

A photograph of a river flowing through a wooded area. The river is brownish and flows from the background towards the foreground. On the left bank, there is a visible soil bank with some vegetation. The trees are mostly bare, suggesting a late autumn or winter setting. The sky is overcast.

Fluviální procesy

Zdeněk Kliment

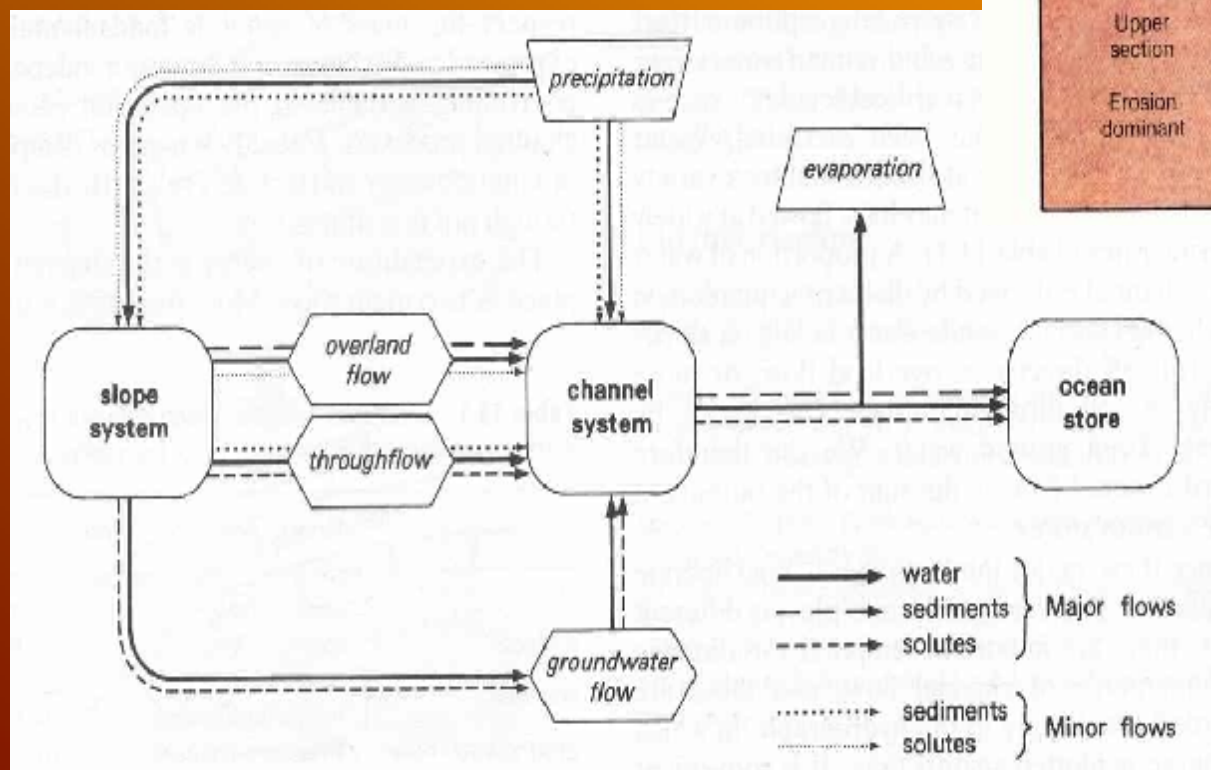
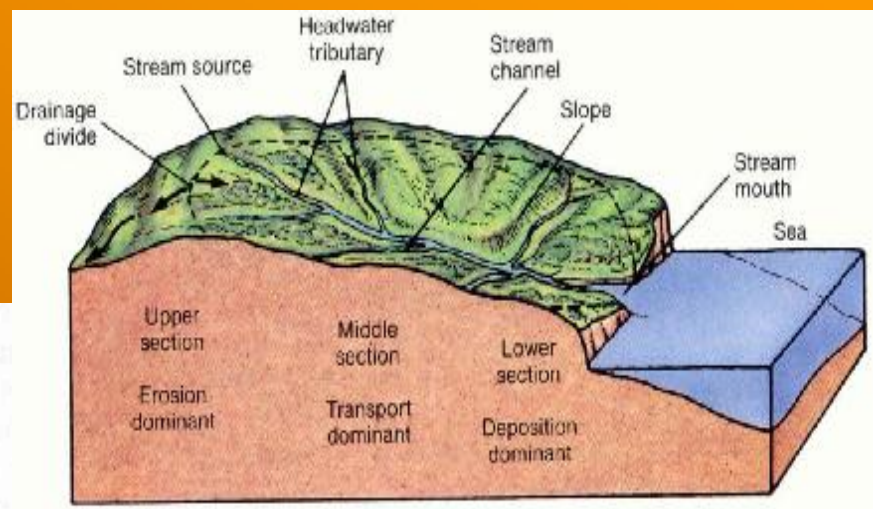
Katedra fyzické geografie a geoekologie

Fluviální procesy

- ✦ Vodní eroze
- ✦ Transport a sedimentace splavenin
- ✦ Utváření říčního koryta
- ✦ Morfologické typy říčních koryt
- ✦ Ukázky z výzkumu

Fluviální systém

Otevřený dynamický systém, spojený s tokem a přeměnou energie a hmoty. Výsledkem jsou fluviální tvary reliéfu.



Fluviální procesy

Vzájemné interakce mezi tekoucí vodou a okolním prostředím ve smyslu procesů

EROZE
TRANSPORT
SEDIMENTACE

Vodní eroze

Proces rozrušování zemského povrchu vodou, při kterém jsou vyplavovány mechanické částice a lehce rozpustné látky ve formě roztoků

Typy vodní eroze

- plošná pluviální (dešťové kapky) a
- stružková ronová (ron = nesoustředěný
- rýhová odtok)
- mnohotvará
- říční fluviální (vodní tok): dnová, boční, zpětná
- abraze limnická, marinní
- (podpovrchová) (příbojové vlny)
- vnitropůdní, tunelová, sufoze, submarinní

Svahová vodní eroze (wash erosion)

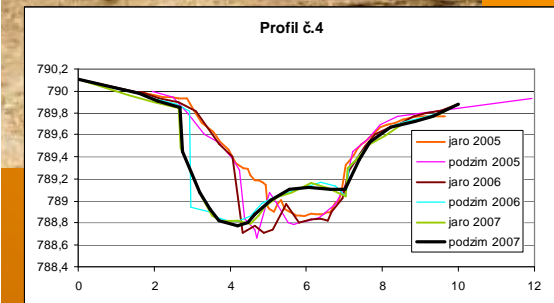
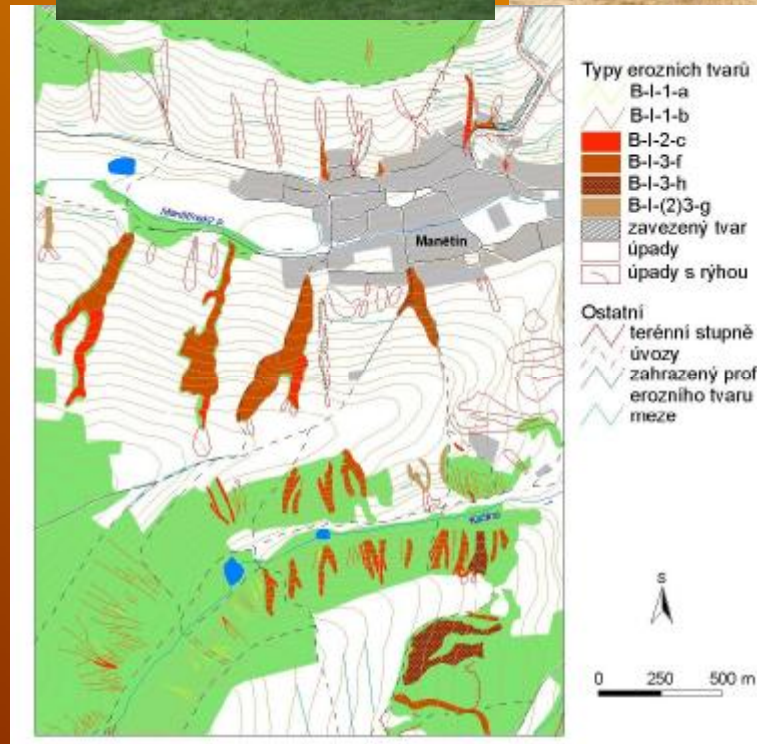


Rozšíření vodní eroze ve světě



Metody výzkumu vodní eroze

- geodetické
- pedologické
- geomorfologické
- hydrologické
- vegetační
- fotogrametrické
- kartografické
- archivní
- modelování



Erozní ohrožení
Rozšíření eroze
Intenzita eroze

Erozní modely

Podle koncepce výpočtu:

- **empirické** (založeny na vyhodnocení velkého množství experimentálně naměřených dat, podoba koeficientů)

USLE (RUSLE, MUSLE) Universal Soil Loss Equation (Wischmeier, Smith 1965)

$$G = R.K.S.L.C.P \text{ (t.ha}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{)}$$

- **simulační** (fyzikálně založené, kontinuální nebo událostní)

