

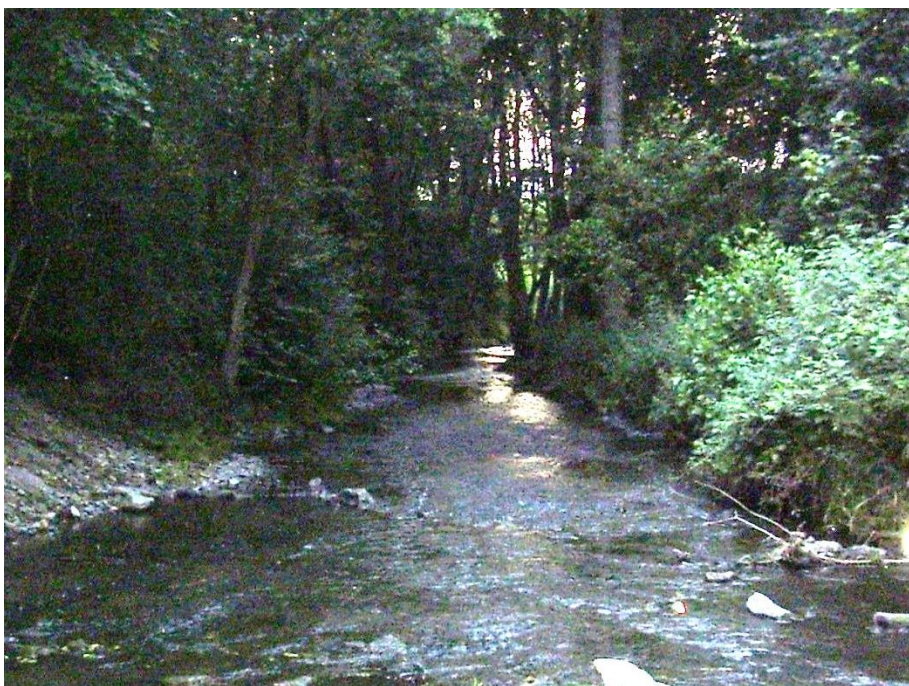
Stanovení korytového průtoku



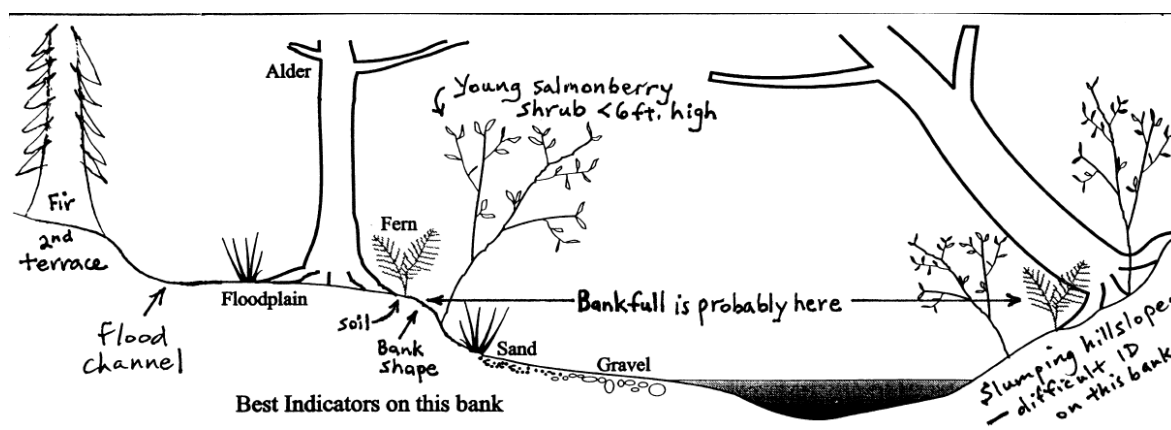
Korytový průtok na toku Botiče pod jezem v Petrovicích 29.9.2010 (cca $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$)



Odtok při tání sněžové pokrývky v povodí Botiče 26.2.2010 (v témže profilu toku pod jezem v Petrovicích), odpovídající zhruba korytovému průtoku



Profil toku Botiče pod jezem v Petrovicích při minimálním průtoku (30.6.2010)



Typical bankfull ID situation, adapted from Pleus and Schuett-Hames, 1998.

