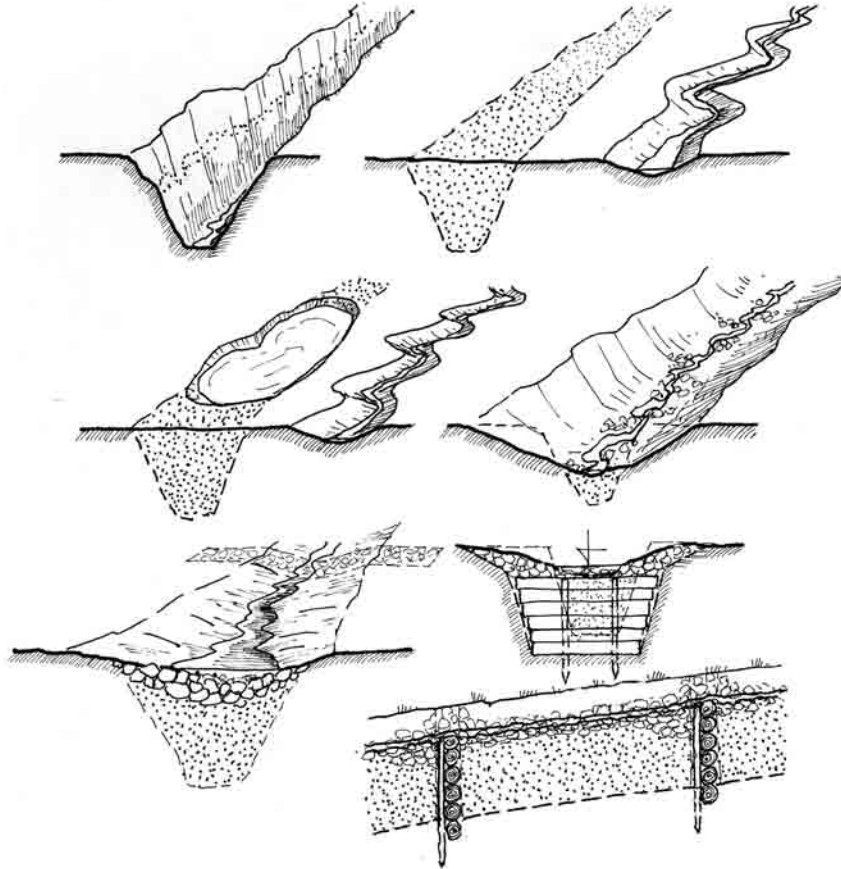
Tato revitalizace je podobná jako v předcházejícím případě, navíc v místech hájených drenážních výustí je třeba polohou záhozových figur stabilizovat hloubku původního, upraveného koryta.

2.5.6 Částečná revitalizace bez možnosti rozvolnění trasy

Revitalizační zásah v tomto případě spočívá v odstranění nevhodného opevnění, ve stabilizaci koryta záhozovými figurami a ve výsadbách dřevin. V případě zvláště velkého a hlubokého koryta lze vytvářet složený profil koryta s vlnivou kynetou - viz dále. Jedná se o mezní situaci, kdy ještě můžeme hovořit o revitalizaci. Dosažitelnost alespoň částečného revitalizačního efektu je určena zejména zahloubením koryta.

Zvláštní případ:

2.5.7 Velmi kapacitní, zahloubené nebo erodované koryto potoka



Možnosti řešení koryta zahloubeného erozí (vlevo nahoře). Nejlepší je koryto zasypat a vedle vytvořit nové. Části starého koryta přitom mohou být ponechány jako tůň. Jinak je nutno koryto zasypat materiálem z hran svahů a stabilizovat kamenivem. Ve větších sklonech je vhodné zasyp stabilizovat přepážkami z kulatin.

Erozní nestabilita koryt je často následkem nevhodně prováděných úprav, při nichž bylo původní přírodní koryto nahrazeno napřímeným zemním příkopem. Porušení přírodního poměru hloubky a šířky koryta umožnilo koncentrovat zejména příčné složky proudění a nastartovalo hloubkovou erozi. Ta může mít, samozřejmě v závislosti na vlastnostech místních zemin či hornin a na podélném sklonu, progresivní vývoj. **Čím více se proud v erodovaném korytě koncentruje, tím intenzivnější je další vymílání. Nadměrné zahlubování, ať už je pouze výsledkem technického zásahu nebo pokračuje následnou erozí, je spojeno se zmenšováním příčné členitosti koryta, s ústupem pobřežní zóny**

mělké vody, s omezenými podmínkami pro rozvoj břehových stanovišť a se strháváním hladiny nivní vody. Obecně je tedy nadměrné zahloubení nežádoucí a revitalizační opatření se je snaží korigovat. Tato úloha je však obtížná - stabilizovat, zmenšit a změlčit takové koryto je podstatně náročnější, než například v rostlém terénu vyhloubit nové koryto přírodě blízkých tvarů.

Proto lze doporučit přístupy k řešení v následujícím pořadí:

- Pokud to místní podmínky umožňují, pak **destabilizované či příliš zahloubené koryto opustit - zasypat nebo přeměnit v nesouvislou kaskádu tůní.** V rostlém terénu vytvořit koryto nové, vyhovujících tvarů.
- **Pokud nelze stopu stávajícího koryta opustit, usilovat o jeho změlčení.** Chybějící materiál ve dně je třeba nahradit, což bývá spojeno s obtížemi. Z hlediska stability se většinou zdráháme změlčovat koryto, zvláště aktivně protékané, pouhou zeminou. Kameniva, které je pro tento účel vhodné, by byla potřeba velká množství. Tuhým příčným objektům ze dřeva či zdíva po technické ani revitalizační stránce příliš nedůvěřujeme a obáváme se nepřiměřenosti jejich nákladů. Pak je třeba všechny tyto možnosti ve vhodném poměru kombinovat - zeminové zásypy stabilizovat kamennými záhozy, záhozovými či rovnanimovými figurami a v nezbytí příčnými sruby z kulatin. Na vyzkoušení čeká metoda změlčování koryta velkými drnovými bloky, seřiznutými z hrany svahu a upevněnými proti posunu probítnými vrbovými kůly, které po uchycení vytvoří hlavové vrby.
- Zejména pokud je koryto nejen hluboké, ale také rozložené, lze usilovat o **vytvoření stabilního složeného tvaru koryta.** Stávající velké a hluboké koryto se přetváří ne zcela pravidelným modelováním břehů do stabilních sklonů, v nichž budou vysazeny dřeviny. S využitím materiálu ze břehů, zejména soudržných drnových bloků, a kameniva se ve dně vymodeluje **vlnivá kyneta o malé kapacitě cca na úrovni Q_{30d} .** Kyneta je stabilizována a členěna kamenem. Hlavní nevýhodou tohoto řešení je, že výrazněji nezdvihá hladinu vody v korytě a návazně ani v nivě.

Zvláštní případ:

2.5.8 Upravené koryto s postranním valem starého výkopku

Val z materiálu, vytěženého při čištění, výrazně přispívá k degradaci koryta na odpudlivou strouhu. Vytváří nepřírozeně vysoký a strmý vnitřní břeh, často podléhající vymílání. Brání přirozenému pohybu vody mezi korytem a nivou. Omezuje rozvoj přirozených břehových porostů, nadměrné zásobení materiálu živinami podporuje ruderální vegetaci s kopřivami a bezem černým.

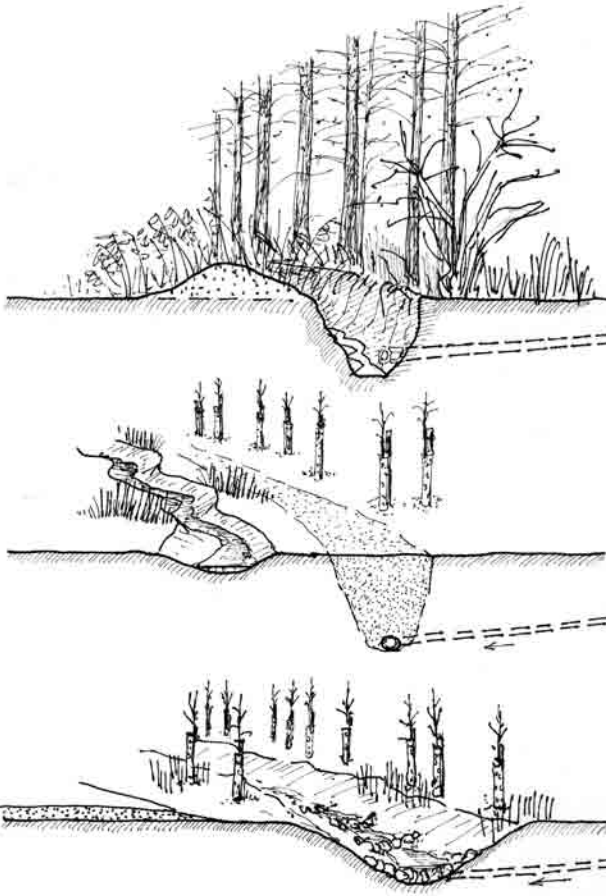
Nezbytnou součástí revitalizace je odstranění valu. Materiál lze odtěžit a odvézt, vzhledem k zaplevelení však nebude příliš žádoucí na polnostech. S korytem se pak nakládá, jak bylo naznačeno výše. Přirozenějším řešením je vrátit výkopek zpátky do koryta, a tím je změlčit. Materiál je sice důkladně prorostlý buřením, což jej účinně zpevňuje, přesto se však při tomto postupu neobejdeme bez stabilizačních vložek z kamenných záhozů, pohožů nebo kamenných příčných figur.

Vyzkoušet by se měla stabilizace změlčení koryta příčným brlením ze zatlučených vrbových kůlů.

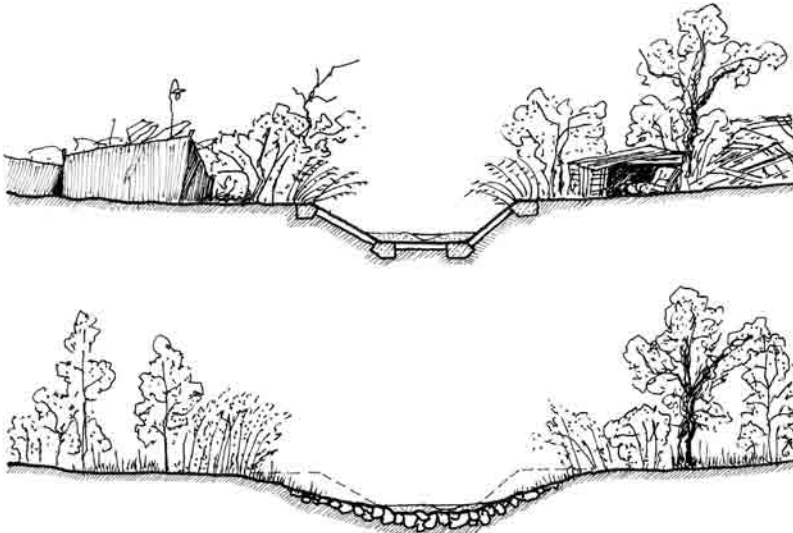
Zvláštní případ:

2.5.9 Koryto příměstského potoka s tvrdou úpravou na dešťová odlehčení

Při zastavování městských periferií, poněkud v 70. a 80. letech minulého století, byly četné potoky upraveny pro odvádění vod z dešťových kanalizací nebo dokonce z dešťových odlehčení jednotných kanalizací. Úpravy byly vesměs prováděny velmi tvrdě, včetně opevnění betonovými deskami nebo litým betonem. V dnešní době je celkově ořesný stav těchto potoků a jejich okolí shledáván nevyhovujícím a přistupuje se k revitalizačním úpravám. Vzhledem k pochybné kvalitě vody je zpravidla nemožné dosáhnout úplné ekologické rehabilitace potoka. Lze však dosáhnout toho, že se otevřená stoka promění alespoň v přijatelnou součást příměstské zeleně.



Možnosti řešení koryta postranním výkopkem zeminy (nohoře výchozí stav). Vegetační doprovod kultivarních topolů je v tomto případě nahrazen výsadbou vhodnější kladby.



Revitalizace koryta v příměstské krajině, zatěžovaného vodami z dešťových odlehčení.

Nosným opatřením je v těchto případech rehabilitace nivy, resp. dostatečně širokého pásu území, doprovázejícího vodní tok. Bez toho by samotná revitalizace potoka, zpravidla dosti nákladná, sotva měla smysl. Tato rehabilitace spočívá v odstranění nevhodných stavebních objektů, navážek, skládek a ruderalních porostů, v úpravách terénních novotvarů, v ošetření využitelné stávající zeleně a založení nové.

Revitalizace koryta je poměrně náročná, vzhledem k nutnosti nadále provádět nárazové srážkové odtoky. Odstranění nevyhovujícího opevnění je prakticky nezbytnou podmínkou i částečné ekologické rehabilitace. Pak je možné koryto rozšířit do rozevřenějšího mísovitého tvaru s mírně rozvlněnými břehy. Zvětšení průtočného profilu umožní použít drsnější opevnění, aniž by došlo ke ztrátě kapacity. Opevnění se provede v závislosti na průtokovém režimu a podélném sklonu. Například v Praze na Prokopském potoce se osvědčilo souvislé revitalizační opevnění záhozem z hrubého lomového kamene. I když po výstavbě působilo toto opevnění až příliš mohutně a běžné průtoky se místy ztracely mezi kameny, působením břehové vegetace a usazenin mezi kameny se koryto poměrně brzy zapojilo. Obavy z usazování splavenin bývají přehnané. Pakliže bylo koryto průtočné před revitalizací, lze předpokládat, že po revitalizaci se podmínky nebudou příliš lišit. Usazeniny v dnové části zarovnají nerovnosti nového opevnění a srážkové průtoky si budou nadále udržovat potřebný průtočný profil.

Tyto případy se zpravidla vymykají z rámce obvyklých revitalizací, pokud jde o výši nákladů. Větší náročnost prací dává vyšší úroveň nákladů. Ovšem devastace vodních toků a vůbec prostředí na obvodu měst je důsledkem rozsáhlých investičních činností, které v příměstském prostředí probíhají nebo probíhaly. Toto prostředí je zatíženo velkými investicemi, a s jejich velikostí je třeba porovnávat náklady revitalizačních či obecně rehabilitačních opatření. Určitě je správné hledat způsoby, jak financování revitalizačních zásahů tohoto druhu přenést na investory, využívající příměstské území.

2.6 Stabilizace koryta opevněním

Jak vyplývá z kapitoly věnované obecně parametrům revitalizovaných koryt, přírodě blízké koryto má takovou trasu, podélný a příčný profil, které v kombinaci s daným hydraulickým zatížením umožňují jeho provedení z přírodních nebo přírodě blízkých materiálů.

Pro účely revitalizací lze opevnění rozdělit na:

- vhodná pro místní i podélnou stabilizaci - kamenné pohozy a záhozy;
- vhodná pro místní i podélnou stabilizaci, avšak omezeně použitelná vzhledem k pracnosti - drnování, vrbové stavby;
- vhodná pro místní stabilizaci - kamenné rovnání;
- použitelná ve speciálních případech, v návaznostech na inženýrské stavby apod. - kamenné dlažby, drátokamenné konstrukce, laťové plůtky a podobné dřevěné konstrukce;
- nevhodná - betonové desky, tvárnice a žlabovky, polovegetační tvárnice, fólie, pneumatiky.

Za nejvhodnější ku stabilizování revitalizovaných koryt lze pokládat **tvárná kamenná opevnění - pohozy a záhozy**. Zpravidla nejsou kladena souvisle, ale pouze v ohrožených pasážích koryt.

Zához z hrubého kamene je zapuštěn pod úroveň dna nebo břehu. Vytváří paty svahů, plošná opevnění koryt, stabilizační a vzdouvací příčné figury, které se charakterem blíží balvanitým skluzům. Doplňuje se drobnějším netříděným kamenivem.

Pohoz je ukládán na opevňovaný povrch. Pokud je proveden z hrubého kameniva a je do povrchu vtačován, od záhozu se ve výsledku příliš neliší.

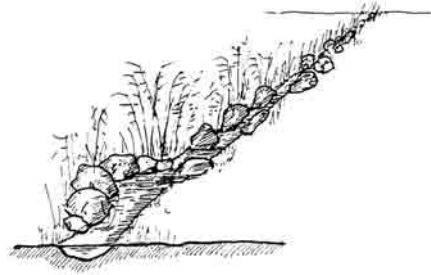
Pohozy a záhozy doplňují **jednotlivé velké kameny**. Tyto kameny koryto především rozčleňují. Některé je vhodné z důvodu stability částečně zapustit do dna nebo do břehů. Část plochých kamenů se

ponechá volně v korytě, aby vytvářely úkryty pro vodní organizmy. Samotné velké kameny, jednotlivě vložené do zemního koryta, nelze pokládat za stabilizaci - nesoudržný materiál kolem nich se snadno odplavuje a kolem kamenů vznikají výmoly.

Vhodnost použití kameniva

Někdy se má v revitalizacích za to, že čím víc kamenů a čím větších, tím lépe. Ve sklonitějších korytech tomu tak může být. Ale nesmí se zapomínat na přirozenou tvářnost koryta. V plochem terénu, kam patří malá, mělká, bahnitá a líná strouha, se zapuštěním balvanů horský potok nevytvoří. Ani souvislý kamenný pohoz není v takovém případě vhodný. Nadbytečné kameny působí rušivě a prodražují stavbu.

Pro revitalizace je nejcennější **přírodou opracované kamenivo** - staré polní sběry, těžba z říčních teras, říční štěrky. Teprve na dalším místě přichází kamenivo lomové. Vhodnější je netříděné či odpadní kamenivo. Málo vhodné pro revitalizace koryt je tříděné kamenivo, nevhodné jsou pravidelné odpady z výroby dlažebních kostek nebo z řezání kamene.



Nepřiměřené použití balvanů u mělké strouhy v ploché louce působí rušivě.

Volba kameniva by měla brát ohled na místní podmínky.

Například do potoka ve vápencovém krasu nebo v pískovcovém území nepatří lomová žula. Sotva kdo by se nechal přesvědčit, že jde o splaveniny z jiného, výše položeného geologického tělesa nebo o kámen vytroušený ledovcem.

Kamenivo s dočasnou životností: Umělé opevnění koryta plní velkou část svého poslání v době krátce po výstavbě, než dojde k přirozenému slehnutí a utužení zemin a k zapojení vegetace. Z tohoto pohledu lze pro revitalizace použít místní méně kvalitní druhy kameniva, kterým se tradiční vodní stavby vyhýbají. V některých oblastech lze například snadno získat odpady z těžby opuky nebo pískovce, a to i ve velkých množstvích, umožňujících objemové zasypávání erodovaných koryt apod. Pokud se toto kamenivo začne po nějaké době rozpadat, nemusí to být revitalizační stavbě ke škodě.

Použití geotextilie pod kamenné opevnění je stále předmětem dohadů. Pro hovoří ochrana před vyplavováním drobných částic z podloží, aktuální zejména u méně soudržných zemin. Naopak nepříznivá je možnost klouzání kameniva po textilii. Při rozhodování je třeba posuzovat odolnost podložního materiálu proti vyplavování. Každopádně přírodní potoky žádné geotextilie neobsahují.

Drnování je účinnou metodou stabilizace břehů koryta nad běžnou hladinou. Při sklonu svahu větším než 1 : 2 vyžaduje solidní opěrnou patku z kameniva a připichování dřevěnými kolíky, aby drny nesjížděly. Provádí-li se na jaře nebo v létě a má zajištěnou zálivku, přichouje se k zemině během několika týdnů. Ovšem snímání a následné přikládání drnů je velmi pracné, a tak nutno v jednotlivých případech dobře zvažovat, zda je toto řešení opravdu potřebné.

Vrbové stavby - válce z vrbového proutí v patách svahů a rohože na svazích. Pracnost a potřeba velkého množství materiálu omezuje jejich použití. Tradiční úpravy toků měly k těmto postupům rezervovaný vztah kvůli zarůstání průtočného profilu. Toho se však revitalizace již tolik neobávají. Lacinějším a jednodušším opatřením může být stabilizace plochy nahusto zapíchanými vrbovými řízků. (V poslední době se při jedné revitalizační stavbě nechtěně podařilo oživit vlhkou staveništní plochu tím, že byla na jaře zahrnuta směsí zemin a odpadního vrbového klestu. Tento způsob již nelze řadit mezi „vrbové stavby“, může však být velmi efektivní.)

Rohože z rostlinných materiálů – mohou se uplatnit pro stabilizaci svažitých ploch, po několika sezónách se rozpadají.

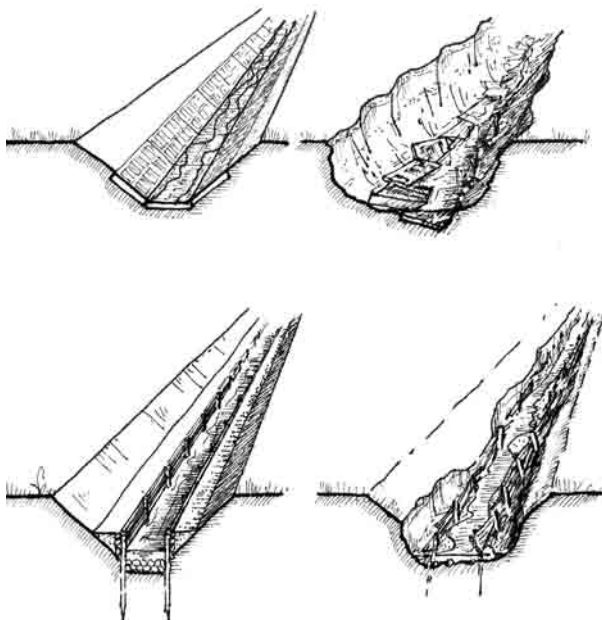
Kamenná rovnanina je ručně kladena s ohledem na provázání kamenů a navíc klínována menšími kameny. Takto představuje velmi odolné opevnění, použitelné ve zvláště namáhaných úsecích. Porušená rovnanina se nehroutlí, ale dostává se na úroveň tvárných kamenných opevnění. Oproti pohozům a záhozům je výrazně nákladnější, a proto je třeba ji používat jenom v nejnútnejších případech. Souvislé podélné opevnění koryta rovnaninou je zpravidla zbytečné a nákladově neodůvodněné. Problémem je také někdy šíření rovnanin - mohou být provedeny jako lepší zához nebo pohoz, ale fakturovány jako rovnanina.

Kamenné dlažby na sucho nebo na cementovou maltu představují velmi odolný typ opevnění, současně však velmi nákladný. Jsou málo přizpůsobivé a po prvním porušení mohou rychle ztratit funkci. V revitalizacích koryt mimo zastavěná území obcí by se měly objevovat nanejvýš jako speciální doplněk - opevnění v okolní výpustních či odběrných objektech, mostů apod.

Opevnění omezeně vhodné až problematické:

Laťové plůtky

Zpočátku bylo v revitalizacích dřevo příznivě přijímáno jako přírodní materiál. Převažují však nevýhody. Plůtky jsou pracné a svislé stěny tvoří zcela nepřirozený příčný průřez bez břehové zóny, s nedostatkem úkrytů a s omezenými možnostmi dotváření. Problémem je trvanlivost. Dřevěný plůtek se po několika letech začíná rozpadat, a pak se projevuje nestabilita svislých zemních svahů za ním. Svahy se bortí a vysypávají. Mezi uvolňujícími se tyčemi pak vždy některé působí jako nepříznivé usměrňovače proudu. Při poměrně rychlém proudění, které laťové opevnění podporuje, za porušenými plůtkami často vznikají velké nátrže.



Erozní destrukce nepružného opevnění polovegetačními tvárnicemi. Opevnění laťovým plůtkem vytváří nepřirozený příčný profil koryta. S rozpadem plůtek tato koryta často podléhají zesílené erozi, za zbytky opevnění vznikají nátrže.

Drátošterkové a drátokamenné prvky,

též zvané gabiony (původně se takto označovaly proutěné koše, plněné zeminou, kterých se v dávném vojenství používalo k opevňování). Mohou se uplatnit jako speciální místní zpevnění, například na styku vodního toku s komunikační stavbou, jejich širší použití ale žádá opatrnost. Při plošném pokrytí koryta by mu toto opevnění nejen dávalo nepřirozený tvar a omezovalo jeho dotváření, ale také by ve většině situací bylo zbytečně pevné a nákladné. Je třeba počítat s tím, že se povrchy klecí časem poruší a přinejmenším z nich budou trčet dráty.

Opevnění nevhodná:

O revitalizaci lze sotva hovořit, pokud se v korytě vodního toku zachovávají umělé druhy opevnění, neumožňující zvýšit jeho ekologickou hodnotu a blokující jeho přirozený vývoj, a to zejména

- betonové desky a tvárnice
- žlabovky
- polovegetační tvárnice.

Nevhodné jsou rovněž umělohmotné fólie, byť perforované, které se příliš neosvědčily ani v tradičních úpravách toků. Po fólii sklouzává zemina i s vegetací, po čase se fólie rozpadá a její části znečišťují prostředí.

2.7 Stabilizace a členění koryta příčnými objekty

Požadavky na příčné objekty v revitalizacích koryt vodních toků:

- Výška volně přepadajícího vodního proudu za běžných průtoků do 0,2 m. Tento požadavek vychází z potřeby udržení průchodnosti toku pro běžné formy oživení. (Ale i takto nízké objekty s volným přepadem je lepší omezit na případy, kde není možné jiné řešení.)
- Dobrá spolupráce s přirozeným materiálem koryta, tedy jistá míra přizpůsobivosti. Tomuto požadavku nevyhovují řešení vzdálená revitalizačnímu pojetí, jako jsou objekty z litého betonu nebo zdiva.
- Přiměřená pracnost a nákladnost.

Z hlediska těchto požadavků se jako vhodné či přijatelné objekty **jeví klády a jiné dřevěné prvky v úrovni dna, kamenné pásy, jednotlivé velké balvany, příčné záhozové nebo rovnalinové figury a kamenité či balvanité skluzy**. Ve skupině objektů, jejichž vhodnost může být podmíněná až problematická, lze uvést zejména práh z kulatiny, práh z kamene, kulatiny a drnu, práh s tůní nebo stabilizovaný výmol - opevněné převážně kamenem. Málo vhodnými objekty jsou stupně, a to již z důvodu výšky přepadu, stabilizované výmoly a tůně zpevněné kulatinou nebo neúměrně opevněné kamenivem. **Revitalizačnímu pojetí cizí jsou splaveninové přehrážky**, užívané k hrazení bystřin. Vnucují vodnímu toku nepřirozený podélný profil a představují neprostupné migrační překážky. (V některých případech lze akceptovat jejich použití k hrazení strmých erozních strží v horních částech vodních toků, kde migrace ryb a jiných vodních živočichů nemají velký význam, potom se ovšem nejedná o revitalizaci.)

K jednotlivým objektům:

Kláda ve dně

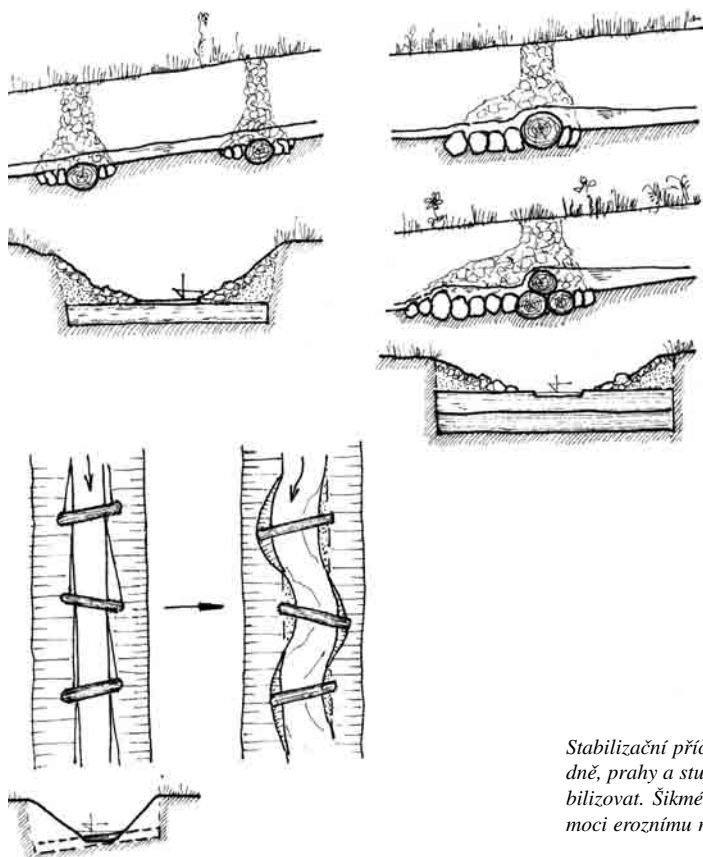
Nejčastěji hrubá kláda místního původu, vložená do úrovně dna. Vkládá se do rýhy, vyhloubené v rostlém materiálu dna, a zaklínává se kamenivem. Případně se do rostlého dna vtačuje. Jejím hlavním účelem je stabilizace dna proti podélným posunům. Dostatečný přesah do břehů brání uvolnění klády. Kláda vystupující nad úroveň dna a tvořící práh je ohrožena podemfláním.

Klády ve dně, spojené do rozevřeného V

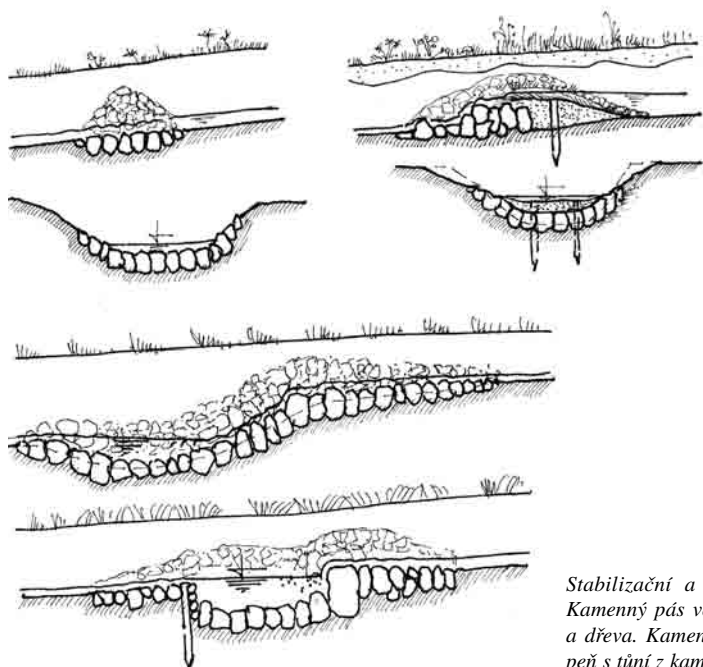
Tento stabilizační prvek se vyrábí ze dvou kulatin, spojených v tupém úhlu. Vkládá se do dna koryta vrcholem po proudu a mírně šikmo dolů. Měl by přispívat nejen ke stabilizaci dna v podélném směru, ale též proudnice ve směru příčném. Pro posílení pevnosti je tento dřevěný prvek kombinován s kamenným záhozem.

Kamenné pásy

jsou ve dně a zpravidla i ve svazích koryta vytvořeny z větších kamenů, vyčnívajících nad úroveň dna



Stabilizační příčné prvky z kulatin. Kládu ve dně, prahy a stupně nutno dobře kotvit a stabilizovat. Šikmé umístění prahů může napomoci eroznímu rozvlnění koryta.



Stabilizační a rozčleňující příčné prvky. Kamenný pás ve dně. Práh z kamene, dřvu a dřeva. Kamenitý či balvanitý stupeň. Stupeň s tůň z kamene a dřeva.

nejvýše jednou třetinou, spíše však vložených do úrovně dna. Stabilizují dno a současně rozčleňují podélný profil koryta. Širší pás představuje v korytě zdrsňující prvek.

Velké kameny

přepažující významnou část šířky koryta lze rovněž pokládat za příčné rozčleňující objekty. Pokud nejsou zapuštěny do dna, uplatní se jako velmi dobré úkryty pro vodní živočichy. Jejich stabilizační účinek je problematický, proud kolem nich může hloubit hrnc, do kterého se postupně propadají. Rozvlňují proud tak, že může ve větší míře napadat nechráněné části koryta. Takto jich lze využívat pro řízenou boční erozi přímých koryt.

Prahy, skluzy a podobné figury z kamene

jsou vhodné pro změkčení, stabilizaci a podélné rozčlenění koryta. Spád se nesoustřeďuje na ostrohraných přelivech, nýbrž v proudových pasážích, podobných přirozeným peřejím. Tyto objekty jsou tvořeny převážně lomovým kamenem různých velikostí. Základem jsou velké kameny, zčásti zapuštěné do dna. Tato kostra objektu je prosypána či proklínována drobnějším kamenivem různých frakcí, což zmenšuje riziko, že za malých průtoků se bude voda procezoval vnitřkem objektu a ten se stane migrační překážkou. U nejmenších toků lze pro tento účel kombinovat kámen s drnem a jílem. Z důvodů stability i migrační propustnosti by neměly malé objekty tohoto druhu překonávat jednotlivé spády větší než několik decimetrů. Balvanité skluzy ve větších tocích mohou soustředovat spády větší, ovšem za předpokladu velmi mírného sklonu spádové plochy - v rozmezí 1 : 10 až 1 : 20.

Problematické objekty:

Kamenné pásy do betonové malty, pásy zděné nebo prolité betonem do běžných revitalizací koryt ve volné krajině nepatří a lze je akceptovat pouze pro nezbytnou stabilizaci koryta v blízkosti inženýrských objektů. Technicky jsou tyto tuhé objekty riskantní, protože špatně spolupracující s tvárným materiálem koryta.

Stupně z dřevěné kulatiny

Tyto objekty byly i v revitalizační praxi užívány k rozčlenění a ke stabilizaci podélného profilu toku. Kombinace přírodních materiálů, dřeva a kamene, bývá pokládána za vhodnou. Ovšem hodnocení řady provedených staveb odhaluje závažné problémy. **Četné stupně z dřevěné kulatiny po čase ztrácejí funkčnost, protože voda si najde cestu pod nimi nebo kolem nich.**

V této situaci jsou možné dva přístupy:

- a) Stavět vzdouvací objekty z kulatin tak solidně, aby jejich funkčnost byla zajištěna. Hluboké vázání do břehů a do rostlého dna, navazující opevnění nad i pod objektem, stabilní vývar s dolním prahem, tesařské spoje jednotlivých kulatin, podpěrné kůly zaražené do dna, těsnění fólií nebo geotextilií. To vše je již nepřiměřeně pracné a nákladné a proměňuje prahy a stupně v náročné objekty, vzdalující se poměrům přírodních koryt. Proto se zdá, že v oboru revitalizací se jejich použitelnost omezuje jenom na speciální případy.
- b) Zakládat tyto objekty naopak co nejúsporněji a nejjednodušeji, s vědomím nespolehlivosti vzdouvacího účinku. Přirozeným vzorem tu je padání kmenů do koryta. I jen vhodně skácené kmeny, položené do regulovaného koryta, mohou přinášet revitalizační efekt v podobě podélného rozčlenění, vytvoření úkrytových míst, usměrnění proudu k vhodné břehové erozi nebo naopak odklonění proudu od míst, v nichž je eroze nežádoucí. Volně položené kmeny by měly být na březích kotveny, aby je neodplavila velká voda a někde níž nedošlo ke škodám. Kmeny lze také položit do jednoduchých zemních rýh, s velkými přesahy do břehů.

Zděné stupně

Pro nákladnost provedení, netvárnost a vzdálenost rázu přirozených koryt by se tyto objekty v oboru revitalizací měly uplatnit pouze ve zvláštních situacích, když jsou nezbytné pro stabilizaci inženýrských objektů apod. Pro průběžné rozčlenění a stabilizaci revitalizovaných koryt nejsou vhodné. Pokud již

k výstavbě těchto objektů dochází, je třeba trvat na dostatečném zavázání do hloubky a do břehů a na stabilizaci vývaru.

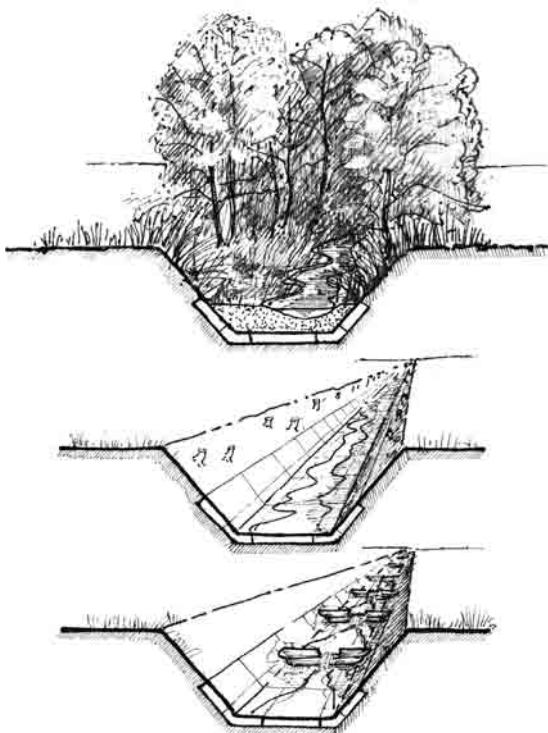
Drátokamenné objekty

Prahy a nízké stupně z drátěných košů, plněných kamenivem (gabionů), mají technicky poměrně příznivé vlastnosti. Při dostatečném založení do dna a břehů a provázání jednotlivých prvků jsou stabilní, a přitom se přizpůsobují chování přirozeného materiálu koryta. Hlavními nevýhodami jsou nepřírozený, pravouhlý tvar jednotlivých prvků a otázka, co se v korytě stane s drátěným materiálem po porušení jeho soudržnosti. Například drátokamenné přehrážky na některých tocích, rozvalené velkou vodou v roce 1997, působily nepříjemným dojmem stavebních sutin. Z těchto důvodů je vhodné přijímat také tento konstrukční typ jako speciální záležitost. Například pro příčné stabilizační pásy větších balvanitých skluzů, nevyčnívající nad dno koryta.

Stupně kombinované s tůňmi nebo tzv. stabilizovanými výmoly

Objekty tohoto druhu mohou mít různou podobu podle toho, zda je tůň spíš zahloubená nebo spíš vzdouvaná, podle výšky stupně a stabilizačního prahu, podle materiálového provedení. Pokusy tyto objekty typizovat nevedly k nejlepším výsledkům. Většinou mají malou revitalizační i technickou hodnotu, neodpovídající pořizovacím nákladům. Opevněné tůně se strmými svahy postrádají cennou příbřežní zónu, náročnost jejich provedení není přiměřená krátké životnosti. Průtočná tůň se často zanášá během několika let. **Jako nejproblematičtější objekt se v těchto ohledech jeví tzv. stabilizovaný výmol, opevněný kulatinou**, který vypadá jako vydržený zákop. Z hlediska funkčnosti, poměru nákladnosti, trvanlivosti a revitalizačních efektů se jako relativně vhodné jeví tůně s mírně svažitými zemními břehy, které jsou přirozeně stabilní. Opevnění se omezuje pouze na zajištění stability vzdouvacího prahu.

2.8 Opravy regulačních úprav nejsou revitalizacemi



Zásahy do upravených koryt, jaké byly v minulosti nevhodně vydávány za revitalizace.

V první fázi se odstraní vegetace a usazeniny, kterými se příroda snažila regulaci samovolně revitalizovat.

Ve druhé fázi se instalují rozčleňující příčné prvky, jejichž skutečná revitalizační hodnota je mizivá. Celkový revitalizační efekt zásahu je spíše záporný. Dnešní revitalizační praxe již zásahy tohoto druhu nepodporuje.

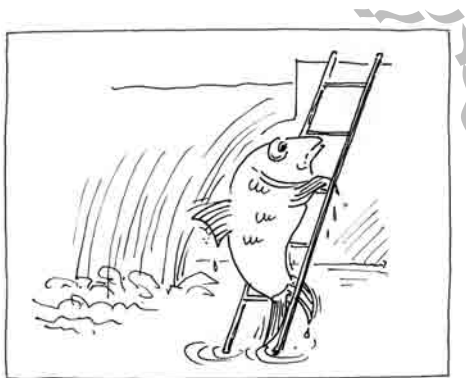
Naše revitalizace ve svých počátcích, z nedostatku znalostí a představ o správných přístupech a metodách, činily až velmi nevýhodné kompromisy s konzervatismem některých pracovníků správ vodních toků. Zpravidla se jednalo o akce, jejichž podstatou byly údržba a opravy upravených koryt, zachovávací trasy, příčný průřez i nevhodné opevnění. Aby bylo možné nárokovat prostředky programu revitalizací, byly do těchto koryt vkládány různé drobné objekty, rozčleňující podélný profil. Akce tohoto druhu zpravidla začínala odstraněním usazenin a náletové vegetace. Poškozené opevnění koryta bylo opraveno - v lepším případě mohlo být lokálně rozpadlé tvárnice opevnění nahrazeno kamennou rovnalinou. Do tohoto koryta byly vsazeny různé typy stupňů, stupňů s tůňmi, stabilizovaných výmolů. Nakonec byly provedeny výsadby břehové zeleně, zpravidla však pouze liniově a po jedné straně koryta.

Revitalizační efekt takových opatření bývá spíše záporný. Odstraněním usazenin a náletů jsou zmařeny výsledky dlouhodobé přirozené obnovy. Vkládané objekty bývají nákladné a často protékají, jejich revitalizační efekty jsou obecně velmi skromné. Celkově opatření tohoto druhu postrádají ty nejdůležitější efekty, které očekáváme u revitalizací - obnovení přirozených tvarů a vývoje trasy, členitého podélného a příčného profilu. Přitom jde o zásahy dosti nákladné, jejichž rozpočty v řadě konkrétních případů i významně přesahovaly náklady porovnatelných skutečných revitalizací.

Prostředky určené na revitalizace by neměly být zneužívány na opatření, která jsou převážně opravami regulačních úprav.

3. OCHRANA A OBNOVA MIGRAČNÍ PROSTUPNOSTI VODNÍCH TOKŮ PRO VODNÍ ORGANISMY

3.1 Význam migrací pro ryby a další vodní organismy



Součástí revitalizačních opatření je také obnovení obousměrné migrační prostupnosti koryta. **Překážky pro pohyb ryb a dalších vodních živočichů v toku představují zejména příčné stavby a vzdouvací objekty a dále místa s nedostatečnou hloubkou vodního sloupce** (například ovlivněná odběry vody nebo úpravou a rozšířením koryta). Převažujícím problémem je neprostupnost pro migrace směrem proti proudu, proto se jí budeme nadále převážně zabývat. Poproudové migrace jsou řešeny v samostatném odstavci na konci této kapitoly.

Migrace jsou jedním ze základních životních projevů a zároveň potřeb mnoha druhů vodních organismů. Problematika omezování či podpory migrací se však týká především **ryb a mihulovců**, a proto se další pojednání soustředí na tyto taxonomické skupiny, které pro jednoduchost budeme nadále nazývat rybami. Ryby v českých a moravských tocích, které během svého života podnikají významné migrace, lze rozdělit do tří skupin. Do první jsou řazeny **druhy anadromní**, které prožijí většinu života v mořích a do sladkých vod migrují za účelem rozmnožování. Ze zástupců naší ichtyofauny uvedme lososa obecného a pstruha mořského. O repatriaci lososa obecného po více než padesáti letech se v povodí Labe od roku 1998 pokoušejí (a dle předběžných výsledků úspěšně) organizace ochrany přírody a Český rybářský svaz. Dále sem patří druhy mihule mořská, mihule říční, placka pomořanská a platýs bradavičnatý, které jsou ale považované podle Červeného seznamu mihulí a ryb ČR za druhy vyhynulé a ve skutečnosti se na našem území nevyskytují již mnoho desetiletí, platýs dokonce více než sto let. Druhá skupina ryb má životní cyklus opačný, to znamená, že se vytírá v moři, ale dospělci žijí ve sladkých vodách. Tyto druhy, mezi které u nás patří pouze úhoř říční, nazýváme **katadromní**. Skupina třetí, tzv. **potamodromní druhy**, zahrnuje ryby podstupující v našich podmínkách lokální migrace v délce řádově desítek kilometrů. Je zdaleka nejpočetnější a patří do ní z původních druhů naší ichtyofauny například pstruh obecný f. potoční, parma obecná, podoustev říční, ostroretka stěhovavá, ouklej obecná, jelec tloušť, jelec jesen, mník jednovousý a další.

Migrace mohou mít různou příčinu i rozsah. Zřejmě nejrozšířenější jsou **třecí migrace**, které souvisejí s vyhledáváním vhodného substrátu a fyzikálních a chemických vlastností vody pro uložení a vývoj jiker a pro úspěšné přežívání plůdku a následných juvenilních stádií potomstva. Další skupinou jsou **potravní migrace**, které jsou často velmi úzce spojeny se **sezónními**. Ke **kompenzačním migracím** dochází například u pstruhových vod (Mužík, 1994), kdy je velkou vodou po přívalech srážek vyplavena část obsádky pstruha z výše položených partií toku s velkým sklonem a po návratu průtoku do normálu dojde opět k rovnoměrnému rozmístění pstruhů jako stanovištních ryb po celém toku, a to v závislosti na prostředí - potravní nabídce, možnosti úkrytů apod. Tento typ migrací není příliš známý, je však nesmírně důležitý, především v horských a podhorských oblastech. V delším časovém úseku ho lze již nazývat **procesem znovuosidlování**. Ten také nastává například po vybudování čistírny odpadních vod pro významný bodový zdroj znečištění.

Kromě migrací, které chápeme jako krátkodobý jev, je migrační prostupnost vodních toků také **významná především pro méně početné druhy ryb, které jsou dnes často izolovány do mikropopulací neschopných samostatné dlouhodobé existence**. Tento nepříznivý efekt lze pozorovat na větších

tocích například u parmy obecné, na menších potom u mihule potoční, střevle potoční, vranky obecné nebo pruhoploutvé.

