

Navrhování přírodě blízkých koryt vodních toků ve volné krajině

Ing. Tomáš Just, AOPK ČR, středisko Praha, duben 2009





Z minulosti revitalizací u nás



Co všechno se
kdy označovalo
za revitalizace

Lat'ové plůtky:

- geometricky pravidelná trasa a příčný průřez
- znemožněný rozvoj přirozených tvarů břehů a komunikace mezi kynetou a břehy
- v dlouhodobém měřítku destabilizující
- vzhledem k dosahovaným efektům velmi pracné



Zděné stupně:

- migrační překážka
- okrádá koryto o podélný sklon → ztráta přirozené členitosti v podélném profilu
- geometrizované tvary
- hladké povrchy
- rizikové zasazení tuhého prvku do zeminového prostředí koryta
- velmi pracné a nákladné



Dřevěné stupně:

- migrační překážky (když fungují)
- okrádají koryto o podélný sklon → ztráta přirozené členitosti v podélném profilu
- často nefunkční
- zejm. v technicky spolehlivém provedení nepřiměřeně pracné a nákladné



Nepřiměřeně stabilizované výmoly:

- omezeno vhodné samovolné dotváření koryta
- vzhledem k nepatrným ekologickým efektům velmi nákladné

"Vylepšování" melioračních kanálů – 90. léta



Revitalizace v rukách zasloužilých melioračních kapacit:
„Meliorační kanály ekologizovat, ale nepoškodit.“

Ohleduplnější autoři:

“1. fáze revitalizací.“

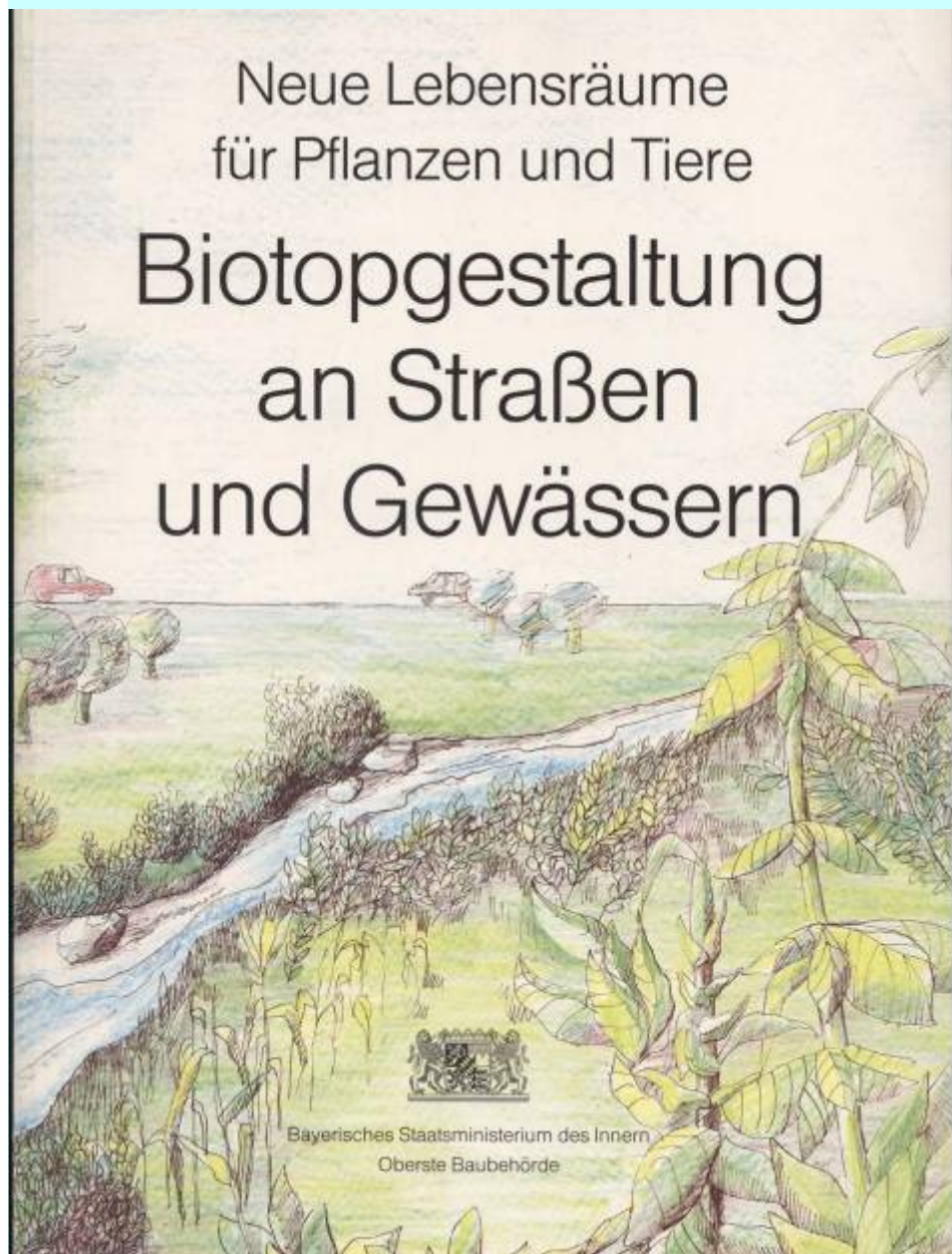
Méně ohleduplní:

“10 let prošlapování slepých uliček.“

Pochybné téze o blahodárnosti stupňů, podporujících
provzdušňování vody.

Náklady na stejné úrovni jako u věrohodných revitalizací.

A již v roce 1992 stačilo trochu se podívat přes hranice.



Schmutter (Gew. II) bei Reitenbuch, Lkr. Augsburg (Wasserwirtschaftsamt Donaauwörth)
Die Entlandung mehrerer Altarme und Altwasser wurde mit dem Bagger vom Ufer aus so durchgeführt, daß wieder Teilbereiche mit ausreichender Wassertiefe entstehen. Dabei wurde darauf geachtet, daß genügend große Restbestände der unterschiedlichen Verlandungsgesellschaften erhalten blieben (Bilder 3 und 4).



Isar (Gew. I) bei Landau, Lkr. Dingolfing-Landau (Wasserwirtschaftsamt Landshut und Straßen- und Wasserbauamt Pfarrkirchen)
Mit dem Aufstau der Isar durch die Stützwehrtstufe Landau sind in Vorländern trockenengefallene Altwasser wieder bespritzt worden (Bild 5).



Vils (Gew. I) Lkr. Dingolfing-Landau (Straßen- und Wasserbauamt Pfarrkirchen)
Beim Ausbau der Vils 1973/74 wurden die alten Flußschlingen durch Zurückkäetzen der Hochwasserdeiche als Altwasser erhalten. Die bis zu 160 m breiten Vorländer tragen entscheidend zur Entwicklung der neuen Flußlandschaft bei (Bild 6).

Schmutter (Gew. II), Lkr. Augsburg (Wasserwirtschaftsamt Donaauwörth)
1985 wurde in der Schmutteraue ein Altwasser neu angelegt (Bild 7). Die sich selbst überlassenen Rohstandorte tragen inzwischen einen vielfältigen Pflanzenbewuchs.



