

# Znečišťování vod a ekologie technických zásahů

Jan Helešic

Ústav botaniky a zoologie MU  
Brno

# Syllabus

- Co je náplní přednášky
- Dostupné učebnice
  - Domácí
  - Cizí
- Historie zacházení s vodou
- Vývoj legislativy
- Současné normy a zákony

# Syllabus

- **Ovlivňování biologických procesů ve vodách člověkem**

- hydrologický režim recipientů

- vodárenské odběry a derivační elektrárny
- ekologicky únosné minimální průtoky

- **Vodní stavby**

- Podélné regulace

- Příčné regulace

- Jezy

- Přehrady

- Přerušování říčního kontinua a špičkování hydroelektráren

# Syllabus

- Přirozená a řízená restaurace a revitalizace vodních ekosystémů
  - Pojmy a legislativa
  - Na úrovni povodí – krajiny
  - Na úrovni říčního úseku
  - Zdánlivý střet ekonomicko-sociálních zájmů s ekologickými

# Syllabus

- Znečištění vod
  - Globální znečištění
    - Acidifikace vodních ekosystémů
    - Eutrofizace vodních ekosystémů
    - Globální oteplování
    - Globální znečišťující látky a radionuklidy
  - Lokální znečištění
    - Tepelné znečištění

# Syllabus

- Lokální znečištění
  - Klasifikace odpadních vod
    - Typy a zdroje odpadních vod
    - Biologické účinky
  - Samočisticí pochody ve vodních tělesech (recipientech)

# Dostupné učebnice domácí

- Zelinka M. & Kubíček F., 1985: Základy aplikované hydrobiologie. Skripta. SPN Praha.
- Zelinka M. & Sládeček V., 1964: Hydrobiologie pro vodohospodáře. SNTL Praha
- Sládečková A. & Sládeček V., 1995: Hydrobiologie. Nakl. ČVUT.
- Sládečková A., Vymazal J. & Sládeček V., 1982: Návody k laboratorím z technické hydrobiologie. Skripta VSCHT Praha.
- Straškraba M. a kol., 1992: Metodika sledování a hodnocení jakosti vody vodárenských nádrží. HBU CSAV C. Budějovice.
- Švobodová Z. a kol., 1987: Toxikologie vodních živočichů. MŽP ČR a CRS, SZN Praha.
- Štěpánek M. a kol., 1979: Hygienický význam životních dějů ve vodách. Avicenum Praha.
- Štěrbá O. & Rosol J., 1989: Znečištění a ochrana vod. Skripta PF UP Olomouc.

# Dostupné učebnice - cizí

- Hynes H.B.N., 1960: The biology of polluted waters. Liverpool Univ. Press
- Welch E.B. & Lindell T., 1980: Ecological effects of wastewater. Applied limnology and pollution effects. E&FN SPON, London
- Mason C.F., 1991: Biology of freshwater pollution. Second edition. Longman sci.&Tech., Harlow England
- Hellawell J.M., 1986: Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier App.Sci.Publ., London
- Rosenberg D.M. & Resh V.H. (Eds.), 1993: Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.



# Dostupné učebnice - speciální

- Calow P. & Petts G.E. (Eds.), 1994: The Rivers Handbook.I.II., Blackwell Sci., Oxford.
- Eiseltoová M. & Biggs J., 1995: Restoration of stream ecosystems. An integrated catchment approach. IWRB Publ. 37., UK.
- Eiseltoová M. (Eds.), 1994: Restoration of lake ecosystems. A holistic approach. IWRB Publ. 32, UK.
- Gore J.A. (Eds.), 1985: The restoration of rivers and streams. Theories and Experience. Butterworth Publ., Boston, USA.
- Harper D.M. & Ferguson J.D. (Eds.), 1995: The ecological basis for river management. J.Wiley & Sons, Chichester.
- Boon P.J., Calow P. & Petts G.E. (Eds.), 1992: River conservation and management. J.Wiley & Sons, Chichester.
- Nriagu J.O.(eds.), 1983: Aquatic toxicology. J.Wiley & Sons, New York.
- Hoffman D.J., Rattner B.A., Burton Jr., G.A. & Cairns Jr., J.,1995: Handbook of ecotoxicology. Lewis Publ., Boca Raton.

# Náplň oboru

- Aplikace obecných poznatků do vodohospodářské praxe
- Co sem patří:
  - Detekce, kvalifikace a kvantifikace antropogenních vlivů
  - Bioindikace stavu vodního prostředí
  - Biotechnologie ve vodohospodářství
  - Využívání a zneužívání vody člověkem

# Ekologické vlivy (disturbance) ve vodním ekosystému

- Změna klimatu
- Vzestup UV radiace
- Růst populace
- Emise z dopravy
- Rozšiřování měst
- Kyselý déšť
- Spotřeba vody v aglomeracích
- Užívání biocidů
- Chlorace vody
- Produkce tekutých odpadů
- Vodní nádrže a elektrárny
- Vysychání recipientů
- Minimální průtoky
- Drénování kyselých hornin
- Introdukce nových druhů
- Export vody mezi povodími
- Vysoké průtoky - záplavy
- Plavení dřeva
- Motorová lodní doprava
- Sportovní rybářství
- Vodní sporty
- Umělé zasněžování

# Historie zacházení s vodou (vodohospodářství)

- Babylonie (Chammuraki) – první známé zákony o vodě – 18. stol. před Kristem
    - Kdo ukradne nádobu na vodu zaplatí tři šekely, kdo ukradne vodní kolo, bude mu utřata pravá ruka
- Mutakki (1130 p. Kr.)  
Zloděj konve vody byl trestán smrtí
- Pojem „vodoprávní jednání“ – spory měst Ur, Eridu, Nirive a Akkad o vodu z Eufratu.

# První vodohospodářské stavby

- 2000 let p.Kr. – vodovod ve městě Bavianu v Asyrii (první známe klenby v architektuře)
- Stavitel Iy v Číně – první řízení průtoku na řekách Jangc'ťiang a Chuang Che, hráze, povodně jen za 10 – 20 let, stal se císařem Chuang Ti.
- Evropa - Řím– Aqua Appia 305 l p. Kr. stavitel Appius Claudius
- Doba Augusta Octavia – 700 veřejných studní, 130 kašen a 150 vodotrysků

# Vodohospodářská správa

- Babylonie – královský úředník se zvláštními poctami
  - na ulici byl doprovázen čestným doprovodem dvaceti pištců a bubeníků. Museli mu dávat přednost všichni mimo kněží a královské rodiny.
- Řím r. 97 za císaře Nera – ministr Curator Aquarum

# Vodní právo v Anglii

- 1653 – The Compleat Angler
- 1847 – The Gas Works Clauses Act
- 1861 – 1865 – The Salmon Fisheries Act
- 1857 – ministerstvo Royal Commission on Prevention of River Pollution
- 1876, 1890 – The Rivers Pollution Act
- 1898 – Royal Commission on Sewage Disposal
- 1898 – Ministry of Health, Agriculture and Fisheries
- I. Světová válka – klasifikace dle B.O.D.

# Vodní právo u nás

- Kolem 1500 – Vladislav Jagelonský – právní zásada o veřejnosti tekoucích vod. Splavné řeky byly statkem královským (tedy státním).
- 16. a 17. stol. – mlynářské řády
- 19. stol. Rakouský občanský zákon
- 1870 – Říšský vodní zákon (93/1869)
- První republika – platí Říšský zákon
- I. Státní vodohospodářský plán 1949 – 50
- Zákon o vodním hospodářství 11/1955 Sb.
- Zákon o vodním hospodářství 138/1973 Sb.
- Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách (vodní zákon)  
*<http://www.tzb-info.cz>*



# Principy práva

- Zákon
- Vládní nařízení
- Vyhlášky vlády a ministerstev
- Vyhlášky krajů a obcí
- Směrnice (WFD – Rámcová směrnice o vodě – EU, Směrnice OECD, UNESCO, IUSN atd.)
- Normy (ČSN – EN – ISO)
- Závazné metodiky

# Historie aplikované hydrobiologie

- Hodnocení jakosti vod – saprobiologie
  - Kolkwitz & Marson (1902,1908,1909)
  - Thienemann 1930 – metody
  - Pantle & Buck 1955
  - Liebmann 1958 – 1962
  - Hynes 1960
  - Wetzel 1965
  - Uhlmann 1970

# Historie aplikované hydrobiologie – u nás

- Bratři Cyrusové a R. Šrámek – Hušek
- L. Hanuška
- V. Sládeček, M. Zelinka, P. Marvan, F. Kubíček
- A. Sládečková, P. Rotschein,
- J. Zahradka, S. Zahradková, J. Kokeš, D. Němejcová, K. Brabec a pracovníci povodí.

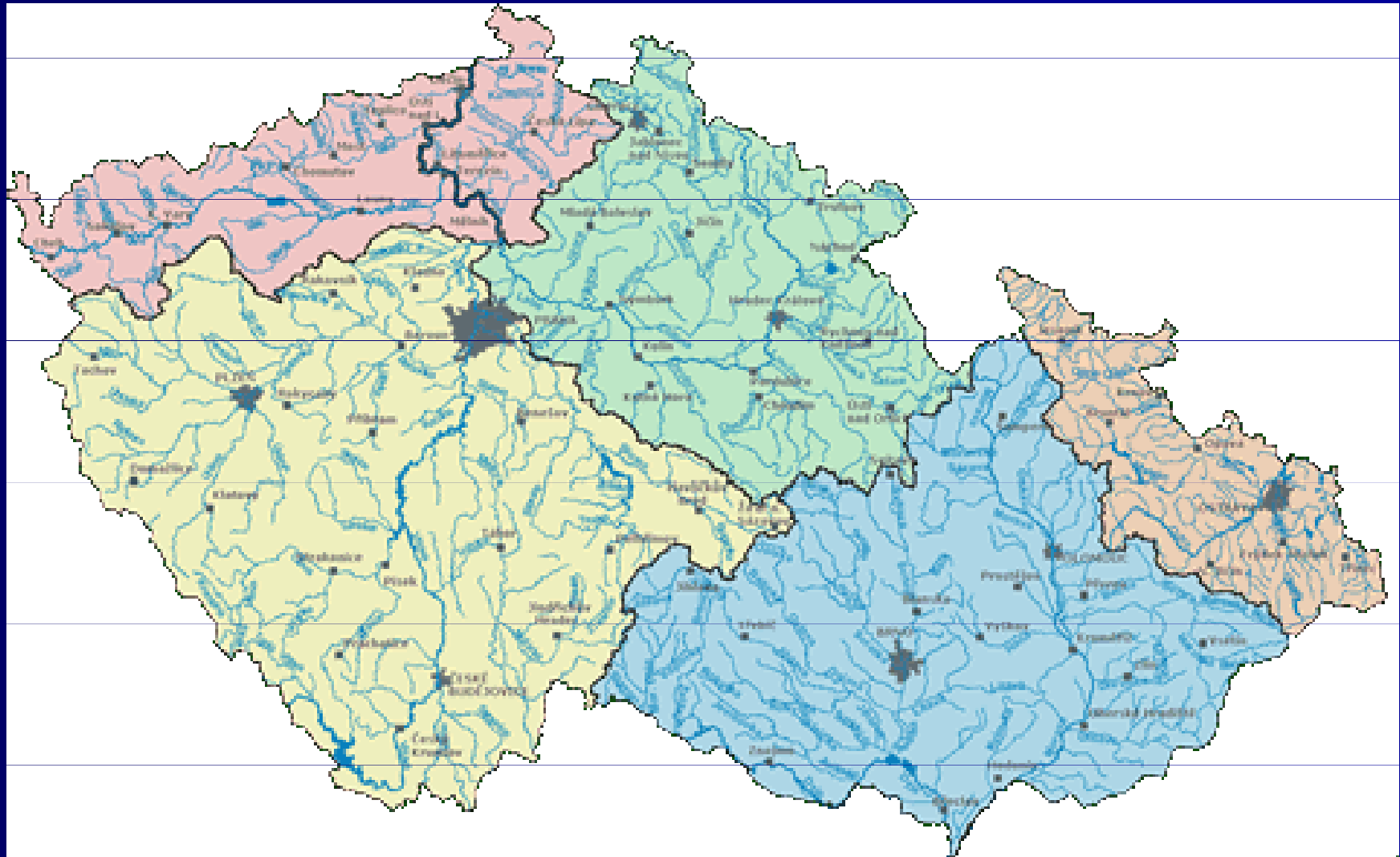
# Kde se provozuje

- Ministerstvo životního prostředí
  - Výzkumný ústav vodohospodářský TGM Praha, Brno, Ostrava
  - Český hydrometeorologický ústav Praha s pobočkami Brno, Ostrava.
  - Česká geologická služba
  - Agentura ochrany přírody
  - Česká inspekce životního prostředí

# Kde se provozuje

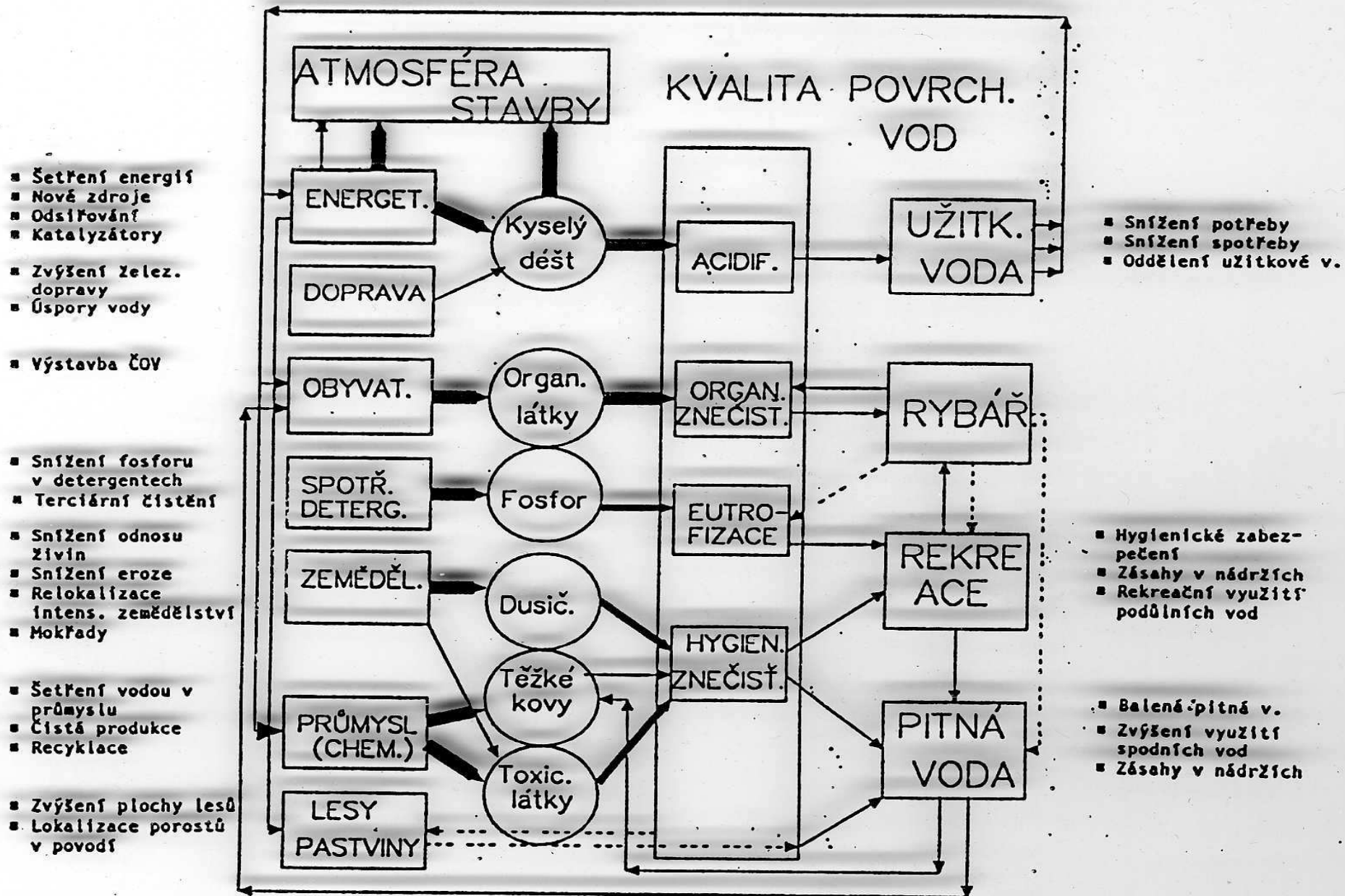
- Ministerstvo zemědělství
  - státní podniky Povodí Ohře, Vltava, Labe, Morava a Odra
    - Velké toky, vodní nádrže
  - Zemědělská vodohospodářská správa
    - ZVHS zabezpečuje **výkon správy drobných vodních toků** v délce více než 35 tisíc kilometrů a více než 11 tisíc kilometrů **odvodňovacích zařízení**, dále mimo jiné i **493 nádrží** (stav k 31.12.2005). Jedná se o vodní toky protékající zejména zemědělsky využívanou krajinou, ale i zastavěnými částmi obcí.
  - České lesy s.p.
    - drobné toky v lesích

# Státní podniky Povodí



# Kde se učí

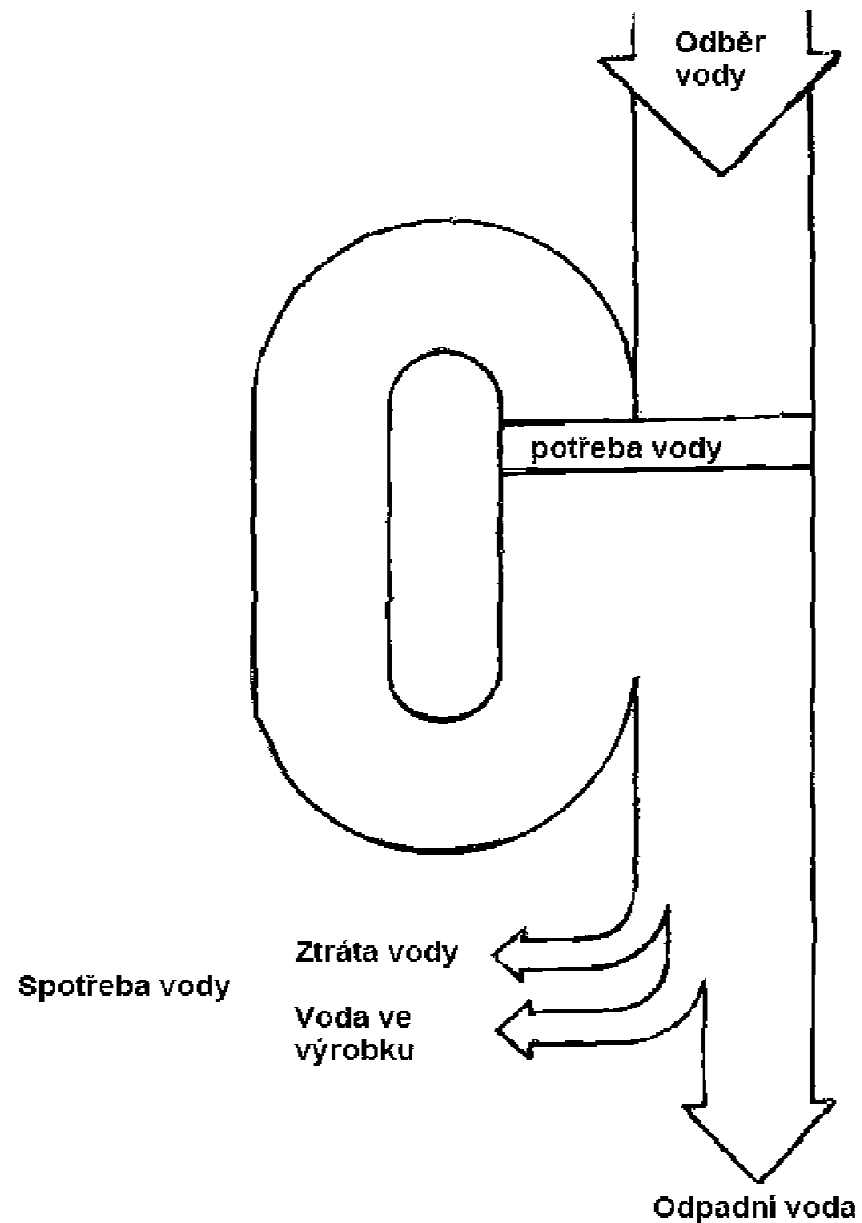
- Vysoká škola chemicko-technologická Praha
  - Fakulta technologie ochrany prostředí
    - **Ústav technologie vody a prostředí**
- Vysoké učení technické v Brně
  - Chemická fakulta
    - **Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí**
  - Fakulta stavební
    - Ústav vodního hospodářství obcí
    - Ústav vodních staveb
    - Ústav vodního hospodářství krajiny
- Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
  - Agronomická fakulta
    - Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství
- ČVUT Praha, ČZÚ Praha a další



Obr. 1. HLAVNÍ ZNEČIŠŤOVATELE VODY, ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY, PROBLÉMY JAKOSTI VODY A VYUŽITÍ VODY. Bližší viz text na str.19.



# Potřeba a spotřeba vody

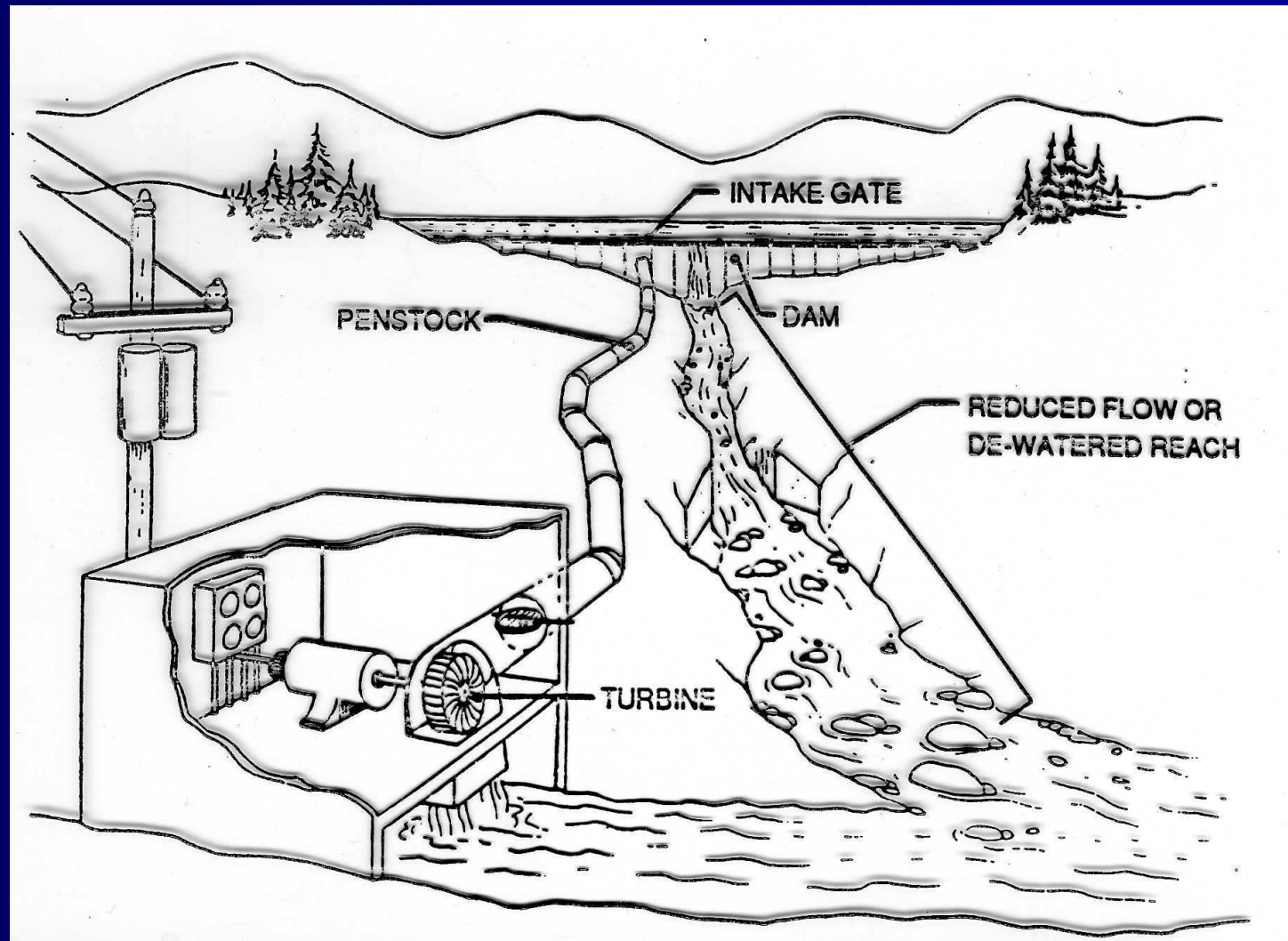


# Ovlivňování biologických procesů ve vodách člověkem

## Hydrologický režim recipientů

1. Vodárenské odběry, odběry pro závlahy
2. Derivační vodní elektrárny
3. Přehrady s energetickým nebo závlahovým režimem
4. Podélné regulace přítoků a vlastního toku
5. Změny v krajině – lesnatost, zemědělské hospodaření, zástavba krajiny lidskými sídly