Schopnost ryb překonávat překážky

Schopnost překonávat překážky v toku mají jednotlivé rybí druhy různou. Odpovídá prostředí, ve kterém ryby žijí a kterému se během evoluce přizpůsobily. **Překážky překonávají ryby v zásadě dvěma způsoby, a to buď proplutím, nebo skokem.** Rychlost, kterou je schopen jedinec určitého druhu vyvinout při plavání, je závislá na několika faktorech. Je to především stavba těla, velikost jedince, jeho zdravotní a kondiční stav a dále i teplota vody, která má přímý vliv na metabolismus ryb, protože nemají stálou tělesnou teplotu. Stejně veličiny ovlivňují i dobu, po kterou je schopna ryba v rychlosti vytrvat. Podle doby trvání můžeme rozdělit rychlost pohybu na maximální (několik sekund) a průběžnou (desítky sekund až několik minut), přičemž průběžná tvoří zpravidla 1/3 až 1/2 hodnot rychlosti maximální. Schopnost proplout překážku závisí tedy na plovacích schopnostech příslušného jedince a druhu. To se týká i nevhodně upravených úseků toků, ve kterých se k velké rychlosti vody přidává navíc i nedostatečný vodní sloupec.

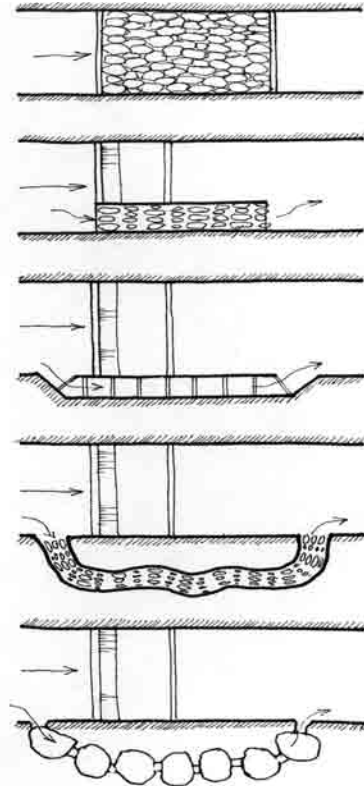
Nižší stupně jsou schopny některé druhy překonat skokem. Například větší jedinci pstruha potočního dokážou zdolat výškový rozdíl až 1 m, pro většinu pstruhů je však nepřekonatelný již stupeň o výšce 0,7 m. To platí hlavně pro samice při podzimních třecích migracích.

3.2 Rybí přechody

Základní typy rybích přechodů

Jak již bylo uvedeno, stěžejním problémem je zprůchodnění toku ve směru proti proudu. **Pokud tvoří překážku nevhodně upravený nebo nadměrným odběrem postižený úsek, je náprava možná jedině revitalizací koryta, respektive úpravou manipulačního řádu odběru.** Příčné stavby, které tvoří naprostou většinu migračních bariér, lze zprůchodnit pomocí **rybích přechodů**, to jest zařízení umožňujícím rybám proplout profilem překážky. Původně byly rybí přechody navrhovány pro salmonidy (hlavně lososy) a teprve poté se ukázaly jako vhodné a potřebné i pro nároky dalších rybích druhů. První stavby jsou známé z evropských severských klidných řek právě pro umožnění tahu lososů, ovšem jsou budovány a používány prakticky po celém světě včetně tropických a subtropických oblastí. Rybí přechody použitelné v podmínkách střední Evropy se dají rozdělit do několika skupin podle různých kritérií. **Podle konstrukce** rozeznáváme **přechody přírodě blízké** (balvanité prahy, balvanité skluzy, zdrsňelé rybí rampy, obtokové kanály, tůňové rybí přechody), **technické** (komůrkový, Denilův lamelový, štěrbinový, plavební komory a rybí výtahy) a **kombinované** s prvky obou předchozích skupin. Další dělení je možné provést následovně:

- **podle situačního umístění na rybí přechody v korytě toku** jako součást tělesa vzdouvacího objektu a **rybí přechody v okolním terénu** mimo příčnou překážku a koryto toku (obtokové kanály)
- trvalé nebo přenosné umístované jen v době migrací ryb bez pohonu a obsluhy nebo s pohonem a obsluhou



Typy a umístění rybích přechodů:

- kamenitý/balvanitý skluz v celé šíři koryta
- rampa s příčnými řadami kamenů po straně jezu
- technický přechod po straně jezu
- bypass s příčnými řadami kamenů
- bypass v podobě soustavy tůní

- podle uspořádání vodní tratě přechody s tratí nepravidelnou (přírodě blízké obtokové kanály s meandry), rovnou, lomenou nebo vícenásobně obrácenou
- dle umístění přívodu vody s horním přívodem vody v koruně přechodu, s horním přívodem a bočními přívody z jedné nebo obou stran a s horním přívodem a posílením výtoku k přilákání ryb
- selektivní a neselektivní podle toho, jestli umožňují migrace všem nebo jen několika druhům v různých velikostech
- pro migrace po proudu (úhoří bypassy kolem hydroelektráren) nebo proti proudu
- jednoúčelové (pouze migrace ryb a ostatních vodních živočichů) a víceúčelové (jsou navíc osídleny živočichy- bypassy, stavby sloužící k lodní dopravě, vodním sportům aj.).

Doporučené typy rybích přechodů

Výběr nejvhodnějšího typu rybího přechodu na konkrétní lokalitě závisí na dvou základních skutečnostech. První z nich je **složení ichtyofauny toku, tj. druhové spektrum ryb**, které v něm žijí, druhou jsou potom **vlastnické vztahy a technické možnosti pro realizaci stavby**. Ne vždy lze bohužel realizovat nejvhodnější variantu, proto je dobré již od počátečních studií řešit projekt variantně. Funkční rybí přechod by měl splňovat dvě kritéria, a to průchodnost pro co nejvíce druhů a pro různé velikostní kategorie. Je třeba brát v úvahu, že různé druhy našich ryb nepreferují v toku stejná stanoviště, a tím pádem jejich schopnosti pro průchod rybím přechodem nejsou vždy shodné (plovací schopnosti ryb byly popsány dříve). Proto je žádoucí vytvořit v rybím přechodu variabilní podmínky, ze kterých si každý rybí druh bude schopen „vybrat“. **Tomuto požadavku odpovídají přírodě blízké typy rybích přechodů, proto by tento způsob řešení měl být v každém případě preferován před řešením technickým**, umožňuje-li to konkrétní situace.

Za nejvhodnější řešení jsou považovány obtokové kanály neboli bypassy. Tento typ rybího přechodu nevyužívá vlastní těleso hráze, a proto je možné navrhnout jeho koryto podle potřeby, jeho trasu lze meandrovat apod. Bypass může tvořit podmínky přímo pro život benthosu i vodních obratlovců. Navíc tím, že je mimo koryto toku, není bypass vystavován účinkům vysokých průtoků, pochopitelně s výjimkou povodní v celé nivě. Toto řešení však vyžaduje vhodné pozemky v okolí stupně pro vedení trasy kanálu, který může být poměrně dlouhý vzhledem k nutnosti dosažení vhodného sklonu. Velmi často není možné právě z tohoto důvodu tento typ realizovat, nicméně měl by přicházet v úvahu na prvním místě. Velmi podobné jako obtokové kanály jsou tzv. **tůňové přechody, které tvoří systém nádržek s rozdílem hladin 15-20 cm.** Takové tůně mohou být často i součástí obtokových kanálů jako odpočinkové zóny střídající se s krátkými proudy nebo mohou bypassy v místech větších sklonů mít kamenné prahy nebo balvanité skluzy. Pro delší kanály platí v podstatě pravidla pro přírodě blízké úpravy a revitalizace koryt malých vodních toků.

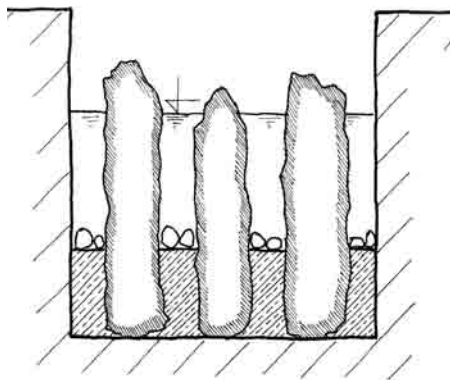
Pokud projektanta přinutí okolnosti zůstat v korytu toku, přicházejí v úvahu další typy přírodě blízkých rybích přechodů. **U nejnižších stupňů do výšky 0,3 m postačí vybudování jednoduchého kamenného prahu z jedné řady kamenů. U vyšších lze potom použít kaskádu prahů, balvanité skluzy nebo zdrsnělé rampy. Kaskády prahů a skluzy je vhodnější použít u nižších staveb do 2 m, naopak rampy u vyšších jako součást vlastního stupně (jezu).**

Parametry přírodě blízkých rybích přechodů:

1. Průtok rybím přechodem je základním parametrem, od kterého se odvíjejí všechny další. Pokud je vzdouvací objekt spojen s odběrem vody, což bývá velmi časté například pro malé vodní elektrárny, musí být průtok pro rybí přechod zajištěn manipulačním řádem vodního díla. U toků s malým průtokem je třeba provést rybím přechodem všechnu vodu, což umožňují jak bypassy, tak i balvanité skluzy a rampy. Stálý průtok v obtokovém kanálu je vhodné udržovat regulovatelnými křídly se svislou šterbinou v místě vtoku do přechodu, přechody umístěné v korytě toku jsou za normálních průtoků zavodněny vtokovým profilem- výřezem v jezové hraně. Je možné je opatřit v místě vtoku podobným regulačním prvkem jako bypassy. S měnícím se průtokem se mění i další parametry

rybího přechodu, lze však říci, že přírodě blízké rybí přechody jsou v určitém intervalu adaptabilní na změny průtoků (cca. až 40% oproti návrhovému průtoku).

- 2. Rychlost proudění** je limitujícím faktorem pro průchodnost ryb. Pokud se podaří docílit v rybím přechodu velkou variabilitu, není rozhodující střední rychlost proudění v určitém profilu, mnohem důležitější je, zda existují místa (nejčastěji při dně) s malou rychlostí proudění vody. Na takových místech by potom rychlost proudění neměla přesahovat 0,5 m/s, ideální je okolo 0,2 m/s.
- 3. Podélný sklon** nivelety dna přechodu se doporučuje **1 : 20 a mírnější pro mimopstruhové vody, 1 : 15 a mírnější pro vody pstruhové**. Existují případy horských bystřin se společenstvy pstruha obecného a vranky obecné nebo pruhoploutvé, kde samotný sklon dna toku je větší než 1 : 10, proto lze ve výjimečných případech připustit sklon až 1 : 8.
- 4. Hloubka vody** je velice důležitá pro průchodnost a má přímý vliv na plavání ryb. Pro mimopstruhové vody by měla být minimálně 80 cm v hlubších částech a 50 cm v mělkých částech, u pstruhových toků 50 cm v hlubších částech a 30 cm v mělkých.
- 5. Příčné řady balvanů** zajišťují dostatečnou hloubku vody. Ideální jsou kameny tvaru „mohyla“, které jsou skládány nastojato. Mezi těmito balvany musí být zachovány svislé štěrbiny, pokud možno v celé výšce vodního sloupce. Právě těmito místy většina rybích druhů proplouvá. Například pro balvanité rampy by se měla velikost kamenů pohybovat ve velikosti 0,6-1 m v průměru při plánovaném běžném průtoku $Q=70-100$ l/s.
- 6. Rozdíl hladin** způsobený příčnou řadou kamenů by neměl přesahovat u mimopstruhových toků 15 cm, u pstruhových 25 cm.
- 7. Vrstva dnového substrátu** by měla být minimálně 25 cm a měl by být dostatečně hrubý a velikostně odstupňovaný se štěrbinami.
- 8. Kameny, které v řadách zabezpečují nadržení vody, je třeba stabilizovat** buď jejich usazením do betonového lože (min. 40 cm hluboko) nebo při menším namáhání spojením armovacím železem. Substrát mezi těmito řadami kamenů je možné skládat volně, případně mírně zatlačit do podloží. Svahy rybího přechodu je nutné opevnit tam, kde hrozí nebezpečí eroze. Ideální je vyzdění kamenem tak, aby kameny co nejvíce vyčnívaly do koryta a zdršňovaly tak boky RP. Pokud toto není nutné, je možné provést svahování (1:2) vyskládáním balvanů na sucho. V případě rampy nebo skluzu je stabilizace nutností.



Příčný řez rybím přechodem s příčnými řadami kamenů. Velké kameny jsou nejméně ze třetiny hloubky uloženy v betonu. Dno je pohozeno drobnějším kamenivem.

Doporučené typy technických rybích přechodů

Technická řešení rybích přechodů jsou někdy nezbytná, a to především v případech, kdy nelze zvolit

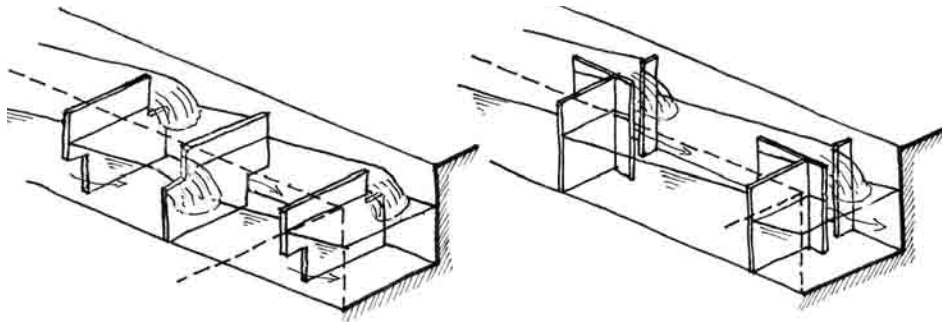


Schéma technických rybích přechodů - komůrkového a štěrbinového.

některý z přírodě blízkých typů. Dochází k tomu především v případech, kdy je rybí přechod součástí složité konstrukce vodního díla. **Dnes je za nejvýhodnější typ technického rybího přechodu považován štěrbínový rybí přechod.**

Jedná se o nakloněný žlab opatřený vestavěnými příčkami nebo výstupy různého tvaru. Podélný sklon je obvykle 10 % a rozdíl hladin mezi po sobě jdoucími bazénky je 30 cm pro dospělé lososy (může být však i vyšší, až 60 cm) a 20 cm pro ostatní ryby. Na základě nejnovějších poznatků je možné říci, že **pokud musí být z provozních důvodů použit technický typ rybího přechodu, měl by to být přechod štěrbínový.**

Velmi rozšířeným typem technického rybího přechodu je **komůrkový.**

Jeho základní parametry jsou následující:

- sklon 10 % (1:10)
- šířka komůrek minimálně 1,5-2 m, délka minimálně 2,5-3 m
- pro lososa je minimální hloubka vody v komůrce 1,2 m
- rozdíl hladin (maximální) mezi jednotlivými komůrkami je pro sladkovodní dospělé ryby 20 cm, pro lososa 30 cm
- rozměry výřezů v přepážkách jsou pro lososa 30x30 cm, přičemž vrchní by měly být upraveny tak, aby jimi procházelo nejvýše 25 % celkového průtoku rybím přechodem.
- při změně sklonu z 1:10 na 1:20 dojde ke snížení maximálních rychlostí o 15-25 %.

Celý přechod lze obložit kamenem pro zvýšení drsnosti koryta, tím snížit rychlost proudění vody a vytvořit tak pro lepší podmínky průchodnosti z hlediska vodních organismů (přibližuje se tak přírodě blízkému typu). Dále je výhodné, aby vzdušný líc přepážek byl šikmý. Hlavními nevýhodami komůrkového rybího přechodu jsou změny proudění při kolísání průtoku a snadné zanášení komůrek splaveninami.

Pro technické typy rybích přechodů je důležité dodržení parametrů, jinak je jejich funkčnost částečně nebo zcela omezena. Příkladem nevhodně vybudovaných komůrkových přechodů mohou být některé starší stavby z vodních děl na Labi.

Zásady pro všechny typy rybích přechodů

Kromě vyřešení konstrukce je k zajištění úplné funkčnosti rybího přechodu potřeba, aby splňoval ještě další požadavky, především napojení na spodní i horní hladinu. **Výstup z přechodu** do horní vody musí být řešen tak, aby nedocházelo k dezorientaci ryb vystupujících z přechodu nebo jejich opětovnému splavování pod hráz, popřípadě k turbinám elektrárny. Taktéž by výstupy z rybích přechodů neměly obsahovat mřížce, česle ani jiná zařízení působící na ryby rušivě s výjimkou zařízení zachytávajících plaveniny (nejčastěji se jedná o kládu nebo trám ukotvený na hladině), jejichž instalace je naopak žádoucí.

Vstup do rybího přechodu z dolní vody je velice důležitý z hlediska přitažlivosti pro migrující ryby. Ideální je jeho umístění co nejbližší k tělesu jezu, avšak nikoliv do vývaru. Voda vytékající z rybího přechodu by měla tvořit jakousi stezku, která vábí ryby ke vstupu. Je možné a účelné vybudovat přídatný proud vody, který vyúsťuje při vstupu do přechodu. To se týká především větších toků, kde je pod stupněm šířka několik desítek metrů, a je možné, že by migrující ryby vstup do rybího přechodu nenašly nebo by jeho hledáním trávily příliš dlouhou dobu. Některé lososovité ryby se orientují podle běhu a ve větších tocích je pro ně rybí přechod při druhém běhu obtížné nalézt. Proto je v takových případech důležité nasměrování vábícího proudu vody pokud možno šikmo přes řečiště. K tomu je možné vybudovat v řečišti usměrňovací hrázku. Není vhodné stavět rybí přechod na opačném běhu než je MVE, protože odtok vody z elektrárny bude přitahovat migrující ryby a možnost nalézt přechod bude výrazně snížena.

Častou závadou, znehodnocující rybí přechody, je **nesprávné výškové navázání na spodní hladinu vody.** Pokud například v důsledku změny polohy spodní hladiny přepadá voda z nejnižšího stupně přechodu na jeho spodní betonovou podestu, místo co by ústila do vodního sloupce, umožňujícího rybám rozjezd k výstupu, zařízením nemůže fungovat.

3.3 Priority při zprůchodňování vodních toků

Význam migrací ryb byl zakotven ve Státním programu ochrany přírody a krajiny ČR, dokumentu schváleném vládou ČR. Jedním z jeho úkolů je úkol 5.1.3.3. „Podle výsledků příslušných mezinárodních jednání se sousedními zeměmi vypracovat a realizovat konkrétní akční plán stavby funkčních rybích přechodů pro významné tažné druhy ryb (losos, úhoř, jeseteří, ostroretka) na vybraných vodních tocích všech hlavních povodí v ČR.“ Na jeho základě zpracovala v roce 1999 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR ve spolupráci s VÚV TGM Praha a Ústavem biologie obratlovců AV ČR Brno Akční plán výstavby rybích přechodů pro roky 2000-2010, který byl schválen ministerstvy životního prostředí i zemědělství. Po uvážení do něj byly zařazeny dvě oblasti, a to Labe od Hřenska po Brandýs nad Labem s přítoky Kamenicí a Ohří po Nechranickou přehradu, a dále oblast jižní Moravy, konkrétně řeky Morava od státní hranice po Hodonín a Dyje po Novomlýnské nádrže. Důvody byly následující: v případě Labe a přítoků zprůchodnění toku na celém území SRN a především repatriace lososa obecného v této oblasti, na jižní Moravě to byl obnovený výskyt některých druhů z hlavního toku Dunaje jako ostruchy křivočaré a drska většího, případně o výskyt druhů pro území ČR nových, avšak přirozeně se šířících z hlavního toku Dunaje (candát východní, ježdík dunajský aj.). Celkové náklady na realizaci Akčního plánu byly odhadnuty na 300 mil. Kč. Kromě toho je však účelné zprůchodňovat i další vodní toky. Zde je možné hovořit o regionálních prioritách, které by měly zohledňovat úseky toků s výskytem významných, nejlépe původních, populací rheofilních (proudomylných) rybích druhů. Tyto priority je ideální zvolit na úrovni jednotlivých krajů a správců vodních toků (v tomto případě státních podniků Povodí). Jako příklady lze uvést Odru v CHKO Poodří, Lužnici, Blanici, Spojenou Orlici nebo Ploučnici. Vzhledem k pravidlům PRŘS je nutné najít pro jednotlivé stavby investora, což bývá především v případě soukromých vlastníků jezů často velmi těžké. Proto jsou někdy naopak upřednostněny jiné akce, kde je žadatel aktivní. V takových případech je nutné posoudit celkový efekt stavby pro ichtyocenózu daného vodního toku.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (nový vodní zákon) v § 15 odst. 6 ukládá vlastníkům vodních děl jejich zprůchodnění při výstavbě nebo při změnách. To je zcela v pořádku u větších vodních toků, problémem jsou však některé případy výstavby průtočných nádrží na velmi malých potocích. V takových případech je nutné posoudit zodpovědně dopad celé akce, zda se vůbec vyskytují v toku rybí druhy, které budou migrovat do nádrže nebo skrz ní. Pokud nikoliv, nemá cenu rybí přechod stavět. Dále je velmi důležité posoudit, zda jsou ryby schopné migrovat i nádrží. Jako příklad lze uvést potok s výskytem vranky obecné. Lze zkonstruovat rybí přechod umožňující vrance vystupovat z toku pod nádrží, nicméně pro tento druh je prostředí nádrže neatraktivní a nevstupuje do něho. V takovém případě je nutné uvažovat o možnosti vybudování obtokové nádrže. Síť nejdrobnějších vlásečnic neskýtá mnohdy podmínky pro život ryb, naopak v některých místech i drobné toky, přítoky větších toků nebo vodních nádrží, mohou být i při krátkých vzdálenostech velmi významné například pro rozmnožování některých rybích druhů. Z uvedeného plyne, že koncepci revitalizační nádrže a zabezpečení migrační propustnosti nelze řešit schematicky, nýbrž na základě odborného posouzení podmínek každé konkrétní lokality.

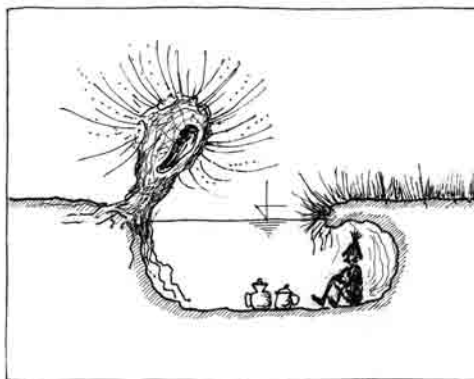
3.4 Poproudové migrace ryb

Pro poproudové migrace ryb většinou nepředstavují běžné jezy a stupně s přelivem přes horní hranu významnou překážku. Problémem jsou potom velké přehradní nádrže a dále odběry vody na všech stupních, především pro účely malých vodních elektráren. Migrace ryb přes přehradní hráze lze vyřešit kapacitními bypassy, s těmito zařízeními se však zatím nepočítá. Jejich význam spočívá především v umožnění migrací úhořů. Všechny provozy MVE musí být zabezpečeny před vnikáním ryb do turbín mechanickými nebo elektronickými zábrany a dále musí být umožněna migrace ryb směrem po proudu přes korunu jezu nebo jalovým přepadem náhonu MVE. Podrobně problematiku usměrňování poproudových migrací ryb přes příčné stavby a MVE popisuje metodika Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického Jihočeské univerzity „Zařízení k usměrňování poproudových migrací ryb“.

4. TŮNĚ

Tůně jsou terénní prohlubně zaplněné vodou.

Jejich přirozenou předlohou jsou tůně v korytech běžných přírodních toků, zbytky starých postranních ramen a povodňemi vytvořené izolované prohlubně v nivách. Od malých vodních nádrží se liší zejména tím, že **nejsou vypustitelné a nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze**, případně jejich ohrázení není vysoké a má spíše doprovodný charakter. Základní metodou jejich budování je hloubení. Nejmenší tůně mohou mít v hladině pouze několik čtverečných metrů, velké tůně se mohou rovnat malým vodním nádržím.



Funkčně k tůním patří i zavodněné těžební jámy a retenční prostory, hloubené v nivách v rámci revitalizačních protipovodňových opatření. Velikost těchto objektů je omezena jen místními podmínkami. **Oproti stejně velkým malým vodním nádržím by tůně měly mít významně menší pořizovací náklady.**

Hlavní funkce tůní:

- **Prostředí pro rostliny a živočichy**, například pro chráněné obojživelníky. Tato funkce je oproti malým vodním nádržím podpořena tím, že tůně zpravidla neslouží chovu ryb. Některé drobné druhy se v nich však mohou přirozeně vyskytovat (např. slunka obecná, karas obecný nebo lín obecný, v průtočných nebo spojených s tokem také stěvle potoční).
- **Podpora retenční kapacity území.**
- **Vzhledové obohacení prostředí.**

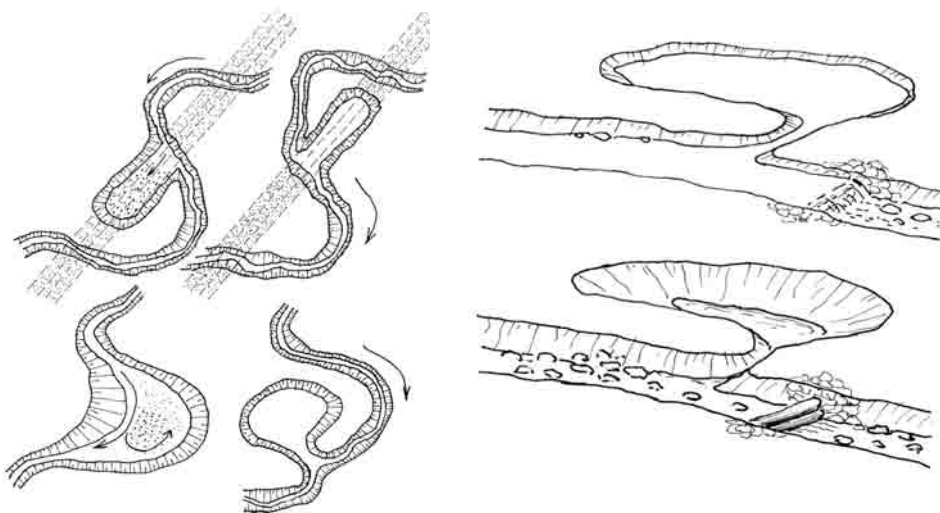
Korytní tůně, protékané drobným vodním tokem, mají navíc tyto funkce:

- **Zvětšení aktuálního množství vody v korytě** a rozšíření jeho aktivního povrchu. Ovlivňuje obecné ekologické charakteristiky koryta a intenzitu samočištění.
- **Prostor pro zachycování usazenin.** Vhodně provedená tůň v korytě nad revitalizační nádrží může omezovat její zanášení splaveninami. Tůň na konci revitalizovaného úseku koryta může za výstavby a v období po jejím dokončení, kdy se dílo ve větší míře dotváří, chránit níže položené části toku před nadměrnými přísuny splavenin.
- **Funkce stabilizujícího vývaru** pod stupněm, skluzem nebo obecně proudovým úsekem, vedlejším přítokem (soutoková tůň) nebo pod bezpečnostním přelivem a spodní výpustí nádrže.
- **Tlumení vymílacích účinků proudu v korytě.**

Z hlediska revitalizace jsou sledovanými parametry zejména plocha tůně, plocha mělkovodní části tůně o hloubce do 0,6 m, délka a členitost břehové čáry, objem vody v tůni a velikost okolní plochy terénu, která je blízkostí tůně zamokřena a vytváří její přírodní obvod.

Někteří technici nemají k tůním důvěru, neboť „tůně nelze vypustit a jejich obsah zahnívá“. Smyslem revitalizací není hloubit někomu bezprostředně za stavením líhniště komárů, avšak existence vodou zaplněných prohlubní je v krajině přirozená a doplňuje škálu biotopů o zvláště bohaté prvky. Přirozené je rovněž to, že v tůních probíhají rozličné procesy, transformující látky, které do nich vstupují, a jejich produkty dílem v různém skupenství vystupují ven, dílem se v tůních ukládají. Pokud je tůň přirozenou měrou zatěžována minerálními a organickými látkami, probíhající procesy vytvářejí přirozené prostředí tůňového biotopu. Poměrně **rychlé zazemňování tůní** je rovněž přirozeným faktem a z hlediska revitalizací může být vnímáno jako daň z malých pořizovacích nákladů tůní. Občas také slyšíme výrok v tom smyslu, že „z tůní nemůže odtékat voda“, a má to být rozuměno jako jejich nevýhoda. Mluví takto zpravidla projevuje nedůvěru k tůni, která nemá technicky stabilizovaný odtok a vytvořené odtokové koryto, a voda z ní přetéká volně po terénu. Pochybnosti je třeba v takovém případě prověřovat otázkou, zda toto uspořádání něčemu vadí. Zmokření terénu v okolí tůně může být naopak vítanou součástí revitalizačního efektu.

Hlavní typy tůň:

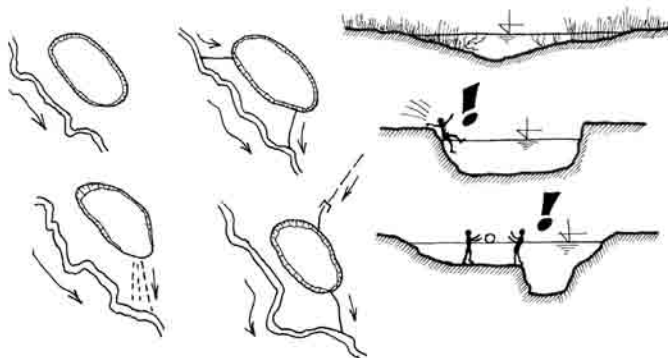


Některé typy tůň spojených s korytem potoka:

- tůňový klk v části starého koryta, vystavený proudem
- tůňový klk v části starého koryta, chráněný před proudem
- tůň v korytě - vytváří usazovací místo
- postranní klk

Tůň závislá na vzdutí vody v potoce, vytvářeném stupněm z klád, představuje rizikový objekt. Pokud stupeň začne propouštět vodu, a to je častý jev, tůň zůstává bez vody.

Postranní tůně a různé způsoby jejich komunikace s potokem. Vhodný tvar tůně s mírně sklonitými břehy, nevhodné tvary, tvořící „jámy na mamuta“.



a) **Mikrotůně v korytě drobného toku** - běžná rozšíření a prohloubení koryta, která se pravidelně střídají s proudovými úseky. Jejich přirozené místo je v nárazových stranách oblouků, kde flumí vymílací účinky příčného proudění. Samozřejmě podléhají rychlým změnám.

b) **Protékané tůně**, vytvořené rozšířením koryta nebo rozlitím vody do plochy. Přítok vody může být čelní nebo tečný. Tůň s tangenciálním přítokem i odtokem může fungovat podobně jako objekt známý z čistíren odpadních vod - odstředivý lapač písku. Pokud hodláme usazovací funkci tůně tohoto typu udržovat, je třeba pamatovat na přístup vyklízecích strojů přímo do tůně nebo na její břeh. Tůně v korytě mohou být jenom hloubené, ale také částečně hrazené příčným vzdouvacím objektem. Avšak praktické zkušenosti se vzdouvacími objekty nejsou nejlepší, voda si často najde cestu pod nimi nebo kolem nich.

- c) **Postranní tůň spojené s korytem toku.** Jsou-li otevřeny proti proudu, zvětšené průtoky do nich vstupují ve větší míře, zanášejí je splaveninami a mohou si na opačné straně prorážet samostatný odtok. Poněkud trvanlivější jsou tůň otevřené po proudu. Voda z koryta nevstupuje do takové tůň čelně, tůň je méně ohrožována zanášením splaveninami a erozní činností velkých vod.
- e) **Postranní tůň spojené s korytem, jejichž naplnění vodou určuje vzdouvací objekt** na toku. Zejména ve spojení s nespolehlivými dřevěnými stupni je toto řešení nejisté - pokud vzdouvací objekt neplní dobře svou funkci, tůň je bez vody.
- f) **Tůň mimo koryto toku, napájené odbočkou z koryta.** Napájení je citlivým místem. Může být zajištěno stabilním odběrným objektem na potoce, pak ovšem nutno zvažovat, zda provedení a nákladnost tohoto objektu odpovídá zemní tůni. Pokud napájení stabilizováno není, může snadno přestat fungovat například po samovolném zahloubení koryta potoka. Přivodní kanál také může do tůň usměrňovat průtok velkých vod, což je spojeno s nebezpečným zanášením a destrukce proudem. Odtok z tůň bude mít nejspíše charakter průlehu s povrchem opevněným kamenou rovinou.
- g) **Tůň mimo koryto, závislé na hladině podzemní vody. Menší závislost na vodním toku je zpravidla pro funkci a trvanlivost tůň příznivá.** Hladina v tůni ovšem může kolísat spolu s nivní vodou. Voda z tůň může volně přetékat plošně po terénu nebo drobným zemním korytkem.
- h) **Tůň mimo koryto, napájené drobným přítokem,** například vodami z přerušené drenáže. Pokud má být hladina vody v tůni na úrovni terénu, voda z ní může odtékat po povrchu. Toto řešení je vhodné, neboť se takto vytváří nejširší a nejbohatší zóna zmokření, tůň se stává součástí mokřadu. Pokud je z nějakého důvodu třeba udržovat hladinu vody níže, stačí pro odtok vody vyhloubit prosté zemní korytko.
- i) **Revitalizované zavodněné jámy** po mělké povrchové těžbě. Jejich revitalizace může spočívat v odstranění nepořádků, sklopení svahů do příznivě mírných sklonů a založení obvodové vegetace.
- j) **Částečně zavodněné sníženiny v nivách,** hloubené za účelem vytvoření biotopů a současně povodňových retenčních prostorů. Může se jednat o vícehektarové plochy.

Obecným požadavkem při budování tůní je vytváření mírných sklonů svahů, a to kvůli stabilitě břehů, rozvinutí pobřežní a mělkovodní zóny a bezpečnosti osob a zvířat, které by mohly do tůní náhodně padnout. Svahy tůní v přirozeně stabilních sklonech není třeba, s výjimkou nárazových břehů u korytních tůní, zvlášť opevňovat. **Zbytečné opevňování velkými lomovými kameny nebo dokonce laťovými plátky omezuje rozvoj mělkovodního a břehového pásma, zhoršuje komunikaci mezi tůní a okolím, kazí vzhled tůň a výrazně zvětšuje náklady.**

Mírně sklonité, přirozeně stabilní břehy tůní nevyžadují opevnění. Díky tomu mohou být tůň budovány lacino. To je nezbytné vzhledem k jejich omezené životnosti. Tůň v korytě se zanese splaveninami třeba za jedinou sezonu, ne-li během jediného přívalu, boční tůň zase rychle zarůstají a zapadávají listím atp. Tomu přiměřená musí být jednoduchost a úspornost provádění. Zpravidla nejlépe působí tůň, v nichž je hladina vody vystavena prakticky v úrovni okolního terénu.

Zeminu vytěženou z tůň není přípustné uložit do břehů nebo do bezprostředního okolí tak, aby došlo ke znehodnocení povrchu, k oddělení tůň od okolních ploch, ke zhoršení estetického vjemu a k vytvoření podmínek pro růst buřeně.

I v případě tůň mimo koryto vodního toku se mohou břehy a dno zarůstáním a zanášením zaměňovat až o několik decimetrů za rok. Proto je v zájmu životnosti hloubit spíše větší tůň – za slušné velkou lze pokládat tůň, v níž hloubka dosahuje 1 metru a šířka činí alespoň 5 metrů. Menší „oka“ vydrží jen několik sezón.

Vegetační doprovod tůní lze založit nejlépe výsadbou vrbových řízků v hustých skupinách. Pro život obojživelníků atp. však je vhodné, aby hladina tůně byla alespoň částečně osluněná. Proto se jižní okraje tůní neosazují nebo se osazují jenom nesouvisle

Při navrhování tůní je třeba dobře zvážit biologické aspekty, a to vždy v kontextu konkrétního území. Zejména z botanického hlediska je nutné zvážit, zda předchozí biotopy nebyly hodnotnější (např. vlhká vstavačová louka) než nově navrhovaná tůň, a podle toho rozhodnout, zda je vybudování tůně vůbec prospěšné a přípustné. Pro některé vzácné živočichy (např. žábronohé koryšce) jsou vhodné tůně bez výskytu ryb. Propojení stávající tůně (slepého ramene) s vodním tokem může naopak těmto organismům spíše uškodit. Vybudování tůní by také nemělo ztěžovat obhospodařování pozemků, například komplikovat průjezd techniky, která má sekát a hrabat louku. Je třeba také zvážit potenciální riziko, že se v neobhospodařovaných lemech začnou šířit agresivní druhy (např. třtina křovištní), a tomu přizpůsobit umístění tůní.

5. ŘIČNÍ RAMENA, BŘEHY A ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ ŘEK

5.1 Stará říční ramena

jsou mimořádně cenné prvky krajiny, na něž se váže velké bohatství rostlin a živočichů. Z vodohospodářského hlediska jsou součástí zásoby vody v nivě. Ramena alespoň částečně související s vodním tokem představují cennou povodňovou průtočnou kapacitu. Regulační zásahy, ztráta aktivního průtoku a postupné zazemňování však způsobují zanikání starých říčních ramen. V přirozeně fungujících nivách by byla stará ramena nahrazována nově vznikajícími. V dnešní kulturní krajině, s dokonaným funkčním členěním ploch a regulovaným chováním vodních toků v nivách, však jsou možnosti vzniku nových ramen omezené. Proto je v některých případech nutné udržovat a obnovovat biologické, krajinné a vodohospodářské funkce existujících ramen technickými opatřeními. Nejčastěji přichází v úvahu **odstraňování usazenin a různé úpravy, sloužící obnově trvalého nebo alespoň periodického průtočnosti**. Zcela neprůtočné rameno rychleji podléhá eutrofizaci vody a zazemňování.



Obnova starých, ne zcela zaniklých ramen však je v každém případě velmi citlivou úlohou. Zbytky ramene, třeba ojedinělé tůně a mokřadní plochy, vždy představují velmi cenné přírodní enklávy. **Jakýkoliv zásah musí vycházet z kvalitního biologického průzkumu a při minimálních škodách musí přinášet maximální užítky**. V řadě případů bude z důvodů ochrany přírody od razantního zásahu upuštěno nebo bude omezen na dílčí úpravy. Pokud se obnovují ramena zcela zazemněná, případně dávno zaniklá, lze zpravidla uplatnit i razantnější zásahy, a přitom nezpůsobit škody na přírodě.

Při navrhování rozsahu a umístění obnovovaných ramen se dají velmi dobře využít staré mapy (zejména Stabliní katastr z počátku 40. let 19. století) a různé letecké snímky (archivní snímky ze 30. let 20. století, ale i snímky ze současnosti, na kterých je velice dobře vidět průběh i již zcela zanesených a dávných říčních ramen).

Obnova ramen má dále dvě specifika:

- Opětovné zásobení vodou z řeky může být ztíženo až znemožněno tím, že řeka v důsledku samovolné eroze nebo regulačních zásahů teče hlouběji než v minulosti. Pokud není zavodnění starého ramene dostatečným důvodem pro zřízení vzdouvacího objektu na řece, zbývají jenom vody z postranních přítoků a podzemní voda. Vodní bilanci ramene či soustavy ramen je třeba citlivě řešit.
- Ve většině případů nelze rameno před zásahem vysušit, a pak je třeba použít speciální techniku pro těžbu ze břehu (např. osvědčené lanové bagry s nahazovací lopatou již jen ojediněle dožívají jako téměř muzeální kusy) nebo **odbahnění provádět mokrou cestou, tedy sacím bagrem**. Tato technologie vyžaduje velké množství ředící vody a buď rozlehlé rovinné pozemky pro přímý rozstřík vodné suspenze, nebo poměrně velkou ohrázenou odvodňovací lagunu. Práci sacího bagru výrazně komplikují pohřbené kmeny stromů. Většina vodních živočichů dokáže před frézou sacího bagru unikat, z tohoto hlediska jde o poměrně šetrnou technologii. Při odbahňování sacím bagrem je ovšem ztížena kontrola rozsahu prací a odtěženého objemu materiálu. Proto zejména při odbahňování většího rozsahu, kde se jedná o velké finanční částky, závisející právě na vytěženém objemu, je třeba požadovat věrohodné zaměření dna před zásahem a po jeho provedení.

Obnovování ramen vychází z podobných požadavků jako výstavba či obnova tůní. Přednost mají mírné sklony břehů a členitá břehová čára. Přírodní, krajinná a vodohospodářská hodnota vodního prvku závisí především na těchto parametrech:

- velikost plochy hladiny

- velikost plochy mělkovodního pásma (do 0,5 m hloubky)
- velikost plochy navazujícího přibřežního území, které je zamokřené či pokryté břehovou vegetací
- délka a členitost břehové čáry
- objem vody
- povodňová průtočná kapacita prvku.

Velikost objemu vody však není v případě ekologicky zvláště cenných prvků rozhodujícím parametrem.

V rámci revitalizace říční nivy mohou být dále prováděna tato opatření:

- tvorba nových tůní, které tvarově a funkčně napodobí přirozená říční ramena;
- tvorba povodňových průlehlů napodobujících stará říční ramena, s tůněmi a mokřady (dále též kapitola 9 Protipovodňové účinky revitalizací).

Revitalizaci říční nivy může doplňovat **tvorba nových tůní, které tvarově a funkčně napodobí říční ramena.**

5.2 Revitalizace břehů a záplavových území řek

Domácí zkušenosti se systematickými revitalizacemi větších vodních toků, s výjimkou obnovy starých ramen, zatím postrádáme. V zahraničí však probíhají i poměrně rozsáhlé projekty, jako například renaturace Isary nebo protipovodňové revitalizace na Mohanu v Bavorsku.

Jako hlavní motiv regulací, uskutečňovaných průmyslovým způsobem od 90. let 19. století téměř až do 80. let století následujícího, bývá uváděna stabilizace povodňové průtočné kapacity, energetické využitelnosti a v případě největších řek též plavby. Přirozené břehy byly nahrazovány břehy uměle stabilizovanými v nepřírozeně velkých sklonech. Zpravidla stranou pozornosti zůstává další motiv, přinejmenším stejně významný – získání části poříčního území pro jiné využití. Tento zisk území pro zemědělství, zástavbu nebo různé výrobní aktivity se odehrával především na úkor ekologicky a krajinářsky nejcennějších částí nivy – přibřežního pásma mělké vody, říčních břehů a častěji zaplavovaných území, jejichž přirozeným pokryvem bývaly lužní lesy a háje. A nakonec také na úkor povodňové průtočnosti území, i když na úvod těchto akcí vždy bylo deklarováno posílení protipovodňové ochrany.

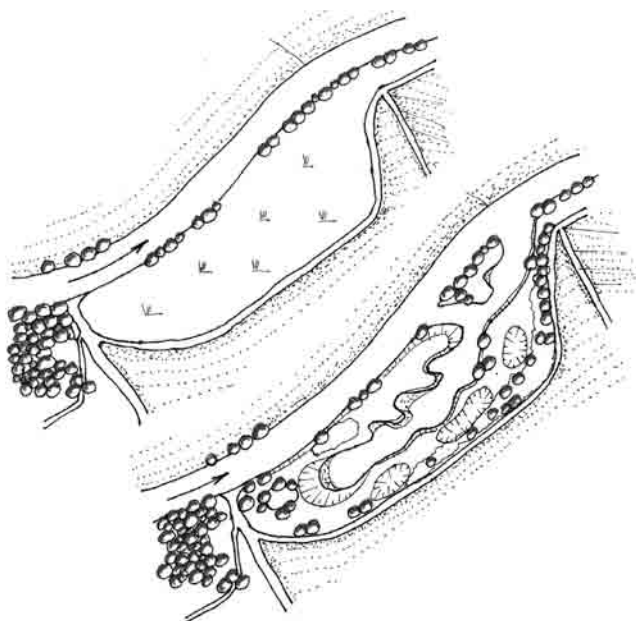
S odstupem času a pod vlivem zkušeností z velkých povodní minulých let dospíváme k názoru, že výsledky regulací nejsou optimální a je třeba přistoupit k jejich částečné revizi. Obecně lze konstatovat:

- **Ztráta ekologicky nejcennějších částí říčních profilů a niv není plně vyvážena pozitivy regulací.** Cílem revitalizací je alespoň částečná obnova ekologické kostry těchto území.
- S územím, které bylo získáno při regulacích, se beztak z velké části špatně hospodařilo, a to i ke škodě povodňové průtočnosti nivy. (Příkladem je řeka Vltava, na horním i dolním okraji Prahy lemovaná po desetiletí periferií skladů, staveništních dvorů a navážek. Při katastrofické povodni v srpnu 2002 tyto objekty omezovaly průtočnost záplavového území a zvětšovaly množství plaveného materiálu.) Je čas tato území „vracet řekám“.
- Řeky jsou využitelné pro energetiku a pro plavbu i ve stavu výrazně bližším přírodě, než jaký byl navozován tradičně pojímanými regulacemi. Zřetelným příkladem jsou plavební regulace Vltavy a Labe, které byly na počátku 19. století prováděny ještě se zřetelem k voroplavbě a k vlečení lodí z potahových stezek. V dnešní době je třeba uvážlivě rozhodovat, nakolik má smysl udržovat či obnovovat opevnění břehů a potahových stezek dlažbami, rozsáhlé koncentrační hráze a podobné objekty, sloužící těmto již zaniklým účelům.
- **Potřebě povodňové průtočnosti nivy, jak je vnímána po zkušenostech povodní v letech 1997 a 2002, vyhovuje rehabilitace nivního území krajinářskými úpravami s velkým podílem travnatých ploch, s přiměřeně udržovanými břehovými a přibřežními porosty.** Významnou součástí rehabilitace niv je obnova starých říčních ramen, zaniklých při regulacích.

- Nedávné katastrofické povodně motivují ke kritickým úvahám o efektivnosti tradiční hydrotechnické koncepce souvisle uměle stabilizovaných koryt, případně o její vhodnosti pro různé typy říčních úseků. Na poměrně velkém dílu z celkových délek břehů toků, postižených povodněmi, zejména v jejich dolních úsecích, na opevnění sedimentovaly splaveniny. Tedy v těchto úsecích se funkce opevnění neuplatnila. Naopak tam, kde se povodňový proud napřel plnou silou, podlehly destrukci i nejkvalitnější kamenné dlažby. Na základě těchto zkušeností se může dospět ke koncepci diferencovaných přístupů k různým úsekům toků, podle níž v některých místech má smysl udržovat a obnovovat prvky technické stabilizace, kdežto jinde je efektivnější v rámci renaturace koryta tyto prvky ponechat přirozenému rozpadu, zanášení a zarůstání.