**Tvorba přírodě blízké luční
vlásečnice – koryto na rýč**

Povodí Jankovského potoka,
cca 1995

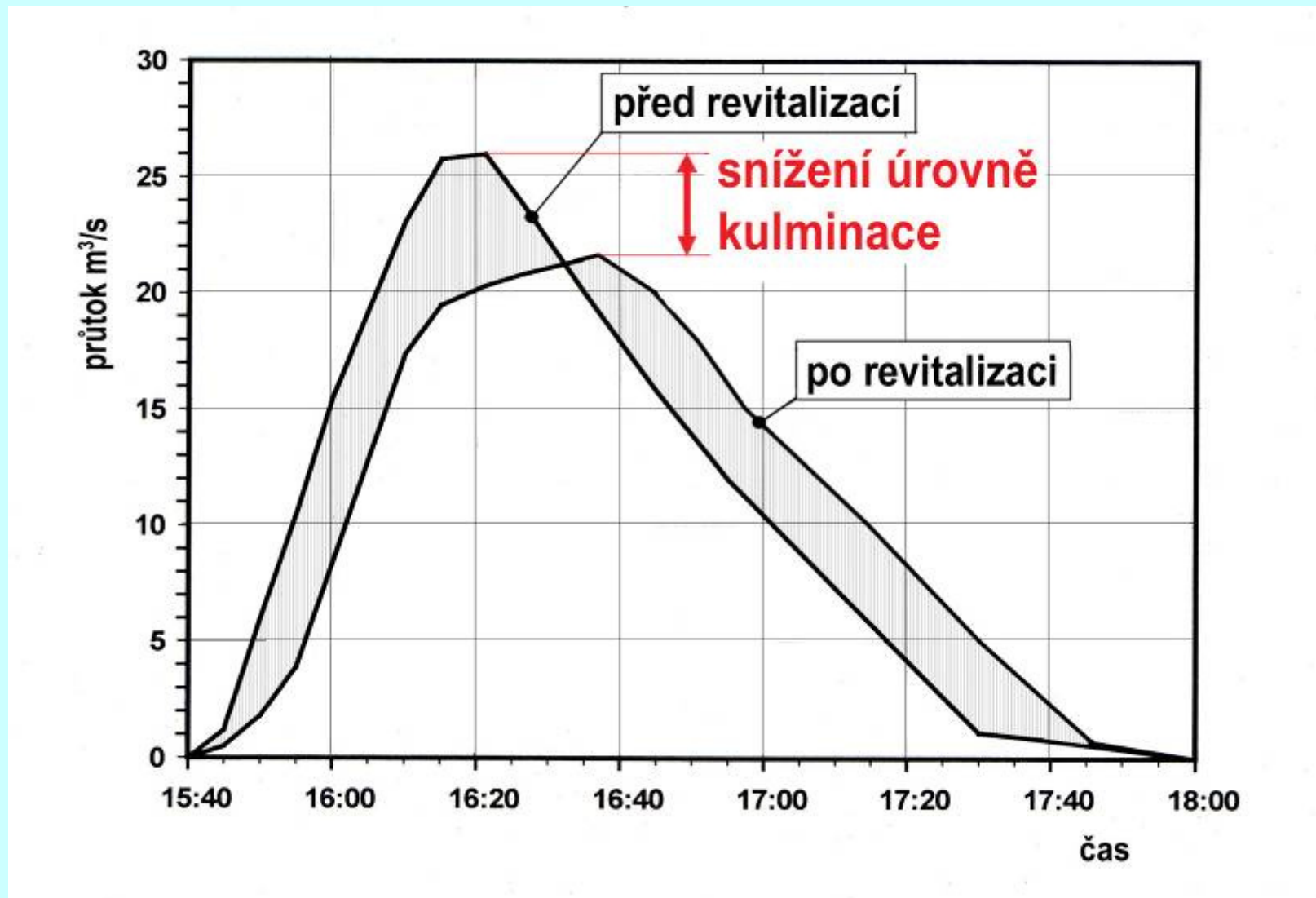


Částečné revitalizace ve stopě upraveného koryta - Milná, 1999

**Nové, přírodě blízké koryto mimo trasu
koryta starého – Borová u Chvalšín,
2000**



Působení 3 km revitalizace horního úseku potoka Borová při Q_{80} až Q_{100} v roce 2001 – průtoky v závěrném profilu revitalizovaného úseku podle Matouška



**Fáze souvisle
vykamenovaných
bobových drah**



Pravonín,
2001

Nastal příznivý efekt plošného zamokření nivy.





jarní tání 2006



2007

Posun k rozvolněným tvarům koryt - Neustupov 2004 - 2005





Dr. Bent Lauge Madsen
s chotí v Neustupově,
podzim 2005



Snaha o přírodě blízké tvarování koryta - Borecký potok u Vlašimi, 2005:

- mělké, ploché koryto
- sled tůní a brodů
- tůně převážně u nárazových břehů v obloucích, brody převážně v inflexích mezi oblouky
- většina stabilizačního kameniva ve dně koryta, nikoliv v březích

02/2009



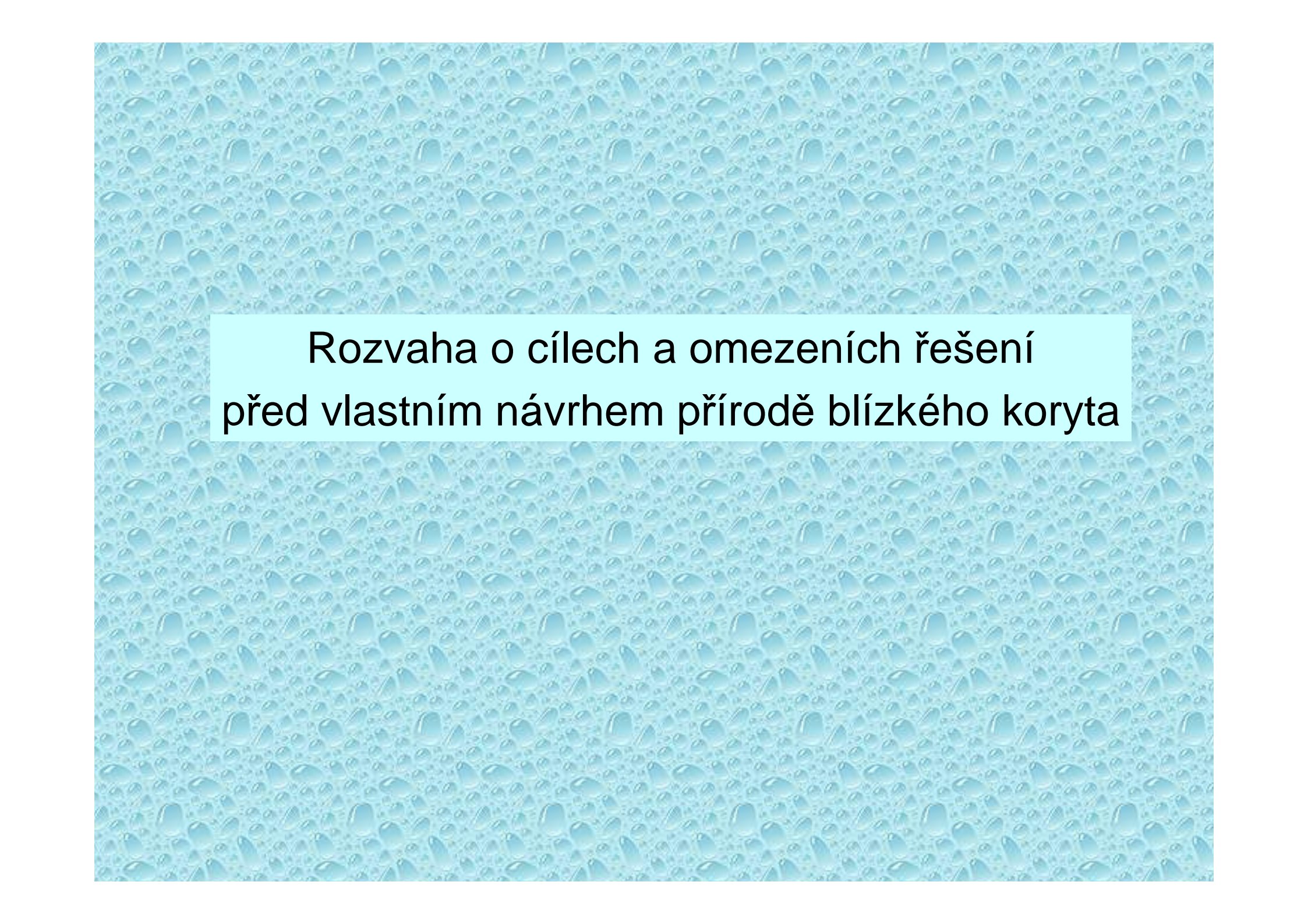


**Obnova štěrkového perimetru divočícího
podhorského toku - Kněhyně**



**Kyneta v širším
povodňovém korytě –
okolní louky zůstávají
nezamokřené**

Orlické Záhoří, cca 2005



Rozvaha o cílech a omezeních řešení
před vlastním návrhem přírodě blízkého koryta

Jaké jsou hlavní cíle revitalizace:

1. Zvětšení prostorového rozsahu vodního toku →
2. Obnovení členitosti přírodě blízkých tvarů koryta →
3. Obnovení členitosti hloubek a rychlostí proudění vody →
4. Zvětšení množství vody běžně přítomného v korytě →
5. Obnovení migrační prostupnosti vodního toku →
6. Zpomalení odtoku, zejména zpomalení průběhu velkých vod
7. Omezení drenážního účinku koryta
8. Dosažení potřebné míry stability koryta
9. Obnovení přírodní autenticity koryta

posílení bioty
vodního toku

Jaká hlavně působí omezení:

- Dostupnost pozemků pro vlastní stavbu
 - Prostor pro samovolný vývoj koryta
 - Omezené možnosti obnovit přirozenou úroveň zamokření některých pozemků, existence odvodňovacích zařízení
 - „Ke dni kolaudace“ nefungují naplno přirozené stabilní faktory – drnová pokrývka břehů, kořeny stromů, přirozená kamenitá dnová dlažba,....
 - Skutečný průtokový a splaveninový režim vodního toku je dán povodím nad revitalizovaným úsekem a zdaleka nebývá přírodně autentický
-
- ➔ Těžko lze někde postavit zcela věrnou repliku přírodního koryta.
 - ➔ Revitalizační řešení budou vždy více či méně pragmatická.
 - ➔ Směrodatné je dosažení hlavních věcných efektů revitalizace.
 - ➔ Kriterium morfologické přírodní autenticity je důležité a má velký kontrolní význam, ale do jisté míry má nadstavbový charakter.