ANSWERS, EUROSEM, CREAMS, WEPP, EROSION 3D, SMODERP

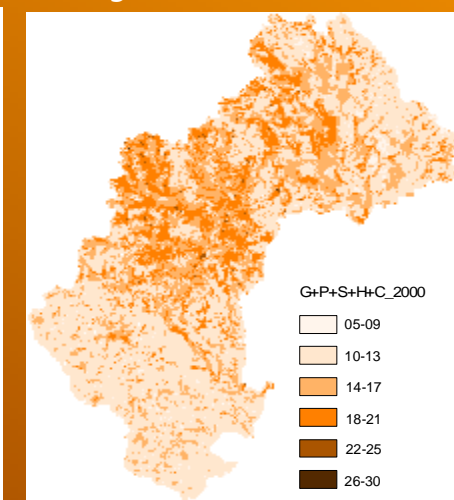
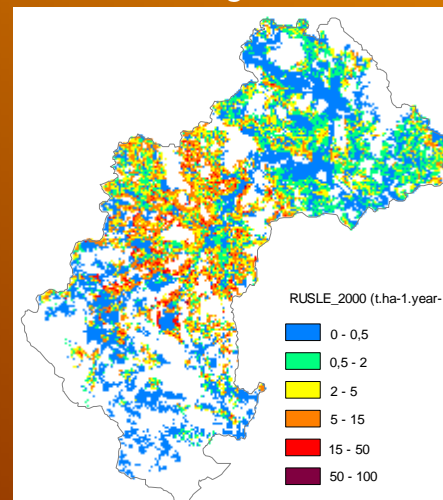
- **semiempirické** (konceptuální, obsahují obě dvě složky, řeší více věcí)

AGNPS, SWAT

Podle velikosti území:

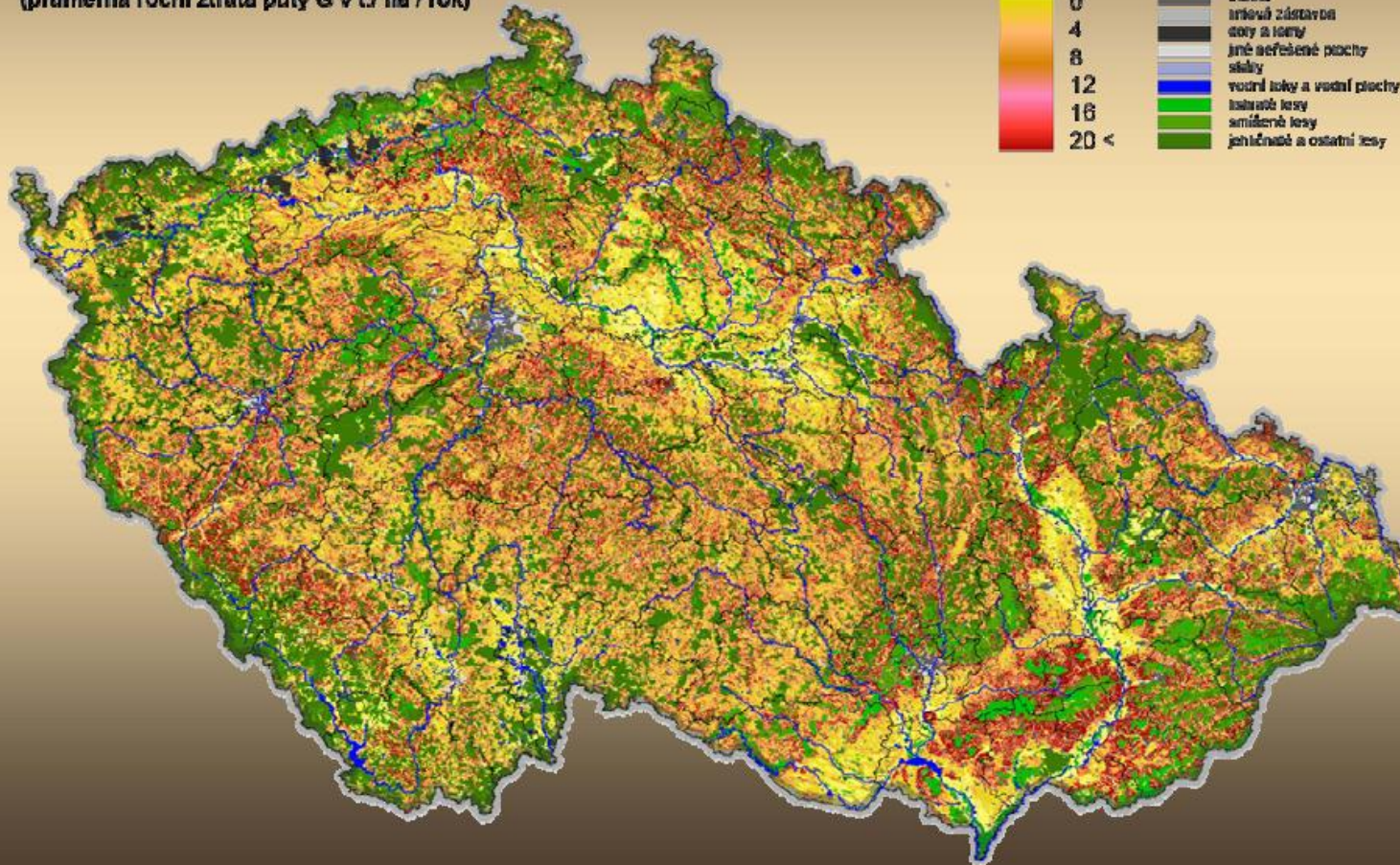
Podle způsobu schematizace:

Podle popisovaných jevů:

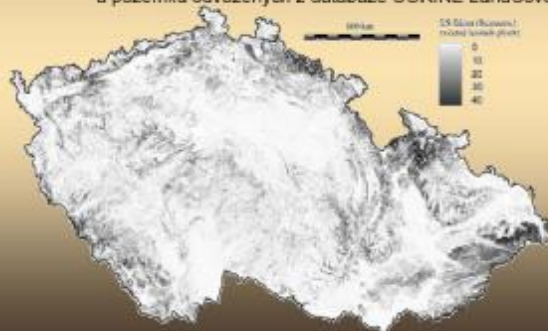


RUSLE, EROZNÍ FAKTORY (Dostál et al., 2002)

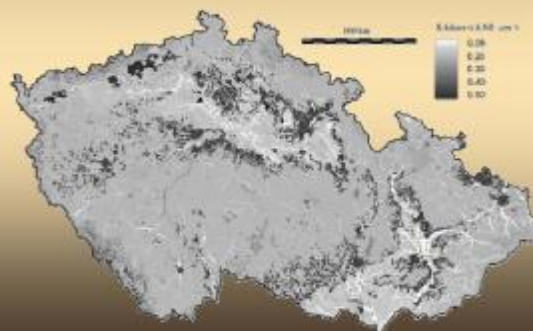
Výsledná mapa erozní ohroženosti v rastru 50 × 50 m:
(průměrná roční ztráta půdy G v t./ha / rok)



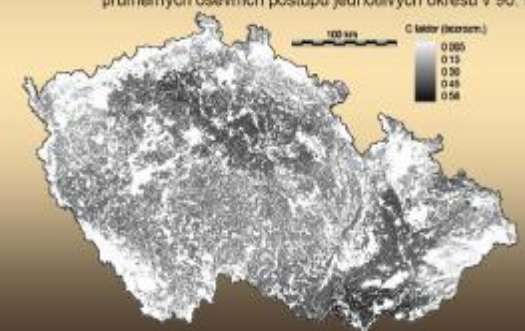
LS FAKTOR Na základě rastrového DMT v rozlišení 50m odvozeného z DMÚ25 a pozemků odvozených z databáze CORINE LandCover a z povodí



K FAKTOR Na základě vektorové mapy KPP v měřítku 1:200 000 (ČZU)