# Derivační elektrárny Mlýny a mlýnské náhony







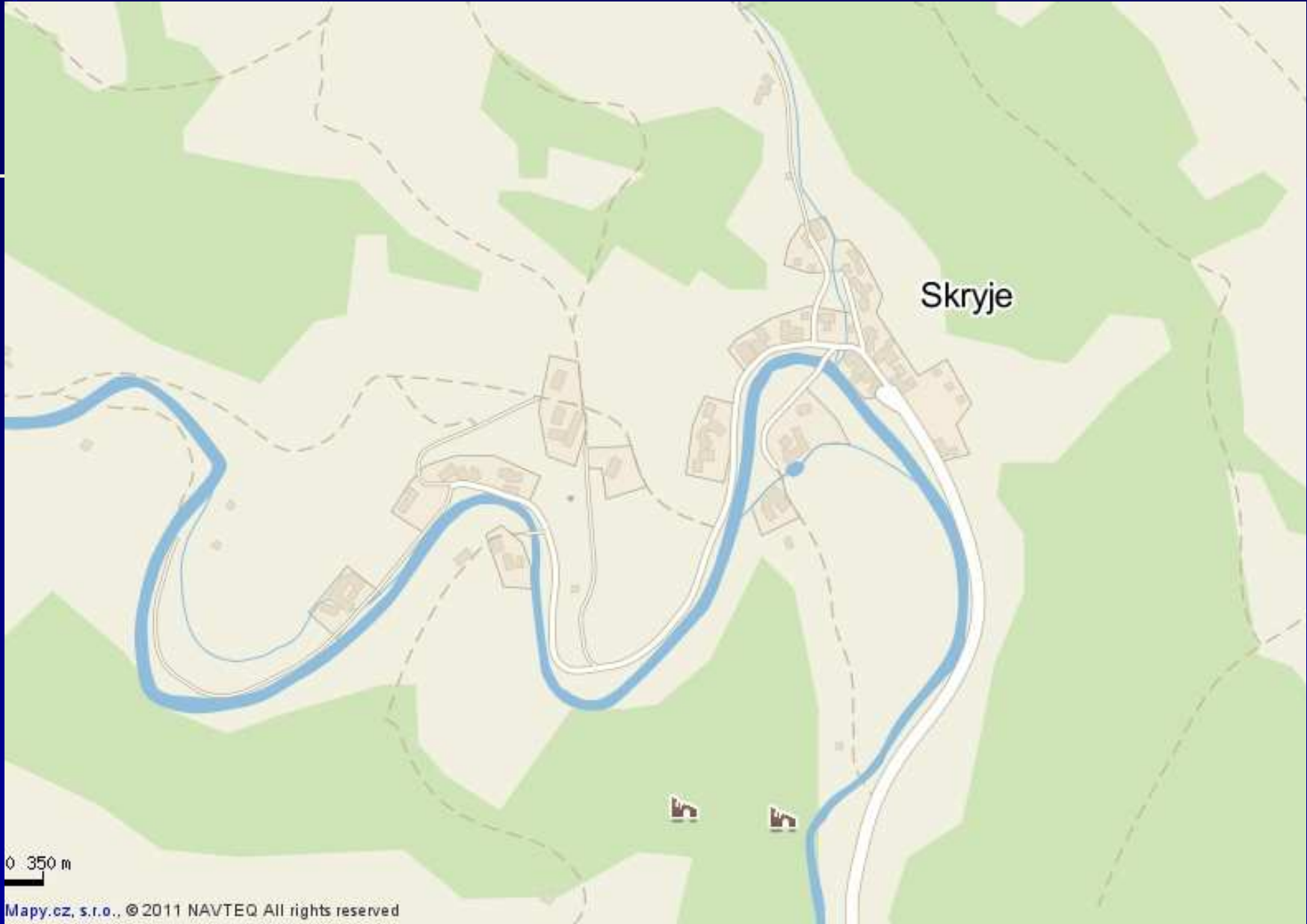
Derivační kanál



Derivovaný úsek



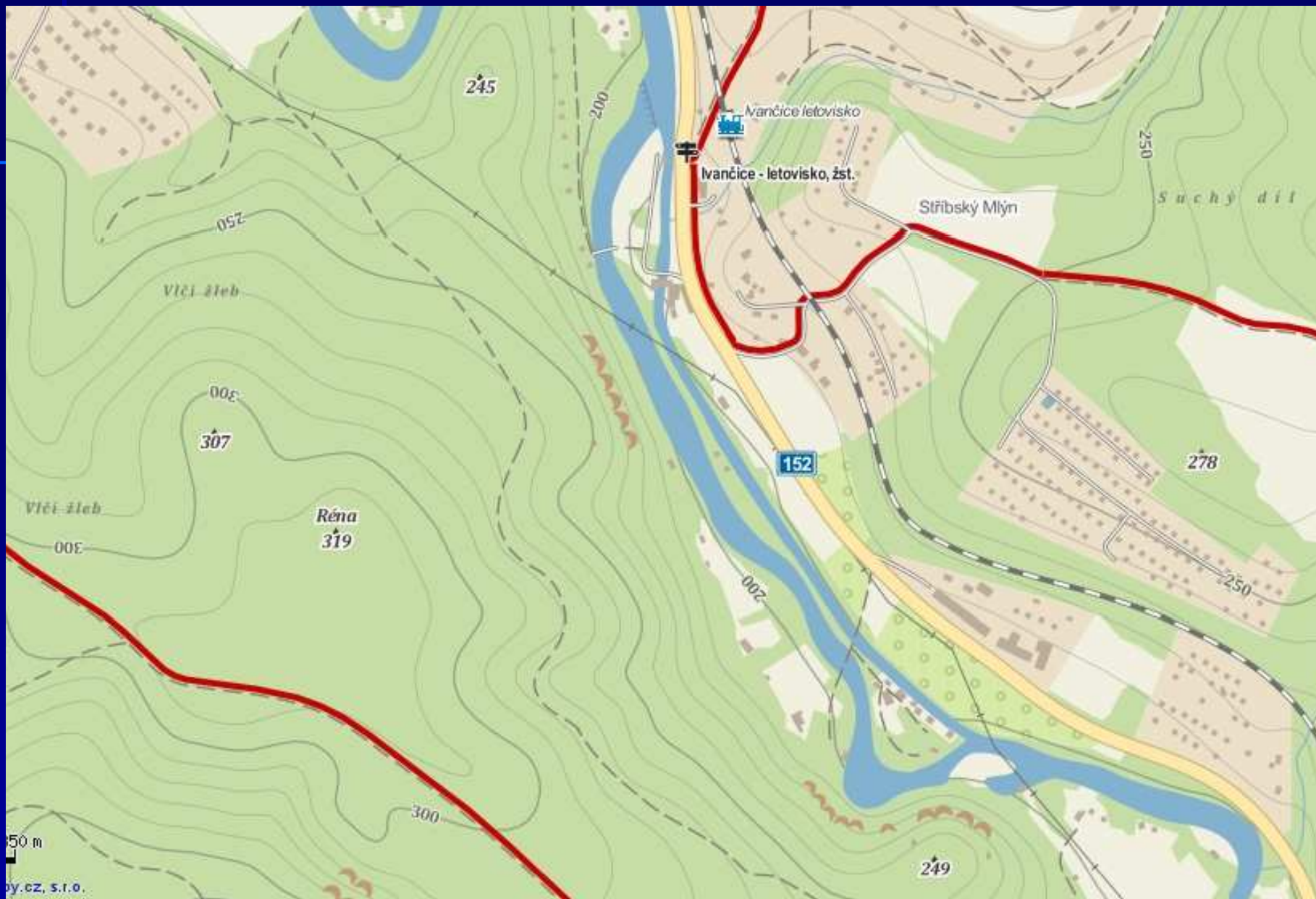
Systém česel před vtokem na turbínu



Skryje

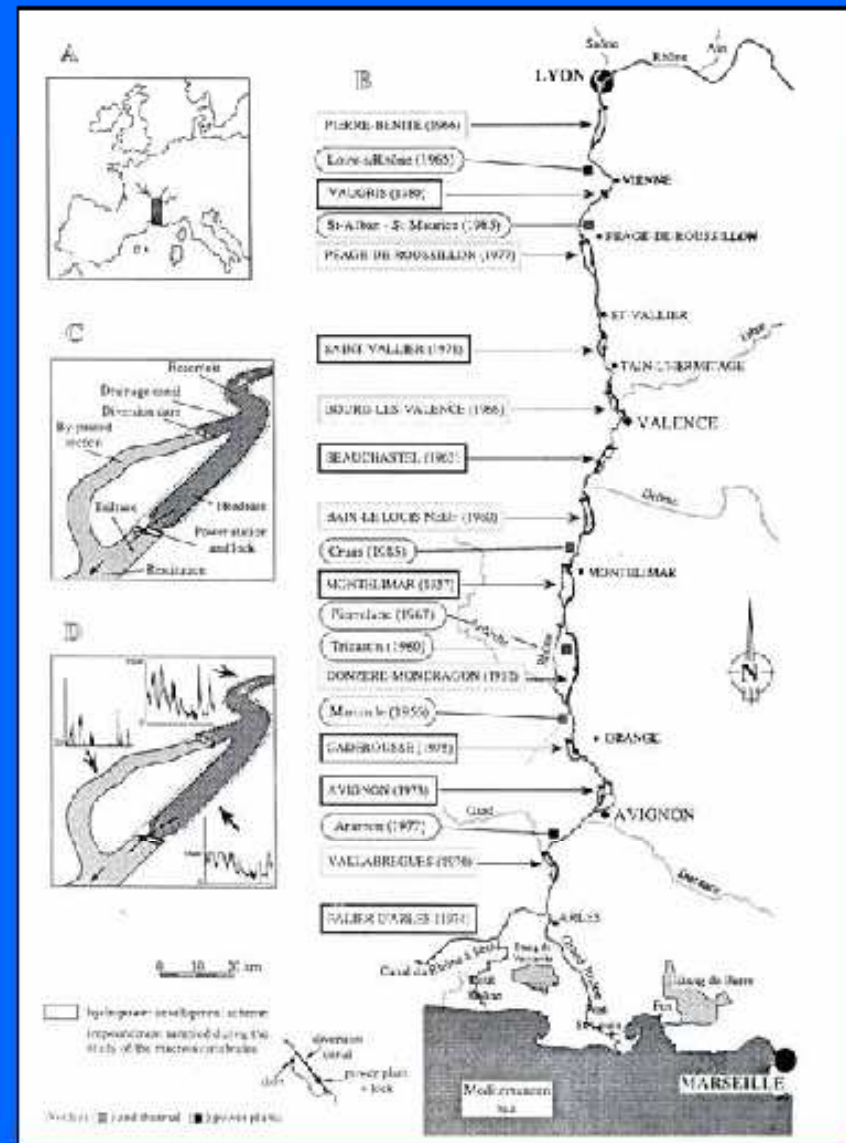
0 350 m

Mapy.cz, s.r.o., © 2011 NAVTEQ All rights reserved



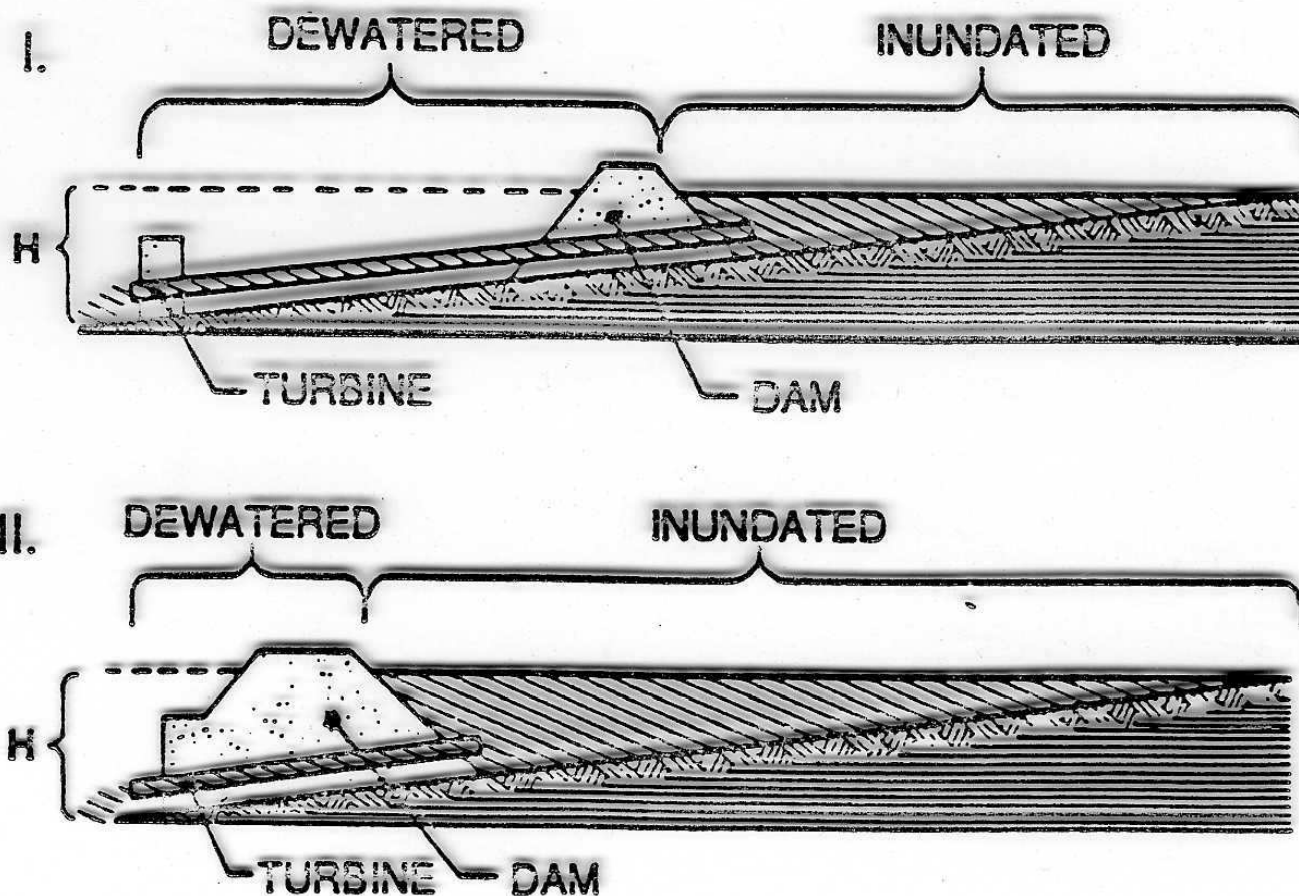
## Derivační (by-pass) přehrady

Francie, řeka Rhône





# Derivační vers. klasická elektrárna







Odběr vody z řeky



Řeka pod jezem

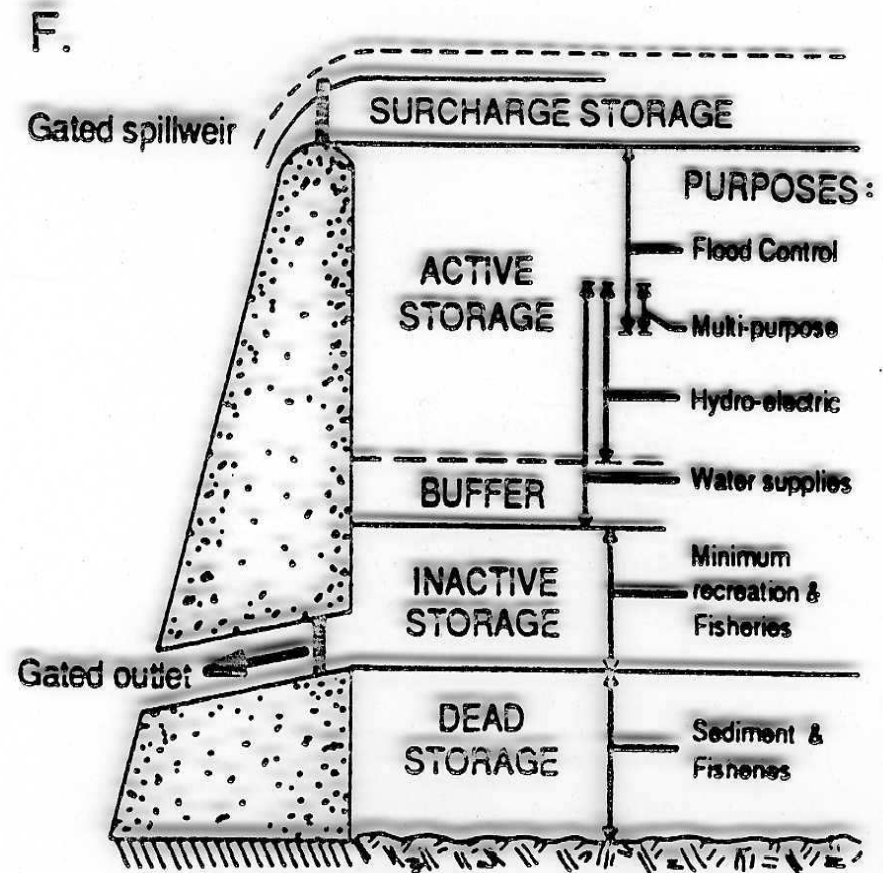
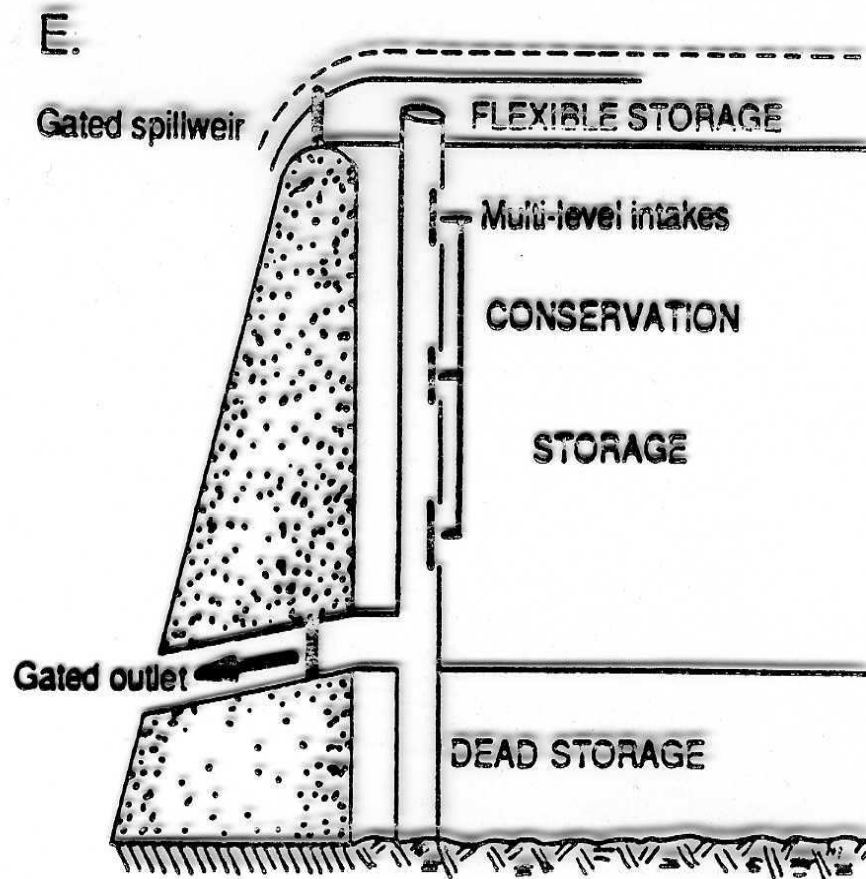


Řeka pod jezem



„Prázdné“ koryto řeky  
v délce cca 2 km

# Přehrady s energetickým nebo závlahovým režimem



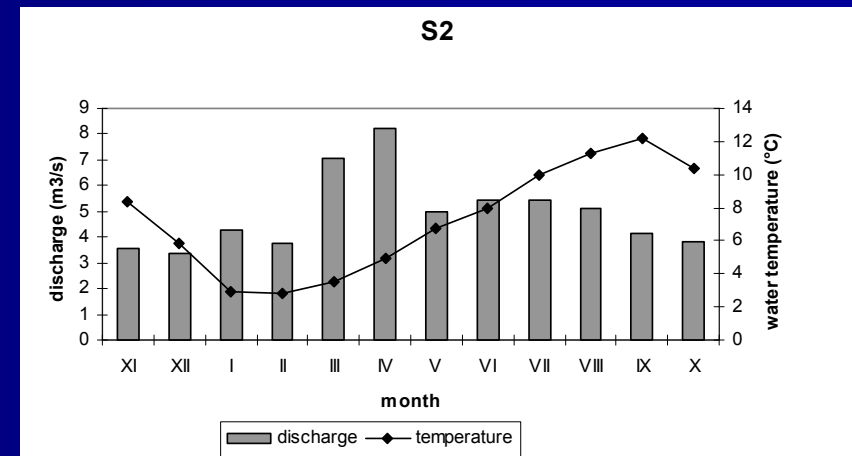
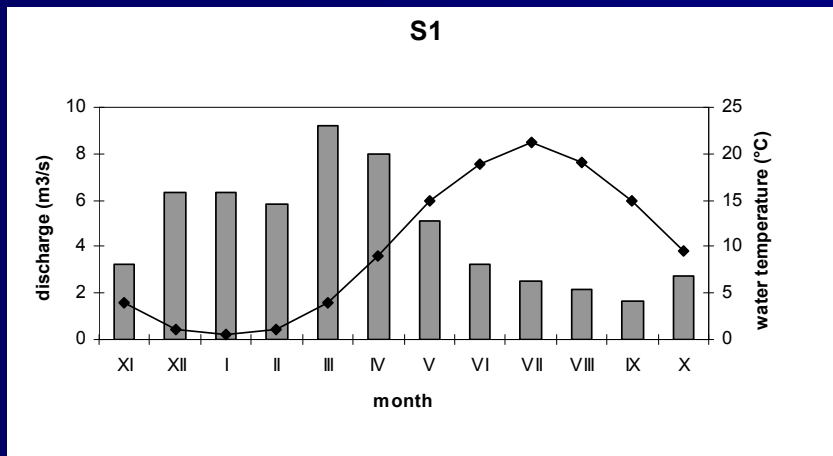




# Co tyto regulace vyvolávají?

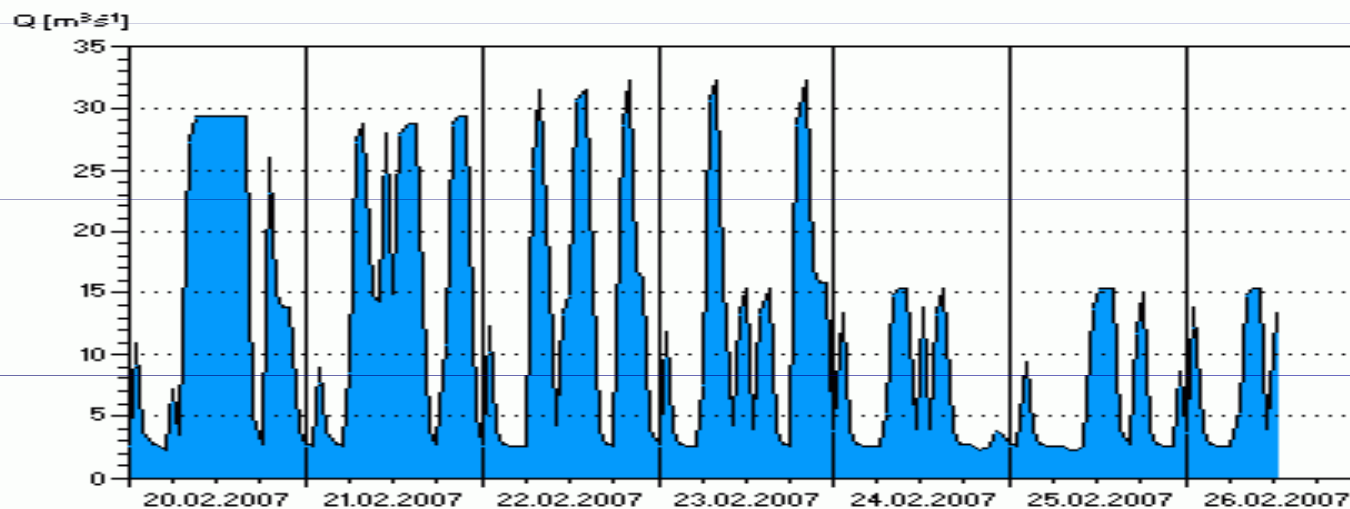
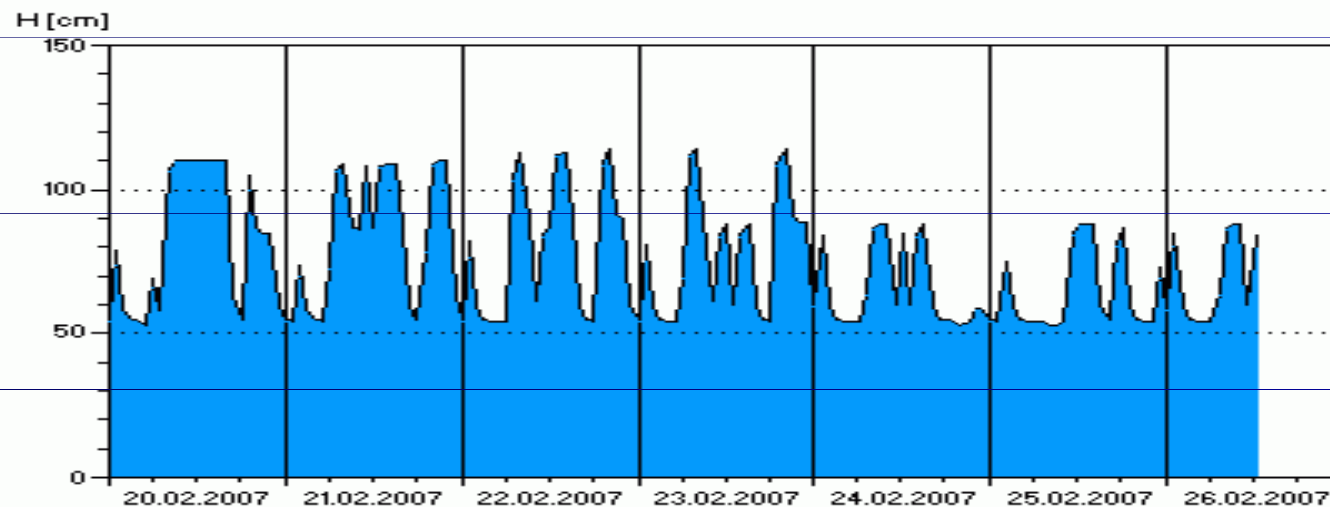
- Změna ročního a denního hydrologického režimu
- Změna ročního a denního teplotního režimu
- Změny v odnosovém režimu
- Změny morfologie a granulometrie sedimentů dna a břehů
- Minimální průtoky

# Roční průběh průtoků a teplot

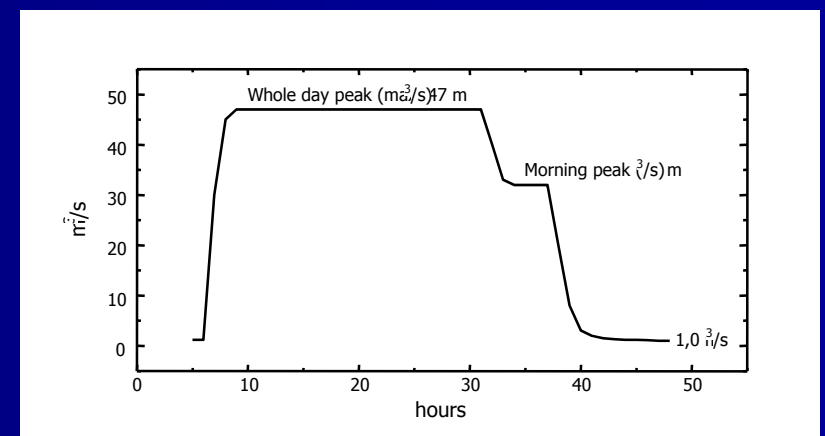
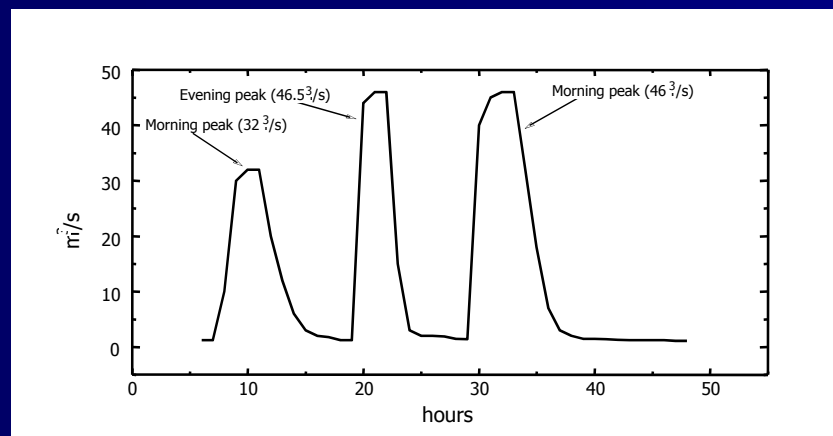
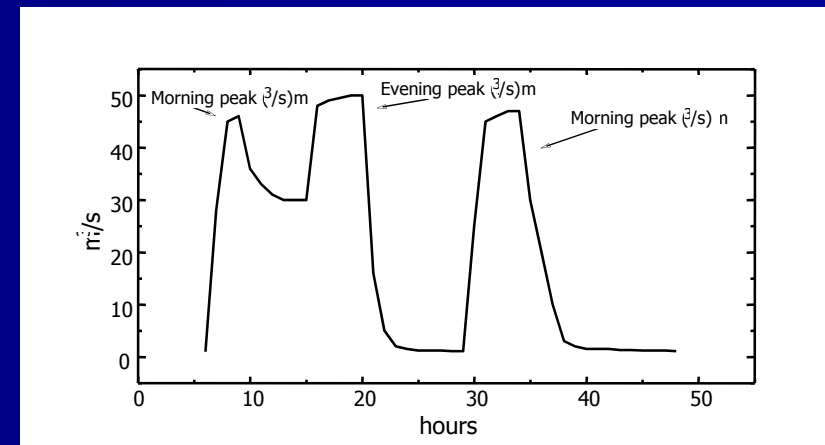
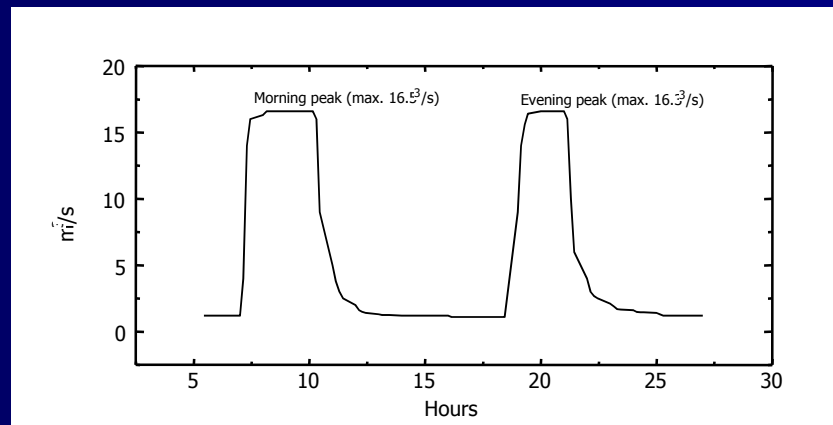




# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny

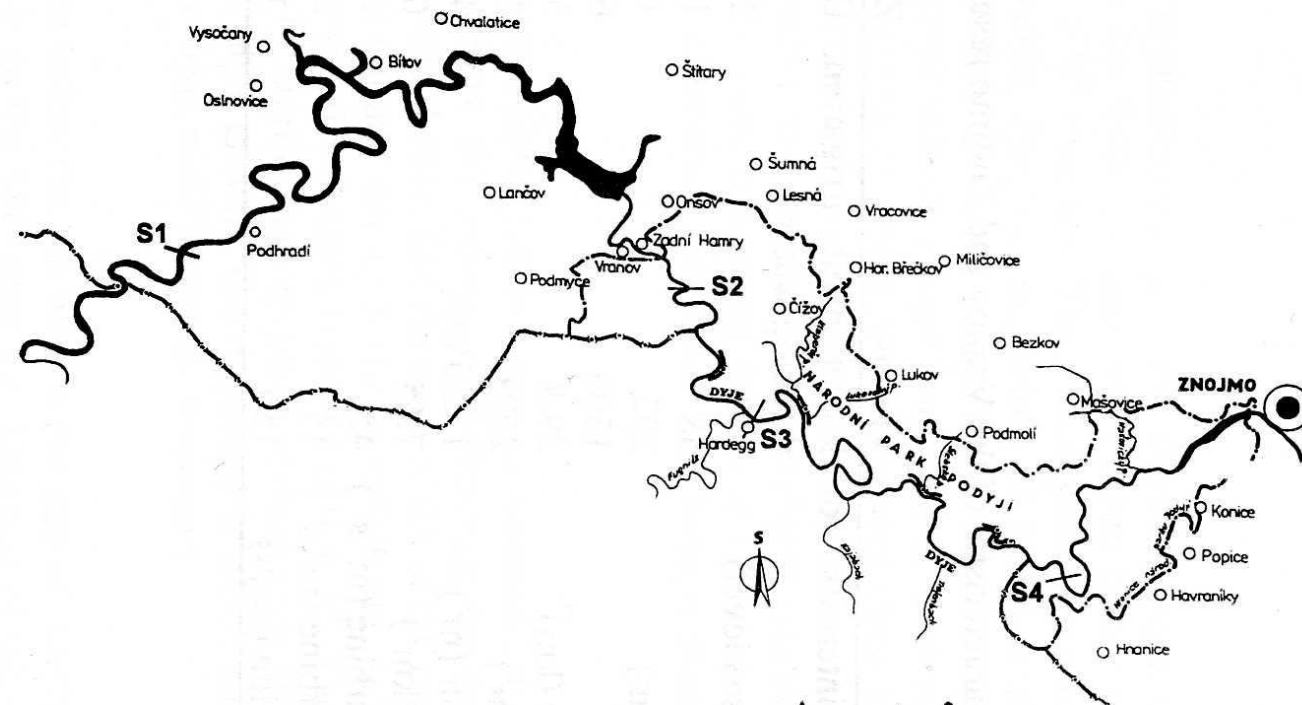


# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny



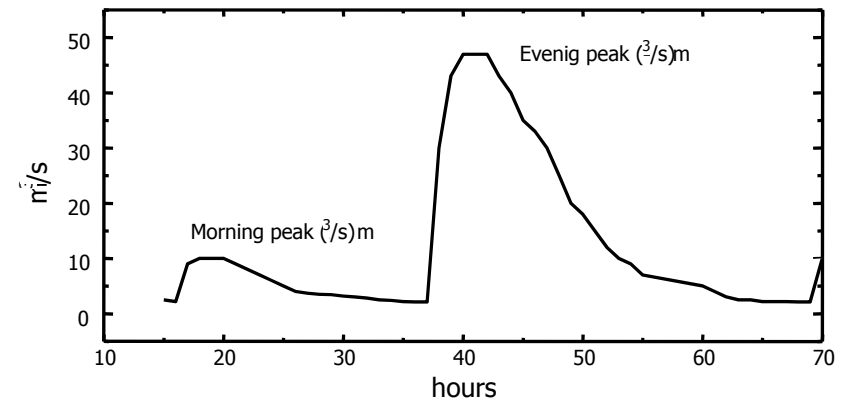
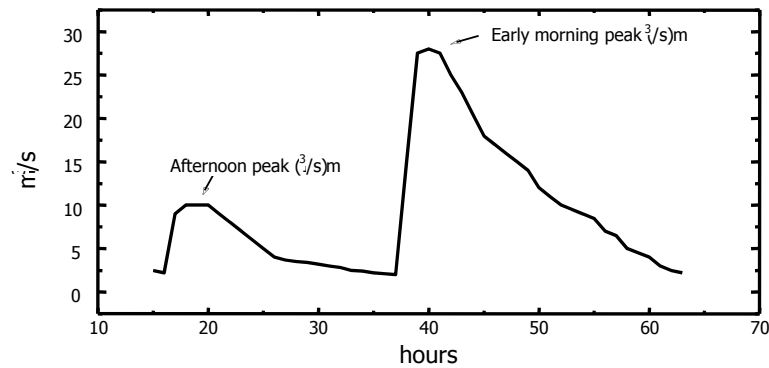
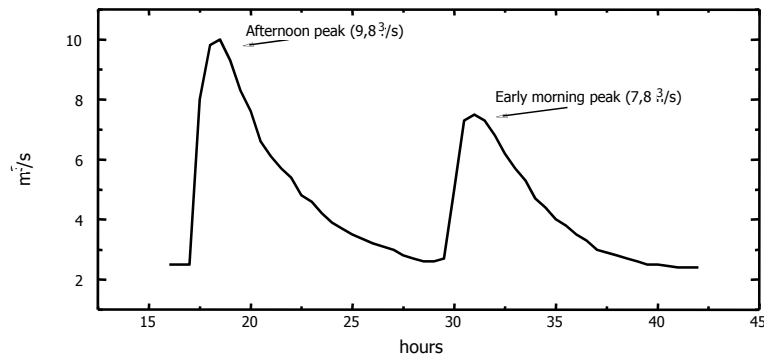
# Denní průběh průtoků – špičkový vodní elektrárny

Czech Republic

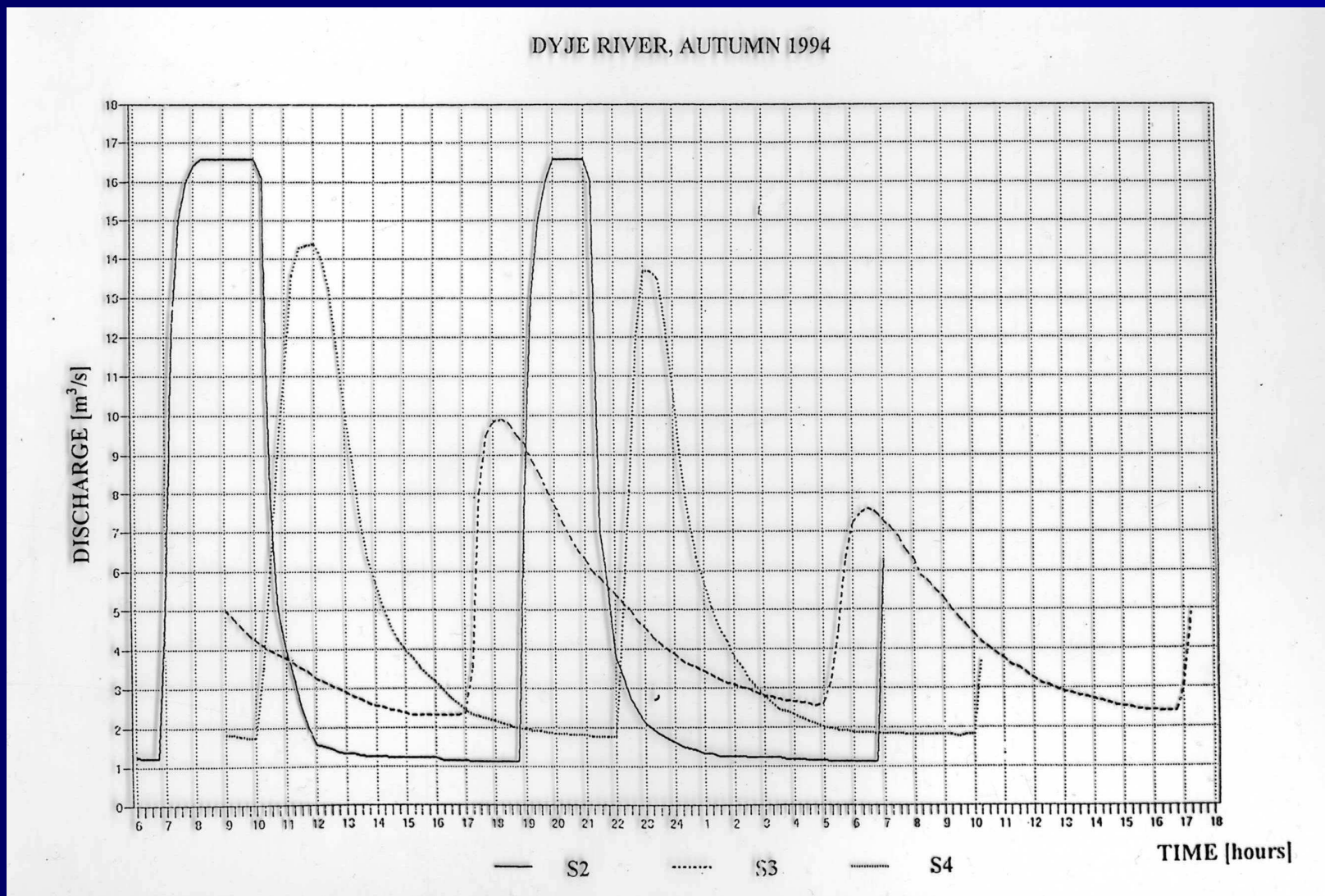


Austria

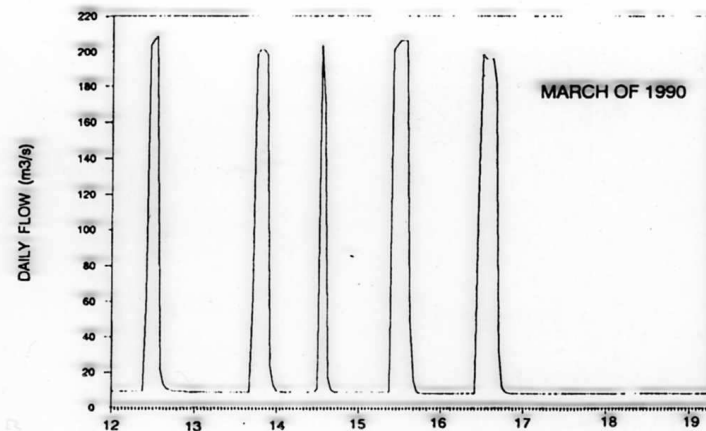
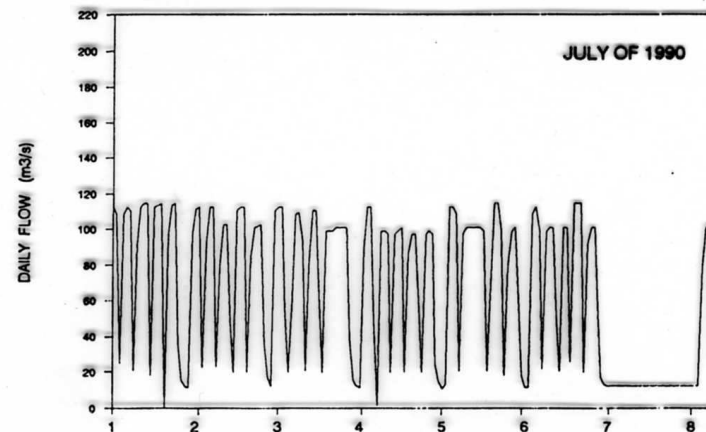
# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny



# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny



# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny



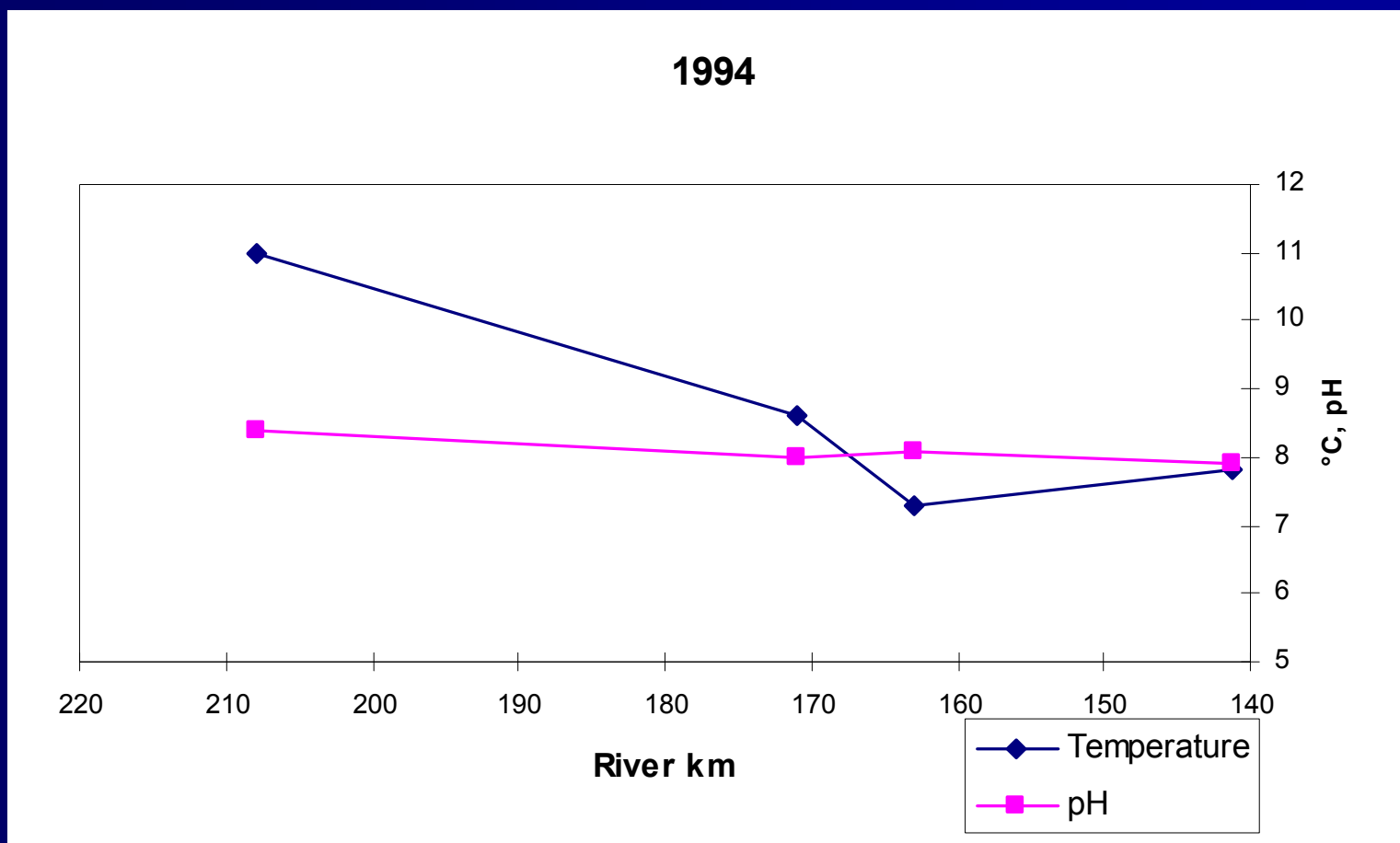
Daily flow pattern over a one-week period at the sampling station (2.5 km below Valparaiso Dam) in March and July 1990. Minimum flows were at night and during weekends

# Denní průběh průtoků – špičkové vodní elektrárny

- Změna hydraulických parametrů – max. a min. průtoky

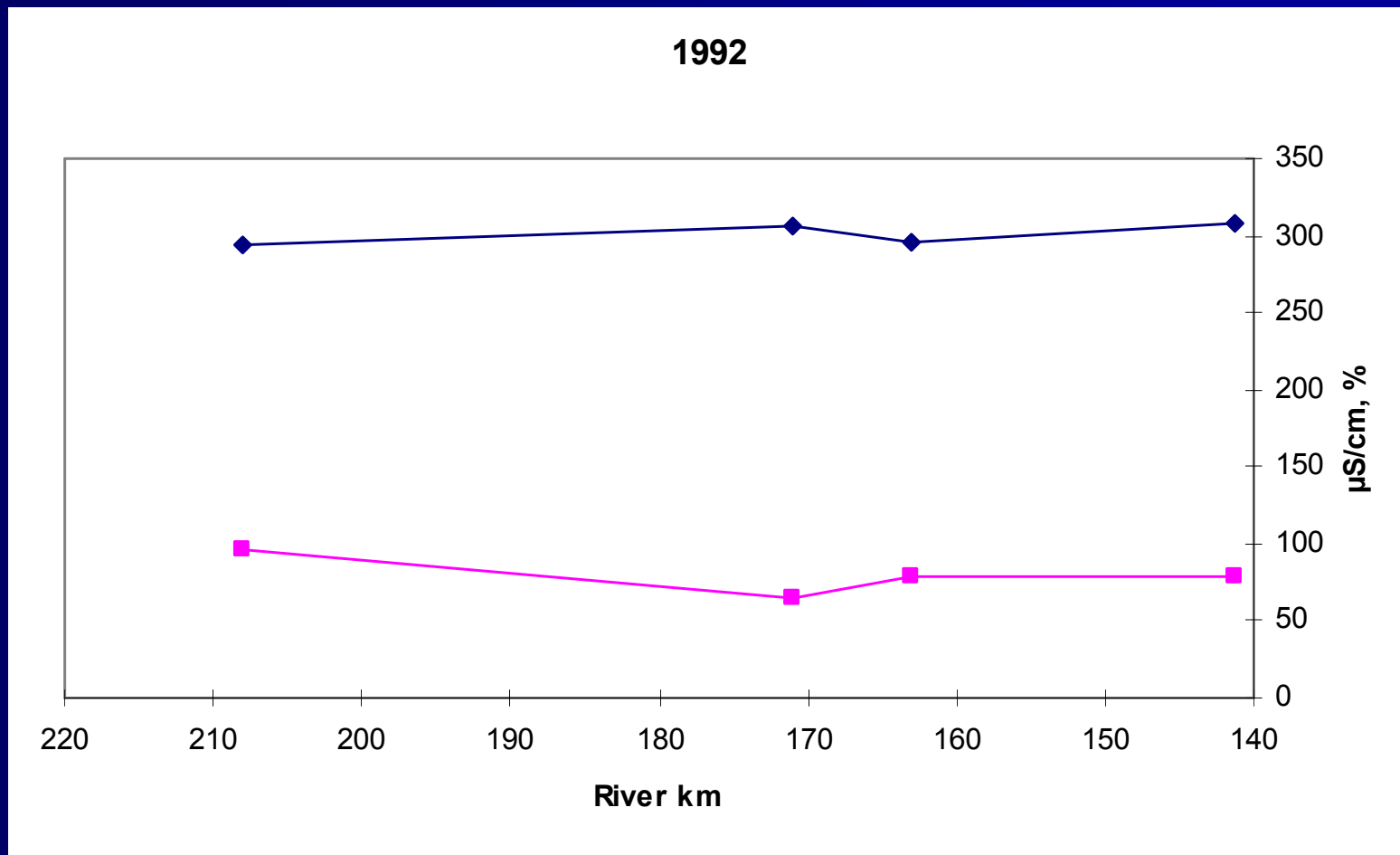
No. of Turbine	Rel. Depth (cm)	Discharge (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Current Velocity (m.s <sup>-1</sup> )	Boundary Reynolds No.	Shear Stress (dyn.cm <sup>-2</sup> )
0	15	1.2	0.3	10.5	413
1	55	16	0.9	21.8	1515
2-3	70	31-46	1.5	34.8	1928

# Změny v teplotě vody a v dalších parametrech

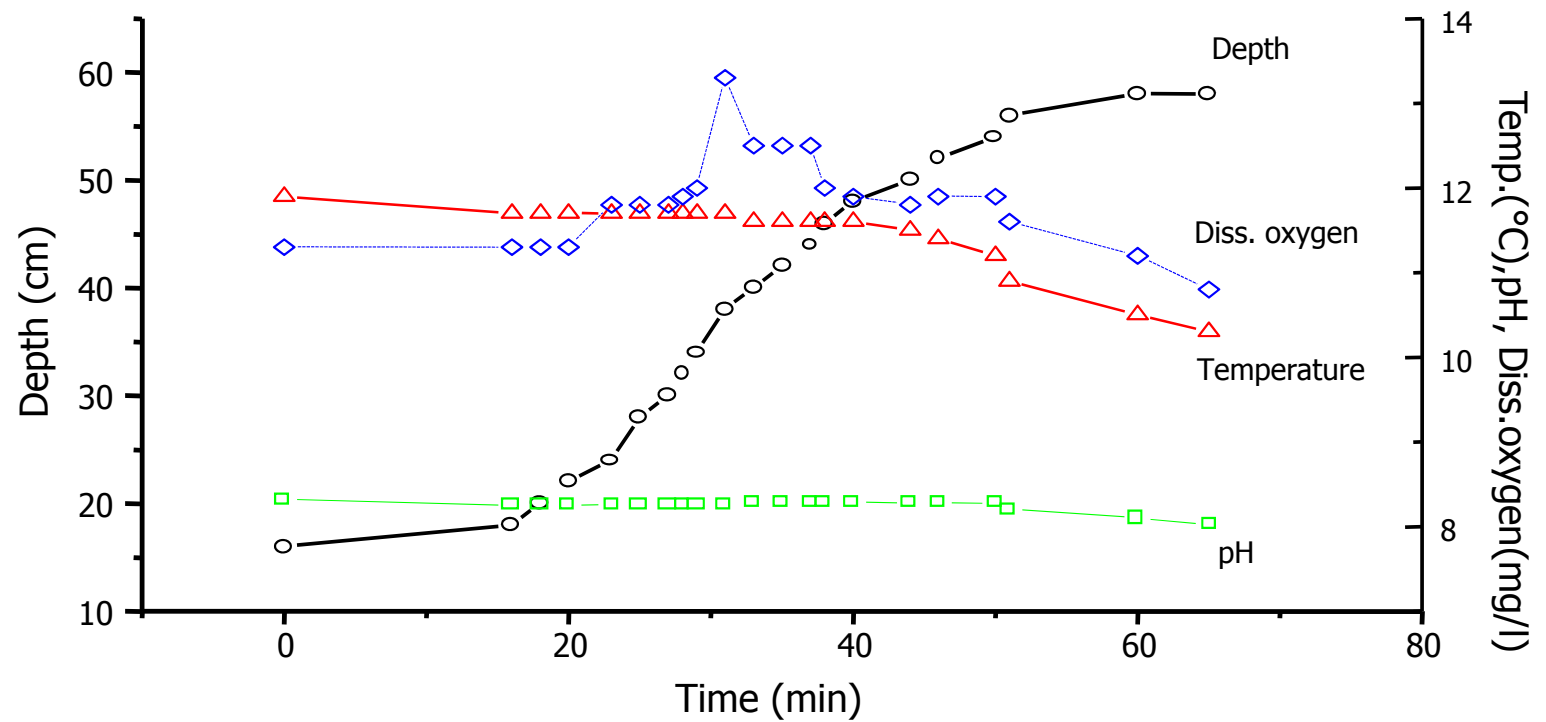




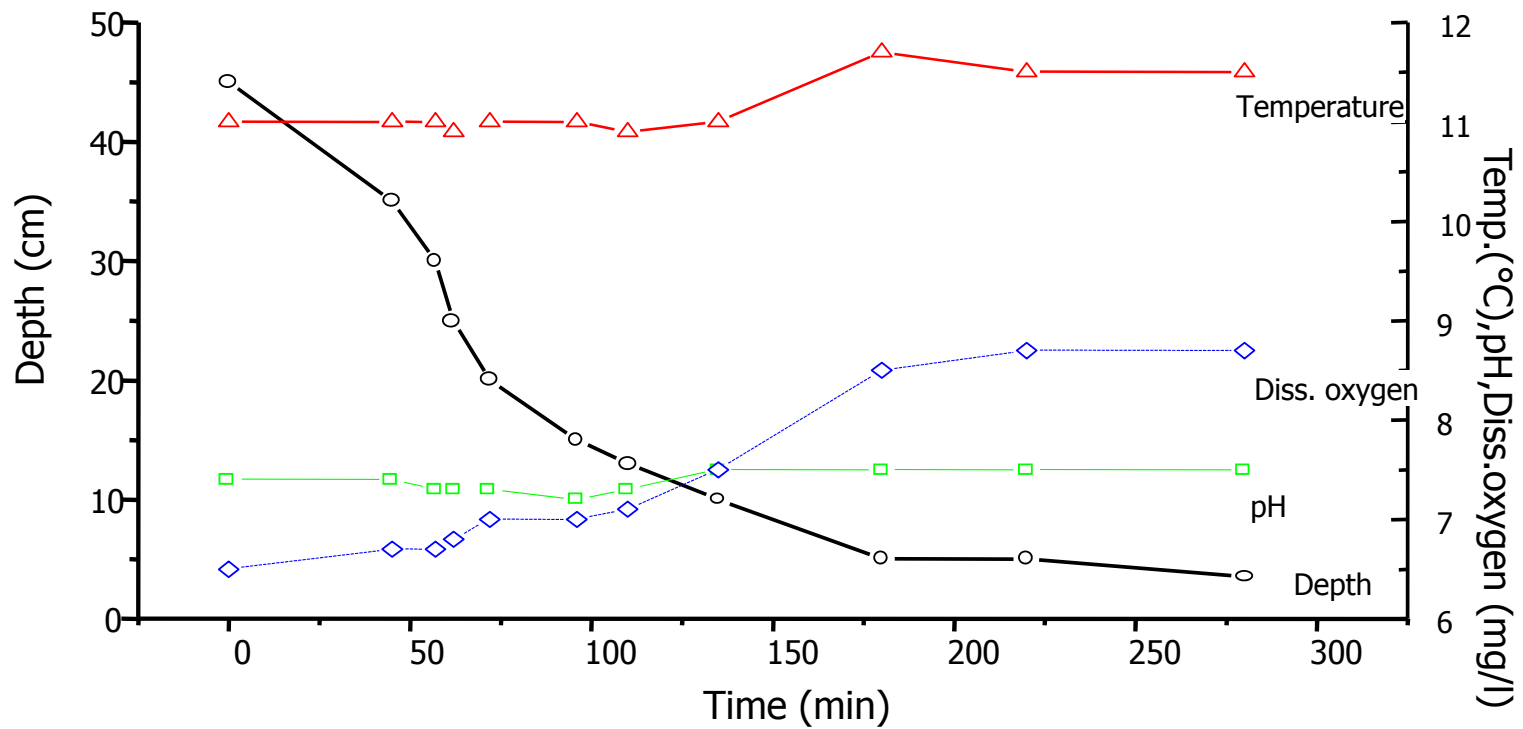
# Změna saturace a vodivosti



# Denní změny teploty a dalších parametrů



# Denní změny teploty a dalších parametrů

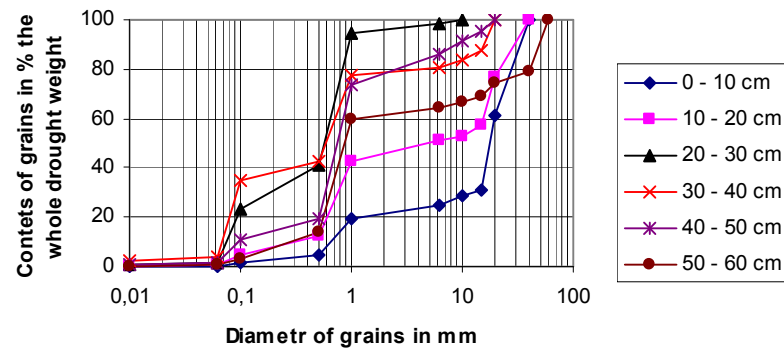


# Změny v dně a na březích

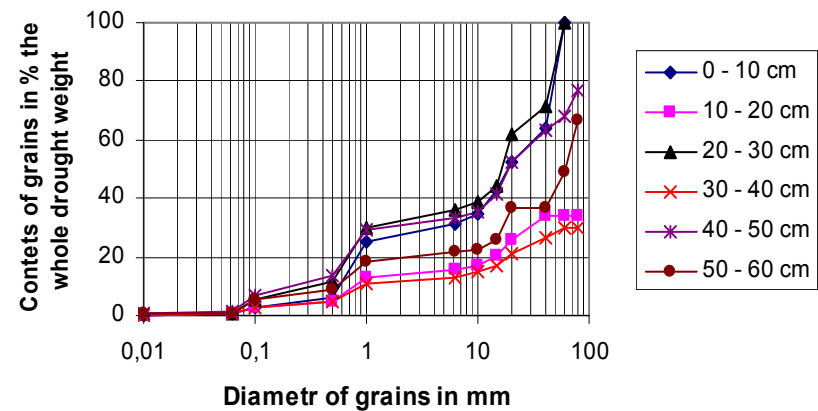
- Rychlý odnos lehkých částic – nic se neukládá, koryto se pořád vyplachuje
- Kolísání saturace – posun anoxické – redoxní zóny k povrchu
  - Důsledek substrát prorostlý inkrustacemi železa a manganu
  - Neprostupnost dna
- Trvalá a masivní eroze břehů

# Změny v granulometrii substrátu

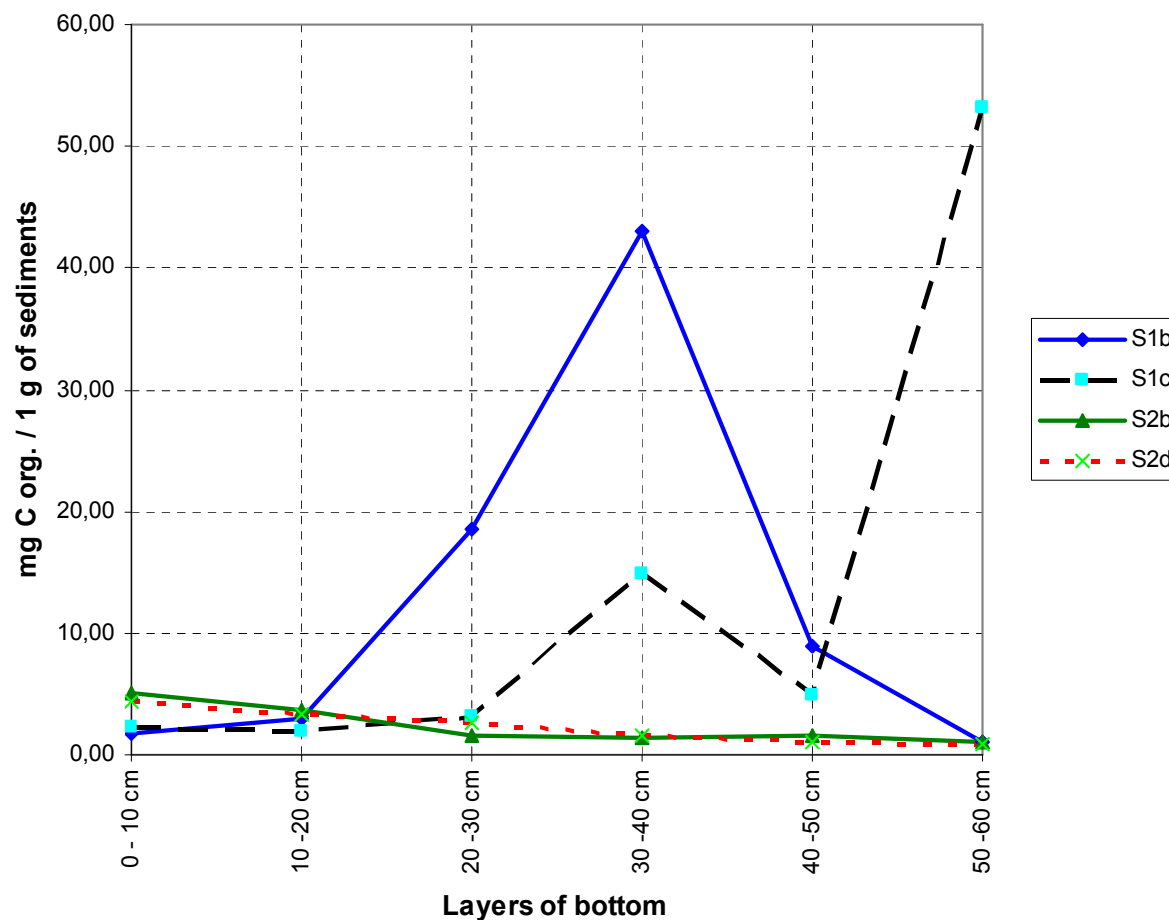
Site S1b



Site S2b



# Změny v organické hmotě v sedimentech





DYH 03/36

FITURA - PRIMAVERA  
CASATI







# Biologické a ekologické důsledky změn hydrologického režimu

- Na úrovni druhů a populací bezobratlých a obratlovců
- Změny společenstev bezobratlých a obratlovců
- „Montanizace“ potamálních úseků
- Přerušení říčního kontinua (River Discontinuity Concept)
- Fragmentace říčních úseků

# Minimální průtoky

- Špičkování – mezi špičkami často až nulové průtoky
- Derivační elektrárny – mlýny s náhony – ovlivněný úsek řeky
- Odběry vod – vodárenské a užitkové
- Manipulace s vodospodářskými soustavami např. napouštění rybníků

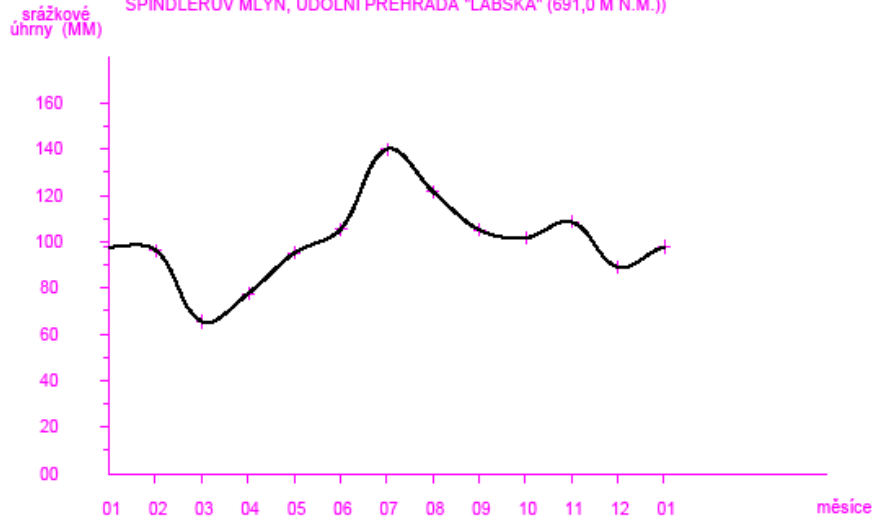
# Definice minimálního průtoku MQ

- MQ je bilanční hodnota, která má charakter přednostně zabezpečeného nároku na vodní zdroj; respektuje zachování podmínek pro biologickou rovnováhu v toku a v jeho nejbližším okolí a umožňuje obecné užívání vody, které nevyžaduje povolení vodohospodářských orgánů. (SVP ČR)

# Bernhard Statzner 1990

- Základem posouzení musí být morfologie dna.
- Čím větší byly technické úpravy v korytě řeky, o to musí být nadlepšen zbytkový průtok (Resrabfluss).
- Pro bezobratlé je hloubka méně kritickou proměnnou než pro ryby, kde je třeba respektovat také určité proudění.
- Zbytkový průtok by měl být “přírodě blízký”, včetně příslušného složení a distribuce celkové fauny dna nebo významných druhů.
- Zbytkový průtok musí vyhovovat rybám i kořisti.
- Průtokové podmínky vyhovující chráněným druhům se musí preferovat před ostatními.
- MQEKOL se musí stanovovat případ od případu.

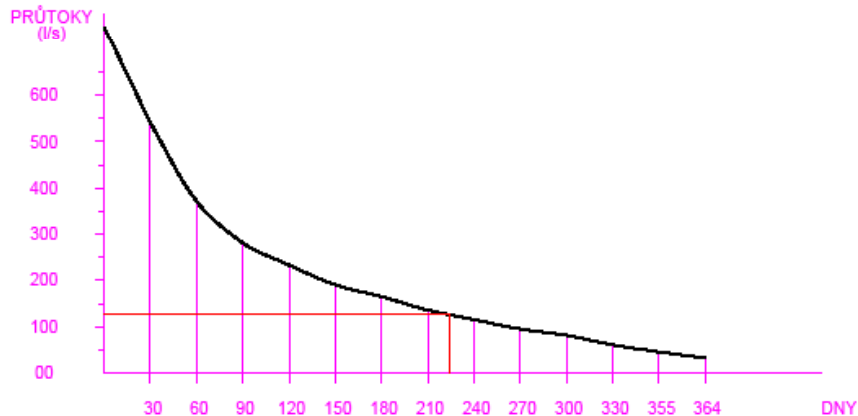
SRÁŽKOVÉ PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ ÚHRNY ZA DOBU 50-TI LET  
(UDAJE PŘEVZATY Z CHMÚ PRO SRÁŽKOMĚRNOU STANICI  
SPINDLERŮV MLÝN, ÚDOLNÍ PŘEHRADA "LABSKÁ" (691,0 M N.M.))



PROCENTUÁLNÍ VYJÁDRĚNÍ SRÁŽKOVÝCH PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH ÚHRNŮ ZA DOBU 50-TI LET  
(UDAJE PŘEVZATY Z CHMÚ PRO SRÁŽKOMĚRNOU STANICI SPINDLERŮV MLÝN, ÚDOLNÍ PŘEHRA-  
DA "LABSKÁ" (691,0 M N.M.))

měsíce	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
%	7,98	7,72	5,20	6,54	7,98	8,82	11,75	10,16	8,82	8,56	8,72	7,47

SOUČTOVÁ ČÁRA M-DENNÍCH PRŮTOKŮ PRO TOK ČISTÁ (150,0 M POD ÚSTÍM SRNČÍHO  
POTOKA), PŘEVZATO Z DAT CHMÚ ZE DNE 19.9.2012



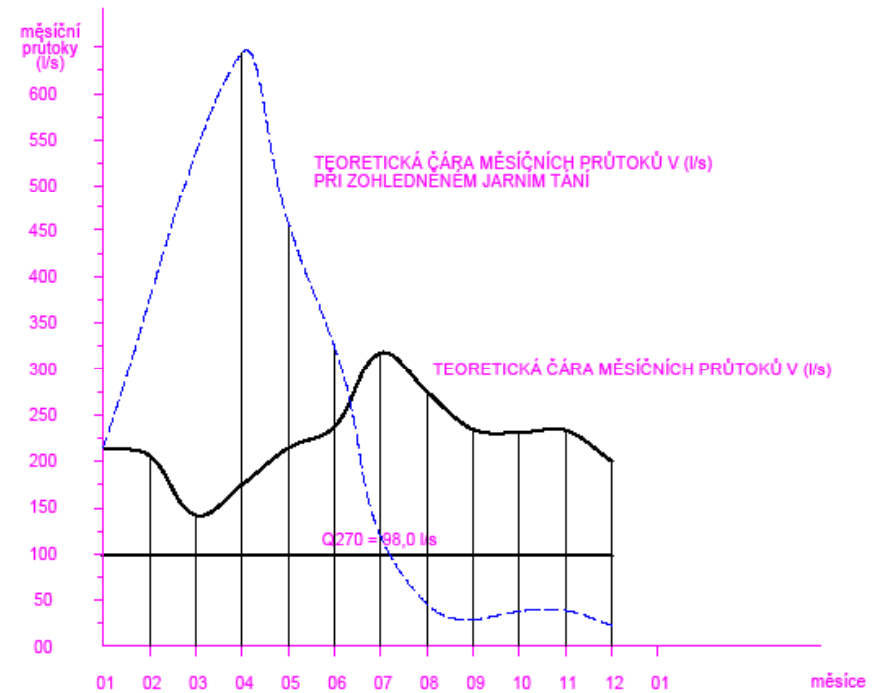
KUMULATIVNÍ SOUČET DLE SOUČTOVÉ ČÁRY M-DENNÍCH PRŮTOKŮ

dny	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
mil.m3/měs.	1,864	2,839	3,682	4,366	4,919	5,381	5,771	6,100	6,377	6,608	6,793	6,935	7,044

VODNÍM TOKEM ČISTÁ PROTEČE ZA ROK 7,044 MIL. M3 VODY

VYJÁDRĚNÍ PRŮTOKŮ V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH (l/s), ROZDĚLENÍ DLE % MĚS.SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ

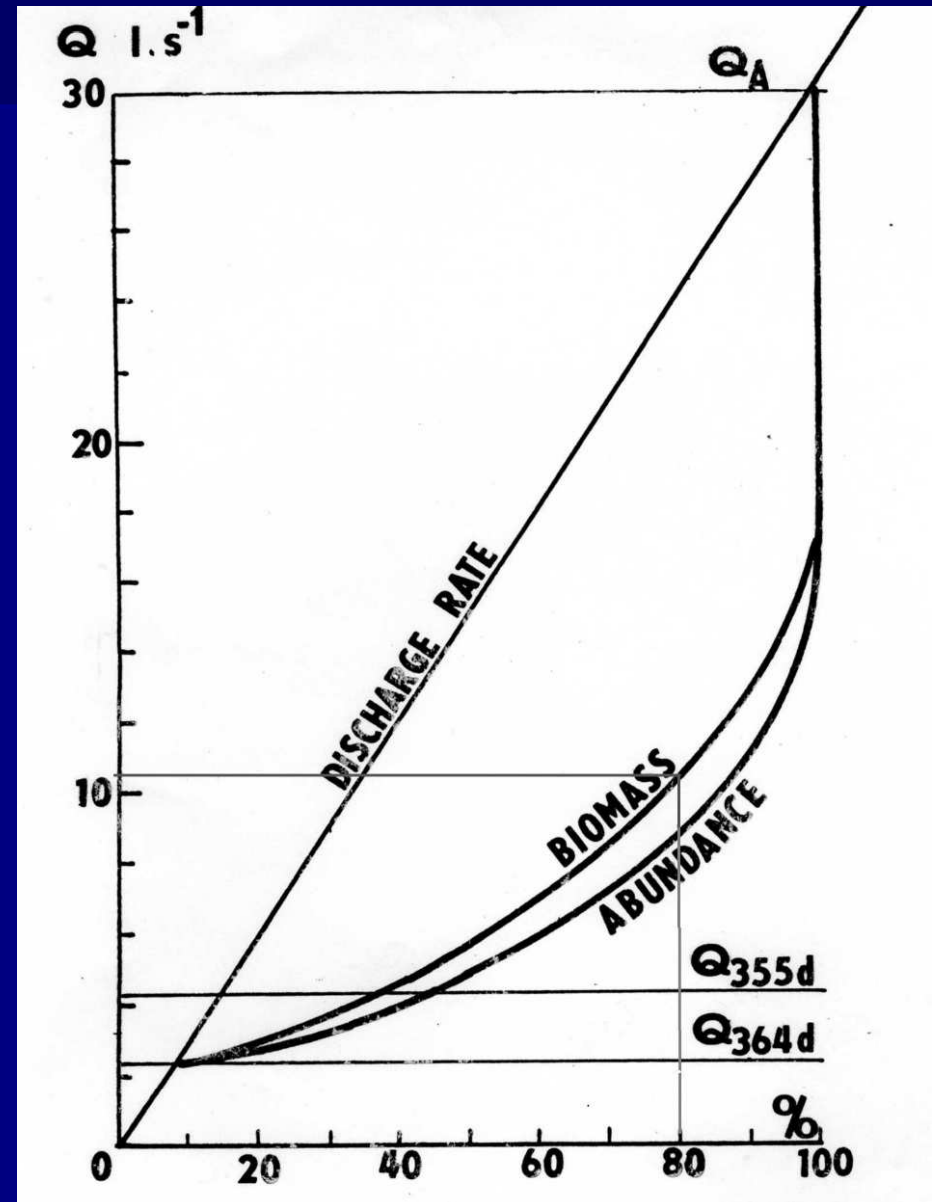
měsíce	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
%	7,98	7,72	5,20	6,54	7,98	8,82	11,75	10,16	8,82	8,56	8,72	7,47
l/s	215,0	208,0	140,1	176,2	215,0	237,7	316,6	273,8	237,7	230,7	235,0	201,3



PŘÍLOHA Č.1. SRÁŽKOVÉ A PRŮTOKOVÉ ČÁRY  
VYPRACOVAL: ING.ALEŠ KREISL  
VE VRCHLABÍ 01/2013

# Metoda Kubíček & Zelinka

- Dle m-denních průtoků
- $Q_{330} - 300$  ekologicky únosný průtok dle kvantitativních dat – zachováno 80% abundance a biomasy



# Doporučovaná MQ v korytě

- **QM dní za N let:** Stalnaker 1979, Bovee 1982 - hodnota minimálního průtoku  $Q_{7dní}$  za 10 roků je definovaná jako skrytá zásoba vody, která poteče během  $M(7)$  za sebou jdoucích dní a bude podkročena 1x za  $N(10)$ let.
- **$MQ_{EKOL}$ :** Statzner 1990
- **$Q_{MF}$ :** minimum flows (Gordon et al. 1992) je průtok potřebný pro volný pohyb ryb, k zajištění dostatečných skryší, má přijatelnou teplotu, obsah kyslíku a úměrnou salinitu

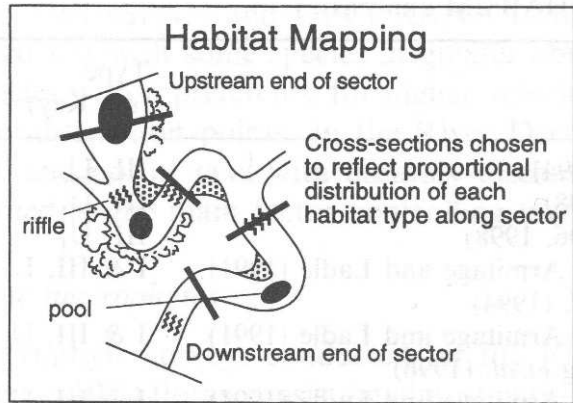


# Doporučovaná MQ v korytě

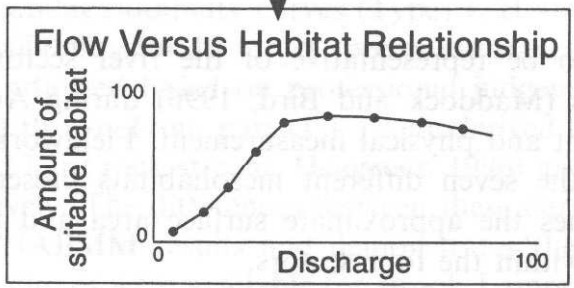
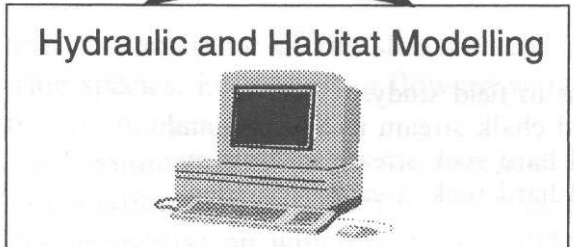
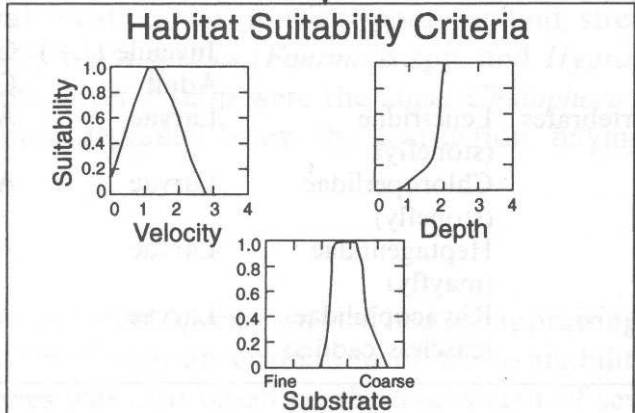
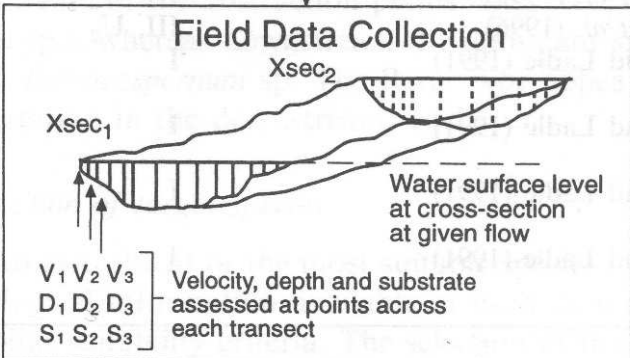
- $Q_{364} - Q_{355}$  : Vodohospodářská praxe, Metodika pro úpravu toků (revitalizace)
- $Q_{364} - Q_{355} - Q_{330}$ : Odpovídá %Q 8 - 14 - 22 % (Kubíček a kol. 1991)
- $Q_{347}$ : N=10, přirozené toky bez ovlivňování (Swiss, Germany - Schädler 1988)
- $Q_A$ : 10-30% → 60-100% (krátkodobé přežití až optimum pro ryby a bezobratlé - Leonard et al.1986, Tennant 1976 metoda Montana)
- $Q_{300}-Q_{330}$ : Poupě 1991, pro ryby
- $Q_{210}-Q_{270}$ : Mužík 1993, pro ryby
- $Q_{180}$ : Správa CHKO Jeseníky, pro lososovité a mihule
- $MQ_{\text{biol}}$ : Zelinka 1983
- $MQ_{\text{EKO}}$ : Horváthová & Škoda 1994 (0,65 - 0.75  $Q_{364}$ )

# Doporučovaná MQ v korytě

průtok $Q_{355d}$	zůstatkový průtok
$< 0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{330d}$
$0,05 - 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$(Q_{330d} \pm Q_{355d}) \cdot 0,5$
$0,5 - 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{355d}$
$> 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$(Q_{355d} \pm Q_{364d}) \cdot 0,5$



- ### Selection of Suitable Target Species/Life Stages
- a) Is the species indigenous to and characteristic of the study reach?
  - b) Is the species an obligate riverine species, sensitive to flow changes?
  - c) Is the species of conservation, recreational or commercial angling importance?
  - d) What existing Habitat Suitability information is available?