Ad 1. Zvětšení prostorového rozsahu vodního toku:

- obnovení potočního/říčního pásu
- rozšíření/zvlnění/zmeandrování koryta



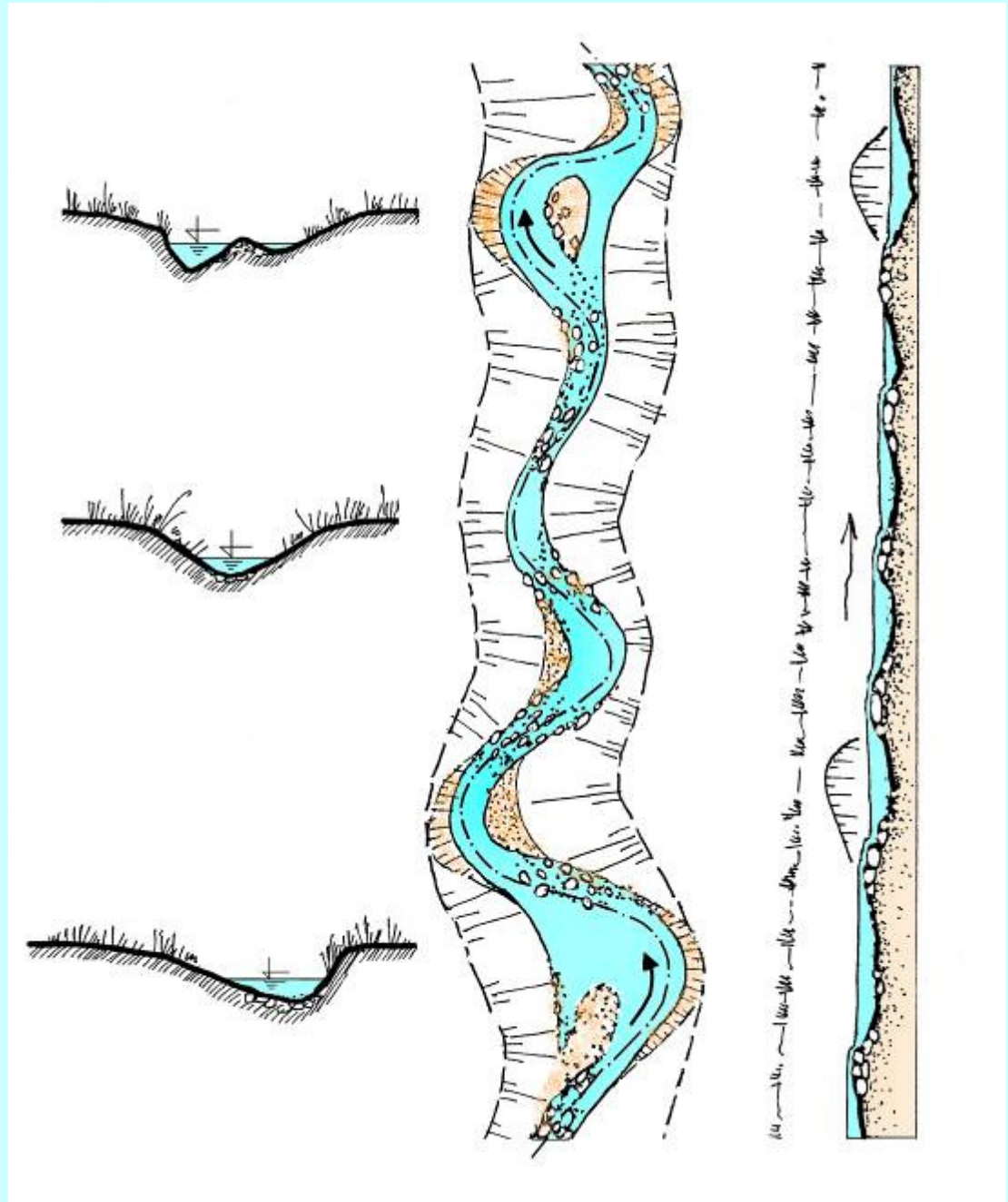
Ad 2. Obnovení členitosti přírodě blízkých tvarů koryta:

- prostor pro členité tvary břehů → pasáže s mírně sklonitými břehy
- členitý omočený povrch dna kynety → tvary šterkové, kamenité, dřevní hmota
- členění podélného profilu dna kynety v tůně a přeje
- prostor pro rozvoj potočních/říčních litorálů → mělké koryto se širokou kynetou s plochým dnem



Ad 3. Obnovení členitosti hloubek a rychlostí proudění vody

- střídání tůní a proudných brodů/peřejí
- proměnlivé šířky koryta
- usměrňovače proudění → výhony, prahy a pasy z kamene, dřeva,...
- přiměřené zavzdutí (zejména úseků s nepatrným sklonem)



Ad 4. Zvětšení množství vody běžně přítomného v korytě

- přehloubení tůní ve dně koryta
- přiměřené zavzduť úseků vodního toku (zejména zavzduť nadměrně zahloubených úseků s velmi malými podélnými sklony)



Revitalizace Lidušky
u Nymburka, 2008

Ad 5. Obnovení migrační prostupnosti vodního toku

- zprostupňující revitalizace úseků toků, neprostupných v důsledku nevhodných podélných úprav
- eliminace příčných překážek
- zprostupnění příčných překážek



23.2.2004:

Odstranění jezu Embrey
z roku 1910 na řece
Rappahannock ve
Fredericksburgu,
USA

V Německu by se tomu nejspíš říkalo Absprengungsdurchgängigkeitserneuerung.



Ad 6. Zpomalení odtoku, zejména zpomalení průběhu velkých vod

- koryta velmi malá, mělká, hydraulicky drsná
- volné nivní plochy pro povodňové rozlivy



Ad 7. Omezení drenážního
účinku koryta
→ změlčení koryta



někde se to
nepovede.....



někde se to povede – a v blízkosti vodního toku dochází k žádoucímu rozvoji mokřadních biotopů

Ad 8. Dosažení potřebné míry stability koryta

- zodpovědně hodnotit skutečně potřebnou míru stability
- rozlišovat mezi vývojem koryta do stran a do hloubky
 - ➔ pokud volná niva umožňuje vývoj koryta, není důvodu omezovat vymílání do stran
 - ➔ rizikové je vymílání do hloubky



rozpad technicky
upraveného koryta, jehož
stabilitu zajišťovalo opevnění
žlabovkami

Stříbrná Skalice, 2002

Memmelsdorf,
2008

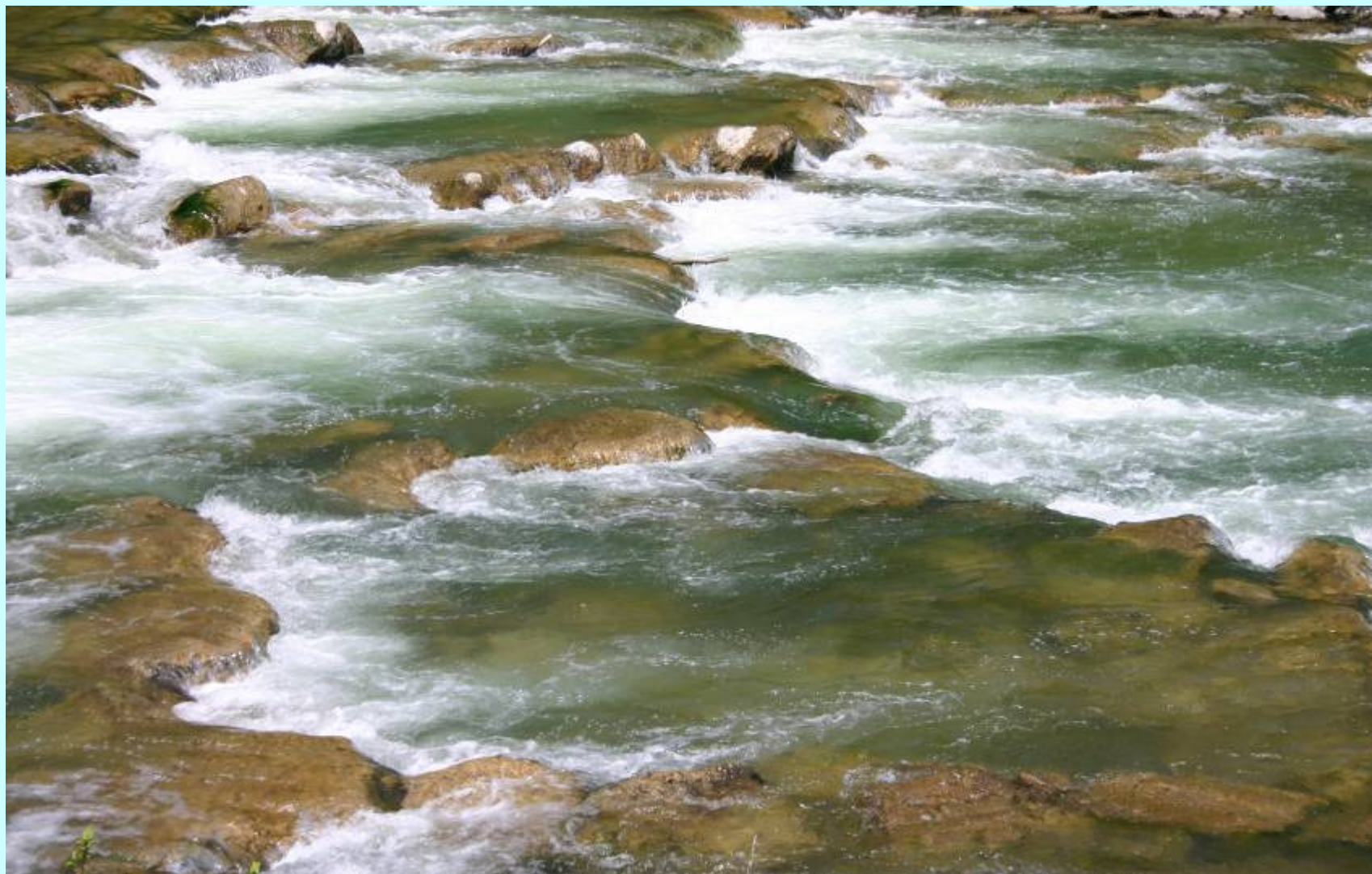


Revitalizace: Stability dosahovat primárně vhodnými tvary a rozměry koryt, které omezí vznik rizikových rychlostí proudění

