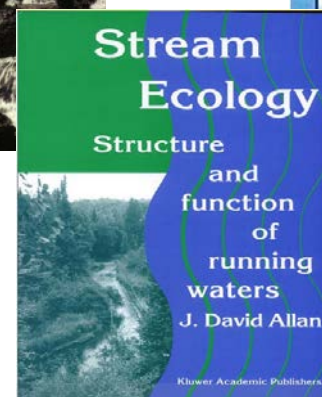
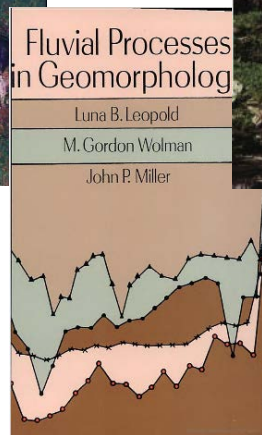
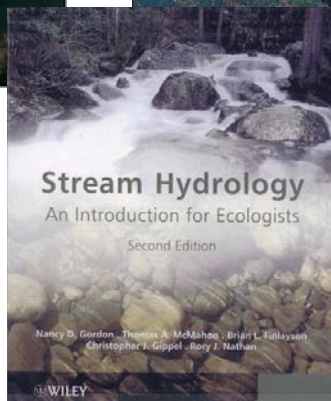
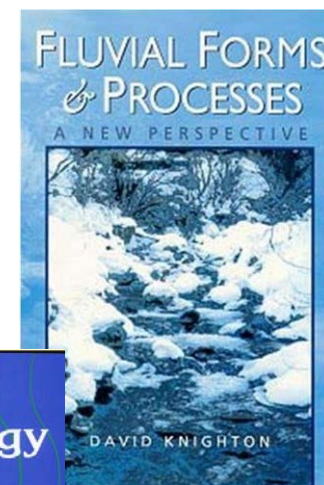
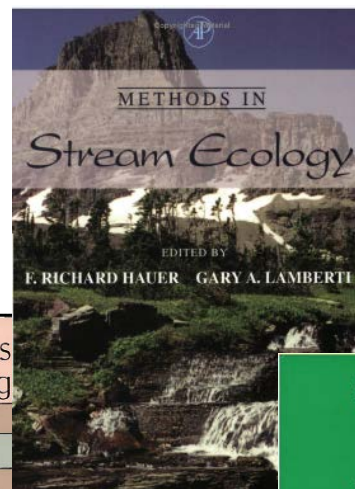
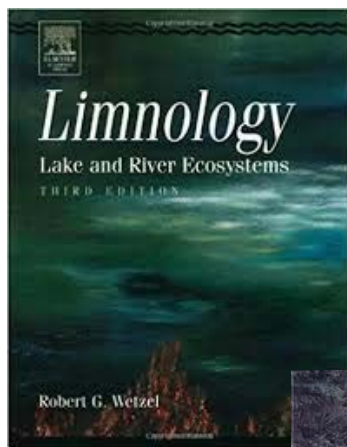


Změny sladkovodních ekosystémů v prostoru a čase

Z8025 (učebna Z2, pondělí 14.00-15.50)

1. Úvod – teoretické koncepty a prostorové škály říční krajiny



PRŮBĚH A ZAKONČENÍ

- doporučená účast na přednáškách (prezentace neobsahují všechny informace požadované při zkoušce)
- ústní zkouška (hodnocena i aktivita na přednáškách)

Pozvánka na přednášky

Prof. Nicola Surian

University of Padova (Italy)

Department Department of Geosciences

úterý 24.9. 14-16 hod (Z2)

River management: river restoration and flood hazard

čtvrtek 26.9. 9-11 hod (?)

Channel response to extreme flood events

SYLABUS

1. **Úvod – teoretické koncepty**
2. Prostorové škály vodních ekosystémů
3. Změny vodních toků v podélném profilu
4. Laterální a vertikální interakce vodních toků s okolním prostředím
5. Stojaté vody – vztahy k povodí, procesy ve vazbě na prostorové členění
6. Dlouhodobé trendy ve vývoji vodních ekosystémů
7. Sezonní dynamika faktorů prostředí a biologických společenstev
8. Teplotní režim povrchových vod
9. Ekologické aspekty průtokového režimu a hydraulických podmínek
10. Antropogenní modifikace vodních ekosystémů (se zřetelem na časo-prostorové aspekty)
11. Potenciální dopady změn klimatu ve sladkovodních ekosystémech
12. Časo-prostorové aspekty adaptačních opatření a revitalizací degradovaných ekosystémů
13. Případové studie

Variabilita sladkovodních ekosystémů v prostoru a čase

- *fyzikálně-chemické parametry*
- *biologická společenstva*
- *ekosystémové procesy*

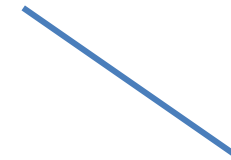
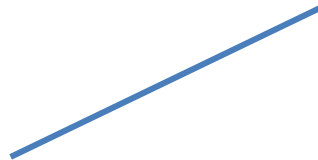
- struktura
- fluviální procesy
- chemické a fyzikální parametry
- vazby na terestrické ekosystémy
- vodní biota
- znečištění a antropogenní degradace
- bioindikátory
- revitalizace
- management vodních ekosystémů

VZTAHY

PROSTOR

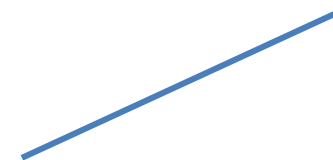
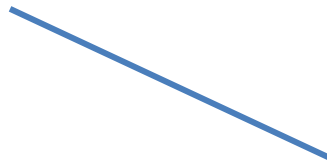