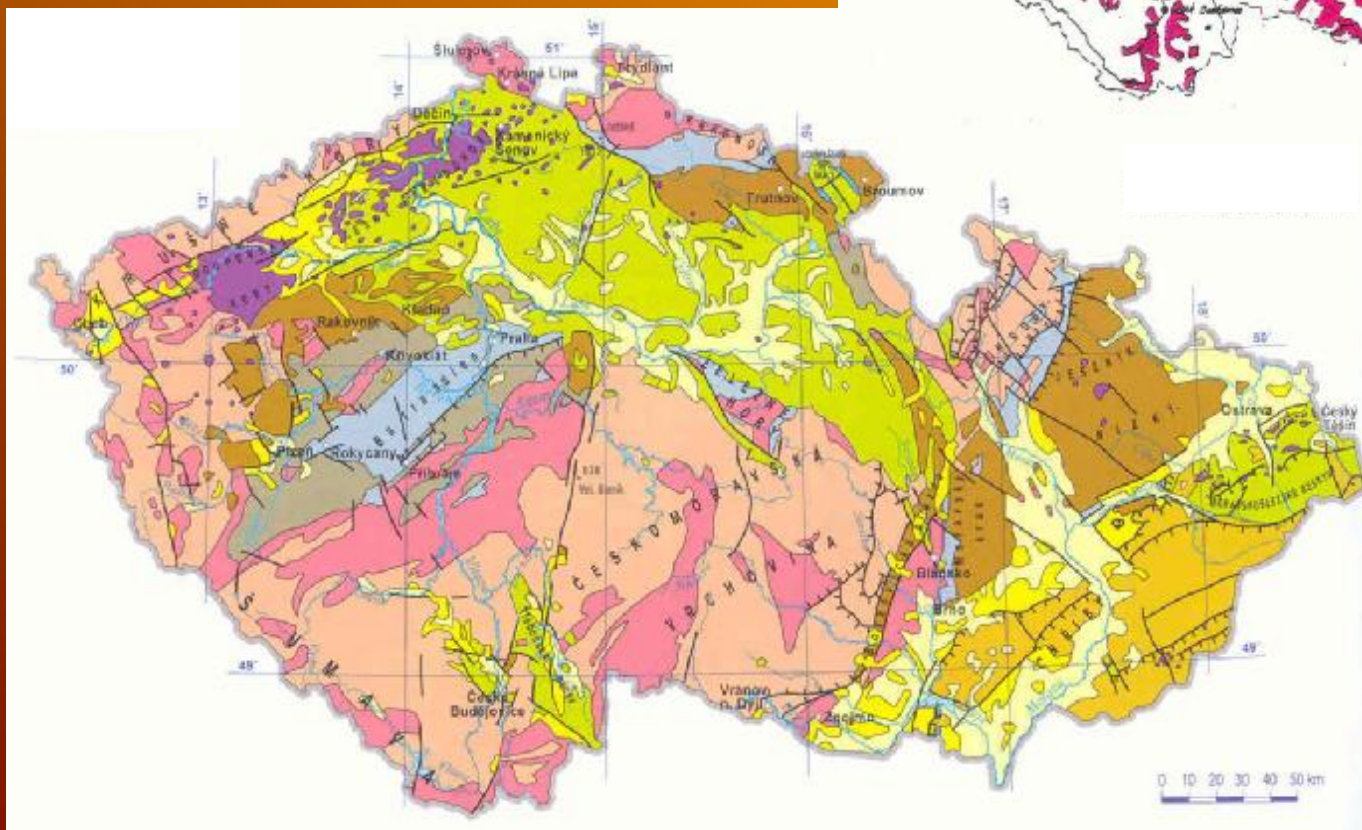
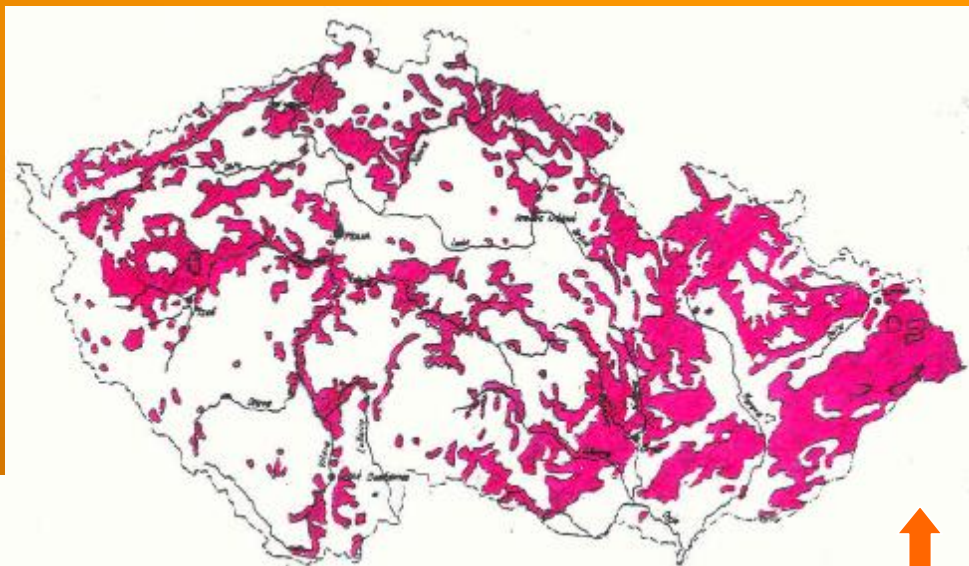


C FAKTOR Na základě databáze CORINE LandCover a na základě průměrných osevních postupů jednotlivých okresů v 90. letech



Stržová eroze

Vliv geologického podloží (typ horniny, substrátu, zvětrávání, úložné poměry, propustnost, puklinatost, tektonika)



Malá odolnost sedimentů (karpatský flyš, permokarbonské a křídové formace)

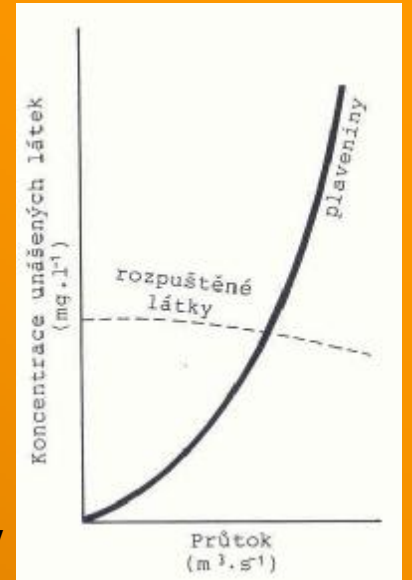
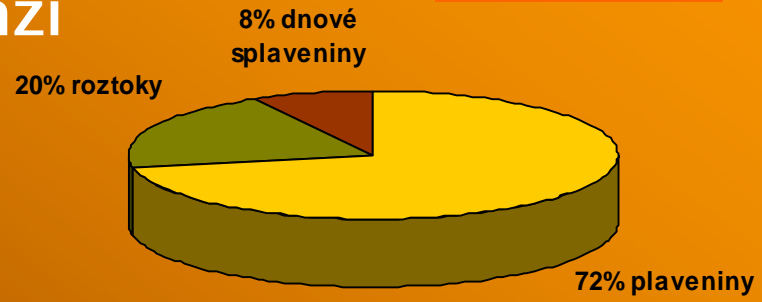


Hustota km/km²

Transport splavenin

- plaveniny v suspenzi (suspended load)
- dnové splaveniny (bed load)