# Hodnoty Q - řeka Svratka

Svratka	Dalečín	N=25
$Q_A$	$3,966 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	100%
$Q_{355}$	$0,480 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	12,1%
$Q_{330}$	$0,520 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	13,1%
$Q_{120}$		50%

Svrtaka	VN Vír	N=35
$Q_A$	$4,100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	100%
$Q_{355}$	$2,030 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	49,5%
$Q_{330}$	$2,067 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	50,4%

# Hodnoty Q - řeka Dyje

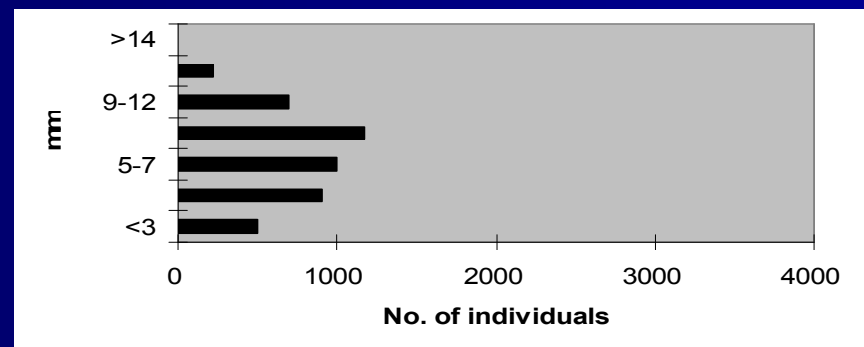
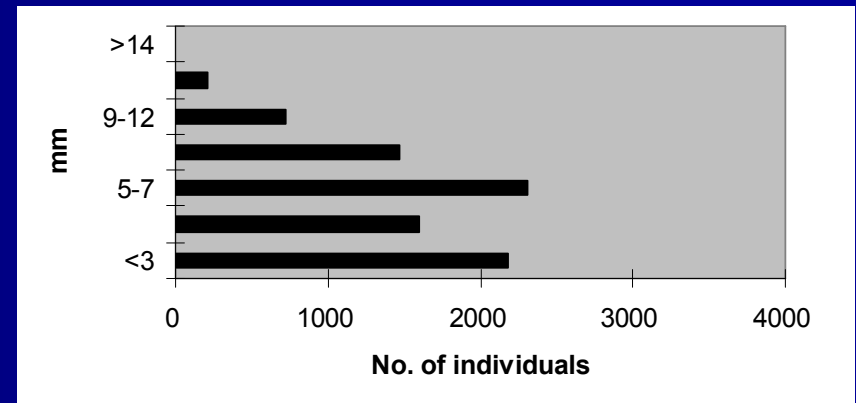
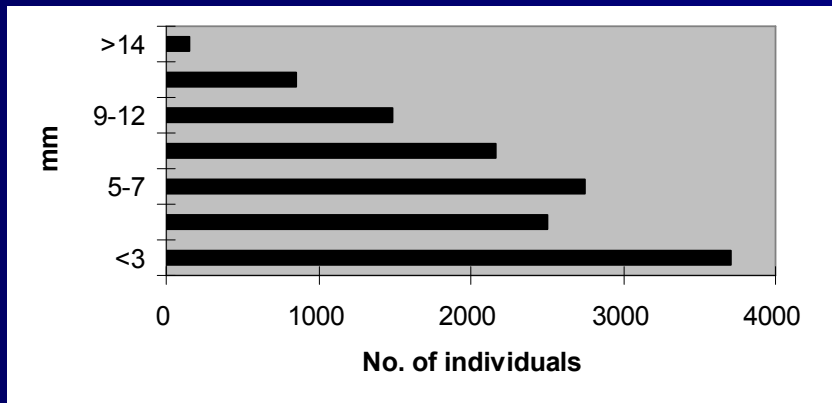
<b>Dyje</b>	<b>Podhradí</b>	<b>N=5</b>
$Q_A$	$4,793 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	100%
$Q_{364}$	$0,747 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	15,6%
$Q_{355}$	$0,977 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	20,4%
$Q_{300}$	$1,299 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	27,1%
$\sim Q_{250}$		50%

<b>Dyje</b>	<b>Hamry</b>	<b>N =5</b>
$Q_A$	$5,136 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	100%
$Q_{364}$	$2,050 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$\sim 40\%$
$Q_{355}$	$2,684 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	52,2%
$Q_{330}$	$2,984 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	58,1%

# Vliv změn hydrologie a fyz.-chem. parametrů

## ■ Populace a druhová úroveň



# Taxony jen nad přehradou Vranov

- *Plumatella repens*
- *Unio crassus*
- *Unio pictorum*
- Lymneidae
- *Potamantus luteus*
- *Ephoron virgo*
- *Apelocheirus aestivalis*
- *Cyrnus trimaculatus*
- *Neureclipsis bimaculata*
- *Lype phaeopa*
- *Arthripsodes cinereus*
- *A. albifrons*
- *Mystacides nigra*
- *Ceraclea dissimilis*

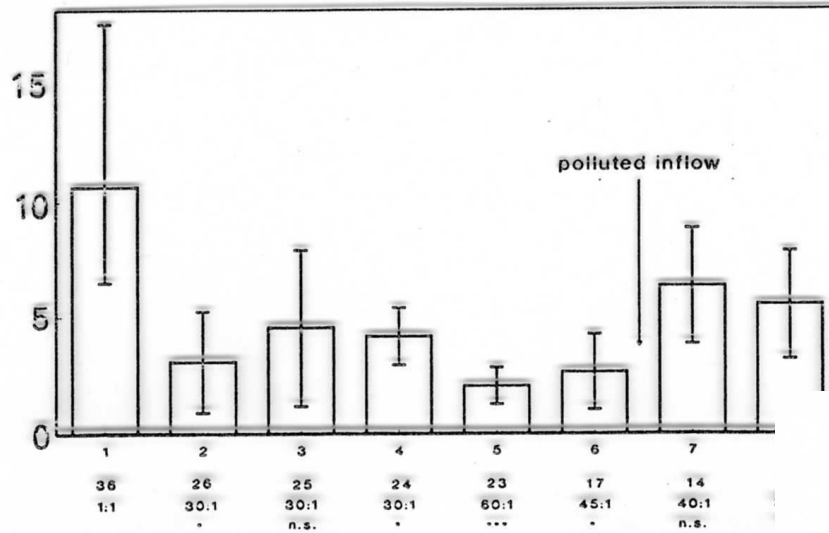
# Taxony jen pod přehradou Vranov

- *Dugesia gonocephala*
- *Polycelis nigra*
- *Perlodes microcephala*
- *Isoperla grammatica*
- *Isoperla obscura*
- *Perla burmeisteriana*
- *Leuctra fusca*
- *Leuctra albida*
- *Gammarus roeseli*
- *Agapetus* sp.
- *Oligoplectrum maculatum*
- *Limnephilus* sp.
- *Potamyphylax latipes*
- *Chaetopteryx* sp.
- *Sericostoma* sp.

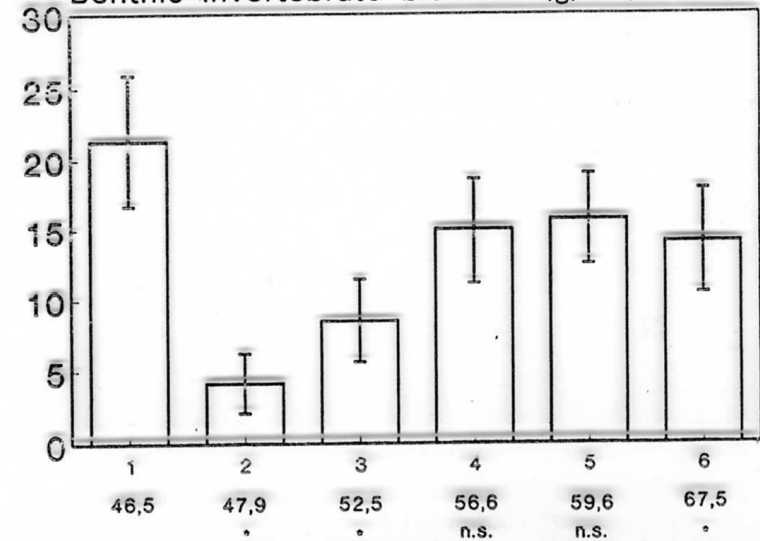


# Biomasa a produktivita

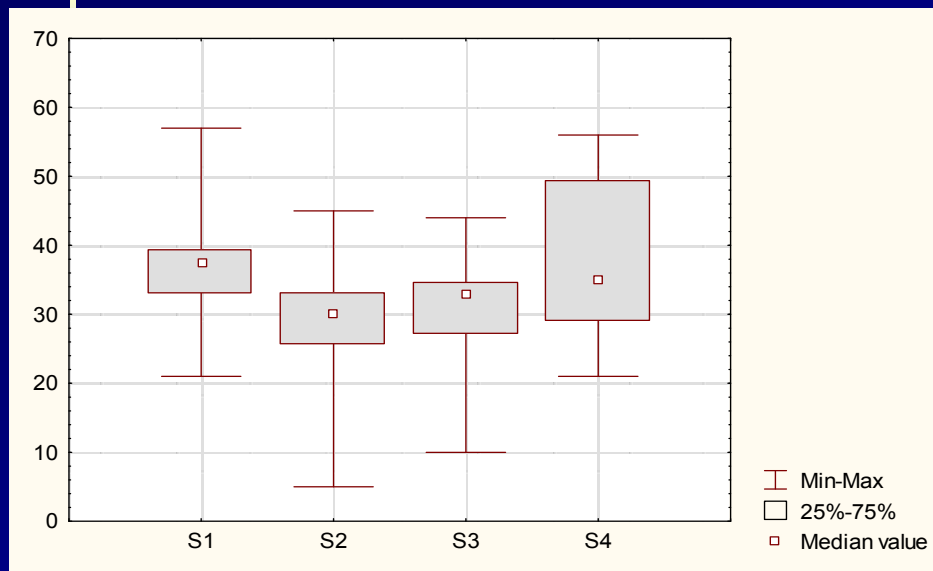
Benthic invertebrate biomass (g/m<sup>2</sup>)-Bregenzerach



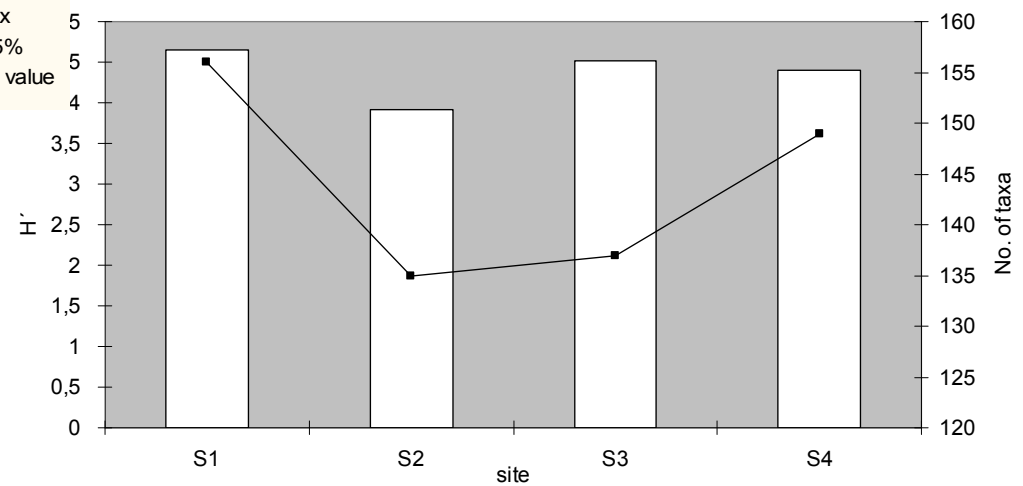
Benthic invertebrate biomass (g/m<sup>2</sup>) - Drau



# Reakce společenstva vodních bezobratlých

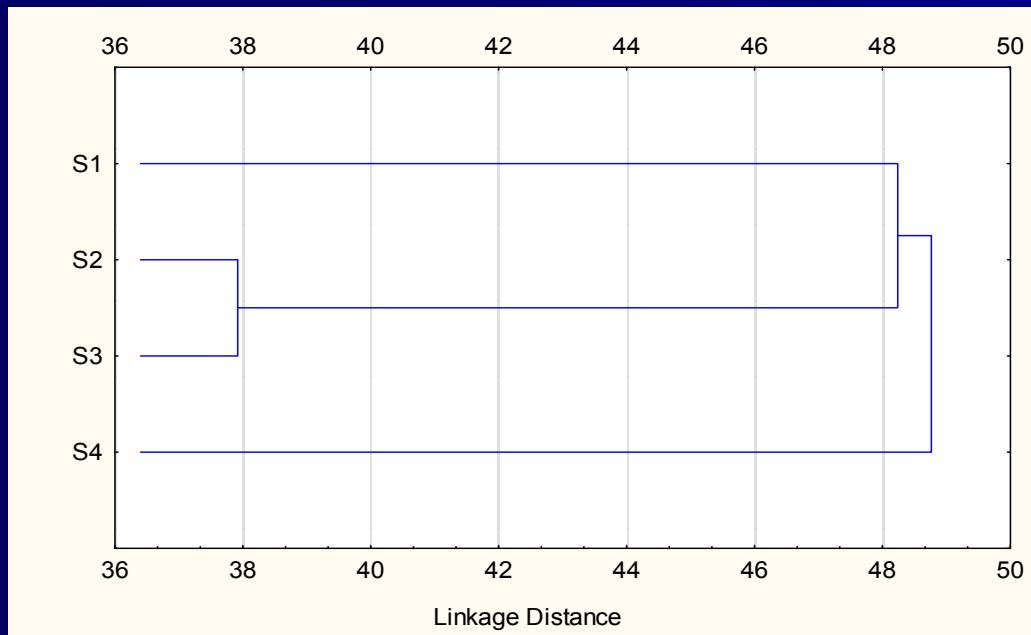


## Počet taxonů – druhová bohatost



## Druhová rozmanitost

# Jak dlouhý úsek je ovlivněn



**Na Dyji až do vzdálenosti 32 km po proudu pod přehradou Vranov**

Sampling sites	Value of t- test	P
S1 - S2	2.33	0.04
S2 - S3	- 0.62	0.55
S3 - S4	- 2.24	0.04
S1 - S4	- 0.24	0.82

## Jezové a jezové zdrže

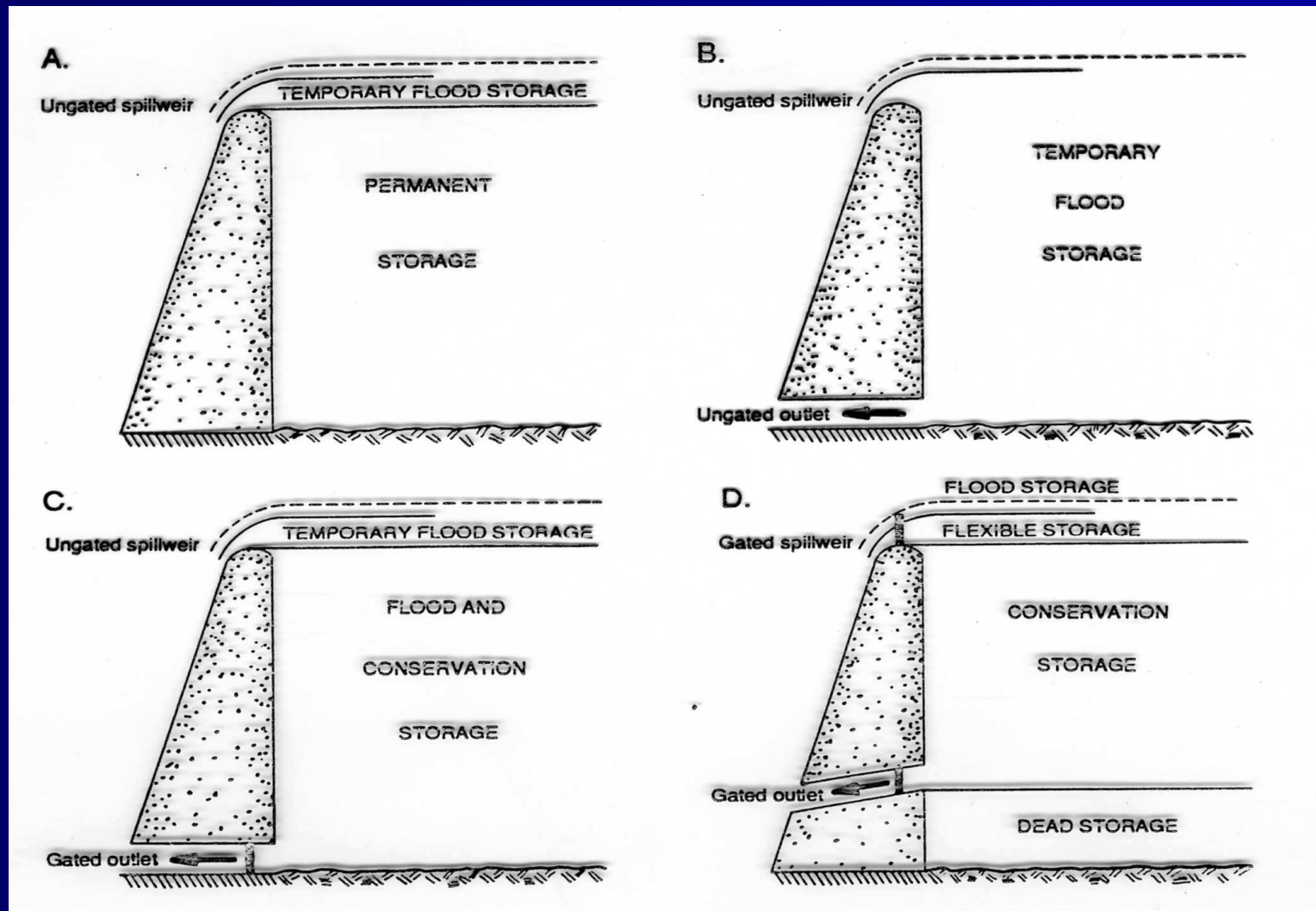


Potamalizace toku



1. Stabilizace koryta toku
2. Energetické využití (náhony na MVE, mlýny...)
3. Splavnění řek (plavební komory)
4. Odběry a převody vody (závlahy, převod mezi povodím)

# Ostatní typy příčných přehrazenin - jezů



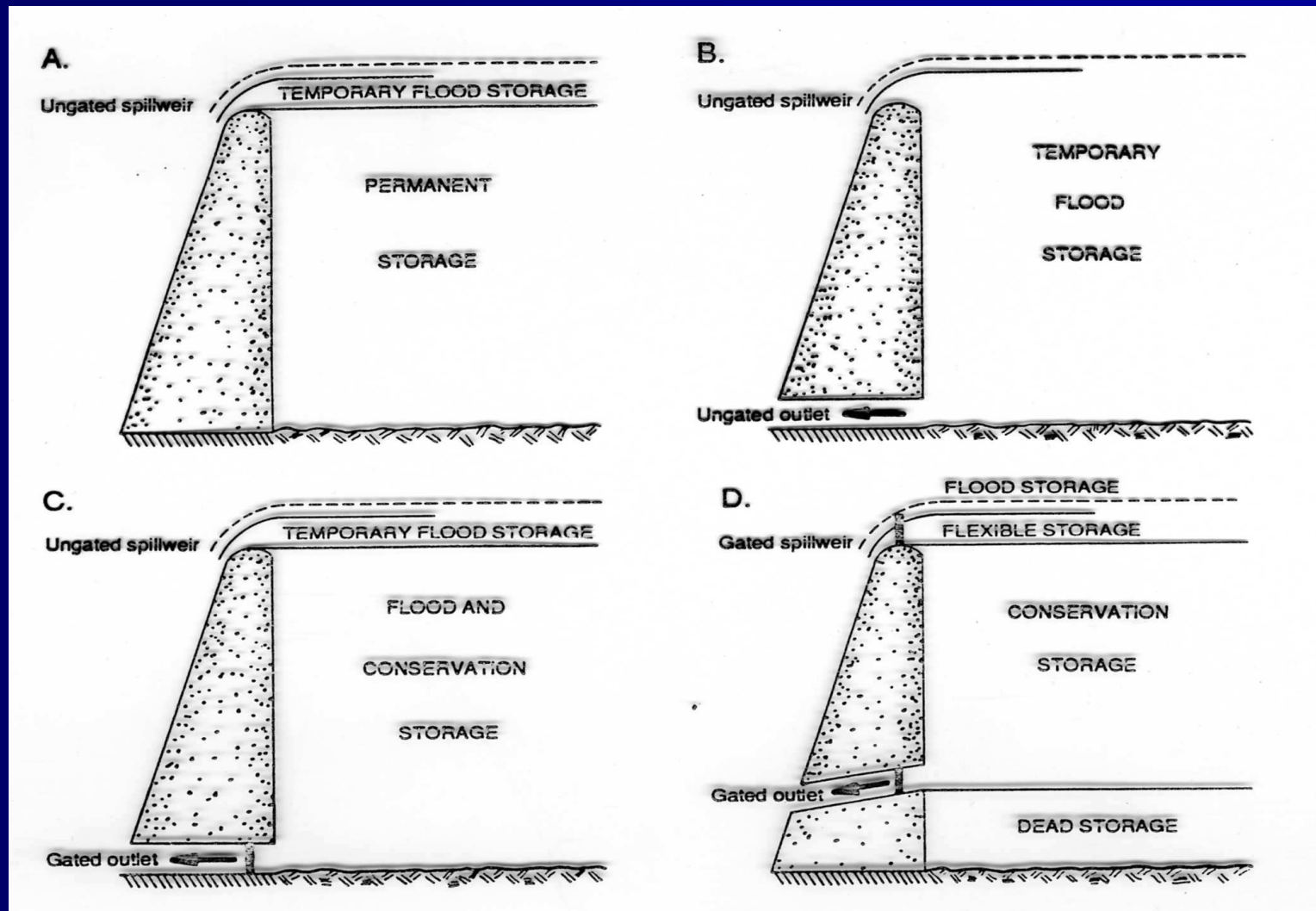


## Hrazení bystřin

Příčné hrázky na toku slouží především k zachycení splavenin

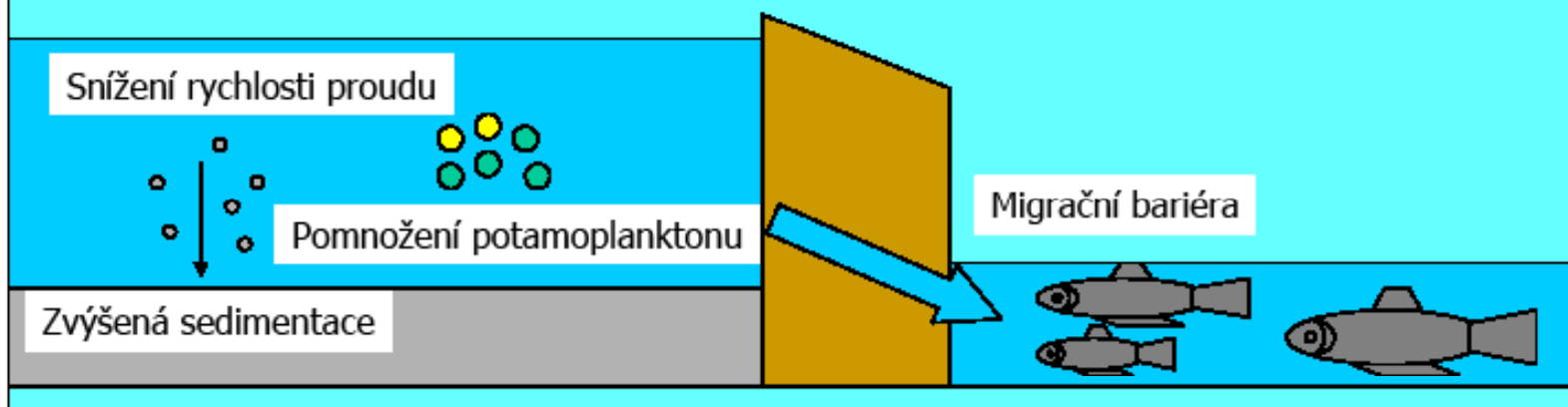


# Ostatní typy příčných přehrazenin - jezů





## Vlivy jezů a jezových zdrží na biocenózu toku



# Základní vlastnosti a vlivy

## ■ Vznik nádrže

– pohyb splavenin

■ Airyho rovnice

$$G = B \cdot v^6$$

G – hmotnost částice, B  
– součinitel koef. tření,  
hustoty vody a částic, v  
– rychlost proudění

kritická rychlost vody $v \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	druh usazenin	průměr zrna mm
0,2	jemný písek	0,05 - 0,1
0,3	hlinito-písčité zemina	0,002
0,3 - 0,5	hrubý písek	2 - 7
0,6	drobný štěrk	7 - 15
1,0 - 1,4	hrubý štěrk	30 - 70
1,7	balvany, kameny	70 - 500

# Základní vlastnosti a vlivy

## ■ Nádrž

- Vznik nového prostředí – stojaté vody
  - usazené sedimenty – rozkladné procesy – odnímaní rozpuštěného kyslíku
  - větší plocha hladiny – teoreticky větší možnost rozpouštění kyslíku přes fázové rozhraní
- Vlastní přepad vodního paprsku přes korunu jezu nebo vývar spodní výpusti

# Základní vlastnosti a vlivy

- Důležitá veličina – konstanta reareace  $K_2$ , která je měřítkem reareačních schopností toku a je závislá na teplotě, turbulenci vody, ploše hladiny atd.
- Nahrazuje se:

$$K_2 = \frac{r_o}{H}$$

Rovnice pro  
atmosférickou  
aeraci

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{dc}{dt}$$

$$H \frac{dc}{dt} = r_o D$$

**Součin udává množství kyslíku v g, které projde za 1 den přes plochu 1 m<sup>2</sup>. Hodnota je přímo úměrná kyslíkovému deficitu pod hladinou; čím deficit větší tím se voda rychleji dosycuje.**

# Základní vlastnosti a vlivy

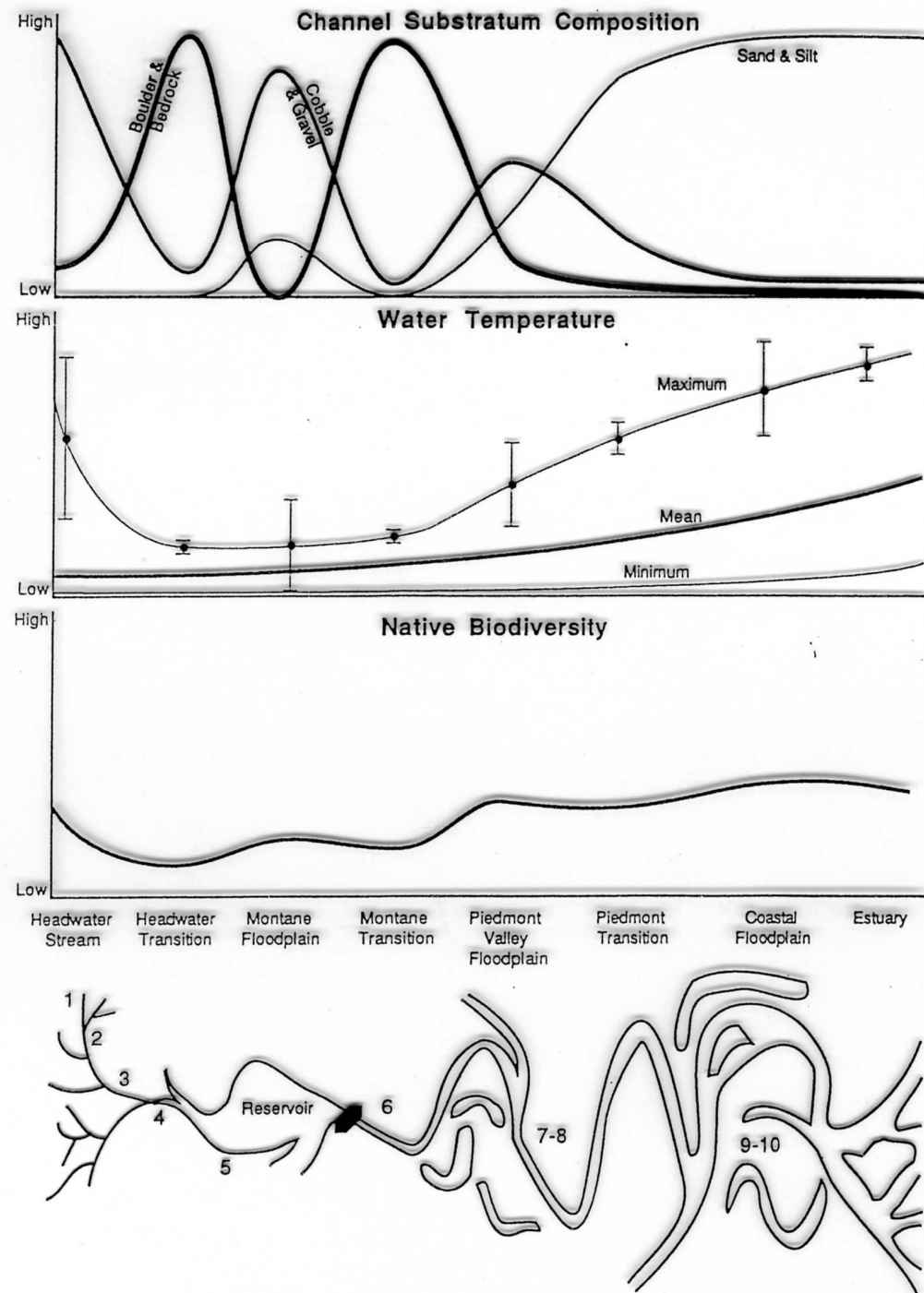
typ vody	$r_o$	$\frac{r_o c_s}{100}$
bystřiny, vodopády	5,3 m.d <sup>-1</sup>	0,48
rychle tekoucí vody	1,7	0,15
velké řeky	1,1	0,10
pomalou tekoucí vody	0,78	0,07
velká jezera	0,55	0,05
malé rybníky	0,17	0,015

Hodnot součinu  $r_o c_s/100$  použijeme tehdy, vycházíme-li při odhadu povrchové aerace nikoliv z absolutních hodnot kyslíkového deficitu  $D$ , ale z hodnot relativního kyslíkového deficitu, vztaženého k hodnotě maximálního nasycení vody kyslíkem  $D_{(\%)}$ , vyjádřeného v procentech.

