

# Fluviální geomorfologie

## Lekce 7



Změny tvaru koryta: důkazy  
změn, příčiny změn, předpovědi  
budoucích změn

# Osnova přednášky

- Vodní tok jako systém s historií
- Extrapolace současných pozorování řek na delší časové úseky
- Důkazy změn fluviálního systému
- Typy disturbancí fluviálního systému
- Příčiny změn ve fluviálním systému
- Předpovídání změn morfologie koryta

# Povodí jako historický systém

- Fluviální systém je *fyzikální systém s historií*.
- Současná podoba řeky je výsledkem jak **současných** tak i **minulých** procesů a podmínek - fluviální systém má paměť.
- Vlivy minulosti jsou méně patrné v systémech s krátkými časy odezvy.

# Rekonstrukce minulého vývoje řek

- Poznání historického vývoje řeky se odvíjí od pochopení současného stavu.
- Současná měření rychlosti fluviálních procesů lze s opatrností extrapolovat na období  $10^2$  až  $10^4$  roků.
- Pro správnou extrapolaci do minulosti je třeba znát:
  - výchozí podmínky, ze kterých se řeka začala vyvíjet;
  - zda je naměřená rychlost změny reprezentativní i pro delší časové období;
  - zda změny probíhají synchronně na větším území;
  - jak se mění v průběhu času statut proměnných fluviálního systému (přírodních podmínek).



# Rekonstrukce minulého vývoje řek

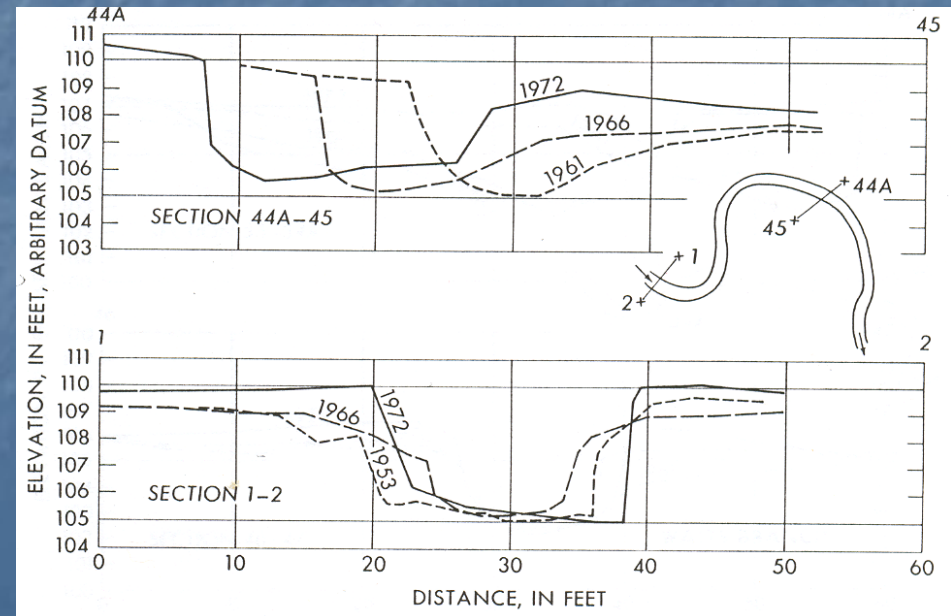
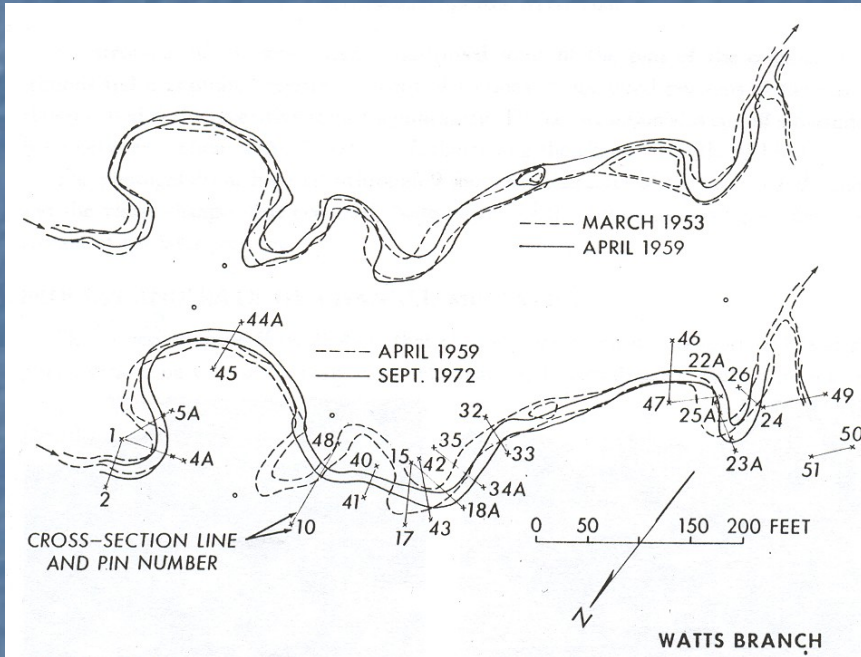
- Volba časového měřítka pro studium vývoje řeky se odvíjí od:
  - možné velikosti změn přírodního prostředí, které mohou během zvoleného časového úseku nastat,
  - míře přizpůsobivosti jednotlivých morfologických prvků říčního koryta.
- Kombinací předchozích dvou faktorů lze odvodit pro konkrétní morfologický prvek koryta:
  - potenciál pro dosažení stavu rovnováhy s panujícími podmínkami přírodního prostředí,
  - pravděpodobnou reakci na změnu o určité velikosti.