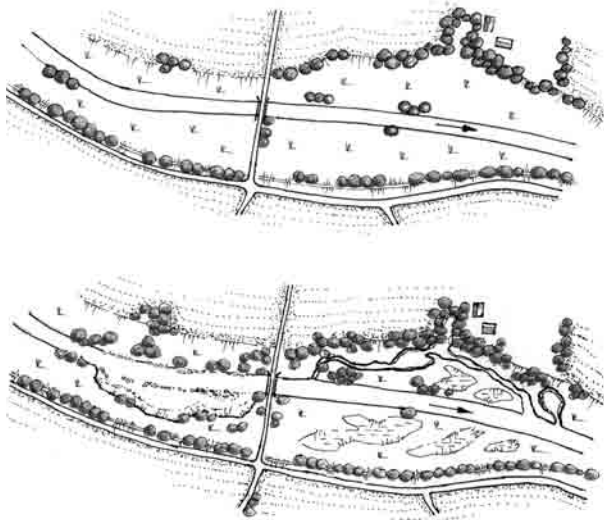
Příležitostí k rozsáhlým, uceleným revitalizacím říčních koryt a niv zřejmě v naší intenzivně využívané krajině nebude mnoho. Spíše bude docházet k dílčím revitalizacím „v rámci možností“. Pak připadají v úvahu například opatření následujících typů:

- Využití neobhospodařovaného břehu a příbřežního území k vytvoření místního **biocentra**. **Rozčlenění povrchu, vyhloubení tůní, náznaků postranních ramen a sníženin, umožňujících mokřadní vývoj, založení břehových a příbřežních porostů.** Smyslem těchto opatření je zejména posílení biodiverzity. Pokud dojde současně k rozšíření průtočného profilu nivy, mohou mít i jistý význam protipovodňový.
- Odklizení rumišť, skládky a podobného objektu a přetvoření plochy podobně jako v předcházejícím bodě.
- **Revitalizace částí opevněného břehu**, kde se opevnění prokázalo zbytečným nebo kde lze požadované stability dosáhnout přírodě bližším řešením. Může jít o úseky, kde staré opevnění zchátralo nebo bylo zničeno povodněmi. **Strmý svah, udržovaný v nepřírodně velkém sklonu technickým opevněním, se nahradí svahem méně sklonitým, pro jehož stabilitu postačuje kamenný pohoz nebo i méně náročná úprava.** (Svahy ve sklonech 1 : 4 a mírnějších bývají dostatečně stabilní například v přirozené kombinaci šterkopískových pláží a porostů keřových vrb.) Přínosem revitalizace tohoto druhu je obnovení ekologicky mimořádně cenného pásma mělké vody a přirozeně členitých břehů. **Sklopením břehů do mírnějšího sklonu se zvětšuje průtočný profil**, což může přinejmenším kompenzovat zvětšení drsnosti. Radikálnější řešení tohoto druhu, přirozeně za cenu manipulace s většími objemy materiálu, může i přispívat ke zvětšení povodňové průtočnosti koryta a nivy.



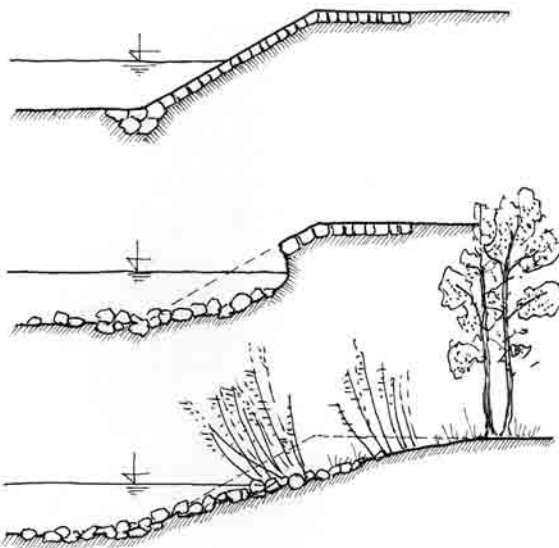
Rozčlenění neobdělávaného břehu regulované řeky hloubením. Byly vytvořeny cenné tůně a mokřadní biotopy.

(Řeka Eger u Nördlingenu, SRN; realizace 1985 – 1986; podle publikace Flüsse und Bäche, München 1989.)



Rozčlenění neobdělávané nivy regulované řeky - širší břehové rozlityny, odtěžení ostré hrany břehu, tůně, postranní rameno s tůněmi. (Říčka Kössnach u Řezna, SRN; realizace 1986 - 87; podle publikace Flüsse und Bäche, München 1989.)

- Revitalizační údržba opevněných břehů.** Cílů uvedených v předcházejícím bodě lze dosahovat postupně, rozumně pojímanou údržbou. Kde je to vhodné, poškozené a rozpadlé části dlažeb a rovinanin se jen v nezbytné míře opravují přírodě bližšími způsoby – kamennými pohozy a záhozy. Vhodnou údržbou se z náletů, pařezové obnovy a výsadeb pěstují hodnotné, věkově a tvarově členité, přiměřeně husté a dlouhodobě stabilní břehové a příbřežní porosty. (Tento způsob údržby porostů je protikladem nevhodného cyklu, při němž po desetiletích bez údržby následuje, zpravidla po povodních nebo při nějaké hysterické kampani, úplné smýcení. Takto se v mimořádném úživném prostředí s dostatkem vlhkosti vyvíjejí nedostatečně členité a přehuštěné porosty, často s velkým podílem nekvalitních stromů a s nadměrným výskytem nemocí dřevin. Tyto porosty jsou stejnověké, a tak v určitém věku výrazně narůstá počet souší a vývrátů. Správce vodního toku to může vést k dalšímu plošnému smýcení. Cyklus se tak opakuje a správce má na osluněných březích problémy s enormním rozvojem náletových a pařezových mladorostů a s invazními rostlinami - křídlatkami, netýkavkami, ...)



Revitalizace upraveného říčního břehu. Upravený břeh (nahore) byl opevněn kamennou dlažbou ve sklonu 1 : 2. V této podobě byl biologicky zcela znehodnocený. Úprava se postupem času rozpadá (uprostřed), potahová stezka na hrázi již není potřebná. Opravu břehu je pak vhodné provést revitalizačním způsobem (dole). Břeh v mírnějším sklonu, pokrytý kamenem z rozpadlé dlažby a štěrkem, je členitý, a přitom stabilní, koryto si zachovává kapacitu. Na břehu mohou růst keřové vrby.

6. MOKŘADY

Jako mokřad se označuje území, v němž hladina vody vystupuje k terénu a nad terén, aniž by vytvářela větší volnou vodní plochu s hloubkou vody přes 0,6 m, kterou bychom označili jako jezero nebo nádrž. Jde o velmi členité přechodové prostředí s nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší, které vyniká pestrostí a bohatostí různých forem života. Hlavními prostředími mokřadu jsou zátopa o hloubce od 0 do cca 0,6 m, příznivá pro kořenící vodní rostliny, a podmáčené území s hloubkou hladiny podzemní vody do cca 0,2 m, příhodnou pro mokřadní rostliny. Tato základní prostředí mohou být členitě kombinována s výše vystupující souší i s hlubší vodou.



Hlavní funkce mokřadů:

- **Prostředí významná svojí biodiverzitou.** Mokřady jsou bohatě oživené, včetně mnoha vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů.
- **Zadržování vody v krajině; přítom zásoba vody v mokřadech je do značné míry aktivní,** neboť za přísušků jsou schopny dotovat místní hydrografickou síť. (Oproti tomu většina malých vodních nádrží vytváří pasivní zásobu vody - dotování toků odpuštěním vody z malých nádrží je obecně záležitostí pouze teoretickou. Mokřad si můžeme představit jako nasátou houbu, která vodu zvolna popouští, kdežto správně fungující nádrž působí jako nepropustná nádoba.)
- **Fixace uhlíku (CO₂) a jeho ukládání do sedimentů,** a tím dílčí ovlivnění globálního klimatu. Tyto sedimenty mají v delším časovém odstupu význam jako zdroj energie a mohou najít uplatnění v zemědělství.
- Intenzivní výpar z vodní hladiny a z rostlin **zvlhčuje místní klima a přispívá ke stabilitě malého vodního oběhu.**
- **Tlumení průběhu povodní jejich rozléváním do plochy mokřadu a zpomalováním jejich postupu.** Retenční funkce může být výraznější, pokud je mokřad ohrázen a toto ohrázení vytváří retenční prostor (zejm. mokřady na místě zaniklých rybníků a v polosuchých poldrech). Poměrně intenzivní zanášení mokřadů větších niv povodňovými splaveninami patří k jejich přirozené dynamice a je nutno s ním počítat.
- **Podpora a stabilizace zdrojů pitné vody.**
- **Zdroje rákosí nebo proutí pro tradiční druhy výroby.** Tato biomasa může sloužit také jako alternativní obnovitelný zdroj energie. Vzhledem k malému zájmu však mají tyto funkce okrajový význam.

S mokřady jsou spojena následující specifika:

- Nejsou vhodné pro chov ryb a jejich zpeněžitelné výtěžky jsou omezené. Při současném malém zájmu o zemědělskou půdu však je dnes anachronické nahlížet na mokřady jako na zbytečně ladem ležící plochy, které je třeba odvodnit a hospodářsky využít, nebo jako na produkty zanedbané údržby. Naopak dnes přibývá ploch, na nichž lze mokřady zakládat.
- Nehodí se ke koupání.
- Komáři - mohou být důvodem pro to, aby mokřady nebyly nově zakládány v těsné blízkosti sídel.

Hlavní technicky popsateľné parametry, vyjadřující revitalizační efekty mokřadů:

- velikost plochy mokřadu celková;
- velikost plochy neaktivnějších částí mokřadu - mělkovodního pásma s hloubkou vody do 0,6 m a silně podmáčeného území s hloubkou hladiny podzemní vody do cca 0,2 m;
- velikost plochy navazujícího území, ovlivněného mokřadem či mokřad obalujícího a sloužícího především přírodním funkcím;
- délka břehové čáry;

- zadrženy objem vody;
- povodňová retenční a průtoková kapacita.

Významnou předností mokřadů proti malým vodním nádržím jsou malé pořizovací a provozní náklady. Zapojený mokřad ve většině případů nepotřebuje údržbu, s výjimkou případů, kdy ochrana cenných společenstev vyžaduje zvláštní ochranný management.

Vzhledem k významným přínosům z hlediska přírody, krajiny a vodního hospodářství, jichž lze dosahovat s vynaložením skromných prostředků, představuje mokřad prvek velmi vhodný pro revitalizaci niv poškozených regulačními úpravami. **Za samozřejmou pokládáme ochranu stávajících mokřadů. Nově zakládaný mokřad, vytvářený v procesu revitalizací, přijímáme jako druh vodohospodářského díla.**

V oboru revitalizací se mohou vyskytnout různorodé technické úlohy, týkající se mokřadů:

- **Podpora stávajícího mokřadu úpravami odtokového režimu.** Zvýšení úrovně nevhodně zahloubených odtokových koryt, která mokřad zbytečně odvodňují. Může jít o prosté přisypání stavěcí úrovně odtoku, o jednoduchá hrzení drobných odtokových koryt stavbami z kulatiny, kamene a drnů až o budování standardních vzdouvacích objektů v korytě toku.
- **Stabilizace mokřadu, který se vyvinul na místě někdejšího rybníka.** Pokud se na místě bývalé nádrže vyvinul kvalitní mokřad, může být vhodné stabilizovat stávající poměry. Pokud nádrž udržuje původní vzduť, avšak je zaměnná a nevypustitelná, je nezbytné uvést do vyhovujícího stavebního a kapacitního stavu bezpečnostní přeliv a dle potřeby opravit hráz, neboť na objekt v tomto stavu se z bezpečnostního hlediska nadále pohlíží jako na nádrž. Pokud nádrž pro porušení hráze neudrží původní úroveň vzduť, je možné částečným zahrazením průrvy nastavit vhodnou neovladatelnou úroveň hladiny. Nově vytvořený stav rovněž musí odpovídat požadavkům neškodného provádění velkých vod – nesmí dojít k přelití a protření hráze, vzdouvající vodu.
- **Vytvoření mokřadu při výstavbě polosuchého poldru.** Mokřad vzniká v ploše dna poldru, která je trvale zatopena do hloubky cca 0,6 m. Kombinace mokřadu s poldrem může být oboustranně velmi výhodná. Mokřad není v rozporu s vodohospodářskou funkcí poldru. Současně jej povyšuje nad úroveň pouhého technického protipovodňového díla, což může být významné při hledání finančních prostředků na výstavbu poldru. (Zkušenost ukazuje, že snahy využívat dna poldrů jako pole a louky beztak nebývají příliš úspěšné.) Mokřad v poldru je v lepší pozici než litorál v rybníce, neboť jeho biologické funkce nejsou narušovány chovem ryb.
- **Zřízení doprovodných postranních mokřadů při revitalizaci koryta vodního toku.** Vhodně lze kombinovat vzdouvání vody v korytě, rozšiřování koryta do stran odtěžením zeminy, vytváření paralelních průtočných nebo slepých ramen apod. Podle místních podmínek mohou být řešení tohoto druhu velmi různorodá. Tohoto přístupu je hojně používáno při revitalizacích v Německu. **U nás jako by byla tato metoda poněkud blokována jedním ze zbytečných vodohospodářských předpokladů - obavou z nejednoznačnosti rozmezí voda - souše.** Přitom právě tato řešení mohou být velmi dobrou ukázkou souladu zájmů ochrany přírody a krajiny a vodního hospodářství. Příbřežní mokřady představují mimo jiné vodohospodářsky žádoucí prostor pro rozliv velkých vod - **aktivní záplavové území.**
- **Výstavba mokřadu nízkým ohrázením.** Ve vhodném úseku ploché nivy se vzduje voda výstavbou nízké hráze, která je koncipována podobně jako v případě malé vodní nádrže, spokojuje se však se střední hloubkou zatopení terénu do 0,6 m. Hráz nemá spodní výpust. Jelikož jde o hráz vzdouvající vodu, musí být učiněno zadost bezpečnosti. Vhodným řešením je hráz s co nejmírnějšími sklonky svahů a bezpečnostní přeliv v podobě nenápadného průlehu. Přeliv je opevněn v koruně rovaninovým pásem a v odpadu kamenným pohozením, odpad je citlivě vyveden do plochy pod hrází.
- **Výstavba mokřadu hloubením.** Pokud není vhodné v tom kterém místě dosáhnout zmokření terénu vzduť vody, může přicházet v úvahu snížení terénu na úroveň hladiny vody. Stejně jako u hloubených tůň v tomto případě odpadají problémy s bezpečností provádění velkých vod. Obě metody se však mohou vhodně kombinovat. Mokřady lze hloubit například jako součást rozsáhlejších protipovodňových retenčních sníženin nebo povodňových průleहů - viz kapitolu 9. Hloubení však lze uplatnit

pouze v případě, že podmínky umožňují neškodné vyvezení a uložení vytěženého materiálu. Ukládání materiálu v nivách je obecně nevhodné.

Tvarování vlastní plochy mokřadu nemá žádná pevně stanovená pravidla. Podle místních podmínek se mohou uplatnit různé náměty, vycházející z úvah krajinářských nebo biologických. Obojživelníci jistě uvítají obohacení mokřadu tůňemi různé velikosti, plazů a ptáci naopak izolované vyvýšeniny s hromadami kamenů nebo s jednotlivými stromy. Vítaná je i podrobná členitost povrchu mokřadu. Jeho další přirozený vývoj dobře využije i nerovnosti po stavbě, které by konzervativci označili za „nepořádné provedení dokončovacích prací“.

Ozelenění mokřadů

Míra a způsob ozelenění vnitřních částí mokřadů musí vycházet z biologického posouzení lokality a přílehlého okolí. Obvykle je vhodné ponechat významné části nezavodněné plochy mokřadu bez dřevinné vegetace s ohledem na životní podmínky obojživelníků, plazů atp. Dřeviny rozčleňují mokřad spíše doplňkově. V úvahu připadají skupinové výsadby vrbových prutů a střemch, skupinové nebo jednotlivé výsadby olší lepkavých. Pokud však je v blízkosti např. vzrostlá olšina, semenný nálet dokáže obsadit obnažené plochy velmi rychle a účinně.

Zato však velká pozornost by měla být věnována ozelenění obvodu mokřadu. V intenzivní zemědělské krajině je potřebná ochrana před vnějšími rušivými vlivy. Mokřad by měl být obklopen dostatečně širokým ochranným lemem dřevin a zatravněných ploch. Po samotném obvodu zamokření se uplatní prstenec keřových vrb, na ně navazuje olšina se střemchou, dále od vody další druhy dřevin.

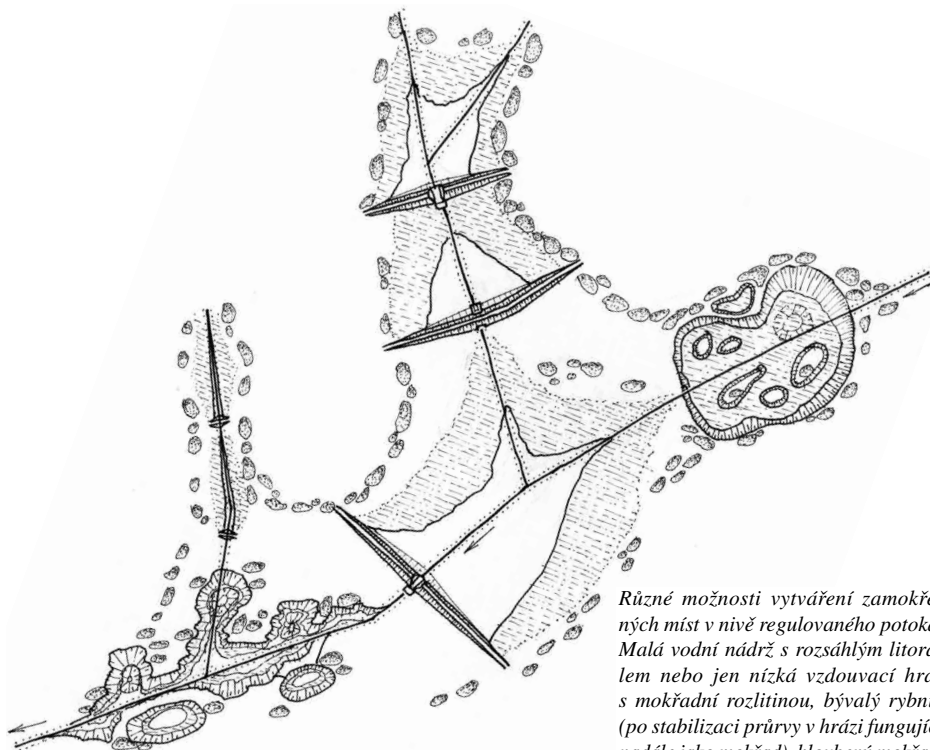
Údržba mokřadů

Povinnou standardní údržbu vyžadují technické prvky, pokud k mokřadu náleží - hráz a bezpečnostní přeliv.

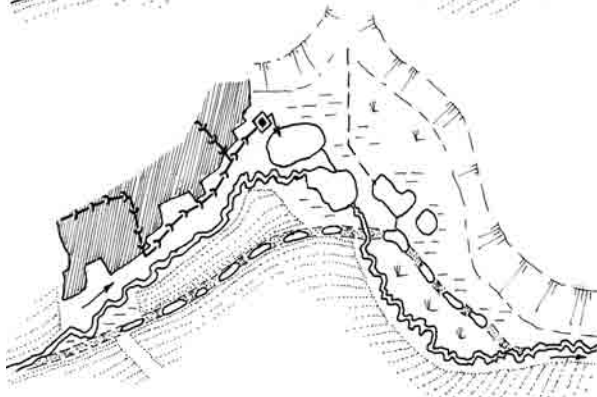
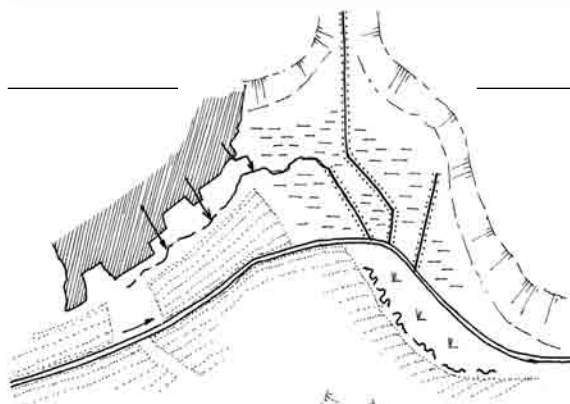
Nároky na plošnou údržbu závisejí na místních podmínkách a na sledovaných cílech. Záměrem revitalizací je především podporovat vznik stabilních prvků krajiny, které nejsou závislé na soustavně téměř zahradnické péči. Pokud například vytvoření mokřadu spočívá v zatopení, resp. zamokření ekologicky degradovaného půdního povrchu, často je samo zamokření dostatečně silným faktorem, postačujícím pro nastartování příznivého samovolného vývoje společenstev. Někdy přicházejí v úvahu **počáteční korekce vývoje vegetace**, spočívající v několikrát opakovaném sečení zejména obvodových partií mokřadu, jejichž cílem je zvýhodnění náročnějších rostlin proti vysokobylinné nitrofilní vegetaci. Zvláštním případem může být **ochranářská péče**, zaměřená k udržení nebo repatriaci některých cenných přírodních prvků. V mokřadu také lze **těžít rákos a vrbové proutě**, v obvodovém lemu prbirkově palivové dříví - pokud to není v rozporu se zájmy ochrany přírody a o tyto materiály je zájem.

Další nároky na údržbu mohou vznikat v souvislosti s poměrně rychlým stárnutím mokřadů. Hromadění biomasy vede k zazemňování a následně k zarůstání buření a dřevinami. Těmto procesům se může nechat přirozený vývoj, kterým se mokřad postupně mění například v háj. Může však být zvolen určitý režim udržování nebo obnovování, od sečení a vyřezávání porostů po opakované zrašňování zarůstajících povrchů, hloubení tůní a mokřadních prohlubní nebo zvyšování úrovně zatopení území. Intenzita obnovných kroků může být různá. V některých rozsáhlejších mokřadních územích se osvědčil **systém cyklické obnovy** po jednotlivých částech. Každoročně se může vyhloubit několik tůní či vlhkých depresí, zatímco ostatní zarůstají. V celém území se pak vyskytují tyto prvky v různých stádiích vývoje, což je velmi příznivé z hlediska bohatosti a členitosti oživení.

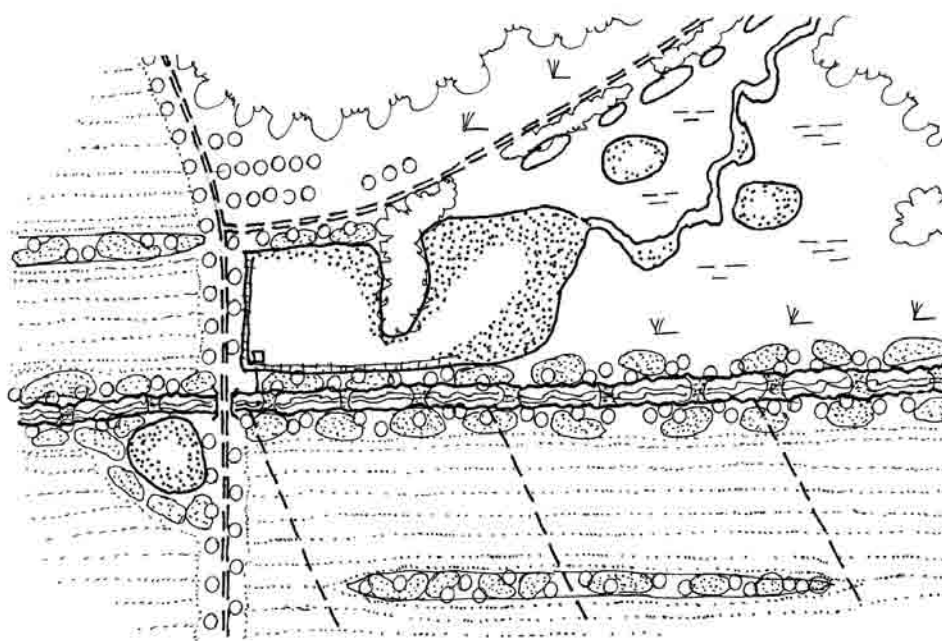
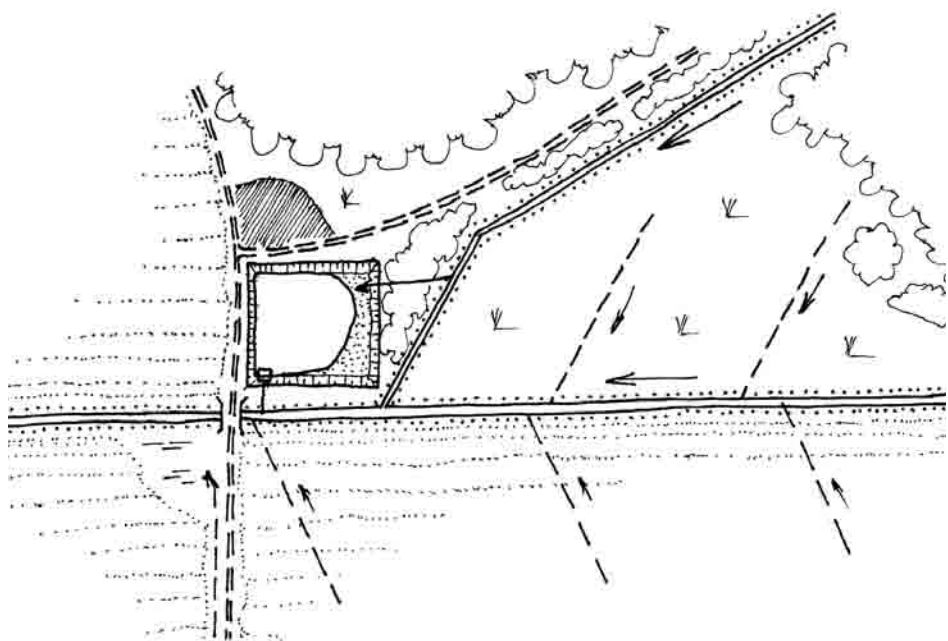
Vedení údržby mokřadů vyžaduje alespoň rámcovou účast přírodovědců, zejména botanika a zoologa. Zpravidla jde o postupný proces, zahrnující vyhodnocování přirozeného vývoje a reakcí systému na umělé zásahy.



Různé možnosti vytváření zamokřených míst v nivě regulovaného potoka. Malá vodní nádrž s rozsáhlým litorálem nebo jen nízká vzdouvací hráz s mokřadní rozlitiinou, bývalý rybník (po stabilizaci průřvy v hrázi fungující nadále jako mokřad), hloubený mokřad, polosuchý poldr, soustava vzdouvacích prahů v korytě potoka, soustava hloubených tůní.



Námět ke komplexní revitalizaci nivy z Rakovnícka. V současnosti (nahore) teče potok v upraveném korytě, bývalý mlýnský odpad pode vsí slouží jako sběrač odpadních vod, pozemky pode vsí byly odvodňovány, přesto jsou dnes zamokřené a nemohou být obdělávány. V louce u potoka se zachovaly zbytky původního koryta. Při revitalizaci by mohlo být vytvořeno nové, přírodě blízké koryto ve stopě mlýnského odpadu (obec by místo zahnilé stouhy obtékal živý potok) a ve zbytcích původního potoka. Regulační koryto by bylo proměněno v povodňový průleh se soustavou tůní. V mokřině pod obcí by bylo vyhloubeno několik větších tůní. Jedna z nich by sloužila jako dočišťovač odtoku z čistírny, jejíž vybudování je rovněž nezbytnou součástí zlepšení dřejších poměrů.

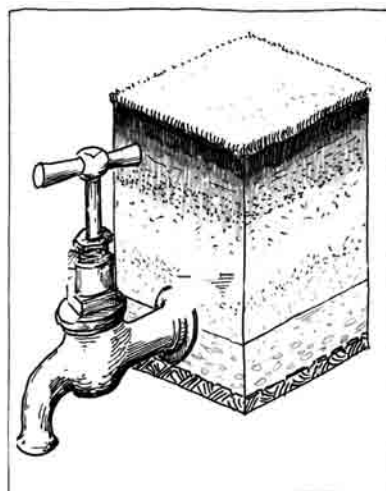


Námět k revitalizaci úseku nivy z Rakovnícka. Pod soutokem regulovaných potoků leží zabahněná závlahová nádrž, na jejím břehu je skládka. Obec a místní rybáři mají zájem nádrž obnovit. Akci lze pojmut komplexněji, jak ukazuje dolní obrázek. Plocha nádrže může být výrazně zvětšena s tím, že v nově vytvořené horní části bude převažovat litorál. Dosud neužitečně odvodněná plocha nad nádrží bude proměněna v mokřad.

7. OMEZOVÁNÍ NEPŘÍZNIVÝCH ÚČINKŮ ODVODŇOVACÍCH STAVEB

Odvodňování ploch je nezbytným průvodním jevem zemědělského hospodaření. Nelze však opomíjet jeho nepříznivé dopady na krajinu a zvláště na její vodní režim, a to především:

- zmenšení zásoby v nejmělkším horizontu podzemní vody;
- zrychlení pohybu zasáklé vody do místa přechodu v povrchový odtok, a tím slabší využití čisticí kapacity porézního zeminového prostředí;
- intenzivní vyplachování zejm. dusíku do drenážních vod;
- likvidace vlásečnicových koryt, zamokřených míst a na ně vázaných stanovišť rostlin a živočichů.



Někdy udržuje fungující odvodnění zasakovací schopnost půdního povrchu, a tím přispívá k tlumení povrchových odtoků. Ovšem tato funkce – na obhajobu odvodňovacích zařízení často uváděná - se neuplatňuje obecně, nýbrž pouze speciálně. Lze o ní hovořit jen v situacích, kdy by možností vsaku limitovala zaplněnost půdního profilu vodou. (Za obecnou lze naopak pokládat situaci, kdy srážková voda odtéká povrchově nikoliv proto, že by byl půdní profil souvisle zaplněn vodou, nýbrž proto, že povrch vzhledem ke sklonitosti a ke své infiltrační kapacitě nestačí vodu zasakovat.)

Naproti tomu obecně a dlouhodobě působí existence odvodnění nepříznivě na zásoby mělké podzemní vody v půdním prostředí. Pokud si velmi zjednodušeně představíme porézní půdní prostředí jako nádobu, zadržující vodu, pak drenáž lze přirovnat k otvorům v bocích této nádoby. Drenáž snižuje průměrnou hladinu podzemní vody v půdním prostředí a představuje ztracenou dlouhodobou zásobu podzemní vody.

Potřeba revitalizace odvodněných území vychází též z toho, že mnohá odvodnění byla provedena nevhodně a nadbytečně. Mnohá nebyla ani z hlediska technického i hospodářského úspěšná. Četné plochy byly odvodněny, a tím poškozeny z hlediska přírody, krajiny a přirozeného vodního režimu, ale přiměřené hospodářské efekty to stejně nepřineslo.

Z těchto důvodů se v oboru revitalizací vodního prostředí vyskytuje úloha řešení nevhodně odvodněných pozemků a odvodňovacích soustav. Nejedná se o systematické rušení jakýchkoliv odvodňovacích zařízení, nýbrž v první řadě o řešení případů, kdy nevhodně provedené odvodnění výrazně poškozuje přirozené funkce území, a přitom ani neumožňuje jeho efektivní využití.

Prvním stupněm je nahrazení drenážních hlavnků otevřenými koryty nebo kaskádami tůní. Druhým, vyšším stupněm je eliminace plošného odvodnění, tedy i melioračního detailu.

Nahrazení drenážních hlavnků otevřenými koryty

může být součástí revitalizace nivy a soustavy vlásečnicových přítoků. Meliorační detaily, případně části hlavnků, zůstávají v tomto případě zachovány. Zachovávané části drenáží se otvírají do nově vytvářených revitalizačních koryt, do boku nivy nebo volně do terénu v místech, kde není na závalu zamokření. Vlásečnicové postranní přítoky se obnovují v podobě tzv. drah soustředěného odtoku, stabilizovaných hlavně zatravněním a dřevinami.

Rušené části odvodnění lze vykopat nebo pouze zneškodnit. Vykopání odstraňuje riziko, že by hlavník nadále působil jako drén a strhával vodu z nového koryta. Je však pracné a při hlubším uložení může

způsobit potíže - navozuje obtížnou úlohu „revitalizace příliš zahloubeného koryta“. Proto je mnohdy vhodnější rušený hlavník jenom vyřadit z provozu - po určitých vzdálenostech přerušit výkopy a **zatamponovat** třeba pytli, naplněnými jílem nebo hustou betonovou směsí.

Eliminace plošného odvodnění

Tato úloha může vyvstat v místech, kde je třeba omezit nepříznivé vlivy plošného odvodnění. Například v citlivých částech vodárenských povodí, kde od revitalizací očekáváme mimo jiné i zmírnění odtoků drenážních vod, nadměrně obohacených dusíkem.

Zatím jsou u nás praktické zkušenosti s touto činností pouze útržkovité, od další praxe lze v této oblasti očekávat cenná poučení. Systematické vykopávání drenážního detailu je nepřiměřeně nákladné a zpravidla zbytečné. Pak zůstává možnost **přerušování drénů soustavou příčně vedených výkopů**, jejichž zásyp se následně v místech přerušovaných drénů hutní. Pokud se chceme vyhnout soustředěnému zamokření některých míst plochy, vzdálenost mezi přerušovacími výkopy by měla být taková, aby v zachovaných úsecích drenážního potrubí mezi nimi nevznikal tlakový sloupec vody, který by mohl dostupovat k povrchu.

8. REVITALIZAČNÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

8.1 Místo nádrží v revitalizacích

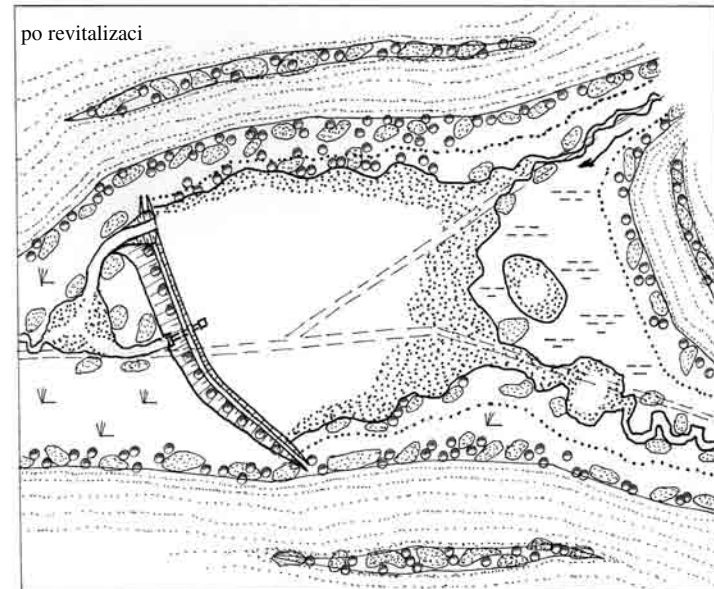
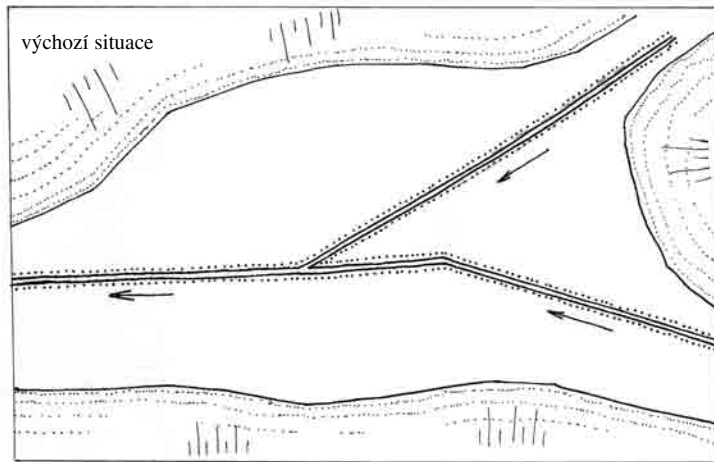
Malé vodní nádrže, z nichž nejběžnější jsou rybníky, mají hráz, spodní výpust a bezpečnostní přeliv. Podle ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže jde o nádrže, jejichž objem po hladinu ovladatelného prostoru nepřesahuje 2 miliony m³ a největší hloubka nepřesahuje 9 m. Malé vodní nádrže, budované v rámci revitalizací, označujeme jako **revitalizační nádrže**. Pojmu rybníky na tomto místě nepoužíváme, neboť **revitalizační nádrže nejsou prioritně určeny pro chov ryb**.



Hodnotná revitalizační akce s výstavbou malé vodní nádrže.

Průtočná nádrž s velkým ochranným objemem je zakládána v meliorované ploché nivě s regulovanými potoky. Její tvarování je členité, navazující na přirozený průběh terénu. mělkovodní pásmo rozsáhlé.

Vzdušní lic hráže je mírně sklonitý, v boku je vytvořen bezpečnostní přeliv s odpadem ve velmi mírném sklonu, umožňujícím vytvoření kamenité kynety, prostupné pro ryby. V soutoku odpadů pod hrází je vytvořena tůň. Sedimentační tůň je vytvořena na jednom z přítoků do nádrže, izolovaná tůň nad litorálem nádrže má vysloveně biotopní funkci. Oba potoky jsou podélně regulovány. Stavbu doprovázejí bohaté výsadby dřevin, zatravnění nivy a protierozní pásy v sousedních polích.



Malé vodní nádrže mohou mít z hlediska revitalizace řadu příznivých funkcí:

- Zásoba vody v krajině, zvětšení množství vody v pevninském malém oběhu.
- Lokální dotace zásob podzemní vody.
- Příznivé ovlivňování průběhu velkých vod.
- Příznivý vliv na kvalitu vody.
- Prostředí pro vodní, mokřadní a pobřežní druhy rostlin a živočichů, ekologicky stabilní prvek krajiny.
- Vytvoření obvodového lemu nádrže a navazujícího přírodního území.

Pro tyto funkce lze pokládat některé malé vodní nádrže za revitalizační objekty. Ovšem tyto příznivé funkce se neuplatňují automaticky a v plné míře u jakýchkoliv malých vodních nádrží. Aby bylo možné hovořit o revitalizačních nádržích, musejí být pro jejich uplatnění vytvořeny podmínky stavební koncepce, konstrukčním provedením i způsobem obhospodařování.

Při úvahách, zda v tom kterém místě postavit nádrž, nebo s územím nakládat jinak, hrají velkou roli také náklady. Obecně jsou nádrže velmi nákladné. Hektar malé vodní nádrže stojí v pořizovacích nákladech orientačně tři miliony korun. Pokud se hektar udržuje jako botanicky cenná louka, stojí sečení zhruba deset tisíc korun ročně. Strojní sečení méně. S jistým zjednodušením můžeme říci, že se rozhodujeme, zda je pro přírodu a krajinu lepší postavit na louce nádrž, nebo mít peníze na 300 let sečení.

8.2 K některým funkcím revitalizačních nádrží:

Podíl na zadržování vody v krajině

bývá pokládán za nejdůležitější funkci nádrží. Tato funkce však má svoje omezení a nelze ji absolutizovat. Dobře postavená nádrž je těsná a dnem, břehy a hrází propouští vodu jen v malé míře. Potom ovšem představuje nádrž z hlediska níže ležícího povodí jenom pasívní zásobu vody. Nalepšovací vypouštění vody za přísušku se sice občas uvádí ve zdůvodněných revitalizačních efektech, jeho provádění v praxi je však iluzorní. Hlavní význam zadržení vody v nádržích pak zřejmě spočívá v odpařování, přispívajícím ke stabilizaci malého vodního oběhu (pevninský cyklus výpar - srážky). Z tohoto hlediska je voda v malých nádržích podstatně pasívnější složkou hydrologické bilance než zásoba podzemní vody ve zvodnělém zeminovém prostředí a v mokřadech. Zvodnělé zeminu a mokřady oproti nádržím disponují houbovým efektem - nasát a pak zvolna vypouštět.

Provádění velkých vod

Nádrž tlumí průběh velké vody tím, že část jejího objemu zadržuje ve svém retenčním prostoru. Na ten musí být pamatováno při projektování i později při schvalování manipulačního řádu. Retenční prostor tvoří rozdíl mezi kótami provozní a maximální hladiny a má část ovladatelnou (po hranu bezpečnostního přelivu) a neovladatelnou (od hrany bezp. přelivu po maximální hladinu.) Mezi vstupem povodňové vlny do nádrže a náběhem kapacitního odtoku bezpečnostním přelivem vzniká časové zpoždění. Část objemu povodňové vlny se v nádrži přechodně zadržuje. Zaplněný prostor nádrže pak vytváří velký průtočný profil, kterým povodňový průtok postupuje pomaleji než nezahrazeným údolím. Celkově se působení nádrže projevuje zploštěním povodňové vlny. **Výpočet transformace povodňové vlny nádrží patří ke standardním hydraulickým úlohám a měl by být doložen ve všech případech, kdy se tlumení velkých vod uvádí mezi očekávanými významnými efekty nádrže.** Významnost tohoto efektu se posuzuje na základě odhadu vlivu na povodňové škody. V případě nádrží, jejichž velikost nepřesahuje jednotky hektarů, však bývá retenční schopnost malá až zanedbatelná.

Vliv na kvalitu vody

Vliv na kvalitu protékající vody je jedním z kritérií hodnocení přínosnosti malých vodních nádrží. Nádrže budované v rámci revitalizací nejsou ve vodoprávním smyslu zařízeními k čištění odpadních vod, pro posuzování jejich vlivu na kvalitu vody však poslouží parametry užívané v čistírenské technologii. **Pokud nádrž poskytuje aktuálnímu průtoku vody skutečné zdržení několik minut až**

několik desítek minut, je funkčně na úrovni lapače písku a nelze vyloučit, že tento průtok uvede do pohybu jemnější bahenní usazeniny. **Pro funkci na úrovni čistírenské usazovací nádrže, zachycující snadno usaditelné jemné částice (organické kaly a hlinité částice), je nezbytná skutečná doba zdržení nejméně několik hodin. Pro účinné biologické odstraňování silného organického znečištění na úrovni stabilizační nádrže se vyžaduje skutečná doba zdržení nejméně 5 dnů.** Při této době zdržení již také dochází k částečnému zachycení hůře usaditelných jílových částic a nastupuje efekt výrazného zachycení fosforu, který je právě na jílové částice do značné míry vázán. Nádrže s dlouhou dobou sedimentace jsou schopny zachycovat fosfor účinněji než běžné mechanicko - biologické čistírny odpadních vod, nevybavené technologií chemického srážení fosforu.

Zvláštností nádrží s čistící nebo dočišťovací funkcí je silná produkce druhotného organického znečištění. V nádrži zásobené minerálními živinami se ve vegetačním období rozvíjí fytoplankton a vzápětí zooplankton. Jejich přítomnost v odtoku z nádrže může vést k větším hodnotám některých ukazatelů znečištění. Ovšem tyto stavy jsou provázány mimořádně velkými koncentracemi volného kyslíku ve vodě. Ve skutečnosti se nejedná o záporné účinky čištění, nýbrž o pokročilejší stupeň zapojování znečištění do přirozeného oběhu živin, který odpovídá vyššímu – třetímu – procesnímu stupni v čistírnách odpadních vod.

Obecně lze říci, že **z hlediska zlepšování kvality vody jsou zvláště přínosné malé vodní nádrže na drobných tocích pod obcemi nebo pod delšími samočisticími úseky drobných toků, kde zachycují produkty procesů odstraňování znečištění.** Velké vody mohou látky zachycené v nádržích remobilizovat, ale k tomu zpravidla dochází až v situacích, kdy je místní síť vodních toků již beztak enormně znečištěna plošnými smyvy.

Biotox vodních a mokřadních druhů rostlin a živočichů

Kromě výše uvedených plní revitalizační nádrže také biologickou funkci, protože se stávají biotopy vodních a mokřadních druhů a společenstev rostlin a živočichů. Ve většině případů je možné se spokojit s tímto tvrzením, tedy s podporou všech potenciálně se vyskytujících taxonů, samozřejmě pouze původních. Výjimečně je však vhodné zaměřit se na konkrétní druh nebo společenstvo, které bude preferováno. Většinou se jedná o nejvýznamnější fenomény naší přírody. Potom je nutné i nejmenší detaily stavby přizpůsobit jejich stanovištním požadavkům při dodržení všech technických náležitostí. Ještě důležitější je však následný management takové lokality.

8.3 Výběr lokality před zahájením investiční přípravy

Revitalizační nádrž musí přinášet obohacení prostoru, v němž vzniká.

Novou malou vodní nádrž lze pokládat za revitalizační objekt, pokud nahrazuje méně hodnotné prostředí, tedy pokud vzniká:

- na ploše devastované stavební, těžební a podobnou činností;
- v území postiženém v minulosti plošným odvodňováním, úpravou koryta vodního toku nebo podobnými regulačními zásahy; může se jednat o polnosti, ruderály, jejichž obhospodařování bylo z různých důvodů opuštěno, přírodovědecky nehodnotné zatravněné plochy;
- na orné půdě nebo na půdě jiných intenzivních kultur, zejména pokud další obhospodařování není rentabilní.

Tento výčet samozřejmě nelze brát dogmaticky, každý konkrétní případ nutno posuzovat individuálně se zřetelem ke všem možným okolnostem.

Naopak o revitalizaci nelze hovořit, pokud by obnovou nebo výstavbou nádrže docházelo k likvidaci či poškození hodnotného přírodního prostředí, rostlinných a živočišných společenstev

s velkou druhovou rozmanitostí a mírou přirozenosti. Za revitalizační nelze pokládat nádrže, které by zaplavovaly přírodní nivy, přirozená koryta toků, mokřady, tůně, vlhké louky a háje, nivní lesy přirozenější skladby. Výstavba v těchto místech by měla nejspíše záporný revitalizační efekt. Přírodní prostředí ve většině případů svými biologickými, krajinnými i vodohospodářskými funkcemi (aktivní zásoba podzemní vody, zásoba vody v mokřadech, povodňový rozliv), při nulových investičních výdajích, předčí uměle budované malé vodní nádrže, pořizované s velkými náklady. V podobných situacích je nutné budoucí revitalizační efekt pečlivě vyhodnotit na základě solidních podkladů, zejména **přírodovědného posouzení lokality**.

