

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

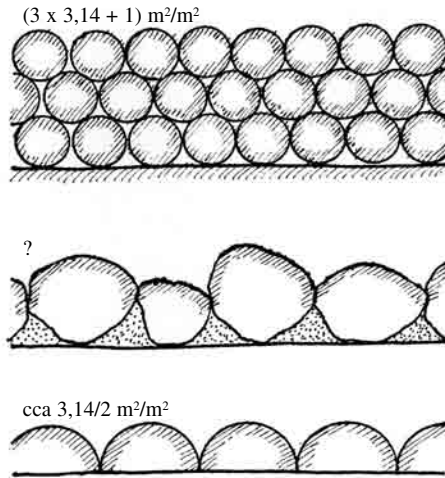
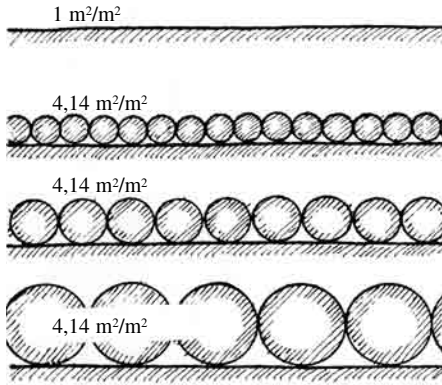
Opevnění plnými tvárnicemi nechť je při revitalizaci nahrazeno kamenným pohozem. Pro orientační zhodnocení, jak se změní velikost omočeného povrchu, si lze představit rovný povrch souvisle pokrytý tělesy kulového tvaru. Malý návrat ke středoškolské geometrii ukáže zajímavost - ať je průměr stejně velkých 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 rovníky 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.

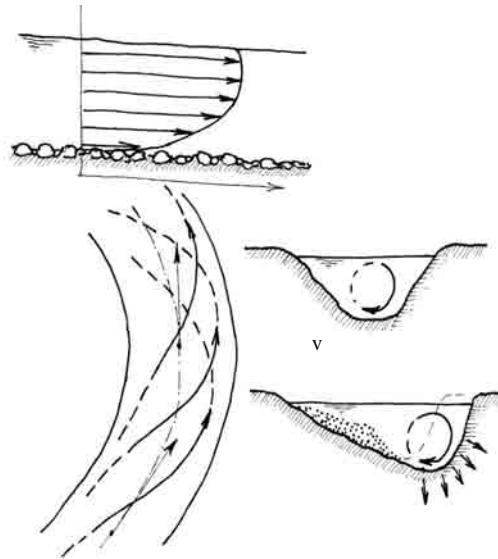
Velikost měrného aktivního povrchu dna. Plochý povrch může odpovídat betonové desce. Pokrytí koulemi nebo polokoulemi modeluje povrch tvořený kamenivem.



2.1.2 Posílení stability koryta

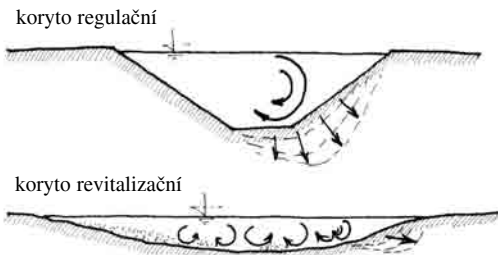
Revitalizací se vytváří koryto o malé kapacitě, tedy také vystavované menším rychlostem proudění vody. Z toho důvodu může být revitalizační koryto proti upravenému přirozeně stabilnější, tedy méně náročné na opevnění. V případě revitalizací se využívá zejména kamenných pohozů a záhozů, které se mírným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

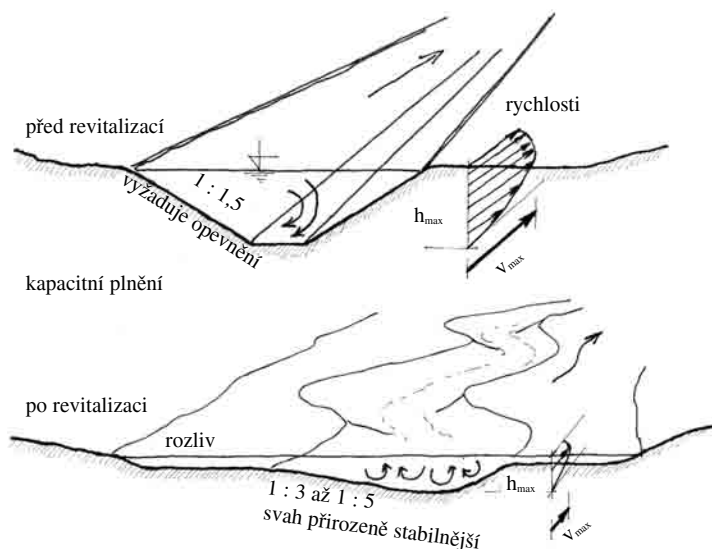
V Pravoníně v benešovském okrese byl při revitalizaci zrušen úsek upraveného koryta a nahrazen novým korytem, přírodě blízkých tvarů. Koryto před revitalizací bylo za kapacitního plnění vystaveno rychlostem přes $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Proto muselo být opevněno betonovými žlabovkami. Nové koryto 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

Zvlněním 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 Pravoníně. 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 $20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ vychází střední rychlost $0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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 $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a doba průběhu tímto úsekem 25 minut.