# Důkazy změn

Přímá pozorování (zřídka kontinuální)	přístrojová pozorování
	fotografická dokumentace
	terénní výzkum
Historické záznamy	mapy a fotografie z různého data
	písemné zprávy
Sedimentární sledy	povrchové tvary
	vnitřní stavba
Datovací techniky	(1) Relativní metody
	relativní výška
	organické zbytky
	artefakty
	(2) Absolutní metody
	radioaktivní izotopy
	dendrochronologie

# Přímá pozorování

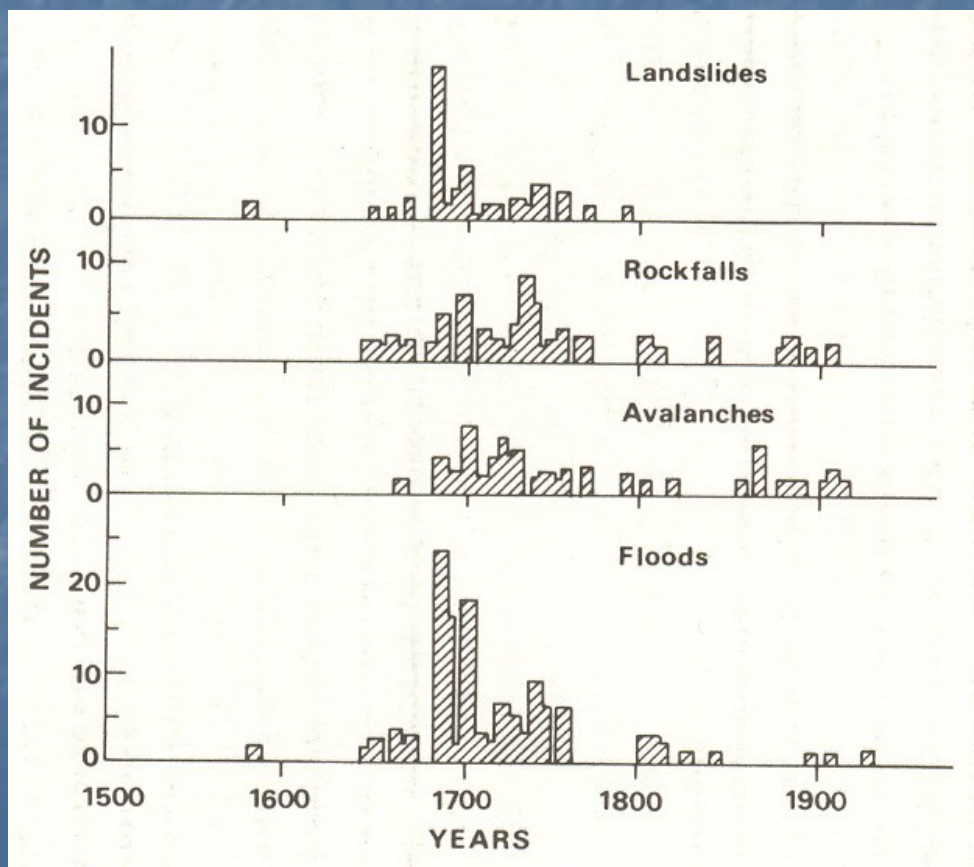
## Leopold (1973)