Pro efektivnost výstavby i budoucí revitalizační efekty je rozhodující **morfologie budoucího retenčního prostoru**. Vhodné jsou mělké, široké nivy nebo terénní sníženiny na přirozených údolnicích toků, kde mohou vybudováním hrázového tělesa ve vhodném profilu vzniknout ploché zátopy s rozsáhlým mělkovodním pásmem a přirozeným tvarováním břehů. Pozvolný plynulý přechod litorál - mokřad - louka nebo háj vytváří podmínky pro následný rozvoj vodních, mokřadních a břehových společenstev, a tedy i pro dosažení příznivého revitalizačního efektu.

Za nevhodné či problematické z hlediska výsledného revitalizačního efektu je nutno považovat zakládání VN v lokalitách následujících typů:

- **V zahloubených údolích s velkým podélným sklonem**, kde si vytvoření vodní plochy vyžádá vybudování relativně velmi mohutného hrázového tělesa, které je nákladné a představuje často i vzhledově rušivý prvek. Zároveň je velmi omezen podíl ploch s plynulým přechodem zátopy do okolního terénu.
- **Ve svahu nad přirozenou údolnicí**, kde je pro vytvoření retenčního prostoru nutné vybudovat dlouhé a mohutné hrázové těleso podél toku (obtoková vodní nádrž), čímž je opět značně omezen podíl ploch s plynulým přechodem zátopy do okolního terénu.
- **V případech, kdy v důsledku znečištění přítoku není možné v nádrži zajistit vhodnou kvalitu vody**, potřebnou k vytvoření druhové diverzity vznikajících vodních a mokřadních ekosystémů. Jde zejména o situace, kdy by nádrž v podstatě nahrazovala čištění odpadních vod ze sídelních útvarů a provozoven, případně by byla neúměrně zatěžována splachy ze zemědělských pozemků. (Ovšem zlepšování kvality vody jako takové, tedy příspěvek k samočištění, patří k vítaným vedlejšími efekty revitalizačních nádrží.)
- **V místech, kde budoucí vodní nádrž bude značně negativně ovlivněna splachy živin a erozním smyvem** ze zemědělských pozemků v povodí přítoku a není v silách investora zajistit alespoň základní způsob ochrany na těchto pozemcích, například zatravnění. V těchto případech se nádrže v krátkém časovém horizontu zameňují a ztrácejí ekologicko-stabilizační funkci. (Zanášení nádrží erozními smyvy se bohužel vyskytuje téměř ve všech oblastech republiky a tato problematika obecně není provázána s řešením protierozní ochrany zemědělských pozemků v povodí.)
- **V lokalitách, kde nepříznivé hydrologické poměry nezaručují dostatečné plnění vybudované nádrže vodou**. I když „nebeské“ nádrže mohou dobře fungovat jako kvalitní biotopy a periodické kolísání vodní hladiny v nádržích může být z hlediska druhové diverzity výhodné, je ověřeni dostatku vody nezbytnou součástí záměru stavby.
- **Na místech, kde může dojít k poškození nebo dokonce zničení biotopu ohrožených, vzácných a zvláště chráněných druhů vodních a mokřadních rostlin a živočichů**. Přitom je třeba hodnotit okamžité i dlouhodobé vlivy na biotopy.

Revitalizační nádrže mohou doplňkově a v přiměřeném rozsahu sloužit také **dalším účelům**, které se více či méně promítají do jejich provedení a obhospodařování. Jsou to zejména:

- extenzivní chov ryb nebo sportovní rybolov;
- vodní a pobřežní rekreace (bez rekreačních stavebních objektů);
- požární zdroj vody;
- zdroj závlahové vody, pokud odběrem nebudou narušeny hlavní funkce nádrže.

Pokud by ovšem rozsah těchto doplňkových funkcí přesahoval vhodnou míru, byly by v rozporu s revitalizačním efektem nádrží. Riziko roste s tím, že právě tyto funkce velká část potenciálních investorů preferuje. Nejsilnější je zájem o **chov ryb**, který má zejména dvě problematické stránky. Jednak podporuje zájem o obtékané nádrže, u nichž jsou oslabeny veřejné vodohospodářské funkce. Jednak manipulací s vodou, redukcí přirozené potravy i přímým vyžíráním tlakem vytváří v nádržích podmínky méně příznivé pro obojživelníky či vodní ptactvo.

Revitalizační praxe obecně uplatňuje některé důležité zásady:

- Revitalizační charakter nádrží není slučitelný s intenzivním chovem ryb. Krmení a hnojení nejsou přípustné.
- Jarní vypouštění nádrží (výtažníkové hospodaření) není z důvodu ochrany vodních živočichů, kteří se v tomto období rozmnožují, přípustné.
- Objekty sloužící produkčnímu chovu ryb (loviště, kádiště, schodiště,...) nejsou součástí nákladů revitalizační stavby, případně se vůbec nebudují.
- Na revitalizačních nádržích není přípustný účelový chov kříženců kachny divoké. Spolu s polointenzivním chovem ryb se jedná o negativní faktor, srovnatelný s někdejšíím způsobem kaprokachního hospodaření. Negativní vlivy spočívají zejména v podstatném zhoršování kvality vody, v mechanické likvidaci litorálních partií, ničení genofondu volně žijících populací kachen divokých a v likvidaci druhové diverzity ve vodních nádržích.
- Na pozemcích revitalizačních nádrží se nepřipouští výstavba rybářských a rekreačních chat apod.
- Tvarování břehů nádrže a zejména litorálního pásma vychází z revitalizační koncepce, nikoliv z tradičního pojetí rybochovných nádrží, kde byla snaha litorály minimalizovat.

Přirozeně není rozumné úplně potlačovat hospodářské funkce revitalizačních nádrží, včetně doplňkového chovu ryb. Pro tyto funkce nádrže vždy v historii vznikaly, bez nich zpravidla podléhaly postupnému zániku. Ovšem pro výstavbu, rekonstrukci či obnovu nádrží prioritně hospodářských je třeba hledat podporu jinde než u revitalizačních dotačních programů.

Specifický problém představuje prostupnost vodní nádrže pro ryby. V řadě situací působí průtočná vodní nádrž na vodním toku jako částečná nebo úplná migrační bariéra.

Pokud má být nádrž rozumně užívána jako přírodní koupaliště, může tím být v příznivém smyslu kontrolován chov ryb. Intenzivnější chov ryb totiž znečišťuje vodu, a to až na míru, která je pro koupání zcela nepříznivá.

8.4 Základní aspekty investiční a projektové přípravy revitalizačních nádrží

8.4.1 Vodohospodářská koncepce - nádrže průtočné a obtokové

Častým dilematem výstavby revitalizačních nádrží je **volba mezi koncepcí průtočnou a obtokovou**. (V případě obtokové nádrže lze ještě rozlišit dva podpřípady: **Nádrž obtékaná** využívá většiny šířky údolí, obtoková strouha se spokojuje s obvodem nádrže a zpravidla není proti ní výrazně zahloubena, takže dělicí hráz ani nenese větší výškový rozdíl hladin. Naproti tomu **nádrž boční** je vystavěna pouze na jednom břehu vodního toku, od kterého bývá oddělena dlouhou a poměrně vysokou dělicí hrází.) Obě koncepce mají svoje klady i zápory a nelze jednoznačně upřednostnit jednu a druhou zavrhnout. Každý případ je zvláštní a vždy je nutno především vycházet z místních podmínek.

Hlavní přednosti obtokových nádrží:

- Přítok lze regulovat a nádrž do jisté míry chránit před znečištěnou vodou, před přívaly a před studenou a „hladovou“ povrchovou vodou, jak říkají rybáři.

- Pokud je skutečně zabráněno velkým vodám vstupovat do nádrže, ušetří se na velikosti bezpečnostního objektu.
- Nádrž je méně zanášena splaveninami, nesenými vodním tokem.
- Většinou se bez problémů uchovává obtokové koryto jako migrační cesta.
- Obtokovou nádrž může stavět i ten, kdo v údolí vlastní jenom jeden břeh.

Hlavní nevýhody obtokových nádrží:

- Zpravidla mají velmi omezené vodohospodářské funkce.
- Posilují zájem o intenzivní chov ryb, který koliduje s ekologickými funkcemi.
- Velké náklady na obtokové koryto a dělící hráz.
- Boční nádrž hůř využívá údolního profilu a často špatně zapadá do krajiny. Část profilu je blokována dělící hrází, která sice bývá z úsporných důvodů řešena jako dosti smělá, ale o to cizeji v údolí působí.
- Při patě dělící hráze proudí vodní tok a trvale ohrožuje její stabilitu.
- Změny trasy, zkapacitnění a tvrdé úpravy koryta toku, které se přetváří na obtok.
- Ve většině případů je nutno kvůli ochraně před velkou vodou stavět hráz i v přítokové části nádrže. Tím je pak znemožněn pozvolný přechod vodní plochy do nivy.
- Mělkovodní pásmo nádrže bývá dosti omezené, protože pro ně nelze využít údolnicových partií a ve stísňené nádrži se celkově úspěšněji hospodaří s objemem vody.
- Úspora na bezpečnostním přelivu může být velmi problematická. Pokud do nádrže proniknou velké vody a ta není vybavena dostatečně kapacitním bezpečnostním přelivem, hrozí přetečení a poškození hráze.

Zpravidla příznivější variantou obtokové nádrže bývá **nádrž obtékaná**, která lépe využívá údolního profilu než **nádrž boční**, a přitom díky obvodové stoce zachovává migrační prostupnost toku. Pojetí díla ovšem v tomto případě záleží na tom, jak se průtočná kapacita dělí mezi obvodovou stoku a nádrž, resp. její bezpečnostní přeliv. Pokud je obvodová stoka dimenzována na provádění velkých vod, může se ušetřit na bezpečnostním přelivu nádrže, ovšem stoka vychází zpravidla velmi mohutná, zabírá nemalou část plochy, na níž se mohla rozprostírat nádrž, a nádrž musí být ohrázená. Při malokapacitní obvodové stoce se zmenšují problémy s velikostí stoky a dělící hráze, zato nádrž musí být vybavena plnokapacitním bezpečnostním přelivem. Ani ve druhém případě se zcela nevyhne podstatnému problému obvodových stok - musejí sestoupit na úroveň hladiny vody pod hrází. Buď sestupují ještě nad profilem hráze, a pak se výrazně zahlubují a rozvírají do šířky. Nebo musejí sestupovat až pod hrází, a to v mírném, rybochodném sklonu, pro což často nebývá prostor.

Hlavní přednosti průtočných nádrží:

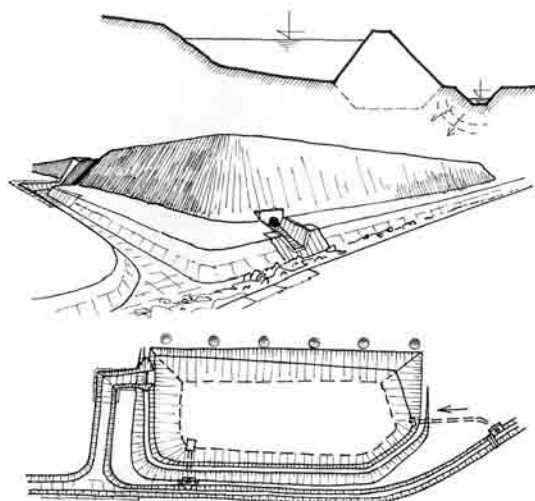
- Vhodnější využití morfologie terénu, zejm. sklonů přirozené údolnice - předpoklady pro lepší výsledný revitalizační efekt.
- Kratší a méně nákladné hrázové těleso.
- Boční hráz neomezuje rozsah nádrže a nehyzdí údolí.
- Nádrž může přispívat k tlumení průběhu velkých vod a zlepšování kvality vody (= veřejné vodohospodářské funkce).
- Zaplavení celé šířky údolí umožňuje rozvinout v přítokových partiích mělkovodní pásmo.
- Řešení bývá celkově kompaktnější a neobsahuje rizikové momenty obtokových nádrží - podcenění bezpečnostního přelivu a dělící hráz, ohrožovanou na dlouhém vzdušném líci.

Hlavní nevýhody průtočných nádrží:

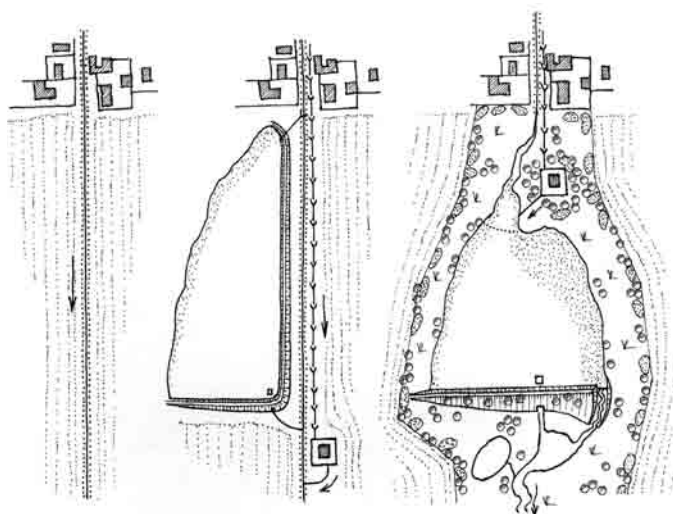
- Mohutný a nákladný bezpečnostní přeliv.
- Intenzivnější zanášení splaveninami, nesenými tokem.
- Vytvoření migrační překážky - nežádoucí fragmentace vodního toku
- Neregulovatelný přítok, silná průtočnost v závislosti na poměrech v povodí a nízká teplota vody - vnímáno zejména jako nevýhoda pro chov ryb.
- Případná likvidace určitého úseku přírodního koryta v prostoru budoucí zátopy.

Obtokové nádrže většinou lépe vyhovují chovu ryb, zatímco průtočné nádrže lépe plní veřejné vodohospodářské funkce. **Konkrétní koncepce nádrže vychází především z místních podmínek, každý případ je třeba posuzovat jednotlivě.** Pokud tvárnost údolí nebo účel nádrže její koncepci přímo nepředurčují, je vhodné na úrovni studie, sahající po předběžný rozpočet, **porovnat různé možnosti řešení.** Duchu revitalizací, které by měly sloužit především veřejným účelům, ochraně přírody a krajiny, bývají ovšem bližší průtočné nádrže. Dva jejich významné nedostatky lze řešit technickými opatřeními, samozřejmě za určitého vzrůstu nákladů:

- **Prostupnost pro vodní organismy lze - v opodstatněných případech - zajišťovat výstavbou rybochodných zařízení.** U řady malých vodních nádrží se uplatní **jednoduchá koncepce prostupných kynet, vestavěných do bezpečnostních přelivů a protékanych běžnými průtoky.** (Na druhé straně neměla by se vynucovat výstavba rybích přechodů na tocích a u nádrží, kde to není z přírodovědného hlediska účelné.)
- Pro ochranu nádrží před nadměrným zanášením splaveninami lze jim **předřazovat sedimentační prohlubně nebo do přítokových partií vkládat ponořené zemní či palisádové hráze,** vytvářející sedimentační prostory.



Pojetí nádrže, velmi vzdálené revitalizacím. Velkého objemu vody je dosahováno za cenu strmých břehů, nádrž prakticky nemá mělkovodní pásmo. Obvodová hráz bude trvale ohrožována potokem, který teče u její paty. Přitom pro zlepšení stavu potoka se nic nedělá. Bezpečnostní přeliv je proveden mimořádně tvrdě. Objekt, který se může vedle chovu ryb uplatnit již jenom jako závlahová nádrž, celkově působí dojmem průmyslového odkaliště.



Dvě rozdílné koncepce výstavby nádrže a čistírny odpadních vod v nivě pod obcí. Vlevo výchozí stav. Uprostřed „nalepovací“ řešení - upravený potok se neřeší, po jedné jeho straně se zakládá nádrž na chov ryb, po druhé straně se vede kanalizace a staví čistírna odpadních vod.

V tomto případě nedošlo k revitalizaci nivy, nýbrž k jejímu zastavění objekty hospodářského charakteru. Skutečná revitalizace je znemožněna zejména umístěním kanalizace do nivy. Vpravo je řešení revitalizační. Kompaktní provedení v budově umožňuje umístit čistírnu blíž k obci. V nivě pod obcí je postavena nádrž, která mimo jiné zlepšuje kvalitu vody, odtékající z čistírny.

8.4.2 Podélný a příčný profil prostoru nádrže, mělkovodní pásmo a jeho velikost

Břehy nádrže nad hladinou vody

Z důvodu funkčního i pohledového zapojení do krajiny a podmínek pro rozvoj břehových a přibřežních společenstev je vhodné mírné sklonování s maximálním využitím přirozených sklonů terénu. Získání objemu vody není u revitalizačních nádrží důvodem pro to, aby do nádrže spadaly uměle vytvořené svahy ve sklonech 1 : 3 a strmějších. Ani pro extenzivní rekreaci, kterou v některých částech revitalizačních nádrží připouštíme, nejsou vhodné břehy, na kterých se pro velký sklon nedá pořádně ani stát.

Břehy pod hladinou

Přírodovědecky nejceněnější částí nádrže jsou mělké partie při březích a v přítokových partiích.

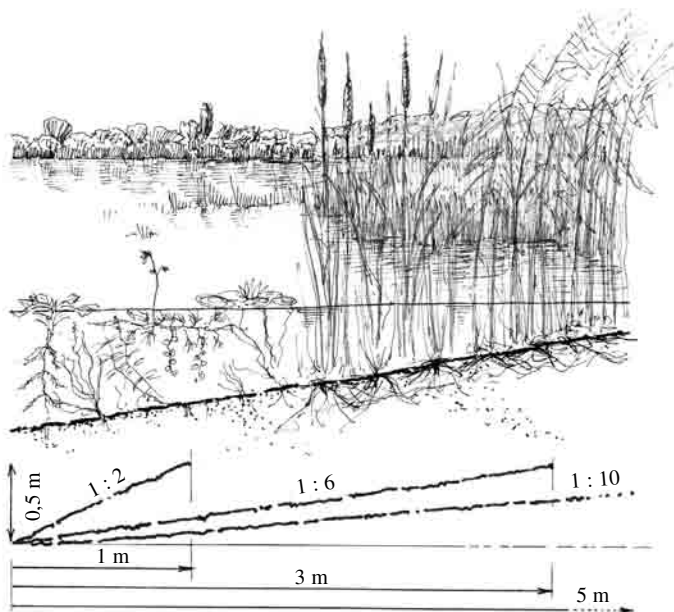
Jedná se o část nádrže od dosahu hladiny za běžného kolísání po hloubku cca **0,5 až 0,6 m** za normální hladiny. Tyto mělkovodní části nádrže - **litorál** - s rychle se prohřívající vodou, litorální vegetací a plynulým přechodem na souš, jsou existenčně nutné pro mnoho forem vodního života. Je zde soustředěno značné procento biodiverzity celého biotopu. Obojživelníci tu kladou snůšky a probíhá zde vývin jejich larev, dochází zde k přirozenému výtěru ryb, hnízdění vodních ptáků, reprodukci zooplanktonu, který je přirozenou potravou pro ryby a jiné vodní živočichy, žije zde velké množství vodních bezobratlých a v neposlední řadě tyto partie nádrží fungují jako jakási biologická čistírna v metabolismu celého vodního biotopu.

Pro rozvinutí litorálního pásma po obvodu nádrže je vhodný sklon břehů pod hladinou cca 1 : 5 a mírnější. Pokud je rostlý terén v některé části nově budované nádrže strmější, pak se ponechá v přirozeném sklonu. Není však vhodné, v zájmu zvětšování objemu vody, nádrž v malé vzdálenosti od břehu zahlubovat ve strmém sklonu.

Vnitřní litorál

Plnohodnotné litorální pásmo, o hloubce do 60 cm, vyžaduje mírné sklony dna – 1 : 10 a mírnější.

Pakliže to velikost vodní nádrže umožňuje, je možné vybudovat i rozsáhlejší plochy s jednotnou hloubkou, kdy např. po plynulém dosažení hloubky cca 30 - 40 cm (ve výše zmiňovaném sklonu dna) zachováme několikametrový pás s touto jednotnou hloubkou. Významný je též **plynulý přechod na souš** - je krajně nevhodné ponechávat v návaznosti na litorální partie nádrží valy sedimentů, vyhrnutých ze zátopy rybníka.



Rozsah mělkovodního pásma (litorálu) závisí na sklonu dna.

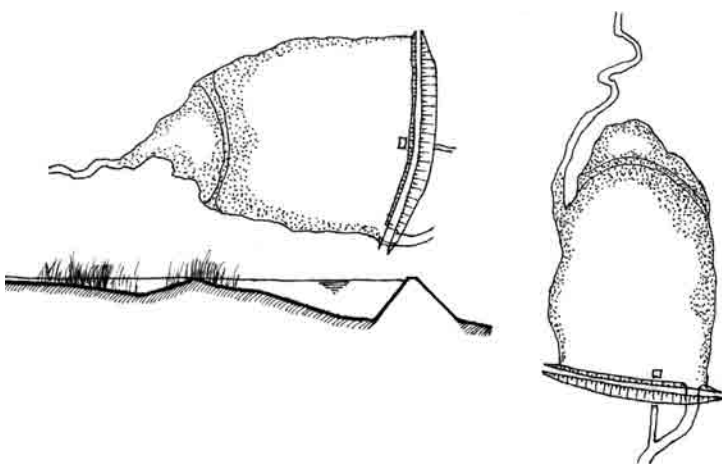
Celková velikost mělkovodního pásma

Pro výsledný revitalizační efekt je podstatný podíl mělkovodního pásma, ve kterém budou vytvořeny podmínky pro diverzitu vodních a mokřadních ekosystémů. Větší nádrže se zpravidla zakládají v plošším terénu a současně u nich lze požadovat vytvoření komplexněji zapojeného, ekologicky stabilního prvku krajiny.

Z toho vyplývají požadavky na podíl mělkovodního pásma (hloubka 0,0 až 0,6 m), diferencované podle velikosti nádrží:

- nádrže o velikosti 0,1 až 0,5 ha - min. 10 %
- nádrže o velikosti nad 0,5 ha - min. 20 %.

Mělkovodní pásmo tvoří jednak část břehová, jednak vnitřní litorál, který je zpravidla rozvinut v přítokových partiích nádrže. Do celkové plochy může být zahrnuto také vnější mělkovodní pásmo, pokud je litorál (zpravidla větší nádrže v plochem terénu) koncipován jako zdvojený. Vnější litorál je z přírodovědeckého hlediska zvláště ceněn díky tomu, že není běžně dostupný rybám z nádrže.



Dvojitý litorál představuje z přírodovědeckého hlediska významné obohacení revitalizační nádrže. Není běžně přístupný rybám, což je příznivé pro další živočichy. Pokud jím protéká přítok, působí současně jako zachycovač splavenin, ale rychleji se zanáší.

Závazný rozsah mělkovodního pásma (litorálu) je vždy vyznačen v projektu výstavby či rekonstrukce revitalizační nádrže.

Důležitá je vhodná expozice litorálu vůči světovým stranám. Nejvhodnější je umožnit vznik litorálu v jižně exponovaných částech nádrží – to umožní jeho dobré oslunění a rychlé prohřívání vody. Výsadby dřevin v okolí nádrže je třeba provádět tak, aby biologicky nejceněnější části litorálu nebyly nadměrně zastíněny. **V nádrži je třeba umožnit růst litorální vegetace** - je základní podmínkou pro správné fungování těchto partií vodních nádrží. Vegetace vytváří vhodné úkryty pro vodní a na vodním prostředí závislé živočichy, v jejím krytu dochází k vývinu rybiho plůdku a larev obojživelníků, hnízdí zde mnoho druhů vodních ptáků apod. Z pohledu obojživelníků je přítomnost vegetace ve většině případů nezbytně nutná při kladení snůšek – čolci například zabalují svá vajíčka do listů vodních rostlin apod. Proto je třeba mělké partie nádrže koncipovat tak, aby se zde rychle uchytily a dále rozvíjely rostliny. Z tohoto pohledu je nevhodnější budoucí litorální partie již po zemních pracech v zátopě dále neupravovat - nepřipustné je jejich zpevňování, zasypávání šterkem, lomovým kamenem apod.

8.4.3 Velikost vodní plochy

Z hlediska požadavku vytvoření ekologicky stabilního prvku v krajině **nejlépe vyhovují vodní nádrže o ploše nad 0,5 ha**. Při menší ploše klesá rozsah mělkovodního pásma a výrazně rostou měrné stavební náklady. Pokud se nejedná o zvláštní záměr budování nádrží za účelem chovu zvláště chráněných druhů

ryb pro oživení potočních biotopů (střevle potoční), je v tomto případě vhodnější zvolit variantu **vytvoření tůň nebo mokřadů, které jsou méně nákladné a lépe splňují revitalizační účel, než nákladné budování malých vodních nádrží s technickými objekty.**

8.4.4 Zemní práce a terénní úpravy, odtěžení a uložení zeminy a sedimentů z prostoru nádrže

Obecně platí, že nadměrné zvětšování objemu nádrže prohlubováním zejména v okrajových partiích zátopové plochy zhoršuje parametry příčného a podélného profilu z hlediska výsledného revitalizačního efektu. Zvláštní pozornost je třeba ve fázi projektové přípravy věnovat ukládání odtěžené zeminy a sedimentů. Snahou investorů a projektantů bývalo **ukládat materiál na břehy nádrže, zejména z důvodu menších finančních nákladů. Tento postup je nejen v zásadním rozporu s účelem revitalizace, ale je obecně nevhodný** pro jakoukoliv nádrž, a to z důvodů:

- zvyšuje se terén na březích nádrže a znemožňuje budoucí utváření plynulého přechodu vodní plochy do okolních pozemků, které je předpokladem pro rozvoj druhově pestrých vodních a mokřadních ekosystémů;
- mohou být narušena až zničena biologicky cenná stanoviště;
- z takto nevhodně umístěných deponií se pak zpátky do nádrže vyplavují živiny;
- vyhrnuté sedimenty jsou prostorem pro nežádoucí ruderní, nitrofilní a invazní druhy bylin a keřů, které naruší rozvoj litorálních porostů a mokřadních ekosystémů.

Zásadně nevhodné je ukládání sedimentů a vytěžených zemín do údolních niv (chráněny zákonem č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny, jako významné krajinné prvky) a na podmáčené luční porosty s vysokou druhovou diverzitou, případně na jiné lokality, významné z hlediska druhové diverzity (opuštěné pískovny, lomy). Vhodným řešením je ukládání materiálu na využívané zemědělské pozemky s následnou kultivací, využití při výrobě kompostů nebo využití k rekultivaci skládek a rumišť. Každý z těchto způsobů je upraven zvláštními předpisy nebo normami, které mimo jiné limitují úroveň kontaminace toxickými kovy a organickými polutanty.

Každý revitalizační projekt musí obsahovat návrh využití zeminy a sedimentů. Je třeba posoudit stav ploch, na něž se má navázat. Nelze připustit poškození a ruderalizaci hodnotných ploch, jako jsou mokřady, louky a jiné plochy v nivách nebo opuštěné lomy a zemníky.

Zvláštním případem je výskyt ložiska humolitu - rašeliny nebo slatiny - v prostoru nádrže. Na jeho povrchu se přitom dnes již nemusí nutně vyskytovat živé rašeliniště či slatiniště. Rašelinný substrát, který může být skrytý v profilu dna nebo břehu, ovlivňuje chemismus vody v nádrži, což může být významné z hlediska celkové biodiverzity (např. litorálního pásma, ale i třeba vzácných mikroorganismů). Humolit obsahuje paleoekologicky a archeologicky využitelný záznam. Z profilu ložiska mohou být odebrány vzorky, ze kterých lze na základě identifikace nerozložených, fosilních zbytků organismů a jejich částí, zejména pylových zrn (obor zabývající se pylovými zrny - palynologie) vyčíst informaci o nejrůznějších přírodních poměrech v dávné minulosti. Ložiska humolitu tedy nejsou pouze zdrojem rozličně využívané suroviny, ale i jakýmsi „přírodním archivem“. **Je žádoucí, aby tato ložiska zůstala zachována v neporušeném stavu – tj. nesmí být odbagrována a materiál odvážen, ani nesmí být narušena jejich stratigrafie. Rovněž nesmí být tyto plochy odvodňovány,** což by se mohlo dít v důsledku výstavby doprovodných objektů, jako jsou obtokové strouhy apod. V důsledku odvodnění dochází k přístupu vzduchu a tím k rozkladu (mineralizaci) humolitu.

8.5 Objekty revitalizačních nádrží

Na revitalizační nádrže, v nichž je voda vzdouvána hrází, se vztahují technické a bezpečnostní požadavky plynoucí z ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže. Základem je takové provedení hráze a bezpečnostního přelivu, které neumožní přetečení hráze v místech, jež nejsou patřičně opevněna a mohla by být přetékající vodou poškozena. To by v krajním případě mohlo vést k destrukci hráze. Splnění

bezpečnostních požadavků garantuje projekt stavby a vodoprávní úřad, který ji povoluje. Výstavba malé vodní nádrže bez projektu a bez povolení vodoprávního úřadu není přípustná.

Stanoveným technickým a bezpečnostním požadavkům je nutno vyhovět. Je třeba tak činit způsoby, které jsou příznivé z hlediska revitalizačních efektů díla, jeho zapojení do krajiny a účelnosti vynakládaných prostředků. Z tohoto pohledu je nutná kvalitní projekční práce, která svoje nedostatky nenahrazuje nadměrným dimenzováním. Uvážlivě lze využívat skutečnosti, že do objemu 5 tis. m³ vody je ČSN pouze doporučená. Dimenzování objektů, opevňování ploch apod. musí být věrohodně dokládáno hydrotechnickými výpočty.

8.5.1 Hrázové těleso

Velikost a výška hrázového tělesa musí být v souladu s ČSN. Není však vhodné je nepodloženě předimenzovávat, aby v lokalitě, většinou údolní nivě, nevznikal zbytečně rušivý prvek. Uvážlivě nutno posuzovat především záměry staveb nádrží v lokalitách s velkým spádem, kde může být značně nepříznivý poměr mezi objemem hrázového tělesa a objemem zadržené vody.

Z hlediska revitalizace je třeba sledovat zejména:

- **Výšku hráze nad terénem a dosah v bocích údolí.**
- **Sklon a opevnění návodního líce.** Je opevnění stabilní, a přitom není předimenzované?
- **Převýšení hráze nad normální hladinou vody.** To je součtem hloubky ochranného prostoru nádrže, která odpovídá přepadové výšce v bezpečnostním přelivu, a převýšení koruny hráze nad maximální přípustnou úrovní hladiny. Nadměrnému převýšení hráze, které může významně narušit krajinné vyznění nádrže, lze předejít jednak navrhováním pouze opodstatněného převýšení koruny, jednak návrhem širší přelivné hrany bezp. přelivu.
- **Šířku koruny hráze.** Při šířce koruny 4 m je hrázové těleso podstatně mohutnější než při minimální pojezdné stavební šířce 3 m, ale zase např. umožňuje při vzdušné hraně výsadbu jednořadého stromořadí.
- **Komunikaci na hrázi.** Skutečně patří k revitalizační stavbě? (Výstavbu vozovek a mostů beztak nelze z revitalizačních prostředků financovat.)
- **Sklon vzdušného líce.** Podle starých zvyklostí se navrhovaly velmi strmé sklony 1 : 2,5 či dokonce 1 : 2. Takto provedená hrázová tělesa, zejména pokud jsou vyšší, působí v krajině velmi cize a zhoršují zapojení nádrže do prostoru. **Pokud to je účelné a nákladově přijatelné, je vhodné navrhovat mírnější sklon vzdušného líce, 1 : 3,5 a mírnější.** Nevýhodami jsou potřeba prodloužit výpustní potrubí a vytáhnout patní drén, výhodami mohou být lepší zapojení nádrže do prostoru, větší stabilita hráze, možnost umístění části nadbytečné méně kvalitní zeminy ze zátopy, lepší podmínky pro ozeleňování vzdušného líce a pro tvarování odpadu bezpečnostního přelivu.
- **Provedení návodního líce hráze.** Zpravidla by mělo postačovat opevnění kamenným pohozením v rozsahu kolísání hladin. Pokud by tento pohození přesahoval k hraně nebo do koruny hráze, prosype se zeminou, aby lépe zarostl. Nejspíše při rekonstrukci historické nádrže se může uplatnit tužší opevnění - kamenná rovnánina nebo dlažba na sucho. Tyto druhy opevnění jsou nákladné, ale úkryty mezi kameny mohou být atraktivní třeba pro raky. Opevnění tvárnice není u revitalizační nádrže přijatelné.
- **Tvarování a využití podhrází.** Mezi hrázi a soutokem odpadů ze spodní výpusti a z bezpečnostního přelivu často vzniká pozemek ve tvaru klínu, který je těžko přístupný a prakticky nevyužitelný. V některých případech je možné v tomto místě **v podhrázi vytvořit tůň**, která by pro oba odpady sloužila do jisté míry jako vývar a současně byla vítaným příspěvkem k rozčlenění vodního prostředí a obohacení biodiverzity.
- **Stav vegetace na staré hrázi.** Zásada maximální ochrany platí obecně. Velmi kvalitní stromy na hrázi, jejichž zachování není slučitelné s provedením technického zásahu, mohou být v krajním případě důvodem k tomu, aby bylo od rekonstrukce nádrže upuštěno.

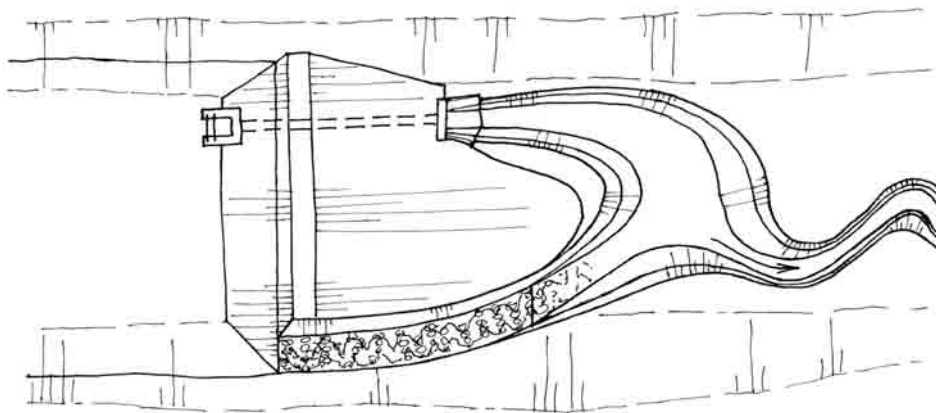
8.5.2 Bezpečnostní přeliv

Malá vodní nádrž musí být vybavena dostatečně kapacitním bezpečnostním přelivem. Přeliv by měl plnit svoje funkce při pokud možno citlivém provedení a přiměřených nákladech, kteréžto momenty spolu zpravidla souvisejí. Ne o všech návrzích přelivů lze říci, že jsou citlivé a úsporné. Problematické bývají monolitické sdružené objekty nebo přelivy s přepravovými hranami a odpadními koryty z litého betonu. Vhodnější bývají korunové přelivy opevněné kamenným zdivem nebo rovnáninou.

Mnoho záleží na umístění přelivu. Někdy bývá navrhován do údolnicové pozice, což se zdůvodňuje využitím původního koryta vodního toku pro vyústění odpadu. Pak ovšem musí konstrukce přelivu, ať je jakákoliv, překonávat největší spád. **Mnohdy by přitom bylo vhodnější umístit přeliv ke straně údolí, do zavázání hráze nebo v případě méně svažitého území i do rostlého terénu za zavázáním hráze.** Toto provedení má podstatné výhody – překonává se menší výškový rozdíl, odpad bezpečnostního přelivu může mít tvar zemního průlehu v rostlém terénu, případně může být od hráze odkloněn pouhým zemním bočním násypem. Méně sklonitý odpad vyžaduje méně mohutné opevnění. V některých případech je také možné do mírně sklonitého odpadu vestavět kamenitou kynetu, protékanou běžnými průtoky a průchodnou pro ryby. Taková kyneta může být úspornější a životaschopnější náhradou samostatného rybního přechodu, jehož budování bývá v případě malé vodní nádrže problematické.

Odpad z bezpečnostního přelivu je někdy v podhráží řešen jako plnokapacitní, výrazně zahlušený a silně opevněný kanál. A to i v případech, kdy to je evidentně zbytečné, neboť charakter pozemků pod hrází nebrání tomu, aby se přelivný proud v bezpečné vzdálenosti od paty hráze rozléval do plochy. Pokud pro to jsou prostorové podmínky, mělo by být zvažováno citlivější a úspornější řešení se **širším a mělkým příčným profilem odpadu**, až po tvar nenápadného, rozložitého průlehu. Pokud to podmínky umožňují, následuje **volně rozlité do nivy**. V tom případě může být pata hráze chráněna vhodně tvarovaným odkláňecím zemním výběžkem.

Dalším problémem bývá vlastní **konstrukce bezpečnostního přelivu**. Charakter poměrně úsporného a nenápadného průlehu může mít **korunový přeliv**. Někteří projektanti mají k tomuto objektu nechuť s tím, že plošné netvárné opevnění rozložitého korunového přelivu z cementovaných dlažeb nebo dokonce litého betonu špatně reaguje na sedání sypané zemní hráze, láme se a ztrácí funkčnost. Ovšem opevnění přelivu může být provedeno tvárnějším, a přitom úspornějším způsobem, kdy například mezi zděnými nebo gabionovými prahy, umístěnými v hranách koruny, je provedena kamenná dlažba na sucho nebo kamenná rovnánina.



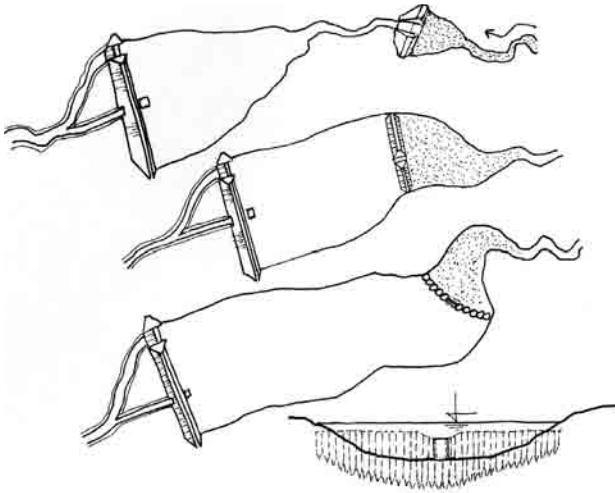
Prvky citlivého pojetí hráze a objektů nádrže. Vzdušní líc hráze je vytažen v mírném sklonu, což zlepšuje stabilitu, zapojení do krajiny a ozeleňování. Bezpečnostní přeliv je v boku hráze nasazen na rostlý terén svahu, jeho odpad má rovněž mírný podélný sklon, umožňující z kamene do betonu vytvořit kynetu, prostupnou pro ryby. V soutoku obou odpadů nevzniká jalový prostor, nýbrž tam je založena tůň, sloužící jako vývar i biotop.

8.5.3 Výpustné zařízení

Vzhled výpustného zařízení a přídavných zařízení rovněž ovlivňuje následné začlenění vodní nádrže do krajiny. Proto může být, kde je to účelné, vzhled betonových výpustí korigován oblakly z přírodních materiálů. Účelnost a funkčnost provedení však jsou na prvním místě.

U menších nádrží je v některých případech možné použít dřevěných požeráků. Ty je nutno dobře kotvit do dna, aby nevyplavaly vzlakem vody. Problémem je životnost jen částečně zatopeného dřeva.

8.5.4 Objekty k zachycování splavenin



Ochrana nádrží před zanášením splaveninami. Usazovací prostor v přítoku do nádrže, tvořený nízkou hrázkou nebo prohlubní. Ponořená zemní hrázka nebo ponořená palisáda v přítokové části nádrže.

Částečnou ochranu před zanášením splaveninami může poskytovat usazovací prostor, zařazený před nádrž nebo do jejího přítoku. U revitalizačních nádrží nejsou příliš vhodné technicky pojaté usazovací prohlubně či žlaby v přítoku. V úvahu přicházejí nejspíše dvě možnosti:

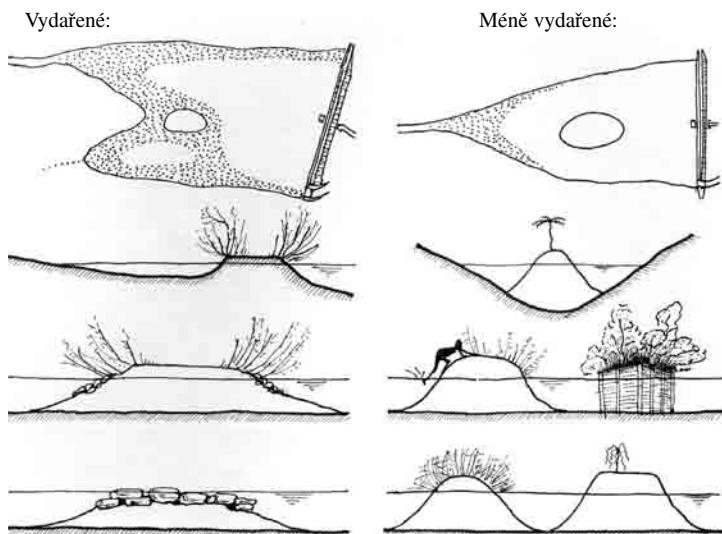
- **Tůň v přítoku do nádrže.** Pokud se počítá s těžebním sedimentu, bude se provádět z vody zemním strojem, stojícím na břehu tůně. Zpevnění břehu a příjezdu pro stroje nutno provést nenápadným způsobem, tradičními materiály. Panelové vozovky nepřipadají v úvahu. Při těžbě splavenin je třeba brát v úvahu možnost výskytu chráněných živočichů.
- **Usazovací prostor v přítokové části nádrže.** Od hlavního objemu nádrže je oddělen ponořenou zemní hrázkou nebo dřevěnou palisádou. V hrázi nebo palisádě je odhraditelný otvor, umožňující při vypuštění nádrže odvodnit také usazovací prostor. Pod hladinou trvalého zatopení může být skryta manipulační vozovka.

Dimenzování usazovacího prostoru (jakkoliv bude v reálu jen orientační) vychází z cíle, kterého má být dosahováno. Rozhodující objemy splavenin se dávají do pohybu za velkých vod, a na ty je třeba sedimentaci navrhovat. Na místních podmínkách, hydrologickém modulu toku a ekonomice stavby samozřejmě závisí, po jakou úroveň návrhové vody lze jít. Uspokojivé by například bylo, pokud by prostor poskytoval při Q_3 skutečnou dobu zdržení alespoň v minutách - pak by za tohoto průtoku působil jako lapač písku. Za běžných průtoků by takto mohl poskytovat skutečnou dobu zdržení v hodinách, takže by fungoval jako dobrá usazovací nádrž.

8.5.5 Revitalizační doplňky nádrží

Ostrůvky

Ostrůvky mohou být vhodným revitalizačním doplňkem, i když ne vždy se povedou. Jejich přínosem je vytvoření chráněného prostoru hlavně pro ptactvo, prodloužení břehové čáry a rozšíření mělkovodního



*Ostrůvky.
Nejpřirozeněji působí
rostlé ostrůvky v lito-
rálu.
Uměle vršené ostrůvky
musejí mít mírně sklo-
nitě a přiměřeně stabi-
lizované svahy.
K nevydařeným typům
patří „leklá velryba“,
zarostlá kopřivami, nebo
„překocný rendlík“.
Ostrůvek s laťovým plůt-
kem působí dojem plo-
voucí krabice a nikterak
nerozhojňuje pásmo mělké
vody.*

pásma. Budování ostrůvku může ušetřit náklady s vyvážením materiálu, těženého v zatopě. Ekologicky významný tzv. **ostrovní efekt** nastává, pokud je ostrov od břehu vzdálen alespoň 50 metrů a oddělen průlivem s pásem vody hluboké alespoň 1 metr. **Pro vodní ptáky má ostrov význam tehdy, je-li jeho plocha nejvýše 30 cm nad hladinou s pozvolnými břehy** - kvůli přístupnosti pro mláďata.

K ostrůvkům je třeba přistupovat uvážlivě, nevnucovat je do nádrží za každou cenu. Cílem revitalizací není budovat okrasnou japonskou zahradu, nýbrž prostředí co nejbližší přirozené české krajině. Přirozeně působí spíše v rozložitějších nádržích, kde mohou alespoň budít zdání **logické souvislosti s přirozeným průběhem plochého terénu nebo s izolovanými výstupy pevnějších hornin**. Naopak v sevřeném údolí vysočinské krajiny může ostrůvek působit nepřirozeně a zbytečně omezovat objem nádrže.

Z konstrukčního i krajinářského hlediska jsou nevhodnější **rostlé ostrůvky** vytvarované odtěžením okolního terénu. Zdařilé bývají mikroostrůvky v litorálu, ponechané kolem pěkných stromů nebo keřů, byť v tomto případě lze o „ostrovním efektu“ sotva mluvit. (Velmi přizpůsobivé pro toto řešení jsou vrby. V případě olší hrozí nebezpečí, že nesnesou změny hladiny vody, spojené s výstavbou.) Pro vodní živočichy jsou zajímavé částečně nebo zcela ponořené ostrůvky z velkých kamenů. Technické provedení **vršených ostrůvků** nebývá tak jednoduché, jak se může na první pohled zdát. Nutno počítat se sedáním, rozbředáním a rozmýváním. Svahy ostrůvku musejí mít stabilní sklon a v místě břehové čáry se v řadě případů uplatní opevnění kamenem. Není vhodné tvořit ostrůvky z nesoudržného bahna, těženého na dně nádrže.

Část ostrůvku vyčnívající nad hladinu je třeba tvarovat citlivě. Příliš vyvýšené ostrůvky s příkrými svahy mají redukované břehové pásmo, což je ekologickou nevýhodou a komplikací z hlediska dostupnosti. Ostrůvky stabilizované dřevěnými oplůtky nebo sruby nemají břehové pásmo vůbec a z dálky působí dojem plovoucí krabice.