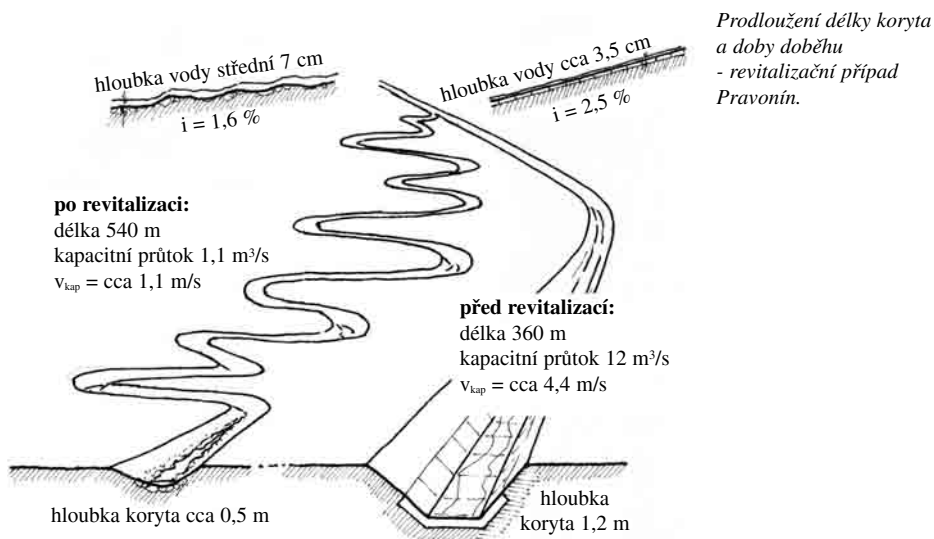
Tabulka 1 - Hlavní hodnoty konzumních křivek koryt v Pravoníně

hloubka vody	střední rychlost	průtok	doba průběhu úsekem
Koryto před revitalizací:			
3,5 cm (běžný průtok)	$0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$0,02 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	9,5 min
120 cm (kapacitní průtok)	$4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$12,2 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	1,4 min
Koryto po revitalizaci:			
7 cm (běžný průtok)	$0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$0,02 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	24,6 min
50 cm (kapacitní průtok)	$1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,1 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	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 vzduťými úseky, tedy proudovými tůněmi. Potom by se doba proběhu vody úsekem ještě zvětšila o dobu zdržení v tůněch.

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 tůněmi. 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.**

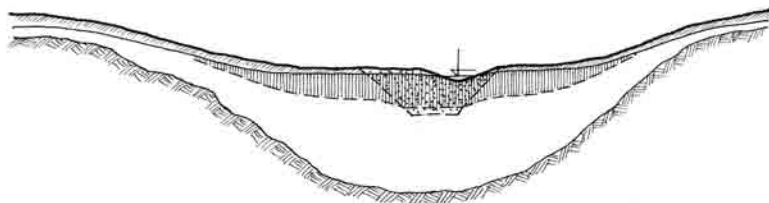
Pro orientační představu můžeme opět porovnat aktuální zásobu vody v korytě v potoce pod Pravonínem, okr. Benešov. V původním upraveném korytě se běžný průtok $20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ odehrával při střední hloubce sloupce vody 3,5 cm a ploše průtočného průřezu $0,03 \text{ m}^2$. Zásoba vody 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 zadržetí jednoho kubíku cca 300 korun. Ovšem u revitalizace koryta je zadržetí 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.

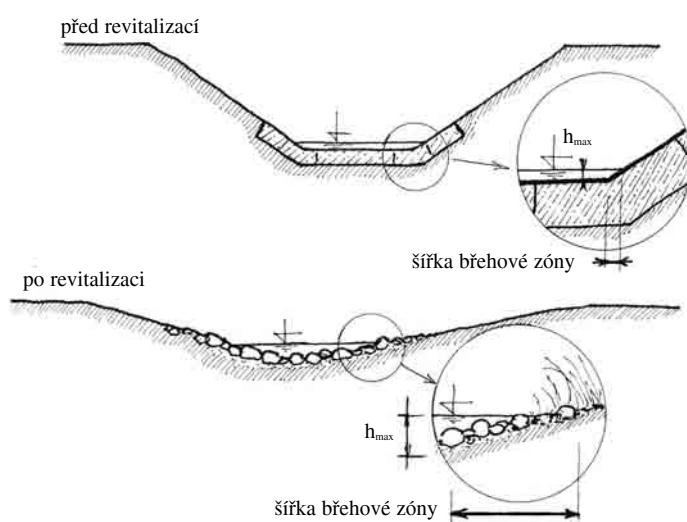
2.1.7 Posílení členitosti koryta z hlediska oživení

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 tvárnici 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 tvárnici 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.



Přínos revitalizace k členitosti příčného profilu z ekologického hlediska. Regulační koryto je charakteristické malou členitostí aktivního povrchu, malým členěním hloubek a málo rozvinutou břehovou zónou.

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.

Přečesování 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 přepadu 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 příspěvek 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 zanáší 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 krajinářských. 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.