- kynety o malé průtočné kapacitě → kynety malé, drsné, členité
- kynety mělké a ploché

Když stabilizace opevněním, tak:

- přírodě blízkými konstrukčními prvky
- s preferencí stabilizace dna oproti stabilizaci břehů

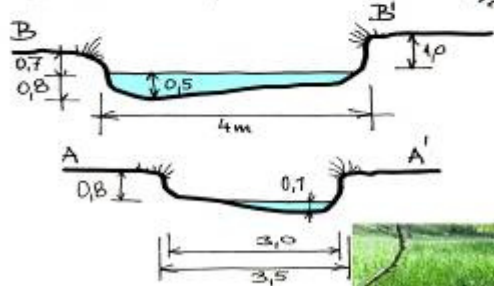


Byla tato stabilizace potřebná, přiměřeně pracná a nákladná ?





ostré zakřuty:
 $R \approx 4\text{m}$
 $B : R = 1 : 1,3 \text{ až } 1 : 1$



$B = 3 \div 4\text{m}$
 $H = 0,7 \div 1\text{m}$
 $H : B = \text{cca } 1 : 3 \text{ až } 1 : 6$



Ad 9. Obnovení přírodní autenticity koryta

- využití analogických předloh přírodních vodních toků
- uvážení tvarů a rozměrů, odpovídajících danému morfologickému typu vodního toku



Základní charakteristiky přírodě blízkých koryt

Morfologický typ vodního toku

Ve středočeských podmínkách

- koryta vlnitá, při podélných sklonech údolnice orientačně do 2 % meandrující
- ve strmějších sklonech koryta vlnitá až přímá, do vytvoření stabilního štěrkového a kamenitého dna s tendencí zahlubovat se



Kapacita koryta

→ východisko pro (orientační) numerický návrh parametrů koryta na základě Chézyho rovnice:

$$Q = C.S (R.I)^{1/2}$$

C	rychlostní součinitel
S	plocha průtočného průřezu
$R = S/O$	hydraulický poloměr
O	omočený obvod průt. průřezu
I	sklon dna

Volba návrhové kapacity koryta – vzhledem k charakteru toku a vztahům k okolním pozemkům.

Pokud není nutné zvláště chránit okolní pozemky před zaplavováním atp., vychází se z odpovídající kapacity přírodních koryt.

Kapacita přírodních koryt bývá na úrovni přirozených korytotvorných průtoků – orientačně v rozmezí Q_{30d} až Q_1 .

Korytotvorné průtoky podle Zuny:

- vodní toky nižších pásem, přirozeně v oblasti meandrace, mají přirozenou kapacitu výrazně menší než Q_1 , spíš blíže Q_{30d}
- vodní toky vyšších pásem, v oblasti přímých a divočících koryt, se kapacitou blíží Q_1



Při revitalizační úloze neomezené navazujícími pozemky a podmínkami jejich zaplavitelnosti se nehraje o to, „aby se voda vešla do koryta“

- kyneta se nenavrhuje s cílem pojmutí určitých velkých průtoků,
- kapacitu kynety není třeba prokazovat
- cílem je dosáhnout koryta, které bude optimálně funkční za běžných a malých průtoků
- větší průtoky necht' se rozlévají
- zpravidla **čím menší kapacita, tím lépe**



Zkušenost z praxe revitalizací:

Návrh kapacity meandrujícího koryta na úrovni Q1 je příliš vysoký.



Zejména pokud se tato kapacita realizuje hloubkou, nemusí být výsledek příznivý:

- odvodnění (→ menší ekologická hodnota) přiléhajících ploch
- soustředěnější provádění větších průtoků
- tendence k dalšímu zahlubování
- v hluboce zaříznutém korytě se nerozvíjí žádoucí členitost litorálů a břehů

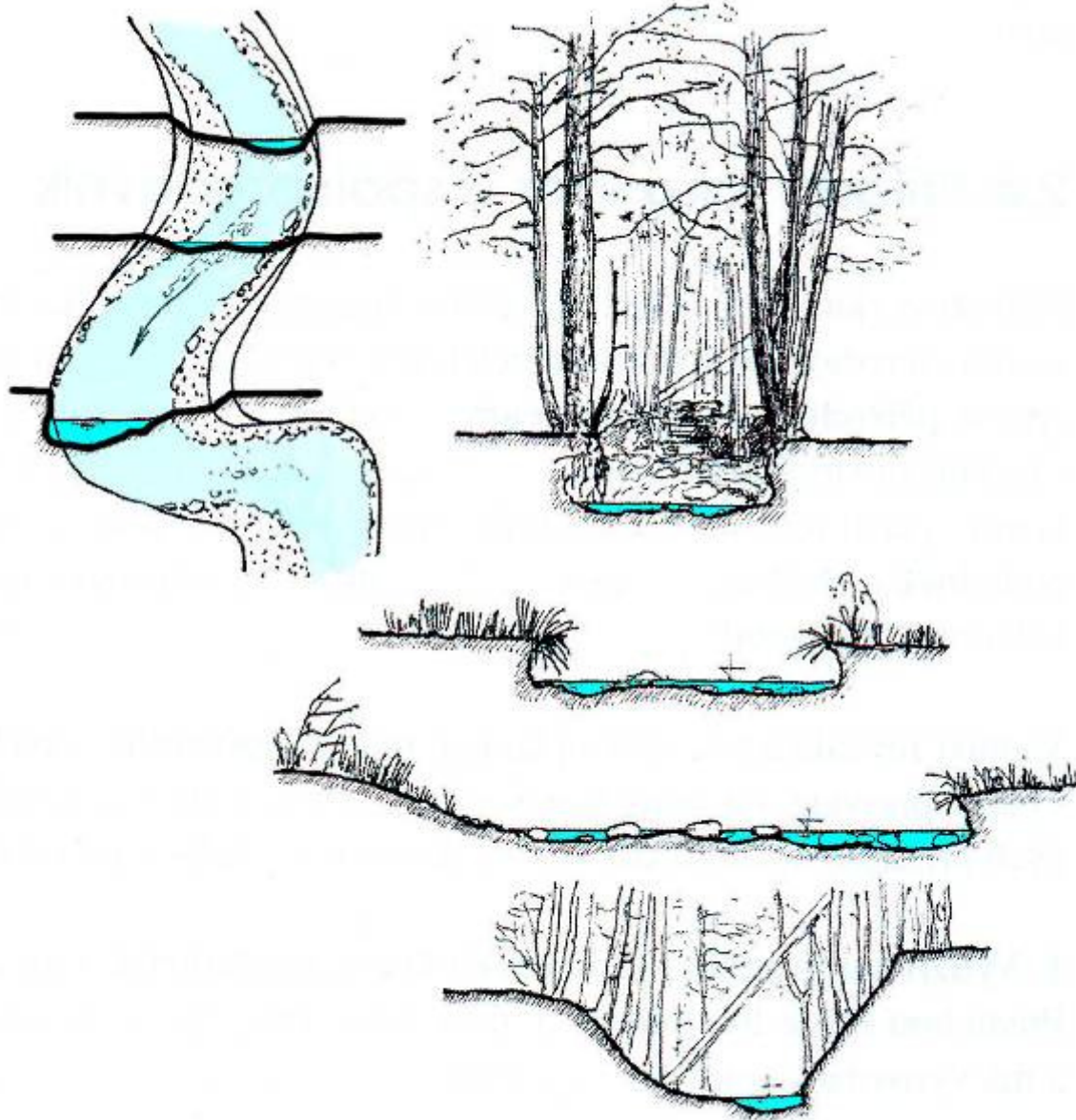


Příčné průřezy koryta

Rovněž otázka správné volby – úloha s vnitřními protiklady:

- tvary blízké přírodě
- tvary zakládající příznivé podmínky pro další dotvarování koryta
- tvary realizovatelné „ke dni kolaudace“ s přijatelnou mrou stability





Tvary přírodních koryt:
nejčastěji příčné průřezy
ve tvaru plochého
pekáče

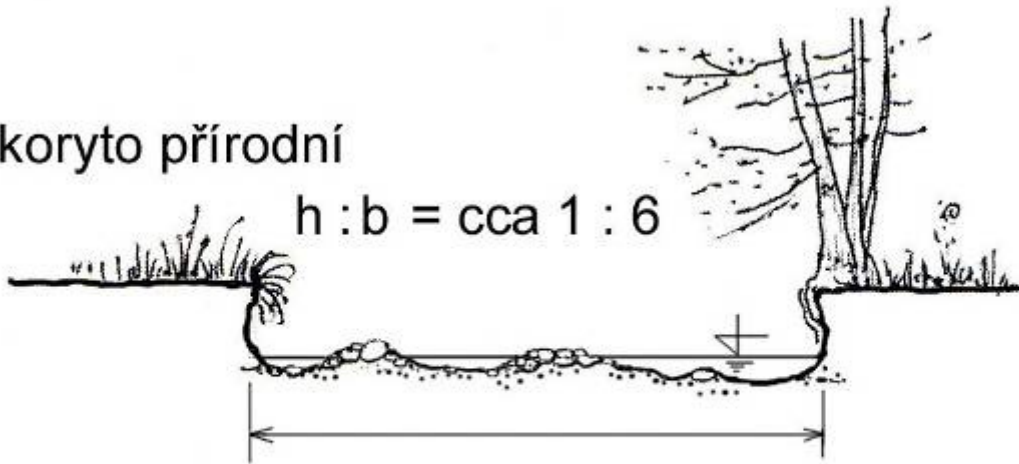
Břehy proměnlivých tvarů a
sklonů, často strmé i
převislé.