ČAS



heterogenita

dynamika



DYNAMIKA PLOŠEK

HIERARCHIE FLUVIÁLNÍCH EKOSYSTÉMŮ

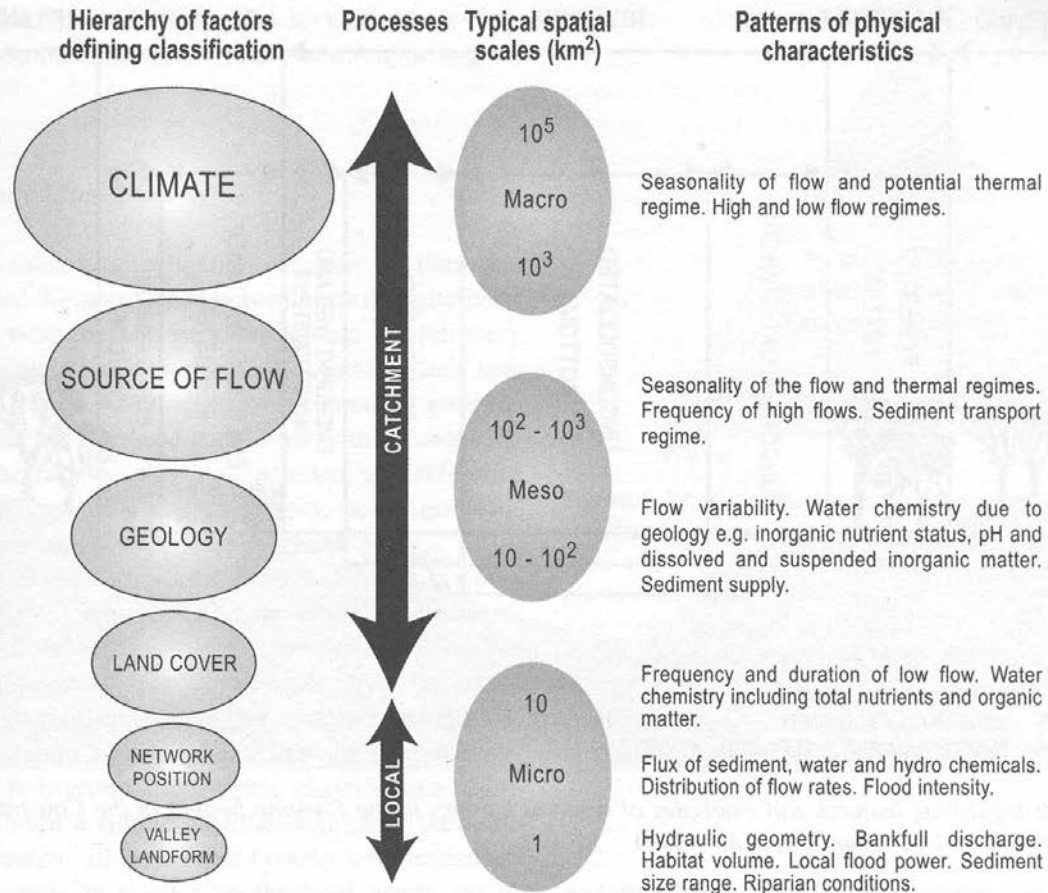
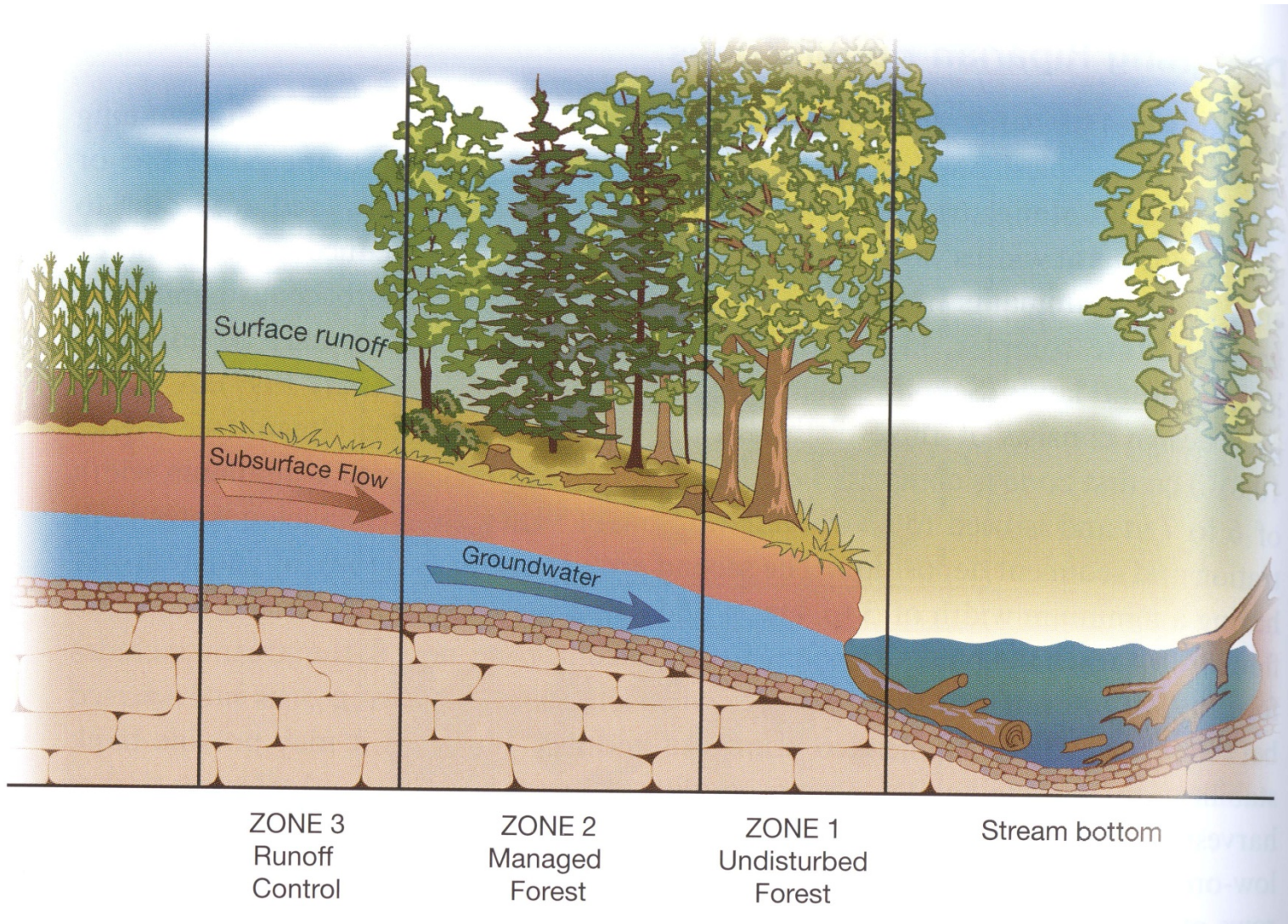


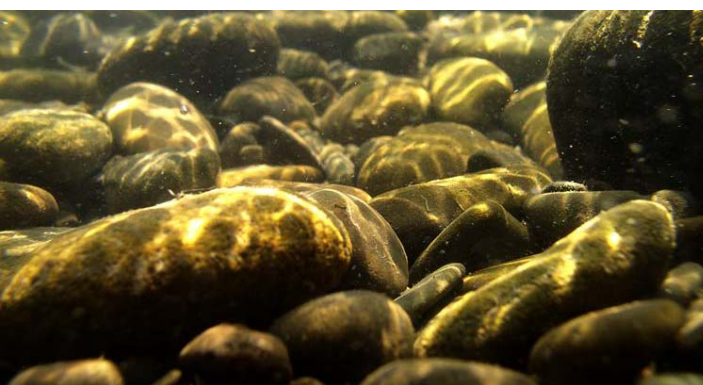
Figure 9.14. Schematic diagram representing River Environment Classification (REC) levels based on controlling factors and the patterns of physical characteristics at typical spatial scales. Source: Snelder et al. (2003). Reproduced by permission of American Water Resources Association



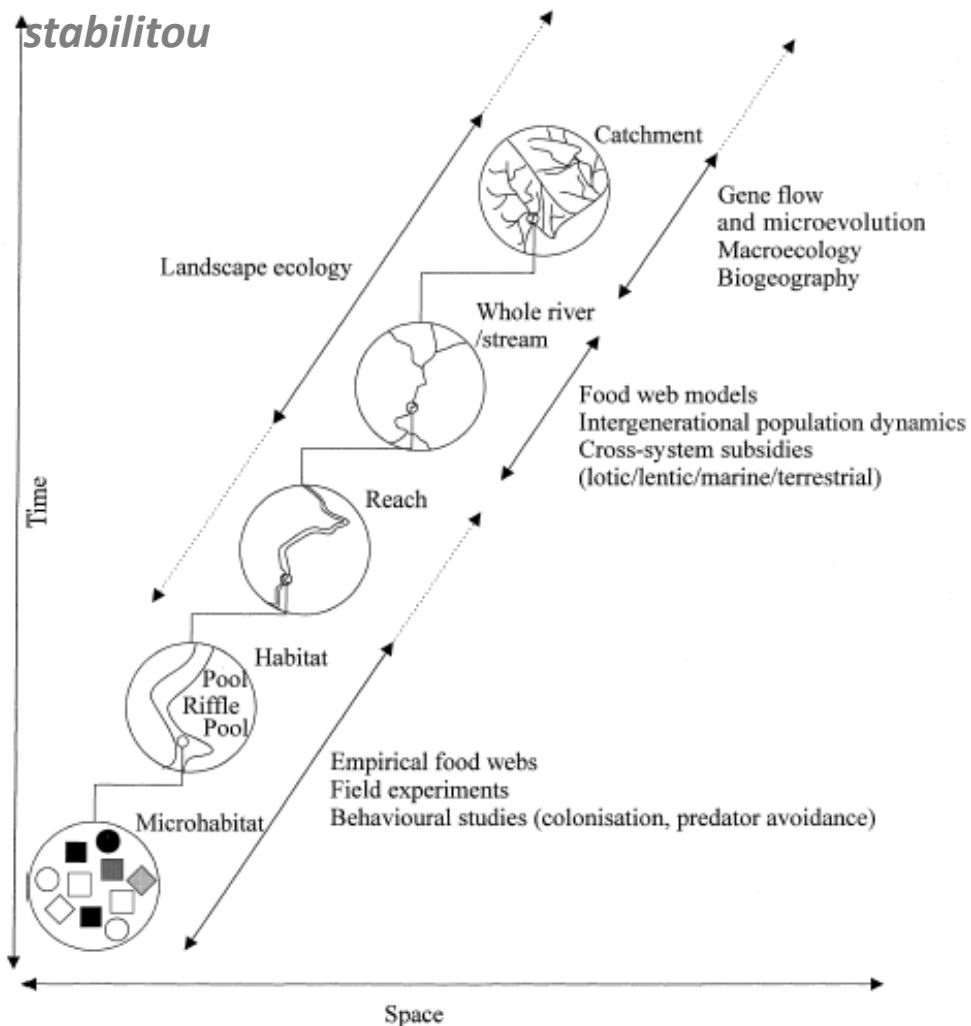


Pohyb látek a hmoty

- *povrchový odtok*
- *průsak do podpovrchového odtoku a do podzemních vod*
- *propojení koryta toku s říční nivou*
- *střídání peřejí a tišin, laterální koryta, poříční tůň*
- *gradienty parametrů prostředí v podélném profilu toku*