# Historické záznamy

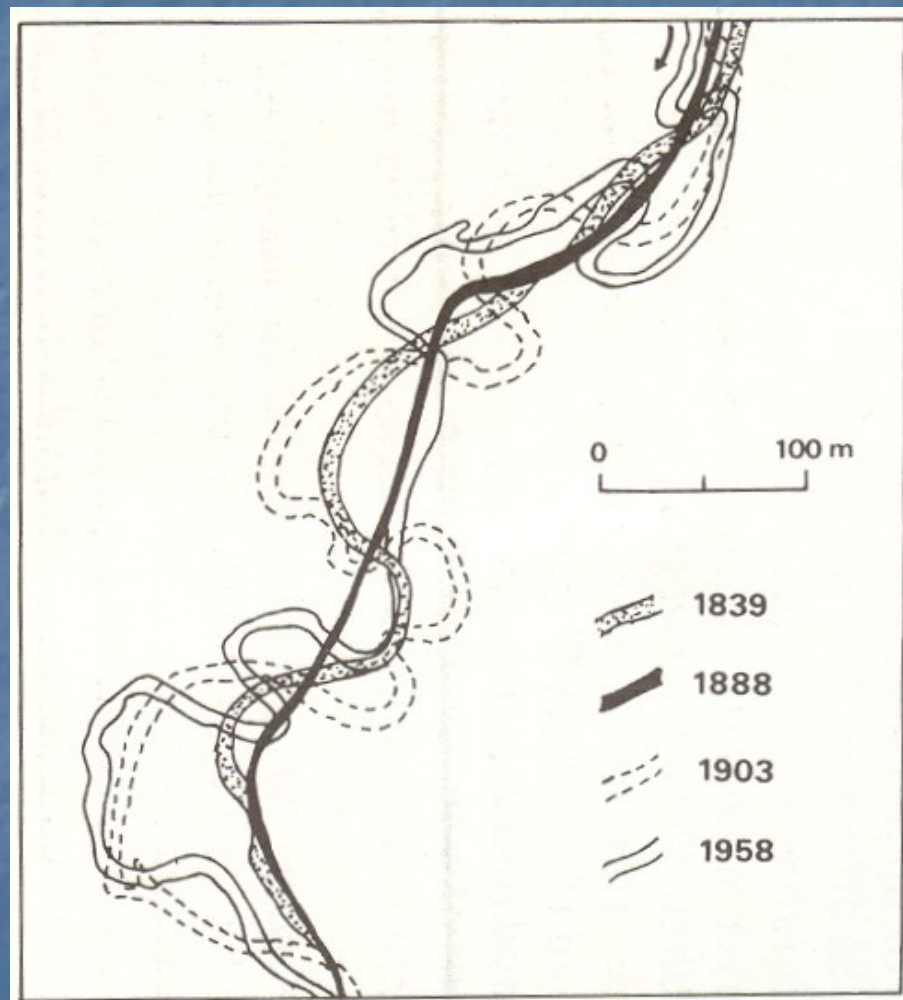
- Hodnocení výskytu sesuvů, skalního řícení, lavin a povodní od r. 1500 na základě záznamů o držbě půdy v norské oblasti Josterdalsbre.