Nový ostrůvek není dobré nechat zarůst kopřivami a bezem černým. Revitalizačnímu pojetí také příliš nevyhoví majitel - zvelebitel, který vysadí okrasnou kadeřavou vrbu nebo něco podobného, co se z dálky blíží oblíbené palmě z Nepraktových trosečnických ostrůvků. Pro stabilizaci břehů je vhodné husté osázení břehu ostrůvku domácími keřovými vrbami, které se záhy obejdu bez další péče a dají ostrůvku sympatický vzhled zelené kupy. Naproti tomu pro vodní ptáky, z nichž většina hnízí na zemi v bylinné vegetaci, je vhodná volná plocha - která však může vyžadovat udržovací sečení. Případné výsadby dřevin na ostrůvcích je třeba také chránit před zvěří, která v zimě přechází po zamrzlé hladině.

Velmi atraktivním biotopem je vnitřní vodní plocha (tůňka) na větším ostrůvku, bez povrchového spojení s nádrží. Obojživelníkům a ptactvu je zdrojem potravní nabídky a reprodukčním stanovištěm, protože v mělké, promrzající tůni je omezen výskyt ryb.

Ptačí kameny

Jednotlivé kameny či jejich skupiny mohou vyčnívat v litorálu nebo rozčleňovat břeh. Nutno ovšem zvažovat, zda se do toho kterého typu krajiny hodí. Velké žulové hlazany působí dobře na Sedlčansku, ovšem do křídý nebo do krasu nepatří.

Ptačí stromy

Mohutná souše na ostrůvku nebo v litorálu může být pro vodní ptactvo vítaným stanovištěm. Přirozené je využít soušku na místě vyrostlého stromu. Lze si představit i ptačí strom uměle vztyčovaný. V takovém případě je však třeba počítat s obavou z uvolnění či pádu stromu a jeho naplavení do bezpečnostního přelivu. Téměř uměleckým řešením by bylo spojit ptačí strom mocným řetězem, upevněným bezpečně nad odlamovacím krčkem kmene, s dostatečně mohutným ptačím kamenem, který by se tak stával kamenem kotevním.

8.6 Podmínky provozu revitalizačních nádrží

Provoz nádrží slouží uchování a rozvinutí revitalizačních efektů. Z toho plynou zejména tyto požadavky:

- V povolení ke zřízení nebo obnově je uveden účel nádrže, např. retenční, krajinetvorný s využitím pro extenzivní chov ryb. Dále je určena kategorie z hlediska rybářského hospodaření.
- Podmínky, s nimiž jsou svázány revitalizační efekty, jsou obsaženy v manipulačním řádu vodohospodářského díla. **Manipulační řád** obsahuje kromě jiného pravidla případného chovu ryb, obsádky, hlavní chovatelské kroky, způsob lovu; pravidla vypouštění a napouštění, a to mj. se zřetelem k zájmům ochrany přírody; zásady obhospodařování, resp. ochrany litorálního pásma, tůní, břehových porostů apod.; podmínky případného rekreačního využívání a dalších činností, které mohou být citlivé z hlediska revitalizačního efektu.
- Nádrž je udržována a provozována tak, aby plnila stanovené funkce. Nemění se účel využívání nádrže, stanovený při zřizování díla. Jakékoliv případné změny je nutno projednat s orgány ochrany přírody, v případě programové revitalizace též s poskytovatelem dotace.
- Nádrž není využívána pro intenzivní chov ryb, není prováděno hnojení a krmení. Chov drůbeže je zpravidla vyloučen zcela. Podmínky chovu ryb jsou stanoveny v souladu se zájmy revitalizace - viz dále.
- Manipulace s nádrží probíhá s ohledem na zájmy ochrany přírody, a to pouze v souladu s manipulačním řádem. Havarijní apod. výjimky je třeba projednávat s orgány ochrany přírody. Zejména není vhodné jarní vypouštění, které by narušovalo rozmnožování vodních živočichů.
- Pro některé vícefunkční nádrže mohou být zvlášť stanoveny podmínky soužití přírodních funkcí, rybářství a rekreace. Například jeden břeh a přítokové partie nádrže může být vyhrazen jako klidová přírodní zóna, zbytek obvodu může být přístupný pro rybáře a koupající se.
- Na pozemcích revitalizačního díla není přípustné budovat další stavby a objekty, jako třeba rekreační boudy, kiosky, parkoviště, příkrmovací a odchovná zařízení. Zpravidla se neumožňuje vjezd motorových vozidel.
- Pozemky revitalizačního díla není přípustné oplocovat (s výjimkou dočasných oplocenek na ochranu výsadeb).
- Rekreace je přípustná pouze v extenzivní podobě, bez technických úprav. Revitalizační nádrže nelze provozovat jako koupaliště se vstupným.
- Na pozemcích revitalizačního díla lze používat chemické prostředky k hubení plevelů a škůdců jen výjimečně, se souhlasem orgánu ochrany přírody.
- Majitel nádrže odpovídá za dodržování stanovených podmínek a za pořádek na pozemcích díla.

8.7 Revitalizační nádrže z hlediska druhové diverzity

U nádrží, jejichž výstavba nebo obnova je financována z prostředků revitalizací, je nezbytné, aby byly vytvořeny podmínky pro rozvoj biodiverzity, tj. pestrých rostlinných a živočišných mokřadních a vodních společenstev. To je možné ovlivnit vhodnými opatřeními jak při projektování a výstavbě nádrže, tak při jejím provozu, zejména stanovením vhodné rybí obsádky.

Velmi důležité je vytvoření pobřežní (litorální) vegetace alespoň na části pobřeží nádrže. Zásadním faktorem, který rozhoduje o možnosti vytvoření litorální vegetace, je ponechání či vytvoření mělčin, kde výška vodního sloupce bude dosahovat jen několik decimetrů, zpravidla ve vtokové části a při březích nádrže. Plocha těchto mělčin může být velmi variabilní dle lokálních podmínek, neměla by však zpravidla klesnout pod 10% katastrální plochy nádrže, za optimum lze považovat asi 10 – 30% plochy rybníka. Při vhodném hospodaření zarostou tyto mělčiny rychle mokřadní a litorální vegetací (vysoké ostřice, sítiny, rákos, orobince, zblochan, skřípínek atd.), které poskytují prostor pro hnízdění vodních a mokřadních ptačích druhů, úkryt pro larvy obojživelníků apod. Tyto mělčiny by měly plynule přecházet do okolí nádrže, tj. měla by být pokud možno vytvořena široká přechodná zóna mezi pobřežím nádrže a okolními biotopy (např. vlhkými loukami) s postupným přechodem litorální, mokřadní a luční vegetace. Na tyto požadavky je nutno pamatovat při projektování konfigurace dna a břehových partií budoucí nádrže.

Důležité je také zakotvit požadovanou úroveň hladiny nádrže do vodoprávních rozhodnutí (rozhodnutí o nakládání s vodami, příp. manipulační řád), protože nevhodnou manipulací, např. výrazným zvýšením úrovně hladiny ve vegetační sezóně, může být proces vytváření litorální vegetace zmařen.

Jednou z nejdůležitějších okolností, která rozhoduje o vytvoření pestrých rostlinných a živočišných společenstev na vybudované či obnovené nádrži, je **správné stanovení velikosti (tj. hmotnosti) rybí obsádky a jejího druhového složení.** U většiny hospodářsky využívaných rybníků se dnes totiž setkáváme s tím, že velmi husté rybí obsádky (v letním či podzimním období často 1000 kg/ha i více) vyžírají všechnu dostupnou potravu v rybníku, tj. bentické i planktonní bezobratlé, víří drobné částičky sedimentů dna při vyhledávání potravy a intenzivním rytím ve dně znemožňují růst litorální vegetace. Výsledkem jsou rybníky se silným vegetačním zákalem, způsobeným přemnožením drobnohledných řas, s průhledností vody zpravidla menší než 20 cm, bez přítomnosti vyšší vodní a podvodní vegetace a s minimálním množstvím bezobratlých živočichů, bentických i planktonních. Silný vegetační zákal dále ztěžuje růst litorální vegetace. V těchto podmínkách jsou samozřejmě velmi nízké hustoty vodních ptáků, kteří zde nenacházejí dostatek potravy ani litorálních porostů pro úspěšné hnízdění. Také larvy obojživelníků jsou kvantitativně vyžírány hustými obsádkami ryb, při absenci litorálních porostů nemají žádnou možnost úkrytu.

Revitalizační nádrže mají být obhospodařovány extenzivně. Kromě nepřipustnosti hnojení a krmení ryb to znamená nasazovat pouze takové hustoty obsádek, které nebudou působit destruktivně na ostatní složky ekosystému nádrže. V případě chovu kapra to znamená množství násady do 50 kg/ha na 1 m průměrné hloubky s výjimkou prvních zhruba dvou let po napuštění, kdy může být obsádky vyšší (vysvětlení viz. příklady vhodných obsádek). Dobrým kritériem, zda velikost rybí obsádky byla stanovena správně, je průhlednost vody v nádrži. Ta by i v letním období neměla klesnout pod 50 cm. Důležitým ukazatelem je také přítomnost velkého zooplanktonu, zejména velkých perlooček r. *Daphnia*, které se živí drobným fytoplanktonem a zabraňují tak vzniku vegetačního zákalu vody. Vysoká průhlednost vody umožňuje rozvoj submerzní a litorální vegetace i populací fytofágních (rostlinožravých) druhů bezobratlých, které jsou na ni vázány.

Příklady vhodných rybíh obsádek pro revitalizační nádrže

Horské a podhorské oblasti:

- Pokud klesá pH k hodnotě 4 nebo dokonce pod ní, a to i periodicky po malou část roku, je lokalita

nevhodná pro ryby. Takové nádrže mohou skutečně zůstat bez ryb. Určitou výjimkou může být v místech s mírně příznivější hodnotou pH siven americký, který kyselou vodu relativně dobře snáší, jeho využití v revitalizačních nádržích však není vhodné a žádoucí, protože se jedná o nepůvodní rybí druh.

- V případě příznivějšího pH je vhodné do obsádky zařadit střevli potoční (hodnota pH 5,5 je limitní pro její rozmnožování), která však vyžaduje možnost střídání prostředí v rybníce s vodním tokem, především v době rozmnožování (v těchto oblastech se jedná nejčastěji o květen až srpen). Její úspěšné přežívání není podmíněno úplnou absencí výskytu pstruha potočního, čili není překážkou jeho případný výskyt v toku na kterém je nádrž vybudována, vyloučeno je ovšem samozřejmě intenzivní vysazování pstruhů obecných i duhových. Pro vysazení střevle je nutné použít vhodnou populaci, tzn. takovou, která je původní v nejbližším povodí (pokud existuje, jinak populaci nejbližší z hlediska hydrologické sítě) a která zároveň nebude ohrožena odebráním určitého počtu jedinců pro nádrž. Nasazené množství střevle by se mělo pohybovat okolo 1000 ks ryb na 1 hektar. Nasazení je ideální na jaře (nejpozději v dubnu), aby se ještě v tomtéž roce mohly střevle v nádrži, resp. jejím přítoku, vytrít. U těchto nádrží se nepředpokládá pravidelné slovození, možné je ho doporučit při zjištění většího množství pstruhů v nádrži. V tom případě musí být obsádka střevle šetrně slovena a po zastavení nádrže puštěna zpět.
- V podhorských oblastech je možné do revitalizačních nádrží nasadit i další druhy ryb, jako je mřenka mramorovaná a hrouzek obecný v početnosti 100-200 dospělých jedinců/ha, a již také některé hospodářsky významné druhy - v menším množství kapra a lína (pokud se počítá s pravidelným lovením nádrže potom by množství násady u kapra nemělo přesáhnout 30 kg/ha, u lína 10 kg/ha). U hlubších nádrží je možné doplnit obsádku o menší množství síhů (nasadit raději několik větších jedinců, cca. 10 ks/ha, protože plůdek je významným planktonofágem!) nebo jelce tlouště v počtu 15-30 ks dvouletých ryb/ha.

Teplejší oblasti pahorkatin a nížin:

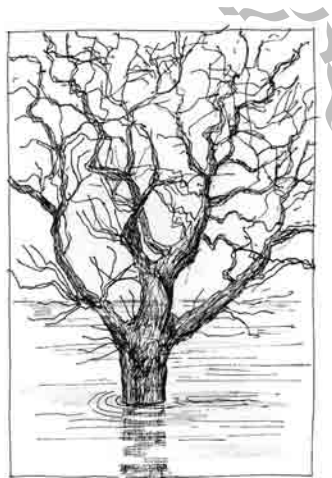
- Nádrže mohou být použity k extenzivnímu kaprovému hospodaření, obsádka by měla mít maximální iniciální hmotnost 50 kg/ha v případě jednohorkového hospodaření. V případě dvou- a vícehorkového hospodaření by měla být násada ve velikosti K_1 v počtu do 200 ks/ha.
- V prvních dvou letech po napuštění nové nádrže (nebo i obnově zaniklé) je možné množství nasazeného kapra zdvojnásobit (nasadit až 100 kg/ha), čímž se předejde rychlému zárůstu nádrže nežádoucí submerzní vegetací. Poté se obsádka sníží a bude tam umožněn rozvoj ochrannářsky významných a chráněných druhů rostlin.
- Vhodné je využívání revitalizačních nádrží pro chov plůdku kapra bez omezení početnosti.
- Z ostatních hospodářských druhů je vhodný chov lína v nasazeném množství do 10 kg/ha a v hlubších nádržích v místech, která nejsou významná pro rozmnožování zvláště chráněných druhů obojživelníků obojživelníků, je možný chov candáta obecného. Jeho množství by v závislosti na výskytu drobnějších rybích druhů nemělo překročit 50 ks/ha při velikosti násady Ca_2 nebo 200 ks/ha Ca_1 . Pokud dojde v nádrži k masivnějšímu namnožení vedlejších rybích druhů (včetně přirozeného výtěru lína), je možné vysadit, vždy však raději po předchozím souhlasu odborné instituce ochrany přírody, štika obecnou v množství do 20 ks/ha \dot{S}_1 nebo 200-300 ks/ha \dot{S}_2 . Z dalších druhů je vhodné podporovat chov karase obecného, slunky obecné, mřenky mramorované a hrouzka obecného, v místech s výskytem vodních mlžů rovněž hořavky duhové a v teplejších oblastech (Jižní Morava, Poodří aj.) piskoře pruhovaného. U posledně dvou jmenovaných druhů je však velmi důležité dbát na původnost násad v povodí, v opačném případě je lepší druhy z obsádky vynechat.
- Průtočné nádrže s tvrdším dnem mohou být využívány pro chov násad rheofilních (proudofilních) druhů ryb pro vysazování do vodních toků. To se týká především parmy obecné, ostroretky stěhovavé, podoustve říční, mníka jednovouseho, jelce tlouště a dalších druhů. Podmínkou je opět samozřejmě extenzivní chov, který vychází z přirozené produkce nádrže. Při chovu těchto druhů je v dnešní době nutné spolupracovat s Českým rybářským svazem, je však nutné předem domluvit rozsah revírů a lokalit, do kterých může být (opět z hlediska původnosti populací) druh z konkrétní nádrže vysazován.

Do revitalizačních nádrží nepatří v žádném případě amur bílý, okoun říční a sumec velký.

Využití revitalizačních nádrží pro sportovní rybolov

Sportovní rybolov na revitalizačních nádržích má své výhody i nevýhody. Mezi výhody je možné počítat především stálou regulaci rybích obsádek odlovem na udici, přičemž preferovaným a nejčastěji loveným druhem je kapr obecný. Vhodnými druhy jsou dále lín a candát, naopak by neměl být opět v žádném případě vysazován amur, okoun a sumec. Nádrže využívané tímto způsobem se zpravidla nevypouštějí a poskytují dobré podmínky pro život permanentní vodní fauny, ať jsou to již bezobratlí nebo ryby. Jako příklady lze uvést raka říčního, škebli rybničnou nebo různé druhy vážek a samozřejmě také některé méně časté druhy ryb, jako jsou mřenka mramorovaná, slunka obecná, hořavka duhová nebo karas obecný, případně i druhy zvláště chráněné- střevele potoční nebo piskoř pruhovaný. Naopak nevýhodou tohoto způsobu využívání revitalizačních nádrží je mnohem intenzivnější pohyb rybářů v okolí nádrže než v případě „klasického“ rybníkářského využívání. V každém případě je tedy nutné pro provoz sportovního rybolovu na nádržích obnovených či nově vybudovaných v rámci revitalizací stanovit omezující podmínky, například omezení vstupu do určitých částí břehů, omezení počtu lovcích, omezení doby lovu (jak denní tak i v průběhu roku) a pochopitelně také předepsanou obsádku. V tomto případě velmi záleží na znalosti místních poměrů a dosavadních zkušenostech s místní organizací Českého rybářského svazu.

9. REVITALIZACE JAKO SOUČÁST PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ



Opatření, posilující přirozený ráz koryt vodních toků a niv, mohou současně přispívat k protipovodňové ochraně. Základní řešené úlohy mohou být tyto:

- **Zpomalení postupu povodňové vlny a snížení úrovně její kulminace** zmenšením kapacity koryta a rozlívem v nivě.
- **Podpora přirozených forem retence povodňových vod ve sníženinách, vyhloubených v nivě** (včetně obnovených nebo napodobených přirozených retenčních prvků - starých ramen a tůní).
- **Revitalizačními způsoby provedené zvětšení průtočné kapacity koryta nebo nivy** uvnitř zástavby nebo těsně pod ní.
- **Zadržetí částí povodňových vod ve vícefunkčních, polosuchých poldrech.**

Tyto přístupy se mohou vhodně kombinovat a doplňovat.

V našich podmínkách se vodní hospodářství teprve propracovává od jednostranně hydrotechnického pojmání protipovodňové ochrany (kapacitní koryta, ochranné hráze, nádrže, suché poldry) k pochopení velmi výhodného propojení revitalizačních a protipovodňových opatření. V pokročilejším zahraničí však jsou komplexní přístupy tohoto druhu běžné. Například v Německu jsou uskutečňovány i v nivách větších řek poměrně velké úpravy, které za velkých vod posilují retenci nebo naopak průtočnou kapacitu území, kdežto v „dobách míru“ se uplatňují jako součást přírodního prostředí.

Toto pojetí vychází ze dvou důležitých principů:

1. Diferencované přístupy k nivám a korytům vodních toků z hlediska provádění povodní:

- **V obcích a vůbec v územích, která vyžadují ochranu před zaplavením, je na prvním místě ochrana lidí a majetku. Proto tam jsou potřebná dostatečně kapacitní koryta vodních toků.**
- **V úsecích mimo zastavěná území spíše podporujeme malou kapacitu koryt, a tedy tlumivé rozlévání povodní v nivách.**

2. Víceúčelovost prostředí koryt a niv. Není racionální, aby určité části krajiny sloužily buď jenom tlumení povodní, nebo jenom byly přírodními územími, pokud lze tyto dvě funkce výhodně spojit.

9.1 Zpomalení postupu povodňové vlny a snížení úrovně její kulminace zmenšením kapacity koryta a rozlívem v nivě

Tyto efekty přinášejí i běžné podélné revitalizace, které velmi kapacitní, nepřírodně zahloubená, napřímená a hydraulicky hladká upravená koryta nahrazují koryty přírodě blízkého charakteru, která mají výrazně menší kapacitu, jsou výrazně mělkší, v půdorysu, příčném a podélném profilu členitá. Řešení tohoto druhu se uplatní zejména v úsecích toků a niv mimo obce, kde je povodňový rozlív přípustný. Může být významné zejména v síti drobných vodních toků při ochraně sídel před krátkodobě dynamicky působícími povodněmi.

Konkrétní příklad, dokumentující vliv revitalizace drobného toku na průběh povodně, uvádí Matoušek:

Horní úsek podhorského potoka Borové na Českokrumlovsku byl komplexně revitalizován v letech 1998

až 2002. Těžce upravený meliorační kanál byl na délce cca 3 km nahrazen novým korytem přírodě blízkých tvarů a částečně proměněn v nesouvislou soustavu tůní. V srpnu 2001 zasáhl povodí místní extrémní příval o úhrnu 70 až 99 mm, který na potoce způsobil bleskovou povodeň. Hydraulickými výpočty bylo následně stanoveno, že závěrným profilem revitalizovaného úseku prošel kulminační průtok $21,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zejména v horní části úseku dosahovaly kulminační průtoky úrovně Q_{100} . Nedávno předtím dokončená revitalizační stavba přečkala tuto událost se škodami, které byly poměrně zanedbatelné ve srovnání s destrukcemi, k nimž došlo v níže ležících upravených úsecích, jež nebyly revitalizovány. Následně bylo provedeno podrobné hydraulické vyhodnocení události. Podle něho, pokud by tentýž příval zasáhl povodí před revitalizací, místo výše uváděné hodnoty $21,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ by kulminační průtok dosáhl cca $26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. To znamená, že účinkem revitalizace se kulminační průtok zmenšil o víc než 20 %. Díky malé kapacitě revitalizačního koryta a rozlivu povodňové vlny do nivy probíhalo kulminační proudění při rychlostech příliš nepřesahujících $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Takovým rychlostem revitalizační koryto i povrch nivy v podstatě odolaly. Upravené koryto z doby před revitalizací by za srovnatelných podmínek bylo vystaveno rychlostem proudění i přes $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tomu by sotva odolalo i těžké opevnění tvárnici – jak v realu ukázal obří výmol v níže ležícím upraveném úseku.

Revitalizace tedy měla následující účinky:

- Zmenšení kulminačního průtoku.
- Zmenšení rychlostí proudění za povodně.

V obou těchto aspektech není revitalizace absolutním, vše zachraňujícím řešením, její příspěvky však nejsou nikterak zanedbatelné.

Příležitostně se objevuje názor, že nahrazení upraveného koryta o kapacitě například Q_5 („pětiletá voda“) přírodě blízkým malokapacitním korytem již nemá vliv na povodně přesahující kapacitu původního koryta (třeba Q_{50}), neboť průtokové množství překračující kapacitu koryta se tak jako tak rozlévá do nivy. Skutečnost je složitější. Zatímco velmi malé koryto, třeba o kapacitě Q_{30d} , se za mimořádně velkého průtoku s velkou pravděpodobností ocitne v obalové vrstvě proudění (proudící voda je „přeskočí“), velkokapacitní regulované koryto naopak i po vyběžení vody do nivy představuje výraznou dráhu, v níž se proudění soustřeďuje v mimořádně velkých rychlostech. Existence takovéto predisponované dráhy má velký vliv na celkovou rychlost a kulminační úroveň povodňového proudu. To ukazují i příklad z Borové.

Běžná i popovodňová údržba koryt toků v úsecích, kde má být podporován povodňový rozliv, by se měla provádět jen v takové míře, aby zbytečně nezvětšovala jejich průtočnou kapacitu, resp. aby udržovala průtočnost právě na potřebné úrovni. Zpravidla není žádoucí v těchto úsecích těžít z koryt usazeniny, odstraňování bariér z plávi se provádí jenom tam, kde je to vysloveně nezbytné.

Údržbu zaplavovaných niv je vhodné provádět tak, aby v nich neleželo nadměrné množství materiálu, který by mohl být unášen a mohl by ucpávat propustky, mosty, bezpečnostní přelivy nádrží a podobná citlivá místa. To znamená, že v nivách by nemělo dlouho ležet seno a sláma a snadno odplavitelné dříví.

Odolnost povrchů vůči zaplavení

Povrchy niv, které pokrývají louky, pastviny, neobdělávané plochy, vlhké háje a mokřady snášejí bez problémů i vícedenní zaplavení. Ovlivnění jejich biotopů zaplavením je přirozené a z řady ohledů žádoucí. Některé části nivy ovšem mohou pokrývat intenzivní zemědělské kultury, kterým má být poskytnuta jistá úroveň ochrany – kapacita koryta a nivy je navrhována tak, aby k zatopení těchto ploch došlo až od určitého průtoku. Pak ovšem nutno počítat s tím, že pokud bude mezní průtok překročen, i krátkodobé zatopení pěstované kultury pravděpodobně zničí.

9.2 Podpora přirozených forem retence velkých vod v nivách

Přirozené retenční účinky mají volné prostory v nivách, které se za velkých vod zaplňují bočně nebo

přetečením přirozených výškových překážek. Po opadnutí velkých vod se vyprazdňují přímo nebo kombinací vsaku a výparu. V obdobích mezi povodněmi se uplatňují jako hodnotná přírodní území. V přírodě takto působí jak aktivní, tak stará postranní a povodňová ramena a tůň. Z objektů, vytvořených člověkem, mohou mít i spontánně tyto účinky například různé těžební jámy.

Retenční revitalizace tohoto druhu se v zahraničí provádějí i v dosti velkém rozsahu. Například na německé řece Mohanu (projekt Ebensfeld - Unterbrunn) se využívá usměrněné těžby štěrkopísků k vytváření nové, výrazně zvlněné trati řeky a rozlehlých nivních sníženin, v nichž se za běžných podmínek nalézají tůň a členité mokřadní biotopy a které se za povodní naplní vodou.

Tyto revitalizace mohou zčásti obnovovat původní strukturu starých ramen a tůní. Zčásti jde o novotvorbu, která ovšem v každém případě co nejlépe využívá místních podmínek, přihlíží ke všem znalostem o průběhu řeky a jejich ramen v minulosti a bere ohled na existující přírodní hodnoty území.

9.3 Revitalizační zvětšování průtočné kapacity koryt a niv

Jedná se o ne zcela typické uplatnění revitalizací, které se jinak převážně snaží průtočné kapacity koryt zmenšovat. Může řešit tyto situace:

- Zastavěná území sídel, kde je prioritou ochrana sousedních území a objektů před zaplavením.
- Dolní okraje sídel a úseky bezprostředně pod sídly, kde je ze stejných důvodů třeba čelit zpětnému vzdouvání povodňových proudů.
- Široké, ploché nivy, které původně trpěly zaplavováním v celé šířce, a nyní je účelné rozdělit je v podélném směru na část chráněnou a na část zaplavovanou. Zaplavovaná část se vyvíjí současně jako přírodní nebo přírodě blízké území. Pokud je toto rozdělení podpořeno podélnými ochrannými hrázemi, trváme na přírodním charakteru území mezi hrázemi.

Ani tam, kde je potřeba zajistit velkou průtočnou kapacitu, nejsou ani nejlepším, ani jediným možným řešením technicky pojaté, odpřírodněné průtokové kanály. Základní metody revitalizačního řešení jsou:

- **Rozšíření upraveného koryta „položením“ břehů do rozevřenějšího příčného profilu.** Při tomto zásahu je přiležitost rozčlenit alespoň průběh břehových čar.
- **Vyhloubení aktivních postranních ramen** v přírodě blízkých tvarech.
- **Obnovení či vytvoření povodňových průlehů** se zbytky či napodobeninami starých ramen, tůní a mokřadů. Jednotlivé tůň a mokřady v povodňovém průlehu mohou být propojeny protékaným paralelním korytem, odbočeným z hlavního koryta, nebo postranním přítokem. Takto se při revitalizaci posílí korytní složka vodního prostředí v nivě.

Kapacita rozšířených koryt, povodňových postranních ramen nebo průlehů vychází z potřeb, plynoucích z koncepce lokálního protipovodňového řešení. Jejich návrh, a to zejména co se týče vlivu na rychlost povodňového proudění, by však měl samozřejmě brát ohled také na níže položené části povodí - **urychlování průběhu povodňových vln nad nezbytně nutnou míru není přípustné.**

Provedení těchto prvků je podřízeno jejich víceúčelovosti. **Nezbytný je určitý kompromis mezi hydraulickou hladkostí na jedné a členitostí a ozeleněním na druhé straně.** Jen tak se může jednat o revitalizační díla. Hydraulicky hladké kanály bez vegetace nelze pokládat za revitalizační objekty, nýbrž za pouhé hydrotechnické stavby.

9.4 Nízké, víceúčelové protipovodňové poldry

Zvláštním druhem malé vodní nádrže je protipovodňový poldr. Celý jeho zádržný prostor (**jednoúčelový suchý poldr**) nebo jeho větší část (**poldr s částečným stálým nadržněním**) slouží krátkodobému zachycování povodňových průtoků. Protože základním funkčním prvkem je hráz, která vzdouvá vodu,

vztahují se na poldry technicko - bezpečnostní pravidla, jimiž se řídí výstavba a provoz malých vodních nádrží. Konstrukce poldru zajišťuje tyto funkce:

- za normální hladiny protékají běžné průtoky;
- za větších průtoků, přesahujících kapacitu spodní výpusti, se plní retenční prostor poldru;
- po zaplnění retenčního prostoru se zapojuje bezpečnostní přeliv, který nedovoluje překročit maximálně přípustnou úroveň hladiny;
- po odeznění povodňového přítoku do nádrže voda z retenčního prostoru postupně odtéká spodní výpustí, až po dosažení normální hladiny;
- v případě potřeby lze celý prostor vypustit a vyčistit.

Dimenzování spodní výpusti a bezpečnostního přelivu je záležitostí hydrotechnického návrhu stavby. Dosud nejčastěji byly poldry opatřovány sruženými objekty, ve spodní výpusti bývá zařazen výtok škrťcím otvorem nebo škrťcí trubní tratí. Nastavení škrťcího prvku je zpravidla možné provozně doladovat.

Pokud je autorům známo, dosud nebyla v našich podmínkách prověřena **koncepce poldru, který za běžných průtoků nebude působit jako migrační překážka pro vodní živočichy**. Pro uplatnění na vodnějších, zarybněných potocích však bude takové řešení nezbytné. V tomto případě nelze vést běžné průtoky volným přepadem přes přelivy ani škrťcími trubními tratěmi. V úvahu připadá otevřená trať s potřebnými hloubkami, sklony, rychlostmi a zdrsněním dna, vytvořená v souladu se zásadami budování rybích přechodů. Průběh této trati uzavřeným profilem odpadního potrubí je třeba minimalizovat. Škrťení průtoku je možné deskovou hydraulickou clonou nebo otevřeným škrťcím kanálem, nikoliv trubní škrťcí tratí.

Funkčně lze poldry dělit na:

- **Jednoúčelové suché poldry**, sloužící pouze zadržení povodňových průtoků, bez částečného stálého nadržení, s hospodářsky využívanou zátopovou plochou. **Nejedná se o revitalizační zařízení, nýbrž o technické vodohospodářské stavby**. Od výstavby jednoúčelových poldrů se v dnešní době upouští kvůli problematické využitelnosti jejich plochy a v případě některých již realizovaných suchých poldrů se uvažuje přinejmenším o částečném zatopení. Hlavním důvodem je to, že původně předpokládané zemědělské obhospodařování zátopové plochy nebývá příliš rentabilní.
- **Víceúčelové poldry**. Běžný je poldr s částečným nadržением, který se uplatňuje jako malá vodní nádrž. **Za revitalizační objekt lze pokládat poldr, který nelikviduje hodnotné přírodní území, nýbrž naopak je budován v území ekologicky degradovaném s tím, že jeho zátopa a příslušné obvodové území budou přírodního nebo přírodě blízkého charakteru**. Takový poldr znamená nejen posílení protipovodňové ochrany, ale také obohacení přírody a krajiny.

Revitalizačním objektem je poldr, který přináší tyto revitalizační efekty:

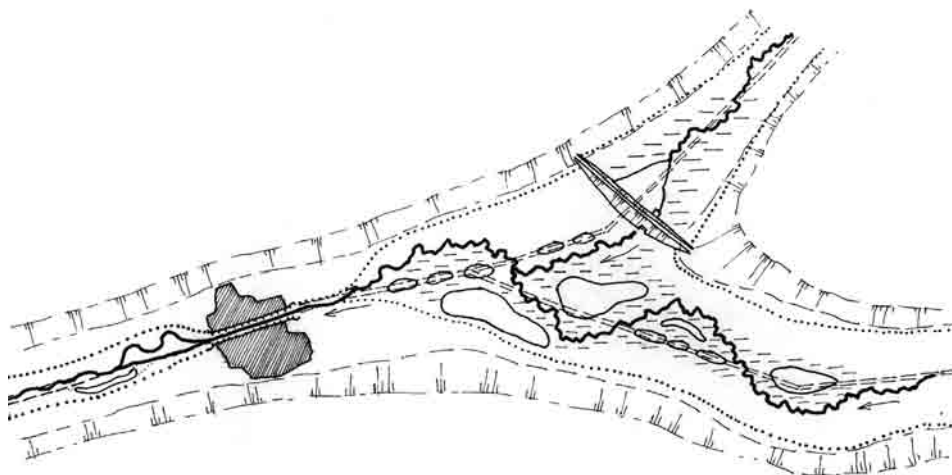
- Má **částečné stálé nadržení vody**, takže plní běžné biotopní, vodohospodářské, případně též rekreační funkce malé vodní nádrže. Mělké zatopení, neumožňující chov ryb, posiluje funkci biotopu obojživelníků, ptactva apod.
- V zátopové ploše poldru jsou vytvořeny další **hodnotné biotopy – tůňe a mokřady**.
- Zátopová plocha poldru a pokud možno i její širší ochranný obvod, které byly původně zemědělsky intenzivně obdělávány nebo ruderalizovány, jsou proměněny v luka či háje, zhodnoceny výsadbami zeleně apod.

Podmínkou revitalizačního charakteru poldru je také **citlivé tvarování hráze a objektů** (zejm. mírný sklon vzdušního líce) a **ozelenění koruny a vzdušního líce hráze**.

Částečné stálé nadržení vody, a tedy trvalé zvlhčení alespoň spodní části hráze, je příznivé též z hlediska stability objektu. Na tu panují i mezi hydrotechniky různé názory. Někteří se ke stabilitě a bezpečnosti poldrů obecně vyjadřují kriticky. Za rizikový moment pokládají velmi rychlé napouštění nádržního prostoru se suchou hrází, která může být navíc poškozena hlodavci. **Za problematickou**

pokládají někteří odborníci výšku hráze nad 3 metry. Varují, že průlomová vlna v případě porušení hráze naplněného poldru by byla mnohonásobně větší než povodňový průtok, k jehož transformaci je polder navrhován. Přijetí tohoto názoru vyřazuje poldry s vysokými hrázi a **omezuje použití tohoto typu objektů spíše na ploché, nížinné terény, kde bude významné kubatury poldru dosaženo velkou rozlohou zátopy.**

Na zatápěnou plochu poldru jsou kladeny stejné požadavky jako na plochy zaplavovaných niv. Běžné porostní formace, které tu přicházejí v úvahu, snášejí i vícedenní zaplavení. **Bezproblémovými dřevinami pro zatápěné plochy poldrů jsou zejména vrby,** v obvodových částech, zatápěných méně často a na kratší dobu, se velmi dobře uplatní například duby.



Diferencovaný přístup k různým úsekům drobného vodního toku a jeho nivy. V obci a v její blízkosti je vybudováno kapacitní koryto, které chrání zástavbu před zaplavením. Bezprostředně pod obcí bylo vyhloubeno paralelní rameno, které posiluje povodňovou průtočnost a omezuje zpětné vzdutí směrem do obce. Naopak v úseku nad obcí jsou provedeny soustavné revitalizace, podporující tlumivý rozliv povodňových průtoků v nivách. V nivě byly vedle malých biotopních tůní vyhloubeny větší retenční prohlubně. Na přítoku stojí polosuchý víceúčelový polder.

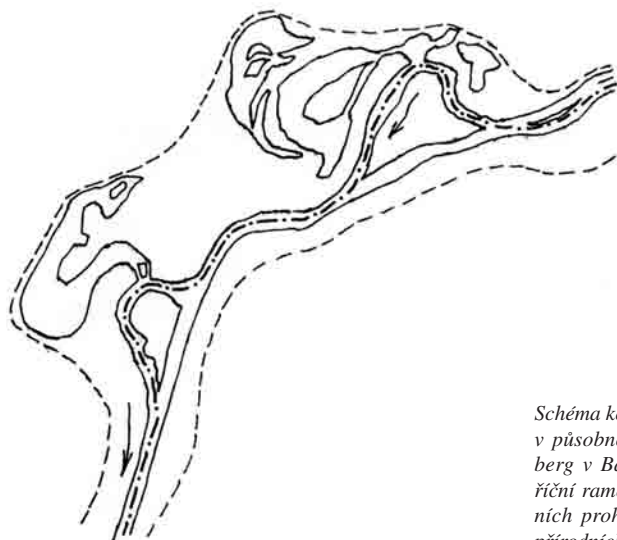
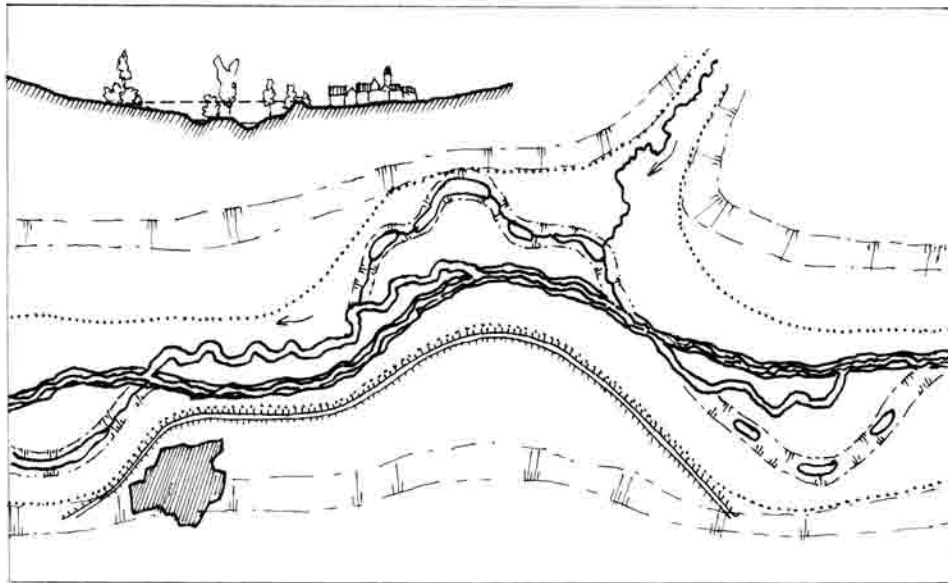
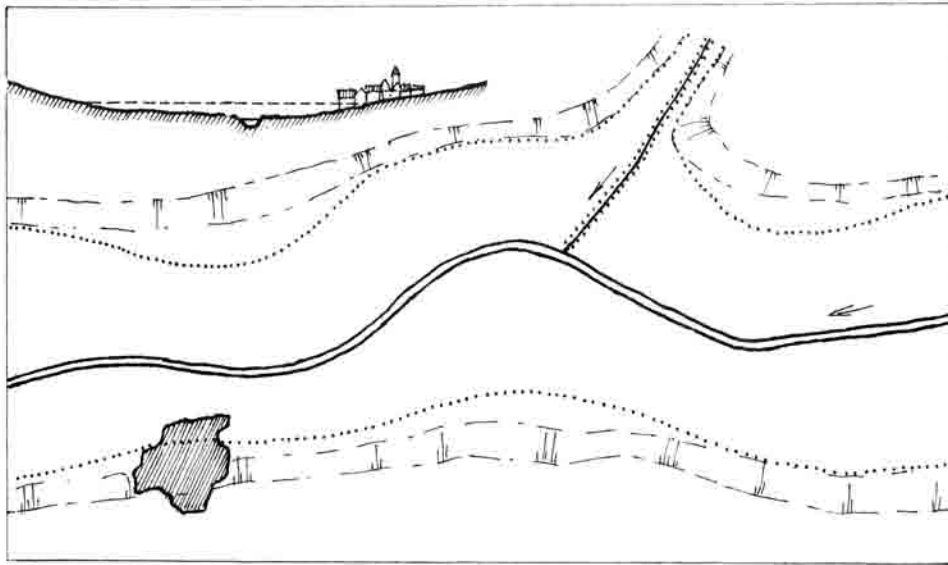
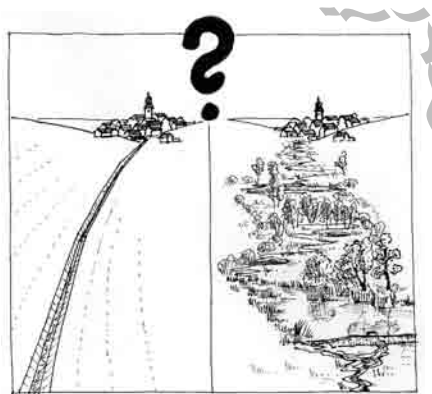


Schéma komplexní revitalizace nivy řeky Rodach v působnosti Vodohospodářského úřadu Bamberg v Bavorsku. Revitalizaci tvoří obnovená říční ramena a rozsáhlá soustava tůní a retenčních prohlubní, která slouží současně rozvoji přírodních prvků a protipovodňové ochraně.



Rozdělení ploché říční nivy na část chráněnou před povodněmi a na část zaplavovanou. Ve výchozí situaci (nahore) byl sice vodní tok regulován, přesto docházelo k nekontrolovatelnému zatápnění ploch v celé nivě. Základem revitalizace nivy (dole) je vytvoření přírodě blízkého říčního koridoru o větší povodňové průtočnosti (rozvolnění samotného koryta řeky, vyhloubení paralelních ramen a povodňových průlehů se soustavou tíni). Tím se omezí zatápnění některých ploch na okraji nivy, které tak mohou být lépe obhospodařovány. Některé části nivy, zejména se zástavbou obcí, mohou být chráněny nízkými hrázení.

10. OPATŘENÍ K ČIŠTĚNÍ A DOČIŠŤOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD A KE ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY POVRCHOVÝCH VOD



Systém zneškodňování odpadních vod z obce může být decentralizovaný, nebo centralizovaný:

- Decentralizovaný - jednotlivá stavení nebo jejich malé skupiny mají individuální jímací nebo čistící zařízení, tedy žumpy nebo domovní čistírny. Obsahy žump se vyvážejí cisternami. Vyčištěné, resp. částečně vyčištěné vody z domovních čistíren, septiků a podobných zařízení samostatně odtékají do vodního toku nebo jsou využívány k hnojivé závlaze.
- Centralizovaný - v obci je vybudována veřejná kanalizace a společná čistírna odpadních vod.

Tyto systémy jsou technicky i vodoprávně jednoznačně vymezeny a odděleny od recipientu - vodního toku nebo nádrže, do nichž vypouštějí vyčištěnou odpadní vodu. Případná revitalizační opatření by se měla týkat až recipientu. V některých případech však stav recipientu vyžaduje zlepšení kvality vody, a přitom zřízení standardního systému zneškodňování odpadních vod je obtížně dosažitelné, příliš nákladné apod. Revitalizační program se dosud snažil některé tyto případy řešit ne zcela systémově i podporou výstavby čistírenských zařízení, a to z oboru tak zvaných **extenzivních či přírodě blízkých způsobů čištění**. V praxi šlo o výstavbu kořenových čistíren odpadních vod, z celkem nejasných důvodů nebyla podporována výstavba technologicky kvalitnějších čistíren se stabilizačními nádržemi. Jelikož však revitalizační program nemohl podporovat výstavbu kanalizací, které jsou pro kořenové čistírny nezbytné, dostaly se některé obce do nepříznivé situace, kdy musely odpadní vody do kořenové čistírny navážet automobilními cisternami. Řešení do budoucna je buď v tom, že bude revitalizační program podporovat pouze čistírenská zařízení, která nejsou vysloveně závislá na standardní kanalizaci, jako jsou třeba zmíněné čistírny se stabilizačními nádržemi, nebo se omezí pouze na opatření, podporující dočišťovací a samočistící schopnosti recipientů pod obcemi.

Kořenové čistírny

Od standardních systémů mechanicko-biologického čištění se odlišují technologií čištění, kdežto shodně s nimi vyžadují, aby v dané obci existovala regulérní kanalizace. Kořenové těleso se může ucpávat, a proto je riskantní přivádět do kořenové čistírny odpadní vody nedokonalými kanalizacemi bez spolehlivého oddělování srážkových vod, natož pak znečištěné vody z obecních struh apod. Z nerespektování této skutečnosti již v praxi vznikly závažné problémy. V některých případech byla v rámci revitalizací postavena kořenová čistírna, ale revitalizační program již nemohl podpořit výstavbu kanalizace. Ta běžně představuje 4/5 i více z celkových nákladů, které je na zneškodňování odpadních vod v obci třeba vynaložit. Aby kořenová čistírna bez kanalizace byla využita, bylo nutno do ní navážet obsahy žump automobilními cisternami. To je velmi nepříznivé jak pro ekonomiku systému, tak pro vlastní funkci kořenové čistírny.

V běžném uspořádání spočívá hlavní rozdíl mezi kořenovými čistírnami a zemními filtry v tom, že kořenová pole jsou protékána horizontálně, kdežto filtry vertikálně. Z toho plyne, že filtry potřebují menší plochu, ale jsou náročnější výškově uspořádání. Z technologického hlediska je málo významné, že kořenové pole je na rozdíl od zemního filtru osázeno rákosem a podobnými rostlinami.

Kořenové čistírny (a jim podobné zemní filtry) charakterizuje několik specifík:

- Základní činnou jednotkou je filtrační těleso z kameniva nebo jiného porézního materiálu. Hlavní práci odvádí mikrobiální nárůst na vnitřním povrchu této náplně. Funkce rákosu a podobné vegetace

na povrchu čistírny je pouze doplňková - převážně tepelně - izolační a estetická.

- **Filtrační těleso se může ucpávat.** Pro kořenovou čistírnu jsou nepříznivé situace, za nichž riziko ucpání roste, a to zejména:
 - nedostatečná funkce předčištění a usazovací nádrže nebo septiku;
 - přítok srážkových vod, obsahujících nadměrné množství usaditelných částic, tedy absence nebo nedostatečná funkce dešťového oddělovače;
 - přítok zvláštních odpadních vod, které mají sklon ucpávat filtrační těleso nebo podporují nadměrný rozvoj nárůstové kultury - vody z loupáren brambor, připraven krmiv, místních porážek, nádvorní vody s příměsí hnojivky nebo silážních šťáv;
 - navážení obsahů žump a septiků automobilními cisternami - v případech, kde chybí nebo není úplná kanalizace;
 - úniky kalů z mechanicko - biologických čistíren - **z tohoto důvodu je kořenové těleso naprosto nevhodné jako dočišťovací zařízení za mechanicko – biologickými („betonovými“) čistírnami**, u nichž k občasným, byť nežádoucím únikům kalů dochází.
- Na rozdíl od jiných běžných čistírenských zařízení **postrádají kořenová čistírna i zemní filtr článek pro separaci produktů znečištění** (ekvivalent dosazovacího prostoru klasické čistírny nebo usazovacího prostoru stabilizačních nádrží). Jelikož veškeré znečištění nemůže přecházet do plynné podoby a z tělesa kořenové čistírny vytěkávat, musí se nutně produkty čištění buď hromadit uvnitř, což znamená postupné ucpávání a slábnutí čisticích účinků, nebo odcházet odtokem, což se projevuje na jeho kvalitě.
- **Uvnitř kořenových těles panují výrazně bezkyslíkaté poměry**, a situace se ještě podstatně zhorší, pokud jsou do čistírny cisternami naváženy nahnílé obsahy žump a septiků. Z toho plyne, že kořenová čistírna, na rozdíl od většiny typů mechanicko - biologických čistíren, nemůže spolehlivě garantovat kvalitu odtoku zejména co do amoniakálního dusíku. Bezokyslíkaté poměry se mohou projevovat i celkově horšími výsledky čištění.