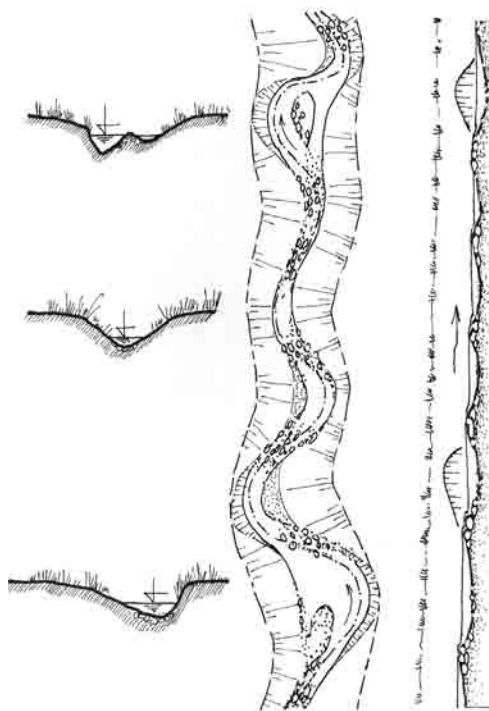
Občas dochází k nedorozumění v tom smyslu, že za nezbytnou součást revitalizace je pokládáno co nejvýraznější zmeandrování koryta. Tak tomu není. Ani přirozená koryta nevytvářejí ve všech situacích výrazné meandry. V řadě případů může přirozeným podmínkám nejlépe vyhovovat například celkově mírně zvlněná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

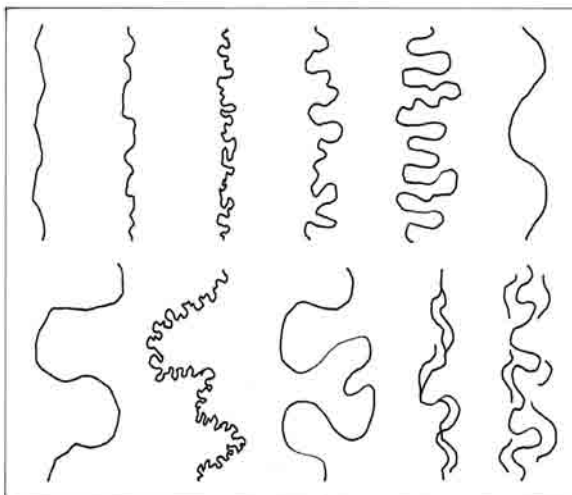
- dostupnost pozemků pro realizaci revitalizačního záměru (vlastnické poměry);
- vztah údolnice k navrhovanému korytu (například: přetečení velkých vod do níže položené zatravněné údolnice může být záměrně plánováno jako způsob ochrany nového koryta před destrukcí - byť dlouhodobě je poloha mimo údolnici 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). Tůň 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 nepřírodným zahloubením některých úseků, v nichž pak koryto samozřejmě nabývalo i nepřírodně 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 neohrožených 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 převýslými 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.

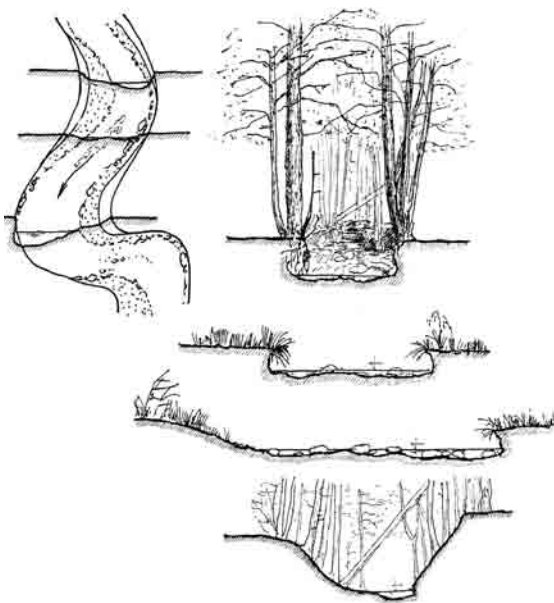
Vhodným tvarem příčného průřezu technicky revitalizovaných koryt drobných vodních toků je plochá mísa se sklonem svahů nanejvýše 1 : 3, raději mírnějším.

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



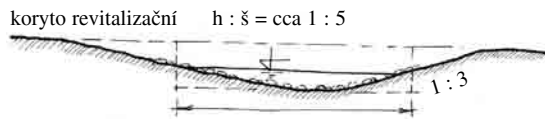
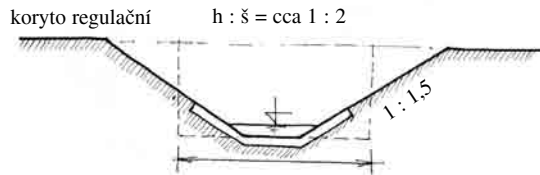
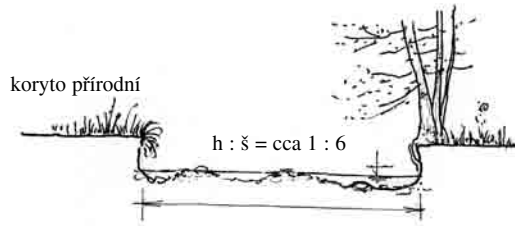
Příčné profily přírodních koryt potoků. Nejběžnější je tvar širokého pekáče se strmými až převislými břehy. Příroda zná také složený tvar s kynetou pro běžné průtoky.