vztah mezi prostorovými škálami a jejich časovou stabilitou



The spatiotemporal scaling of riverine food webs. Selected fields of investigation that might be expected to affect web structure processes at the different scales are highlighted as text. Solid double-headed arrows indicate the typical spatiotemporal limits these investigations; the dashed arrows indicate rarer instances, where these limits are exceeded.



Spatial dimensions of stream ecosystems

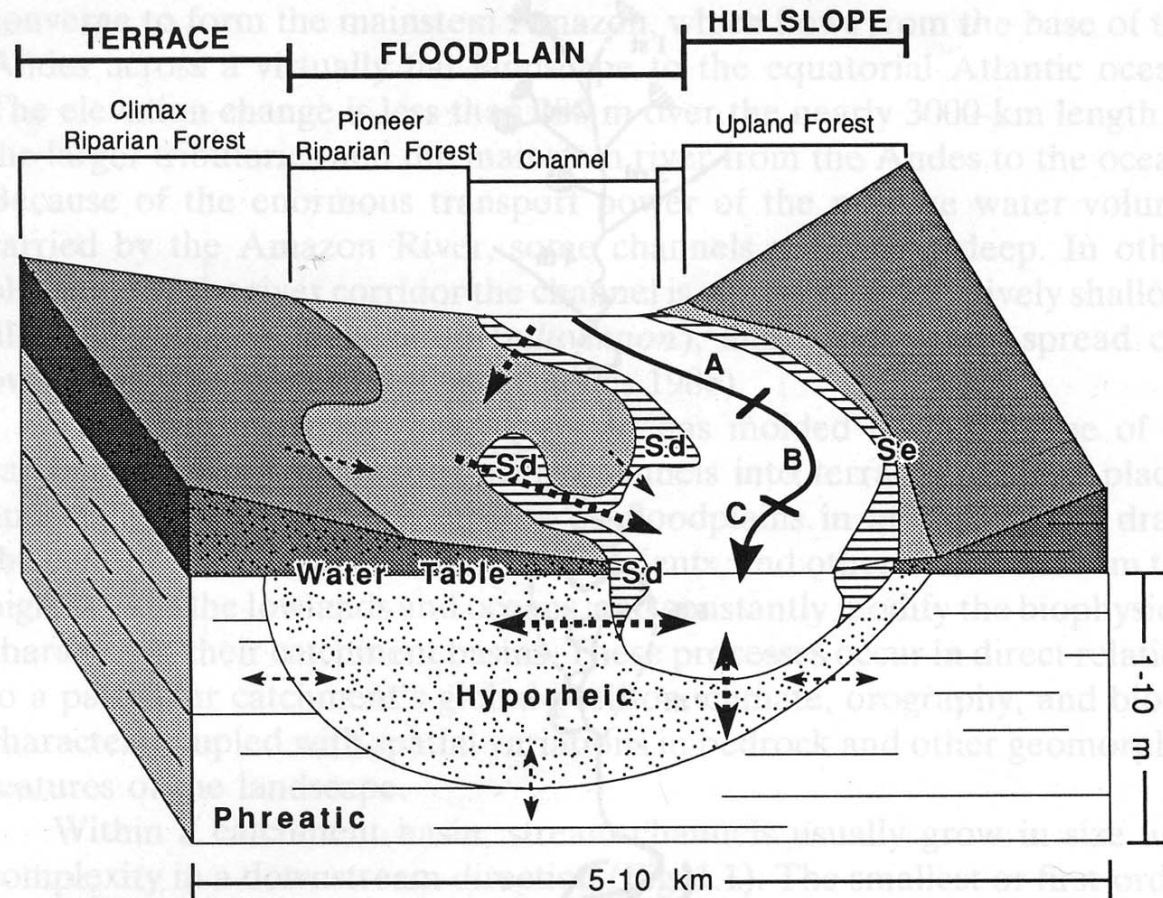
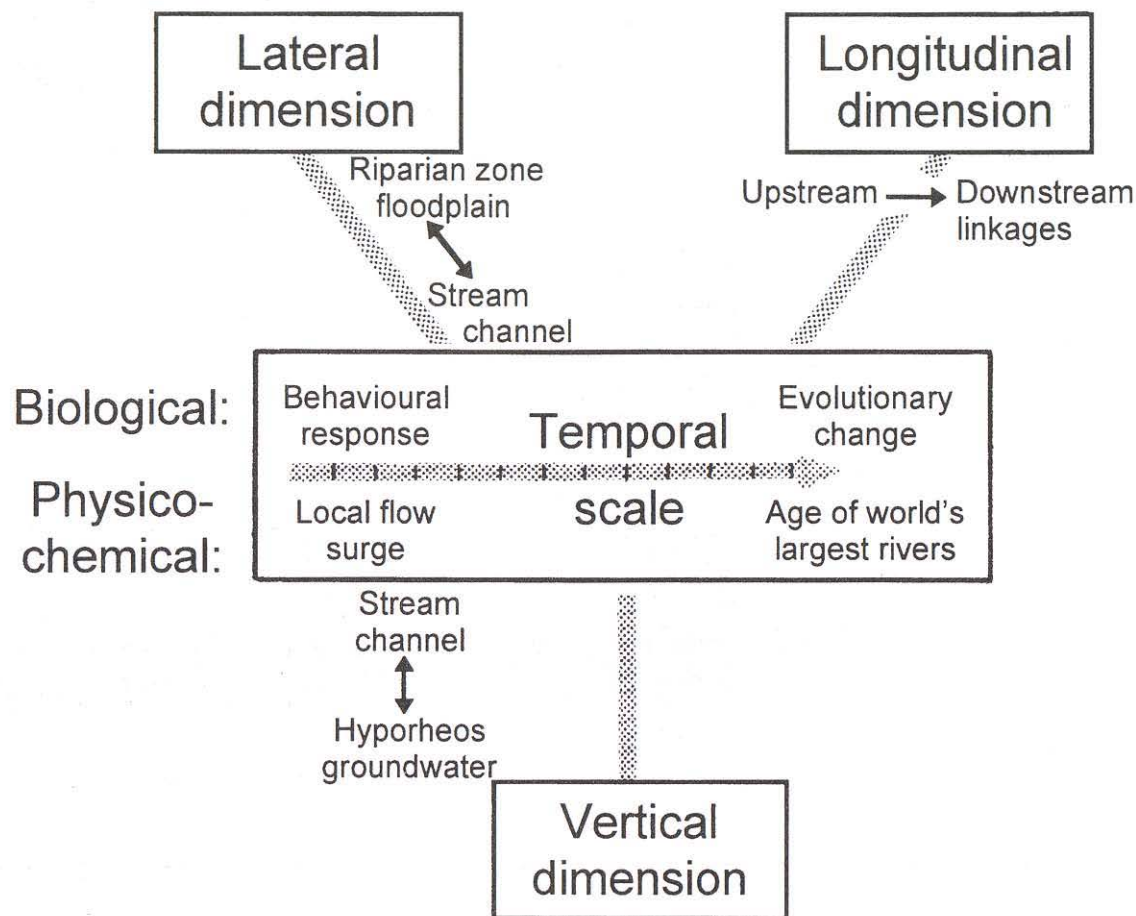
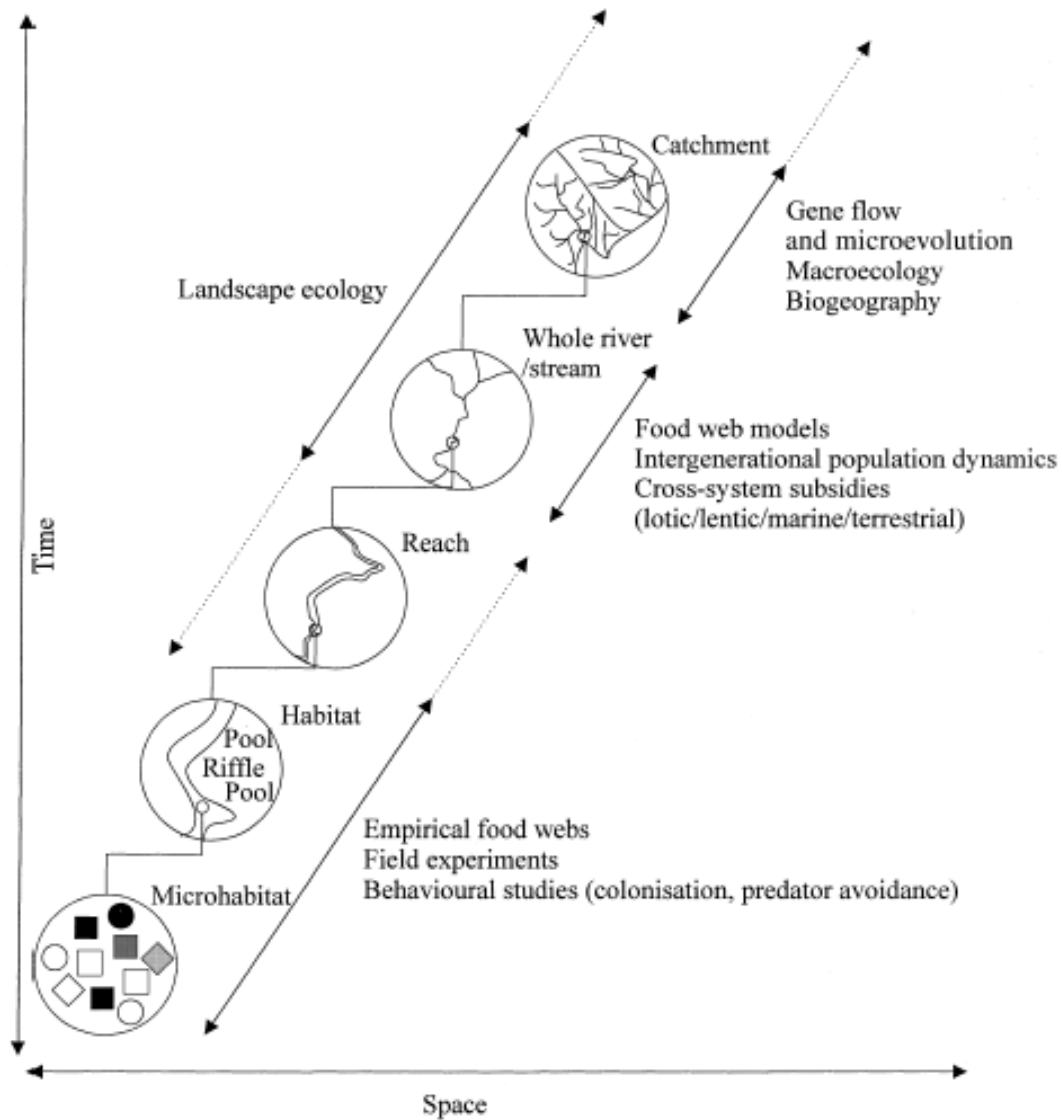
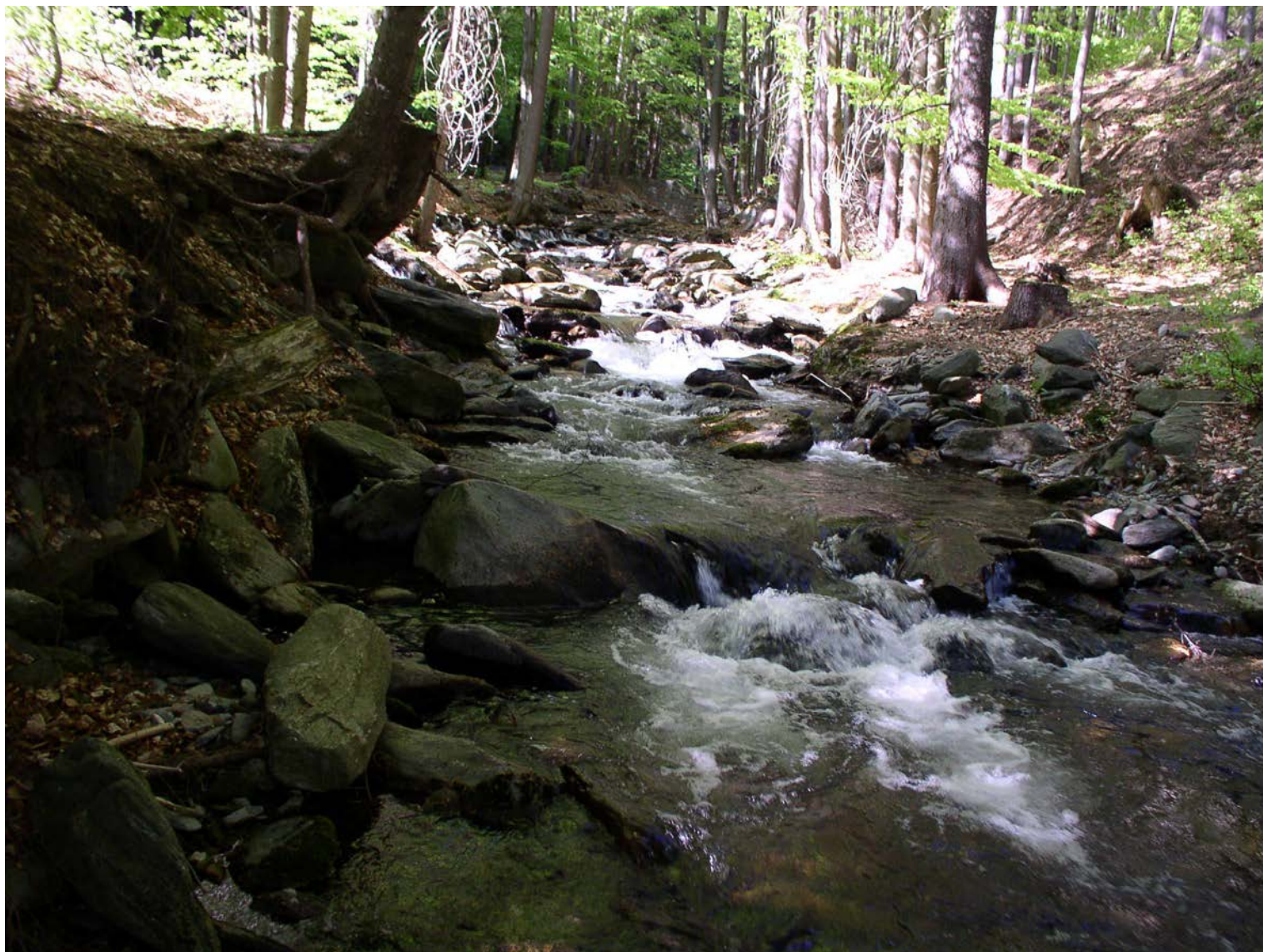


Fig. 1.4 The four-dimensional nature of stream and river ecosystems. (Adapted from Ward, 1989.)