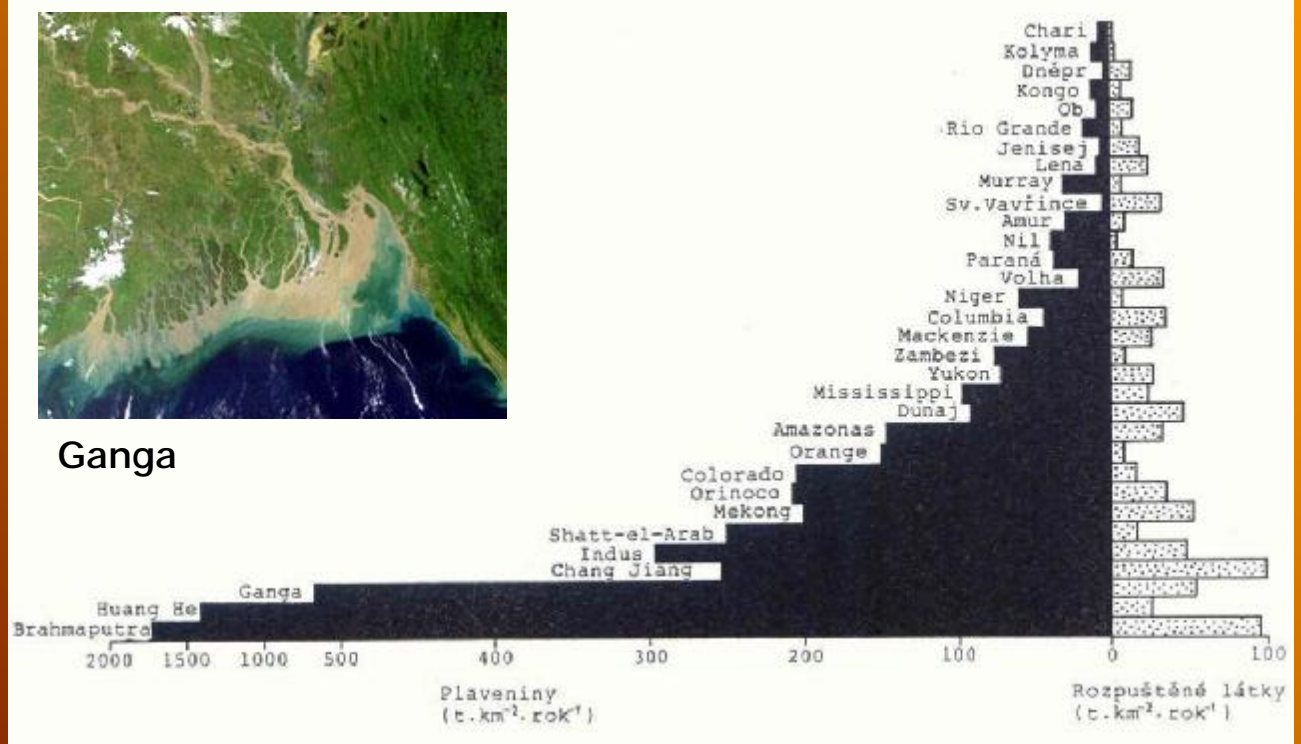
0,063 mm



Huang He

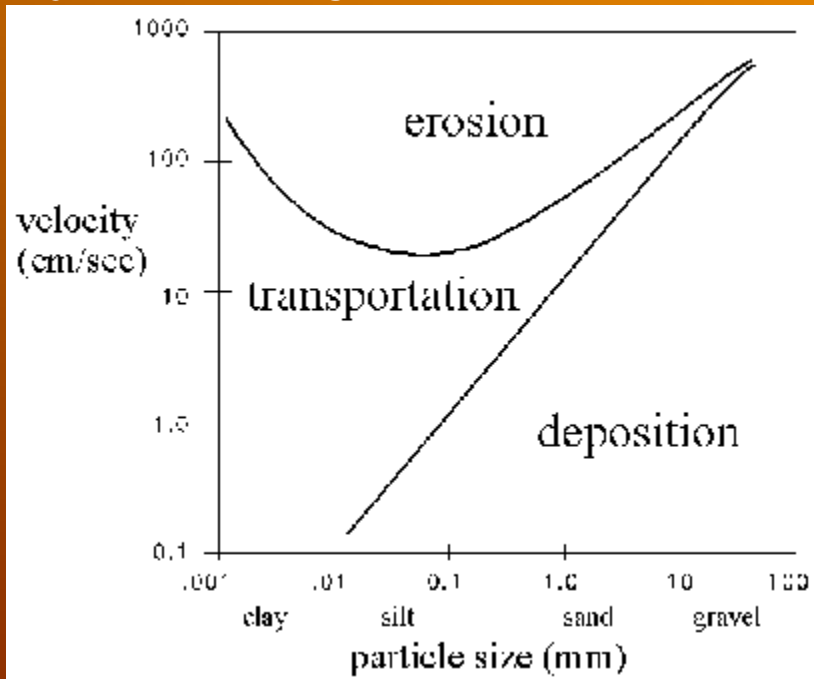


Ganga



Mechanismus transportu splavenin

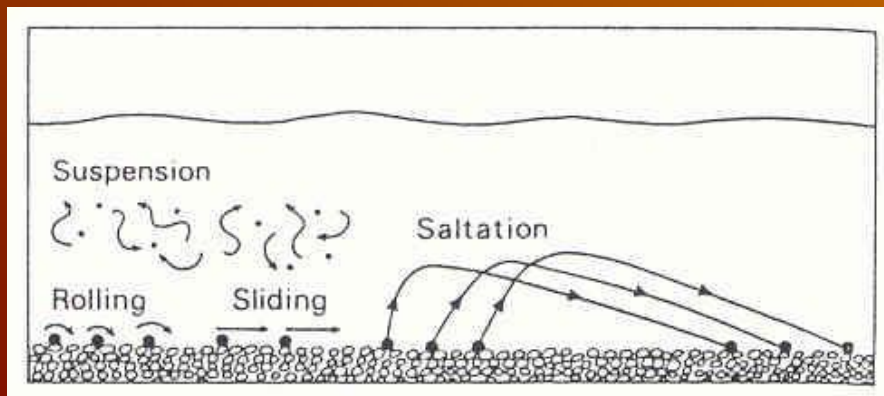
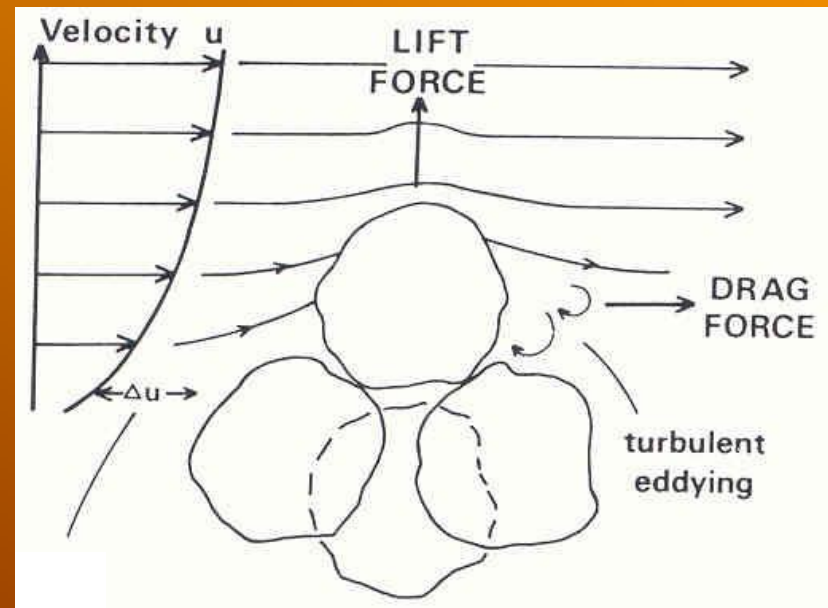
Hjulströmův diagram, 1935



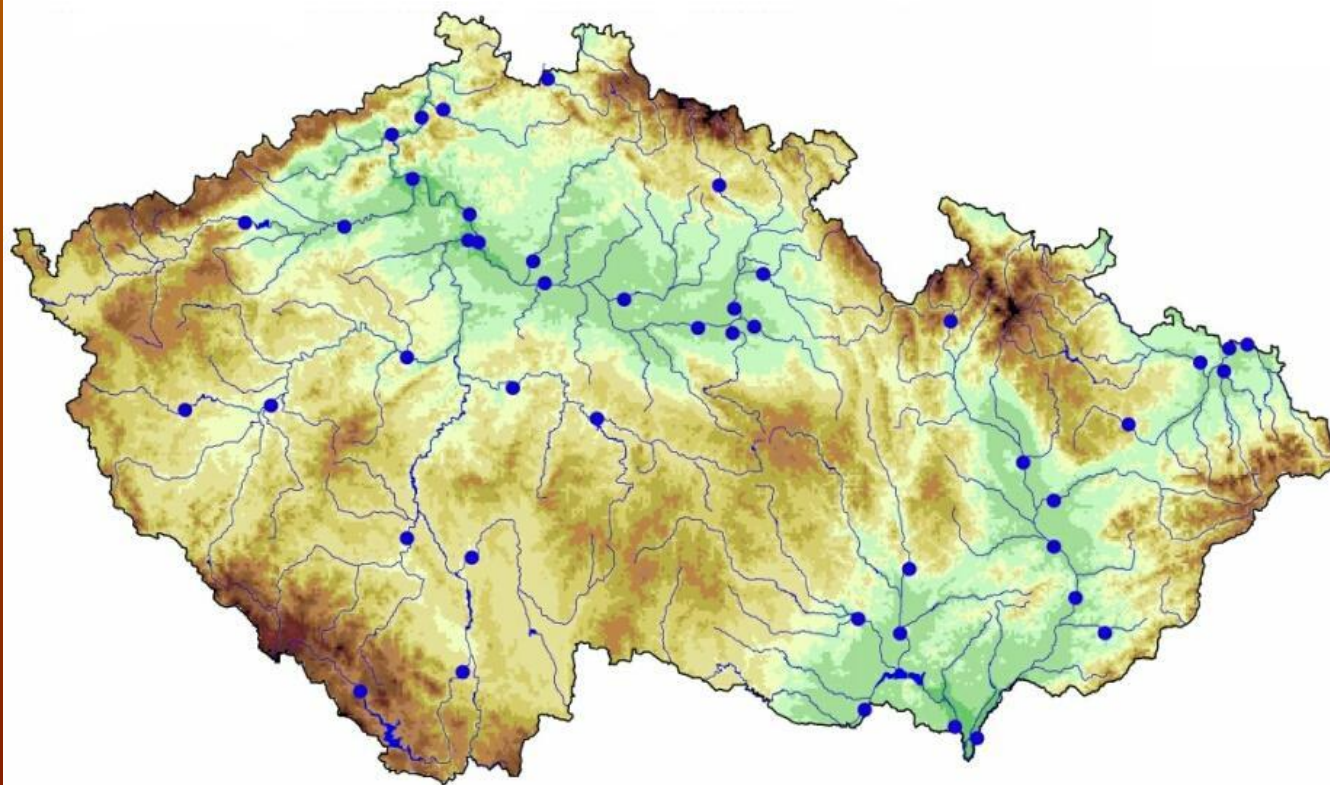
Vedle velikosti částic, tvaru částic a rychlosti proudění závisí také na charakteru proudění (laminární, turbulentní – Reynoldsovo číslo), sklonu a drsnosti koryta.

$$Re = \frac{v \cdot R}{\nu}$$

Bernoulliho efekt



Komplexní monitoring kvality povrchové vody, plavenin a sedimentů



Spolu se
zaváděním
Rámcové
směrnice EU byl
v r. 2000
zahájen na 44
profilech
komplexní
monitoring
kvality vody,
plavenin a
říčních
sedimentů



CHMI

www.chmi.cz

Monitoring TK and organických látek s pomocí centrifugy



Tisknout Aplikace Nastavení Grade Křivo

Zobrazení objektů a časových řad

Editace a prohlázení objektů a časových řad

Jméno prvních vod

Objekty

ID	Název	Název
0101	Vráb	Labě
0102	Lysá nad Labem	Labě
0103	Obřívka	Labě
0104	Děčín	Labě
0105	Začín	Vltava

Odběry

Odběratel	Typ odběru	Data odběru	Doba odběru	Hloubka odběru	Přítok
	07 Odstředný	08.02.2002 10:00			173,85
	07 Odstředný	22.04.2002 09:40			77,84
	07 Odstředný	15.08.2002 12:30			220,94
	07 Odstředný	10.04.2003 09:20			
	07 Odstředný	20.08.2003 13:30			