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 obecné 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 rovinou, 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 dále samovolně dotvářet. Jedině tak se od dílčího vylepšování a okrášlování dostaneme ke skutečným, plnohodnotným revitalizacím. Blíže o tom ve zmínce o revitalizacích ve vykoupěných 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

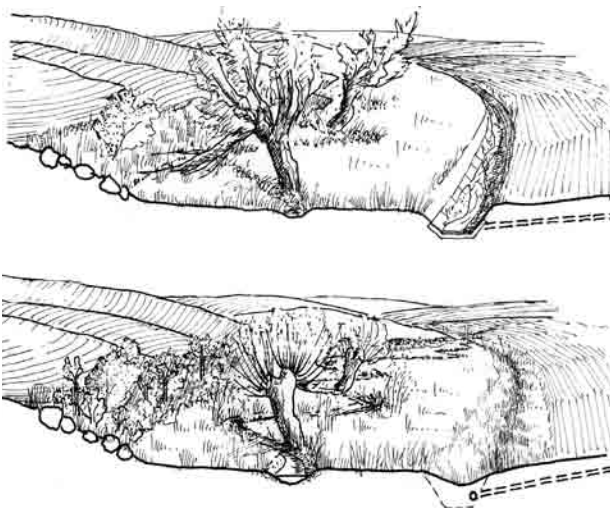
Každý revitalizační případ je zvláštní a musí být individuálně posuzován. Vedle technických daností rozhodují o možných přístupech k řešení hlavně organizační a vlastnické podmínky. Prakticky nejdůležitější je dostupnost pozemků v nivě. Nejnáročnější částí přípravy revitalizačních akcí je právě jednání 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

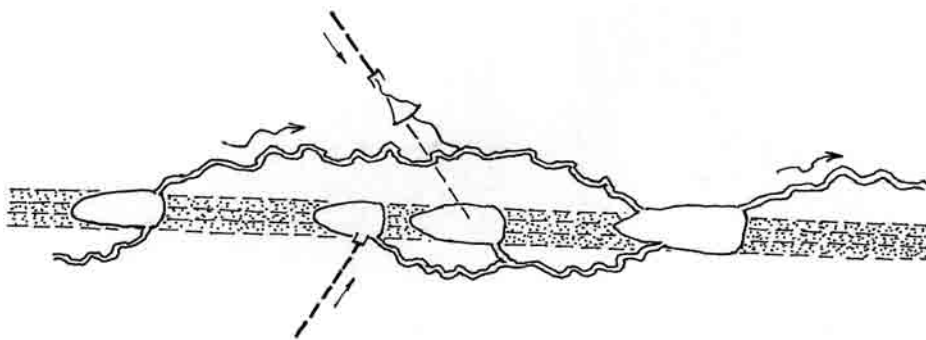
V některých případech nebyla regulace úplně důsledná a v nivě ponechala zbytky původního přirozeného koryta. Dnes mají třeba charakter zarostlého a zaneseného příkopu nebo nesouvislé řady prohlubní, skryté ve vegetaci. V některých případech může být využito zbytků starého mlýnského náhonu. Ve zvláště 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

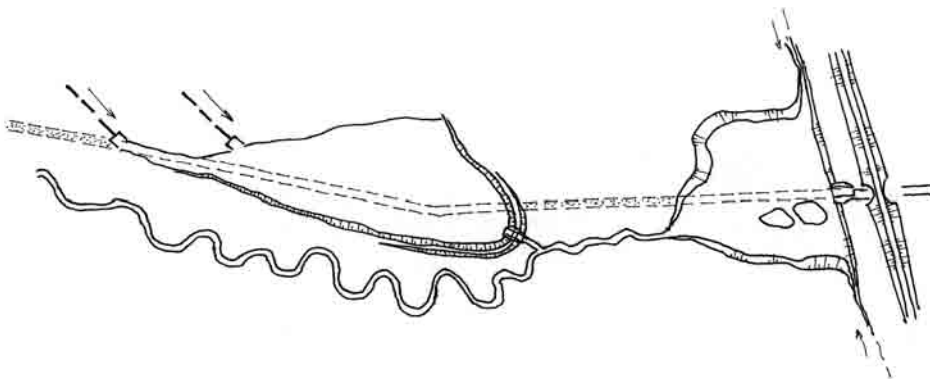
Pokud po regulačních zásazích zůstalo pouze upravené koryto, **nejpříznivější revitalizační varianta nastává, pokud je lze opustit a nahradit korytem novým, přírodě blízkého charakteru.** Podmínkou je dostupnost potočního pásu pozemků v nivě, neboť přírodě blízké koryto a jeho zázemí má větší plošné 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 tůň. 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 tůň. 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 tůň 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 šterkové 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:

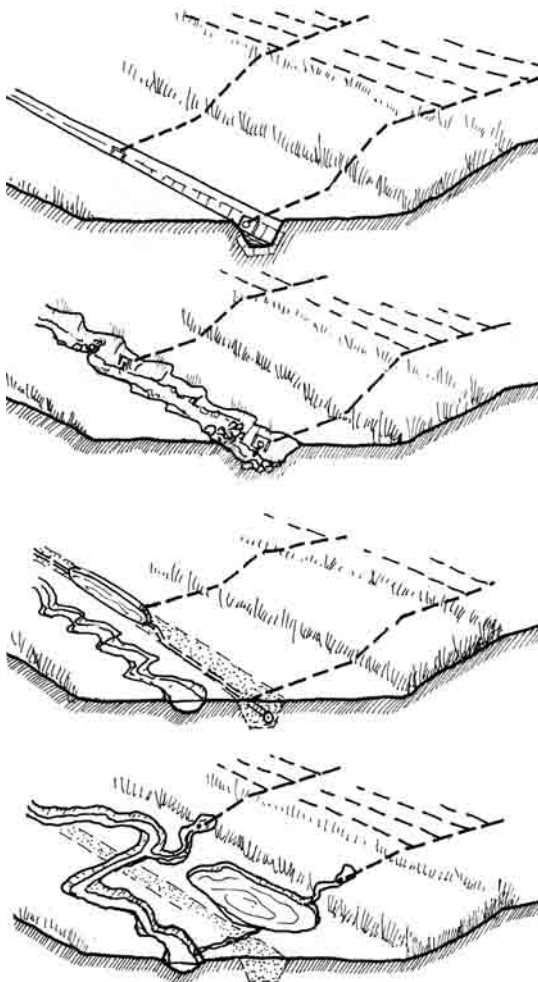
- Zasypat bez náhrady a věnovat přírodě nebo zemědělskému hospodaření. Z úsporných důvodů může být hlavně v méně sklonitém terénu, kde nehrozí ujíždění, výhodné zasypat staré koryto i s opevněním tvárnicemi. Pokud se zasyká propustným materiálem, je vhodné alespoň po úsecích vložit těsnící clony z jílu apod., aby koryto nedrénovalo nivu.
- Zasypat, ale předtím do starého koryta do vhodné výškové úrovně vložit plnostěnný trubní sběrač drenážních hlavníků. 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 hráziemi. 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.