TEKOUCÍ VODY



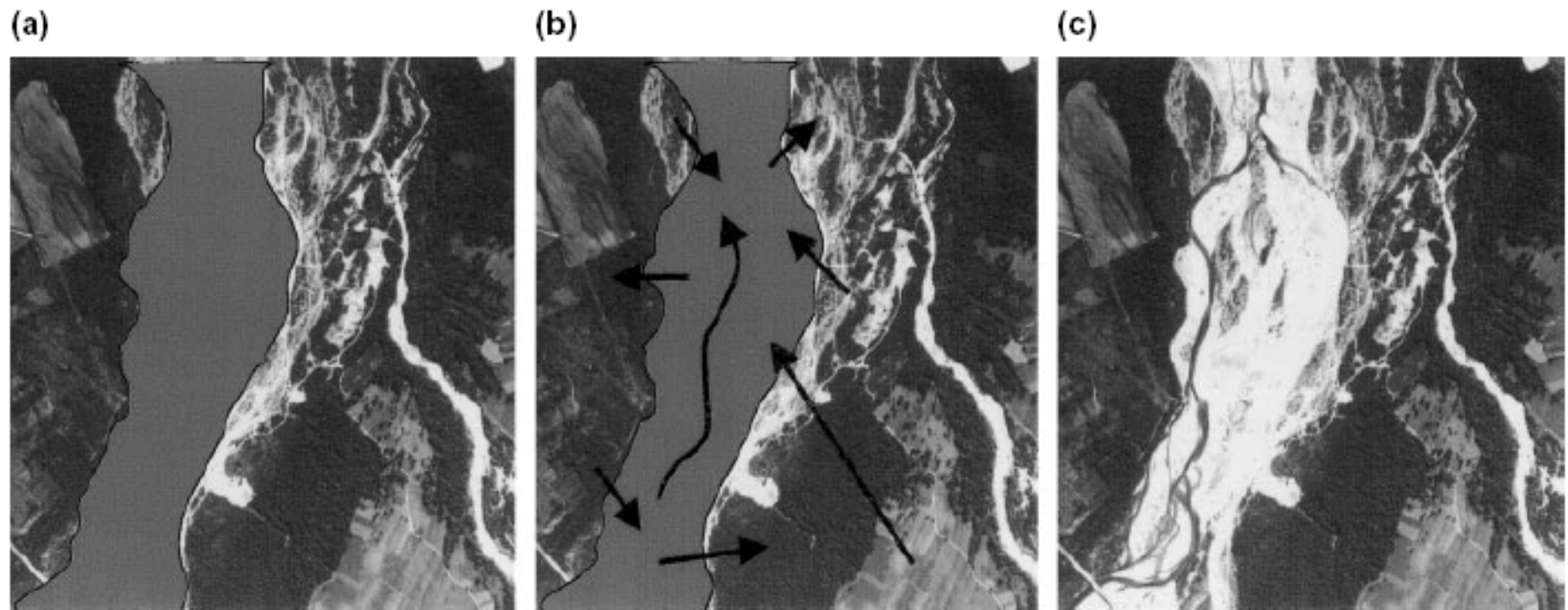


Fig. 1 Three perceptions of rivers as landscapes. (a) The river is an internally homogeneous element contained within a broader terrestrial landscape. (b) The river is connected with the surrounding landscape by a series of flows across the land–water boundary, or longitudinally down the river corridor. (c) The river is a part of a landscape that is internally heterogeneous, and there is therefore a ‘landscape’ within the river system as well. The images are of the Fiume Tagliamento in Italy, river kilometer 43. The width of the active river corridor is c. 250 m, altitude 300 m, stream order 6. Photo from 17 November 1986, Istituto Geografico Militare, Firenze, courtesy of Klement Tockner.

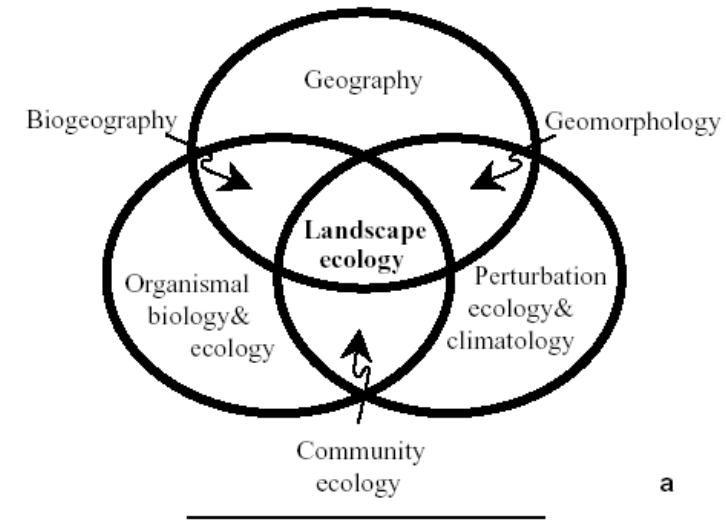
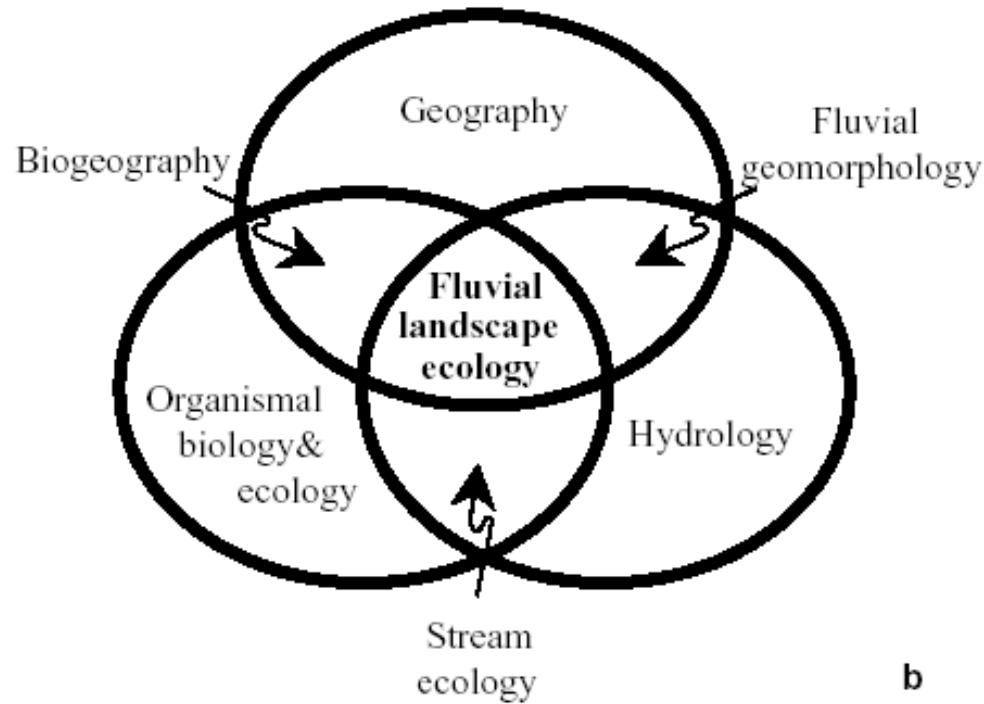


Fig. 1 A comparison of foundational disciplines for (a) the fields of landscape ecology, and (b) fluvial landscape ecology. Hydrology, fluvial geomorphology, and stream ecology are the integral scientific underpinning of fluvial landscape ecology, making fluvial landscape ecology a fundamentally different field of study from landscape ecology.

KRAJINA – ŘÍČNÍ SÍŤ

Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum

GEOFFREY C. POOLE

Jak?

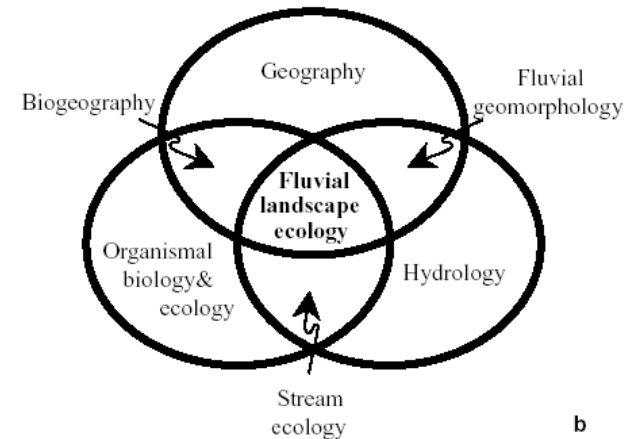
Teorie (fluviální struktury, procesy)

Kde, kdy?