Stanovení úrovně korytového průtoku pomocí identifikačních znaků - např. výskyt půd, rostlin, tvar břehu apod.

Většina dolních částí toků jsou aluviální (tj. vytvářející svá koryta v již dříve naplavených sedimentech vzniklých předchozí erozní činností jak v korytě toku, tak i mimo toto koryto). K hlavním událostem, kdy je koryto formováno, dochází v průběhu povodní a proto jsou nazývány korytotvorné procesy. Tyto procesy určují velikost koryta, které je potřebné k odvádění vody z povodí. V období relativního stabilního klimatu a vegetačního pokryvu si říční systém vytvoří rovnováhu mezi odtokem z povodí a velikostí koryta., přičemž velikost koryta odpovídá většině odtokových podmínek. Pokud je odtok větší než kapacita koryta, dochází k vylévání z koryta a nastává povodňový stav.

U aluviálních toků je jejich koryto obvykle dostatečně veliké, aby pojalo zvýšené průtoky vody s průměrnou dobou opakování 1,5 roku. Taková frekvence výskytu je natolik častá, že víceletá vegetace (vytrvalé byliny) zde nemůže růst, buď proto, že kořenový systém je příliš zavlhčen, nebo jejich sazenice jsou odplaveny velkými vodami. Proto je příčný profil aluviálního koryta miskovitého tvaru, kterým po většinu času vodní tok protéká a neroste zde

žádná vytrvalá vegetace. Nad úrovní kapacity této misky tekou vody větší než ty s dobou opakování 1,5 roku. Rozlivná území mohou být buď pouze u jedné strany koryta nebo po obou stranách, v závislosti na situaci.

Indikátory úrovně korytového průtoku Q_{bff}

Každý říční systém je podrobován neustálým změnám a každé místo v systému je jedinečné, proto neexistuje jediný jednoduchý indikátor úrovně korytového průtoku. Naopak je třeba vycházet hned z několika různých indikátorů, které mohou pomoci nalézt úroveň hran koryta definujících korytový průtok.

- A. Sklon břehů: V korytech s přirozenými neupravenými příbřežními oblastmi v ploché říční nivě se úroveň korytového průtoku nachází v dolní hraně nivy. Niva se často velmi mírně svažuje a pak náhle více. Místo této náhlé změny sklonu je obvykle dobrým indikátorem. Nicméně, takovéto místo lze najít třeba jen na jednom břehu nebo také vůbec žádné, pokud se například koryto ve svém vývoji zařizlo do dna toku. Nebo místo změny není patrné u sesouvajícího se nebo podemletého břehu, kde sklon břehu je často dán jeho mechanickou poruchou.
- B. Vegetace: Úroveň hrany korytového průtoku je často indikována jako hraniční čára mezi dolními plochami svahu, které jsou zcela bez porostu nebo jsou porostlé vodními nebo jednoletými rostlinami, a horními plochami svahu, porostlými trvalou vegetací, jako jsou kapradiny, keře, stromy. Je třeba mít na paměti, že vegetační rozhraní je vždy v plynulém přechodu, ustupující ve vlhčích obdobích a posupující v sušších obdobích.
- C. Půda: Přejít mezi materiálem břehů často indikuje hledanou úroveň. Materiály břehu, které jsou často proplachovány průtoky, obsahují malý nebo téměř žádný podíl organických částic (úločky větví, části listů, oddenků rostlin apod.). Pod úrovní korytového průtoku se jedná většinou o dobře promývané šterkovité, písčité nebo prachovité částice s malým nebo téměř žádným podílem organické části. Pozor, organické půdy mohou být často překryty různě mocnými nánosy materiálu neorganické povahy, které byly vyneseny mimo koryto při průtocích větších než korytových!!
- D. Nánosové lavice a podemletí břehů: U vnitřní strany zákrutu se obvykle vytváří nánosy sedimentů. Horní úroveň této lavice představuje minimální úroveň korytového průtoku. Obdobně u vnějšího břehu v zákrutu proud podemílá břeh a obnažuje kořenový systém. V úrovni pod kořenovým systémem vegetace lze odhadovat nejvyšší úroveň podemletí břehu a současně i nejnižší úroveň korytového průtoku.
- E. Zvýrazněné úrovně na balvanech a skalních výchozech v korytě: U strmých koryt s neurčitými rozlivnými územími je možné usuzovat na úroveň průtoku Q_{bff} podle nejvyšší úrovně stop zbarvených minerálními částicemi obsaženými v průtoku nebo naopak podle nejnižší úrovně dosahu mechů a lišejníků na stabilních balvanitých prvcích a skalních výchozech.
- F. Indikátory v přilehlých úsecích toku: Pokud nelze v daném místě najít žádné spolehlivé indikátory úrovně průtoku Q_{bff} , je třeba se pokusit najít tuto úroveň v okolních úsecích toku, z nichž by bylo možné úroveň v daném místě extrapolovat.

