

How do big rivers come to be different?

Philip J. Ashworth, John Lewin

ABSTRAKT

Velké toky dominují světovým kontinentům, přesto se stále učíme o tom, jak fungují, zda se od sebe liší, a to nejen od sebe, ale i od toků menších. Tento dokument používá satelitní snímky a zkušenosti z terénu k vysvětlení proč a jak se od sebe velké toky liší.

Velké řeky mají údolní systém formovaný souborem fluvialních jevů a nivní stavba je závislá na proudu hlavního toku a vstupu přítoků. U některých největších toků určují nivní tvary vedlejší ramena spíše než hlavní tok. Typické jsou pro veletoky jezerní oblasti. Variabilita a vnitřní složitosti toku ukazují na potřebu porozumět kontrastu sedimentární dodávky, propustnosti a nivní výměně, jako determinanty morfologie velkého toku.

ÚVOD

Pro pozorovatele se může řeka jevit jako „velká“ podle rozměru koryta. Ve skutečnosti ale nejsou „velké“ řeky označeny podle velikosti koryta, ale podle stanovujících faktorů, pro která jsou globální data k dispozici: povodí, délka, odtok, odnos sedimentu. Různé datové sbírky udávají dohodnuté délky a plochy, ale stanovení průtoku a přenos sedimentu je obtížné, kvůli dostupnosti dat a transformujícím se účinkům lidské činnosti a regulaci řek. Navzdory tomu, Latrubesse (2008) naznačuje, že "velké" řeky jsou ty s absolutním ročním průměrem průtoku vyšší než $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, a "mega" řeky jsou větší než $\sim 17000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dřívější výzkum byl založen na kombinaci propustnosti, výškového gradientu, síle proudu a velikosti usazenin. Tyto faktory jsou více relevantní pro přenos uloženinového materiálu, než unášecí schopnost v suspenzi a pískových částic u velkých řek. Avšak tento systém byl vyhodnocen jako nevyhovující pro řeky s malým výškovým gradientem a přebytkem transportní kapacity.

TYPY KORYT

Velké řeky ukazují úžasnou škálu koryt – od jednoho po několikanásobné koryto, některé s ostrovy a laterální akrecí a pohybem koryta, jiné s nivou, ve které se objeví útvarry stojatých vod. Pracovní rozlišování koryta funguje již od roku 1957 – pletené, klikatící nebo rovné. Pletené jsou děleny podle aktivních plochy, které jsou promíjivé a zaplavované za největšího průtoku. Ovšem kvůli složitosti bylo toto pojmenování odvolané. Nyní je uznané dělení pletené (divočící), meandrující a rovné.

Anastomozní koryta mají tendenci být příčně neaktivní. Jako zvláštní kategorii koryt, nebo častěji na vyšší úrovni klasifikace (Kleinhans a Van den Berg, 2011), je anabranching (rozvětvená) řeka (Rust, 1978; Knighton a Nanson, 1993; Nanson a Knighton, 1996) definována jako systém několika kanálů, které se dělí a zase se spojují – může být trvale rozvětvena mezi několika ostrovy, které mají celou řadu vzorů: rovná, meandrující, pletená (divočící) a anastomozní. Anabranching river je velice těžké definovat, a nejsou na to přesné parametry.

ALUVIÁLNÍ VÝMĚNA VELKÝCH ŘEK

Velké řeky jsou mnohem stabilnější než malé. Některé řeky zachovávají svůj styl stovky kilometrů, například při nízkém výškovém gradientu kdy jsou unášeny jemné částice písku a jílu

(např. Kongo řeka více než 1200 km). Jiní označují změnu variabilitou sedimentu z přítoků a jinými formami aluviální výměny v nivách. Nízký výškový gradient potom může mít velký vliv na sedimentaci v nižších polohách – například prachovité hraze, spíše než boční narůstání břehu řeky. Nivní stavba je závislá na proudu a vstupu sedimentů, ale aluviální morfologie je v podstatě určena měřítkem dosahu. Sedimenty nejsou přepravovány pouze v korytě, ale také jsou přepravovány z a do koryta.

Pokud je výměna minimální, i velké řeky mohou zůstat rovné (např. Niger, nebo Jenisej), přestože mají řečiště diverzifikované migrujícími říčními koryty lavicemi, které jsou odkryté při nízkém stavu vody. Pokud existují, menší přítoky, ale bohaté na sedimenty, může dominovat ukládání naplavenin. Například Madeira, bohatá na sedimenty, přináší polovinu sedimentů hlavního amazonského řečiště, a její větší a hrubší sediment je spojován s přírůstkem počtu ostrovů a eroze břehů níže po proudu po soutoku řek. Spektrum variability velkých řek je opravdu široké.