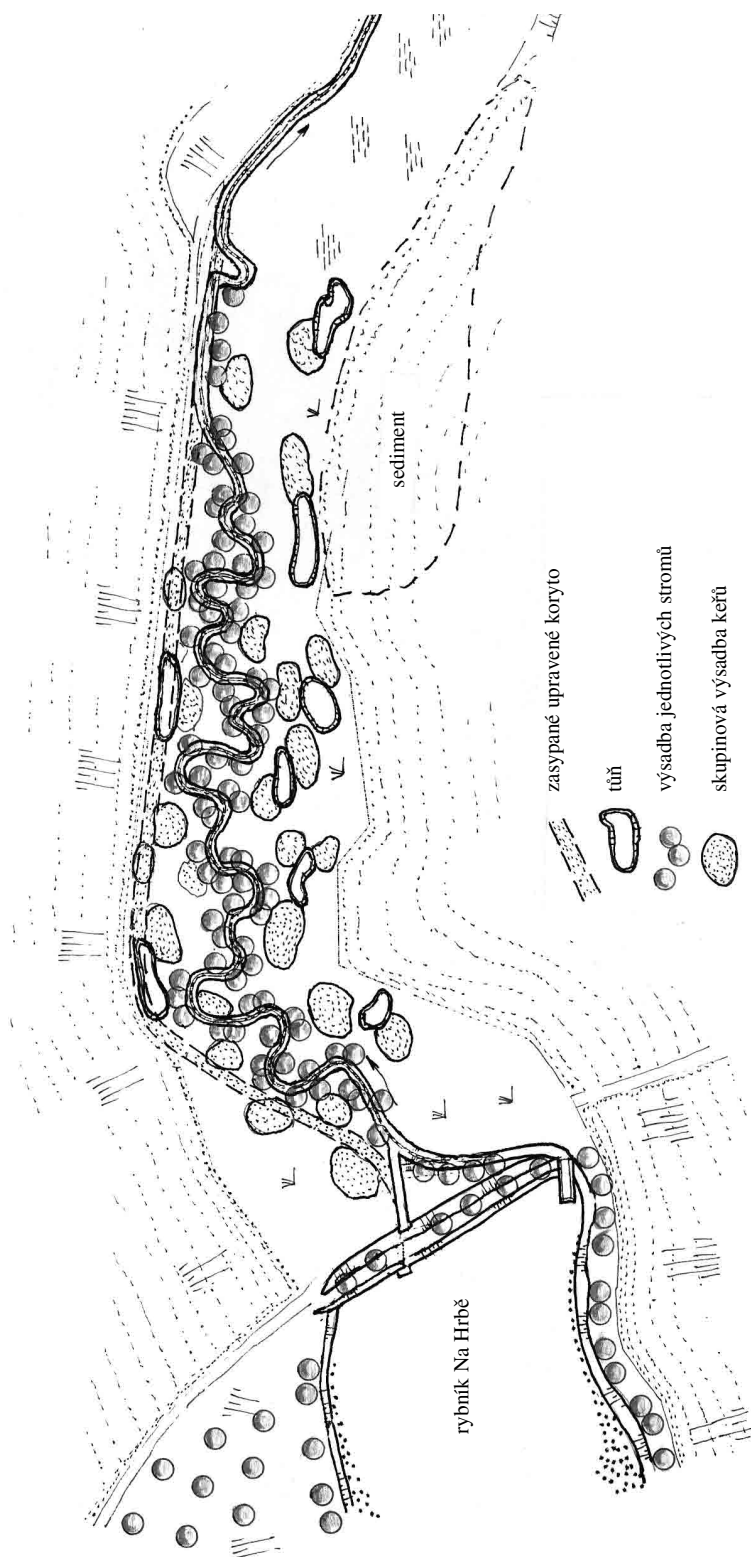
S hlavňiky drenážních soustav, které ústily do upraveného koryta, lze rovněž naložit různými způsoby:

- Na funkci odvodnění rezignovat, protože je neúčinné nebo nepotřebné. Dolní části hlavňíků se odtlakují otevřením do terénu nebo kterýmkoliv z dále uváděných způsobů.
- Hlavňíky 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 hlavňíky do tůní v nivě nebo v korytě revitalizovaného toku.
- V místech ústění hlavňíků do rušeného koryta vytvořit v jeho stopě postranní tůně.
- Respektovat místa ústění hlavňíků 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 hlavňíky. Může být vloženo do rušeného upraveného koryta. Aby tento sběrač nedrénoval revitalizovanou nivu a nezanášel 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 tůň. V nívě bylo vytvořeno nové koryto, mělké a vlnité. Stranou byly vyhloubeny další biotopní tůň. 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 pohozem. Bylo by zbytečné pokoušet se trasu tohoto koryta navrhnout podle nějakých geometrických teorií. Případné **nadměrné zvlnění** sice může zpočátku vypadat nepřírozně, 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, pojíždějící 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.