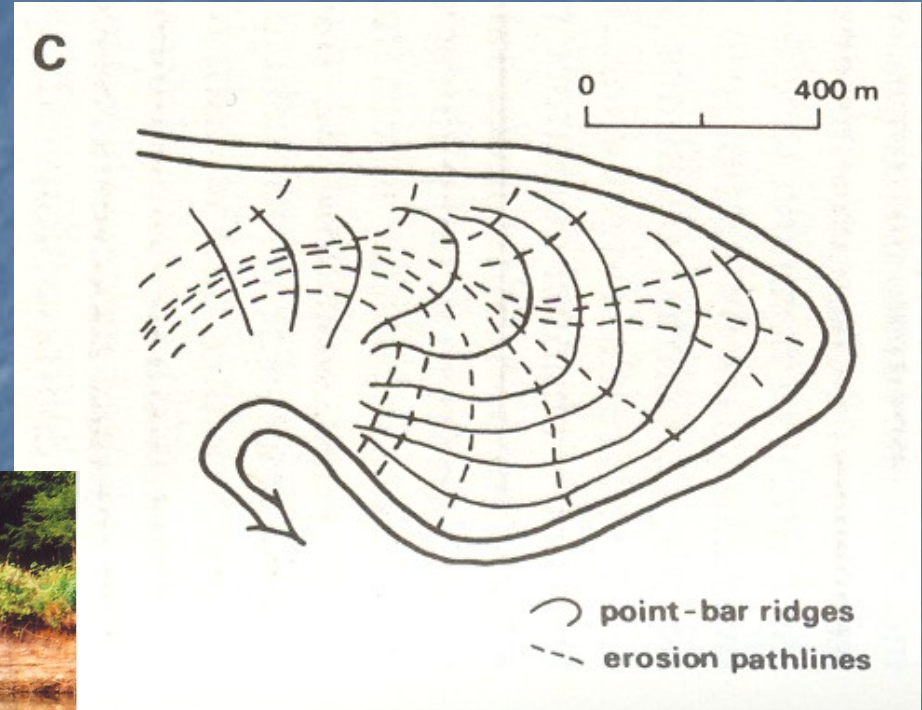
# Historické záznamy

- Rekonstrukce vývoje trasy koryta řeky Sid (Devon, UK) ze čtyř historických map v období 1839 až 1958.



# Fluviální sedimenty

- Rekonstrukce vývoje meandrů na řece Beatton (Britská Kolumbie, Kanada) v posledních 250 letech pomocí valů jesepních lavic.





# Datovací techniky

## ■ Relativní datování

- Metoda relativních výšek – tvary položené v terénu výše se považují za starší; určování relativního stáří říčních teras.
- Organické zbytky – např. pylová zrna.
- Člověkem vyrobené předměty – např. zbytky keramiky prehistorických kultur.

## ■ Absolutní datování

- Radiometrické datování – radioaktivní izotopy některých prvků; časové rozpětí  $10^3$  až  $10^8$  let; metoda  $^{14}\text{C}$ , kosmogenní izotopy.
- Dendrochronologie – přesné datování v rozsahu posledních 2000 let; zbytky dřev v sedimentech nebo stáří žijících stromů.