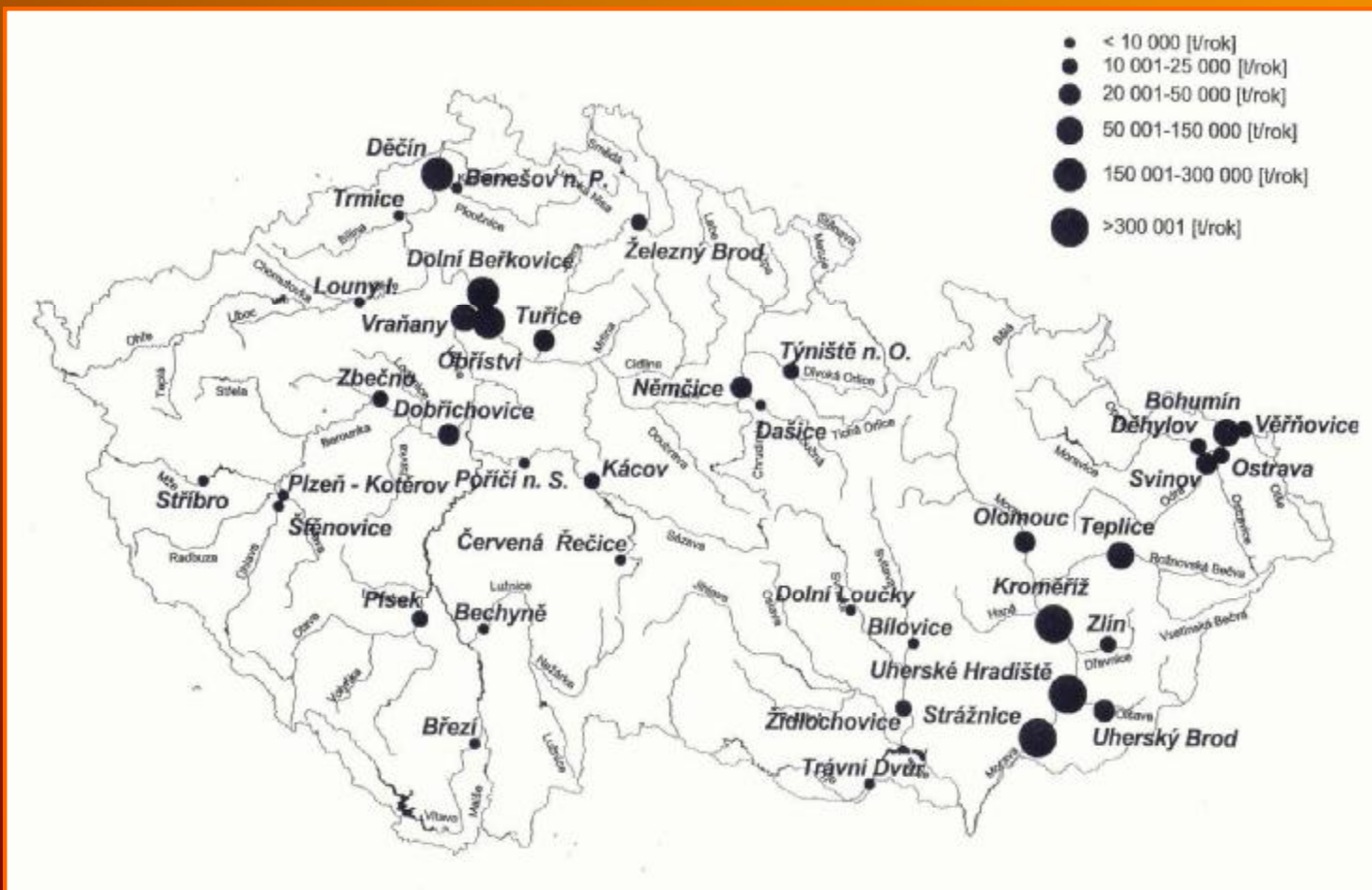
Vzorů

Laboratoř	Název	Doklad analýzy
01 Povodí Labe - Hradec Králové	01 Ploverský	

ID	Název	Znak	Ordo	Jednotka
B1150	železo celkový organický		62408	mg/kg
C1340	hořčík velkový		1160	mg/kg
C1390	borfor velkový		2320	mg/kg
F1500	fluor		6	mg/kg
F1503	beryllium		4,2	mg/kg
F1510	vedutium		3	mg/kg
F1520	alživo		62	mg/kg
F1530	arsien		22	mg/kg
F1540	měď		52	mg/kg
F1550	železo velkový		104	mg/kg
F1560	světlá		17	mg/kg
F1570	nikl		54	mg/kg
F1580	zinek		341	mg/kg
F2010	selen		1	mg/kg
62130	chlóromethan (chloroform)		20	ug/kg
62140	1,2 dichloethen		20	ug/kg
62144	p,p'-DDT		18	ug/kg
62147	p,p'-DDE		6,5	ug/kg
62151	alkaHCH		3	ug/kg
62152	betaHCH		3	ug/kg
62160	1,1,2-trichloethen		20	ug/kg
62170	1,1,2,2-tetrachloethen		20	ug/kg
62180	benzen		20	ug/kg
62190	toluen		111	ug/kg
62196	ethylbenzen		20	ug/kg
62199	1,2,4-trichlobenzen		80	ug/kg
62200	xyleny - smes		40	ug/kg

Monitoring transportu plavenin

Systematický monitoring transportu plavenin je realizován v České republice od r. 1985 (asi 50 profilů). Průměrný roční odtok plavenin z našeho území dosahuje asi 1 mil. t. : Labe (500 000 t), Morava (600 000 t), Odra (50 000). Průměrný specifický odtok plavenin je pro celé území 13-15 t.km⁻², pro povodí Moravy a Odry více než 50-100 t.km⁻² r⁻¹.

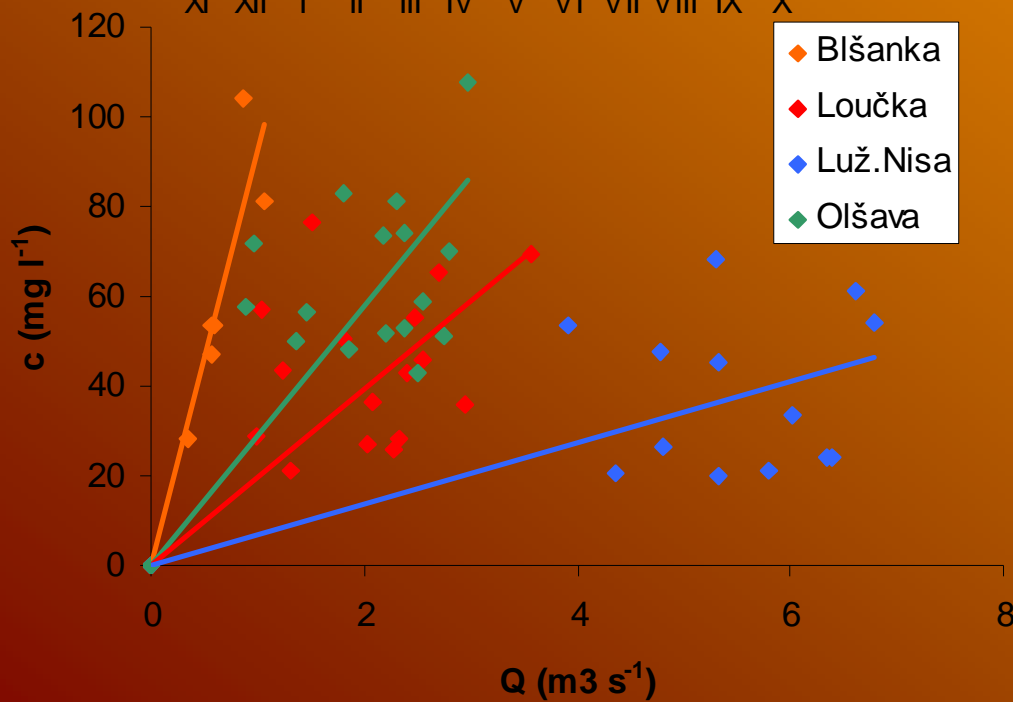
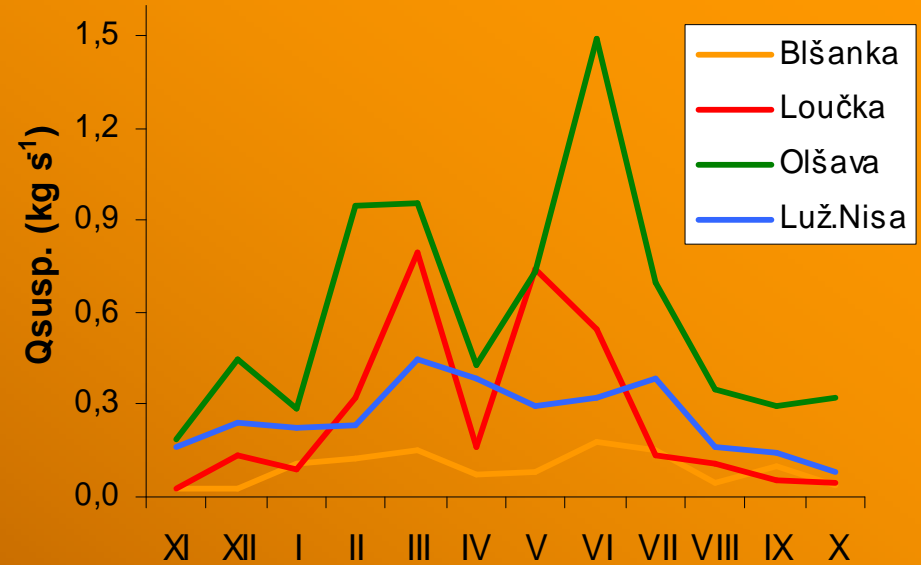
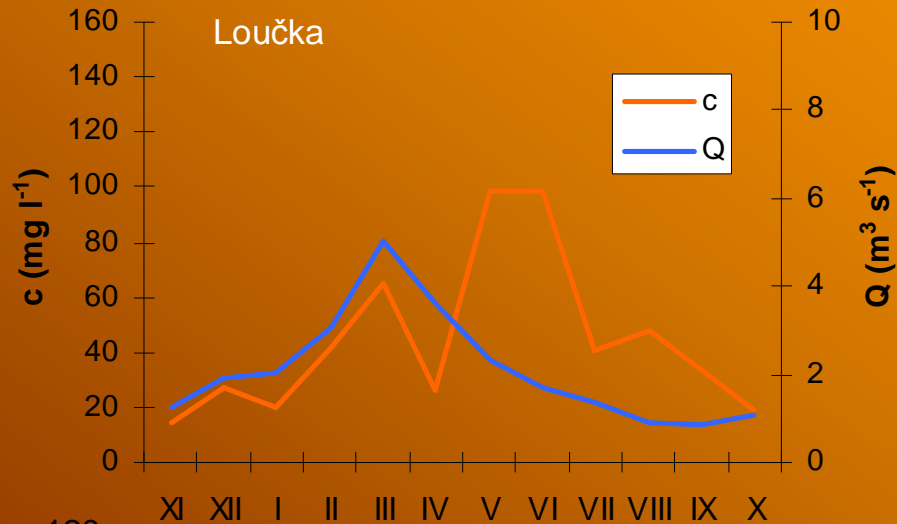