Škály (prostorové, časové)

Co?

Indikátory (biologické složky, recentní/subrecentní)



Ekologické souvislosti krajinné ekologie

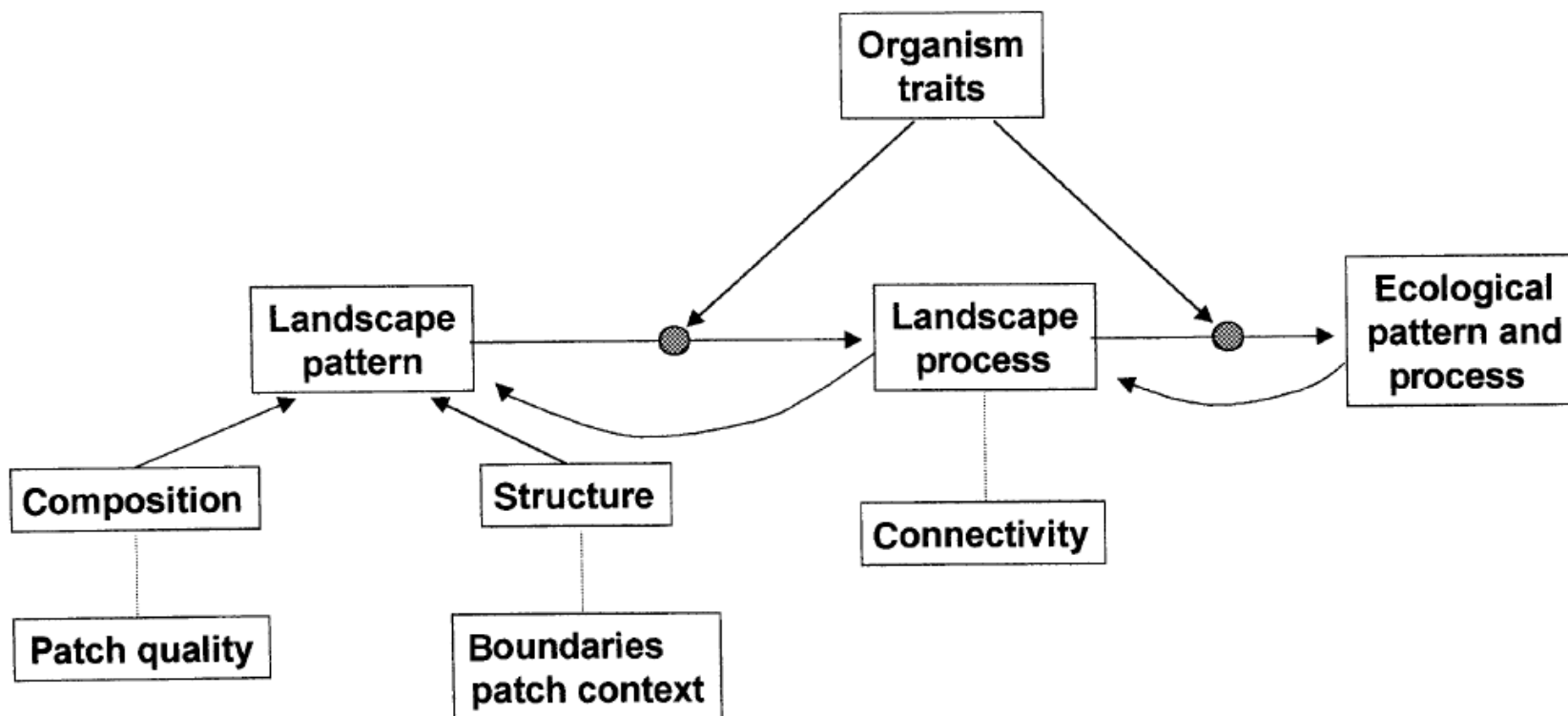


Fig. 5 A framework for integrating the central themes of landscape ecology and their effects on ecological systems. After Wiens (in press).

KONCEPTY FLUVIÁLNÍCH EKOSYSTÉMŮ

J. N. Am. Benthol. Soc., 2010, 29(1):84-99
 © 2010 by The North American Benthological Society
 DOI: 10.1899/08-048.1
 Published online: 5 February 2010

Patch dynamics and environmental heterogeneity in lotic ecosystems

Kirk O. Winemiller¹

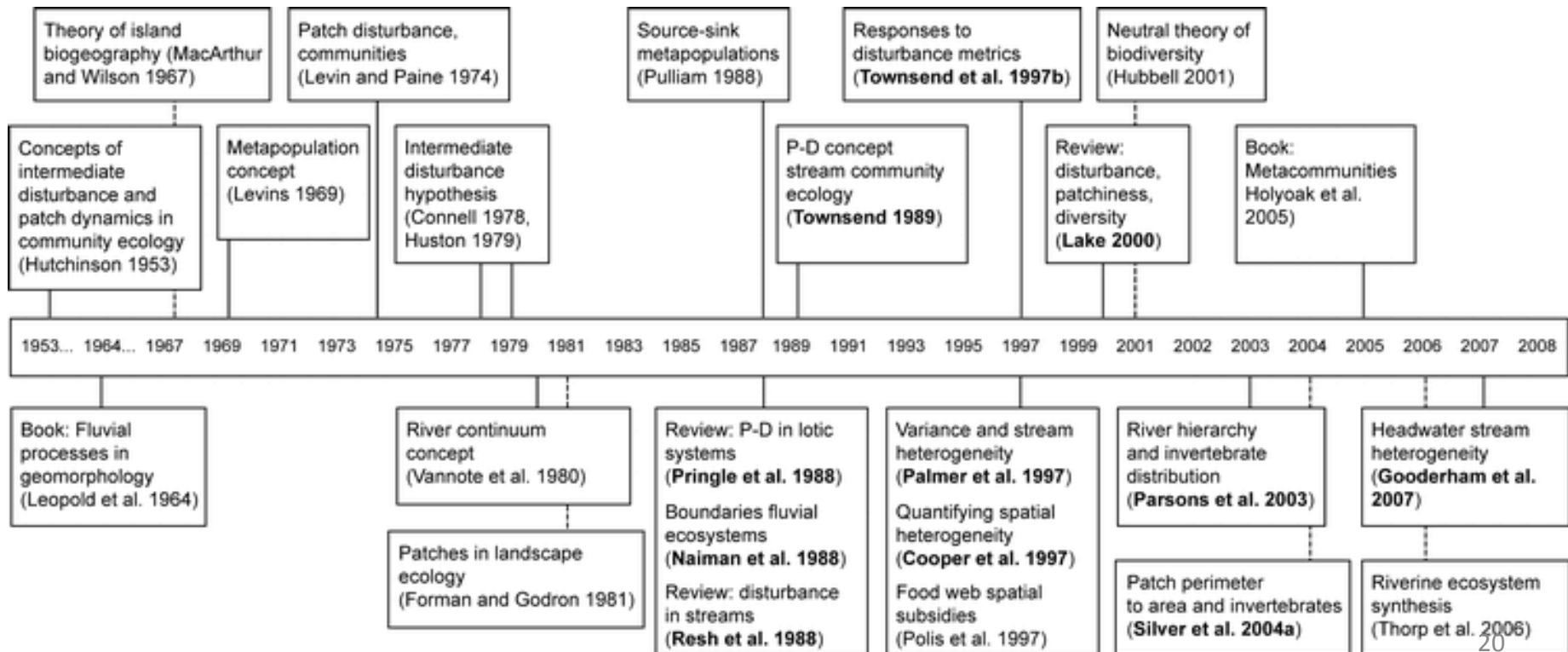
*Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University,
 College Station, Texas 77843-2258 USA*

Alexander S. Flecker²

Department of Ecology and Evolutionary Biology, Cornell University, Ithaca, New York 14853 USA

David J. Hoeinghaus³

*Department of Biological Sciences and the Institute of Applied Science, University of North Texas,
 1155 Union Circle 310559, Denton, Texas 76203-5017 USA*