Problém při napodobování
při revitalizacích:

„Ke dni kolaudace“
nepůsobí přirozené
stabilitní faktory →
neodvažujeme se
smělejších tvarů břehů

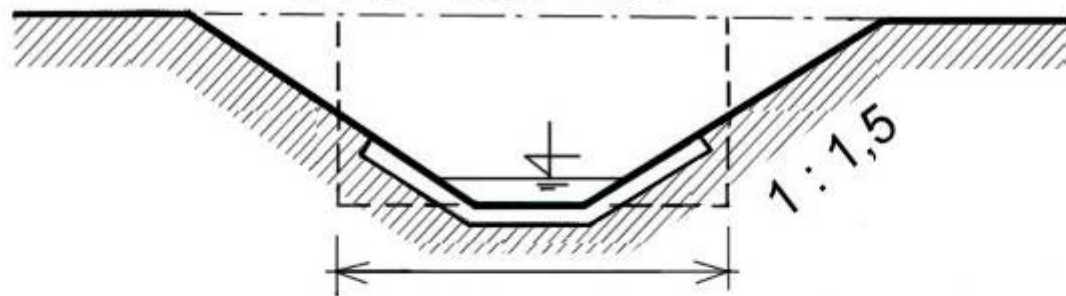
koryto přírodní

$h : b = \text{cca } 1 : 6$



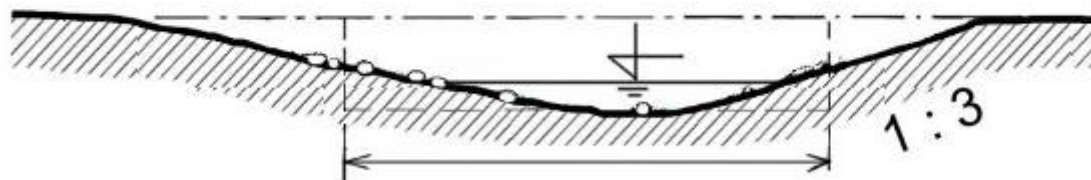
koryto technicky upravené

$h : b = \text{cca } 1 : 2$



koryto revitalizační

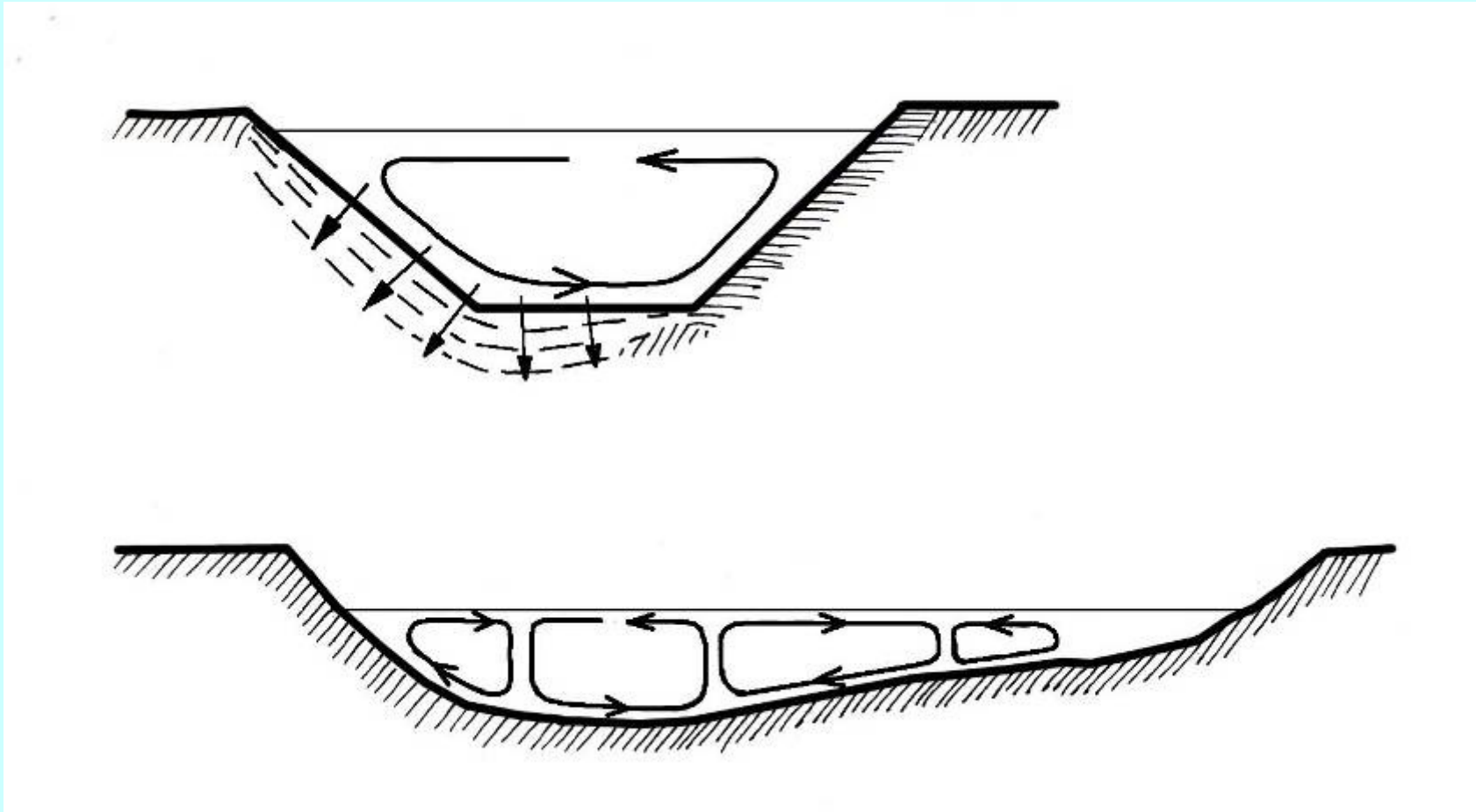
$h : b = \text{cca } 1 : 5$



Tvary příznivé pro
funkce koryta a jeho
další vývoj

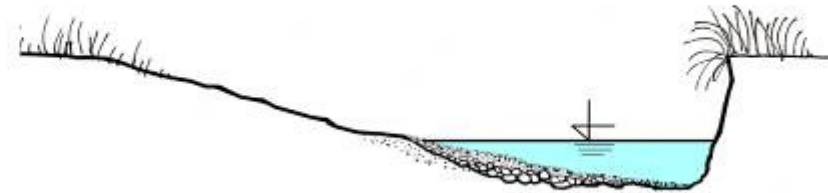
→ především otázka
poměru hloubky
a šířky

V dostatečně mělkém
a širokém korytě se
zmenšuje význam
tvarování břehů.

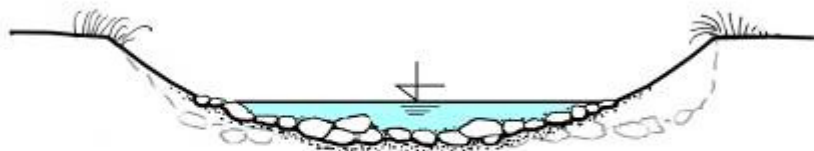


Příčné proudění v relativně hlubokém a v relativně mělkém korytě.
Soustředěnější příčné proudění → silnější vymílání koryta