Modelová povodí

Obr. 1: Vymezení modelových povodí v České republice



Režim plavenin

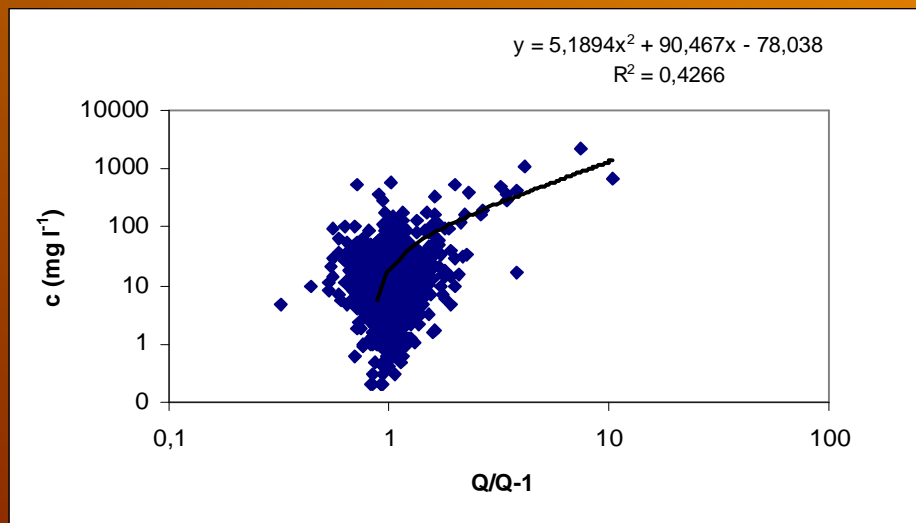


Při průtocích Q_{30} a vyšších je transportováno více než 75% ročního množství plavenin. Odtok plavenin ve vegetačním období mírně převyšuje odtok plavenin v chladném půlroce

	H (mm)	Q (m^3s^{-1})	G ($t r^{-1}$)	Q ($tkm^{-2}r^{-1}$)
Blšanka	517	0,67	2840	7,6
Loučka	655	2,08	8283	21,5
Olšava	713	2,08	18573	46,3
Luž.Nisa	897	5,52	8058	22,7

Vodní eroze a transport plavenin v době povodní

V době katastrofálních povodní na Vltavě a Moravě v srpnu 2002 bylo transportováno více plavenin než průměrné roční množství. Během povodní v povodí Odry v r. 1997 (3 dny) bylo transportováno 51 % celkového množství transportovaných plavenin za 23-leté monitorovací období.

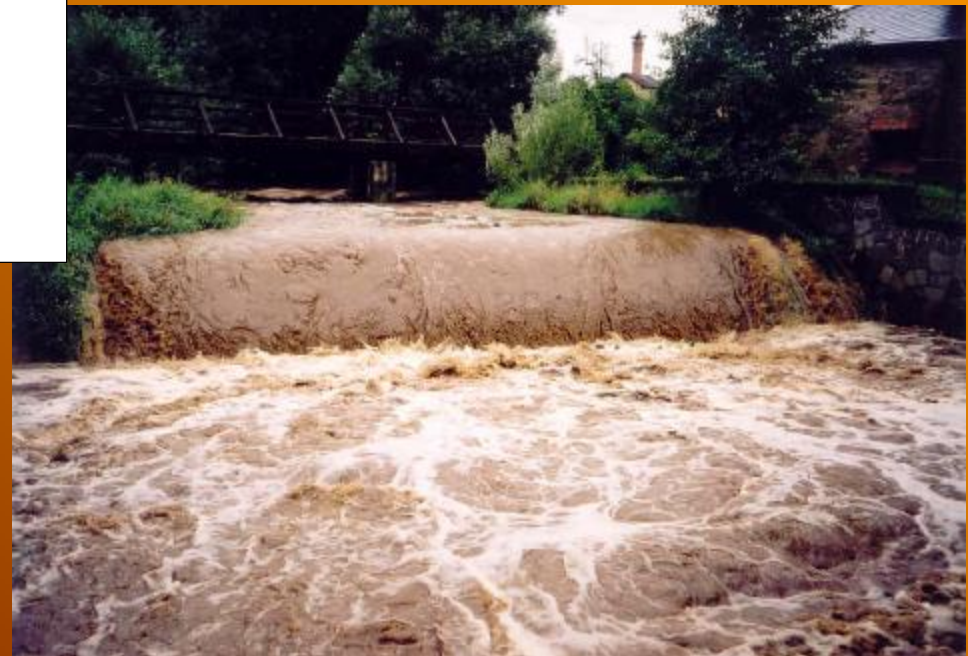
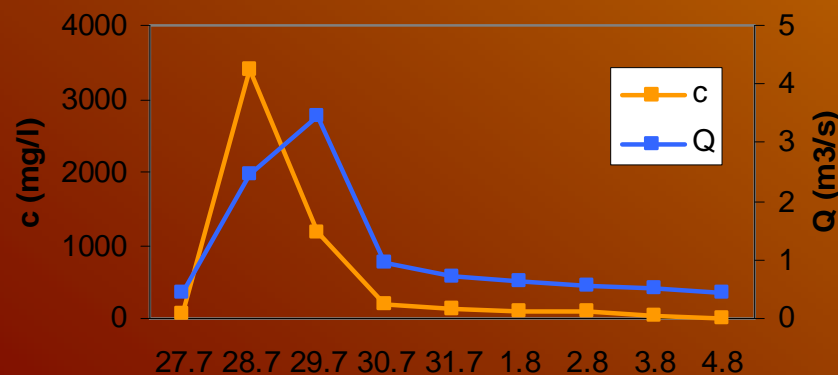