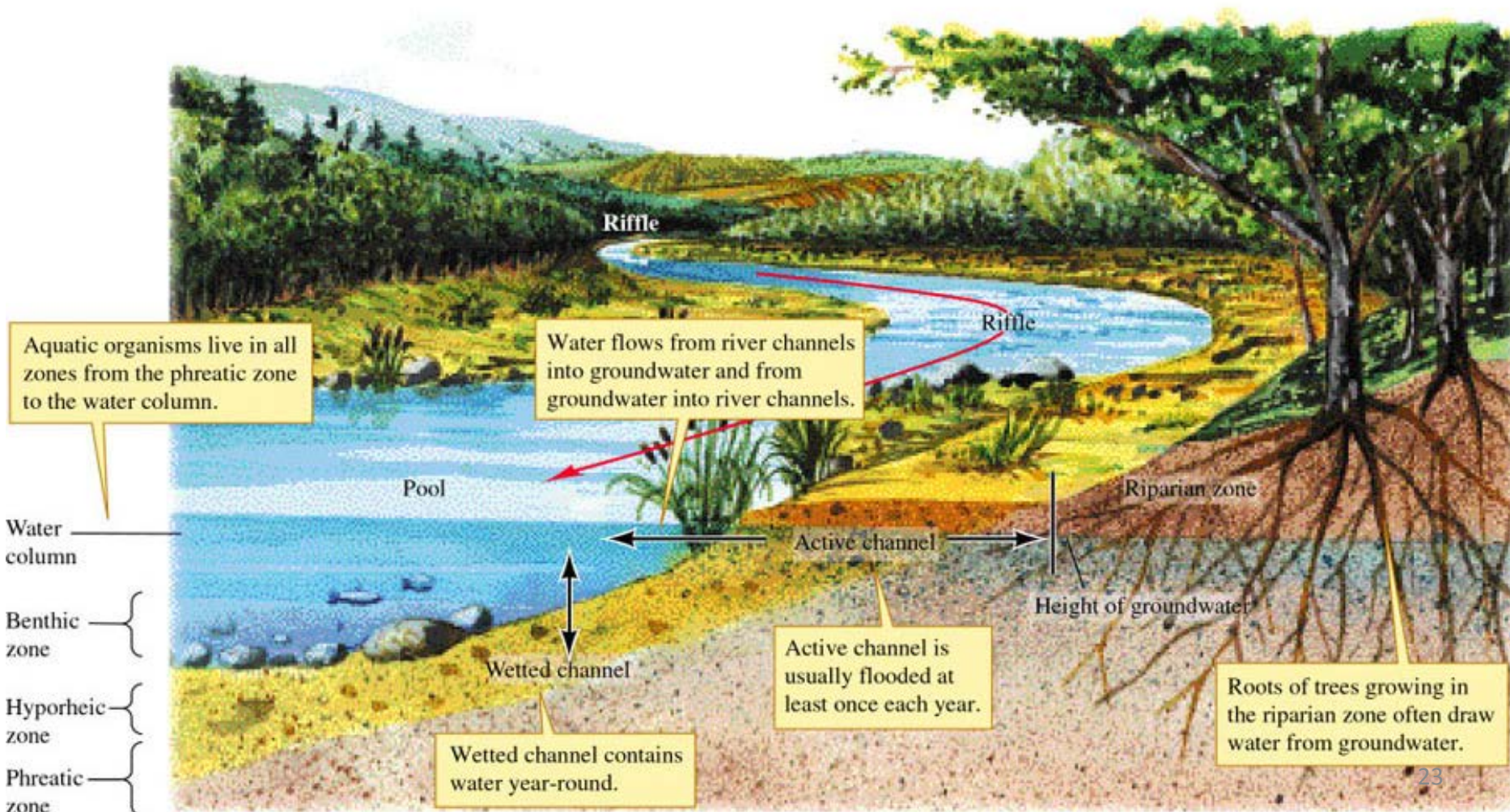


prostorové uspořádání (pattern) a časová dynamika

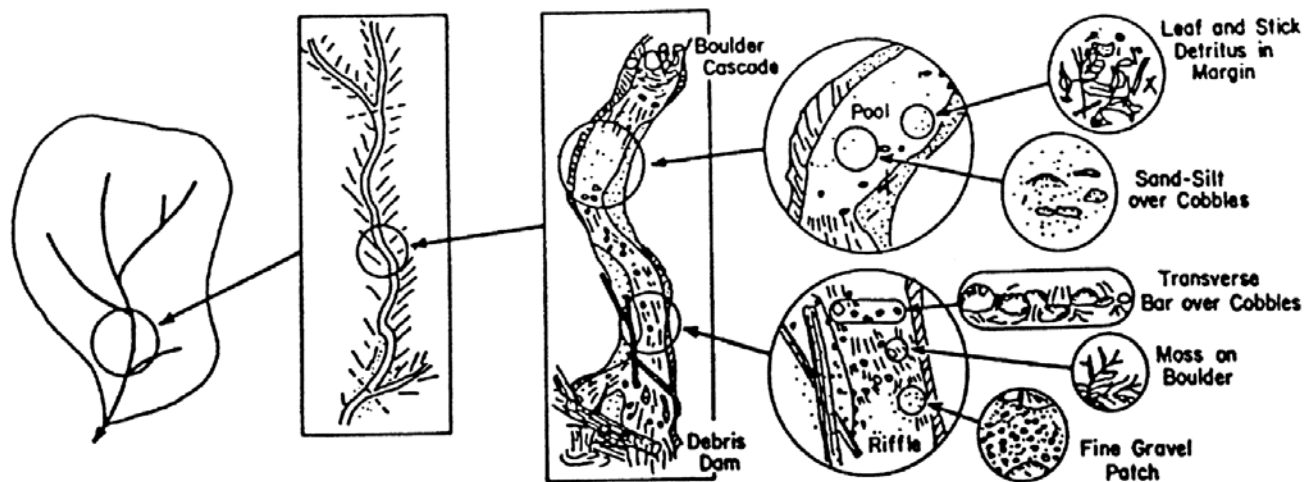
- *struktury*
- *hierarchie (povodí, škálování různě velkých jednotek)*
- *ekosystémové procesy*
- *interakce s terestrickými ekosystémy (ekotony)*
- *vztahy mezi strukturami a jejich dynamikou/stabilitou*

Heterogennost je vlastnost, kterou se označuje skutečnost, že určitý celek je složen z rozdílných částí. Heterogennost označuje různorodost, nestejnorodost.

- *uspořádání minerálních částic v rámci habitatů*
- *řídícím faktorem lokální hydraulické poměry a průtokový režim*
- *biotické substráty (rostliny, biofilm, partikulovaná organická hmota)*
- *podélná, laterální a vertikální dimenze*



*prostorové škály,
hierarchie říční sítě a
habitatů*



STREAM SYSTEM

SEGMENT SYSTEM

REACH SYSTEM

"POOL/RIFFLE"
SYSTEM

MICROHABITAT
SYSTEM

10^3 m

10^2 m

10^1 m

10^0 m

10^{-1} m

REGIONAL (Catchment)

LOCAL (Site)

shade

habitat

organic matter
inputs

temperature
amelioration

sediment
retention

nutrient
retention

hydrologic
regime

channel
form

PLOŠKA (PATCH)

- poměrně homogenní ploška nepravidelného tvaru, která se liší od svého okolí (Forman 1995)
- od zrnka písku po geomorfologické prvky krajiny

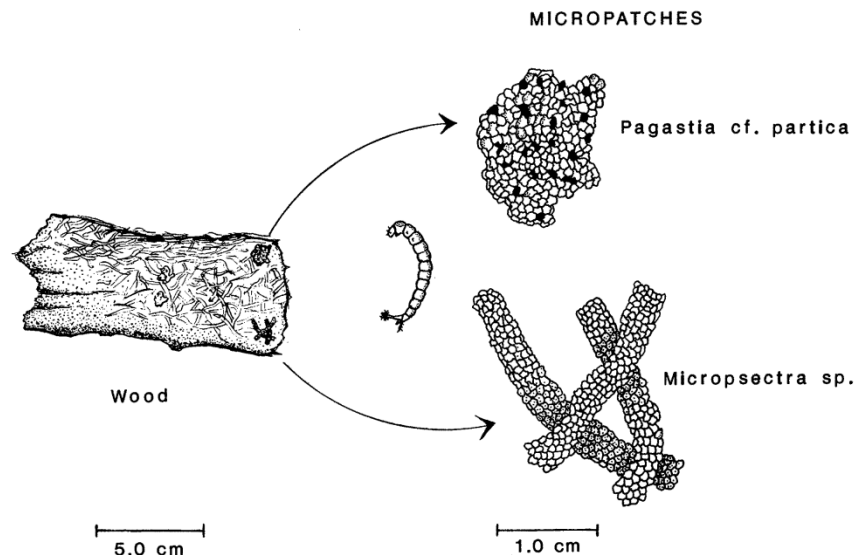


FIG. 2. Larval retreats of *Pagastia cf. partica* and *Micropsectra sp.*, two predominant micropatch types in Carp Creek that significantly modify epibenthic algal communities. Carp Creek is a second-order, nutrient-poor stream located in the northern, lower peninsula of Michigan.