# Základní vlastnosti a vlivy

- V nádrži nad jezem může vzniknout anoxická nebo anaerobní zóna – v zásadě neznámý jev pro tekoucí vody
- Na přepadu – ve vývaru překotné sycení vodou plyny ze vzduchu ( $O_2$  a také  $N_2$ )
- Vznik mikrobublinek plynů
  - efekt tzv. bubble disease - nekrózy na žábrách ryb a bezobratlých = snížení fitness a produkce

# Přerušení říčního kontinua



# Přerušeni říčního kontinua

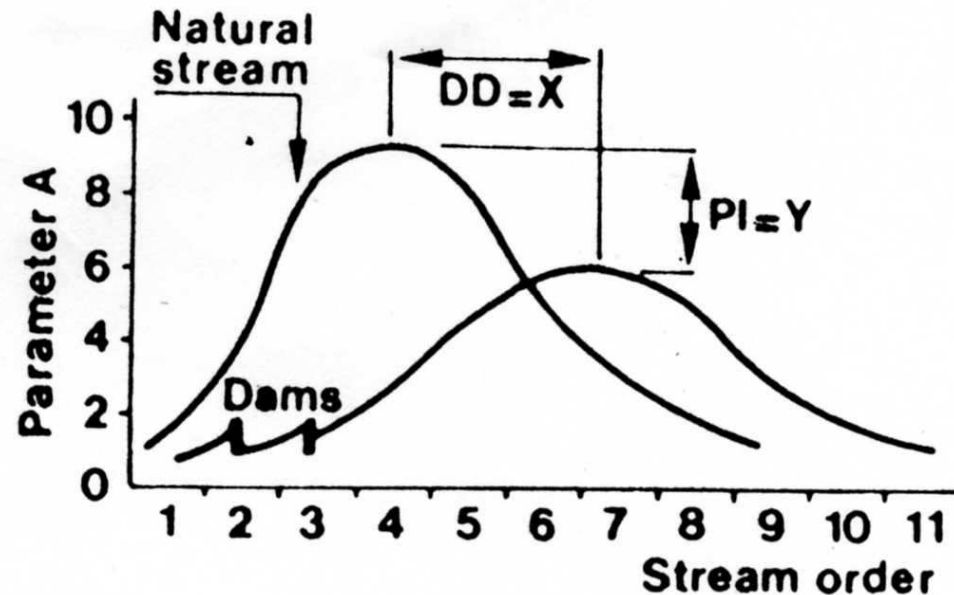
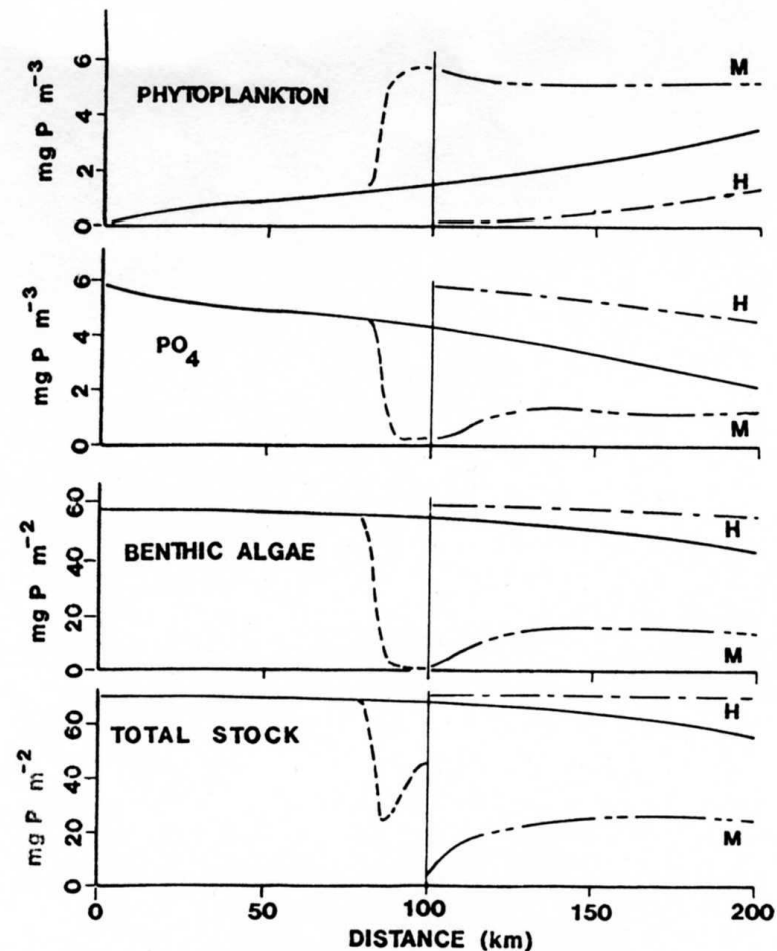


FIGURE 9. The serial discontinuity concept: influence of an impoundment on ecological parameters in a river system. Discontinuity distance (DD) is the downstream or upstream shift of a parameter (e.g., primary production) a given distance (X) due to stream regulation. PI is a measure of the difference in the parameter intensity attributed to stream regulation. (From Ward, J. V. and Stanford, J. A., in *Dynamics of Lotic Ecosystems*, Fontaine, T. D. and Bartell, S. M., Eds., Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI, 1983, 29. With permission.)



# Přerušení říčního kontinua

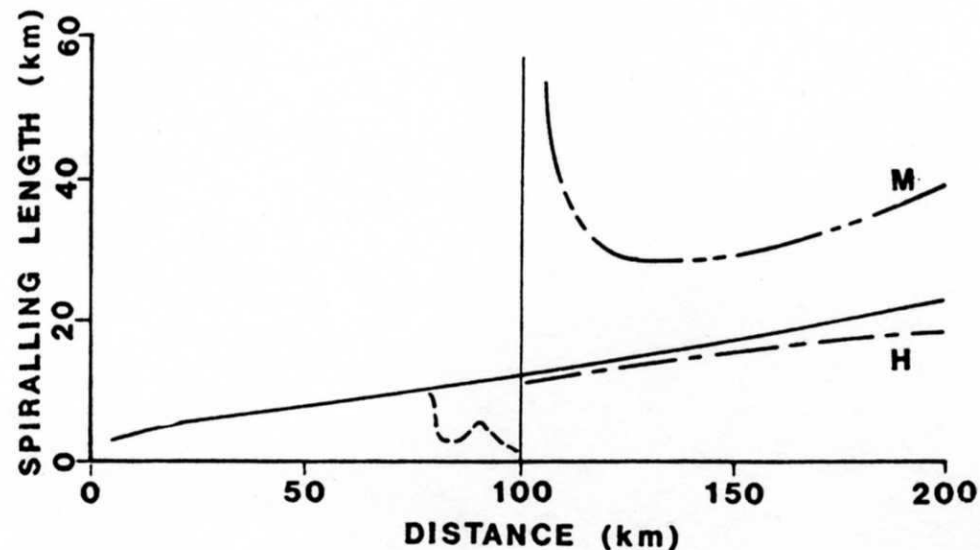
Rozdíly mezi odtokem z epilimnia resp. nestratifikované nádrže a z hypolimnia



Steady state model solutions for effect of placing a reservoir on the fast river. Solid lines represent the original solution for the free flowing river. The reservoir starts at 78 km with the dam at 100 km. Two cases of downstream effects are represented as: M -- discharge from vertically mixed reservoir; H -- hypolimnetic discharge from a stratified reservoir.

# Přerušení říčního kontinua

- Změny ve spirálním koloběhu látek



Effect of reservoir on spiralling length. See Figure 7 legend for explanation.

# Přerušení říčního kontinua

Změny v poměru CPOM/FPOM

Vliv na potravní skupiny bezobratlých

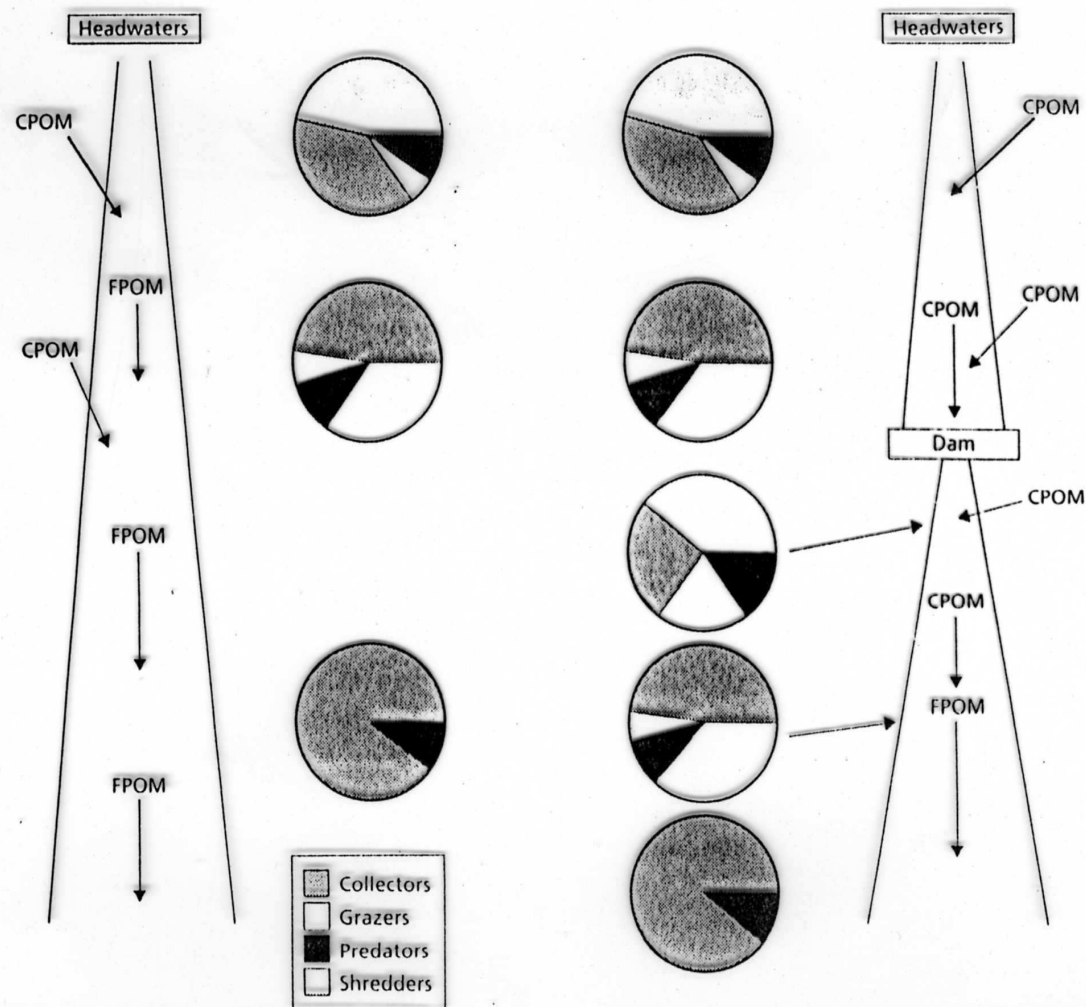
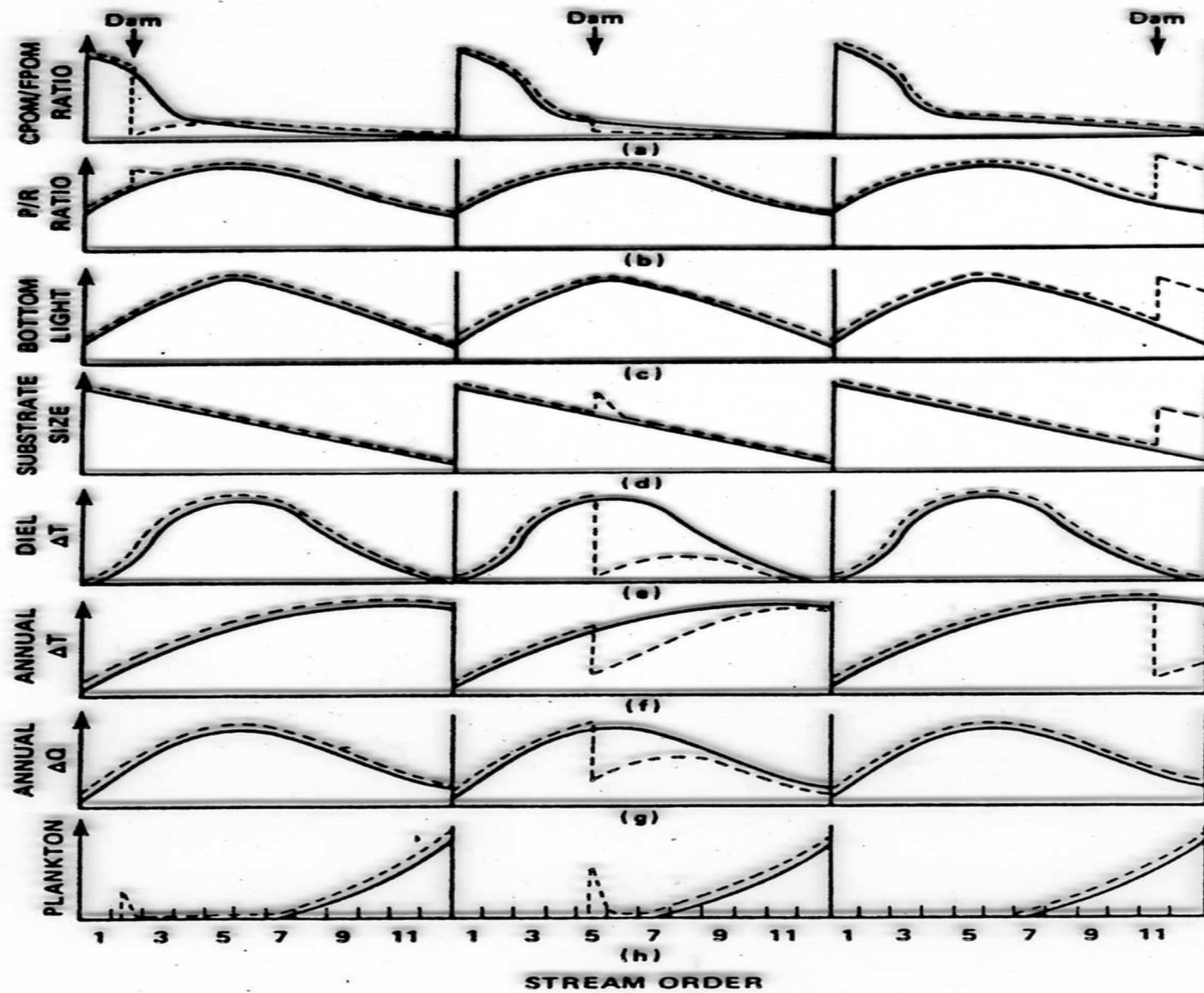
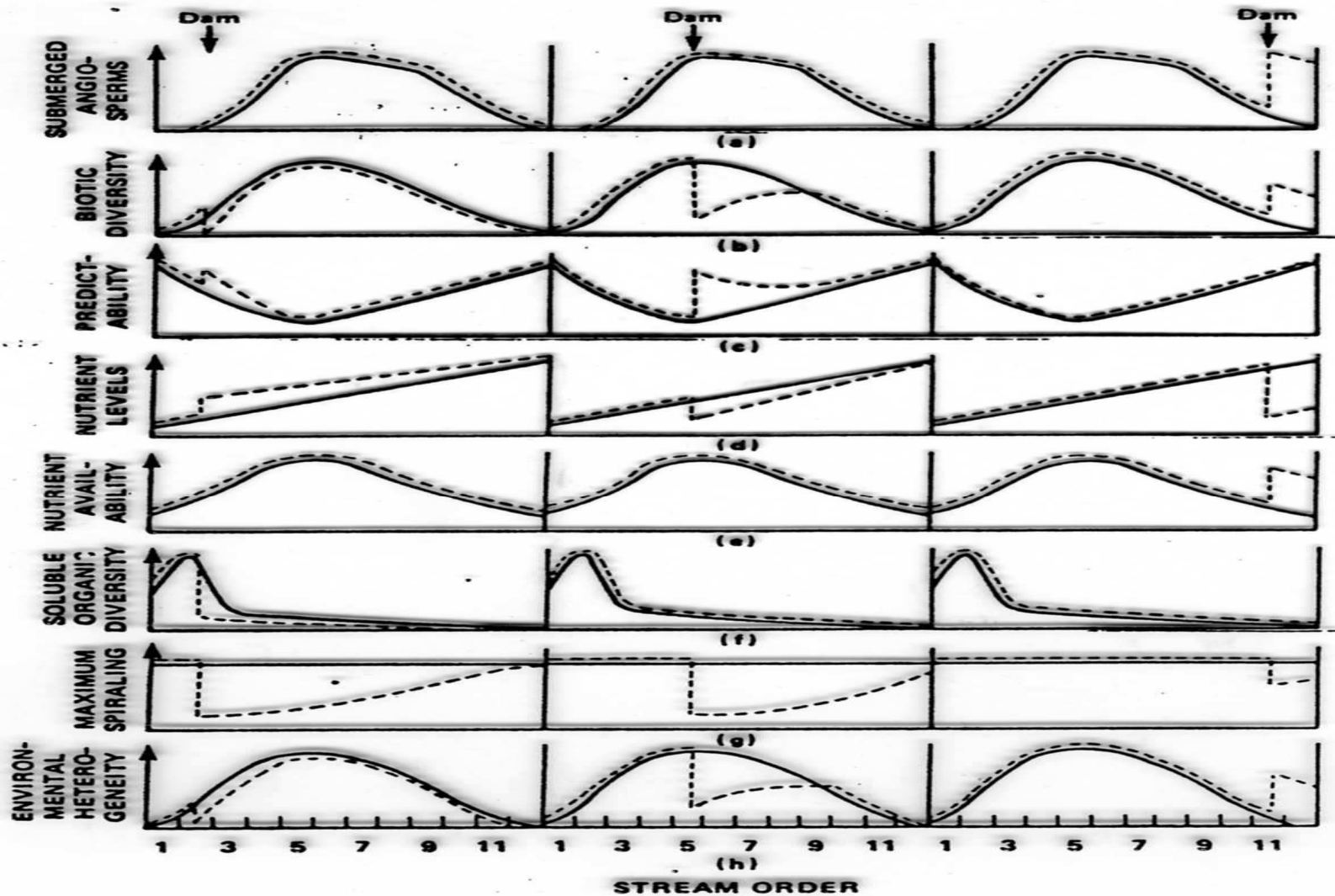


Fig. 3.2 Comparison of the composition of functional-feeding groups at the upper, middle and lower reaches of a natural river system (left) and an impounded system (right) where the impacts of the dam include increased proportions of coarse particulate organic matter (CPOM) and less fine particulate organic matter (FPOM) in the tailwater. Increased clarity causes increased periphyton growth for grazers while hypolimnetic releases decrease the number of degree-days in the tailwater by as much as half that in the natural system. (After Stanford & Ward 1984.)

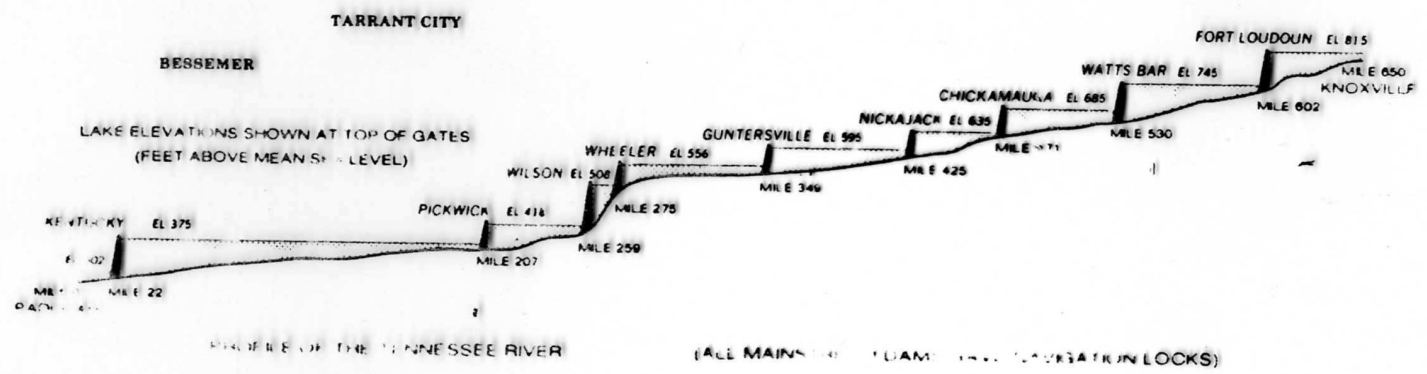
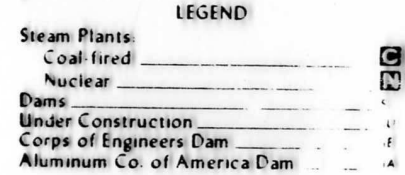
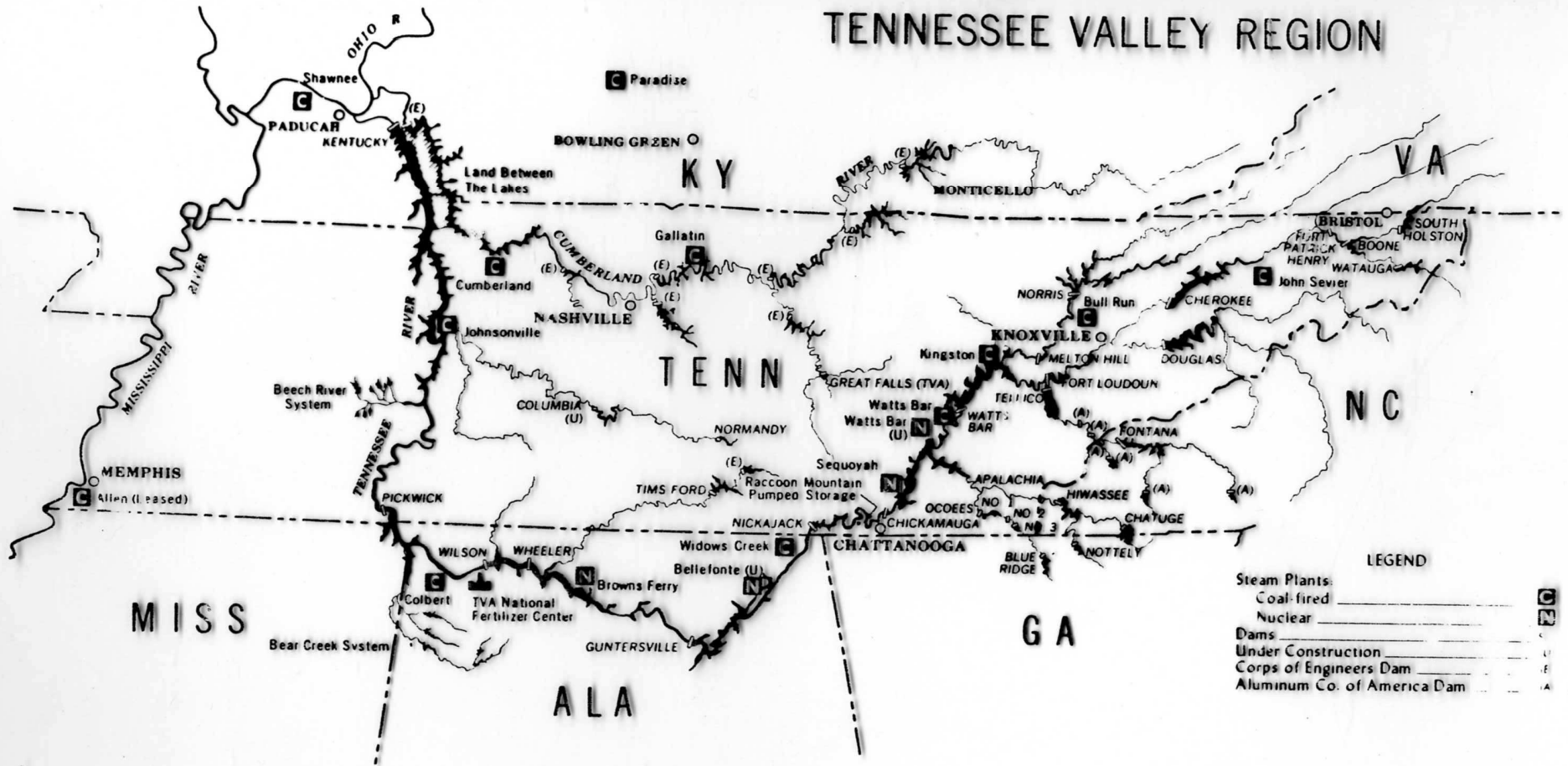
# Přerušení říčního kontinua - souhrn

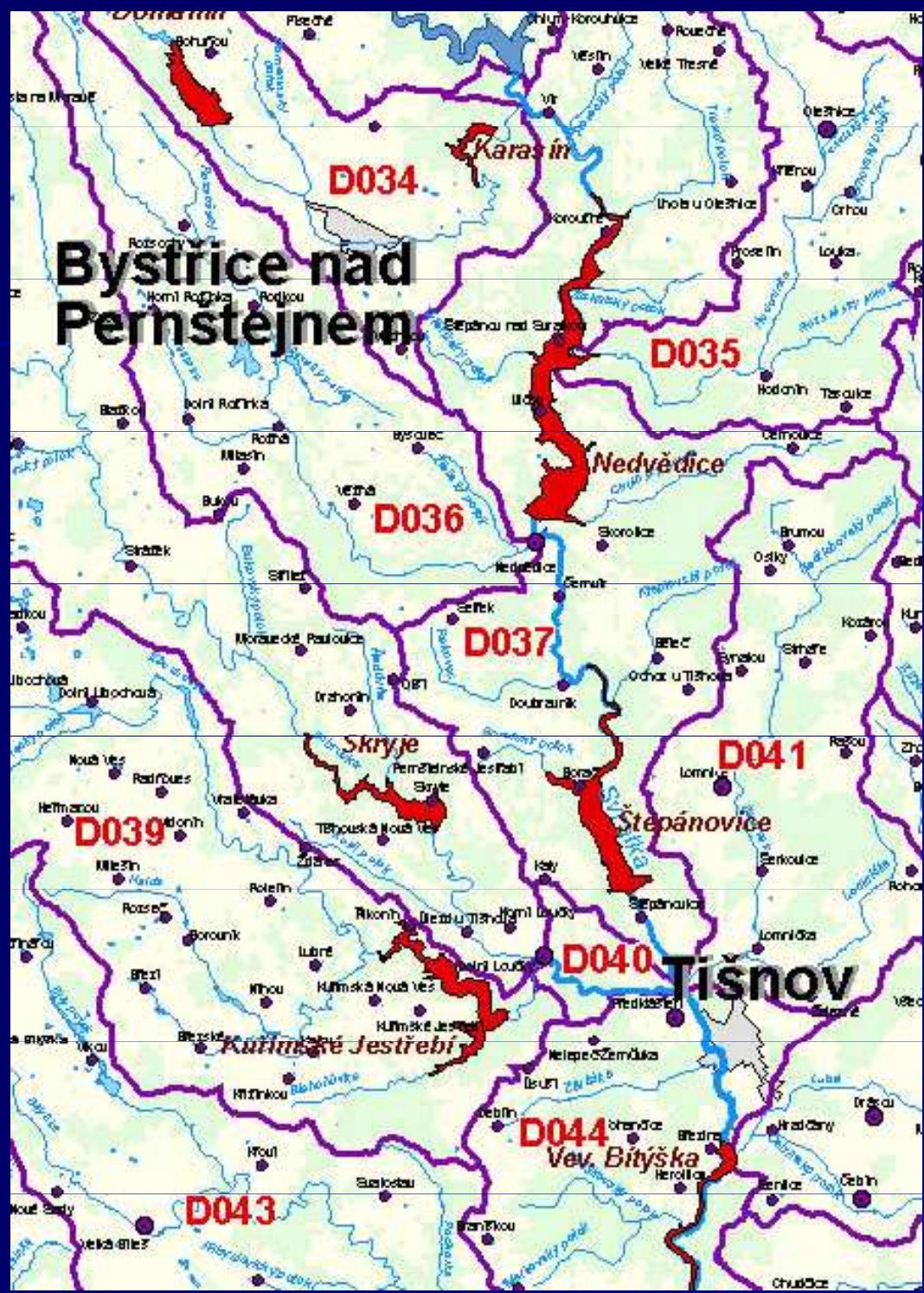


# Přerušení říčního kontinua - souhrn



# TENNESSEE VALLEY REGION





# Bystrice nad Pernštejnem

D034

D035

D036

D037

D039

D041

D040

D043

D044

Tišnov

Vev. Bityška

Kulišské Jestřebí

Karasín

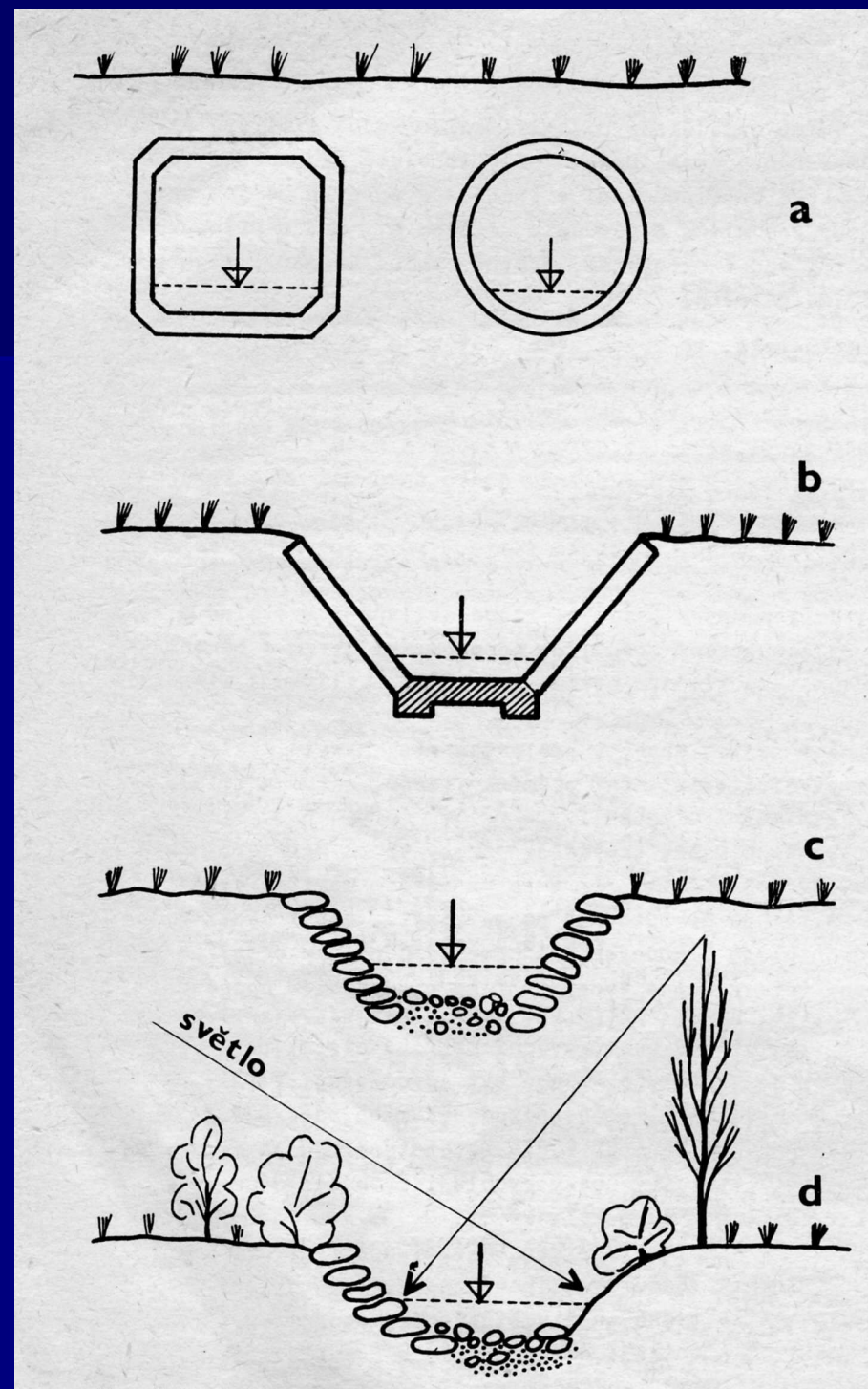
Nedvědice

Stryje

Štěpánovice

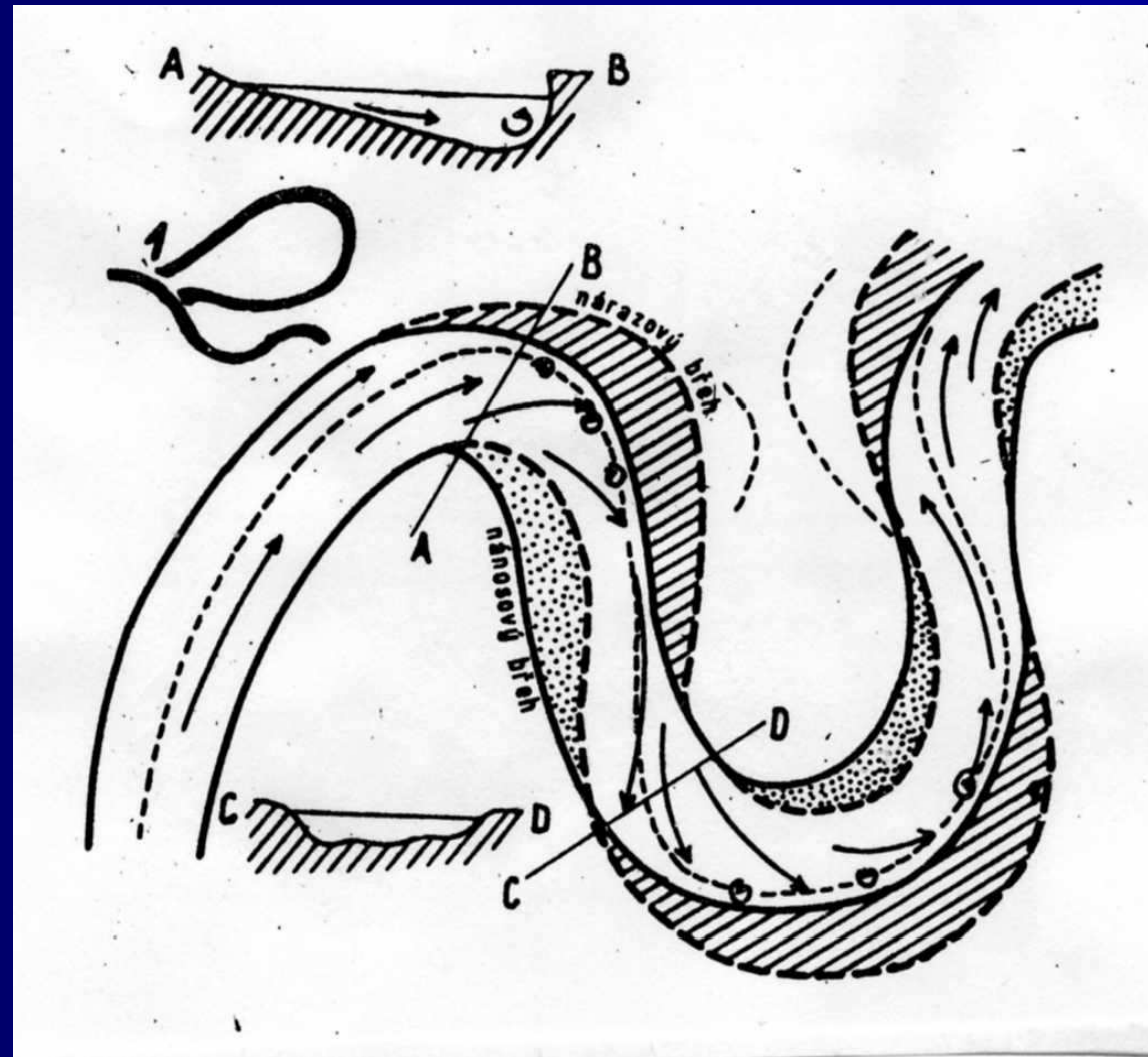
# Ostatní regulace – opevňování břehů a dna