Podmínky vypouštění vyčištěných odpadních vod upravuje Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Vodopravní orgán, který podle tohoto nařízení vydává povolení k vypouštění odpadních vod, může limitovat mimo jiné obsah amoniakálního dusíku ve vyčištěné vodě. Pak je uplatnění kořenové čistírny problematické. Z tohoto hlediska se jeví vhodným doporučení **navrhovat kořenové čistírny v obcích s nejvýše 500 obyvateli**. Rovněž je třeba vzít v úvahu, že **v obci nad tuto velikost již případné ucpání kořenového tělesa znamená významnější vodohospodářskou havárii**.

Novější návrhy kořenových čistíren bývají pojišťovány proti dopadům ucpání zařazováním několika filtračních polí za sebou. Ovšem tato taktika postupně obětovaných polí nepříznivě ovlivňuje ekonomické hodnocení čistírny.

Různé názory jsou na návrhové charakteristiky kořenových čistíren. Často je uváděna hodnota 5 m² filtračního pole na připojeného obyvatele. Výzkumný ústav vodohospodářský TGM v Praze (Kolektiv; 1995) však doporučuje pro spolehlivé dosažení účinku čištění v ukazateli BSK₅ 80 % (v případě plné produkce znečištění z kvalitní kanalizace) plochu až 9,6 m² na obyvatele.

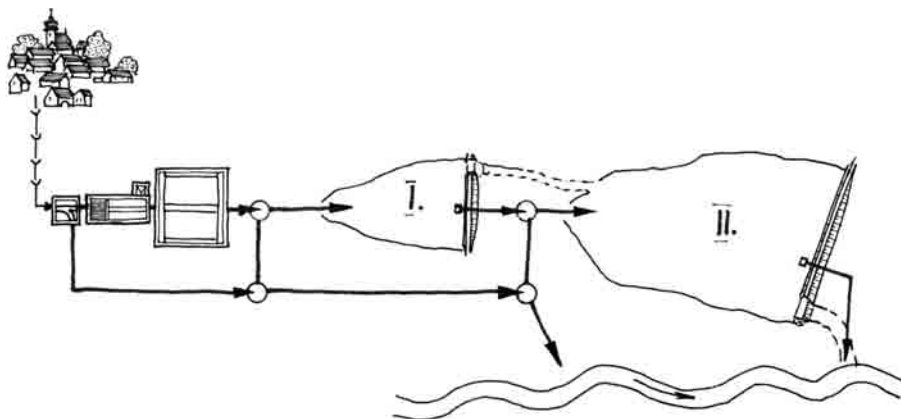
Nepotvrzuje se, že by se účinky kořenových čistíren výrazněji měnily podle ročních období. Ovšem je třeba kriticky posuzovat někdy nadnesené představy o kořenových čistírnách v tom smyslu, že prakticky nepotřebují kanalizaci, nevyžadují obsluhu a údržbu a že jejich tělesa, porostlá mokřadními rostlinami, představují ve srovnání s „betonovými“ čistírnami jakousi řádově vyšší krajinařskou kvalitu. Podceňování obsluhy, údržby a v souvislosti s tím provozních nákladů již způsobilo řadě provozovatelů kořenových čistíren problémy. Jako hlavní výhoda kořenových čistíren bývají uváděny jejich pořizovací a provozní náklady, údajně menší než u jiných typů čistíren. Případ od případu mohou být náklady různé, obecně se však nelze na úspornost kořenových čistíren spoléhat. Pořizovací náklady závisěji mj. na ceně pozemku, na jehož výměru je tento typ poměrně náročný. Rozdíl také je, zda se

návrh čistírny spolehne na ředění odpadních vod balastními vodami a na destrukci znečištění při průchodu kanalizací a dimenzuje 5 m² filtračního pole na obyvatele, nebo zda zvolí větší spolehlivost. Význam pořizovacích nákladů čistírny v rámci celé soustavy také zmenšuje jejich poměr k nákladům kanalizace, v nichž by neměly soustavy s kořenovými a s „betonovými“ čistírnami zásadně lišit. Pokud jde o provozní náklady, úspory nastávají tím, že kořenová čistírna nespotřebovává elektřinu a že nevyžaduje příliš intenzivní obsluhu. Ovšem tyto úspory jsou do značné míry vyvažovány menší spolehlivostí účinků čištění. Pokud dojde k ucpaní filtračního tělesa, vznikají provozovateli velké mimořádné náklady.

Kořenové čistírny vycházely z myšlenky využívat přirozeného čistícího potenciálu mokřadů. Bohužel ve snaze stát se z hlediska technického i vodoprávního ekvivalentem běžných čistíren odpadních vod se podstatě přírodního mokřadu vzdálily a staly se extenzivním technickým zařízením s výše uváženými nedostatky. V (beztak neúspěšné) snaze získat standardní účinky čištění ztratily základní výhody přirozených mokřadů, kterými jsou jednoduchost, přirozenost provedení a funkce bez úcpávání.

Mokřady jako objekty, schopné zlepšovat kvalitu vody, je třeba rehabilitovat návratem **k přirozeným dočišťovacím mokřadům** s vrchním průtokem. Ty se ovšem z vodoprávních důvodů neuplatní jako ekvivalent čistírny odpadních vod. Jejich úloha je v dočišťování. V malých obcích do cca 200 obyvatel, které beztak v současnosti nemají z ekonomických důvodů naději na vybudování regulérních centralizovaných kanalizačních soustav, a v rozptýlené zástavbě mohou být jednotlivá stavení vybavena jenom nezbytnými decentralizovanými zařízeními (zejm. tříkomorové septiky). Částečně vyčištěné vody pak mohou existujícími fragmentálními kanalizacemi a otevřenými příkopy odtékat do dočišťovacích mokřadů nebo nádrží.

Čistírny se stabilizačními nádržemi



Čistírna odpadních vod se stabilizačními nádržemi. Čistírnu tvoří dešťový oddělovač, česle, lapač písků, šterbinová usazovací nádrž a dvoustupňová kaskáda stabilizačních nádrží. Systém obtoků umožňuje jednak přivádět srážkové vody do stabilizační nádrže II. stupně, jednak v případě čištění jednu z nádrží odstavit.

jsou extenzivním zařízením, které si ve větší míře zachovává přednosti přírodních způsobů čištění. Pokud se mají revitalizace čištěním odpadních vod vůbec zabývat, mohou tak činit nejspíše právě v oblasti čistíren se stabilizačními nádržemi.

Hrubé předčištění a usazovací stupeň čištění jsou řešeny stejně jako v případě kořenových čistíren, místo filtračního tělesa však je zařazena alespoň dvoustupňová kaskáda malých vodních nádrží, které mohou být koncepčně a stavebně pojaty prakticky stejně jako běžné rybníky. Pouze v rovinách s nedostatkem místa je opodstatněná koncepce obdélníkových zemních bazénů. Na čistícím účinku se podílí jednak důsledná sedimentace, pro níž nádrže poskytují podstatně delší dobu zdržení, než je obvyklé

např. u sedimentačních nádrží mechanicko - biologických čistíren odpadních vod, jednak biologické procesy ve sloupci vody, ve dnové vrstvě a v menší míře též v nárostech na makrofyty vegetaci. Přitom **rozhodující podíl na biologickém čištění mají anaerobní (bezokyslíkaté) procesy**, takže ani v případě stabilizačních nádrží se neprojevují tak výrazné výpadky čištění v zimě a dokonce i pod ledem, jak se původně očekávalo. Proto ani požadavek přidavného provzdušňování nebývá tak naléhavý, jak uvádí starší literatura. Přídavné provzdušňování, které čistírnu zbavuje výhody nezávislosti na elektrickém proudu, by mělo být osazováno až v případě, kdy to v provozu ukáže nezbytným. Současně však je ve správně navržených stabilizačních nádržích dostatek prostoru pro zóny kyslíkaté, důležité pro dosažení konečné kvality vyčištěné vody.

Základní návrhové parametry čistíren se stabilizačními nádržemi (bez přidavného provzdušňování):
maximální zatížení 60 kg BSK₅/ha.d
skutečná doba zdržení min. 5 dní
nejméně dvoustupňové uspořádání, 1. stupeň zaujímá 15 až 20 % z celkové plochy
převažující hloubka vody 1 až 1,5 m.

Pokud se dodrží technologické a konstrukční požadavky, mohou mít čistírny se stabilizačními nádržemi vlastnosti, které jim dávají poněkud zvláštní místo mezi čistírenskými zařízeními:

- **Netrpí ucpáváním.** Ukládání sedimentu je přirozený, pozvolný proces.
- Za určitých podmínek (zavedení do II: stupně nádrží, přiměřené dimenze) jako jediné z běžných čistírenských zařízení **jsou schopny přijímat a alespoň částečně čistit též srážkové vody a v rámci možností retenčního prostoru tlumit průběh srážkových vln.**
- Podobně jako kořenové čistírny **mohou přijímat zředěné odpadní vody.** Navíc ovšem, vzhledem k tomu, že nehrozí ucpávání, obejdou se bez plnohodnotné kanalizace. **Jsou tedy řešením i pro obce, kde není reálné vybudovat řádnou kanalizaci a je nutné vystačit s neúplnými kanalizacemi typu „akce Z“ nebo dokonce s otevřenými splaškovými příkopy.**
- Pokud jsou provedeny jako běžné malé vodní nádrže rybníčního typu, mohou mít i další funkce - **zdroj požární nebo závlahové vody**, funkce revitalizační a krajinytvorná. Stejně jako u běžných revitalizačních nádrží může být u stabilizačních nádrží vytvořeno litorální pásmo, uplatněno přirozené tvarování břehů a založeny břehové porosty.
- **Vzhledem k důsledné sedimentaci usaditelných částic mají stabilizační nádrže velkou schopnost zachycovat fosfor**, který je převážně vázán právě na nerozpuštěné částice.
- **Intenzita a přizpůsobivost biologických čistících procesů je značná** a pokud to míra zatížení čistírny umožňuje, sahá až k procesům biologického zachycování minerálního znečištění. Tvorba zelené planktonní biomasy, k níž může ve velké míře docházet ve vegetačním období, již z hlediska tradičního čistírenství patří k procesům dočišťovacím, které u ostatních čistírenských typů bývají přenechávány vodnímu toku pod čistírnou. Paradoxně zde vzniká pro stabilizační nádrže jistý problém - druhotná biomasa se projevuje v odtoku z čistírny jako znečištění a může zdánlivě zhoršovat obraz čistících účinků. Ovšem hodnoty ukazatelů kvality vody, požadované vládním nařízením k vypouštění odpadních vod u zdrojů o velikosti do 500 obyvatel, nebývají ani v těchto případech překračovány. Průvodním znakem tohoto druhotného znečištění je mimořádně velká koncentrace volného kyslíku ve vodě.
- Podobně jako v případě kořenových čistíren **mohou čistírny se stabilizačními nádržemi stavět dodavatelské firmy, které nejsou zavedeny na čistírny mechanicko - biologické**, ovládají však např. výstavbu rybníků.

Hlavní nevýhody čistíren se stabilizačními nádržemi:

- Obdobně jako kořenové čistírny jsou **náročné na plochu.**
- Po letech provozu je **potřeba odstraňovat usazeniny, což vždy představuje náročné opatření.**
- Intenzivní anaerobní procesy zejm. v prvním stupni čištění mohou být provázeny **zápachem.**
- **Pořizovací náklady nejsou zpravidla menší než v případě mechanicko - biologických čistíren.** V tom hraje roli mj. velký nárok na plochu. Vzhledem k občasnému odbahňování nelze zaručit ani

významně menší náklady provozní. Při běžných návrhových parametrech a specifických nákladech stavebních objektů však vychází výstavba čistírny se stabilizačními nádržemi laciněji než výstavba stejné kapacity kořenové čistírny. Rozhodující úspora ovšem může nastat, pokud není nutné budovat plnohodnotnou kanalizaci, jako u prakticky všech jiných typů čistíren.

Pokud by mělo být použito kombinace kořenových těles a stabilizačních nádrží, pak kořenová tělesa musejí být zařazena před nádržemi. Pokud by tomu bylo naopak, vegetační kal, vyplavovaný z nádrží, by mohl kořenová tělesa ucpávat.

Opatření podporující dočišťování a samočištění v drobných vodních tocích

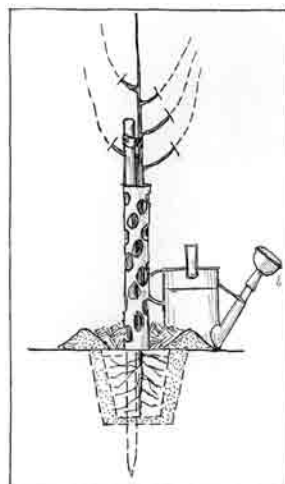
Jak již bylo uvedeno v předcházejících kapitolách, příznivý vliv na tyto procesy mohou mít zejména opatření:

- Revitalizace koryta drobného toku, posilující jeho členitost (zvětšující velikost aktivního povrchu) a prodlužující dobu, po kterou voda přichází do styku s jeho aktivním povrchem.
- Vybudování průtočných nádrží a tůní, v nichž se mohou uplatnit zejména procesy usazování a biologické transformace znečištění.
- Zakládání mokřadů a mokřadních hájů, v nichž se vodní tok rozlévá.

Samočisticí a dočišťovací účinky těchto opatření nelze připočítávat k účinkům technických soustav zneškodňování odpadních vod v obcích a také je nelze spolehlivě garantovat. Navíc je třeba počítat se vznikem druhotného organického znečištění způsobovaného hmotou, která vzniká transformací minerálních živin. Ovšem vzhledem k tomu, že uváděná revitalizační opatření přinášejí soubor dalších příznivých efektů, je vhodné je podporovat.

11. VEGETAČNÍ ÚPRAVY PŘI REVITALIZACÍCH

V první řadě je třeba chránit stávající zeleň, která se přirozeně vyvíjí, a využívat samovolného zarůstání. Je to nejlacinější, tato zeleň zpravidla dobře vyhovuje místním podmínkám a nejlépe prospívá.



- Předběžné kácení dřevin, kterým se někteří investoři snaží vytvořit dojem menší přírodní hodnoty lokality, a tedy větší potřeby „revitalizační“ stavby, je při posuzování záměru nutně vnímáno negativně.
- Rušivé zásahy do zeleně při výstavbě je nutno minimalizovat. Stávající zeleň a rozsah kácení musejí být zakresleny v prováděcí dokumentaci stavby, kácení dřevin pokryto příslušným úředním povolením. Dřeviny v dosahu stavební činnosti musejí být chráněny před poškozením.
- Z některých mýcených dřevin mohou být ponechávány alespoň pařezy, které následně obráží. Týká se například olší, vrb, jasanů,...
- Součástí dokončovacích prací stavby je ošetření všech poškození dřevin, hlavně čisté ořezání pahýlů po ulámaných větvích.
- **Stavbou obnažené nebo uměle vytvořené povrchy, které není potřeba co nejdříve stabilizovat travnatým krytem, bývá vhodnější nechat volně pro semenný nálet místních druhů dřevin. V těchto případech se povrch nehumusuje a neosévá travní směsí** - na jilu či šterku se semena podstatně lépe uchycují než na povrchu zatravněném nebo zabuřenělem. Nejvydatnější bývají nálety olší, v nivách velkých řek topolů. Olšovému náletu je vhodné plochu vystavit na podzim, semena napadávají během zimy.
- Pozornost je třeba věnovat i vhodnému osetí směsí trav a bylin. Je zapotřebí zvážit nezbytnost osevu a dále vhodnost druhového složení a původu osiva. Méně tu někdy může být více.

V řadě případů ovšem není přirozené dřevinné zeleně dost a je třeba ji zakládat či doplňovat výsadbami. Tu je nutné, aby projekt revitalizace obsahoval seriózně zpracovaný návrh ozelenění, včetně situace výsadeb, z níž je zřejmé, kam se má co vysadit. Tento projekt slouží nejen pro orientaci dodavatele, ale také pro následnou kontrolu. Ozelenění se v rámci revitalizační akce pokládá za jeden ze stavebních objektů a jeho projekt je součástí dokumentace, na jejímž základě je vydáváno stavební povolení a posléze prováděna kolaudace. Návrh ozelenění zpracovává příslušný odborník.

Bohužel ozelenění doposud ne vždy patřilo k silným stránkám revitalizací. **Nejčastější nedostatky:**

- **Chybí kvalifikovaný návrh ozelenění**, včetně specifikace druhu dřevin, typu a velikosti sazenic a způsobu nakládání s nimi.
- **Jednotlivé výsadby v nevhovujícím množství a struktuře**, nevhodná aplikace návyků ze zahrádkářských, okrašlovacích nebo silničářských metod výsadeb. Opomíjení tradičně dobře vypracovaných lesnických postupů. Nedostatečná intenzita ozelenění, opomíjející pomalé nabíhání pokryvu plochy mladými výsadbami a ztráty, k nimž postupně dochází.
- **Nevhodná struktura výsadeb** - „patníkové“ linie, příliš řídké skupiny v cílových rozestupech vzrostlých stromů, chaotické plošné rozhozy sazenic bez ohledu na druhy.
- **Nevhodná volba druhů** - nikoliv místního původu, nepřizpůsobené stanovištím.
- **Malé (lesnické) sazenice** bez patřičné péče, živořící v buření.
- **Příliš velké sazenice** ze školkařské nabídky alejových stromů - jsou drahé, vyvracejí se, ohýbají nebo lámou, jejich tvar mnohdy neodpovídá přirozenému růstu v krajině.
- **Snaha šetřit peníze vykopáváním sadebního materiálu v přirozených náletech**. Jen některé druhy, jako lípy nebo lísky, poměrně dobře snášejí velmi drastické zacházení s kořenovým systémem,

nezapěstovaným pro přesazování. Naopak třeba duby, břízy nebo trnky snášejí přesazování z náletů špatně. Většinou přijde šetření tohoto druhu dost drahé.

- **Nekvalitní, zaschlý školkařský materiál.** Sazenice poškozené přechováváním na vzduchu. Rovněž delší přechovávání ve vodě sazenice ničí.
- **Špatná technologie výsadby.** Nekvalitní podpěrný kůl. Nízké uvázání.
- **Nedostatečné následné ošetřování,** zejména zalivka, obžínání a mulčování.
- **Nedostatečná ochrana před zvěří.**

11.1 Druhy dřevin a sadební materiál

Revitalizace dbají vhodného, místního původu, genetické čistoty a dobrého zdravotního stavu sadbového materiálu. Kvalitu a původ musejí garantovat odborné školkařské závody. Vhodná druhová skladba je věcí návrhu ozelenění. Jistá rizika kvality materiálu jsou při využívání náletů, zvláště v blízkosti okrasných parků, které mohou být zdrojem genové kontaminace.

Lesnickou problematiku upravuje zákon 289/1995 Sb., o lesích, a vyhláška 82/1996 Sb. Ministerstva zemědělství, o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. I při revitalizačních výsadbách na nelesní půdě je žádoucí dbát na původ a kvalitu genetického materiálu v duchu uvedené vyhlášky.

Příklady dřevin, vhodných pro revitalizace:

Vrby - v Čechách přirozeně roste přes 20 druhů vrb a celá řada jejich kříženců. Několik druhů je vzácných, ty jsou vázány na zcela specifická stanoviště (např. některé nízké druhy rostoucí v mokřadních loukách a rašeliníštích). Jinak se pro každou oblast najdou vhodné druhy různého vzrůstu - stromového, nižšího stromového, keřového. Vrby vyžadují vodu (s výjimkou vrby jívy) a slunce, dobře kořenují z prutů a tyčí, zaražených do země. Snášejí dobře záplavy a kolísání hladiny vody. Jejich místo je na nezastíněných březích a vlhkých místech, a to i přímo v břehové čáře. Keřové vrby jsou velmi vhodné k vegetačnímu pokrytí míst, kde stromový porost není z nějakého důvodu vhodný.

Olše lepkavá - světlomilný strom břehů, mokřadů a vlhkých míst, vydrží záplavy. Vyrosté v místech vysloveně vlhkých i sušších, ale špatně snáší významné změny polohy hladiny podzemní vody - na změny zamokření při stavbách často reaguje chřadnutím až uhynutím.

Olše šedá - druh olše s omezenějším areálem, převážně horským a podhorským. Nenáročná dřevina, v nižších polohách je vysazována a místy se šíří. Vzhledem k původnímu areálu rozšíření není pro revitalizace v nižších a středních polohách vhodná.

Střemcha obecná - přizpůsobivý a odolný nízký strom až keř. Roste na vlhkých místech i v podrostu, v lužním lese a na březích vod může tvořit spodní patro, ve vegetaci zastíněné. Její doba je časně na jaře, kdy ozdobí luhy bílým květem. Snadno se množí kořenovými oddělky.

Dub letní - nosná dřevina těch partií našich luhů, v nichž trvale nestojí voda a které nejsou častěji zaplaveny. Občasné zaplavení kratší 14 dnů snese. Hlubokým kůlovým kořenem musí dosáhnout na podzemní vodu. Právě pro kůlový kořen se obtížně přesazuje, pro výsadby nutno požadovat kvalitní školkované sazenice.

Dub zimní - nemá hluboký kůlový kořen, tedy se o něco lépe přesazuje. Záplavy nesnáší. Oproti dubu letnímu je i v sortimentu školek poněkud opomíjen, a proto si zaslouží pozornost.

Líska obecná - vitální keř různých typů stanovišť, mimo zabahnělé půdy a rašeliny. Dobře se přesazuje, a to i z náletů, rychle roste a zapojuje se.

Janas ztepilý - kvalitní strom lužních lesů, pramenišť i vlhkých svahů. Zamlada snese i zástin. Nesnáší stagnující vodu a rašeliny, záplavy jen po krátkou dobu počátkem vegetace. Vitální, dobře ujímavý, dá se úspěšně přesazovat i z náletů.

Jilmy (habrolistý, horský, vaz) - než byly zdecimovány houbovými nákazami, patřily k nosným dřevinám některých typů lesních porostů, včetně lužních. V mládí vitální, rychle rostoucí, snášejí částečný zástin, prospívají ve vlhkých místech a dobře snášejí záplavy. Stojí za to podporovat jejich návrat do krajiny. Ze zdravotních důvodů je ale vhodné vysazovat odděleně jednotlivé stromy.

Javor klen - strom vlhčích stanovišť od niv po svahy a suťoviska, nesnáší stagnující vodu a záplavy.
Javor mlč - lépe než klen snáší zastínění a stagnující vodu, a proto se občas vyskytuje i v lužních lesích. Nemá však rád výkyvy v hladině podzemní vody.

Javor babyka – roste v teplomilnějších listnatých lesích a často i v lužních lesích.

Všechny tyto druhy javoru se velmi dobře šíří přirozeným náletem.

Lípy velkolistá a malolistá - stromy dobře přizpůsobivé různým vlhkostním a světelným podmínkám, uplatní se od vlhkého lužního porostu po suché stráně. Jsou velmi vitální a lze je s dobrým výsledkem přesazovat i z přirozených náletů.

Břízy - světlo milné stromy výrazně průkopnického založení. Obsazují obnažená vlhká místa i skály, ovšem nesnášejí kolísání hladiny vody. Jsou nečekaně citlivé na přesazování - pokusy o přesazování „snadno dostupných laciných“ stromků z přirozených náletů bývají neúspěšné.

Topol černý - strom vlhkých niv větších řek (dolní Vltava, Labe), žádá pohybuující se, nikoliv stagnující podzemní vodu. Právý černý topol je cennou a dnes poměrně vzácnou domácí dřevinou. Pozor na nežádoucí křížence - tzv. kultivární topoly, které se snažíme z krajiny pro jejich nepůvodnost spíše vytlačovat.

Topol osika - světlo milný strom, snášející různé vlhkostní poměry, s výjimkou záplav. Po pokácení stromu mimořádně silně vyrážejí z kořenů výhonky.

Brslen evropský - teplomilný keř, schopný růst od vlhkých luhů po suché stráně. Spolehlivý při přesazování.

Kalina obecná - vlhkomilný keř, snášející zastínění.

Pokud na revitalizaci navazuje ozeleňování pasáží dál od vody, mohou se uplatnit i další dřeviny, například:

Buk lesní - nosná dřevina v zalesněných svazích, nesnáší vodu vystupující k terénu, záplavy a údolí s častými inverzemi a pozdními mrazíky (mrazové kotliny).

Habr obecný - stinná dřevina svěřích svahů, nesnáší pravidelné záplavy a zrašelinění.

Trnka obecná - Keř vhodný do suchých protierozních mezí a svahů. Jak je obtížné zbavit se jí tam, kde jí nechceme, tak obtížně se přesazuje. Přesazování z náletu je velmi nespolehlivé, nutno vysazovat kontejnerové školkařské sazenice.

Hloh jednosemenný - cenný keř do sušších svahů, protierozních pásů a mezí. Kontejnerové sazenice se vcelku spolehlivě ujímají.

Svída krvavá - nenáročný, přizpůsobivý keř, vhodný od okrajů lužního lesa po suché protierozní pásy a meze. Vitálně se šíří.

Ovocné stromy - do svahů, mezí a jako doprovod k cestám, navazujícím na revitalizační zásahy, jsou vhodné výsadby ovocných dřevin zejména těch druhů, které nevyžadují soustavný řez - hrušeň, švestka, třešeň, ořešák královský, některé odrůdy jabloně, případně jabloň lesní. Pro krajinářské výsadby jsou vhodnější stromy neroubované nebo roubované na podnožích, umožňujících vysokokmenný růst. V případě roubovaných stromů ve volné krajině je vhodné uplatňovat staré krajové odrůdy.

V revitalizačních výsadbách by se neměly vyskytovat kultivární topoly, vypěstěné křížením topolu černého a některých amerických druhů. Naopak, tyto stromy, které byly poměrně hojně vysazovány v padesátých a šedesátých letech 20. století, je vhodné v břehových porostech postupně nahrazovat přirozenými druhy. Břehové porosty kultivárních topolů jsou málo vhodné nejen biologicky, ale také technicky. Obsazují břehový koridor natolik, že se již pod nimi neuplatní olše a vrba, ale zase pod nimi zůstává dost prostoru a světla pro podrost, v němž se nejčastěji uplatňují rumištní druhy. Nevýhodou stejnovekých porostů kultivárních topolů je také poměrně brzké současné zestárnutí a rozpad.

Typy sazenic podle kořenového systému a velikosti

Sazenice se prodávají prostokořenné, balové nebo kontejnerované:

- **Prostokořenné sazenice** jsou nejlacinější a pro řadu revitalizačních úloh při správném zacházení a následné údržbě vyhovují. Malé stromky výšky několik decimetrů až cca 80 cm se hodí pro souvislé výsadby lesnického typu, které následně budou obžínány. Starší sazenice do výšky cca 1,5 m jsou



Typická poloha některých druhů dřevin od břehů vodního prvku po suché protierozní meze.

použitelné pro jednotlivé výsadby, jsou však citlivé na postup výsadby a v sušších místech vyžadují dostatečnou následnou závlivku. Pokud jim v těchto náležitostech nebude možné dostatečně vyhovět, je lepší prostokořenné sazenice nesázet.

- S kořenovým systémem zapěstovaným do přepravitelného balu se zpravidla prodávají větší sazenice určené pro jednotlivé výsadby. **Balové sazenice** středních velikostí jsou dražší a těžší než odpovídající sazenice prostokořenné, lépe se však ujímají. Pro většinu revitalizačních úloh jsou vhodné. Velké balové sazenice alejových apod. typů jsou obvyklé v městském sadovnictví, při výsadbách v krajině však je jejich použitelnost omezená. Vzhledem k nákladnosti a značným nárokům na údržbu jich lze použít spíše jednotlivé jako výrazných dominant. Pozor na falšované baly, které mohou pocházet z přerostlých školkařských hustníků a místo náležitě zapěstovaného balu mají jen osekané kořeny, zabalené do hadru.
- Posaďované sazenice výšky cca 0,5 až 2 m (keře přiměřeně menší), **zapěstované v kontejnerech** (=květináčích), lépe než sazenice prostokořenné obstávají v nepříznivých poměrech, jsou méně náročné na následnou péči a mohou být sázeny po větší část roku. Větší cena je dostatečně vyvážená větší spolehlivostí. Jejich nabídka se dnes rozšiřuje, pro snazší technologii výroby a lepší manipulovatelnost proti balovým sazenicím dnes v řadě školek ovládají kategorii středních velikostí. **Pro výsadby v sušších místech a vůbec náročnějších podmínkách jsou kontejnerové sazenice nejvhodnější.** Hodnotu sazenic ovšem může zmenšovat příliš dlouhé pěstování v kontejnerech. Zvláště některé dřeviny, jako třeba duby, mají výrazný sklon k zatočení kořenů, což pro postižené jedince znamená trvalé znehodnocení.

11.2 Struktura výsadeb

V revitalizacích občas přetrvávají snahy o výsadbu v pravidelných řadách podél břehů, která je nejvíce vzdálena přírodním poměrům. Pravidelná liniová výsadba nevytváří samostatné úkrytové skupiny s vlastním mikroprostředím, její vzhledové vyznění bývá slabší, zvláště pokud některé stromy zajdou.

Podle starých, překonaných zvyklostí jsou dosud v některých případech navrhovány výsadby pouze po jednom břehu toku, kvůli strojnímu čištění. Tento požadavek vychází z představy, že koryto je odvodňovacím kanálem, který je třeba v zájmu udržování průtočnosti soustavně pročišťovat. U přirozeného nebo revitalizovaného koryta se připouští pročišťování jen ojediněle, pokud k tomu jsou zvláštní důvody, protože ničí oživení a zahloubením a soustředěním proudu ohrožuje stabilitu. **Při revitalizacích je třeba přiměřeně využívat potenciálu obou břehů a revitalizační výsadby provádět oboustranně.**

V některých případech panuje obava, že vysazené dřeviny mohou prorůst do odvodňovacích drenáží a narušit jejich funkci. Nemí vhodné vysazovat dřeviny přímo do průběhu odvodňovacích zařízení, která mají být zachována. Na druhou stranu, z hlediska revitalizací je odeznívání funkce drenáží spíše žádoucí a instituce, zabývající se revitalizacemi, by pro ochranu odvodňovacích zařízení neměly vyvíjet víc aktivity, než požadují příslušní majitelé a správci pozemků, účastníci se vodoprávního řízení k revitalizační stavbě.

11.2.1 Lesnická výsadba

se používá pro souvislé ozeleňování vybraných ploch. Prostokořenné sazenice o výšce zhruba do 0,5 metru se vysazují na husto, běžná je obdélníková síť cca 1 x 0,5 m. Výsadbu je nutné následně obžítat, aby ji neudusila buřeň. Proto se sází v pravidelné síti nebo alespoň v řadách. Jak tyto výsadby rostou, provádějí se výchovné probírky, kterými se postupně upravuje rozestup stromů a ruší pravidelnost jejich rozmístění.

Oproti výsadbám v hospodářských lesích **při krajinářských výsadbách se uplatní pestřejší skladba dřevin**. Pak ovšem málo vhodným řešením by bylo osázet celou plochu dokonale rozmíchanou směsí druhů. Přírozené tvárnosti porostů spíše odpovídá vytváření skupin sazenic jednotlivých nosných druhů. Tyto skupiny by měly být dostatečně velké, aby prosadily svoji svébytnost. Rozmístění skupin zohledňuje podrobné členění plochy podle světelných, vlhkostních apod. podmínek. Při volbě druhového spektra dřevin je zapotřebí co nevíce vycházet z poznatků lesnické typologie (Průša 2001) a fytoecologie (Neuhäuslová 1998). První informaci přinese pohled do lesnických typologických map a map potenciální přírozené vegetace. Cílem je, aby dřevinná skladba byla přírozená a stanovištně odpovídající.

Plochy lesnických výsadeb je třeba chránit před zvěří oplocenkami a odpuzujícími nátěry. Použití individuálních ochranných obalů z umělé hmoty není v souvislé výsadbě efektivní. Již proto, že každý stromek s obalem je potřeba dobře zajistit kulem, aby jej obal neohnul k zemi. Souvisle kúlovat v plošné výsadbě není únosné. **Lesnické výsadby je třeba obžítat – podle velikosti stromků – 3 až 5 let.**

11.2.2 Skupinová výsadba

nepokrývá řešenou plochu souvisle. Zakládá shluky či řady nebo jen doplňuje stávající porost. Při krajinářských výsadbách se osvědčuje použití středně velkých sazenic, tedy velikosti zhruba mezi 0,5 až 1,5 metru, které stačí obžítat jenom v první sezóně. Vzhledem ke ztrátám ve výsadbách prostokořenných sazenic se dnes v případě horších, sušších stanovišť praxe přiklání k používání sazenic kontejnerovaných.

Ve skupinách není zpravidla vhodné sázet v malých hustotách a cílových rozponech, odpovídajících korunám dospělých stromů. (To je přístup okrasného sadovnictví, které však jednak užívá větší a dražší sazenice, jednak jim věnuje podstatně lepší následnou péči, než jaká připadá v úvahu u krajinářských výsadeb.) Skupiny se zakládají podstatně hustěji. Ostatně i příroda nechává nahusto rostoucí semenáče soutěžit. Sazení ve větší hustotě podporuje brzký vznik ochranného mikroklimatu skupiny, brzké dosažení pokravného efektu, významného pro navazující oživení porostu a pro ochranu jednotlivých stromů nebo keřů před zvěří, a také vytváří rezervy pro případ ztrát.

Zvláště keře má smysl sázet pouze v kompaktních skupinách. Koruny jedinců by se měly dotýkat nejpozději ve třetím roce růstu. Pokud zakládáme skupiny keřových vrb zapichováním prutů, rozestupy mezi pruty mohou být velmi malé, až 10 cm. Vrbové pruty jsou totiž zvláště vyhledávány zvěří, a zatímco jednotlivě by byly zničeny, v hustých skupinách odolají.

Každá stromová sazenice ve výsadbách tohoto charakteru musí mít **kvalitní kůl**, někdy je vhodné pomocí kůlů vyznačovat i keřové skupiny. Není vhodný suchý klacek nebo laťka z krajinky, která se po půl roce ulomí nebo vyvíklá a sazenice ji bude muset podpírat. Kůl má poskytovat stromku oporu, chránit jej a ukazovat obžínači nebo zaléváči jeho polohu. Kůl by měl vydržet alespoň tři roky a měl by být tak dobře zatlučen do země, aby ho snadno nevytáhl ani zdatný uličník. Na kůly se nehodí tyče z habru, javoru, jeřábu a z dalších dřev, která rychle hníjí a lámou se. Nejlepší jsou akátové nebo smrkové tyče.

Ochrana před zvěří je v krajině kategorickou nutností.

11.2.3 Jednotlivé výsadby

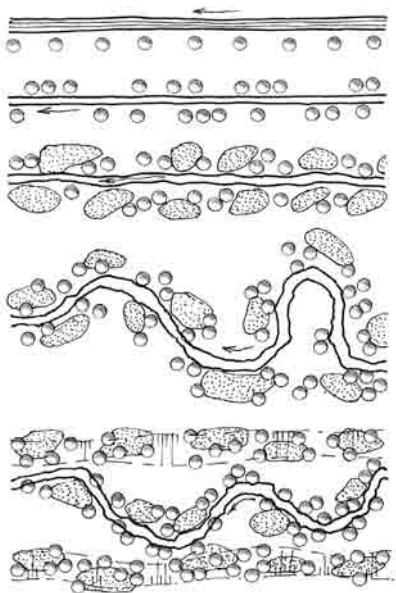
Až na výjimky **není vhodné v krajině sázet vysoké, tzv. alejové sazenice, které jsou pěstovány speciálně pro výsadby u komunikací a v okrasném sadovnictví.** Jsou nepřiměřeně drahé, náročné na zacházení a často je z nich prapodivný stožár nahoře se štětem, z něhož sotva kdy bude strom s přirozeně tvarovanou korunou.

Ani při jednotlivých výsadbách není vždy vhodné sazenice stromů střední velikosti, od 1 do 2 m, které jsou při krajinnotvorných opatřeních nejběžnější, sázet v cílových rozestupech. Takto založený porost se příliš dlouho zapojuje, jednotlivé stromy si příliš dlouho vzájemně neposkytují podporu. Navíc když dojde k částečným ztrátám, porost ztrácí souvislost. Proto je vhodné i jednotlivě sázet hustěji, což se mj. blíží způsobu, kterým příroda vytváří přirozené porosty. V případě potřeby pak lze následně provádět probírky. **Kompromisní vzdálenost sazenic je zhruba na jejich výšku.**

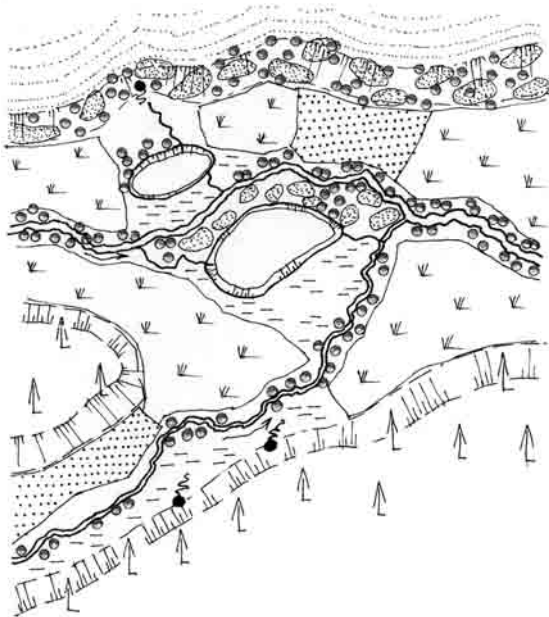
Jednotlivá výsadba v cílových rozestupech se provádí u ovocných stromů, i když se tu používá především sazenic, které můžeme označovat jako středně velké. Někteří lidé nejsou výsazování ovocných stromů do krajiny nakloněni. Obávají se nároků na údržbu, hlavně prořezávání, a toho, že sběrači polezu za ovocem a budou lámat větve. Svou roli asi hraje také obava, hodná českého člověka, že by se někdo mohl sběrem ovoce nezaslouženě obohatit. Tyto důvody jsou v podstatě vykonstruované - ovocné stromy v naší krajině byly a zatím ještě jsou, a žádné velké škody tím nenastávají, ba právě naopak. Problémy budou samozřejmě menší, pokud sázíme vhodné stromy. Bez větších zásahů se obejdou třeba hrubě a švestky, prořezávání vysloveně nemají rády třešně a ořešáky. Jabloně nesázíme na zákrskových podnožích, ale na semenáčích. Tady je také příležitost pro různé staré a místní odrůdy. U krajinnářských výsadeb, kde je zájem o ovoce druhořadý, můžeme používat neroubované semenáče. Doufejme, že se pod tlakem poptávky již brzy zvětší školkařská nabídka tohoto materiálu.

11.2.4 Kombinované výsadby

se v krajině uplatní asi nejvíce. Podle místních podmínek, a také podle materiálu, který je k dispozici, se mohou do plošných lesnických výsadeb jako kostra vkládat skupiny nebo jednotlivci. Tímto způsobem lze též podporovat velikostní a tvarovou členitost zakládáných porostů.



Struktury výsadeb dřevin u vodních toků:
jednostranná liniiová výsadba s pravidelnými rozestupy - pro revitalizace nevhodná;
oboustranná liniiová výsadba v nepravidelných rozestupech - nouzové řešení v případě, že pro výsadbu není víc místa;
oboustranná výsadba v rozvolněných liniích, doplněná skupinami keřů - obstojné řešení při částečných revitalizacích bez možnosti rozčlenit trasu potoka;
nepravidelná výsadba skupin stromů a keřů - vhodné řešení pro revitalizace;
nepravidelná výsadba skupin stromů a keřů u potoka a v bocích nivy.



Řešení vegetace v komplexně revitalizovaném úseku potoční nivy:

- nepravidelné skupiny olší, vrb a jilmů na březích potoků;
- skupiny keřových vrb na severní straně velké tůně;
- skupinová výsadba stromů a keřů v nezalesněném severním svahu údolí;
- plošné lesnické výsadby olší a jasanů ve vybraných částech nivy, v nichž nebudou udržovány stávající louky.

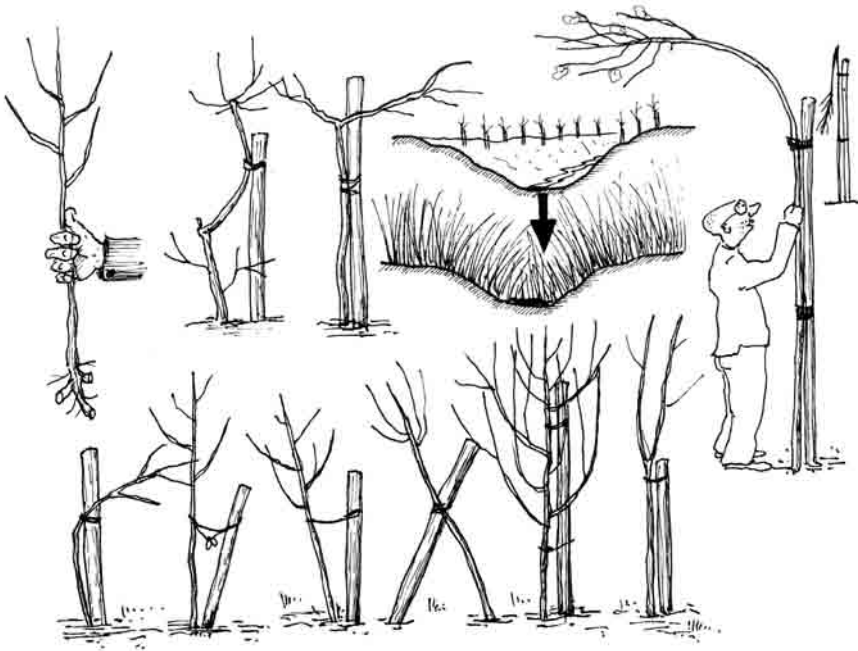
11.3 Vysazování stromu či keře

O úspěchu výsadbě hodně rozhoduje doba a kvalita provedení. Sází se na podzim do zamrznutí nebo na jaře do vyrašení. Při podzimní výsadbě se kořeny stromků usadí a začnou dřív pracovat, ovšem sazenice je třeba na zimu dobře zalít a případně zamulčovat proti vymrznutí, resp. vyschnutí (zasypat organickým materiálem). Jen některé stromy vyhraněně žádají sázení na jaře, třeba břízy a většina jehličnanů. Kontejnerované sazenice mají širší rozsah doby výsadbě než prostokořenné.

Sazenice nesmějí zaschnout. Jemné kořenové vlášení prostokořenných sazenic bere za své na vzduchu a hlavně na slunci velmi rychle. Meziskladování sazenic je nejlepší ve vlhké zemině, ze dne na den můžeme použít třeba vlhkých pilin, hoblin nebo listů. Vysloveně nouzové je omotání kořenů mokkými hadry. Uchovávání sazenic ve vodě je chybné, kořeny zahynou.

Jáma se kope o něco větší než je kořenový systém, resp. bal stromu. Poctivě a na svislo zatlučeme kůl, který by měl být nad zemí tak vysoký, aby byl účinnou oporou koruně stromku. Prostokořenné sazenici zastříháme usekané konce kořenů na čistý řez do zdravého dřeva. Sazenice by měla sedět v jámě tak, aby jí povrch zeminy sahal tak vysoko, jako když rostla ve školce. U roubovaných ovocných stromků má být místo přiroubování nad zemí. Do kořenů sypeme střídatě humusový substrát a původní zeminu, můžeme prolévat vodou. Sešlapujeme, aby stromek dobře seděl. Pro efektivní zalévání je potřeba kolem stromku vytvořit zemní mísu, v níž se bude držet voda. Stromek se přiváže ke kůlu popruhem nebo tkalounem; stromek není úplně přitažen (ostatně bude si ještě trochu sedat), ale úvaz po kůlu nesjíždí. Úvaz možno ke kůlu přitlouct lepenkovým hřebíkem. Vydatné úvodní zalití je podmínkou. Výrazným zástřihem se zredukuje koruna, a to i u balové nebo kontejnerované sazenice, aby ji narušený kořenový systém „utáhl“. S výjimkou ovocných stromů se však neřeže terminální výhon (hlavní výhon, budoucí kmen stromu) a pečlivě se před poškozením chrání terminální pupen, aby strom dobře a přímo „táhl“. Terminál je přípustné říznot jenom pokud je nenapravitelně poškozený nebo nějak vadný. U podzemních výsadbě se ovšem řez koruny nechává na jaro, aby stromky řeznými místy přes zimu nevysychaly. Nakonec je vhodné sazenici zamulčovat – obložit organickou hmotou, která bude zadržovat vlhkost a tlumit buň.

Během května zarostou sazenice buření a ty menší je třeba obžínat. Obžínání je nutné zvláště v buření, která by mohla sazenici porůst a ohnout - svlačce, svízely, ... Posekaný materiál namulčujeme ke stromkům. Právě kvůli obžínání sázíme malé stromky v pravidelné pravoúhlé síti.



Co je tomu stromu? Nejčastější chyby při sázení stromků:

- nekvalitní a zaschlý kořenový systém;
- sazenice nekvalitního vzrůstu;
- sazenice bez dobrého terminálu;
- příliš malé sazenice se ztratí v buření;
- příliš velké sazenice, nevhodné pro výsadby do krajiny - ohýbají se, lámou a tvoří prapodivná košičata;
- špatné uvázání ke kůlu;
- špatný nebo špatně zatlučený kůl;
- neprostříhaná koruna;
- neodstřížený konkurenční terminál.

11.4 Úsporné způsoby šíření některých dřevin

Vrby lze s úspěchem šířit řízkem. Ujímají se pruty od tloušťky cca 2 cm i poměrně tlusté kůly. Pruty délky kolem 1 metru i kůly se zapichují zjara dostatečně hluboko do mokřích břehů potoků a nádrží, do krajů vlhkých luk apod. Vyžadují dostatek světla, v zástínu se jim nebude dařit. Zapichování jednotlivých prutů bývá málo účinné, zvěř je často úplně zničí. Vhodnější jsou výsadby v hustých skupinách.