# Relativní datování výplně říčních ramen pomocí pylového spektra





# Dendrochronologické datování povodňových hlín v Mohelnické brázdě

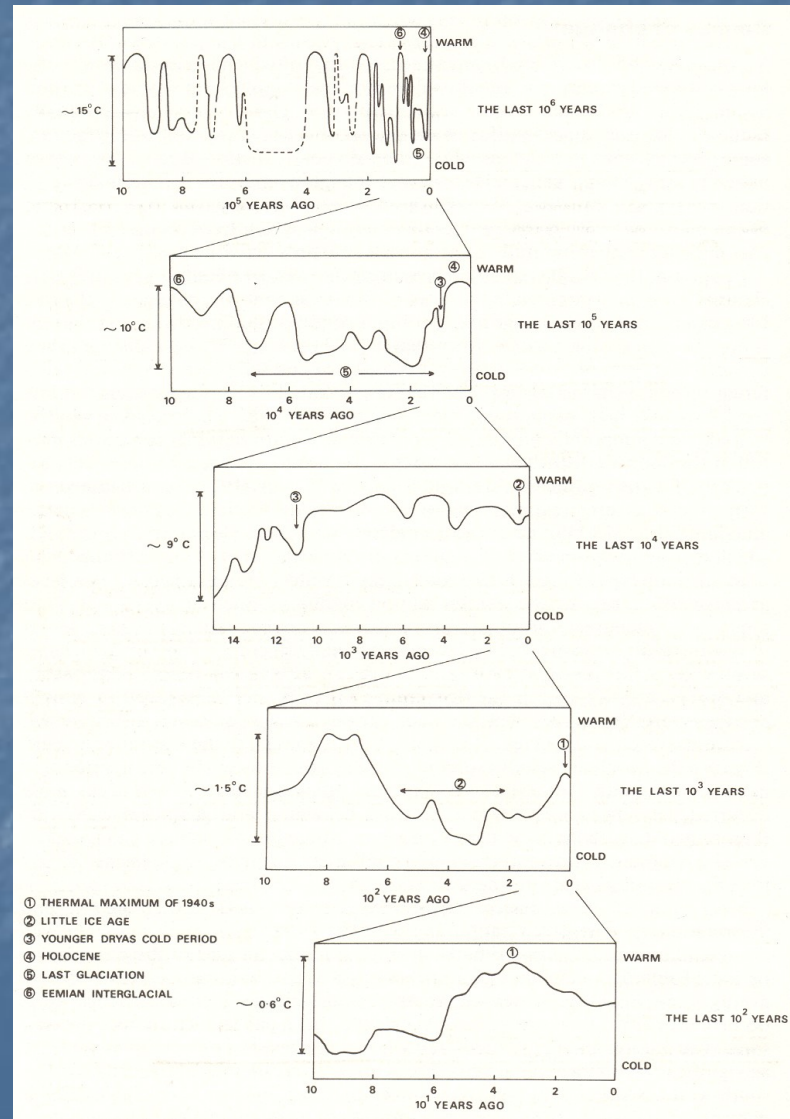




# Příčiny změn

- Dva typy vnějších narušení fluviálního systému:
  - pulzní disturbance,
  - permanentní disturbance.
- Změny fluviálního systému jsou reakcí na změny vnějších podmínek jako je klima, vegetace, využití země nebo poloha erozní báze.
- **Klima** ovlivňuje *charakter vegetace a srážko-odtokové vztahy*, což má vliv na hydrologický režim řek, zvětrávání hornin, přísun sedimentů do koryta a jejich následný transport.
- Pro geomorfologii jsou nejdůležitější údaje o **paleosrážkách** (např. sezónnost, srážkové extrémy) a **paleoodtoku** (např. N-letost průtoků).

# Hlavní trendy ve vývoji teploty pro různá časová období (SZ Evropa)



# Historické záznamy o kolísání klimatu

- **Nil** - 5 období s výjimečně silnými povodněmi: 630, 850 – 930, 1100 – 1150, 1400 – 1450, pol. 19. stol; průměrná *rychlost agradace* v korytě a údolní nivě *10 cm/100 let*.
- **Evropa** – zvýšený výskyt povodní v období 1150 – 1500 s maximy kolem roků 1310 a 1450.



# Změny vyvolané vnitřním vývojem fluviálního systému

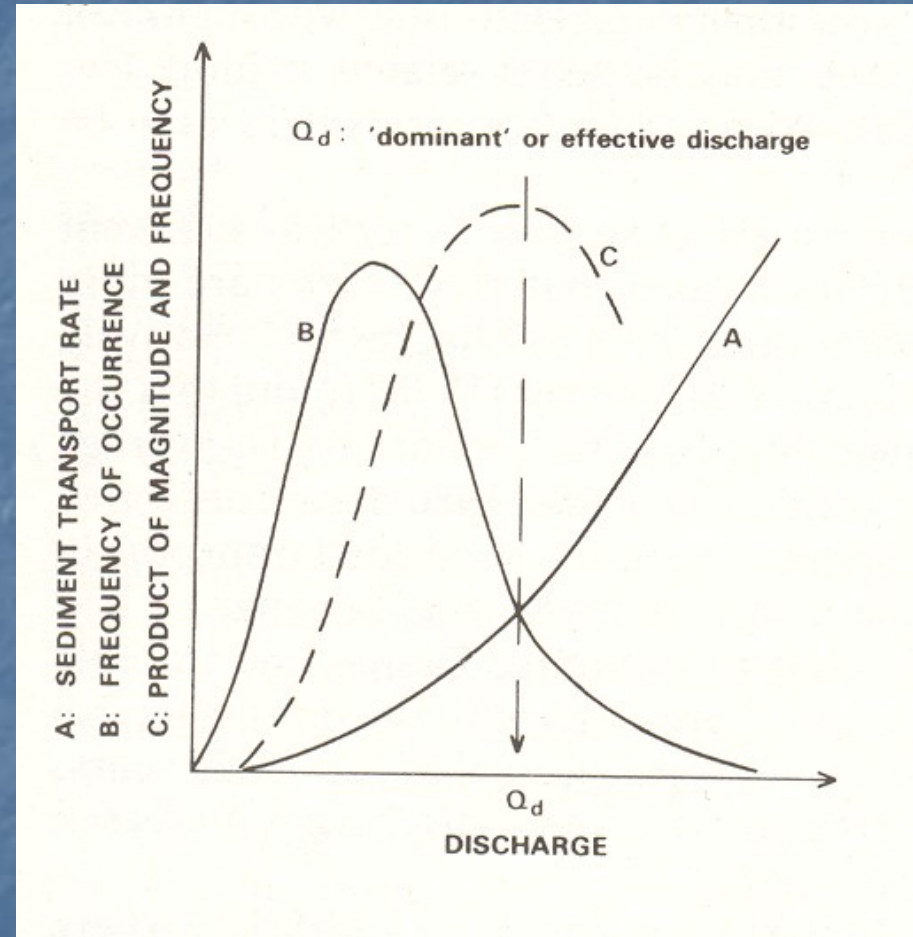
- Změny fluviálního systému mohou být **výsledkem vnitřního vývoje** systému; překročení tzv. vnitřních geomorfologických prahů.
- *Příklad:* meandr – zvětšování křivolakosti při vývoji meandru vede k jeho odškrcení; odškrcení sníží křivolakost a zvýší spád, obnoví se rovnováha mezi morfologií a vnějšími podmínkami (průtok, množství splavenin).