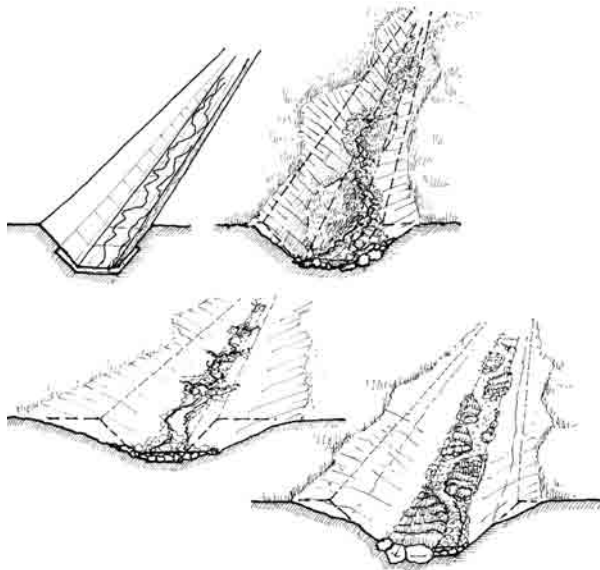
Při tvorbě přírodě blízké vlásečnice lze metody kombinovat. Pak je ovšem vhodné napřed pustit vodu do údolnice, ať ukáže svoje záměry, a potom její cestu korigovat rýčem, v případě potřeby stabilizovat kamennými pohozy (či spíše zde vhozy).



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 zahlušeného koryta.



Částečná revitalizace koryta s rozvlněním 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**
 - **rozvlnění 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 zahlušených 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 zvláště 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

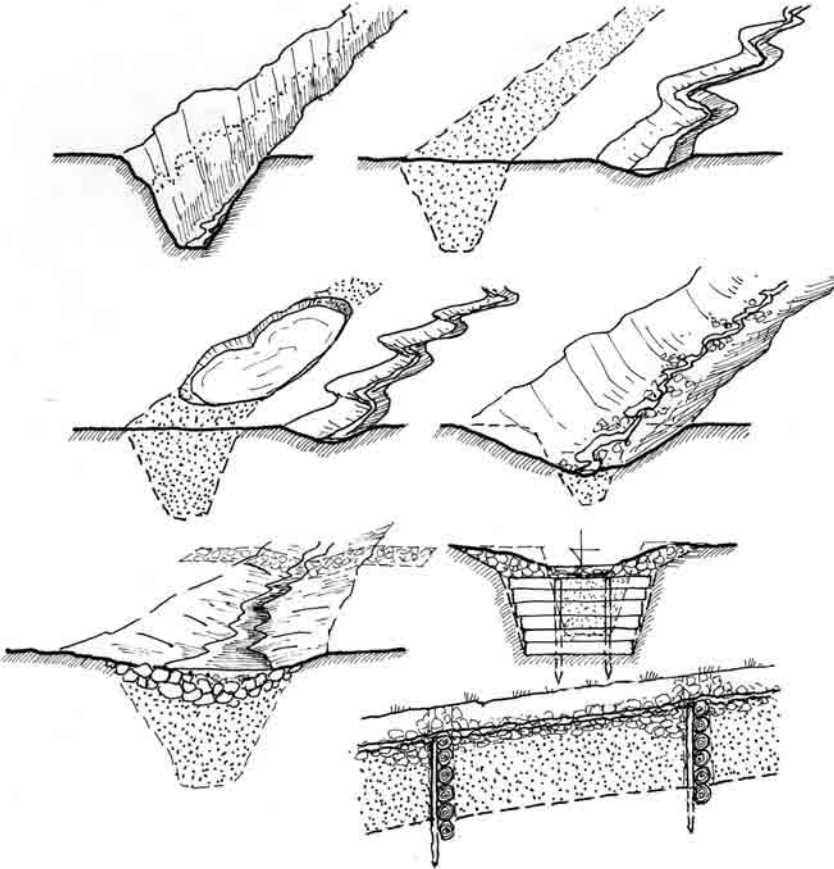
Tato revitalizace je podobná jako v předcházejícím případě, navíc v místech hájených drenážních výustí je třeba polohou záhozových figur stabilizovat hloubku původního, upraveného koryta.

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 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 rovnalinovými figurami a v nezbytných případech 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 nepřírodně 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.