Duby lze na obnažených plochách šířit výsevem žaludů. Na podzim ihned po opadu se pod zdravými duby letními nebo zimními sesbírají žaludy. Nejlepší je hned vysévat žaludy do jamek hloubky cca 4 cm, v síti o sponu cca 15 cm. Dobře se seje do rýh, nadělaných krumpáčem nebo motykou. Výsev se ušlape. Výsev může rovnoměrně pokrývat plochu nebo může tvořit větší skupiny. Jednotlivé semenáče, rostoucí dál od sebe, je obtížné chránit před buření. Seté duby mohou kolonizovat i jalovou navážku, na níž by se výsadby sazenic těžko udržely. Se semenáči je potřeba mít trpělivost, ale proti výsadbám školkovaných sazenic mají nepoškozené kúlové kořeny, což může být pro vznik kvalitních jedinců podstatné.

Přírozenému semennému náletu olší na plochy zasažené výstavbou apod., kde jsou v blízkosti semenné stromy, lze vyjít vstříc tím, že konečná úprava ploch se provede na podzim, před zimním náletem semen. V příštím roce už se do této plochy nezasahuje. Přes zimu také mohou silně nalétat javory a jasaný, na přelomu jara a léta pak topol černý.

11.5 Zeleň v projektu revitalizační stavby

Nezbytnou součástí každého projektu revitalizační stavby je dokumentace výchozího stavu zeleně, vymezení zásahů do ní a návrh nového ozelenění. Zeleň stávající a nová musejí být zachyceny v situaci stavby, v textové části je uveden přiměřený kvantitativní a kvalitativní popis a rozpočet.

Součástí projektu ozelenění:

- Dokumentace stávající zeleně. Jednotlivě jsou zakresleny stromy a keře rostoucí v prostoru stavebního pozemku. Zachycuje se velikost stromů (obvod kmene ve výšce prsou), plocha keřových skupin a jejich zdravotní stav. Souvislé porosty stromů mohou být uvedeny skupinovými výčty po plochách. Zachyceny jsou též plochy či skupiny mladých náletů. Významné exempláře, bezprostředně dotčené výstavbou, je nutné zanést do situace, z níž vychází stavební projekt, na základě zaměření. Vhodná je fotodokumentace.
- Návrh kácení dřevin. Kácení je přípustné jen v opodstatněném rozsahu.
- Vymezení dřevin, které budou v průběhu výstavby chráněny (bednění, ohrady,...).
- Návrh jednotlivých výsadeb středních (cca 0,8 až 2 m) nebo velkých (> 2 m) sazenic stromů. V situaci nebo doprovodném textu je uveden druh a velikost sazenice.
- Návrh skupinových výsadeb malých nebo středních sazenic - zákres skupin, výčet a struktura druhů, velikosti a rozpony sazenic.
- Návrh plošných výsadeb, včetně zapichování řízků - dtto.
- Návrh ploch určených k vysévání semen (např. žaludů).
- Vymezení ploch, které budou ponechány pro přirozený nálet, a návrh postupu pro případ, že se nálet nevydaří.
- V textové části projektu jsou specifikovány druhy, velikosti a typy sazenic. Je popsána doba a technologie výsadby, včetně způsobu ochrany před zvěří. Je předepsána následná údržba výsadeb, popřípadě výsevných či náletových ploch. Rovněž je předepsán způsob ošetření stávající zeleně, dotčené stavbou - včetně ořezání poškozených větví apod.

Za standard dodávky ozelenění se pokládá nejméně tříletá záruka za výměnu uhynulých a poškozených sazenic.

11.6 Zakládání travinobylinných porostů

V rámci revitalizačních projektů vzniká občas potřeba ozelenění obnažené půdy travinobylinnou vegetací. Způsob řešení je třeba volit podle účelu, který může být rozdílný - např. stabilizace břehů zemních koryt nebo vytvoření druhově bohatého lučního porostu.

Obecně bývá osévání ploch při revitalizacích problémové. Výsledky výsevů obchodně dodávaných směsí jsou často pochybné. Na první pohled poněkud paradoxně nebývá z pohledu ochrany přírody optimální používání obchodních tzv. druhově bohatých, květnatých směsí. Tyto směsi je možné zakoupit, avšak za několikanásobně větší cenu než běžnou travní směs. Toto osivo je vytvořeno ze semen populací ze vzdálených území, a proto hrozí riziko tzv. „genetické eroze“, způsobené zavlečením cizorodého genetického materiálu. (Výjimkou a naopak vhodným řešením mohou být tzv. regionální směsi, které se však produkují zatím pouze ojediněle, např. v CHKO Bílé Karpaty). Tato problematika je tedy do jisté míry obdobná jako v lesnictví, kde se důrazně dbá na genetický původ semene a sazenic dřevin.

Z toho plyne doporučení omezit výsevy, pokud k nim nelze užít speciálních regionálních směsí, jenom na nejnужnější míru, potřebnou ke stabilizaci svahů apod. Pro tyto účely pak použít běžnou travní směs, tvořenou jen základními druhy. Ta dobře splní technický účel, je relativně laciná, nekontaminuje místní společenstva a naopak z ní vzniklé porosty budou postupně druhy z místních společenstev nejsnáze prostoupeny.

Pokud však není technicky nezbytné určitou plochu osévat, je lepší ponechat ji přirozené sukcesi (zarůstání), kdy se na ploše během několika vegetačních sezón ustálí společenstvo stanovištně nejlépe odpovídajících druhů. Někdy je vhodné tuto sukcesi podpořit a nebo usměrnit. Nejlepší je takto učinit oddrolky z druhově bohatých a stanovištně analogických porostů z co nejbližšího okolí. Tyto oddrolky obsahující diaspory (rozmnožovací částice, v našem případě většinou semena) je možné sbírat ručně z nesklizených lučních porostů, mnohem efektivnější je však jejich získání z usušeného sena z těchto cenných lučních ploch.

Specifickým způsobem obnovy a zakládání travních porostů je **přenášení drnů** z druhově bohatých lučních porostů. Tato činnost, očekává-li se od ní víc než pouhé technické odnování, se však již neobejde bez součinnosti s botaniky specializovanými na problematiku luční vegetace. Prvotním motivem pro drnování však může být i snaha nezmařit kvalitní vegetační povrch, pokud již dochází ke stavebnímu zásahu v botanicky hodnotnější louce. V takovém případě je potřeba uvážit, že **luční porost nevyrostl z roku na rok a drn z této louky představuje hodnotný materiál, který by mohl být dobře využit, místo aby byl shrnut na jednu hromadu se spodní zeminou.** Drn po sejmutí se ukládá do nevysokých rovnanin a co nejdříve se aplikuje.

Pokud se investuje značná energie do vytvoření druhově bohatých lučních porostů, je také zapotřebí, aby byla zajištěna i jejich údržba v budoucnosti. Odborný návrh režimu údržby tedy musí být součástí projektu ozelenění.

12. ZÁJMY OCHRANY PŘÍRODY PŘI REVITALIZACÍCH

12.1 Právní minimum požadavků ochrany rostlin a živočichů



Při všech revitalizačních akcích dochází k zásahům do biotopů rostlin a živočichů. Proto je na tomto místě nutné připomenout základní právní aspekty ochrany přírody, se kterými by měl být každý investor včas a dobře obeznámen. Ochrana přírody je předmětem Zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Podle § 5, odst. (1), tohoto zákona jsou „všechny druhy rostlin a živočichů chráněny před zničením, poškozováním, sběrem či odchytem, který vede nebo by mohl vést k ohrožení těchto druhů na bytí nebo k jejich degeneraci, k narušení rozmnožovacích schopností druhů, zániku populace druhů nebo zničení ekosystému, jehož jsou součástí...“. Navíc část druhů rostlin a živočichů (ohrožené, vzácné, vědecky či kulturně zajímavé) požívá podle Zákona 114 / 1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny zvláštní ochrany – jedná se o tzv. **zvláště chráněné druhy**. Ty jsou v současné době dle stupně ohrožení podle § 48, odst. (2) zařazeny do tří kategorií – a) kriticky ohrožené, b) silně ohrožené, c) ohrožené. Kompletní seznam těchto druhů je obsahem Přílohy č. II vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb.

Základní podmínky ochrany zvláště chráněných rostlin stanovuje § 49, odst. (1) – (5). Je třeba zejména citovat, že „Zvláště chráněné rostliny jsou chráněny ve všech svých podzemních a nadzemních částech a všech vývojových stádiích; chráněn je rovněž jejich biotop.“

Základní podmínky ochrany zvláště chráněných živočichů řeší § 50, odst. (1) – (5), z nichž je pro účely této publikace nejdůležitější citovat především odst. (1) „Zvláště chránění živočichové jsou chráněni ve všech svých vývojových stádiích. Chráněna jsou jimi užívaná přirozená i umělá sídla a jejich biotop...“ a odst. (2) „Je zakázáno škodlivě zasahovat do přirozeného vývoje zvláště chráněných živočichů, zejména je chytat, chovat v zajetí, rušit, zraňovat nebo usmrcovat. Není dovoleno sbírat, ničit, poškozovat či přemísťovat jejich vývojová stadia nebo jimi užívaná sídla.“

Pozornost bude nutné věnovat novele zákona 114/92 Sb., do které budou implementovány směrnice Evropského Společenství. Týká se to především Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (92/43/EEC) a Směrnice o ochraně volně žijících ptáků (79/409/EEC).

Z výše uvedených informací plyne pro investora velmi důležitá povinnost - **v případě, že je na lokalitě určené k revitalizaci zjištěn výskyt zvláště chráněných druhů, je ještě před započítím jakýchkoliv prací nezbytné požádat o výjimku z ochranných podmínek zvláště chráněných druhů** rostlin a živočichů, kterou podle § 56, Zákona 114/1992 Sb. „...může v případech, kdy veřejný zájem výrazně převažuje nad zájmem ochrany přírody, povolit orgán ochrany přírody.“ Tím je v současné době u druhů silně a kriticky ohrožených MŽP, v případě druhů ohrožených pak příslušný krajský úřad. V případě, že tato výjimka nebude vydána a během realizace díla bude zjištěno, že dochází k negativnímu zásahu do biotopu zvláště chráněných druhů, hrozí zde i poměrně vysoké finanční postihy. Přitom nerozhoduje, zda dotčený o výskytu těchto živočichů na lokalitě předem věděl. Zde je na místě znovu podtrhnout důležitost a v těchto případech i výhodnost již dříve nastíněného postupu, kdy se každá lokalita nejprve podrobí biologickému průzkumu, který mimo jiné ověří přítomnost chráněných druhů.

12.2 Požadavky ochrany rostlin a živočichů při revitalizačních stavbách, přírodovědecké posouzení

Před uskutečněním každé revitalizační akce je potřeba vzít v úvahu, že každý, byť i menší a pro laika na první pohled bezvýznamný zásah do přírodního prostředí může mít na populace mnoha druhů chráněných a ohrožených druhů živočichů a rostlin velmi zásadní vliv, a to jak pozitivní, tak i negativní. Například odtěžení mělkých partií nádrže, vložení prahu do přítoku, oddělení nádrže od toku přítokovou troubou může zlikvidovat celou místní populaci živočichů. Například na první pohled nepříliš zásadní odtěžení mělkých partií dna a přítoku do jedné nádrže na Příbramsku (akce mimo revitalizaci) způsobila úplné vymizení dřívě masově se vyskytující zvláště chráněné střeve potoční z této lokality. Na stejné vodoteči byla cca 1,5 km proti proudu toku zbudována nová revitalizační nádrž, jejíž realizace byla již ve fázi projektu a později i při vlastní stavbě průběžně konzultována s odborníky – zoology. V této nádrži došlo již v prvním roce její existence k masovému výtěru střeve a navíc ji úspěšně využilo k reprodukci několik druhů obojživelníků. Velmi negativní dopad na populace některých druhů živočichů může mít i **zvolení špatného termínu pro vlastní terénní práce** – odstraňování sedimentů z nádrží v zimním období může mít za následek likvidaci celých populací některých druhů obojživelníků, kteří přečkávají zimu na dně těchto nádrží; při jarním vypouštění nádrží dochází k eliminaci celých generací všech druhů obojživelníků, kteří danou nádrž využívají k reprodukci.

Totéž platí pro rostliny. Stavba neovlivní jenom případné vzácné rostlinné druhy vyskytující se přímo v nádrži, ale také druhy a společenstva v jejím okolí. Při jinak vhodně provedené revitalizaci nádrže může dojít k nepřipustnému zničení velmi cenných ploch na přilehlých pozemcích (např. vlhkých loukách, olšínách), které mají často rovněž mokřadní charakter a tvoří s nádrží jeden ucelený komplex. Týká se to zejména uložení materiálu (bahna) na těchto pozemcích, vytváření doprovodných objektů (různých truh) nebo v některých případech pojezdu těžké techniky.

Biologické posouzení a projekt se proto musí zabývat všemi plochami, které mohou být při akci z hlediska ochrany přírody narušeny.

Z uvedeného vyplývá nejzásadnější požadavek ochrany rostlin a živočichů při revitalizačních stavbách – **nutnost individuálního posouzení každého záměru odborníky – botanikem a zoologem**. Ti by měli po první obhlídce terénu posoudit vhodnost daného záměru a dále pak určit, zda je na dané lokalitě nutno provést detailnější biologický průzkum. **Jejich zjištění a závěry pak jsou jedním ze základních podkladů při posuzování celé akce, při vytváření konečné podoby díla a při stanovování termínů a nevhodnějších postupů realizace jednotlivých prací**. Z toho plyne, že zajištění odborného posouzení lokality musí být jedním z prvních investorových kroků. Důvodem je jednak časová náročnost případného biologického průzkumu lokality (podrobný biologický průzkum lokality může trvat i více měsíců a jeho těžiště zpravidla leží v jarním období) a jednak i to, že se investor při dodržení tohoto postupu vyvaruje časově i finančně náročného přepracovávání nevyhovujícího projektu, popř. dalších nepřijemných situací, které mohou nastat při zjištění, že při realizaci stavby došlo např. ke zničení biotopu zvláště chráněných druhů. Jedním z možných závěrů odborníka po podrobném průzkumu lokality může být navíc i zjištění, že biologické hodnoty zkoumaného území jsou natolik vysoké, že jakýkoliv zásah je zde z pohledu ochrany přírody nepřipustný – takováto situace by byla pro investora, který již vložil nemalé prostředky do vypracování projektu, velmi nepřijemná.

Přírodovědecké posouzení lokality

Každé revitalizaci musí předcházet kvalitně vypracované přírodovědné posouzení, které dostatečně pokrývá složku botanickou i zoologickou. (Orgán ochrany přírody při projednávání záměru stavby může uložit zpracování na vyšší úrovni tzv. **biologického hodnocení** ve smyslu zákona č. 114/92 Sb.) Pokud není zpracovatel přímo regionálním znalcem v daném oboru, měl by si zjistit údaje o výskytu ochranně významných druhů a společenstev (tj.: chráněné druhy rostlin a živočichů dle

Vyhl. č. 395/1992 Sb, chráněné druhy rostlin dle Červeného seznamu (Procházka 2001), ohrožená rostlinná společenstva dle Moravce (Moravec et al. 1995)) z regionální odborné literatury, od regionálních muzeí (kde bývají často k dispozici aktuální, byť třeba nepublikované údaje), od jednotlivých znalců území nebo případně od pracovníků Agentury ochrany přírody a krajiny ČR či Správy CHKO. Tak lze předejít tomu, že by v posudku nebyl uveden (či byl dokonce popřen) výskyt ochranářsky významných druhů, které se na lokalitě prokazatelně vyskytují, a tento fakt je odborně veřejnosti znám nebo byl přímo publikován.

Odborný zpracovatel rozhoduje podle místních podmínek o potřebném rozsahu posouzení. Pokud je například stavbou dotčena pouze orná půda a ruderalizované svahy upraveného koryta, posuzovatel pravděpodobně vystačí s omezeným počtem návštěv lokality, posouzení nebude rozsáhlé a spíše se věnuje možnostem, jak dané prostředí co nejúčinněji rehabilitovat. Pokud se však zasahuje do přírodovědecky cennějších formací, rozsah sledování a jeho výstupu tomu musejí odpovídat.

Lokalitu je vhodné navštívit několikrát v průběhu roku. Optimální období terénního průzkumu závisí na konkrétním oboru a dalších okolnostech. Zatímco **ichtyologický průzkum je možné provádět takřka po celý rok**, tak **posouzení výskytu obojživelníků je optimální provádět v období rozmnožování, tj. od počátku března**. Obdobně tak je nutné volit vhodný termín i pro ornitologický průzkum. **Pro botanický průzkum je optimální návštěva lokality koncem května nebo během června a potom opakovaně dle konkrétní potřeby** (například v srpnu – v době květu pozdně letních druhů rostlin jako např. hořec hořečnický).

Vzhledem k brzké implementaci evropských směrnic (92/43/EHS) je nutné věnovat patřičnou pozornost nejen výskytu ochranářsky hodnotných druhů, ale také společenstev, resp. přírodě blízkých biotopů (Chytrý et al. 2001).

Pro kvalitu revitalizačních akcí nebývá potřebné, aby posouzení rozsahem připomínalo habilitační práci a mnoho jeho stran zaplnily seznamy latinských jmen všech zjištěných rostlin a živočichů. Podstatné je, co na lokalitě a v jejím okolí je z hlediska ochrany přírody cenné, zda a jak to může být projektem ohroženo a jak má být postupováno, aby bylo plně vyhověno právně stanoveným podmínkám ochrany, aby škody na přírodě obecně byly co nejmenší a naopak dosažené příznivé efekty co nejlepší. Kvalitní posouzení porovnává navržené řešení s nulovou alternativou (uvažovaná akce se nerealizuje) a v případě potřeby navrhuje variantní řešení. Není podstatný rozsah, ale kvalita zpracování a konkrétnost a srozumitelnost závěrů, které musí být schopny zpracovat projektant stavby.

Zapotřebí je posuzovat konečnou podobu revitalizačního záměru a porovnávat ji s výchozím stavem před realizací. **Z pohledu ochrany rostlin a živočichů je nesmírně důležité, aby revitalizační akce poskytovala po svém dokončení stejné nebo lepší životní podmínky minimálně těm druhům, které zde byly zjištěny před zahájením celé akce. Ideálním stavem je samozřejmě dosažení větší druhové diverzity oproti původnímu stavu, což je také jedna ze základních myšlenek „Programu revitalizace říčních systémů MŽP“, obsažená i v příslušných pravidlech tohoto programu.**

Biologické posouzení obsahuje zejména tyto informace:

- 1) Lokalizace a vymezení území. Širší „biogeografie“.
- 2) Popis biotopů a vegetace v jednotlivých částech území před akcí (vhodná je fotodokumentace).
- 3) Výčet významných taxonů rostlin a živočichů, jejich lokalizace a početnost:
 - chráněných, ohrožených, Zvláštní pozornost je zapotřebí věnovat zejména druhům uvedeným v příloze II směrnice č. 92/43/EHS
 - invazních (tj. nepůvodních intenzivně se šířících) a expanzivních (sice v naší květeně původních, avšak intenzivně se šířících na nová stanoviště)
 - dalších z různých hledisek pozoruhodných (např. kulturně, esteticky....)
- 4) Vliv projektu na populace významných rostlinných a živočišných taxonů (viz bod 3) včetně návrhů

- co, jak a kdy se má udělat (načasování prací, transfer, ponechání určitých partií bez zásahu).
- 5) Pokud se vyskytnou ohrožená rostlinná společenstva (Moravec et al. 1995) a typy přírodních biotopů (Příloha I směrnice č. 92/43/EHS resp. Chytrý et al. 2001) musí být uvedeno, zda a jak do nich projekt může zasáhnout, jaké z toho vyplývá ohrožení a návrhy na řešení.
 - 6) Návrhy optimalizace konečné podoby díla a jeho dalšího využití z hlediska výsledků biologických průzkumů.
 - 7) Celkové shrnutí.

12.3 Minimalizace negativních dopadů revitalizačních akcí na faunu

Z pohledu ochrany fauny závislé na vodních biotopech je myšlenka revitalizace říčních systémů jedním z nejpozitivnějších signálů posledních let. Důvodem je skutečnost, že nosným pilířem tohoto programu by měla být i náprava nedozírných škod, které na našich vodních tocích, mokřadních biotopech a vodách vůbec napáchaly často samoúčelné a megalomanské regulace řek a potoků, meliorace a další podobné snahy o ovládnutí přírodního prostředí. Mnozí odborníci a ochránci přírody vidí proto v revitalizaci říčních systémů velkou šanci alespoň na částečnou nápravu těchto škod a na opětovné zvětšení biologické hodnoty vodních biotopů u nás.

Již ze samotné podstaty revitalizací vyplývá skutečnost, že v podstatě při každé akci dochází k poměrně razantním zásahům do vodních biotopů a jejich okolí, a tím i do biotopů mnoha druhů živočichů, často i zvláště chráněných. Populace živočichů se pak s těmito zákroky často vyrovnávají se značnými obtížemi a v krajních případech se jim to nemusí vůbec podařit. To, jaký dopad bude mít konkrétní revitalizační krok na živočichy žijící v dotčeném území, pak závisí na mnoha faktorech, z nichž velkou část lze ovlivnit. Negativní dopad zásahu na obojživelníky lze např. výrazně zmenšit volbou vhodného termínu provádění zemních prací nebo transferem (přenesením) živočichů na náhradní stanoviště.

12.3.1 Zákroky rizikové z pohledu ochrany fauny

V této kapitole jsou stručně shrnuty nejčastěji se opakující problematické zákroky s velmi negativním dopadem na faunu, vázanou na vodní a mokřadní biotopy a jejich okolí, ke kterým by mohlo v souvislosti s prováděním revitalizačních akcí docházet:

- **Kácení dřevin** v okolí nádrží, v nivách vodních toků apod. V souvislosti s touto problematikou je třeba si uvědomit obrovský význam dřevin v těchto ekosystémech: poskytují množství hnízdních příležitostí pro ptáky, souvislejší nivní porosty slouží jako významné biokoridory, stromy v okolí toků zpevňují jejich břehy, atd. Značný význam v takovýchto biotopech mají pak uhynulé stromy, jejichž dutiny poskytují útočiště velkému množství druhů živočichů. Ty jsou však většinou pouze z „estetických“ důvodů likvidovány nejčastěji jako první. Vyskytly se i případy, kdy zájemce o výstavbu revitalizačního objektu dopředu vykácel porosty, aby vytvořil dojem, že místo je zpustošené a vyžaduje revitalizaci. Kdo si takto počíná, nemůže se divit, když se místo dotace na stavbu dočká vyšetřování orgány ochrany přírody.
- **Vypouštění vodních nádrží v nevhodných termínech** – volba nevhodného termínu vypouštění nádrží a následných zemních prací má katastrofální dopady zejména na populace obojživelníků, ale negativně se odráží i v reprodukčním cyklu vodních ptáků apod.
- **Nevhodné úpravy vodních toků** – necitlivé úpravy přírodních a přírodě blízkých koryt bez předchozího průzkumu lokality mohou mít následky zcela odlišné od záměrů revitalizací. Např. odstraňování doprovodných dřevin i s kořenovými systémy výrazně snižuje nabídku přirozených úkrytů pro ryby a jiné vodní živočichy, odstraňováním hlinitopísčitých sedimentů mohou být likvidovány celé populace mihulí atd.
- **Nevhodné odvodňování ploch**, například příliš zahluobenými odpadními strouhami od vypustí nádrží, poškozují mokřadní biotopy ve všech jejich složkách.
- **Vytváření migračních bariér v tocích** – vytvořením migračních bariér v tocích (vysoké příčné

stupně, jezy, průtočné vodní nádrže, prizmatické úseky s nevhodným příčným profilem,...) často dochází k výraznému poškození populací vodních živočichů, zejména mihulí a ryb.

- **Nevhodné využívání revitalizačních nádrží** - rekonstruované nebo nově budované vodní nádrže jsou někdy dále využívány pouze k intenzivnímu chovu ryb, čemuž je přizpůsobován i samotný projekt, ve kterém nejsou ani v nejmenším zohledňovány ekologické nároky volně žijících druhů živočichů. V souvislosti s chovem ryb a jejich dokrmováním navíc dochází v podobných nádržích k výraznému zhoršení kvality vody. Významný negativní dopad např. na obojživelníky má navíc i neúměrně zvýšený predanční tlak vůči jejich larvám apod.

12.3.2 Faktory ovlivňující posuzování revitalizačních záměrů a volbu vhodných postupů při jejich realizaci z hlediska fauny

Při zoologickém posouzení je třeba kromě obecných zásad (zejm. teprve znalostí konkrétního druhového složení lze specifikovat nevhodnější termíny a další okolnosti provedení prací) dbát také na další skutečnosti, na které by měl být z pohledu ochrany fauny kladen důraz při samotném posuzování vhodnosti zamýšlené revitalizace. Nejdůležitější z nich jsou shrnuty v následujících bodech:

- **Izolovanost zjištěných populací** – velmi důležitý faktor, který má poměrně zásadní vliv na postupy při minimalizaci negativních dopadů na faunu dané lokality. V případě, že se např. jedná o jedinou vhodnou reprodukční nádrž obojživelníků v širokém okolí, může mít její nevhodná revitalizace na populace těchto živočichů zcela katastrofální dopad, jehož důsledkem může být i jejich úplné vymizení ze značných ploch v okolí lokality (např. ropuchy migrují do vhodných reprodukčních nádrží i ze vzdálenosti několika km). V takovýchto případech je tedy nadmíru důležité klást při přípravě i vlastní realizaci celé akce velký důraz na úzkou spolupráci s odborníkem na danou skupinu živočichů. Jiná situace nastává v případech, kdy je revitalizovaná nádrž např. součástí větší soustavy vodních biotopů. V případě, že příslušný odborník zjistí výskyt stejných druhů živočichů i v nádržích okolních, postačí zde uplatnit např. pouze některá termínová omezení, zamezující přímému usmrcování jedinců zjištěných druhů živočichů. Většina těchto živočichů pak bude využívat náhradní stanoviště v blízkém okolí a vlastní dočasné vynětí jedné nádrže z „fonde vhodných reprodukčních stanovišť“ neohrozí stabilitu jejich populací v daném území
- **Mobilita zjištěných druhů živočichů** – velmi důležitý aspekt při volbě postupu, minimalizujícího negativní následky revitalizačních akcí na živočichy upravované lokality. Např. větším savcům nebo ptákům nehrozí při provádění zemních prací přímé nebezpečí usmrcení a při dočasné likvidaci jedné lokality se mohou sami poměrně snadno přemístit na náhradní stanoviště. Podobně je tomu např. u ryb při úpravách částí vodních toků. Zcela odlišná situace ale nastává v případě živočichů vázaných přímo na vodní prostředí, jako jsou např. ryby nebo larvy obojživelníků např. při vypuštění vodní nádrže před jejím odbahňováním. Zárok může skončit usmrcením velkého množství těchto živočichů, což je nepřijatelné. To znamená, že v případě těchto živočichů je třeba řešit situaci buďto volbou méně drastických technologií, nevyžadujících například úplné vypuštění nádrže (např. sací bagr), nebo např. jejich odchycením a přenosem na jiné vhodné stanoviště (např. ryby, popř. dospělí obojživelníci). V případě larev obojživelníků zůstává v podstatě jediným řešením volba vhodného termínu pro vypuštění nádrže (viz dále)
- **Typ revitalizace** – je dalším velmi důležitým aspektem, ovlivňujícím přístup k minimalizaci případných negativních dopadů příslušného zásahu na zjištěnou faunu. Nejrizikovější jsou **rekonstrukce mělkých, delší dobu hospodářsky nevyužívaných a vegetací zarůstajících nádrží**. Takovéto biotopy jsou pro bezobratlé, obojživelníky a ptáky velmi často právě tím nejatraktivnějším prostředím, nabízejícím množství vhodných úkrytů i velmi vhodné podmínky pro život a reprodukci. Revitalizace takovýchto biotopů se pak stává značně diskutabilní záležitostí, protože biodiverzita revitalizované lokality často nedosáhne kvalit původního stavu. V těchto případech by mělo být na **zvážení odborníka – biologa zda by nebylo vhodnější zde preferovat zájmy ochrany přírody a od úprav podobných biotopů raději upustit**. Mnohem menší riziko znamená **výstavba nových nádrží**. I zde je však nutno prozkoumat oživení v budoucnosti zatopené plochy a provést ichtyologický průzkum vodoteče, ze které má být budoucí nádrž napájena. V případě zjištění výskytu mihulí nebo vzácnějších

druhů ryb je pak nezbytné zachovat migrační prostupnost toku v obou směrech buďto zbudováním rybího přechodu, nebo zvážením varianty nádrže s obtokovým korytem. Nejméně rizikové jsou **úpravy meliorovaných a regulovaných koryt potoků**, která jsou ve většině případů velmi skromně oživená. I tyto lokality by měl před realizací projektu navštívit biolog, který by pak spolupracoval na optimalizaci řešení příslušné revitalizace toku.

12.3.3 Nejvhodnější způsoby provádění revitalizačních akcí z pohledu ochrany fauny

V následujících odstavcích jsou stručně formulovány a zobecněny nejvhodnější způsoby, vedoucí k minimalizaci negativních dopadů zásahů do vodních biotopů a jejich okolí, ke kterým dochází v souvislosti s prováděním revitalizačních akcí. Jelikož převážnou většinu těchto akcí tvoří opravy starších vodních nádrží a odstraňování sedimentů z rybníků, jsou zde nejohroženějšími skupinami živočichů, pomíame-li množství bezobratlých, zejména ryby a obojživelníci. Negativní dopady na tyto skupiny živočichů lze zmírnit v zásadě následujícími přístupy:

Volba vhodných termínů pro realizaci jednotlivých fází akce - tímto způsobem lze snížit na minimum negativní dopad zejména těch revitalizačních akcí, při nichž je nutné vypustit existující vodní nádrž. Jedná se o neefektivnější způsob zmírnění negativních dopadů zejména u obojživelníků, a to hned z několika důvodů:

- některé druhy obojživelníků přečkávají zimu na dně vodních nádrží (toto prostředí vyhledávají na podzim, v závislosti na průběhu počasí);
- většina druhů obojživelníků se v dospělosti ve vodních nádržích zdržuje pouze po krátké období v jarních měsících roku, a to v souvislosti s reprodukcí – po naklazení snůšek pak žijí suchozemským způsobem života, přičemž se vzdalují i několik kilometrů od vodních nádrží;
- vývoj larev obojživelníků probíhá v jarních a letních měsících (u většiny druhů končí nejpozději v průběhu srpna);
- záchranný odlov dospělých jedinců většiny druhů obojživelníků mimo období reprodukce by byl velmi neefektivní a co se týká záchranného odlovu a přenosu larev obojživelníků, je např. u ocasatých obojživelníků (čolci, mlok) prakticky nemožný.

Z bodů a) – c) je jasné patrné, že v průběhu roku existují období, kdy se ve vodním prostředí a v jeho okolí zdržuje pouze omezený počet těchto živočichů. **Vypuštěním nádrží a realizací revitalizačních akcí právě v těchto časových úsecích tedy dojde k výraznému snížení negativních dopadů na jejich populace.** Naopak nevhodné načasování těchto prací může mít na populace těchto vesměs vzácných a zvláště chráněných živočichů katastrofální dopad. Shrme-li tedy předcházející informace, vplyne z nich **nejvhodnější časový harmonogram revitalizačních akcí:**

Vypuštění nádrže – mělo by k němu dojít poté, co metamorfované larvy obojživelníků opustí vodní prostředí, což se děje v závislosti na druzích, průběhu počasí a dalších faktorech během období červen - zhruba konec srpna. K vypuštění vody z nádrže však musí dojít zároveň dříve, než bude vyhledána dospělými jedinci k případnému přečkání zimního období (zhruba v průběhu října).

Zemní práce by měly v ideálním případě proběhnout tak, aby byla nádrž opět napuštěna zhruba počátkem března. Pokud se akce protáhne i přes toto období, je nutno počítat s tím, že v jarním období dojde do míst bývalé zátopy k masové migraci obojživelníků. Tuto situaci lze řešit přerušením prací nebo odchytem a přenosem živočichů na jinou vhodnou lokalitu.

Provedení záchranného odlovu živočichů – tento způsob zmírnění negativních dopadů je efektivní např. u mihulí a ryb, ale lze k němu s menší úspěšností přistoupit i u obojživelníků, a to zejména u těch druhů, které jsou celoročně vázány na vodní nádrže a jejich bezprostřední okolí (například zástupci komplexu tzv. „zelených skokanů“ nebo kuňky). U obojživelníků se jedná o jediný použitelný způsob, pokud ze závažných důvodů nelze přizpůsobit termíny prací jejich životnímu cyklu. Pak je tento odlov neefektivnější v jarním období, tedy ve chvílích kumulace celých populací v reprodukčních nádržích.

Důležitou a neopominutelnou součástí úspěšného záchranného přenosu živočichů je vyhledání vhodného náhradního stanoviště. Optimální situace nastává např. při odlověch ryb z upravovaných partií potoků, kdy je pouze přeneseme do jiných úseků stejného toku a zamezíme jim v opětovném šíření do prolovených partií. Vhodný je také přenos obojživelníků na lokality v těsném sousedství upravovaného biotopu. Mnohem závažnější problém však nastává, pokud se v bezprostřední blízkosti upravovaných lokalit jiné vhodné stanoviště nenachází. Zde je potřeba důsledná spolupráce s odborníky na příslušné skupiny živočichů, protože nalezení vhodného náhradního stanoviště je poměrně složitá záležitost, při které je nutno brát v potaz např. možnost zavlečení různých parazitů a chorob na nové lokality (např. račí mor při transferu raků). Neméně důležitý je zejména u ryb i další aspekt, vyplývající z podrobných genetických výzkumů některých druhů, probíhajících v posledních letech, a tím je výrazná genetická odlišnost populací, obývajících např. různá povodí. Při dobře myšleném záchranném přenosu takovýchto druhů např. na lokality v jiném povodí by tak došlo k neomluvitelnému „genetickému znečištění“ původní populace.

Volba alternativních technologií – ke zmírnění negativních dopadů revitalizačních zásahů na faunu může výrazně přispět např. i volba ekologicky méně drastických technologií. Např. při odstraňování sedimentů z nádrží lze místo klasického odbagrování vypuštěné nádrže použít tzv. sací bagr, jehož výhodou je, že se při jeho použití nádrž nevypouští. I zde je ovšem nutno dodržet určitá termínová omezení, vyplývající např. ze životního cyklu obojživelníků (ani tyto práce nelze provádět v období reprodukce těchto živočichů).

12.4. Požadavky ochrany flory a vegetace při revitalizačních stavbách

Z botanického hlediska přinášejí nejvíce potenciálních problémů **revitalizace vodních nádrží**. Problematika revitalizací z hlediska flóry (tj. květeny; souboru rostlinných taxonů) a vegetace (tj. rostlinstva; rostlinného krytu tvořícího rostlinná společenstva) je rozdílná v jednotlivých částech nádrže:

Oblast volné vody (pelagiál), dna (bentál) a pobřežní pásmo pod úrovní nízké letní hladiny vody (sublitorál):

Jedná-li se o sedimentární pásmo nádrže, je při odbahňování zapotřebí ponechat část plochy s reprezentativním výskytem specifické vegetace (*Riccion*, *Eleocharition ovatae*, *Charition*, *Oenanthion* aj.) vázané často na bahnitě substráty bez zásahu tak, aby byla zachována refugia, kde by předmětné druhy (resp. zásoba jejich diaspor) zůstaly zachovány a mohly se šířit zpět do nádrže.

Jedná-li se o asedimentární pásmo, kde převažují písčité a kamenité půdní složky, nebývá většinou zásah v rámci revitalizací nutný.

Zvláštní problematiku představují periodicky obnažovaná dna (v letněných rybnících, rybnících s jarním výlovem a nebo v nebeských rybnících, kde se po podzimním výlovu rybník celou další polovinu roku pomalu napouští). Pokud se zde vyskytuje vysoce ochrannářsky hodnotná vegetace (např. porosty puchýřky útlé), je nutné nechat plochy výskytu zcela bez zásahu a další postup konzultovat se specialisty. Uvedená vegetace je vázána většinou na písčité substrát; odbahněním přilehlých ploch je možné tato rostlinná společenstva vhodně podpořit. V případě nádrží s hodnotnou vegetací obnažených den je nutné zajistit do budoucna takové využívání a vodní režim revitalizované nádrže, aby bylo vhodným způsobem zajištěno periodické obnažování dna (interval letnění jednou za 3-5 let nebo držení na nízké vodě).

Vlastní pobřežní pásmo v kontaktu s kolísající hladinou (eulitorál):

Pokud se zde vyskytuje ochrannářsky hodnotná flóra a vegetace, nelze do porostů zasahovat. Jedná-li se o běžnou vegetaci (zejména porosty rákosu, chrastice, orobince široolistého apod. bez výskytu chráněných a ohrožených druhů), je možné plochy těchto porostů např. při odbahňování redukovat, ale vždy

musí být zachovány reprezentativní úseky tak, aby byla umožněna jejich reprodukce. Zcela nepřipustné je deponování bahna např. v podobě valu v těchto partiích, kdy se naruší přirozená zonace litorálu a vytvoří se podmínky pro expanzi nežádoucích agresivních druhů (kopřiva dvoudomá, třtina křovištní) nebo invazních druhů (křídlatky, netýkavky,...).

Pobřežní pásmo mimo dosah hladiny (epilitorál):

Tato zóna již není přeplavována vodou, leží však v oblasti, kde je výška hladiny podzemní vody ovlivněna výškou vody v nádrži. Přesto mohou být tyto plochy, které z botanického hlediska mohou mít velmi vysokou ochrannou hodnotu (např. rašelinná a slatinná společenstva), při revitalizaci vodní nádrže výrazně negativně postiženy. Nepřipustné je zde zejména trvalé deponování vyhrnutého bahna. V případě hodnotné flory a vegetace je nutné zvážit, zda je přípustný pojezd těžké techniky. Následně je zde možné uvažovat o výsadbě vhodných, stanovištně odpovídajících dřevin. Avšak v případě, že se v epilitorálu vyskytuje hodnotná travinná vegetace, jsou tyto výsadby nežádoucí a je nutné naopak provést redukci náletu a pokud možno zajistit i extenzivní obhospodařování (kosení) dle zásad ochranného managementu (blíže viz Petříček et al. 1999).

Při revitalizaci vodní nádrže je nutné také dbát na složení a velikost případné rybí obsádky. Býložravé druhy, jako je zejména amur bílý, mohou zcela decimovat populace vodních rostlin. Nepřipustné je také hnojení revitalizovaných nádrží; může výrazně změnit chemismus vody, složení vegetace a výskyt ohrožených a chráněných druhů a způsobit eutrofizaci litorálu.

Při revitalizaci vodních toků zpravidla k výraznému narušování ochranně cenné flory a vegetace nedochází, protože se nejčastěji jedná o plochy z přírodovědného hlediska málo hodnotné. Důvodem degradace mohlo být zejména provedení meliorací (odvodnění) v minulosti. Přesto i zde je třeba, aby dotčené plochy navštívil botanik.

Pokud se jedná o **zakládání nových tůní**, tak je nutné provést podrobný průzkum těchto ploch. Vyhroubení tůně má smysl tam, kde znamená zvětšení hodnoty plochy. **Například v cenných lučních společenstvech je hloubení tůní nevhodné až nepřipustné.** Při návrhu umístění tůně je tedy nutné preferovat relativně nejméně botanicky významnou plochu. Pokud je tůň zakládána na louce, je nutné také myslet na její umístění tak, aby nebyla znemožněna obhospodařovatelnost a nedošlo k nežádoucí fragmentaci luční enklávy. Musí být zachován dostatečný prostor pro průjezd a otáčení techniky, provádějící kosení okolních ploch.

13. PROVOZ A ÚDRŽBA REVITALIZAČNÍCH STAVEB



Dlouhodobým cílem revitalizačních opatření je stav vyžadující co nejméně údržby. Intenzivnější údržba probíhá v letech po dokončení stavby, kdy zajišťuje nezbytné korekce, usazení a zapojení díla, napomáhá příznivým směrům samovolného dotváření stavby a zapěstování vegetace. Později by se měla omezovat na základní úkony, běžné v krajinném prostředí. **Revitalizace nevytvářejí okrasné parky, které by bylo třeba udržovat trvalým vkládáním značného množství energie.**

13.1 Práce v období po dokončení výstavby

Péče o výsadby dřevin

Alespoň tři roky po vysazení vyžadují stromy a keře dohled a péči, lesnické výsadby až pět let. V prvním roce je v sušších místech potřebná závlhka. Pokud jsou sazenice tak malé, že by je přerůstala buřeň, vyžadují obžínání, a to v červnu a pak asi po dvou měsících. Posečeným materiálem se sazenice s výhodou mulčují. Pokud však sazenicím nehrozí, že je buřeň pohltní, může být vhodnější je neobžínat. Buřeň, která již sazenice zcela nepřerůstá a nepohlcuje, je do jisté míry chrání před přísušky a před zvěří. Dále k údržbě patří kontrola a opravy kůlů, úvazů a ochran proti zvěři. Ochrany proti zvěři, které by se mohly časem zařezávat do kmenů, je třeba odstraňovat. Přiměřeně se odstraňují defektní větve a provádí výchovný řez, zejména odstraňování nevhodně rostlých konkurenčních výhonů, které by jednou, v dospělosti stromu, hrozily rozlomením.

Sečení ploch

Revitalizace není okrasná zahrada, a tak sečení ploch má být prováděno jenom ve skutečně potřebném rozsahu a po nezbytnou dobu. Jedná se o péči o výsadby (viz výše), zapěstování nezbytného rozsahu zatravnění, které by jinak bylo překonáno buření. Sečení je nutné v případě výskytu ohrožených a chráněných druhů rostlin a ohrožených společenstev, která by bez sečení zanikla. V tomto případě se posečená hmota odstraňuje, mulčování není žádoucí.

Příležitostně se setkáváme s názorem, že sečení patří k běžné trvalé údržbě břehů koryt a hrází. To v podstatě postrádá věcné zdůvodnění. Kontrolu prúsaků, což je činnost u nádrží povinná, lze většinou provádět i v neposečeném podhráží. Touha po úpravném vzhledu je subjektivní záležitost a sama o sobě neodůvodňuje náklady, které by pravidelné sečení vyžadovalo. Pokud ovšem někdo chce sekát hráže a břehy, aby získal píci nebo seno, netřeba mu v tom bránit - pokud by tím třeba neničil žádoucí nálet dřevin.

Korekce dotváření revitalizovaných koryt

Korekce především potlačují nežádoucí vývoj koryta, hlavně hloubkovou erozi. V případech, kdy je nutno chránit nedotknutelné cizí pozemky, inženýrská díla apod., je třeba kontrolovat též erozi břehovou. Základní korekční metodou je doplňování zpevňujícího kameniva, které představuje tvárný a v revitalizacích většinou vhodný typ opevnění.

Údržba vzrostlé vegetace po výstavbě

K samotným realizačním pracem ještě patří ošetření stromů, poškozených za výstavby. Mechanická poškození se začínají hladkými řezy. Po odstraněných nebo ulomených větvích se na stromě nenechávají pahýly, které by zahnívaly a zakládaly by v kmenech stromů dutiny. Odřezávají se podle podmínek hladce u kmene nebo tzv. na větevní kroužek (těsně za ztlustělým náběhem ke kmeni). Cílem je vytvořit takovou ránu, kterou úspěšně překryje hojivé pletivo.

Následkem stavební činnosti mohou hynout některé stromy. Například olše, jinak nenáročná, špatně snáší větší a dlouhodobější změny polohy hladiny vody. Pokud se uhynulý strom záměrně neponechává

v litorálu nádrže nebo v mokřadu pro ptáky nebo pro hmyz, pokácí se a pokud možno využije alespoň jako palivové dříví.

Rekonstrukce porostů nevhodného složení

Součástí revitalizace a její následné údržby může být například těžba kultivárních topolů a jejich nahrazení porostem olší a vrb.

13.2 Práce nastupující po delším časovém odstupu

Vyklízení ochranných sedimentačních tůní nebo předprostorů nádrží

Četnost vyklízení závisí na intenzitě zanášení. Sedimentační tůně bývají nevypustitelné, a tak se těží z vody. Usazovací předprostory se naopak vysušují při vypouštění nádrže a těžba se provádí suchou cestou. Před následným uložením vytěžených usazenin se kontroluje jejich chemické složení a porovnává s příslušnými normami.

Těžba usazenin z malé vodní nádrže

Provádí se podle intenzity zanášení a podle možností majitele nádrže - jedná se o nákladný zásah. Často přesahuje rámec údržby a s přidruženými opravami hráze a objektů se stává samostatnou investiční akcí.

Pěstební probírky mladých porostů

Po běžných krajinářských výsadbách, prováděných v hustých skupinách, následují pěstební probírky, jejichž četnost a razance vycházejí z projektu ozelenění a ze skutečného stavu porostů.

Udržovací probírky břehových porostů

Pokud tomu zájmy ochrany přírody výslovně nebrání, lze břehové a nivní porosty v rozumné míře udržovat zimními probírkami, zaměřenými na těžbu alespoň palivového dříví. Jednorázově by se nemělo vybírat víc než 10 % kmenů, výběr by neměl stírat různověkost a tvarovou členitost porostů. Neměly by být důsledně odstraňovány všechny staré a rozpadající se stromy, protože ty jsou cenné pro ptactvo, hmyz apod. Přírozená skladba porostů se podporuje přednostním vybíráním nežádoucích druhů, zejména akátů a kultivárních topolů.

13.3 Práce prováděné trvale

Kontrola a údržba hrází a jejich objektů

Provádí se podle manipulačního řádu díla. Patří sem zejména kontrola paty hráze kvůli průsakům a udržování plné funkčnosti výpustního zařízení a bezpečnostního přelivu.

Sečení trvalých luk

Součástí revitalizovaného území může být též louka. Sečeme ji pro píci a seno nebo v případě, že to vyžaduje například výskyt cenných druhů a společenstev, která by bez sečení zanikla. Pouhé estetické důvody většinou nestačí pro to, aby na sečení a sklizení materiálu byla vynakládána práce.