Změna = odškrcení meandru.

Důvod změny = nerovnováha mezi tvarem koryta a kontrolními proměnnými (průtok, splaveniny) – příliš malý spád pro transport splavenin.

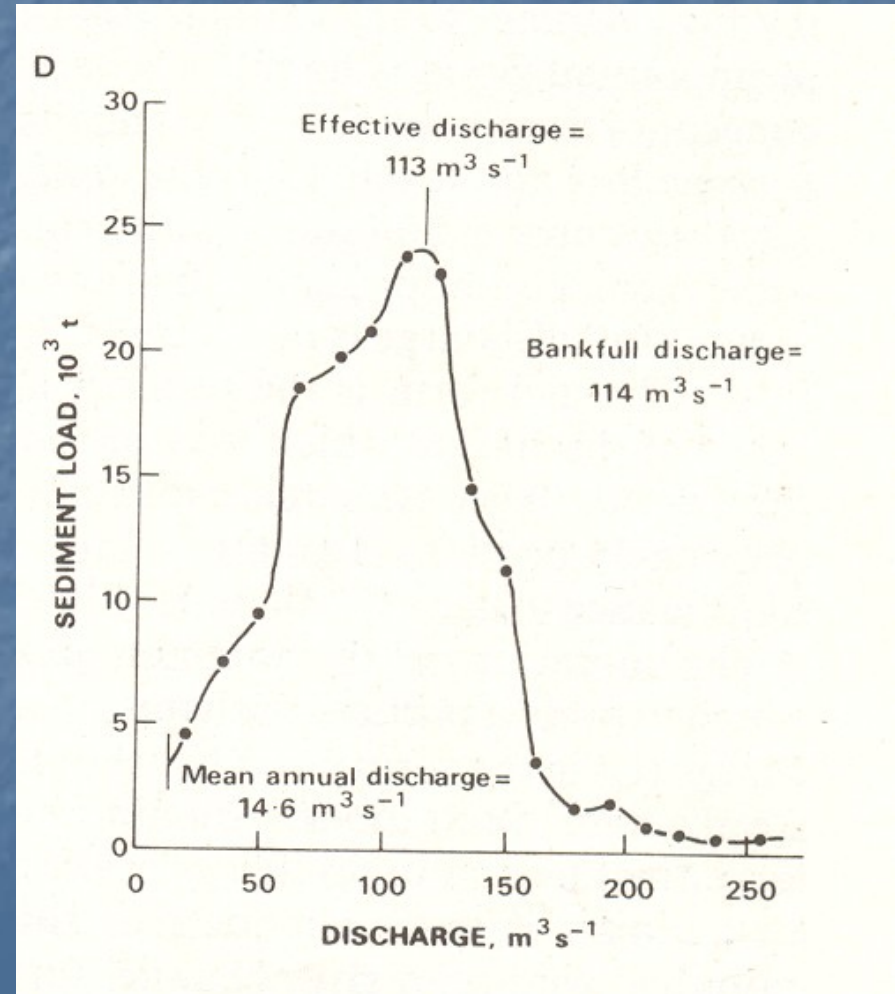
# Dominantní průtok

- Morfologie koryta reaguje na změny v hodnotě tzv. *dominantního průtoku*.
- **Dominantní průtok** – průtok který v korytě vykonává nejvíce práce; práce = transport sedimentů.
- Dominantní průtok  $\approx$  korytotvorný průtok  $\approx$  1 až 2-letá povodeň.