Jak postupovat při stanovení úrovně hladiny korytového průtoku

1. Začněte na břehu, na němž naleznete neprůkaznější indikátory
 - a. Postupujte při průzkumu břehu směrem z koryta nahoru, při vyhledávání indikátorů uvedených viz. výše. Pokud narazíte při ohledávání břehu na bod, u něhož si již nejste 100% jisti, že se stále nacházíte pod úrovní korytového průtoku, označte tuto úroveň.

- b. Poté se zaměřte na část, která leží nad touto úrovní, která by již měla být evidentně nad úrovní běžně zatápeného břehu, a hledejte opět průkazné identifikátory. Přitom se přibližujte zpět směrem k odhadované úrovni korytového průtoku. Opět v bodě břehu, kde si již nejste 100% jisti, že se nacházíte nad úrovní korytového průtoku, označte tuto úroveň.
 - c. Znovu posuďte obě úrovně a spolehlivost jejich stanovení, případně svůj odhad konzultujte s přítomným kolegou. V případě potřeby přehodnoťte svůj odhad.
 - d. Úroveň korytového průtoku stanovte výškově uprostřed mezi oběma dříve stanovenými úrovněmi.
2. Nyní postupujte stejným způsobem i u druhého břehu. Pokud nelze přesně identifikovat úroveň korytového průtoku na tomto břehu (obvykle to nastává u vnějšího břehu meandrového zákrutu), snažte se ji stanovit přenesením z úrovně na protilehlém břehu, kde jste již úroveň stanovili.

O stanovení korytového (resp. korytotvorného průtoku) blíže [zde](#).

Jak postupovat pro stanovení hodnoty korytového průtoku

Průzkum je prováděn obvykle při průtoku a tedy i vodním stavu nižším, než odpovídá korytotvornému (budeme označovat jako aktuální). Při tomto aktuálním stavu je třeba určit hodnotu průtoku Q_a , resp. průměrné průřezové rychlosti v_a .

Hodnotu průtoku lze v terénu stanovit např.