- a) Zatrubnění
- b) Panelová opevnění –  
plné nebo vegetační  
tvárnice
- c) Zpevněný nebo  
nezpevněný kamenný  
zához, drátěný program
- d) Kamenný zához jen na  
nárazovém břehu

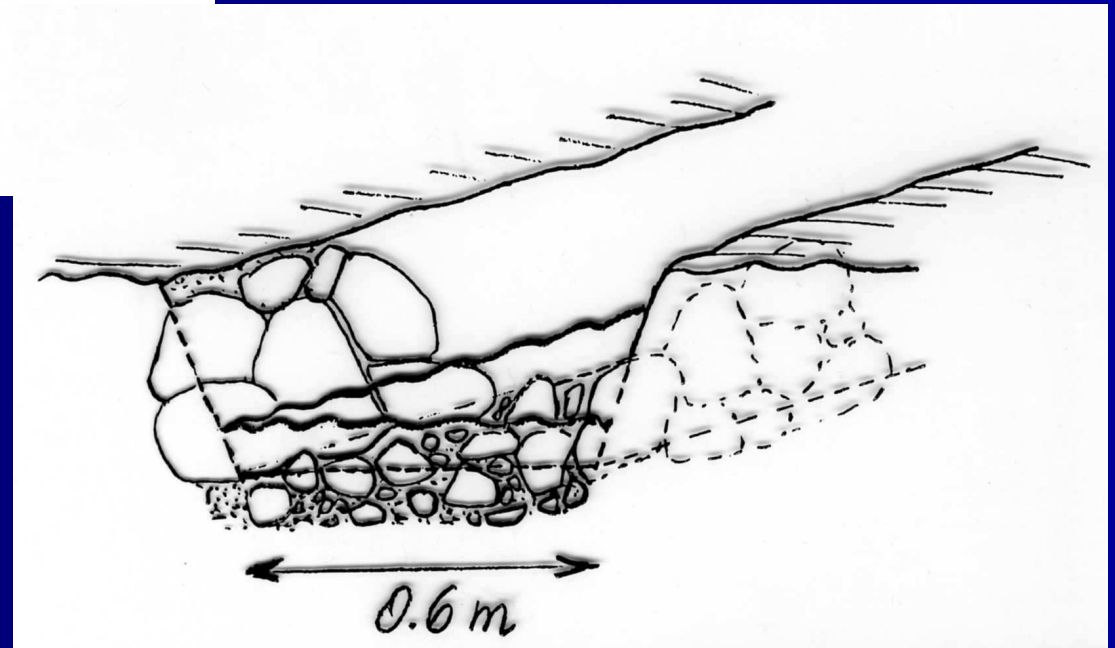
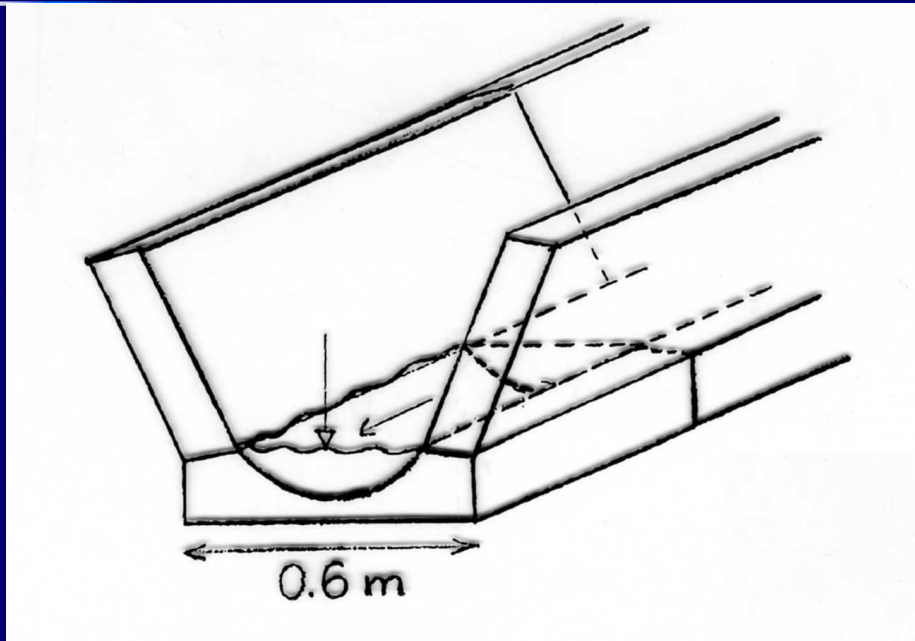




# Přípustné opevnění břehů



# Ostatní regulace – opevňování břehů a dna















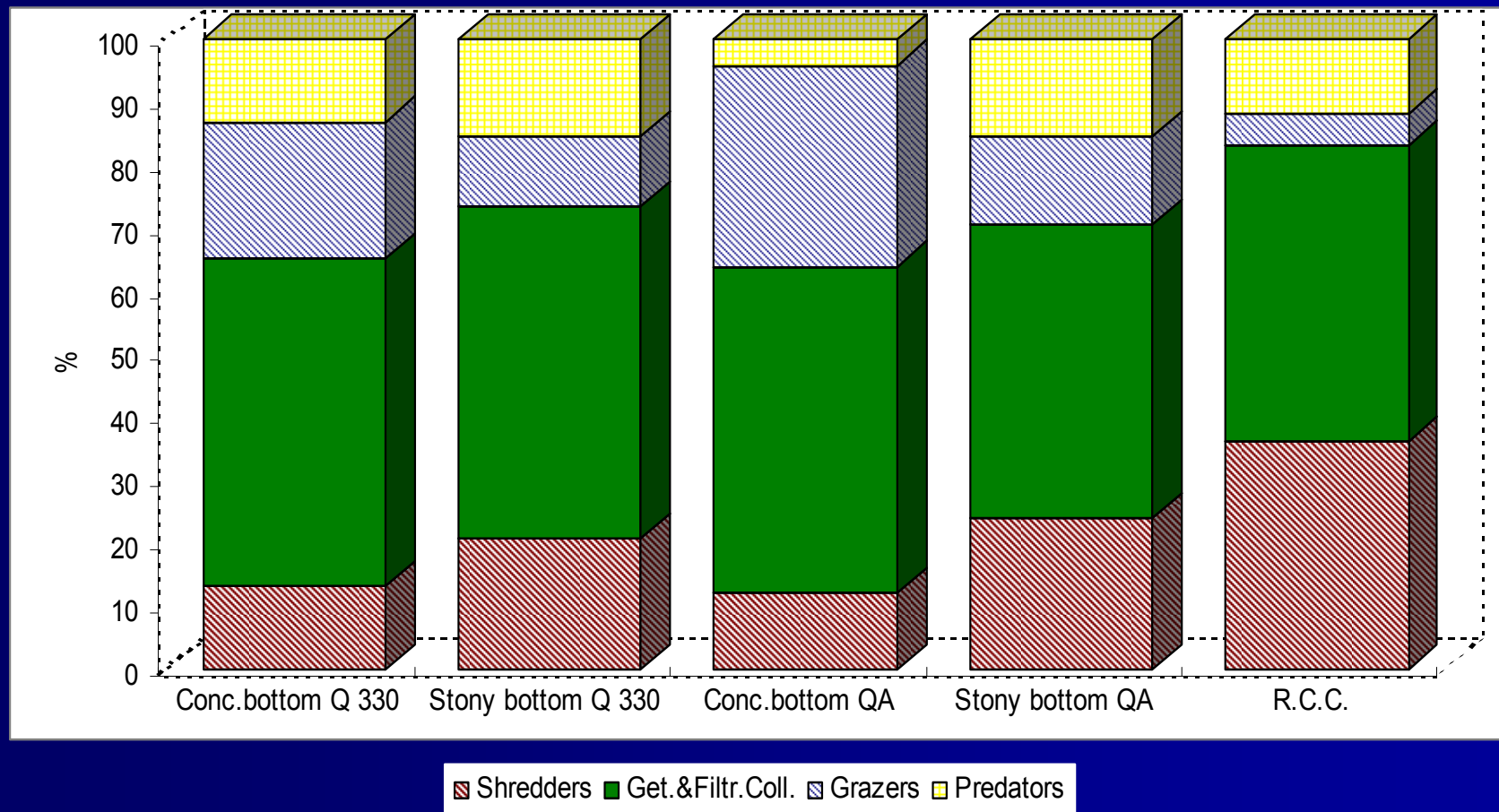




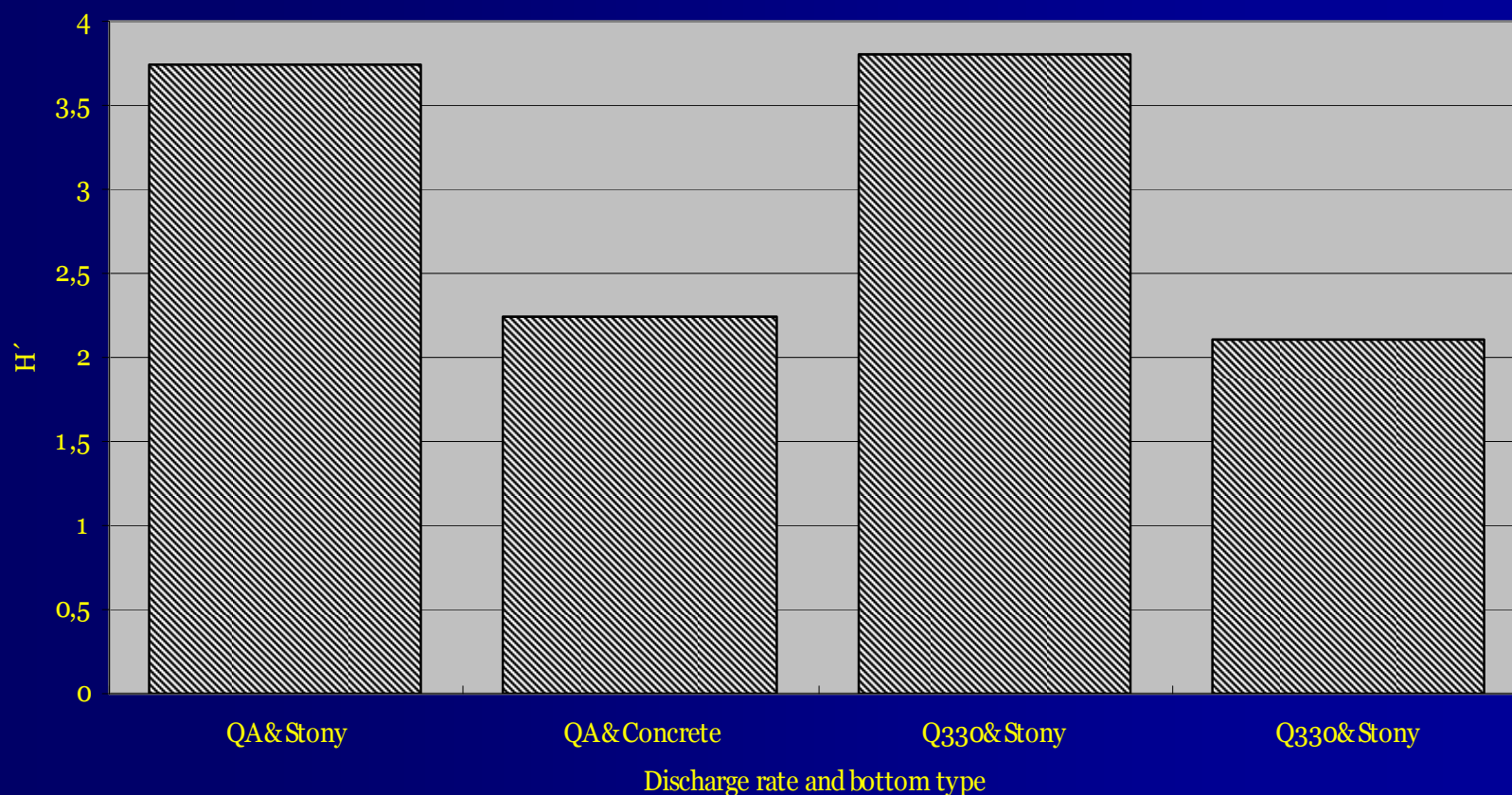




# Reakce bioty na opevňování – potravní skupiny



# Reakce bioty na opevňování – diverzita společenstva



# Ostatní regulace – podélný profil

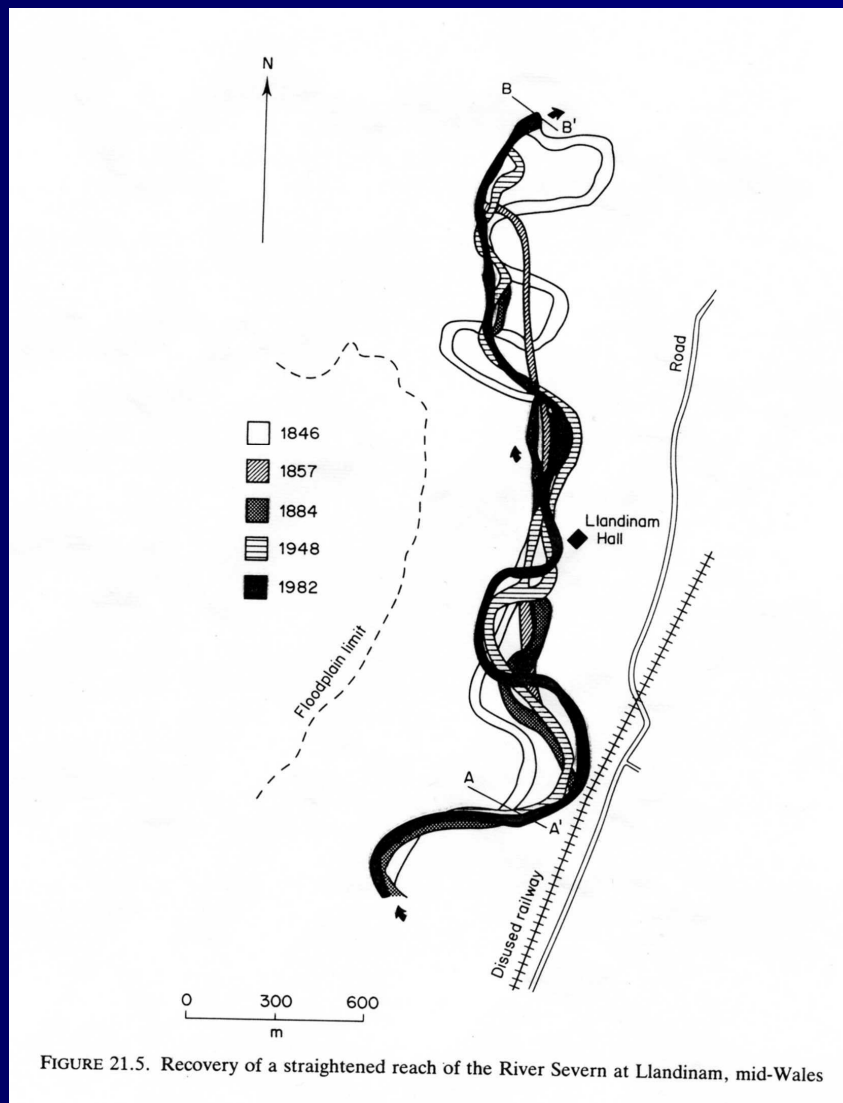
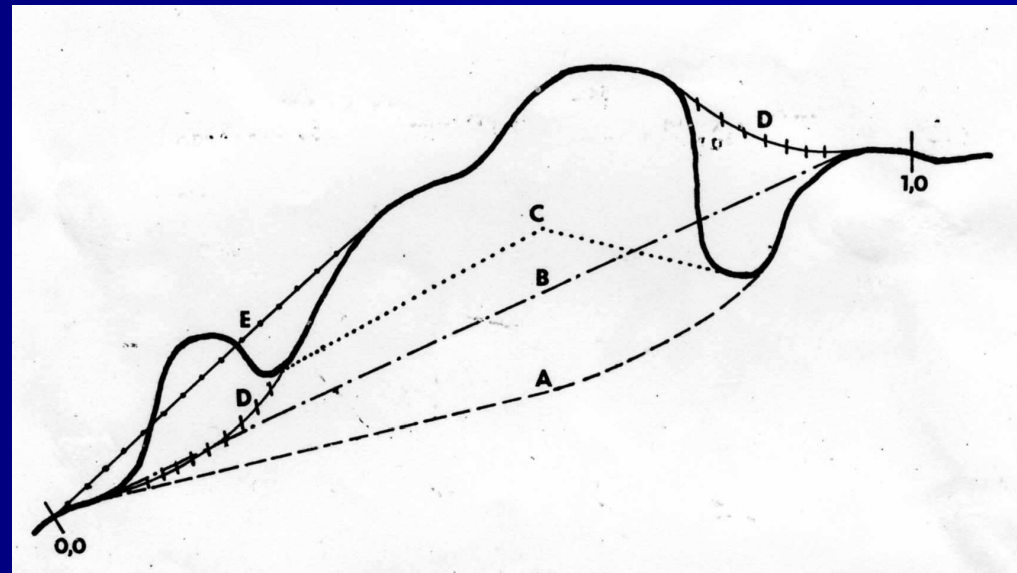


FIGURE 21.5. Recovery of a straightened reach of the River Sever at Llandinam, mid-Wales

## Návrhy úprav geometrie toku (Jihlava)



# Snížení samočisticích schopností toku

Regulace řek zkracují říční síť a mohou způsobit závažné prodloužení znečištěných úseků.

A = zdroj odpadních vod, který znečistí řeku na IV. třídu ( $BSK_5 = 35 \text{ mg.l}^{-1}$ ) a současně místo, odkud je přírodní tok zregulován v poměru délek 3 : 2

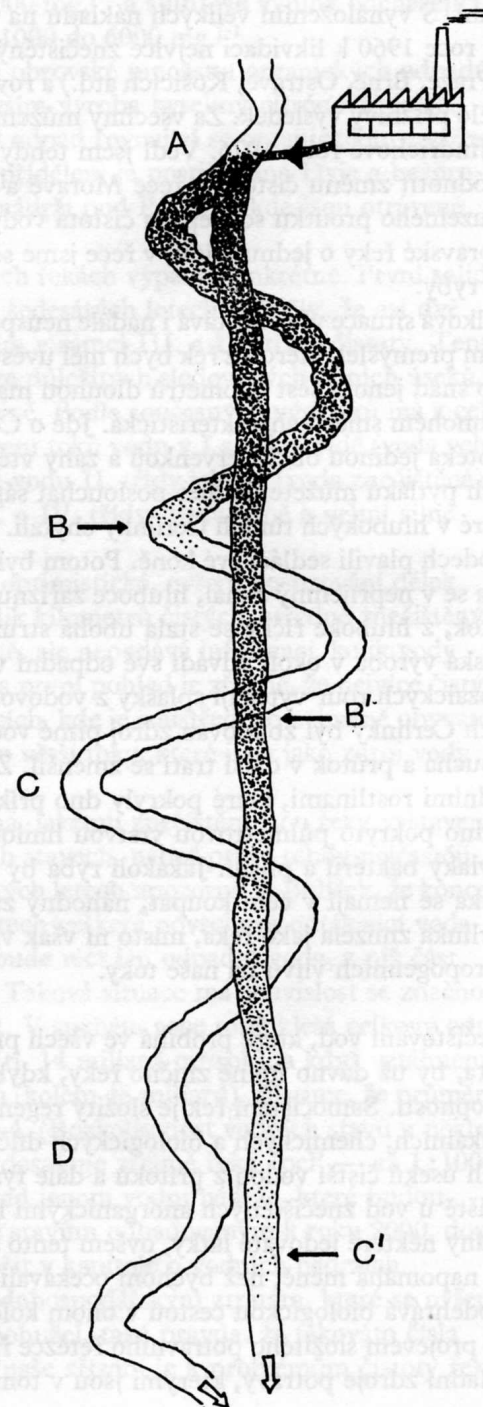
B = 20 kilometrů původní řeky od zdroje znečištění. Zde by čistota byla díky samočistění opět ve II. třídě ( $BSK_5$  cca  $5 \text{ mg.l}^{-1}$ )

B' = 20 kilometrů zregulované řeky. Protože samočisticí schopnost klesla regulací dvakrát, odpovídá čistota vody sotva přechodu III. a IV. třídy

C = 40 kilometrů původní řeky. Již 20 říčních kilometrů by mělo opět II. třídu čistoty

D = původní řeka by již 40 kilometrů vedla dobrou vodu

C' = 40 kilometrů zregulované řeky. Až zde dosahuje voda opět II. třídu čistoty. Tento bod je cca třikrát vzdálenější (ve směru všeobecného toku) od zdroje (A) než místo na původní řece, kde by dosáhla stejné čistoty



# Fragmentace řek (ekosystémů)

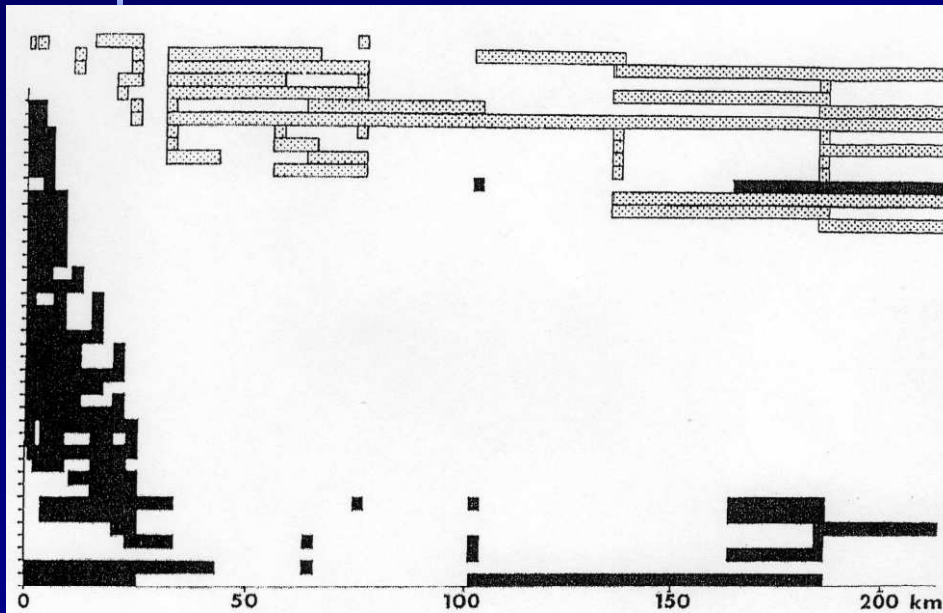


Figure 1. Distribution of Heteroptera (▨) and Plecoptera (■) species (identified only by tick marks) at 20 sampling stations along the Fulda river from spring (km 0) to mouth (km 220). Rheobiontic species black, rheoxenic species stippled. Data after Marten (1983) and Zwick (1969).

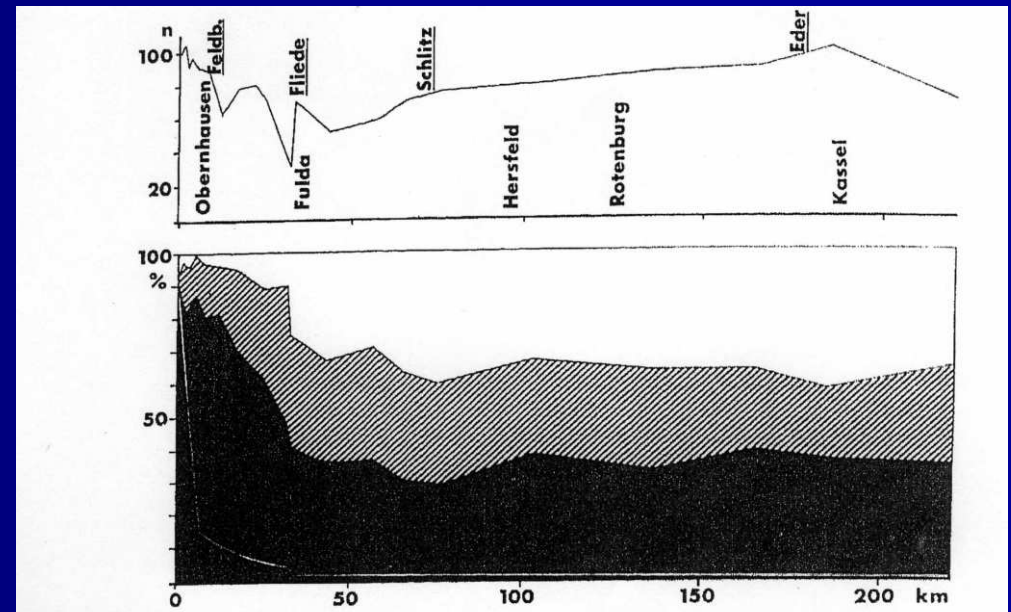


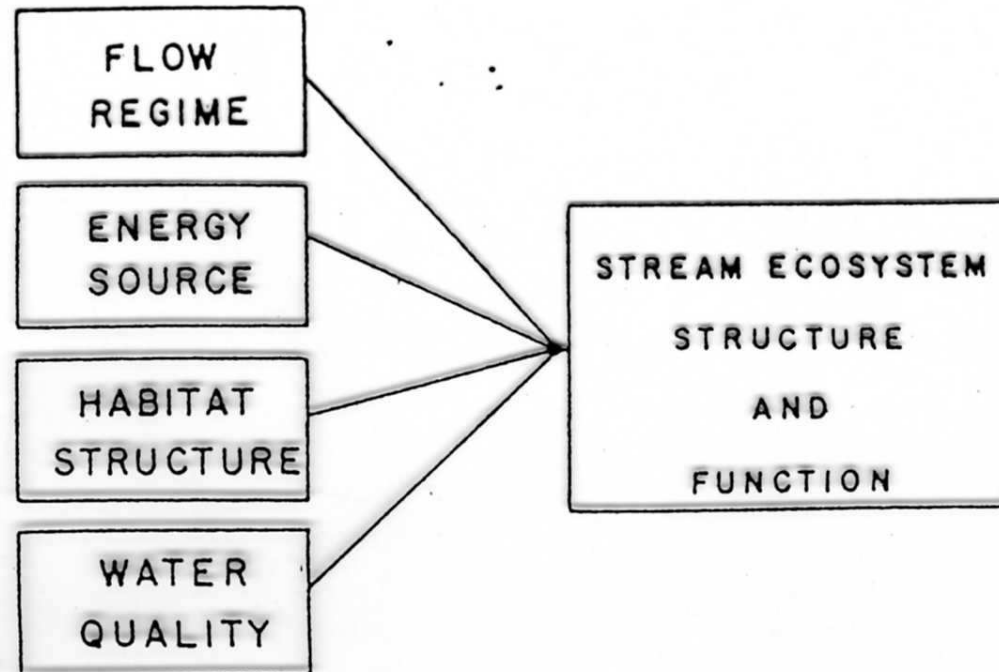
Figure 4. Physical and biological gradients along the Fulda river, at 20 sampling stations from spring (km 0) to mouth (km 220). Top: cumulated species numbers ( $n$ ) of Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Coleoptera, Trichoptera and Diptera: Chironomidae; approximate location of several townships and tributaries (underlined) also indicated. Bottom: relative importance (%) of rheobiontic (■), rheophilic (▨) and rheoxenic (□) species in the taxa listed above.



# Náprava a záchrana znehodnocených ekosystémů

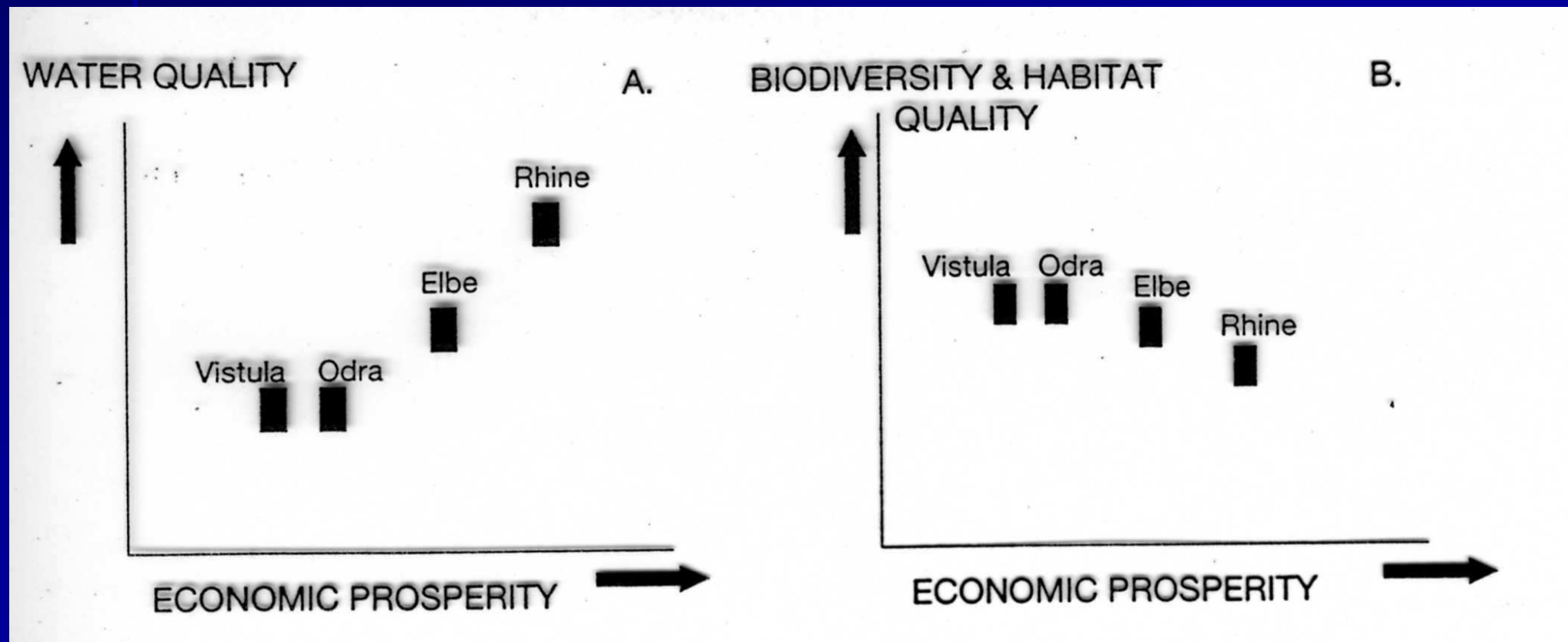
- Restaurace ekosystémů – pojem hlavně užívaný v USA a Britanii
  - Odstranění příčiny nebo umělé vytvoření podmínek blízkých původnímu stavu
- Revitalizace – v EU
  - Vše jak v předešlém bodě a navíc vrácení původních taxonů flory a fauny