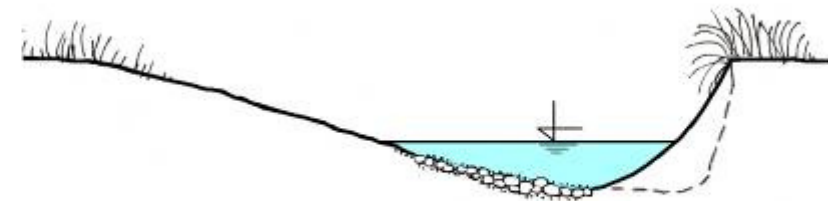
PŘÍRODNÍ KORYTO



REVITALIZAČNÍ KORYTO



přímá trať, brod



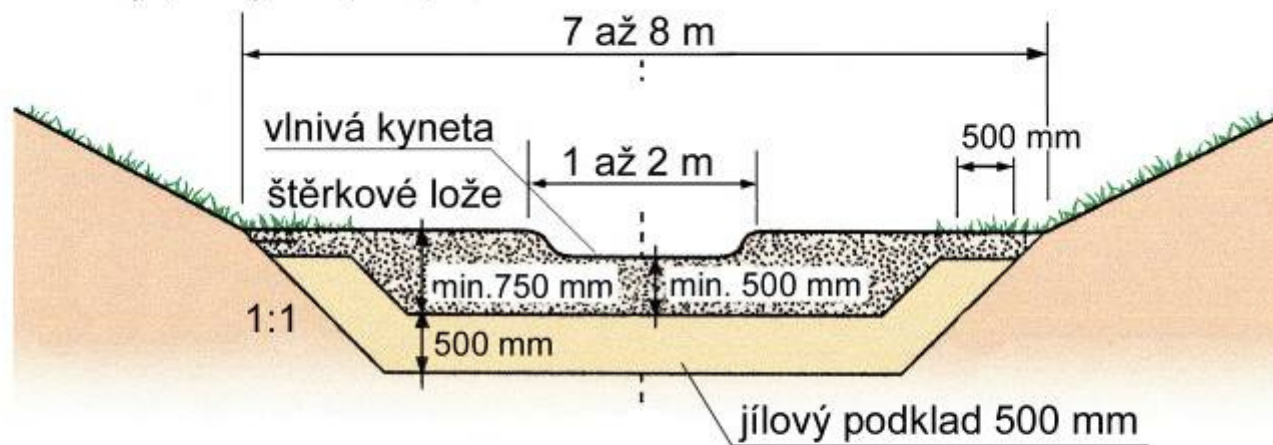
oblouk

Možnosti revitalizačního příčného průřezu (s **rámcově správným poměrem $h : b$**)

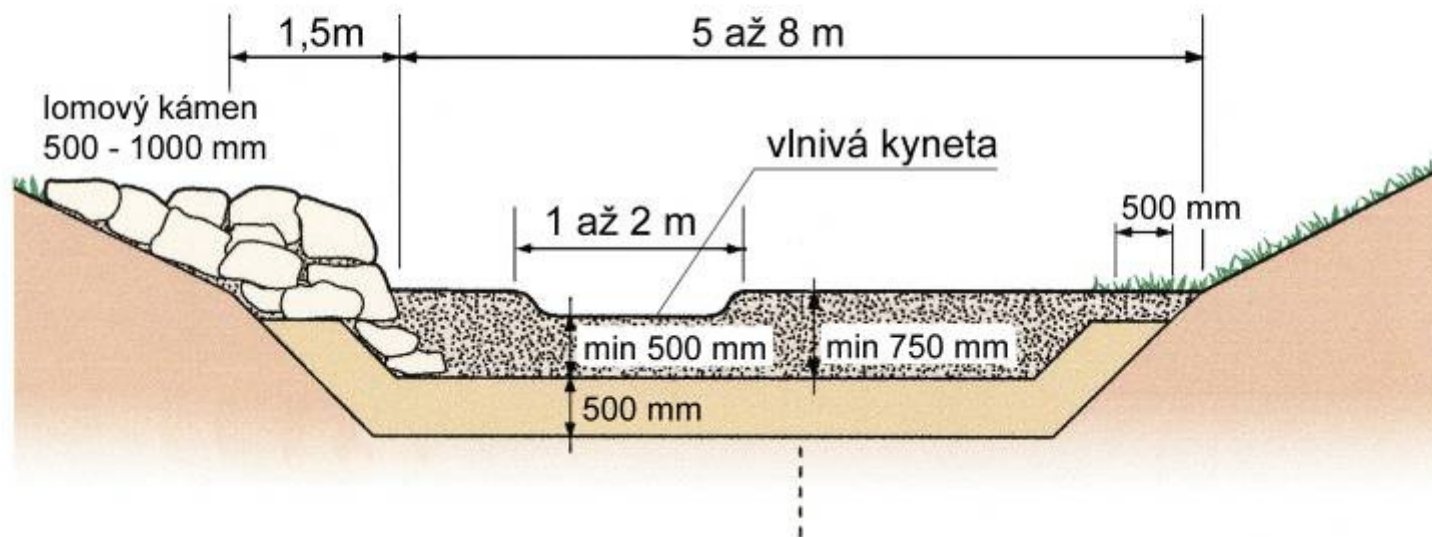
- plochý mísovitý tvar → v okrajích se dotvaruje do plochého dna a strmějších pasáží břehů
- širší tvar s plochým dnem a břehy ve sklonu, odpovídajícím stabilitě zemin → břehy se dotvarují do strmějších pasáží

Vzhledem k očekávanému dotvarování v březích je třeba provést průřez „ke dni kolaudace“ menší než cílový → voda si dotvarováním pomůže.

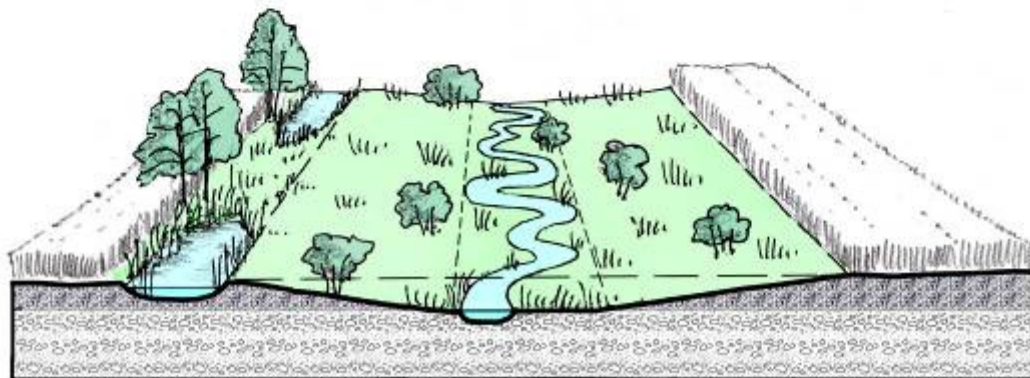
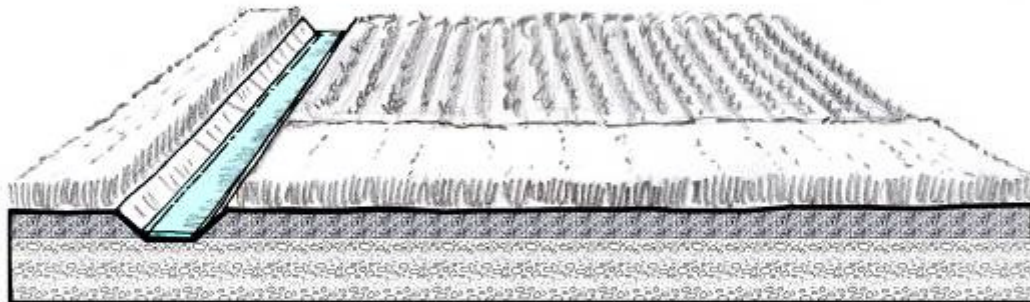
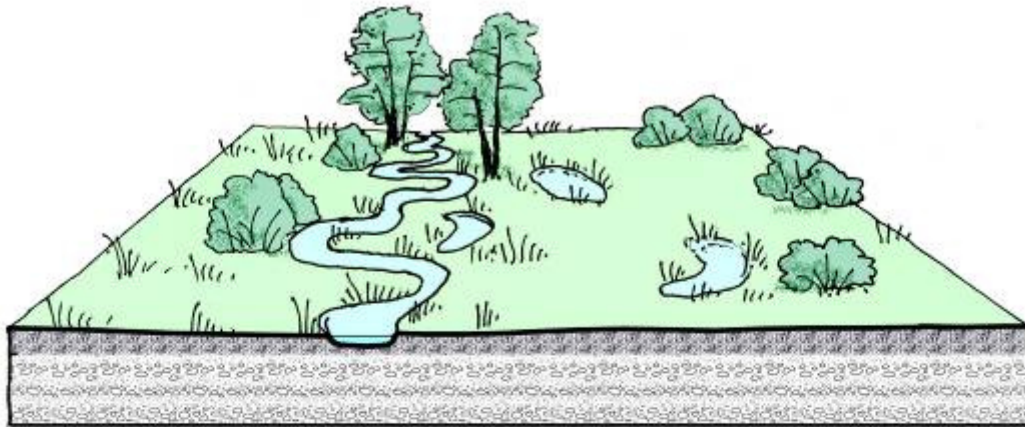
Vzorový příčný řez pro přímou trať:



Vzorový příčný řez pro oblouk:



Pro zajímavost: Náročná tvorba příčného průřezu revitalizační přeložky řeky v Anglii, v oblasti těžby uhlí. (Manual of River Restoration Techniques.)