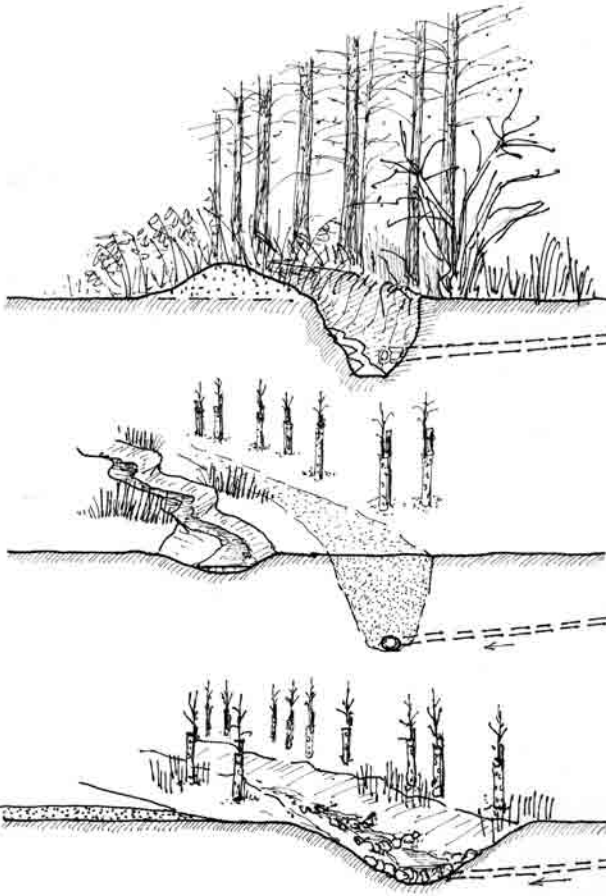
Nezbytnou součástí revitalizace je odstranění valu. Materiál lze odtěžit a odvézt, vzhledem k zaplevelení však nebude příliš žádoucí na polnostech. S korytem se pak nakládá, jak bylo naznačeno výše. Přirozenějším řešením je vrátit výkopek zpátky do koryta, a tím je změlčit. Materiál je sice důkladně prorostlý buřínem, 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.

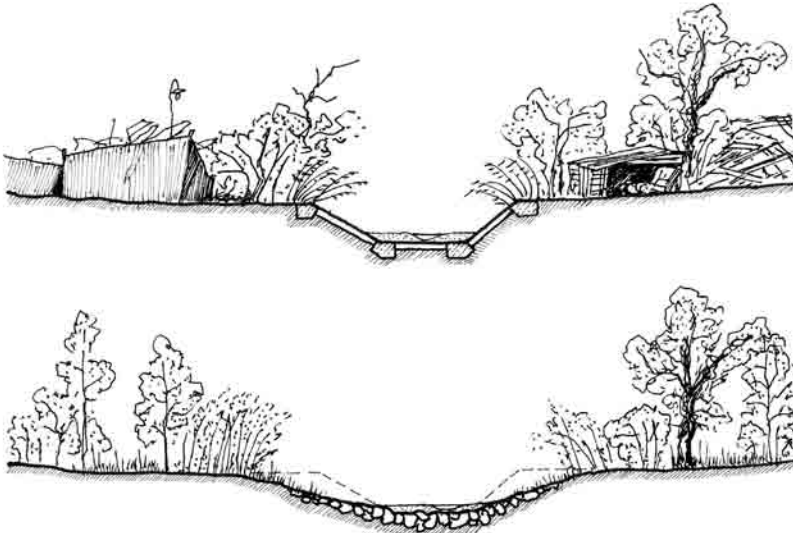
Zvláštní případ:

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 otřesný stav těchto potoků a jejich okolí sledován 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 kultivárních 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 mísovitěho 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.

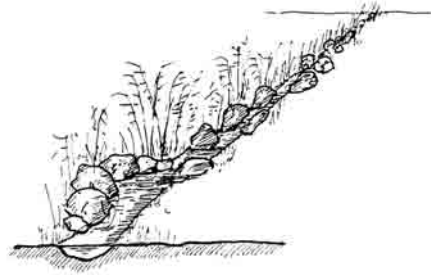
Pohozy a záhozy doplňují **jednotlivé velké kameny**. Tyto kameny koryto především rozčleňují. Některé je vhodné z důvodu stability částečně zapustit do dna nebo do břehů. Část plochých kamenů se

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 tvárnost 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 textilií. 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.

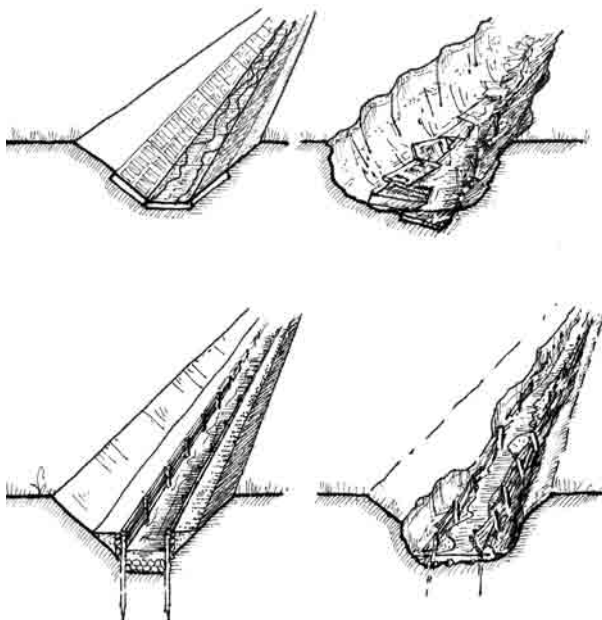
Kamenná rovnanina je ručně kladena s ohledem na provázání kamenů a navíc klínována menšími kameny. Takto představuje velmi odolné opevnění, použitelné ve zvláště namáhaných úsecích. Porušená rovnanina se nehroutí, ale dostává se na úroveň tvárných kamenných opevnění. Oproti pohozům a záhozům je výrazně 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 tvánicemi. Opevnění laťovým plůtkem vytváří nepřirozený příčný profil koryta. S rozpadem plůtků 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 blokuující 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 tůň 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