$$c = A + B.Q$$

$$c = A + B.Q + C.Q^2$$

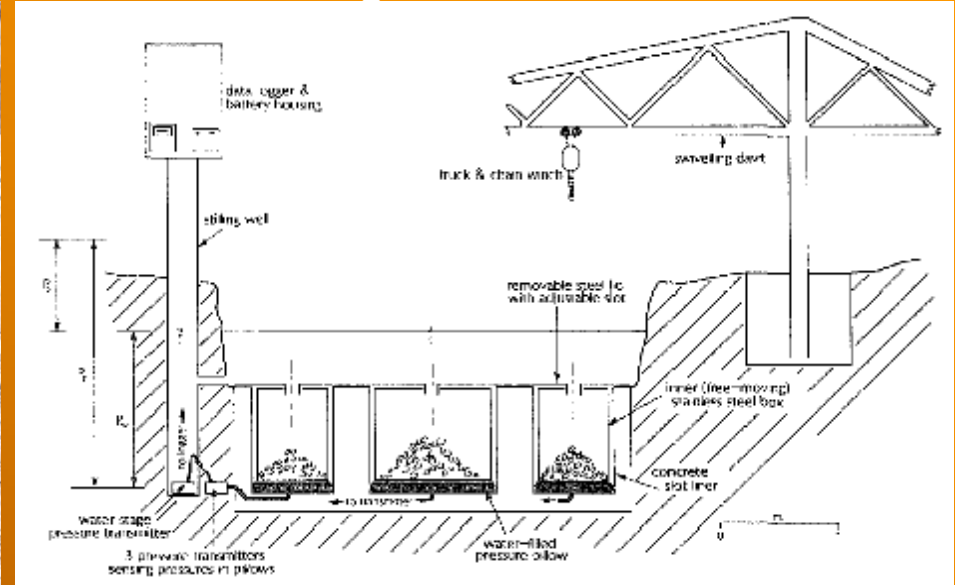
$$c = A.Q^B$$

$$c = A + B.Q + C.\Delta Q$$

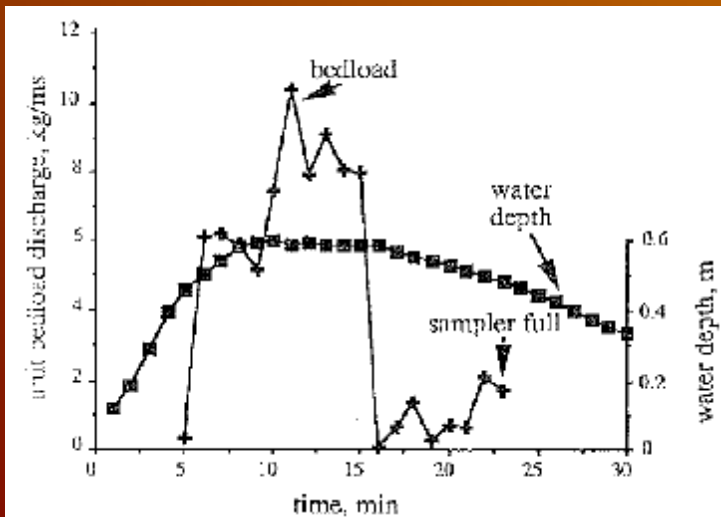


Monitoring dnových splavenin

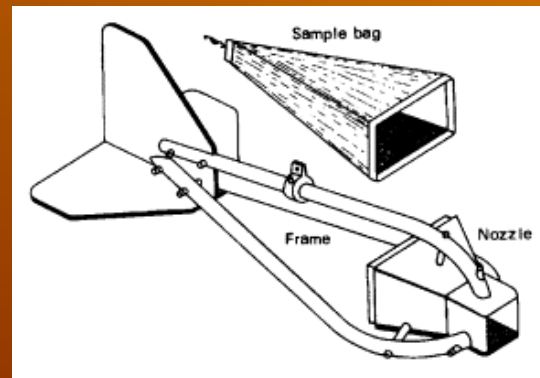
Nahal Yatir, Negev, Izrael



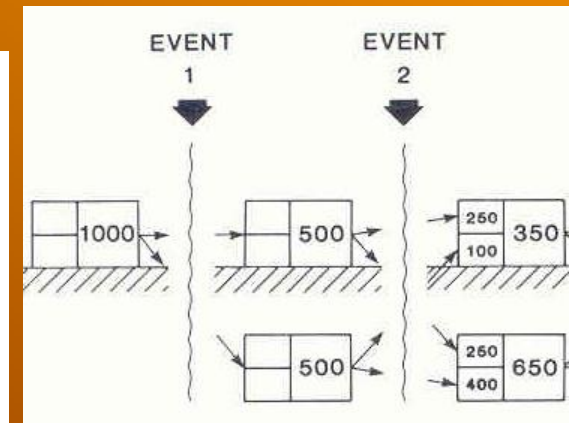
automatický monitoring



bedload sampler
(Helley-Smith)



tracer studies
fotogrammetrie



Sedimentace

K sedimentaci částic dochází při poklesu rychlosti proudění, a tedy i unášecí síly toku. Na snížení rychlosti se může podílet i vylití vody z koryta při povodňových stavech i nadměrné zatížení toku splaveninami.

- korytové uloženy (jeseptní – *point-bars*, střídavé břehové – *alternate bars*, soutokové – *channel junction bars*, příčné – *transverse bars*, uprostřed koryta – *mid-channel bars*)
- říční niva (povodňové uloženy) *flood plain sediments*
- fluviální sedimenty na úpatí pohoří *piedmont*, náplavové kužely *alluvial fans*
- říční delty



Point-bars, Kanada



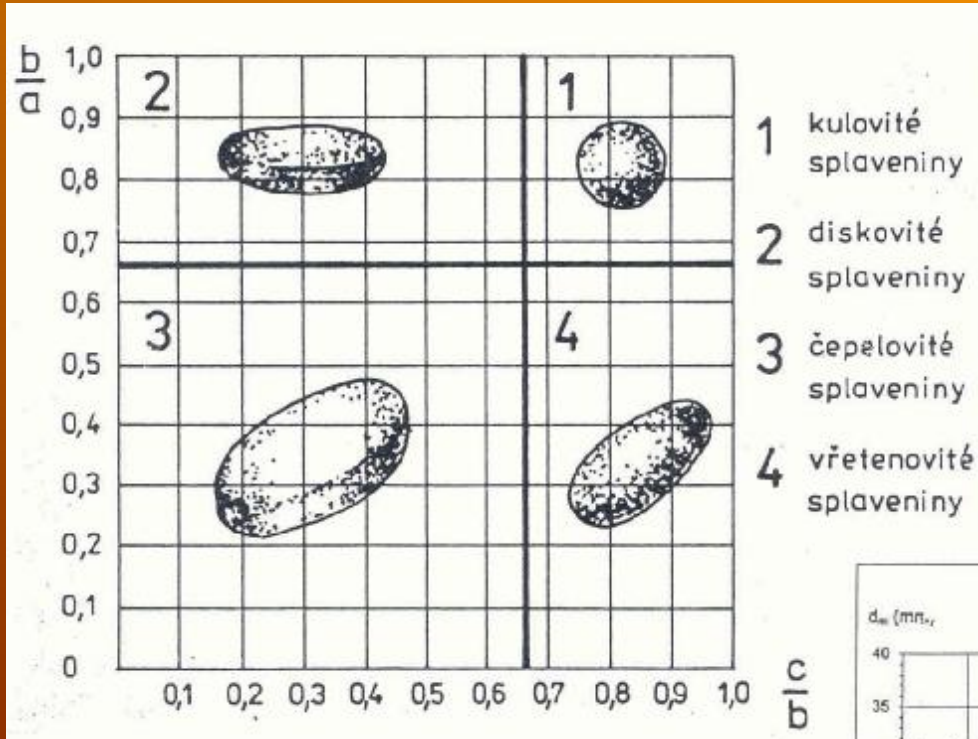
Alluvial fan, Izrael



Delta Mississippi

Změny v dnovém sedimentu

Tvarová kategorizace (Zingg, 1935)

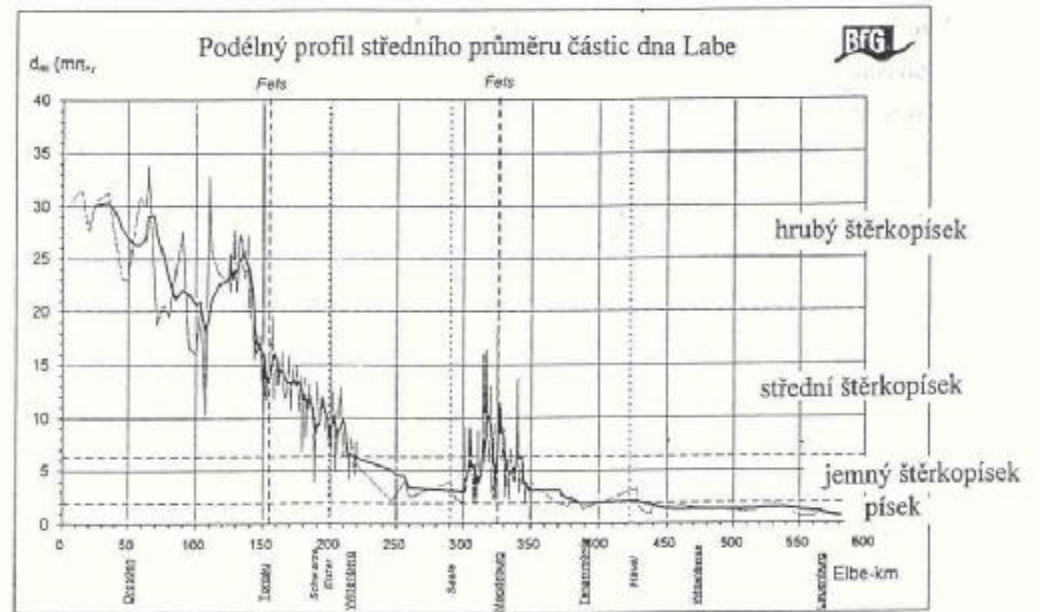
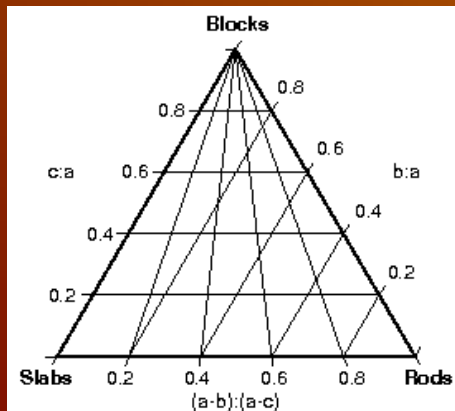


- **Abraze**
- **Selekce**
- **Zaoblení**

Míra zaoblení (Wadell, 1932)

$$P(\rho) = \sum(r_i / R) / N$$

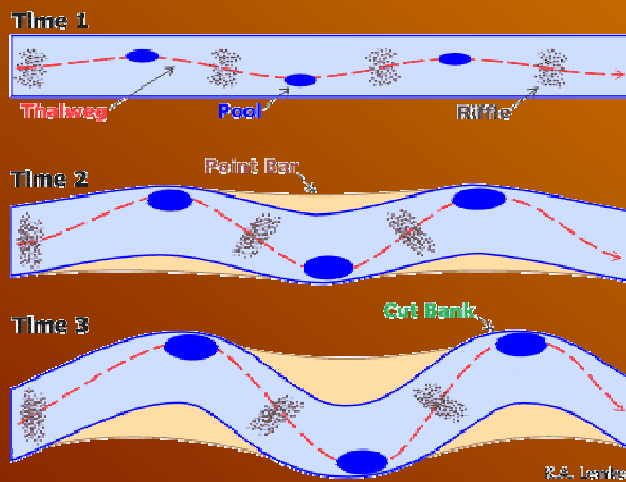
Sneed and Folk diagram (1958)