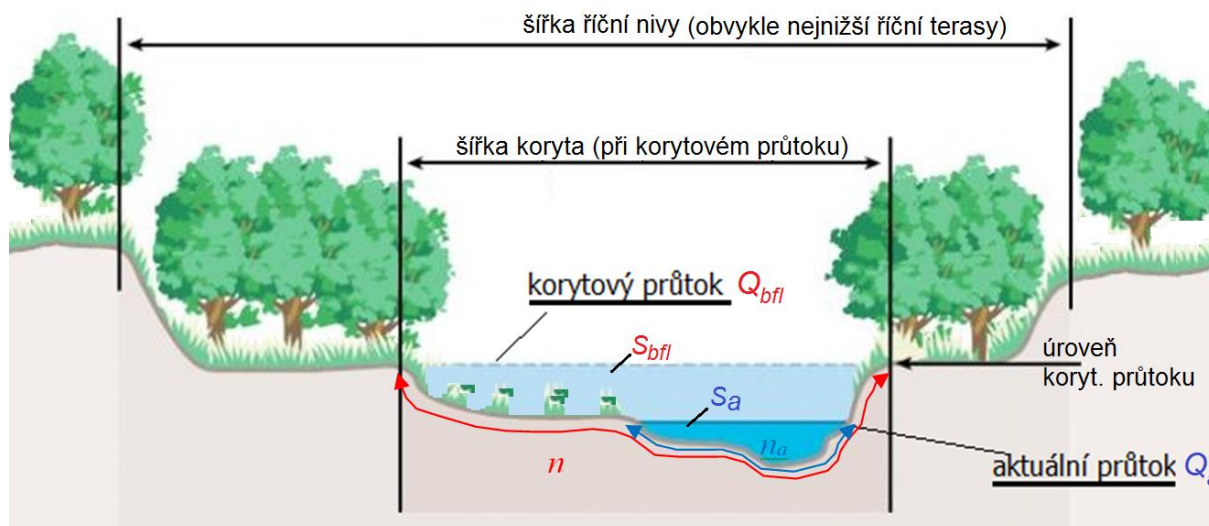
- a) přímo z údajů v blízkém vodočetném profilu (např. pozorovací síť profilu ČHMÚ, např. [zde](#) nebo [zde](#)) v případě, že se nachází profil, v němž korytotvorný průtok stanovujeme, v dostatečné blízkosti a není ovlivněn významným mezipřítokem;
- b) hydraulickým výpočtem (viz. [HYA](#), [HYA2](#)) pro blízký objekt na toku (např. stupeň ve dně, měrný přeliv, výtok pod stavidlem, průtok propustkem nebo mostním profilem apod.), kde je možno podle typu objektu zaměřit příslušné důležité charakteristiky (např. vzduší hladiny, výška hladiny nad přelivnou hranou, výška přepadového paprsku, hladina na výtoku z potrubí, rozdíl hladin před a za objektem apod.);
- c) hydrometricky zaměřením bodových rychlostí v profilu (vyžaduje použití např. hydrometrické vrtule nebo jiného zařízení pro určení bodových rychlostí) viz. [výuka v terénu K141](#);
- d) přímá objemová metoda (lze pouze pro velmi malé průtoky);
- e) stacionární průtokový průtokový profiler (např. [pracující na akustickém Dopplerově principu](#));
- f) určením průtoků z povrchových rychlostí (plovákování).

V terénních podmínkách, pokud není možno stanovit průtok dle bodů a)-e), je nejpohotovější použití stanovení průtoku pomocí [plováků](#), které vypouštíme v dostatečně dlouhém úseku v blízkosti námi zvoleného profilu. Při tomto měření stanovujeme rychlosti pohybu plováků na hladině, jedná se tedy o povrchové rychlosti proudění v dráze pohybu plováků. Abychom mohli stanovit z těchto rychlostí průměrnou průřezovou rychlost v_a , z níž je možno stanovit aktuální průtok Q_a , je třeba postupovat v souladu s tímto [dokumentem](#).

Nyní, když známe hodnotu aktuálního průtoku Q_a , při němž provádíme stanovení úrovně korytového průtoku, je třeba extrapolovat tuto hodnotu průtoku na hodnotu průtoku korytového Q_{bf} . Postup extrapolace průtoku vychází z extrapolace průměrné průřezové rychlosti v_a na průměrnou průřezovou rychlost při úrovni hladiny při korytovém průtoku v , viz obr. níže. Extrapolaci průměrných průřezových rychlostí lze provést v souladu s platností Manningovy rovnice.

$$v = \frac{R^{0.67} \cdot i^{0.5}}{n} \quad \text{resp.} \quad v_a = \frac{R_a^{0.67} \cdot i^{0.5}}{n_a},$$

kde v_a , R_a , n_a jsou hodnoty průměrné průřezové rychlosti, hydraulického poloměru a Manningova stupně drsnosti odpovídající aktuálnímu vodnímu stavu a tedy i průtoku Q_a v okamžiku průřezu, veličiny v , R , n pak tytéž veličiny, avšak při korytovém průtoku Q_{bfl} .