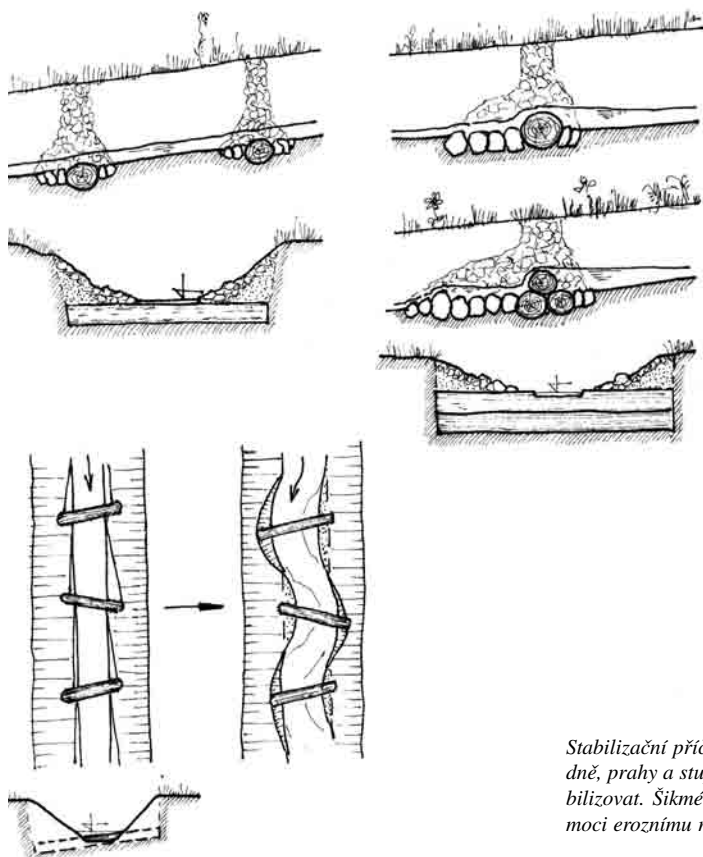
Nejčastěji hrubá kláda místního původu, vložená do úrovně dna. Vkládá se do rýhy, vyhloubené v rostlém materiálu dna, a zaklínává se kamenivem. Případně se do rostlého dna vtačuje. Jejím hlavním účelem je stabilizace dna proti podélným posunům. Dostatečný přesah do břehů brání uvolnění klády. Kláda vystupující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

Klády ve dně, spojené do rozevřeného V

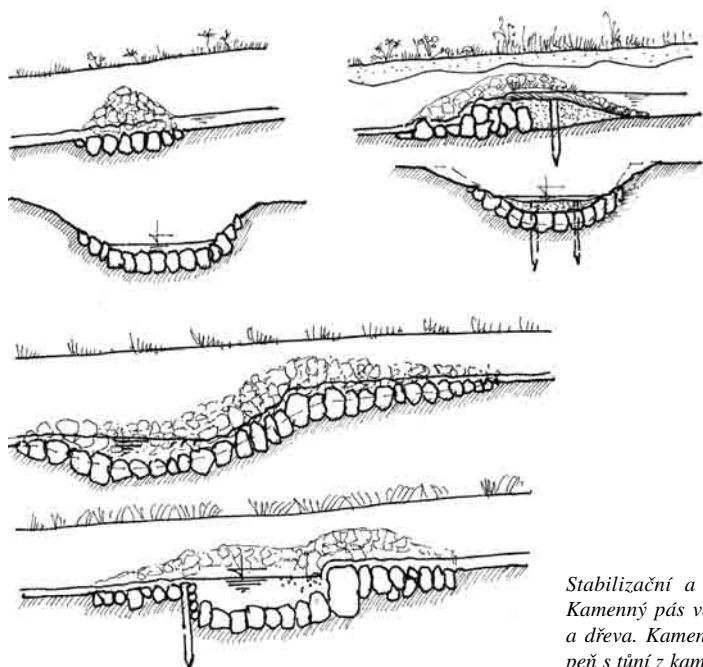
Tento stabilizační prvek se vyrábí ze dvou kulatin, spojených v tupém úhlu. Vkládá se do dna koryta vrcholem po proudu a mírně šikmo dolů. Měl by přispívat nejen ke stabilizaci dna v podélném směru, ale též proudnice ve směru příčném. Pro posílení pevnosti je tento dřevěný prvek kombinován s kamenným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

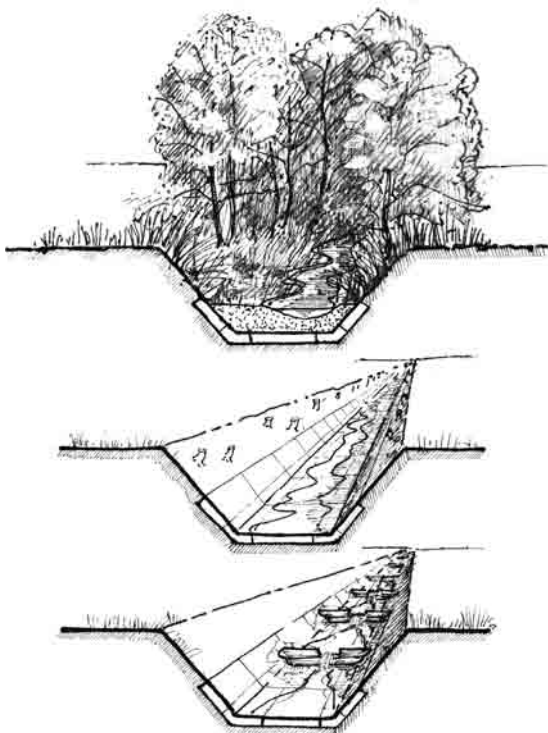
Drátokamenné objekty

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, pravouhý 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 spíše zahloubená nebo spíše 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 vydřevený 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.