→ k víř

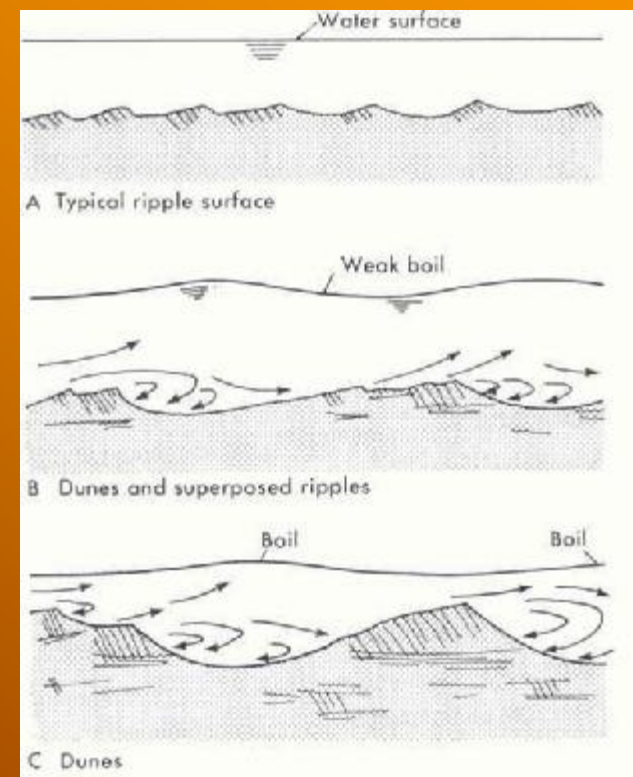
Utváření říčního koryta

Komplex vzájemně působících faktorů a procesů. Hlavní faktory ovlivňující přirozený vývoj koryta jsou sklon údolí, průtok vody, množství a charakter splavenin vstupujících do vodního toku z plochy povodí, charakter materiálu budujícího břehy a dno koryta, poloha erozní baze. Hlavní procesy jsou **vodní eroze, transport a sedimentace splavenin**. Výsledkem je říční koryto s určitou geometrií v příčném i podélném profilu (hloubka, šířka, podélný sklon, sinusoita, charakter dna)



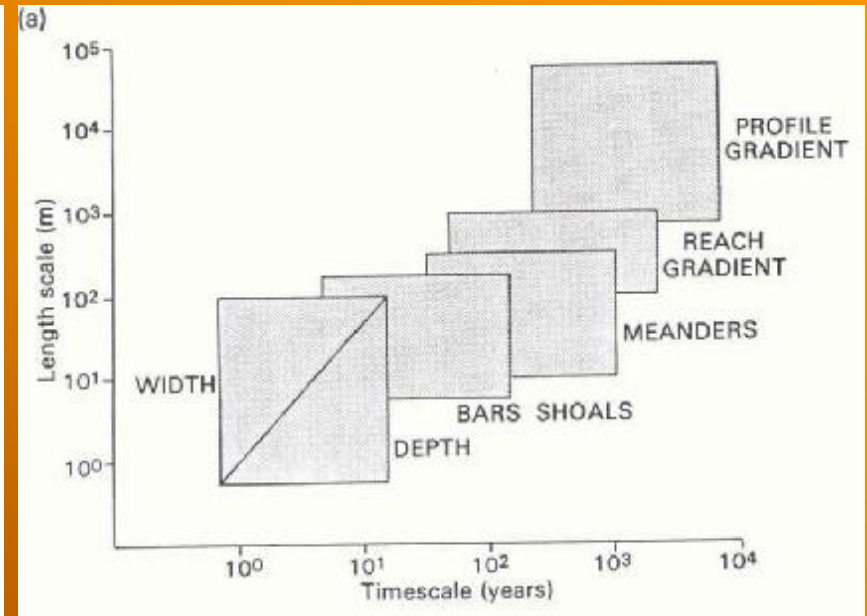
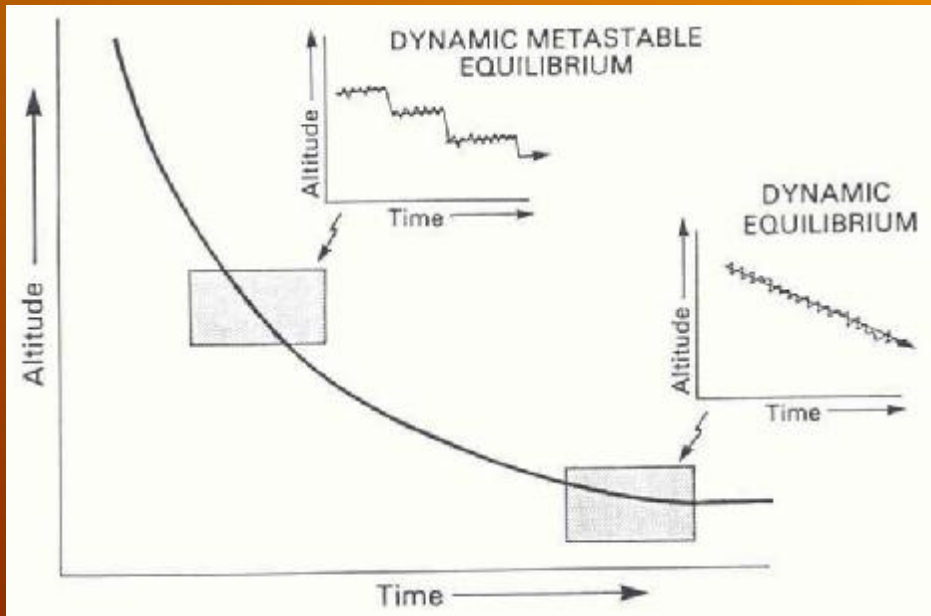
Riffle-pool sekvence

- alluvial channels
- rock channels



Dynamika říčního koryta

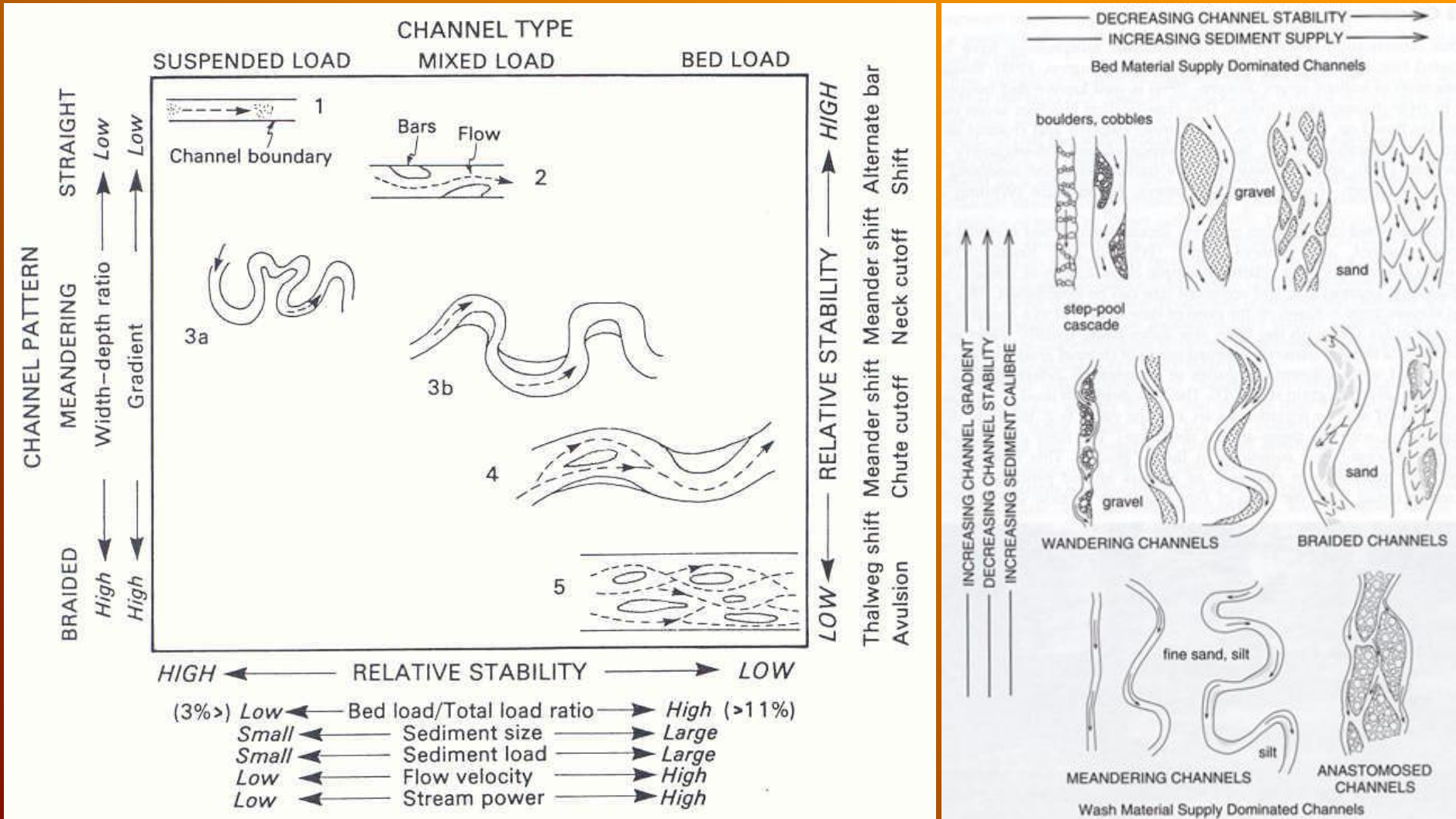
Teorie dominantního průtoku (průtok při kterém dochází k největším změnám v korytě): A/ *bankfull discharge* ~ 2-letá voda, B/ *most effective discharge* ~ největší transport splavenin



Typy říčních koryt

Morfologické klasifikace vodních toků

Toky přímé, zákrutové, meandrující, divočící, anastomozující, ...





Literatura

Holý, M.(1994):Eroze a životní prostředí. ČVUT Praha.

Janeček, M. a kol. (2002): Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV, Praha.

Morgan, R.P.C.(1995): Soil erosion and conservation. Longman Group Limited. Harlow Essex.

Knighton, A.D. (1984): Fluvial forms and processes. Hodder Stoughton Publishers, London.

Thorne, C.R., Hey, R.,D., Newson, M.D.(1997): Applied fluvial geomorphology for river engineering and management. J. Wiley, Chichester.