Kompromisní řešení pro situace, kde není vhodné zamokřit navazující pozemky:

Složený příčný průřez:

- povodňové koryto tvaru širokého, rozkladitého průlehu
- vložená kyneta pro běžné průtoky přírodně autentických tvarů

Pfatter, Bavorsko



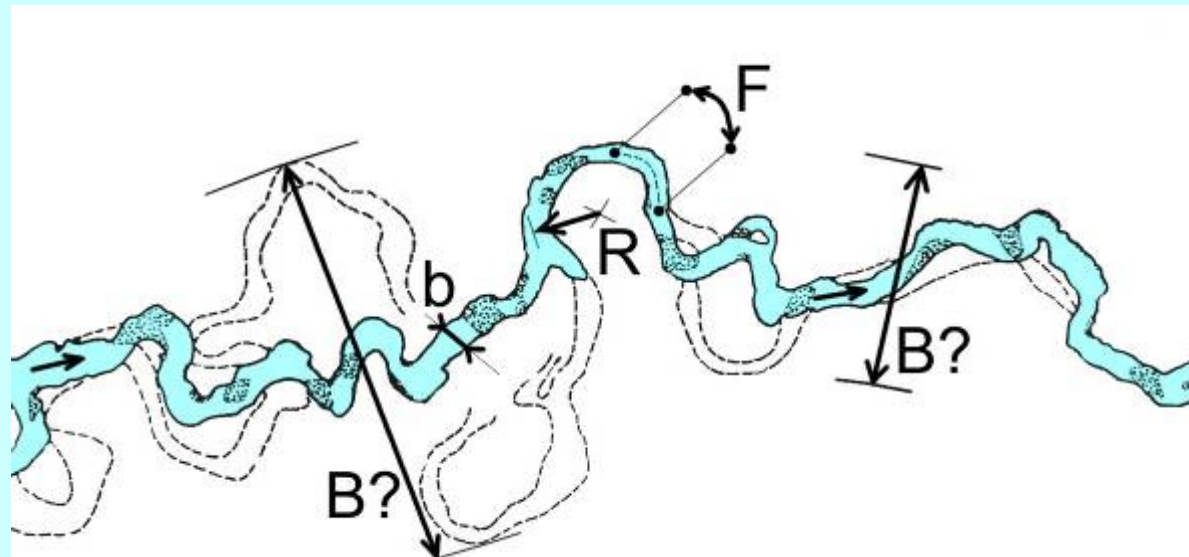
Trasa koryta

Sklon údolnice cca do 2 % → meandrující koryto

Tvary trasy je nejlepší opsat z historie nebo od podobných přírodních vodních toků.

Rámcová doporučení pro meandrující koryta:

- šířka meandrového pásu B - 10 až 14 násobek šířky koryta
- poloměr oblouků R - 2 až 3 násobek šířky koryta (podle Kerna průměrně 2,7 násobek)
- vzdálenost mezi obloukem a následujícím brodem F - 5 až 7 násobek šířky koryta





Pokud možno, využít zbytků starého koryta z dob před technickou úpravou

Stabilita koryta

Základem stability koryta jsou malá kapacita a velký poměr šířky k hloubce.

Cílem není absolutní stabilita koryta, dotvarování do stran se připouští, případně je žádoucí.

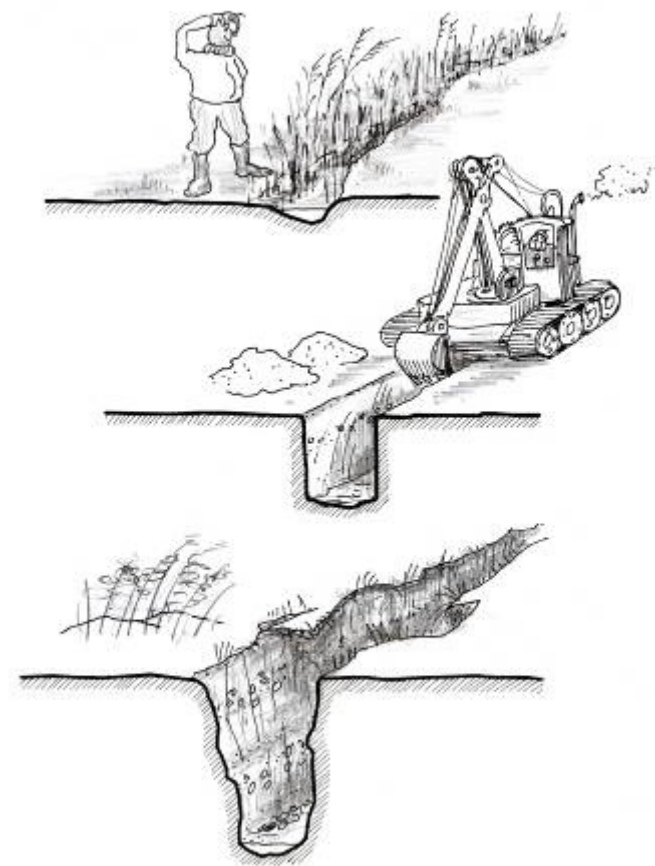
Dodatečná opevnění pouze na základě porovnání dosažitelných rychlostí proudění a unášecích rychlostí materiálů koryta.

Rizikem je hloubková nestabilita – dodatečná opevnění především umísťovat do dna koryta.

Dodatečná opevnění –přizpůsobivé, přírodě blízké konstrukce (záhozy, pohozy, v nejexponovanějších místech rovnániny,...).

Podpora přirozených stabilizačních faktorů – vegetace, přirozená štěrková dlažba,...

Zahloubení koryta nevhodným zásahem
(nebo nevhodným tvarováním
revitalizačního koryta !) startuje
progresivní vymílání do hloubky

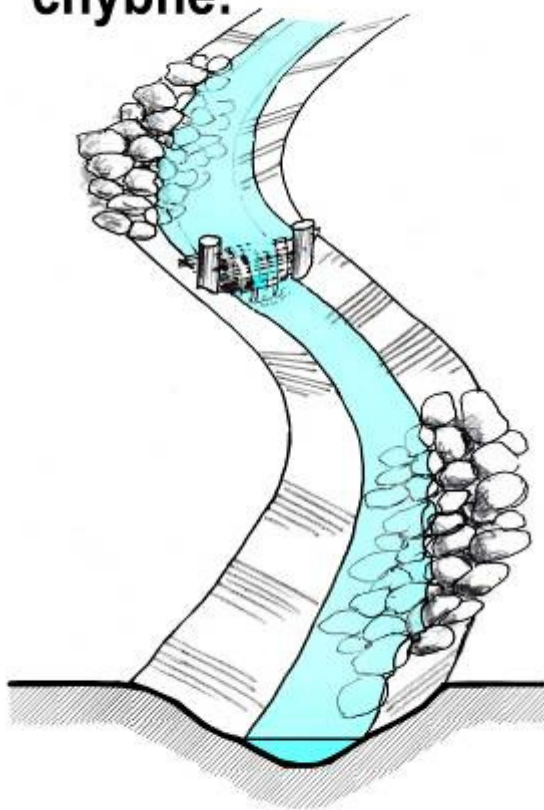


Hodkovský potok,
okr. KH

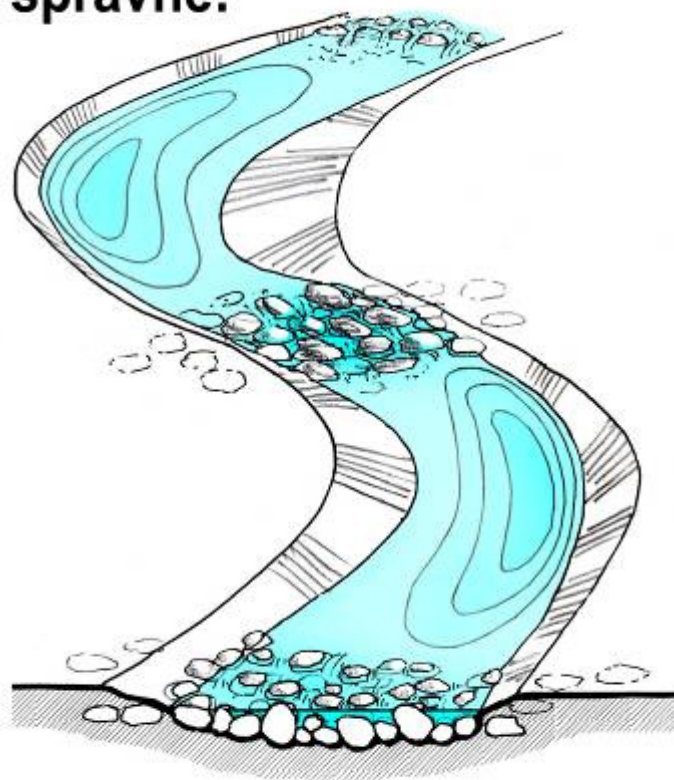
Detailní tvarování koryta

- sled tůní a brodů
- tůně převážně v obloucích, brody převážně v inflexích
- stabilizační kamenivo v brodech, ne v nárazových březích oblouků
- v obloucích strmé svahy → naprogramováno stranové vymlání

chybně:



správně:





Aiterach Aiterhofen

Podélný profil koryta

- sklony dílčích úseků kopírují přirozené sklony terénu
- detailní členitost podélného profilu – střídání přehloubených tůní a proudných míst v brodech (odpovídá sledu oblouky – inflexe)
- soustředování spádu příčnými objekty je nežádoucí a rizikové