# Předmět a úroveň zásahů

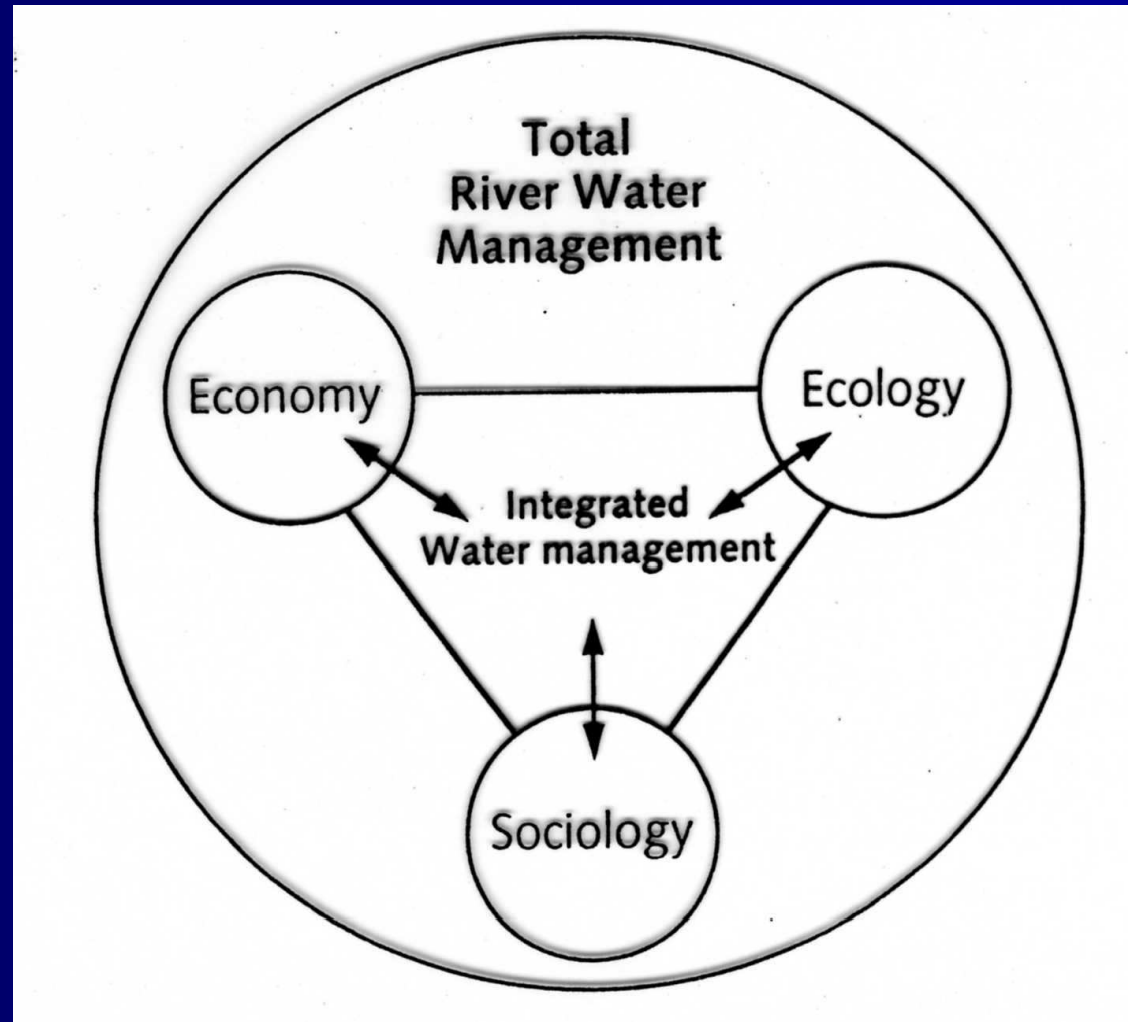


# Vstupní údaje a rozhodovací proces

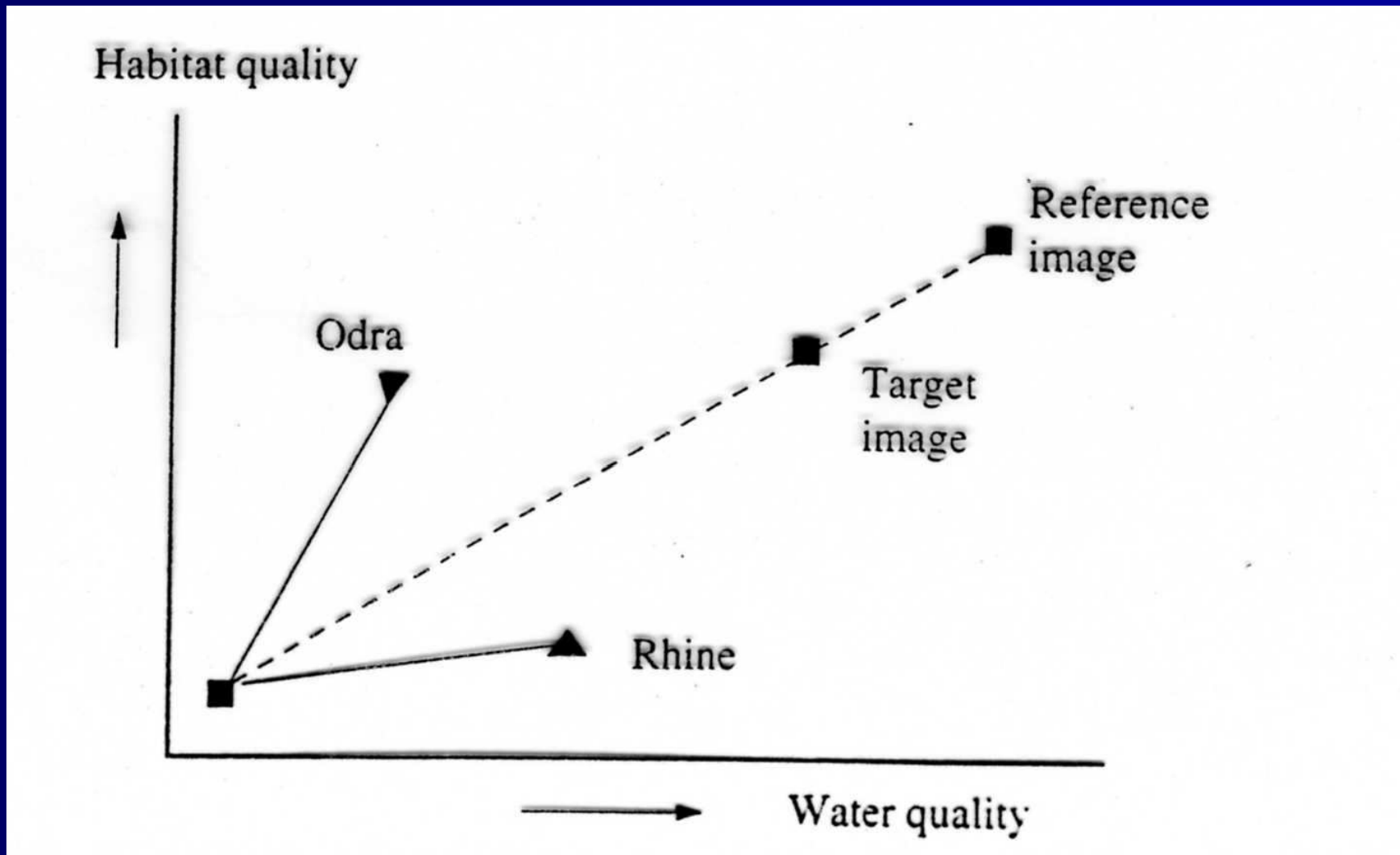
**Paradox hospodářské úrovně a znečištění vod / znehodnocení ekosystémů**



# Integrovaný ekologicko-ekonomické-sociální management



# Realizovatelné cíle



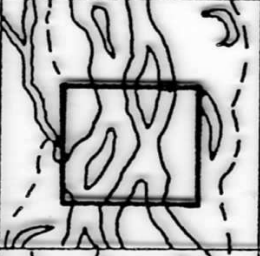
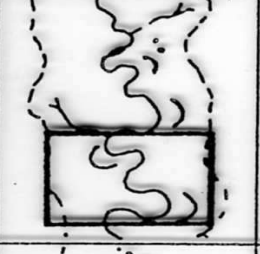



<b>Způsob úpravy</b>	<b>Efekt fyzikální a chemický</b>	<b>Efekt biologický</b>	<b>Revitalizační opatření</b>
<b>Rozšíření koryta</b>	Snížení hloubky při malých průtocích, změna granulometrie dna, zvýšení sluneční expozice a teploty vody	Ústup až zánik druhů úzce vázaných na původní proudové, teplotní a úkrytové možnosti.	-Podpora autoregulační vývoj toku (meandrování, tvorba ostrovů) -Úprava symetrického příčného profilu na nesymetrický
<b>Změna podélného profilu</b>	Změna hydraulických parametrů koryta. Změna nivelety a proudové diverzity. Změna splaveninového režimu. Snížení diverzity mikrobiotopů. Snížení samočisticí schopnosti toku (jeho zkrácením).	Snížení celkové druhové diverzity společenstva. Ztráta početných mikrobiotopů pro většinu původních druhů. Rozvoj odolnějších druhů organismů.	-Diverzifikace proudových poměrů technickými opatřeními (stupně, usměrňovací stavby). -Zvýšení úkrytových možností pro ryby a možnosti překonávat lokální výškové rozdíly (rybí přechody)
<b>Odstranění břehové vegetace</b>	Zvýšení sluneční expozice. Snížení allochtonního zdroje živin. Nárůst ostrého gradientu mezi vodním tokem a přibřežím.	Posílení malé skupiny druhů vodní vegetace. Zvýšení biomasy a organického zatížení toku při odumření. Vyloučení hydrobiontů břehové vegetace (trofických, úkrytových)	Výsadba břehové vegetace

<b>Způsob úpravy</b>	<b>Efekt fyzikální a chemický</b>	<b>Efekt biologický</b>	<b>Revitalizační opatření</b>
<b>Opevnění břehů nevegetačním opevněním</b>	Posílení vlivu extrémní teploty na tok. Zvýšení rychlosti proudění vody při vyšších průtocích. Menší využití unášených živin.	Častý výskyt stresových situací, další ohrožení biocenózy. Absence břehových úkrytů pro ryby a raky.	Náhrada tvrdého opevnění. -Výsadby. -Útulky pro ryby.
<b>Tvrdé opevnění celého průtočného profilu</b>	Porušení komunikace toku s podzemní vodou. Vyloučení interakce s hyporeálem (pohyb vody, látkový koloběh, odbourávání a samočištění).	Degradace zákl. mechanismů biologické stability ekosystému. Derytmizace driftových aktivit, likvidace refugií a zdrojů pro doplnění dnové bioty po disturbanci (povodně, nízké průtoky, otravy).	-Alespoň částečná dekonstrukce opevnění a opětovné obnovení vertikálního kontinua. -Obnova břehové vegetace.
<b>Uzavřený (zakrytý) příčný profil koryta</b>	Zvýšení transportu živin nevyužitelných pro vegetaci. Absence světla, změna teploty vody. Zvýšení rychlosti proudění, značná absence dnového substrátu. Totální porušení komunikace s podzemními vodami a hyporeálem.	Vyloučení existence vodní vegetace a jejích konzumentů. Další snížení druhové diverzity. Vymývání organismů zvýšenými průtoky pro nedostatek úkrytů.	-Opakované přerušování úseků zakrytého příčného profilu otevřenými úseky. Nejlépe však jeho úplné odstranění.

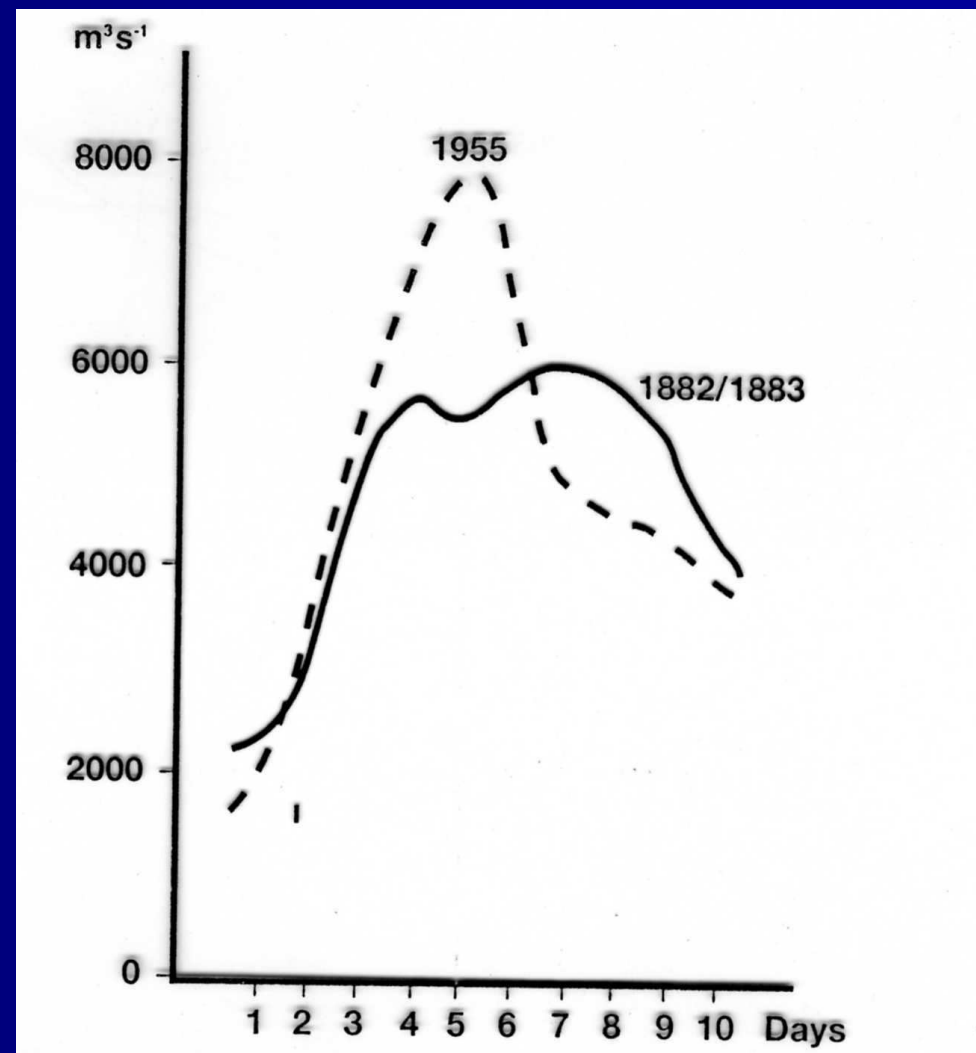
<b>Způsob úpravy</b>	<b>Efekt fyzikální a chemický</b>	<b>Efekt biologický</b>	<b>Revitalizační opatření</b>
<b>Stavba přehradních a jezových zdrží</b>	<p>Změna hydraulických parametrů koryta.  Změna teplotního a kyslíkového režimu.  Zastavení chodu plavenin a zvýšení sedimentace.  Změněná granulometrie dna.  Snížení interakce s hyporeálem (pohyb vody, látkový koloběh, odbourávání a samočištění)</p>	<p>Ústup druhů úzce vázaných na původní proudové, teplotní a úkrytové možnosti.  Snížení celkové druhové diverzity společenstva.  Ztráta podélného kontinua toku (živiny, organismy, přeskok a zpětný návrat fází toku).  Zásah do areálu výskytu organismů (nepřekonatelná bariéra pohybová)</p>	<p>Obchvaty a přechody</p>
<b>Paralelní odvedení části průtoku</b>	<p>Změna hydraulických parametrů koryta.  Změna teplotního a kyslíkového režimu.  Špičkování. Zastavení chodu plavenin a zvýšení sedimentace. Zazemňování a zarůstání koryta. Změněná granulometrie dna.</p>	<p>Ústup druhů úzce vázaných na původní proudové, teplotní a úkrytové možnosti.  Snížení celkové druhové diverzity společenstva.</p>	<p>-Striktní požadavek na dodržení ekologického průtokového minima v odběrovém korytě. -  -Zákaz špičkování.</p>



Spatial Scale/ System level		Restoration measure (selected examples of morphological measures)	Fish habitat improvement
<b>MICROHABITAT</b> e.g. zones of varying substrates, water depths and current velocities within the river channel		<ul style="list-style-type: none"> <li>installation of single structures in order to create substrate and velocity diversity (boulders, tree stumps, pilings, small groynes)</li> </ul>	improves conditions for specific life cycle stages of riverine species (e.g., spawning substrate or larval refuges for salmonids and rheophilic cyprinids)
<b>MACROHABITAT</b> pool/riffle sequence within the bank full channel		<ul style="list-style-type: none"> <li>installation of a series of groynes, etc., initiation of pool/riffle sequences,</li> <li>river bank enhancement</li> </ul>	ideally creates the full set of conditions for the complete life cycle of individual riverine species (brown trout) as well as for the integrity of the fish community
<b>REACH</b> river channel and floodplain within a 1-5 year floodplain		<ul style="list-style-type: none"> <li>creation of meanders</li> <li>initiation of channel widening</li> </ul>	an increase in the habitat available for species utilizing both the main channel and floodplain for the completion of their life cycle (pike, various cyprinids)
<b>SEGMENT</b> river channel and complete floodplain characterized by the same river type		<ul style="list-style-type: none"> <li>widening of the river bed in order to initiate braided or meandering river segments</li> <li>large scale excavation of floodplain alluvium along severely entrenched river channels</li> </ul>	fulfillment of habitat requirements for all species living within these braided and meandering segments, including the lateral connections within the floodplain
<b>STREAM-SYSTEM</b> part of the catchment area characterized by different river types		<ul style="list-style-type: none"> <li>removal of man-made obstructions to fish migration and sediment transport (dams, torrent control devices, etc.)</li> </ul>	fulfillment of habitat requirements for species utilizing the entire stream system (e.g. anadromous Acipenseridae)

# Úroveň povodí – říční systém (dílčí povodí)

- Náprava odtokových poměrů v krajině
- Úroveň zemí (územních celků) a států



**TABLE 3.4** Flood plain loss in the Danube River Basin

River stretch	Morphological floodplain (km <sup>2</sup> )	Recent floodplain (km <sup>2</sup> )	Loss
Upper Danube	1762	95	95%
Middle/Central Danube	8161	2002	75%
Lower Danube	7862	2200	72%
Danube delta	5402	3799	30%
In total	23 187	8096	65%
cf. River Rhine	8000	1200	85%

*Data from Schneider (2002).*

(a)



Die Donau bei Wien 1848

*The Danube i*

(b)



Die Donau bei Wien 1888

*The Danube in*

(c)



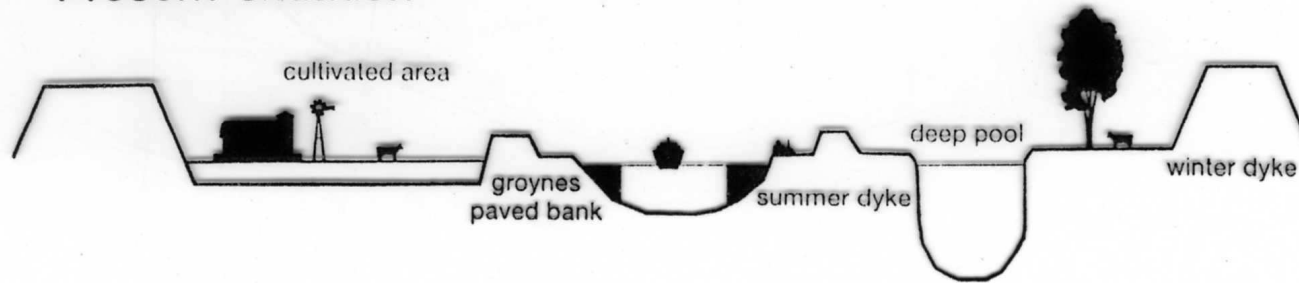
# Kde lze zasáhnout, co lze změnit

*Table 1.* Important hydromorphological “intervention-response” relations caused by water and river management interventions in the Rhine river basin.

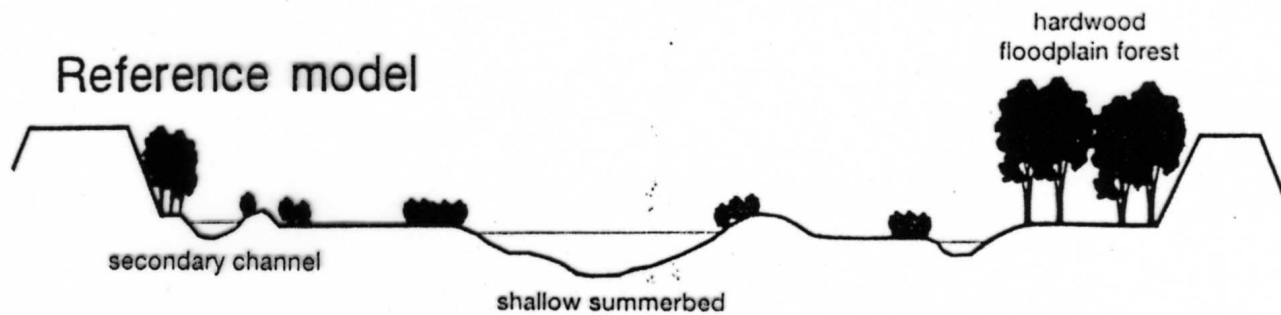
<b>Intervention</b>	<b>Hydromorphological response</b>	<b>Mitigating measure</b>
Drainage of peatland in the Rhine delta	Oxidation of peat leading to subsidence of the landside part of the dikes	Higher dikes and more powerful pumping stations in the polders
Regulation of river sections and constricting the floodplain by dike construction	Erosion of the riverbed and lowering of the water tables Increased peak levels	Higher dikes
Hydro-electric dams and navigation channels	Accumulation of sediment on the upstream side of the dam and increased riverbed erosion downstream of the dam	Sediment supply on the downstream side of the dam

# Záplavová území - nivy

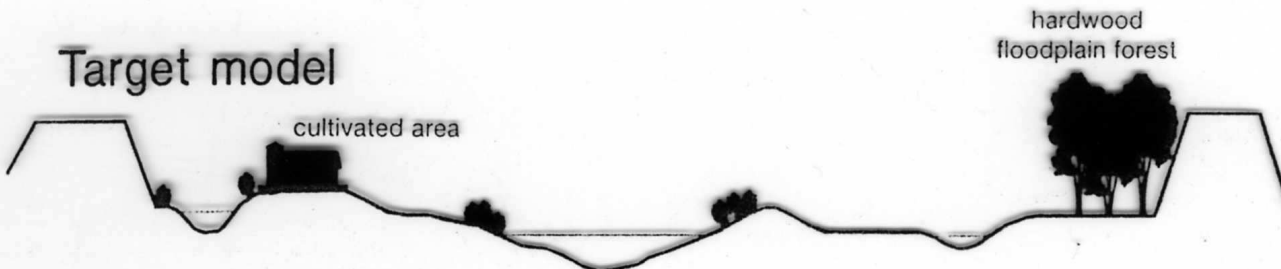
Present situation



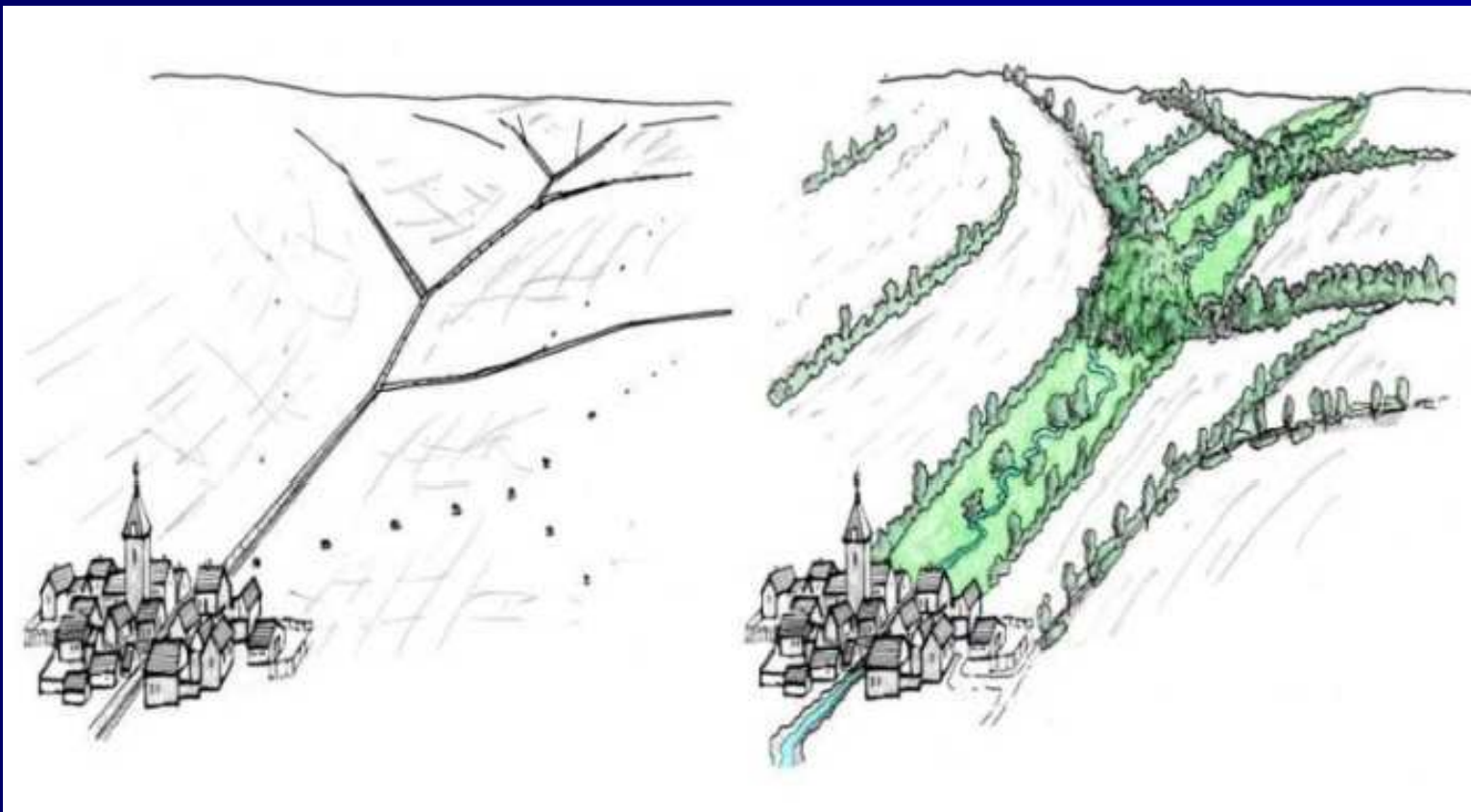
Reference model



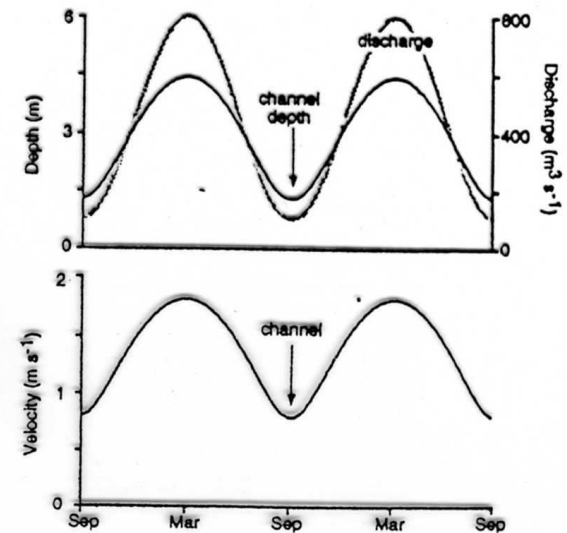
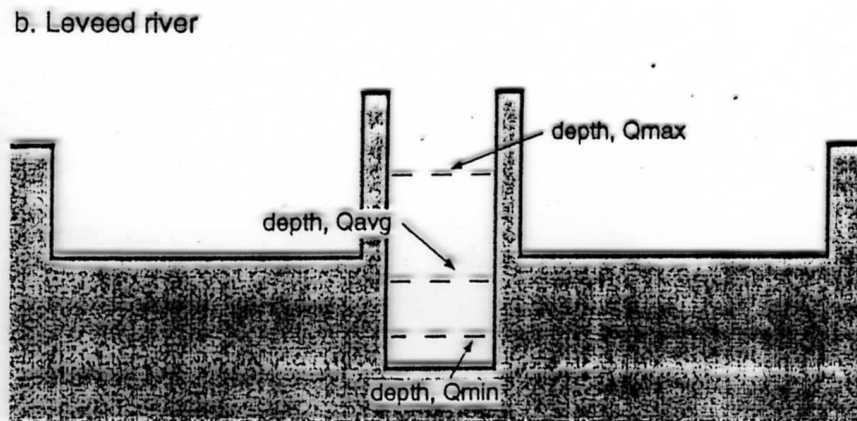
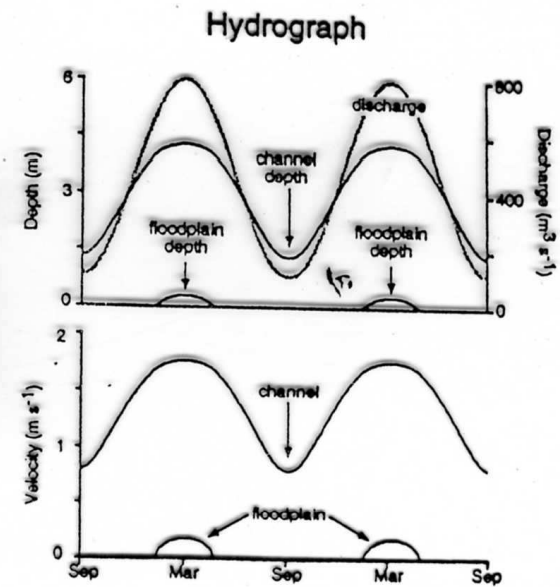
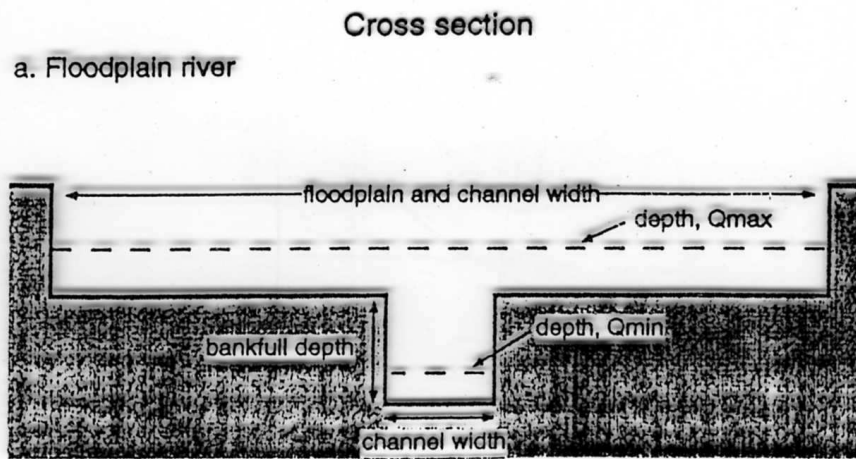
Target model



# Regulované povodí vers. revitalizované povodí Změna odtokových poměrů v krajině



# Ohrázování nivy





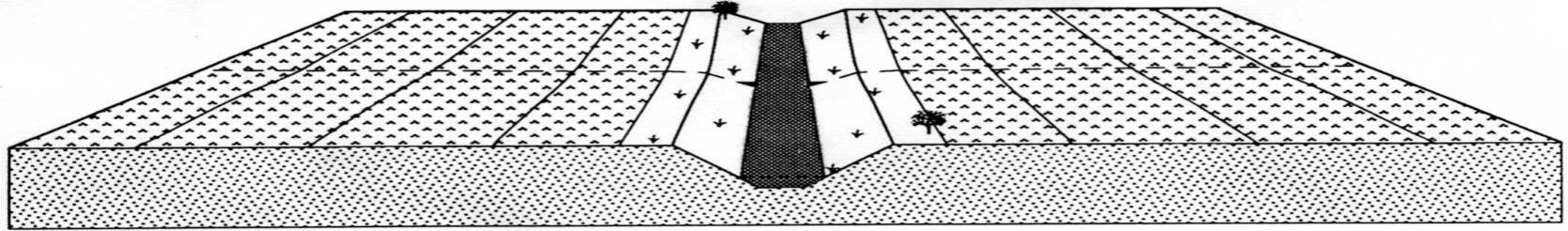
## Záplavové území v nivce podhorského potoka



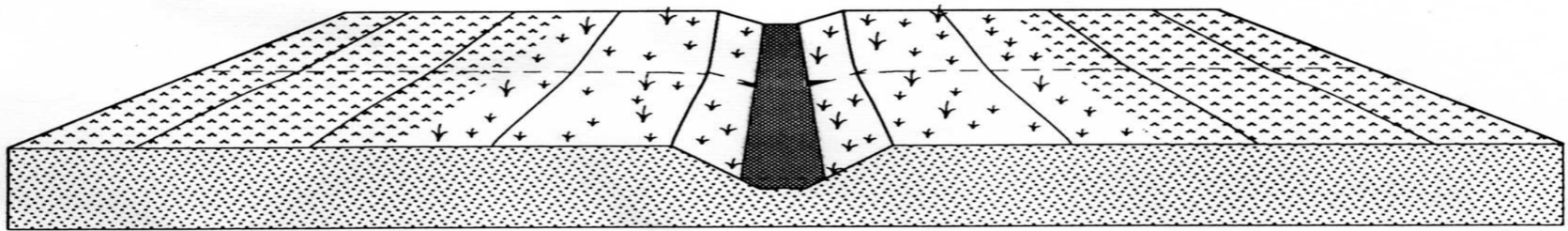
## Záplavové území v nivě Dunaje



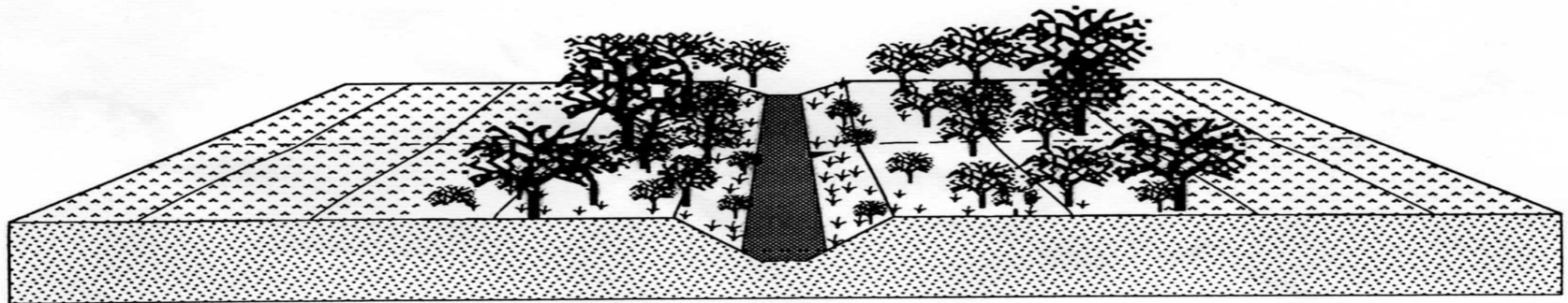
# Úpravy říčních úseků I.



( a )

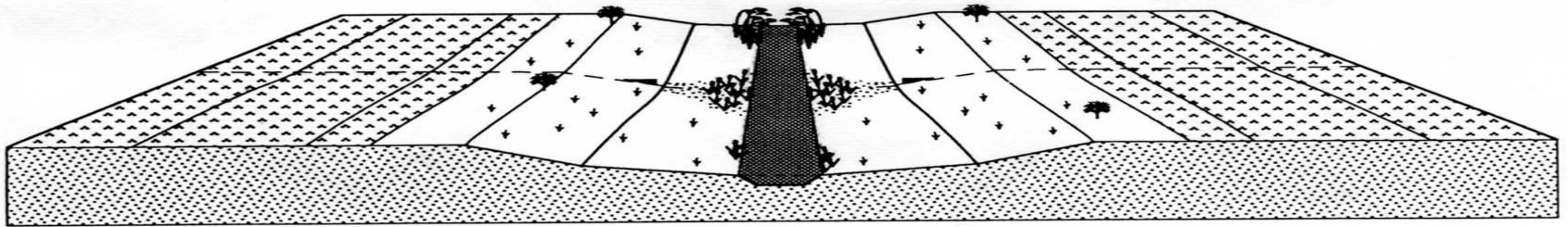


( b )

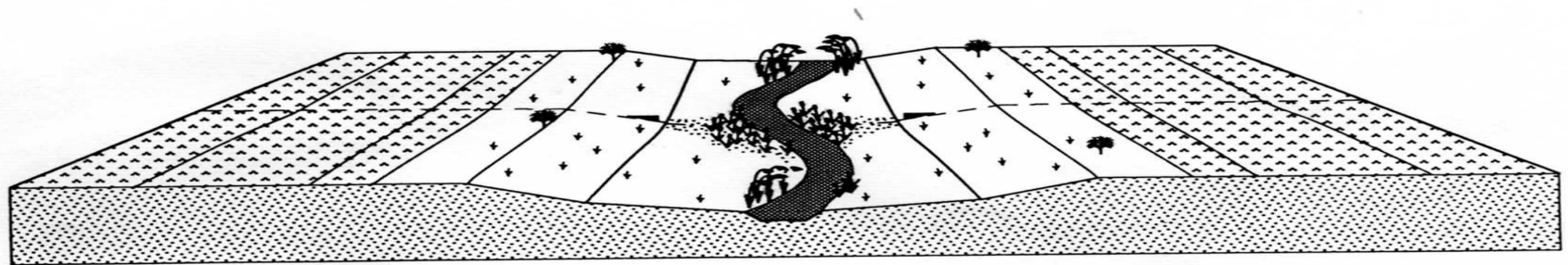


( c )

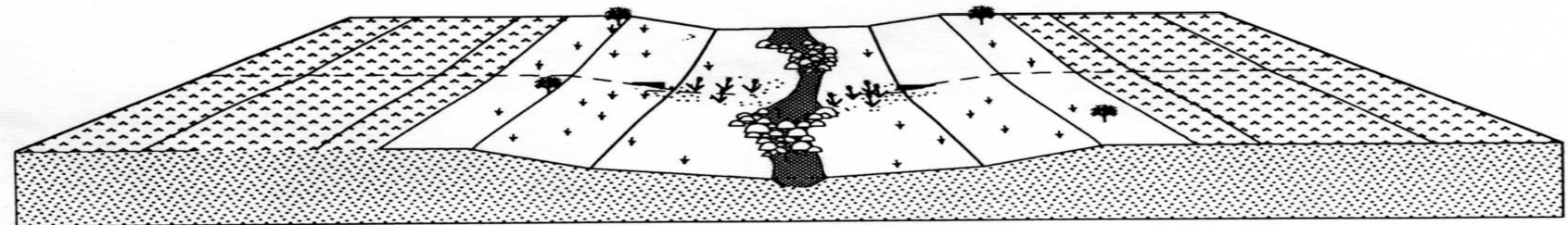
# Úpravy říčních úseků II.