OB

Řeka Ob má plochu povodí asi $2,77 \cdot 10^6 \text{ km}^2$, průměrný roční odtok se pak pohybuje kolem hodnoty $400 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ a severně od Barnaulu pravidelně v zimě zamrzá. Odnos sedimentů je zde relativně malý, což způsobuje nízkou akumulaci sedimentů po proudu. Proti proudu na soutoku s řekou Irtyš v Chanty-Mansijsku během několika desetiletí množství sedimentů bylo menší jak $20 \cdot 10^6$ tun za rok. Od roku 1957 byl průtok částečně regulován nádrží v Novosibirsku. V posledních desetiletích, v různých částech povodí, došlo k poklesu letních průtoků v důsledku zavlažování a vyšší zimní průtoky byly využity k výrobě energie, také došlo ke změně srážkových poměrů. Z geomorfologického hlediska se odtokový režim neměnil, nadále dominují výrazné povodně z tání sněhu vrcholící v květnu a červnu. Opakování snímků ukazuje pomalou rychlost morfologických změn. Při porovnání snímků mezi lety 1972 a 2010 ukazuje, že maximální posun byl 450 m, což je průměrně 12 metrů za rok. To je srovnatelné s hodnotami naměřenými v mapách z let 1897 – 1958, kde se posun pohyboval mezi 0 a 15 metry za rok, v některých místech však byly měřeny posuny o více jak 1 km. Čtyři typy větvení vyskytující se na Obu: I. ostrůvky vytvořené ze stabilizovaných lavic v korytě, II. asymetrické s ostrovy – konvexně konkávní rysy ve větších zatáčkách meandru vyplývající ze vzniku nového koryta III. Delší korálkové a kosočtverečné formy, které mají nezávisle generované meandrující obrysy s vícenásobnými záhyby, IV. Malé a často křivolaké záplavové oblasti často připojuje větší plochy na hlavní kanály.

JAMUNA

Jamuna je místní název pro Brahmaputru v Bangladéši, konkrétně pro 240 km úsek od severní hranice Bangladéše až po soutok s Gangou. Jamuna má jeden hlavní přítok – Teesta river na severozápadě a dva hlavní odběry na levém břehu – stará brahmaputra (opuštěný v 19. Stol) a Dhaleshwar. Jamuna je jednou z neaktivnějších spleť rozvětvených řek na světě s až 15 km širokým lemem s hloubkou až 40 m a břehovou erozí až 50 m za rok, ale až 1 km za rok na vnějších březích meandrového koryta. Na Bahaburabad průměrný roční průtok byl 20200 m^3 za sekundu. Průtok se pohyboval od 2800 m^3 za sekundu po 100000 m^3 za sekundu – jednalo se o povodně v roce 1988 a 1998. Roční změny na hydragramu byly 6 m v důsledku monsunových dešťů; nízkého odtoku převážně v únoru, březnu a kulminačních průtoků v červenci a srpnu. Zrna v Jamuně se velikostně pohybují ve velikosti jemného písku a bahna s méně než 1% jílu a průměrnou velikostí zrna μm .

Jemné a bohaté sedimenty společně s vysokými průtoky jsou spojené s jedním z největších světových výnosů sedimentů. Toto množství se odhaduje v rozmezí 590 a 792 Mt za rok a až 10% přepravovanými jako plaveniny. Analýza historických map a současných satelitních snímků řeky Jamuny ukazují, že došlo k rozšíření koryta řeky průměrně o 50 m ročně za toky 1834-1992 a o 30 m ročně mezi lety 1992 – 2000. Částečně je rozšíření způsobeno migrací pleistocenních sedimentů. Rozšíření také mohlo být způsobeno odnosem značného množství sedimentů po zemětřesení o síle 8,6 v Assamu z roku 1950. Reliéf nivy je relativně mírný a spojený s I. opuštěné (bary) lavice, posuny a duny (výška reliéfu do 2m), II. hráze řeky podél aktivních hlavních kanálů (do 3m), III. roztažená rozsedlina způsobená rozrušením přírodních a člověkem způsobených hrází a IV. Povodňová povodí a uzavřené deprese mezi hrázemi přilehlých kanálů, které se obvykle vysuší během klesající fáze, i když některé trvalé vodní útvary mohou obsahovat akumulace rašeliny.

RÍO PARANÁ

Tento článek pojednává o specifikách a vlastnostech jihoamerické řeky Río Paraná, které ji výrazně odlišují od ostatních řek popsaných výše (Ob a Jamuna).

Río Paraná má povodí $2,6 \times 10^6 \text{ km}^2$, které zahrnuje území ve čtyřech státech Jižní Ameriky. 3965 km dlouhá Paraná je oddělena konvenčně do 3 úseků:

- Horní tok (od pramene až po soutok s Río Paraguay blízko Corrientes)
- Střední tok (po Diamante)
- Dolní tok (po ústí)

Autor se zaměřil především na část horního a středního úseku od Itati.