# Srovnání dominantního a korytotvorného průtoku

- Řeka Snake (Wyoming, USA)
  - Průměrný roční průtok =  $14,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
  - Dominantní průtok =  $113 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
  - Korytotvorný průtok =  $114 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$



# Predikce budoucích změn

- Postup předpovědí změn koryta:
  - objasnění vztahu mezi přírodními podmínkami, odtokem a množstvím splavenin,
  - objasnění vlivu změn v odtoku a množství splavenin na morfologii koryta.



# Možné dopady klimatické změny na průměrný roční odtok a odnos sedimentů

Původní klima	Nové klima			
	Chladnější ( $T_m - 5^\circ\text{C}$ ) Vlhčí ( $P_m + 250 \text{ mm}$ )	Teplejší ( $T_m + 2,5^\circ\text{C}$ ) Vlhčí ( $P_m + 250 \text{ mm}$ )	Chladnější ( $T_m - 5^\circ\text{C}$ ) Sušší ( $P_m - 125 \text{ mm}$ )	Teplejší ( $T_m + 2,5^\circ\text{C}$ ) Sušší ( $P_m - 125 \text{ mm}$ )
<b>Mírné</b> $T_m = 10^\circ\text{C}$ $P_m = 750 \text{ mm}$	$R_u +$ $S_y -$	$R_u +$ $S_y -$ nebo $S_y 0$	$R_u 0$ $S_y 0$	$R_u -$ $S_y +$
<b>Subhumidní</b> $T_m = 12,5^\circ\text{C}$ $P_m = 500 \text{ mm}$	$R_u +$ $S_y -$	$R_u +$ $S_y -$	$R_u 0$ $S_y 0$	$R_u -$ $S_y 0$
<b>Semiaridní</b> $T_m = 15^\circ\text{C}$ $P_m = 350 \text{ mm}$	$R_u +$ $S_y +$	$R_u +$ $S_y +$	$R_u -$ $S_y 0$	$R_u -$ $S_y -$

$T_m$  ... průměrná roční teplota,

$P_m$  ... průměrné roční srážky,

$R_u$  ... průměrný roční odtok,

$S_y$  ... průměrný roční odnos sedimentů.

# Empirické rovnice popisující vztahy mezi parametry koryta a průtokem a charakterem sedimentů

Parametr koryta	Funkční vztah
Šířka	$w=44Q_m^{0,38}M^{-0,39}$ $w=44Q_{ma}^{0,58}M^{-0,37}$
Hloubka	$d=0,51Q_m^{0,29}M^{0,34}$ $d=0,12Q_{ma}^{0,42}M^{0,35}$
Poměr šířka/hloubka	$w/d=255M^{-1,08}$ $w/d=80Q_m^{0,10}M^{-0,74}$ $w/d=41Q_{ma}^{0,18}M^{-0,74}$
Vlnová délka meandrů	$\lambda=1935Q_m^{0,34}M^{-0,74}$ $\lambda=394Q_{ma}^{0,48}M^{-0,74}$
Křivolakost	$S=0,94M^{0,25}$
Spád koryta	$s=0,0036Q_m^{-0,32}M^{-0,38}$