Revitalizace
Orlické Záhoří

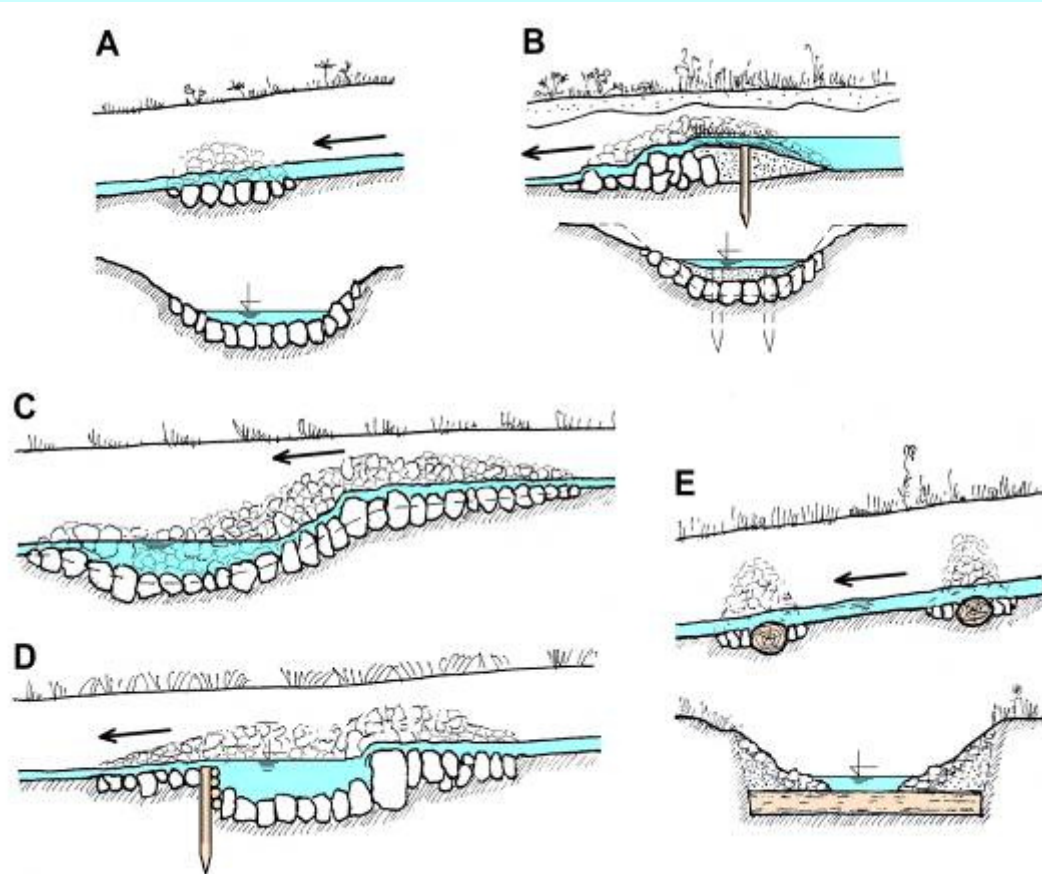
Příčné objekty

Pouze v nejnútnejší míře pro hloubkovou stabilizaci koryta.

Problémy:

- Ubírají vodnímu toku na spádu, na členitosti podélného sklonu a na členitosti proudění.
- Vytvářejí migrační překážky.
- Často technicky selhávají.
- Téze o provzdušňování vody - báchorky.

Nanejvýš dnové nebo jen mírně vystouplé pasy a nízké, migračně prostupné stupně.



Postup při návrhu revitalizačního koryta:

1. Rozvaha o morfologickém typu koryta.
2. První, orientační nástřel trasy v souladu s morfotypem → první přiblížení k délce trasy a podélnému sklonu koryta
3. Volba průtočné kapacity koryta vzhledem k morfotypu a poloze
4. Návrh tvarů vzorového příčného průřezu koryta:
 - volba vhodného poměru šířky a hloubky koryta
 - předběžný výpočet šířky koryta - nahrazeného nejspíše výpočtovým obdélníkem $b:h$ - při návrhovém průtoku (Chézy)
 - návrh vzorového příčného průřezu, který parametry S a $b:h$ koresponduje s výpočtovým obdélníkem
 - výpočet konsumční křivky tohoto průřezu
 - potvrzení rozměrů průřezu při návrhovém průtoku
5. Propracování návrhu trasy (v souladu s morfotypem odvodit tvarování trasy ze šířky koryta)
6. Výpočtové korekce (pečlivější navrhovatel bez nadhledu)
7. Kontrola návrhu zdravým rozumem (povinné pro všechny typy navrhovatelů)
8. Návrh detailů tvarování kryta – tůň, brody, stabilizace,...
9. Orientační výpočtové posouzení funkce koryta za různých průtoků.

Nejčastější možné chyby při návrhu revitalizačního koryta:

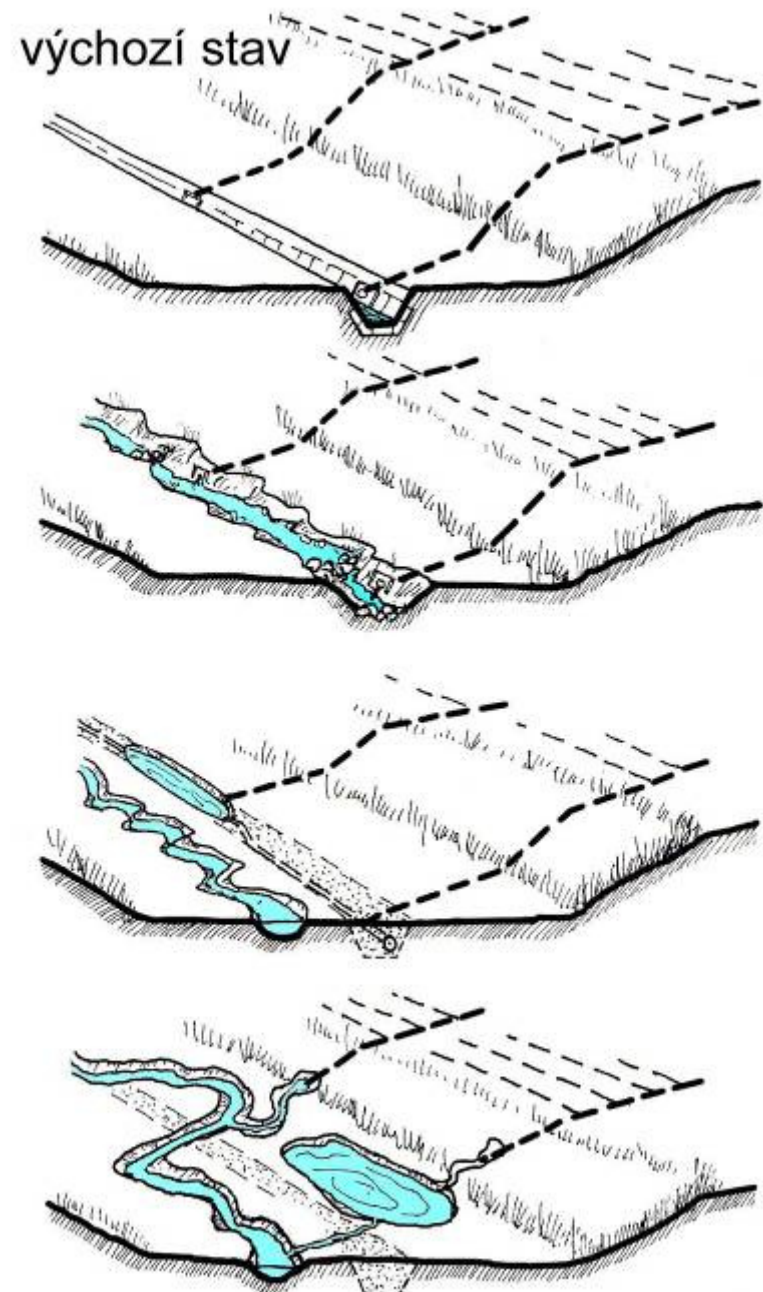
- Příliš velká kapacita
- Nadměrné zahloubení (koryta vcelku, ne jednotlivých přehloubených tůní) → hrozí tendence k dalšímu zahlubování
- Stabilizační kamenivo je vkládáno do břehů, zvláště v obloucích, a ne do dna kynety
- Nadbytečné opevnění koryta → omezení samovolného vývoje koryta
- Nedostatečné zvlnění trasy → nedostatečná tvarová stabilizace koryta
- Aplikace příčných objektů.



Návaznosti na odvodňovací zařízení

Podle podmínek jsou možné různé přístupy, například:

- neřešit, není-li bezpodmínečně nutné
- odvodňovací zařízení popřerušovat, ukončit
- hlavníky otevřít a zrevitalizovat
- hlavníky volně vyústit v boku revitalizované nivy
- hlavníky vyvést do postranních tůní
- novému korytu ponechat v místech ústění hlavníků původní hloubku
- hlavníky zachytit do nového podélného sběrače



Problémy vodoprávních úřadů s dotvářejícími se kynetami

Jako fixní stavební objekt stanovit:

- obnovovaný potoční/říční pás
- širší povodňové koryto/průleh



Správce toku následně dohlíží, zda kyneta svým dotvarováním nenarušuje vymezený prostor na úkor navazujících pozemků. Pokud ano, provede přírodě blízkým způsobem korekci – například kamenný zához.



Lamitz u Kronachu – pokusná revitalizace – vodu potoka pustili
volně po louce

konec prezentace