Průměrný průtok řeky Paraná u Itati je asi $12\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a maximální průtok změřený na řece Paraná v posledním století je spojován s povodněmi způsobenými jevem El-Niño v roce 1983, kdy okamžitý průtok dosáhl $33\,740 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na horním toku (úseku) a na středním toku $55\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Průměrný sklon koryta blízko Corrientes kolísá od 0,000049 (sklon povrchu říční nivy-terasy) do 0,000085 (sklon koryta).

Průměrný roční průtok sedimentů řeky Paraná se dramaticky zvyšuje od 19 do 158 mil. tun/rok na soutoku s Río Paraguay, a to především v důsledku velkého množství suspendovaného materiálu z přítoku systému řek Paraguay-Bermejo. Mezi 80 a 91 % sedimentů je kal a nečistoty z mytí prádla.

Tvar (obrys) horního a středního toku řeky Paraná je relativně přímý (sinusoida méně než 1,3), ale v místě kde pramen meandruje na dvou až třech kilometrech je široké „rozšíření“, které je charakterizováno dvěma nebo více hlavními koryty s průměrnou hloubkou 5-8 m a 0,6-1,2 km širokými. Tvar koryta řeky Paraná může být popisován jako anastomózní, protože obsahuje více koryt, které mají stabilně zpevněné šterkové lavice vegetací (ostrůvky), jenž rozdělují proud toku až k hraně nivy.

Dno Río Paraná obsahuje duny a to ve všech úsecích toku. Průměrná výška a délka duny je 1,5 až 6,4 m, respektive mohou být naměřeny při malém průtoku (asi $11\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) blízko Corrientes s vrstevnatými dunami výšky 0,3 m a délky 10 m. Nicméně, mnohem větší duny byly pozorovány při povodních na Paraná s výškou 6,5 m a délkou 320 m během historicky největších povodní v roce 1983. Duny představují významný prvek drsnosti dna velkých řek a způsobují narušení struktur v blízkosti dna, to může mít významný vliv na směr proudění a vývoj sekundární cirkulace.

Čtyři vlastnosti charakterizující morfologický tvar řeky Paraná:

1. V téměř rovném údolí dominuje většinou klikaté koryto řeky, které je až 2 km široké a 26 m hluboké, takže lze jednoduše říci, že řeka Paraná je v podstatě meandrující hlavní koryto uvězněné uvnitř řetězce anastomózních ramen. Rozšíření a následná migrace meandrujícího koryta je zodpovědná za většinu změn břehové linie s maximálním ústupem břehů až kolem 100 m/rok.
2. Druhým znakem je propojený hlavní a vedlejší korytový systém. Tyto vedlejší koryta jsou vysoce meandrující, zde dochází k velké boční erozi.
3. Řeka Paraná má mnoho obnažených písčinych lavic, zejména na středním toku. Písčinych lavice jsou obvykle příčné nebo mediální (podélné) s nízkou hloubkou, je zde patrná také silná korelace mezi počtem písčinych vrcholů lavic (barheads) a vzdáleností od pramene, které mohou být připisovány většímu poměru suspendovaného materiálu od pramene a proto přístup ke zdroji většího množství písku. Izolované, písčité, bezvegetační lavice jsou vzácné.
4. Morfologie řeky Paraná je charakteristická širokou škálou lotických (prodící voda) a lentických (stojící voda) ekosystémů, které jsou při každé povodňové události erodované, zaplavené nebo rozšířené. Existují zde tedy říční formy, jakou jsou tůně a mělčiny.

TŘI SVĚTOVÉ VELETOKY S TŘEMI RŮZNÝMI STYLY ŘÍČNÍHO PROSTŘEDÍ

Jde o řeky Ob, Jamuna a Río Paraná, které jsou největší řeky na světě, kde se měří povodí a odtok v souvislosti se sedimentárním nánosem. Jako většina řek všechny 3 jsou anastomózní, a tvoří systém koryt v rozsáhlé údolní nivě. Mají malé rozdíly v úrovních terénu, hlavní kanál má široké písčiny dno a rozdílné ukládání sedimentů. Lze ovšem dodat, že různá morfologie Ob, Jamuny a Paraná, kde anastomóza každé z nich dosahuje různých tvarů.

SLOVÍČKA

channel – tok, koryto

mainstream-hlavní tok

floodplain- niva

palaeochannels- slepe rameno

bank erosion- boční eroze

bedforms- forma ulozenin

sediment-rich/poor- bohatý/chudý na sedimenty

bedrock- podlozi

branch- rameno

floodplainmorphology- lužní tvary

down-valley- dolní tok

thalwegs – hloubkové izolinie spojující nejhlubší místa

braidplain- plocha toku v daném úseku

analysis- analýza

island – ostrov

dissolve – rozpustit

discover – objevit

dust- prach

sand- písek

mass – hmota

denudation - denudace

surface – povrch

flood – povodeň

stream – proud

vegetation – vegetace

ridge – hřbet

melting – tání

gravel – štěrk

erosion – eroze

dominate - dominovat

discharge - průtok