$Q_m$  ... průměrný roční průtok

$Q_{ma}$  ... průměrná roční povodeň

$M$  ... charakter unášených splavenin

## Vliv změny průtoku a množství dnových splavenin na morfologii říčních koryt

$$Q + \rightarrow w+, d+, (w/d)+, \lambda+, s-$$

$$Q - \rightarrow w-, d-, (w/d)-, \lambda-, s+$$

$$Q_{sb} + \rightarrow w+, d-, (w/d)+, \lambda+, S-, s+$$

$$Q_{sb} - \rightarrow w-, d+, (w/d)-, \lambda-, S+, s-$$

$$Q +, Q_{sb} + \rightarrow w+, d\pm, (w/d)+, \lambda+, S-, s\pm$$

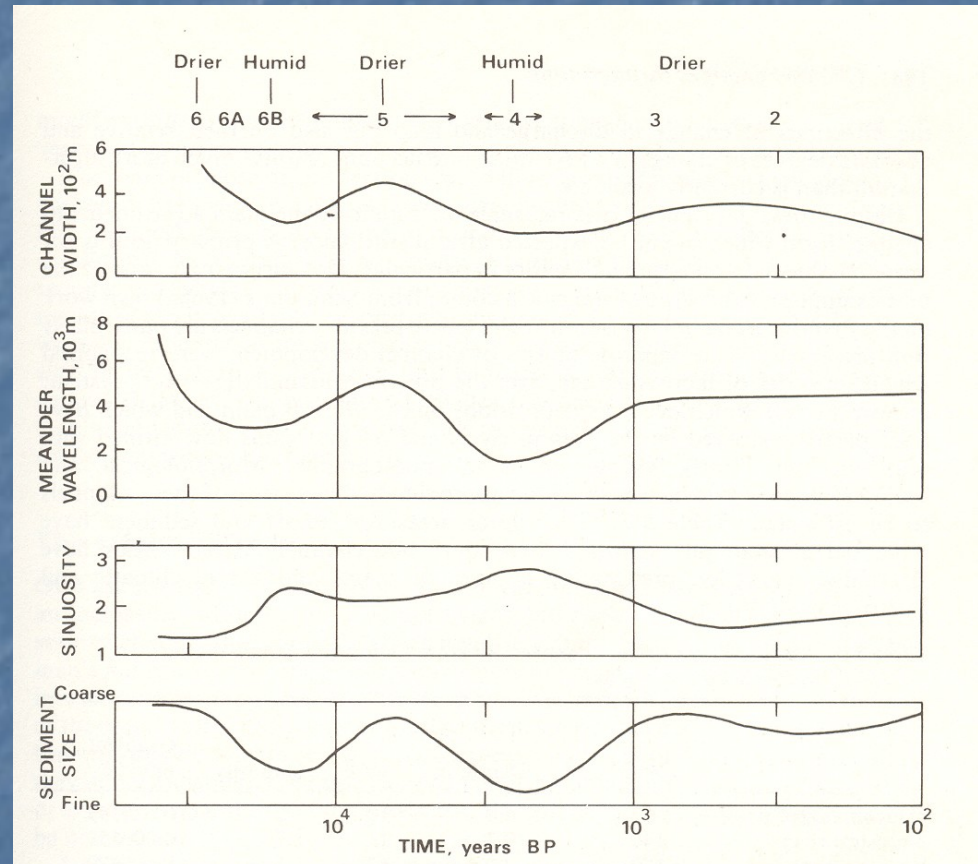
$$Q -, Q_{sb} - \rightarrow w-, d\pm, (w/d)-, \lambda-, S+, s\pm$$

$$Q +, Q_{sb} - \rightarrow w\pm, d+, (w/d) \pm, \lambda\pm, S\pm, s-$$

$$Q -, Q_{sb} + \rightarrow w\pm, d-, (w/d) \pm, \lambda\pm, S-, s+$$

# Rekonstrukce změn morfologie koryta řeky Colorado ve středním Texasu od konce posledního glaciálu po dnešek.

- Změny morfologie koryta řeky Colorado ve středním Texasu od konce posledního glaciálu po dnešek.





# Rekonstrukce změn morfologie koryta během holocénu

- Rekonstrukce vývoje morfologie koryta řeky Murrumbidgee (Nový Jižní Wales, Austrálie) v holocénu.

Table 5.7 Morphology of river channels, Riverine Plain, New South Wales (after Schumm, 1968a)

	Width, m	Depth, m	w/d	Sinuosity	Gradient, m m <sup>-1</sup>
Murrumbidgee River	67	6.4	10	2	0.000133
Ancestral river	140	10.7	13	1.7	0.000151
Prior streams	180	2.7	67	1.1	0.000379

	Meander wavelength, m	Channel silt-clay (M), %	Bankfull discharge, m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Bed load at bankfull, t day <sup>-1</sup>
Murrumbidgee River	850	25	280	2 000
Ancestral river	210	16	14 400	21 000
Prior streams	5 500	1.6	650	54 000