Vztah průtoku a průřezových veličin při **aktuálním** a **korytovém** průtoku

Z aplikace Manningova vztahu je zřejmé, že hodnota sklonu (hladiny) je považována za neměnnou s rostoucí hodnotou průtoku. Je to zjednodušující předpoklad, který navíc doplníme ještě o předpoklad rovnoměrného proudění, tedy že průměrný sklon hladiny i a průměrný sklon dna i_o v blízkosti zvoleného profilu jsou si rovny. Protože přesné stanovení průměrného sklonu dna resp. hladiny na relativně krátkém úseku je bez zaměření nivelačním přístrojem je prakticky nemožné, využijeme předpokladu o neměnnosti sklonu hladiny s průtokem a vyjádříme sklon hladiny i ze známé průřezové rychlosti při aktuálním stavu (průtoku Q_a).

$$i = \left(\frac{n_a \cdot v_a}{R_a^{0.67}} \right)^2$$

Nyní tento sklon použijeme pro výpočet průměrné průřezové rychlosti v pro korytový průtok Q_{bfl} .

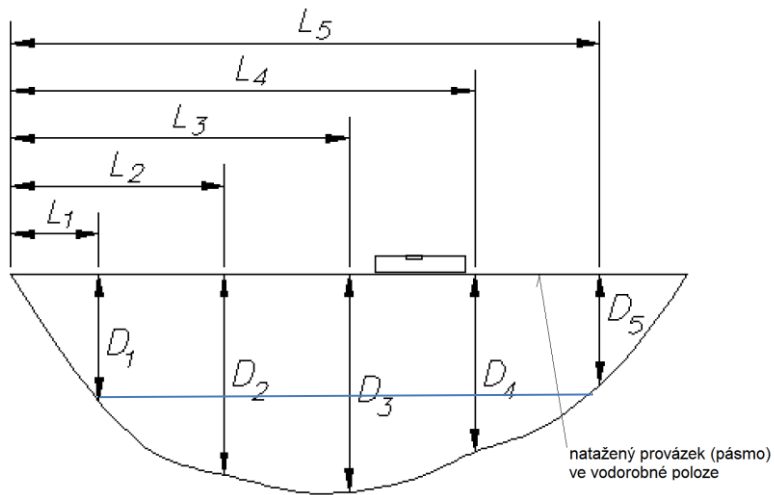
$$v = \frac{R^{0.67} \cdot i^{0.5}}{n} \quad \text{resp.} \quad Q_{bfl} = S_{bfl} \frac{R^{0.67} \cdot i^{0.5}}{n},$$

kde S_{bfl} je průtočná plocha v korytě až k úrovni hladiny korytového průtoku (Q_{bfl} – bankfull).

Při zaměřování příčného profilu postupujeme s např. s pomocí napříč korytem nataženého provázku (lépe pásma), jímž zjišťujeme příčné délky L , a skládacího metru (lépe měrné lati), jehož pomocí zjišťujeme relativní výšky koryta D (viz. obr. níže).

Pozor!! Při stanovení korytového průtoku tímto způsobem je třeba myslet na to, že Manningův stupeň drsnosti n_a při aktuálním průtoku se může a většinou také bude lišit od

průměrného Manningova stupně drsnosti při korytovém průtoku n (na obrázku výše vyznačeno červenou a modrou šipkou). Hodnoty Manningova stupně drsnosti koryta můžete získat např. [zde](#) nebo [zde](#).



Postup jednoduchého zaměření průřezových charakteristik v korytě.