Eliminace invazních rostlin

Zvláště na narušených površích se mohou uchycovat křídlatky, bolševníky, netýkavky a další nežádoucí rostliny. Pokud souvisle obsadí například břehy potoka, znemožní obnovu žádoucích břehových porostů. Jejich likvidaci se vyplatí provádět od počátku a razantně, protože s odklady a nedůslednostmi potřebný objem prací rychle narůstá. Proti křídlatkám se například osvědčil opakovaný postřik mladých zelených vrcholů roztokem Roundupu. Bolševníky je podle většiny zdrojů vhodné vykopávat. Netýkavku žláznatou je vhodné vytrhávat. Trnovník akát se spolehlivě ničí postřikem roundupu na mladé zelené výhony.

Management biotopu zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů

Pokud je revitalizační dílo biotopem vzácného a ohroženého druhu nebo společenstva, může být v jeho prospěch nad rámec revitalizačního programu prováděn určitý speciální management.

14. INFORMAČNÍ A VÝCHOVNÉ VYUŽITÍ REVITALIZACÍ

Revitalizační stavba běžně přístupná veřejnosti by měla být opatřena tabulí nebo podobným zařízením, informujícím o základních charakteristikách díla a zejména o jeho významu pro přírodu, krajinu a vodní hospodářství. Výstižné obrazové schéma je vhodnější než rozsáhlé texty, které bude sotva kdo celé číst. Pokud byla výstavba podpořena dotací revitalizačního programu, mělo by to být rovněž uvedeno.

Revitalizační dílo může být spojeno s naučnou stezkou. Dosaďadní zkušenosti však ukazují, že příliš rozsáhlé instalace naučných stezek svými nároky na údržbu často přesahují možnosti zřizovatelů.



Koncepce revitalizační stavby by měla být přiměřeně vstřícná vůči veřejnosti. Turistická pěší nebo cyklistická cesta by měla být kolem revitalizovaného díla vedena obstojným způsobem, s případnými vyhlídkami a odpočívkami. Pokud stavba vytváří bezprostřední přírodní zázemí obce, může na ni navazovat okružná vycházková pěšina.

Zvláštní zařízení jako ornitologické vyhlídkové věže jsou mimořádně zajímavá, ovšem jsou spojena s nároky na soustavnou údržbu. Budovat je má smysl tam, kde je opravdu co ukazovat, kde nebudou rušit a kde působí spolehlivý subjekt, který bude pečovat o jejich optimální využití a o technickou údržbu. Současné dotační podmínky ovšem neumožňují, aby zařízení tohoto druhu byla financována dotacemi na revitalizační stavby.

Revitalizace v parkových úpravách

Revitalizace mohou vstupovat i do měst a obcí. Tam se nemusejí vždy držet přírodních předloh, a naopak se stávají součástí parkových úprav, obohacujících městské prostředí o přírodně - estetické prvky a o příležitosti pro odpočinek a rekreaci obyvatel. Mohou nacházet různé návaznosti na historickou i současnou architekturu, vytvářejí příležitosti pro osobitá umělecká díla. Současně mohou nenápadně podporovat povodňovou průtočnost území.

Pěkným přírodě blízkým řešením je například hradební strouha v Chrudimi, revitalizovaná podle návrhu M. Šindlara. Přirozeně členitá, a přitom parkově upravené koryto s kameny a dřevy, probíhající souběžně s městskou ulicí, výrazně obohacuje prostředí. To oceňuje především mládež, kterou láká k oblíbeným potočním hrátkám.

Zajímavý vodní park si postavili v německém Ambergu, městě na půl cesty mezi Domažlicemi a Norimberkem. Na dolním okraji města, u řeky Vils, ležely rozlehlé plochy průmyslové periferie. Ve druhé polovině 90. let se město rozhodlo využít tohoto území lépe. Mnohahektarová plocha byla upravena pro konání velké výstavy sadovnictví a volnočasových aktivit, a pak již zůstala veřejným parkem. Z řečiště Vils odbočil rozlehlý nový meandr, který vytváří velkou vodní plochu a současně novou povodňovou kapacitu. V původní trati byl ponechán povodňový průleh. Poloostrov uvnitř meandru není lidem přístupný, čehož hojně využívá vodní ptactvo. Na břehu meandru stojí nakonzervován starý dřevěný člun, který připomíná dávnou nákladní plavbu po řece. K jezu na řece Vils byl přistavěn postranní rybí přechod - bypass, který do jinak plochého parku vnáší prvek proudící vody a napodobuje přírodní potok. Napříč celým parkem je od řeky odbočen malý potůček, na němž nalezneme třeba amfiteátrík s velkým vodním kolem. Také hlavní dětské

hřiště je částečně vodní - leží na břehu velké tůně a patří k němu i vodní atrakce, jako loďka na kladce a různé prolézačky.

Parkové revitalizace představují specifická řešení, a to jak provedením, tak náklady. Z těchto důvodů nezbyvá než individuálně posuzovat, nakolik je možné a vhodné podpořit tu kterou akci v rámci revitalizačního programu. (Do této kategorie spadají v poslední době například některé vodohospodářské úpravy v biokoridorech a biocentrech, zakládaných ve městech v návaznosti na novou obytnou či jinou zástavbu. Tu má oprávněný názor, že tyto biokoridory a biocentra jsou doplňkovými či vyvolanými investicemi k probíhající výstavbě, a tedy by je měli financovat její investoři.)

15. POŘIZOVACÍ NÁKLADY REVITALIZAČNÍCH STAVEB

Při posuzování záměrů revitalizačních staveb hrají náklady významnou roli. Poměr mezi dosahovanými efekty a náklady by měl být co nejpříznivější. Každý revitalizační případ má svoje zvláštnosti a šablonovitě srovnávání může být obtížné, přesto se posuzování nákladů neobejde bez obecných měřítek, kterými jsou **měrné náklady - investiční náklady na měřitelnou jednotku díla**.

Nepřiměřeně velké náklady často odhalují záměr pochybný po stránce koncepční, technické i krajinářské. Posouzení nákladů je důležitým nástrojem, pomáhajícím vyhýbat se nevhodným záměrům.



15.1 Podélné revitalizace potoků a niv

Srovnávací měrnou hodnotou jsou náklady (z položky celkové investiční náklady) na běžný metr (bm) koryta, resp. nivy. Vzhledem k tomu, že zvlněním se může samotné koryto významně prodloužit, je vhodné jako základní údaj odvozovat náklady na bm nivy nebo koryta před revitalizací, a jako doplňkový údaj náklady na bm nového koryta. Jednotlivé konkrétní případy se liší velikostí a výchozím charakterem revitalizovaného toku, rozsahem navazujících opatření v nivě, a tak je vhodné ke specifickým nákladům uvádět základní informace o rozsahu díla.

Pro představu o nákladech uvádíme údaje několika uskutečněných revitalizačních akcí, které byly příznivě hodnoceny jak z hlediska nákladů, tak revitalizačního efektu:

1. Hloubení malokapacitního koryta, nahrazujícího drenážní hlavničky

Region Vysočina, provádění 2000 - 2001. Po otevření hlavniček, jehož náklady jsou mimo toto hodnocení, bylo v travnatém terénu pastviny ručně rýčem hloubeno mírně zvlněné koryto, příčný profil na dva rýče vedle sebe. Materiál se ručně rozhazuje do okolní plochy. Rozsah díla v místě v řádu stovek metrů koryta. Náklady cca 50 Kč na bm nového koryta.

2. Revitalizace nivy podhorského potoka

Jižní Čechy, provádění 1998 - 2000. Potok o běžných průtocích v jednotkách (v horní části revitalizovaného úseku) až desítkách l/s probíhal pastvinami v upraveném korytě, opevněném polovegetačními tvárniciemi. Tvárnice byly odstraněny, většina trati starého koryta zasypána, část proměněna v kaskádovitě tůň. Převážně v rostlém terénu vyhloubeno nové, přirozeně mírně zvlněné koryto kapacity do Q₁, pevněné kamenem a drnem. Rozsáhlé výsadby dřevin, v dolní části vyhloubeny dvě větší tůně s přelivy z kamene. Celková délka revitalizace cca 3 km. Náklady všech provedených opatření cca 1.900 Kč na bm nivy.

3. Revitalizace nivy potoka ve vrchovině

Střední Čechy, provádění 2000 - 2001. Akce navazující na rekonstrukci rybníka. Potok o běžných průtocích kolem 10 l/s probíhal před revitalizací v upraveném, tvárniciemi opevněném korytě vlhkou, neobhospodařovanou nivou. Regulované koryto bylo na délce cca 300 m zasypáno po vložení trubního svodu, zachycujícího drenáže, ve dvou místech v něm vyhloubeny tůně. Po straně vyhloubeno nové, malokapacitní koryto mělce mísovitěho tvaru, opevněné kamenem, výrazně zvlněné. V nivě vyhloubeno několik tůň, provedeny rozsáhlé výsadby zeleně. Náklady všech provedených opatření cca 1.800 Kč na bm nivy.

V porovnání s těmito případy nutno jako nepřiměřeně nákladné hodnotit následující akce, resp. záměry:

4. Částečná revitalizace potoka v mírně svažitých polích

Střední Čechy, provádění 1998. Potok o běžných průtocích v jednotkách litrů v polích totálně napřímen a ve velkokapacitním příčném profilu opevněn tvárnici. Částečná revitalizace, prováděná na délce cca 2 km, spočívala v pročištění, dílčích opravách opevnění s využitím kamenných rovnanic a záhozů, vložení rozčleňujících prahů z kulatiny a kamene a v nesouvislých výsadbách dřevin. Náklady cca 2.000 Kč na bm koryta. Velmi skromný efekt akce, která by v dnešní době nebyla pokládána za revitalizaci, nýbrž pouze opravu upraveného koryta, nebyl přiměřený vloženým nákladům.

5. Záměr částečné revitalizace potoka v mírně svažitě pasáži vrchoviny

Střední Čechy, záměr projednáván v r. 1999. Potok o běžných průtocích v desítkách l/s v polích a částech neobhospodařované nivy v těžké úpravě - velkokapacitní napřímené koryto s rozpadajícím se opevněním plnými betonovými deskami. Délka revitalizovaného úseku cca 2 km. Záměr spočíval v odstranění desek, jejich souvislém nahrazení kamennou rovnanicou a vložení několika tůní, opevněných kamenem. Doprovodná výsadba jednotlivých dřevin, spíše doplňkového charakteru. Náklady cca 3.000 Kč na bm koryta. V této podobě nebyla akce podpořena jako revitalizační, úroveň nákladů byla jedním z významných důvodů. Podstatný podíl na velkých nákladech této jen částečné revitalizace měl záměr celoplošného opevňování koryta kamennou rovnanicou. Nezbytnost takto náročného opatření nebyla doložena posouzením stability koryta vzhledem k vymílacím rychlostem.

6. Záměr experimentální revitalizace potoka ve vrchovině

Střední Čechy, záměr projednáván v r. 2000. Potok o běžných průtocích do jednotek l/s v louce, na délce 200 m, byl v minulosti napřímen. S využitím zahraničního počítačového modelu navržena detailní revitalizace - vytvoření nového koryta podrobně zvlněného, malokapacitního příčného profilu přirozeného tvarování, s velmi bezpečným opevněním objekty z kamene a dřeva, takřka metr po metru. Netradiční opevňovací a rozčleňovací prvky - pařezy stromů a neodvětvené kmeny. Výsadby dřevin. Předpoklad nákladů - cca 4.000 Kč na bm nivy. Pro neúnosně velké náklady nebylo uskutečnění záměru doporučeno. Na těchto nákladech se podílelo zejm. výrazně nadstandardní opevnění, které se v dané lokalitě jevílo jako zbytečné. Náročnost návrhu celkově neodpovídala významu lokality a vymykala se předstávám o revitalizacích, aplikovatelných na významnější části hydrografické sítě.

Častou příčinou nepřiměřeně velkých nákladů bývá opevnění koryta. Aniž by jejich nezbytnost byla dokládána hydrotechnickými výpočty, bývají navrhována opevnění kamennou rovnanicou, zpevnění zděnými či betonovými pásy a dalšími objekty. Revitalizační objekty typu tůní nebo stabilizovaných vymolů bývají zbytečně masivně opevňovány lomovým kamenem.

Objektivní potřeba opevnění je ovšem u malokapacitních koryt výrazně menší než u velkých profilů starých regulačních koryt. **Realita ukazuje, že ve srovnatelných příkladech nejspíše právě z tohoto důvodu bývá lacinější plnohodnotná revitalizace, při níž je regulační koryto zrušeno a nahrazeno novým, malokapacitním, než revitalizace částečná,** snažící se různými způsoby reformovat velkokapacitní regulační koryto. Tedy pokud to dostupnost pozemků a jejich zaplavitelnost, tvárnost terénu apod. umožňují, **cestou k úsporným revitalizacím je budování malokapacitních koryt, umožňujících rozlévání větších vod do nivy.** Největší část „stabilizační práce“ v takových případech nenese drahé technické opevnění, ale drn v nivě.

Jestliže nemají skutečné revitalizace koryt a niv vodních toků zůstat ojedinelými ukázkami a mají v krajině probíhat v širším měřítku, je nutno provádět je „zprůměrněným“ způsobem a za odpovídající ceny. Pak třeba nebude každý meandr osobitým dílkem hodným zahradní architektury, výsledek však bude účelným a úsporným způsobem přinášet revitalizační efekty. Perspektivní směry vývoje:

- Revitalizace ve vykoupeném potočném pásu, což omezí komplikovaná a nákladná řešení v nepřiměřeně stísněném prostoru, vymezeném regulovanými koryty.

- Přednostní výběr situací, kde lze potřebných efektů dosáhnout s přiměřenými náklady a bez větších majetkových a technických komplikací.
- Přednost tvorbě nových koryt před méně efektivními reformami koryt regulovaných.
- Konec nesmyslným dohadům kolem přežilého inventáře opevnění koryt a trub drenážních hlavnků. Nemí únosné, aby při procesu revitalizací stál sám od sebe vykupoval inventář, který je třeba odepsat a zrušit.

15.2 Výstavba, rekonstrukce nebo obnova malých vodních nádrží

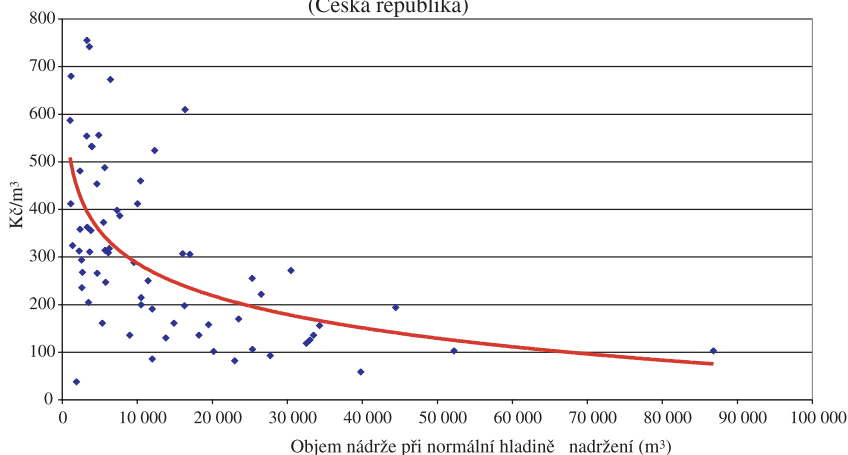
Srovnávací měrnou hodnotou mohou být náklady (opět vychází z celkových investičních nákladů) **na krychlový metr zadržené vody nebo na čtverečný metr zatopené plochy**. Obojí uvažováno za normální hladiny vody. Pouze v případě staveb výrazně zaměřených na tlumení průběhu velkých vod je vhodné při hodnocení zohlednit též náklady na kubík celkového objemu. Jelikož vodní nádrže jsou prioritně vodohospodářskými objekty, bude v dalším používáno celkových investičních nákladů, vztažených na objem vody v základním nadřzení. Ovšem z hlediska ekologického, resp. krajinářského může být hlavním parametrem zatopená plocha. Pak se uplatní měrné náklady na plochu.

Pro orientační porovnání nebývá rozhodující, zda se jedná o nové stavby, rekonstrukce nebo obnovy. Toto dělení nemá při obecné variabilitě kategoričtý vliv na měrné náklady. Jen zcela obecně lze říci, že některé komplikovanější rekonstrukce mohou být nákladnější než nové stavby, a to zejména vzhledem k těžbě a vyvážení usazenin. Výše měrných nákladů se ovšem mění podle velikosti nádrží. **Obecně čím menší nádrž, tím dražší může být zadržetí kubíku vody.**

O nákladech jednotlivých staveb rozhoduje konkrétní rozsah prací, vhodnost profilu pro výstavbu, geologické a terénní podmínky, dostupnost apod. Výstavba nádrže v obtížnějších podmínkách je přirozeně opodstatněně nákladnější, hodnocení konkrétního záměru se neobejde bez analýzy místních podmínek. Žadatelé o finanční podporu revitalizačních záměrů však musejí očekávat, že jejich záměr bude v první řadě porovnáván s obecnou hladinou měrných nákladů. Při srovnatelných revitalizačních efektech bude mít přednost záměr s menšími měrnými náklady, bez ohledu na to, že větší nákladnost druhého záměru vychází z doložitelných náročnějších podmínek.

Pro potřebu orientačního přehledu o nákladech zpracoval Dobrovský soubor revitalizačních akcí nádržního charakteru, uskutečněných v České republice v roce 2002. Měrné náklady na krychlový metr základního objemu jsou uvedeny v závislosti na velikosti základního objemu. Pro toto hodnocení byly vyloučeny případy, kde např. nebylo možné oddělit náklady na nádrže od nákladů dalších stavebních objektů.

Graf 1 Měrné náklady revitalizačních nádrží podpořených z PRŘS v roce 2002 (Česká republika)



Faktory ovlivňující přiměřenost nákladů:

- **Volba vhodných profilů**, které umožní uplatnit efektivní koncepci díla. Nádrže ve strmých, sevřených a relativně vodných údolích mají vzhledem k zadržnému objemu vody velmi mohutné hráze a bezpečnostní přelivy. Četné obtokové nádrže mají velmi mohutnou obvodovou hráz, a i tak musejí být z bezpečnostních důvodů vybaveny přelivem. Nádrže budované mimo údolní polohy, ve svazích apod., vynikají velkým objemem hrází a těžby v zátopě.
- **Koncepce bezpečnostního přelivu**, popř. sdruženého objektu. Na odůvodněné kapacitě a stabilitě objektů šetřit nelze, neúspěšnost se však někdy projevuje v jejich typu, umístění, a stavebním provedení.
- **Podklady pro stanovení objemu těžení zemin a sedimentů. Mocností usazenin v nádržích nutno zásadně určovat nikoliv odhadem, nýbrž zaměřením.**
- **Podmínky odvozu a ukládání vytěžených usazenin.** V některých případech by bylo potřebné pečlivější vyhledávání místních pozemků, resp. jednání s jejich majiteli.
- **Kontrola objemů těžných materiálů**, například v okamžiku mezi vytěžením usazenin a napuštěním nádrže zaměření vybraných příčných řezů nádrží.
- **Využívání zlevňujících opatření**, která mohou přinášet i další příznivé efekty, jako např. ukládání materiálu vytěženého v zátopě do podhrází.
- **Eliminace objektů, které nesouvisejí s revitalizační funkcí nádrží** - např. schodiště, kádiště, loviště, vozovky, ... Pokud investor na těchto prvcích trvá, musí je pořídít na vlastní náklady mimo rozpočet revitalizačního díla.

15.3 Hloubení tůň

Vzhledem k absenci objektů a celkově jednoduššímu provádění měly by být tůně výrazně levnější než stejně velké malé vodní nádrže. Například dle údajů z Jižní Moravy budují se v současné době v brněnské oblasti běžně tůně s měrnými náklady v rozmezí 50 až 100 Kč na m³ vody. V těchto případech se předpokládá uložení či rozprostření vytěženého materiálu v blízkosti tůně.

15.4 Výsadby zeleně

Při krajinářských výsadbách nepřipadají v úvahu nákladové hladiny, které se některé firmy snaží uplatňovat v městském sadovnictví. Tomu odpovídají volby materiálu a metod zpracování. Cenu materiálu v rozpočtech dodavatelských firem bývá užitečné konfrontovat s cenami ve školkařských závodech. Ve školkách jsou například kontejnerové sazenice (pro většinu revitalizačních účelů nejvhodnější) běžně nabízeny v těchto relacích:

- keře (líška, hloh, brslen, trnka, ...) - 20 až 40 Kč za kus;
- sazenice stromů velikosti 0,5 až 0,8 m - pro plošné či skupinové výsadby lesnický ošetřované - cca 50 Kč za kus;
- sazenice stromů velikosti 1,2 až 1,8 m - pro skupinové a jednotlivé výsadby - 80 až 150 Kč.

Literatura:

- Baruš, V., Oliva, O., a kol., 1995: Mihulovci a ryby (1). Edice Fauna ČR a SR. Academia. Praha.
- Beach, M., H., 1984: Fish pass design- criteria for the design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fish in rivers. Fish. Res. Tech. Rep. Dir. Fish. Res. G.B. 78. 46 s.
- Bém, J., Jičínský, K.: Hydraulika v příkladech. ČVUT, Praha 1980
- Biotopgestaltung an Strassen und Gewässern. Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde, München 1991
- Blažková, Š., Nesměrák, I., Noviský, O., 1998: Projekt Labe II. VÚV TGM. Praha. 52 s.
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- Dobrovský, P.: Hodnocení měrných nákladů revitalizačních nádrží, budovaných v roce 2002. Pracovní sdělení, AOPK ČR, Praha 2003
- Dušek, M., 1999: Akční plán stavby rybích přechodů pro významné tažné druhy ryb na vybraných vodních tocích v ČR. Závěrečná zpráva z úkolu Státního programu ochrany přírody a krajiny ČR č. 5.1.3.3. AOPK ČR. Praha.
- Dušek, M., 2000: Migrační prostupnost vodních toků v horských a podhorských oblastech pro ryby a další vodní organismy. Sborník z konference Krajinotvorné programy v horských a podhorských oblastech. Správa KRNAP, Vrchlabí.
- Dušek, M., 2001: Dlouhodobá koncepce zprůchodnění našich toků pro ryby a vodní živočichy. Sborník referátů z odborného semináře Aktuální změny vodního prostředí a vlivy člověka na rybí společenstva v našich vodách. Český rybářský svaz, Praha: 70-78.
- Dušek, M., 2001: Význam migrační prostupnosti vodních toků. Ochrana přírody 56 (9): 259-260.
- Dušek, M., 2002: Biologické faktory revitalizačních opatření. Sborník z konference Krajina a voda. 43. ZO ČSOP Praha: 38-41.
- Dušek, M., 2002: Význam rybníků v krajině. Sborník z konference Tvář naší země- Krajina domova, 6. svazek Rehabilitace krajiny. Česká komora architektů, Průhonice, Praha: 130-133.
- Flüsse und Bäche – erhalten, entwickln, gestalten. Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde, München 1989
- Grundzüge der Gewässerpflege – Fließgewässer. Heft 21. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. München 1987
- Hartvich, P., 1996: Snižování negativních vlivů malých vodních elektráren na rybí populace a chráněné živočichy vázané na vodní toky. Program péče o životní prostředí v roce 1996 GA/325/96. Jihočeská Universita. České Budějovice. 111 s.
- Hartvich, P., 1997: Hlavní typy rybích přechodů a jejich biotechnické funkce. Metodika VÚRH č. 52. Vodňany.
- Hartvich, P., Dvořák, P., 2002: Zařízení k usměrnění poproudových migrací ryb. Metodika VÚRH č. 66. Vodňany. 16 s.
- Hartvich, P., Lusk, S., Halačka, K., Havlová, J., Švarc, J., 1998: Diverzita ichtyofauna a migrační průchodnost řeky Lužnice. Sborník Biodiverzita ichtyofauna ČR (II), Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno: 137-148.
- Hartvich, P., Lusk, S., Šindlar, M., Vostradovský, J., 1999: K migrační prostupnosti našich toků. Rybářství 1999 (5): 224-225.
- Haslam, S.M.: Ecology and cultural heritage. The river scene. Cambridge university press.

- Havlík, A.: Revitalizace potoka Borová. Vodní hospodářství, 3/2001: 72 - 74
- Hůda, J., Šedivý, V.: Současné problémy českého rybníkářství. Sborník Krajinotvorné programy, Příbram, 1999: 81-83.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. AOPK ČR, Praha. 307 p.
- Janda, J., Pechar, L., a kol (1996): Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordinační středisko IUCN, Praha, 1996. 189 s.
- Jungwirth, M., Schmutz, S., Weiss, S., 1998: Fish Migration and Fish Bypasses. Department of Hydrobiology, Fisheries and Aquaculture, University of Agricultural Science, Viena, Austria. 436 s.
- Jurajda, P., Pavlov, I., 1993: The first record of the Volga Pikeperch (*Stizostedion volgense*) in the Dyje river. Folia zool. 42: 383-384.
- Jurajda, P., Gelnar, M., Koubková, B., 1994: Occurrence of Zingel (*Zingel zingel*) in the river Morava with notes on its parasites. Folia zool. 43: 93-96.
- Just, T., Mattiello, E.: Ověřování a zvyšování účinnosti čistírenských technologií a zařízení. Odtokové systémy obcí do 500 obyvatel. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu. VÚV TGM, Praha 1995
- Just, T., a kol.: Ochrana jakosti vody vodárenského zdroje Želivka. Návrh účinných způsobů nakládání s odpadními vodami. Závěrečná zpráva. VÚV TGM, Praha 1995
- Just, T., a kol.: Odpadní vody v malých obcích. Výzkum pro praxi. VÚV TGM, Praha 1999
- Just, T.: Revitalizace říčních systémů – poznámky k dotačnímu programu MŽP. Veřejná správa, 1-2/2001: 52 - 53
- Just, T.: Možnosti a přínosy revitalizací vodního prostředí. Vodní hospodářství 3/2001: 45 - 48
- Just, T.: Revitalizace údolí pod Pravonínem. Veřejná správa, 16/2002: 24 - 25
- Just, T.: Podpora tlumivého povodňového rozlivu v nivách mimo zastavěná území. Veřejná správa, 46/2002: 26 - 27
- Kemel, M.: Hydrologie. ČVUT, Praha 1991
- Kender, J., Novotná, D.: Revitalizace říčních systémů. MŽP, Praha 1999
- Kolektiv: Odtokové systémy obcí do 500 obyvatel. Zpráva výzkumného úkolu VÚV TGM, Praha 1995
- Krajinotvorné programy. Sborník konference. Příbram 2002
- Krajinotvorné programy. Sborník konference. Průhonice 2003
- Králová, H.: Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy. ZO ČSOP Veronica, Brno 2001
- Kutílek, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL, Praha 1978
- Lebensadern der Landschaft. ÖNB, Salzburg 1990
- Libý, J., Slavík, O., Vostradovský, J., 1995: Rybí přechody na regulovaných a kanalizovaných vodních tocích. Závěrečná výzkumná zpráva 1. etapy úkolu č. 308 část A- text, VÚV TGM. Praha.

- Lohniský, K., Lusk, S., 1998: Historický vývoj a současný stav ichtyofauny hydrologického systému řeky Orlice (povodí Labe). Sborník Biodiverzita ichtyofauny ČR (II), Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno: 117-129.
- Lusk, S., 1989: Rybářství a úpravy vodních toků. ČSAV- Ústav systematické a ekologické biologie Brno, resortní úkol R4 „Zlepšování životního prostředí“. Brno.
- Lusk, S., Halačka, K., 1994: MVE a ekologie vodních toků. Seminář Malé vodní elektrárny a rybářství, ČRS, Jilemnice a Orlík nad Vltavou: 10-17.
- Lusk, S., Holčík, J., 1998: Význam bezbarierového spojení říčního systému Moravy a Dyje na území České republiky s Dunajem. Sborník Biodiverzita ichtyofauny ČR (II), Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno: 69-83.
- Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K., 1997: Druhová diverzita ichtyofauny dolního toku Dyje. In: Lusk, S., Holčík, J., 1998: Význam bezbarierového spojení říčního systému Moravy a Dyje na území České republiky s Dunajem. Sborník Biodiverzita ichtyofauny ČR (II), Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno: 69-83.
- Mareš, K.: Úpravy toků. Navrhování koryt. ČVUT, Praha 1997
- Matoušek, V.: Stoletá povodeň na revitalizovaném potoce Borová. Vodní hospodářství 10/2002
- Mikyška R. et al. (1969): Geobotanická mapa ČSSR (1:200 000).-Praha.
- MKOL, 1995: Akční program Labe. Magdeburg: 22 s., 9 příloh.
- Moravec J. (ed.) (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed. 2. Severočes. Přír., Litoměřice, suppl. 1995/1: 1-206.
- Musil, P.: Ekologie vodních ptáků v podmínkách intenzivně obhospodařovaných rybníků, doktorská disertační práce, Institut aplikované ekologie, Česká zemědělská universita, Kostelec nad Černými lesy 1996. 25 s.
- Musil, P.: Rybníky a jejich obhospodařování. Ornitologický časopis Sylvia 36/1, Praha, 2000: 74-80.
- Mužík, V., 1994: Vplyvy MVE na ekologii vodních tokov a hlavné zásady SRZ uplatňované na vodoprávných jednaniach. Seminář Malé vodní elektrárny a rybářství, ČRS, Jilemnice a Orlík nad Vltavou: 26-33.
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Neuhäuslová Z. et al. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. - Praha.
- Otto, A.: Naturnaher Wasserbau – Modell Holzbach. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 1988
- Patočka, C.: Hydraulika I. ČVUT, Praha 1979
- Patočka, C.: Hydraulika II. ČVUT, Praha 1979
- Petříček, V., a kol.: Péče o chráněná území. I. Nelesní společenstva. AOPK ČR, Praha 1999
- Pondělíček, M.: Umělý mokřad na Stříbrném potoce. Vodní hospodářství 3/2001: 77 - 78
- Pravidla programu revitalizace říčních systémů. MŽP, Praha 2002

- Procházka F. [ed.] (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). – Příroda, Praha, 18: 1-166
- Průša E. (2001): Pěstování lesů na typologických základech. – Kostelec nad Černými lesy
- Punčochář, P., 1999: Lososům se otevírají brány našich toků. Vodní hospodářství č. 2/99, roč. 49, Praha: 24-25.
- Pykal, J., 1998: Význam rybníků pro diverzitu krajiny a organismů. Sborník Krajina a voda, Veselí nad Moravou: 129-131.
- Quirós, R., 1989: Structures assisting the migrations of non- salmonid fish: Latin America. Copescal technical paper, FAO. Rome.
- Revitalizace vodních ekosystémů. Smí 1999. Sborník příspěvků semináře. Správa CHKO a NP Šumava, Vimperk 1999
- Schaa, W. (ed.), 1996: Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH. Bonn.
- Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23.října 2000, ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- Šálek, J. a kol.: Rybníky a účelové nádrže. SNTL, Praha 1989
- Šámal, V.: Některé úspěšné revitalizace v Jižních Čechách. Vodní hospodářství 3/2001: 75 - 76
- Šindlar, M.: Verifikace metodiky hodnocení předpokládaného revitalizačního efektu. Býšť, 1998
- Úradníček, L., Chmelař, J.: Dendrologie lesnická. 2. část - listnáče I. MZLU, Brno 1998
- Vrána, K.: Rybníky a účelové nádrže, příklady. ČVUT, Praha 1993
- Vrána, K., Beran, J.: Rybníky a účelové nádrže. ČVUT, Praha 1998
- Vrána, K., a kol.: Krajinné inženýrství. Praha 1998
- Vrána, K., a kol.: Hodnocení použitých metod a objektů při revitalizaci potočních koryt a malých nádrží. Praha 2002
- Vrána, K., a kol.: Hodnocení realizovaných revitalizačních akcí (vybrané toky a malé vodní nádrže). In: Krajinotvorné programy, Průhonice 2003
- Vyhláška 82/1996 Sb. Ministerstva zemědělství, o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin
- Wasserland Bayern. Nachhaltige Wasserwirtschaft in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München 1999
- Wasserwirtschaft in Bayern. Flüsse, Auen, Täler – erhalten und entwickeln. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München 2003
- Welcome, R. L., 1983: River basins. FAO Fisheries technical paper 202. Rome. 60 s.
- Welcome, R. L., 1985: River fisheries. FAO Fisheries technical paper 262. Rome. 330s.
- Zákon 289/1995 Sb., o lesích
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách

Obrazová příloha



Hlavní předmět revitalizace: upravený vodní tok. Je napříměný a výrazně zahloubený, má nepřirozeně velkou kapacitu, postrádá členitost a břehové porosty. Z ekologického hlediska je tento tok znehodnocen. Z vodohospodářského hlediska je nepříznivé soustředování a zrychlování velkých vod, malá kapacita samočištění, nadměrné odvodňování nivy.



Rozumně pojaté revitalizace vycházejí z přírodních předloh. Přírozené vodní toky mají zpravidla mělká, široká koryta, jejichž příčný průřez připomíná mísu nebo velmi plochý pekáč. Trasa koryta i podélný profil dna jsou členité. V březích, které stabilizují stromy, se střídají štěrkové nebo písčité lavice a převislé tvary s kapsami a podkorytenými úkryty.



Koryto přírodního potoka je členité. Šířky, hloubky a tvary jsou proměnlivé. V podélném profilu se střídají tůňky a proudné úseky. Tůňky ve vnějších stranách oblouků tlumí proudění. Malá kapacita způsobuje, že větší vody se rozlévají do nivy, a tím je koryto chráněno před většími rychlostmi proudění.



Revitalizace u Borové, dolní úsek. Dva roky po dokončení tohoto úseku, v roce 2001, prošla potokem místní téměř stoletá povodeň. Na snímku jsou patrné stopy jejího průběhu – nánosy na stromech a polehlá tráva. Toto koryto utrpělo nepatrné škody, zatímco o kus níže, v upraveném korytu, opevněném tvárnici, vznikly několikametrové výmoly.



Revitalizace potoka a nivy u Borové na Českokrumlovsku. Napřímené upravené koryto, opevněné tvárnicemi, bylo zčásti zasypano, zčásti proměněno v soustavu tůní. Stranou bylo vytvořeno nové koryto, přírodě blízkého tvaru, s výrazně menší kapacitou. Stav po dokončení prací v horním úseku revitalizace, v roce 1999.



Revitalizace potoka a nivy u Borové, stav horního úseku v roce 2001, tedy po dvou vegetačních sezónách. Stavbou zasažené povrchy jsou již zarostlé, zapojuje se porost stromů a keřů.



Revitalizace u Borové. Nové koryto potoka v horním úseku po dvou vegetačních sezónách. Koryto chrání před poškozením jednak malá kapacita a rozlivy větších průtoků do nivy, jednak dobře zapojený drn v březích.



Povodí Jankovského potoka: Revitalizační koryto vlášečnicového potoka, ručně vyhloubené v louce „na dva rýče“. Pořizovací náklady, vycházející z ceny pracovní síly a opotřebení rýčů, se pohybují v desítkách korun na běžný metr. Upravené koryto, které bylo pozůstatkem nepříliš vydařených meliorací, bylo na kraji louky opuštěno a ponecháno postupnému zzemňování.



Obnova Vojkovických tůň na Mělnicku, prováděná v letech 1999 až 2001.



Pravonín na Podblanicu, upravené koryto potoka před revitalizací. Vcelku nesmyslná úprava degradovala nivu z hlediska přírodovědeckého i vodohospodářského. Efektivní zemědělské hospodaření však beztak neumožnila.



Revitalizace potoka a nivy pod Pravonínem za výstavby. Upravené koryto bylo s výjimkou dvou tůní zasypano. V nivě bylo vyhloubeno revitalizační koryto přírodě bližších tvarů. Je mělké a zvlněné, mísovitého průřezu. Souvislý kamenný pohoz se následně ukazuje jako nadbytečný, postačovaly by jednotlivé záhozové figury.



Revitalizovaný potok a niva pod Pravonínem po první vegetační sezóně, na jaře roku 2002. Výsadba olší dobře prosperuje. Pokud je zvlnění koryta nadměrné, není to na závalu. V některých úsecích dochází k zanášení a k dalšímu změlčování koryta. Zvýšení úrovně hladiny nivní vody a častější rozlévání potoka je v souladu s obnovením přirozeného vývoje nivy.



Mlýnský potok na Šumavě – částečná revitalizace ve stopě upraveného koryta. Vlastníci okolních pozemků neumožnili vytvořit novou trasu. Opevnění betonovými deskami bylo odstraněno a nahrazeno kamenem. Podélný profil je členěn v tůňky a proudné úseky. Stav po dokončení výstavby, v roce 1999.



Revitalizovaný Mlýnský potok na Šumavě po třech vegetačních sezónách, na jaře 2002. Koryto se místně dotváří, ale celkově je stabilní. Rozhodující podíl na stabilitě má bohatý drn. Zapojují se výsadby stromů, i když při této akci mohly být použity sazenice menších velikostí.



Milná u Frymburka – částečná revitalizace ve stopě upraveného koryta. Opevnění tvárnicemi bylo odstraněno a nahrazeno figurami z kamene a drnů, vytvářejícími jemné zvlnění kynety. Stav při dokončování revitalizace v roce 1999.

V této fázi skeptici předpovídají brzkou zkázu revitalizace: „Všechno vezme voda“.

Milná u Frymburka – revitalizované koryto v první vegetační sezoně. Drny, kryjící kamenné figury v korytě, se rychle zapojují.



Milná u Frymburka – třetí vegetační sezóna revitalizovaného koryta. Výsadby stromů na březích se teprve zapojují, koryto se téměř ztrácí v bylinném porostu. Je však stabilní, jeho kyneta je výrazně zvlněná a podélný profil se přirozeně rozčlenil na tůňky a proudná místa.



Jeden z neúspěšných směrů z dějin revitalizací v Čechách – opravy upravených koryt potoků. Nevyhovující opevnění koryta tvárnicemi nebylo odstraňováno, k rozčlenění byly do koryta vkládány příčné prvky ze dřeva, kamene nebo zdiva. Nepatrné revitalizační efekty těchto úprav nebyly nikterak přiměřené vynakládaným prostředkům. Dražovka u Hořovic, 1999.



Další revitalizační omyl – tak zvaný stabilizovaný výmol, opevněný výdřevou z kulatiny. Snahou bylo vytvořit na upraveném potoce prvek, nahrazující tůň. Přílišná obava z nestability břehů nedovolila vyhloubit prostou zemní tůň s mírně sklonitými svahy, a tak vznikl objekt, připomínající zákop. Tůň bez břehové zóny se velmi rychle plní usazeninami, výdřeva se začíná bortit pod tlakem „předprsň“ z vyhrnuté zeminy. Dřevěný práh, určený ke vzdouvání vody ve výmolu, podtéká. Dosažené efekty nejsou v příznivém poměru k pracnosti a nákladnosti tohoto objektu. Potok pod Aglaiou u Dobříše.



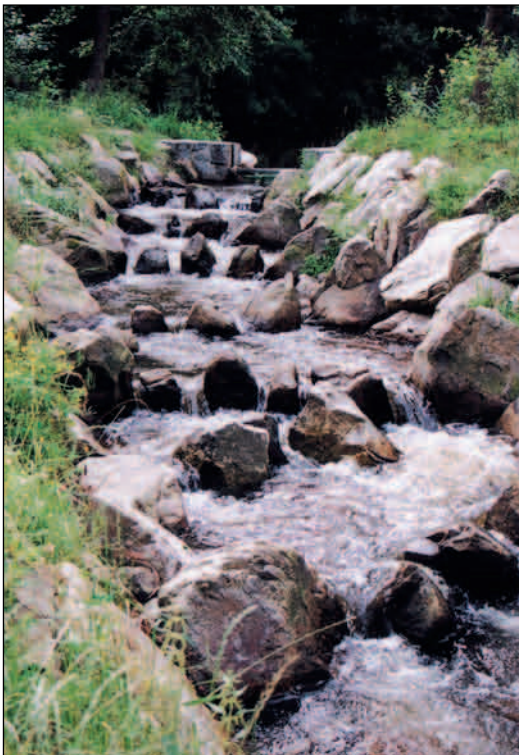
*Štěrbínový rybí přechod. Vodní dílo
Střekov na Labi.*



*Výstavba komůrkového rybího přechodu po straně jezu v Perštejně na Ohři,
podzim 2002. Komůrky oddělují řady kamenů, zasazených do dna.*



Rybí přechod – balvanitá rampa u jezu Zahrádky III na Teplé Vltavě v NP Šumava. Vybudován v roce 1999.



Bypass tvořený komůrkami, oddělenými řadami balvanů, zapuštěných do dna. Blanice u Bavorova.



Borová na Českokrumlovsku. Revitalizovaný úsek potoka, dlouhý asi 3 kilometry, je zakončen větší tůň. Vznikla mimo jiné proto, aby zachycovala případné splaveniny, odnášené z revitalizovaného úseku, a tak předešla stížnostem dalších uživatelů potoka. Tůň má mírně sklonité svahy, není vypustitelná a hradí ji prostý přeliv z kamenné rovinaniny. Stav po dokončení výstavby v roce 2001.



Revitalizační tůň pod Borovou ve druhé vegetační sezóně po dokončení. Vrby, pro něž byly při hloubení tůně ponechány dva malé ostrůvky, akci přežily. Bylinné porosty břehů se velmi rychle zapojily.



Druhá revitalizační tůň pod Borovou byla vyhloubena mimo nové koryto potoka. Zachycuje vody z několika drenáží a je částečně hrazena nízkou hrází s přelivem z kamenné rovinaniny. Stav po dokončení v roce 2001. Srovnatelně velký objekt, který by byl stavěn jako malá vodní nádrž se spodní výpustí, by byl podstatně dražší.



Čabárna u Kladna. Členitá soustava několika tůní nad rybníkem byla v letech 2000 – 2001 vybudována především pro zlepšování kvality vody, přiváděné ze znečištěného Týneckého potoka. Poté co se kvalita vody vybudováním čistírny ve Švermově zlepšila, tůň slouží především jako krajinný prvek a biotop.



Revitalizace pod Pravonínem na Podblanicku. V nivě revitalizovaného potoka bylo vyhloubeno několik tůní, které se mají uplatnit především jako biotop rostlin a živočichů. Jedna z tůní po vyhloubení v roce 2001.



Jedna z revitalizačních tůní pod Pravonínem ve druhé vegetační sezóně od výstavby. Pro správné umístění a tvarování tůně je nejdůležitější cit projektanta a dodavatele, konkrétní provedení vychází z místních podmínek.



Členitý mokřad, přirozeně se vyvíjející v zazemněném rybníce u Hledsebe na Mělnicku, je dobrou předlohou pro budování revitalizačních mokřadů. Z hlediska ochrany přírody a krajiny by nebylo vhodné tento cenný a krásný mokřad ničit a obnovovat na jeho místě vodní nádrž.



Hluboký rybník v Zahradce u Petrovic. Při celkové rekonstrukci nádrže v letech 2000 - 2001 bylo citlivě vytvářováno mělkovodní pásmo. V místě skupiny olší byl ponechán malý litorálový ostrůvek. Balvan byl nalezen při odbahňování nádrže a vyhovuje přirozenému rázu zdejších rybníků.



Revitalizace pod Lety na Písecku. Při akci, prováděné v letech 2002 až 2003, byl upravený úsek potoka zasypán a nahrazen novým, revitalizačním korytem. V závěru úseku byla vybudována nová revitalizační nádrž. Je citlivě zasazena do terénu, v jejím horním okraji je zaplavena velká rozloha ploché nivy. Vzniká tak mimořádně rozsáhlé mělkovodní pásmo, které se bude pravděpodobně vyvíjet jako mokřad.

Z krajinářského, přírodovědeckého i vodohospodářského hlediska dobrý způsob rehabilitace původně meliorované nivy.

Revitalizace v Bavorsku:



Revitalizace Ailsbachu v Ahorntalu, akce v působnosti Vodohospodářského úřadu Bayreuth. Koryto a niva potoka, v padesátých letech 20. století tvrdě upraveného, bylo v letech 1997 až 1999 komplexně revitalizováno. Jedním z cílů revitalizace, provedené na délce kolem 5 km, byla ochrana perlorodky říční. Na snímku charakteristická pasáž nově vytvořeného revitalizačního koryta. Trasou, příčným a podélným profilem je velmi členité, s možností dalšího přirozeného dotváření. Stav v roce 2003.



Intravilánová revitalizace říčky Aiterach v Aiterhofenu. V širším povodňovém korytě mezi zástavbou obce probíhala původně upravená, napříměná kyneta. Při revitalizaci byla změněna v přirozenější rozvlněné koryto s širokým, poměrně mělkým příčným profilem a členitě probíhajícími břehy, jimž je ponechána možnost samovolného dotváření. V udržované bermě doprovází potok stezka pro pěší a pro cyklisty. Stav v roce 2003.



Revitalizovaná řeka Vils u Reischbachu. Hlavní, povodňové koryto bylo ponecháno v trase starší úpravy, obklopené polnostmi. Kyneta pro běžné průtoky však byla výrazně rozčleněna – břehové čáry rozvlněny, vytvořeny a ponechány dalšímu přírodnímu vývoji četné břehové klky a ostrůvky. Břehy jsou jen pomístně stabilizovány kamenivem. Stav v roce 2003.



Revitalizace říčky Kössnach u Kirchrothu, akce v působnosti Vodohospodářského úřadu Deggen-dorf. Přítok Dunaje je od 40. let 20. století ohrázo-ván proti rozlévání dunaj-ských vod a technicky upraven. Od roku 1996 probíhá v pásu uvnitř hrází postupná revitalizace. Její základní metodou je rozčle-ňování břehové čáry a terénu břehů hloubením postranních klkovitých výběžků, izolovaných tůní

a mokřadních sníženin. Hlavním účelem těchto opatření je posílení biodiverzity v jinak zemědělsky velmi intenzivně využívané krajině. Stav starší pasáže revitalizace v roce 2003.



Revitalizace řeky Rodach a její nivy u Redwitzu, akce v působnosti Vodohospodářského úřadu Bamberg, spolufinancovaná Evropskou unií. Původně upravené koryto řeky bylo rozčleněno zatím dvěma velkými meandry. V nivě je na ploše zatím přes 25 hektarů vytvářena rozlehlá a velmi členitá soustava průtočných i pouze povodňově průtočných sníženin. Ty se vyvíjejí jako mokřady a tůně, za povodní jsou

schopny pojmout značné objemy vody a zpomalovat průběh povodňové vlny. Pohled na jednu z nových tůní, vstupujících v roce 2003 do první vegetační sezóny.