( a )

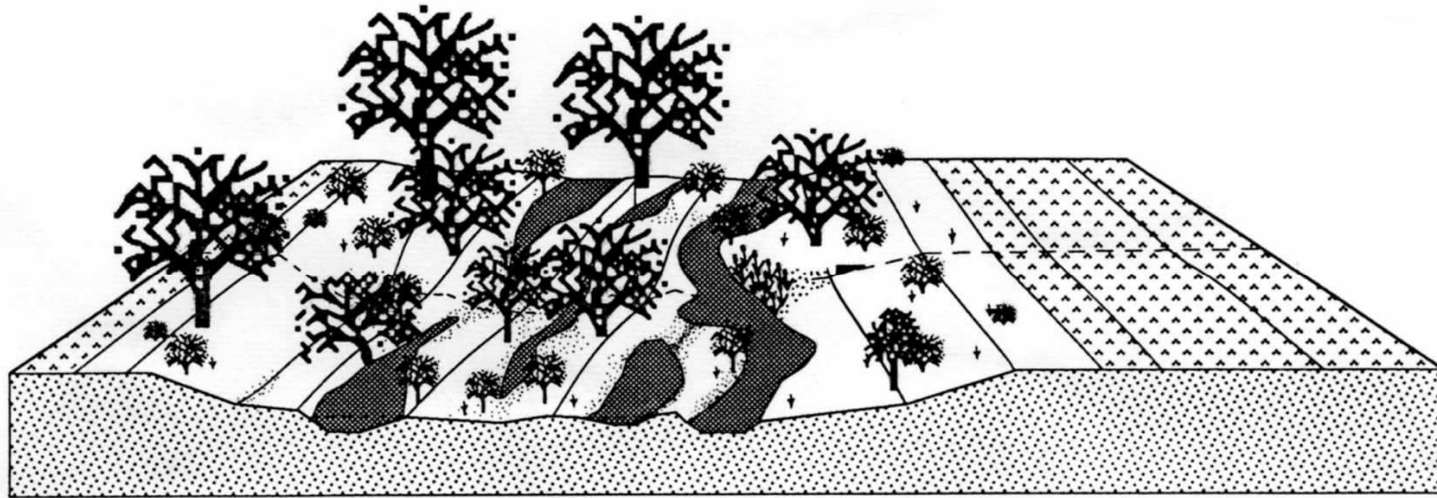


( b )

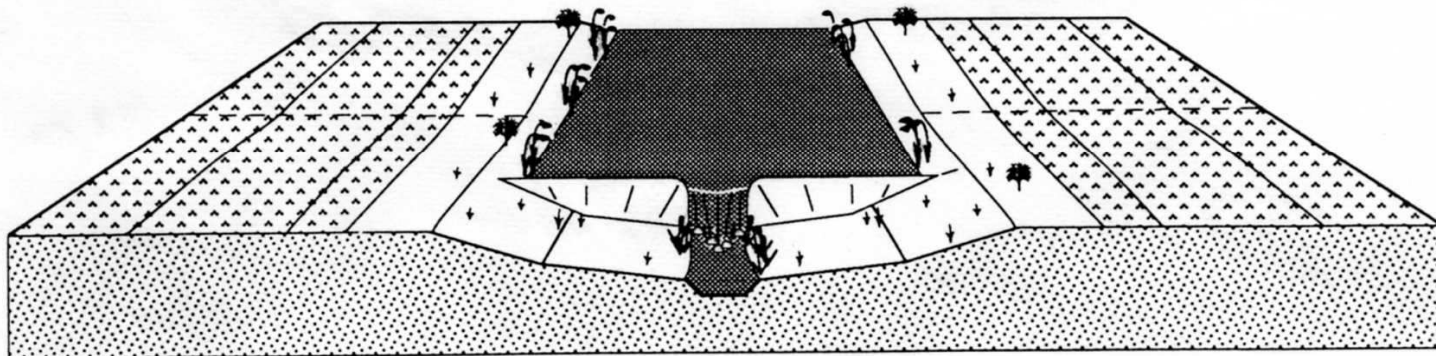


( c )

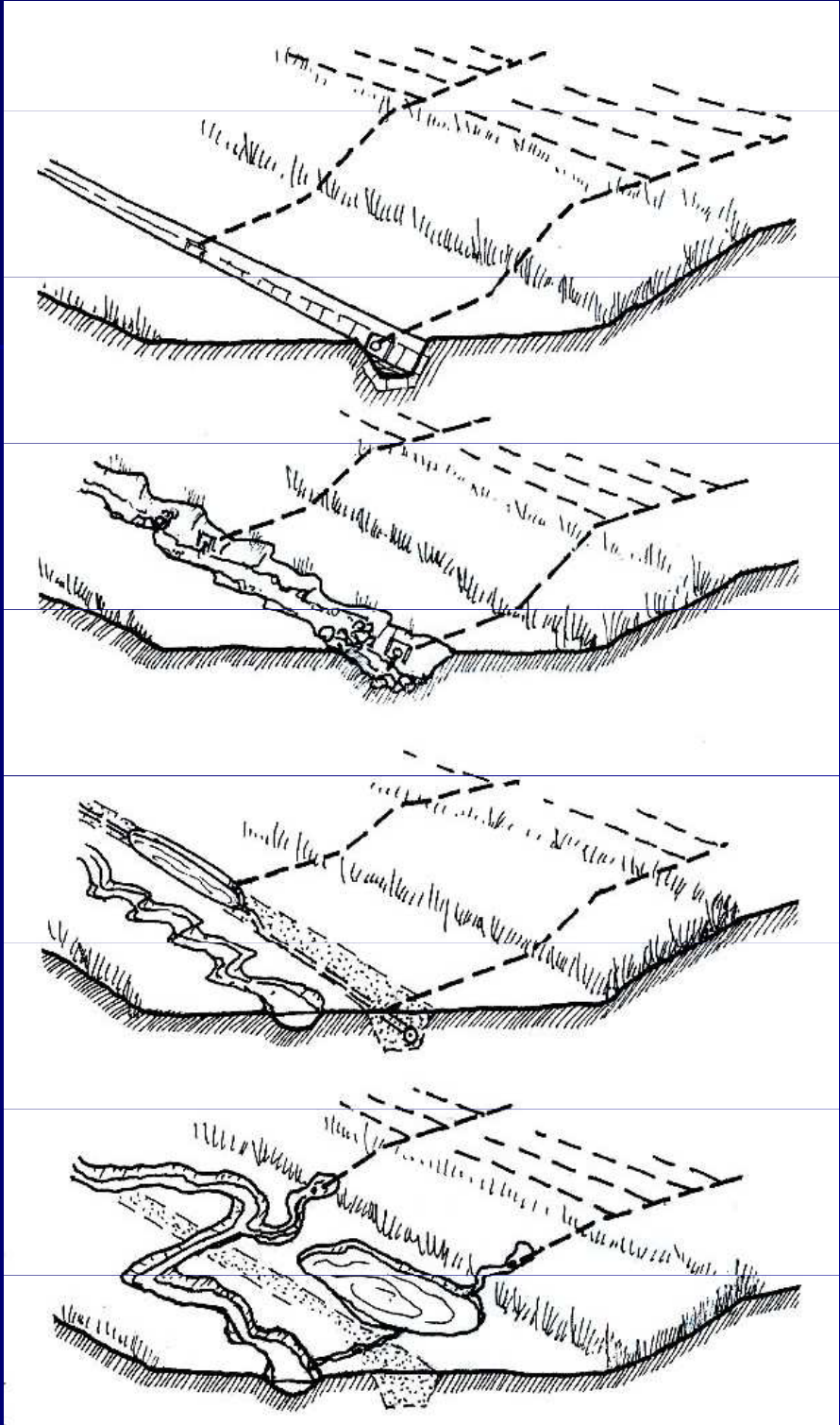
# Úpravy říčních úseků III.



(a)



(b)





# Moravská Sázava – poldr Žichlínek









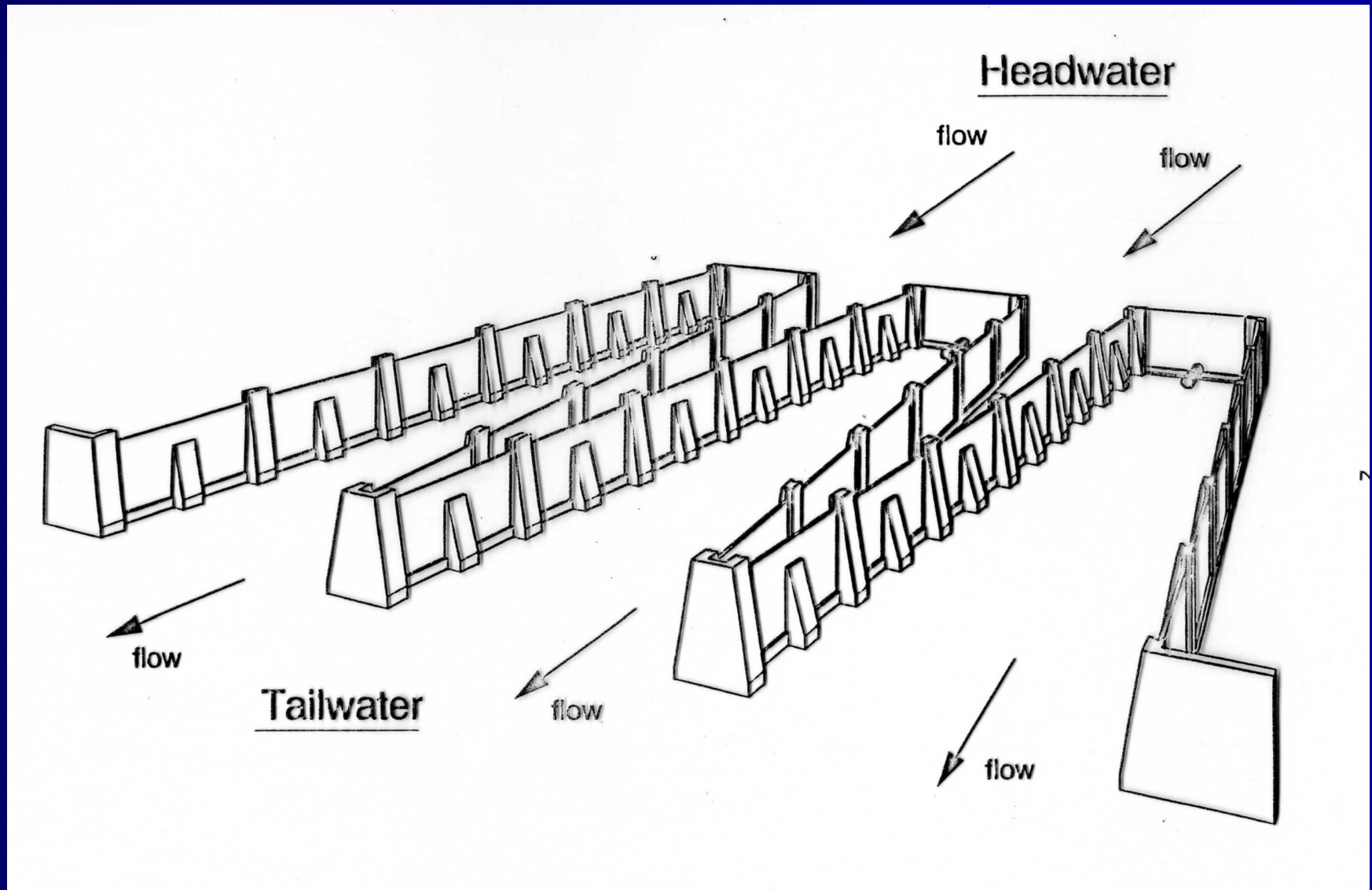




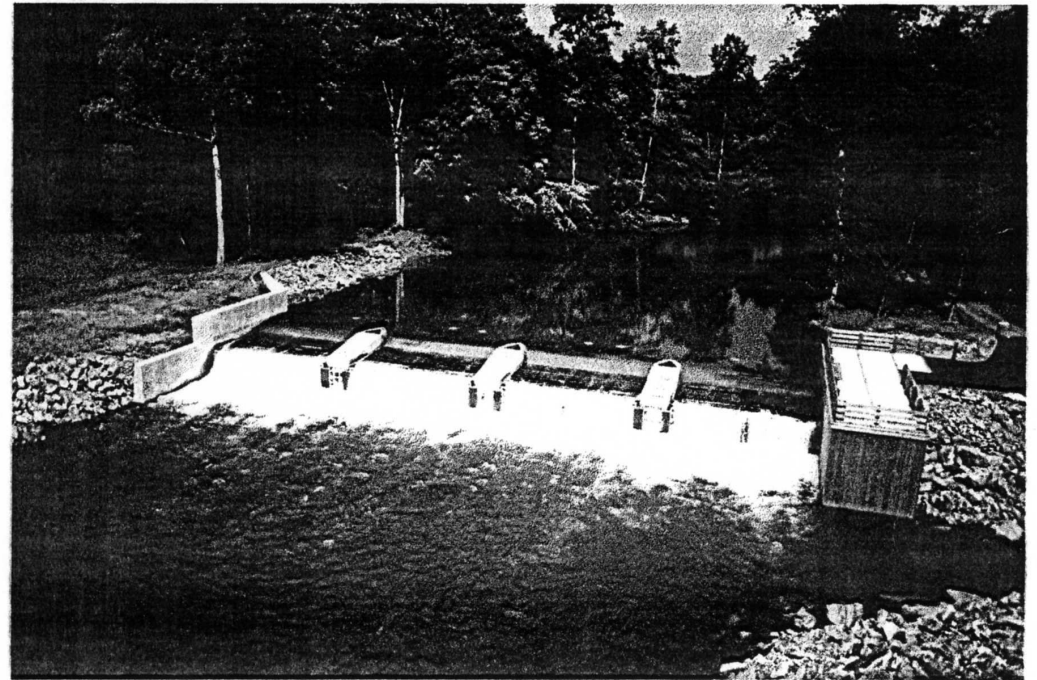
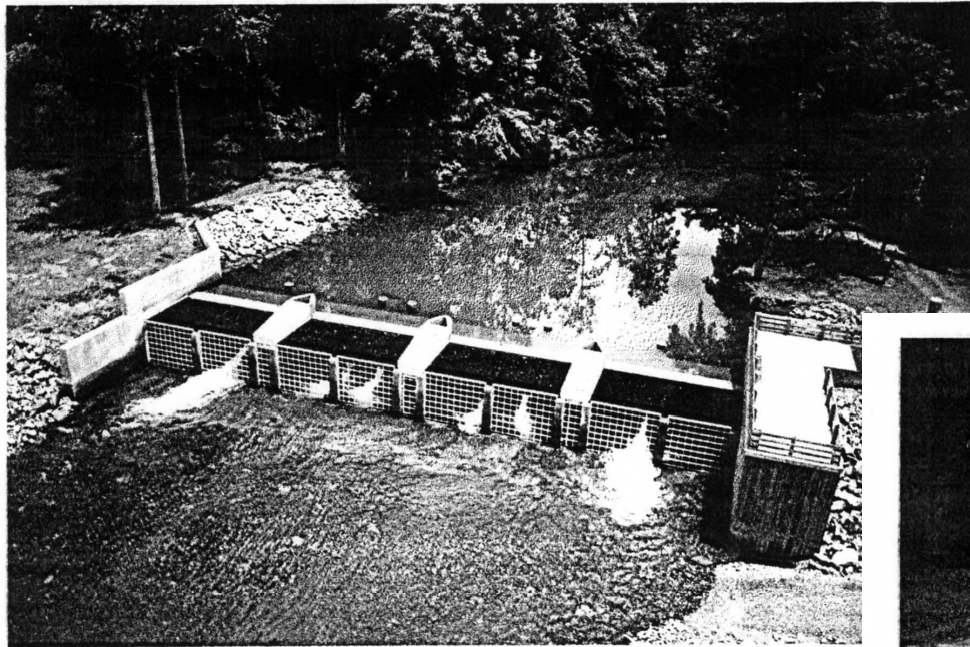
## Revitalizace toku Kněhyně 2003 - 2004



# Úroveň habitat – úpravy jezů – koruna jezu a objem zdrže



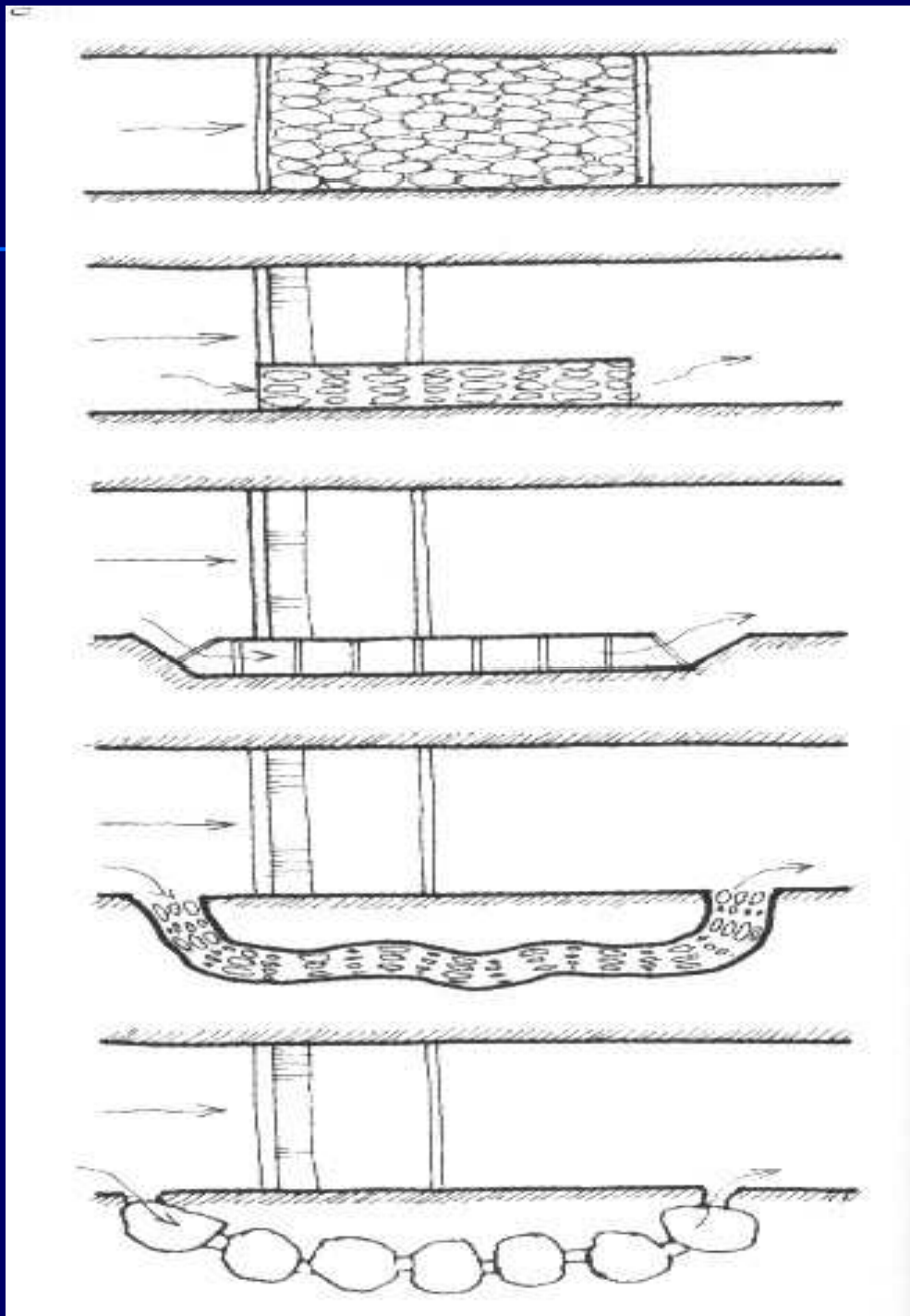
# Úroveň habitat – úpravy jezů – prostupnost jezu



# Úroveň habitat – prostupnost říčních úseků

- Rybochody na jezzech
  - vedle jezového tělesa
  - v jezovém tělese
  - rybí výtahy (elevátory)
  - zábrana migrace ryb do turbín
- Speciální zastíněné náhony s větší hloubkou
- Vybudování cesty přímo v korytě

# Ukázka konstrukčních staveb v korytě - rybí přechod



Balvanitý skluz

Rampa

Technický přechod

Bypass s použitím příčných balvanů

Bypass s použitím soustavy tůní

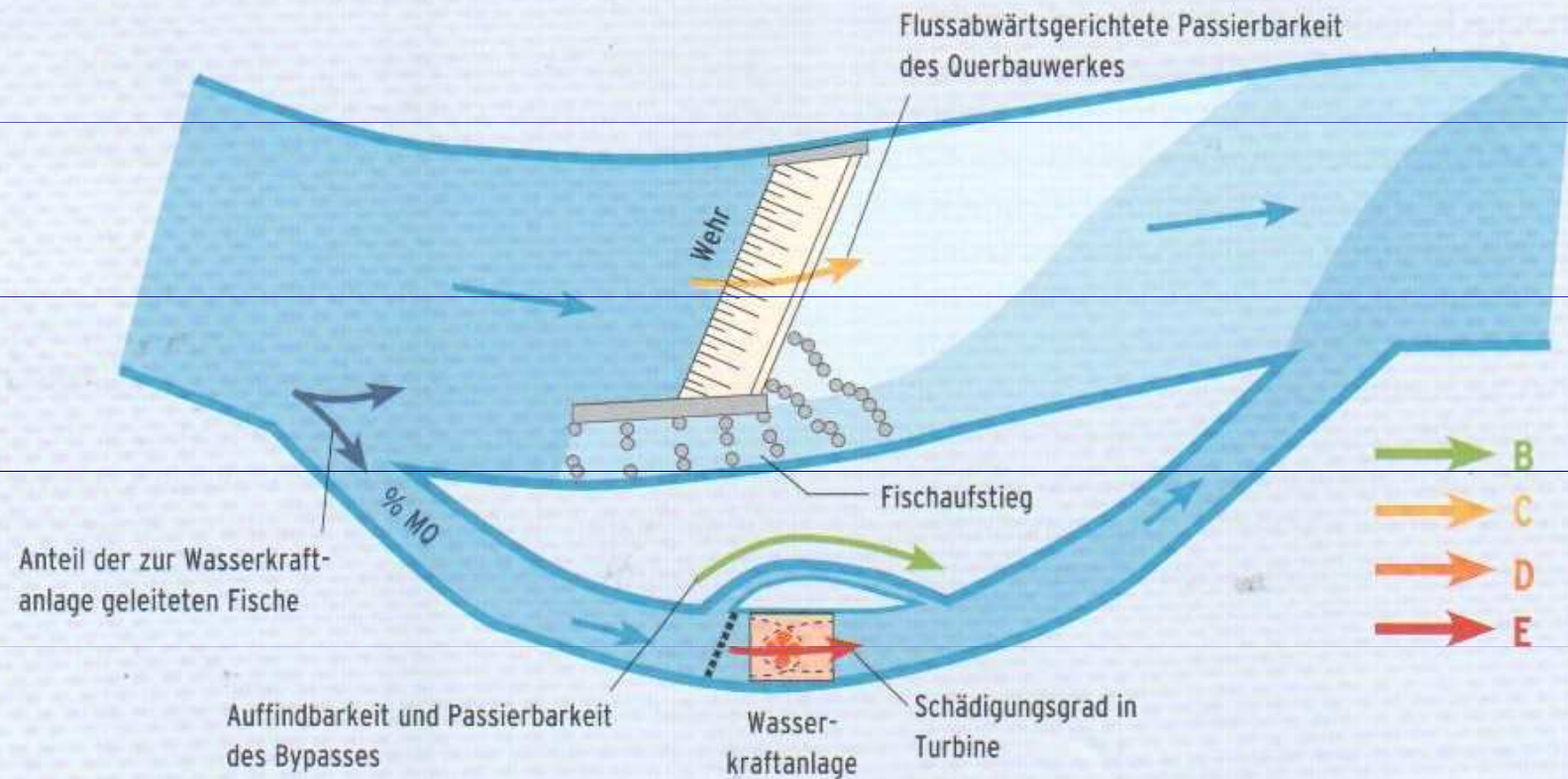








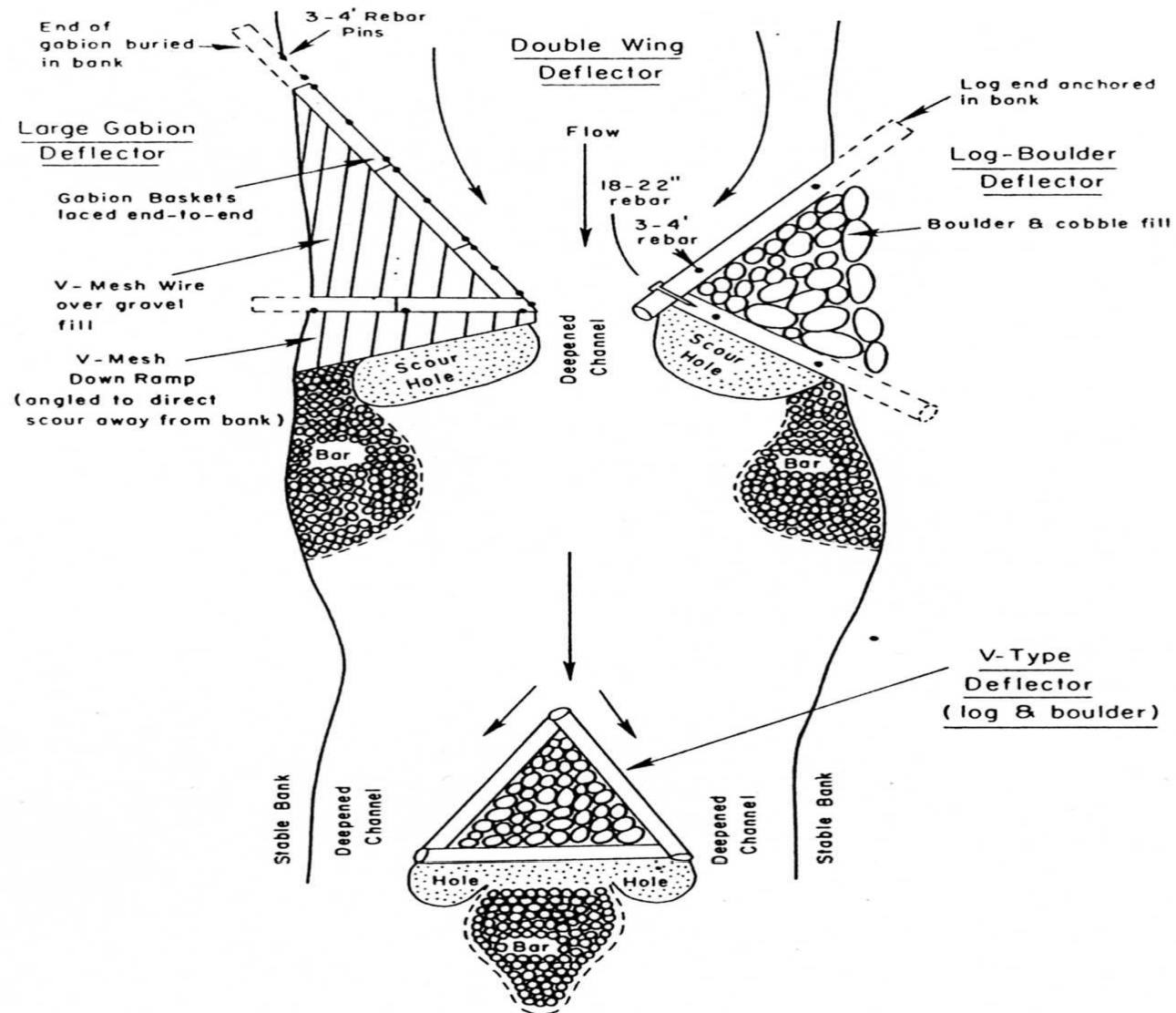
## Beispiel für die Bewertung der Abwanderung von Fischen an einem Ausleitungswerk



Für Fische gibt es verschiedene Wege, ein Wasserkraftwerk zu überwinden. Der „grüne Pfeil“ ist dem Weg durch die Turbine (rot) vorzuziehen. MQ bedeutet mittlerer Durchfluss.

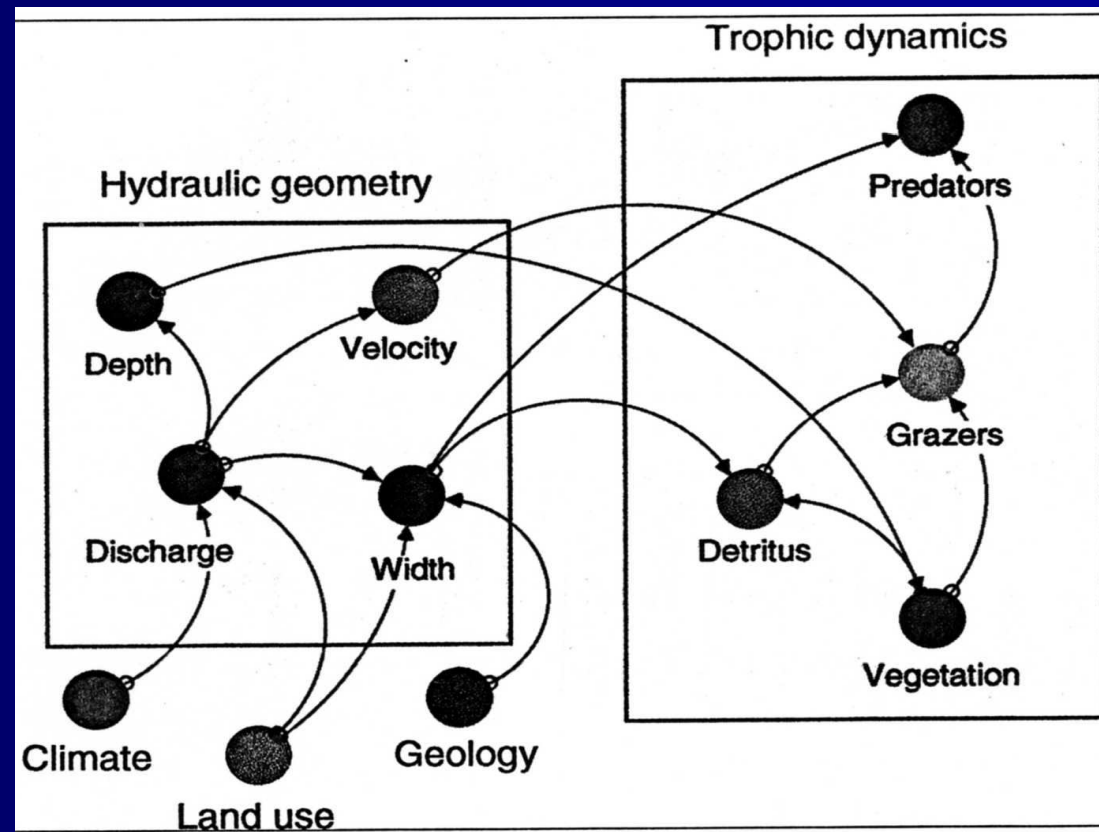


# Úprava břehů a dna



# Biomonitoring zásahů

- Populace indikátorových taxonů
- Společenstva bezobratlí a ryby



# Krok 5: Monitoring, vyhodnocení

## ■ **Důležitá (ale podceňovaná) součást provedené revitalizace**

na základě monitoringu odstraňování chybných postupů, „doladování“ kroků, reakce na nepředvídané situace typu povodně v době, kdy je revitalizace „čerstvá“ = morální pomoc myšlenkou revitalizací

### • **Navíc pozitiva v povodí:**

zvýšení biodiverzity  
zvýšení ekologické stability území  
snížení ztrát půdy a živin z ní  
zlepšení kvality vody, snížení nákladů na čištění vody  
vyrovnání průtoků v korytě a zvýšení retence vody v krajině  
zvýšení, resp. vyřešení protipovodňové ochrany

- **Srovnání** s klasickou vodohospodářskou úpravou z hlediska **nákladů:**  
náklady nižší x údržba vyšší; dále však přistupuje **finanční zajištění monitoringu**



# Program revitalizace říčních systémů (PRRS)

- Program obnovy, stabilizace a péče o vodní režim krajiny; založen k zabezpečení úkolů **usnesení vlády ČR č. 373/1992** (k Programu revitalizace dne 20. 5. 1992).
- Patří k významným aktivitám MŽP ČR (ve spolupráci s dalšími resorty) a je řazen do skupiny tzv. **krajinotvorných programů** podporujících ekologickou stabilitu krajiny.

## Základní cíle:

- Podporovat a **zvyšovat retenční schopnost krajiny.**
- Systémově **napravit** negativní důsledky **nevhodně provedených pozemkových úprav, obhospodařování půdy a velkoplošného odvodnění** a omezovat účinky nevhodně provedených **odvodňovacích soustav.**
- **Obnovovat přirozené funkce vodních toků a jejich koryt,** odstraňovat nevhodné úpravy vodních toků, zvyšovat odolnost břehů a koryt a podporovat samočisticí schopnost vody, zajistit minimální průtoky a podmínky pro biologické oživení.