FLUVIÁLNÍ STRUKTURY A PROCESY

Fluviální struktury

- **koryto** (minerální a biotický substrát)
- **břehy** (ekoton, regulace)

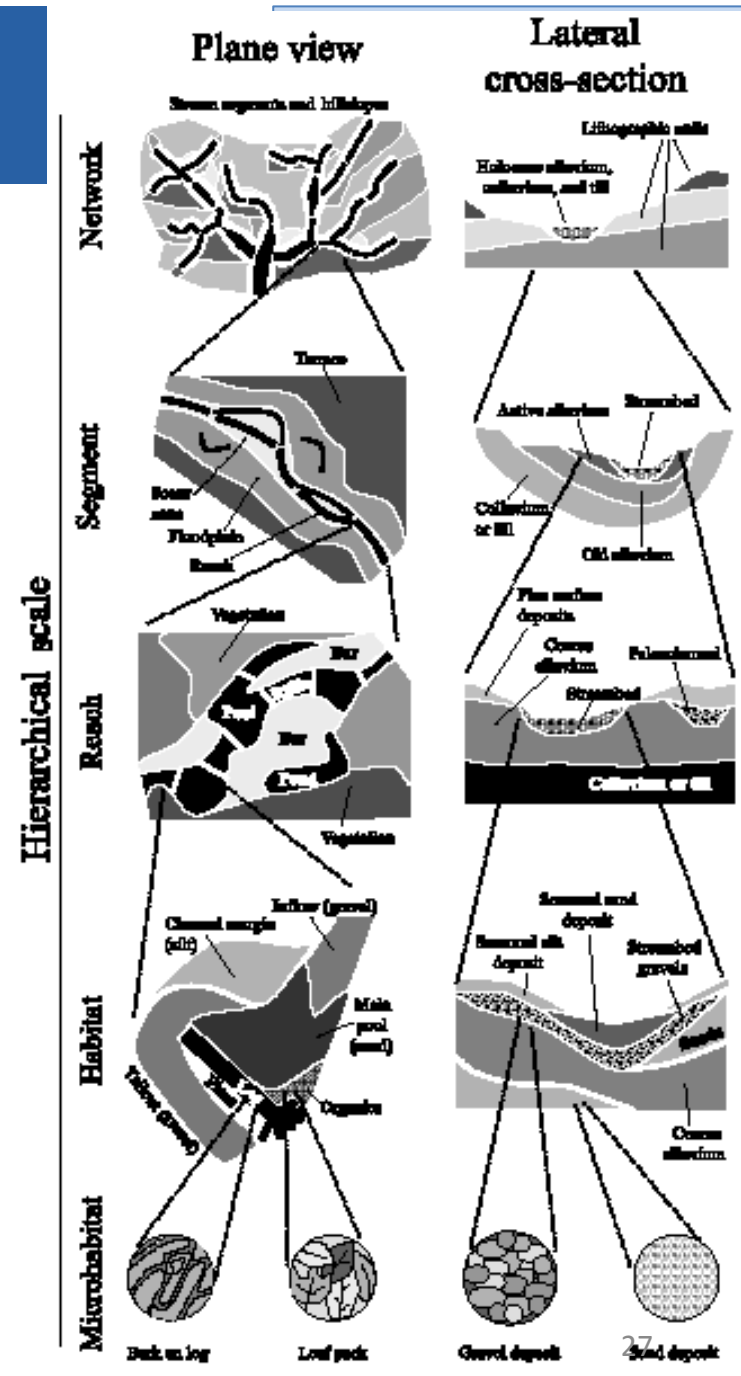
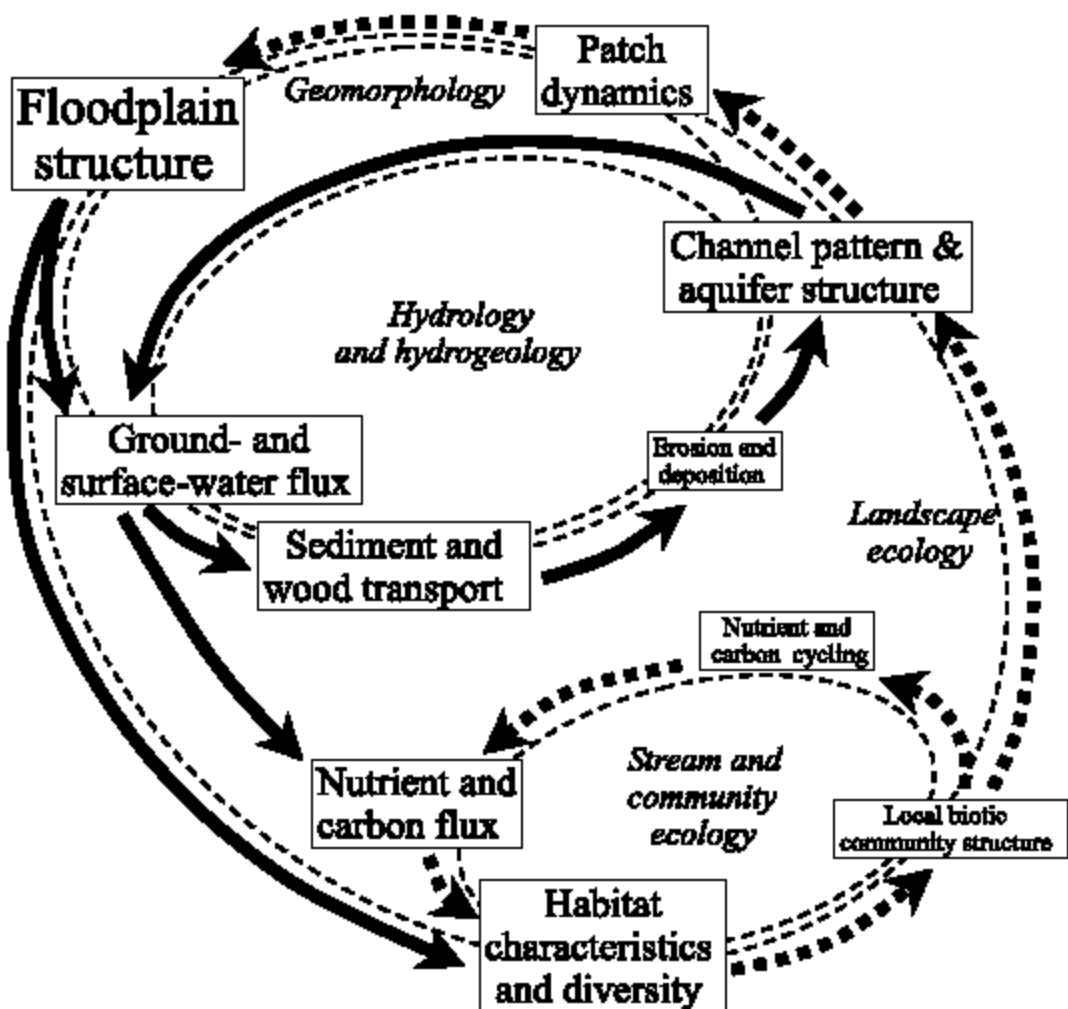


Fluviální procesy

- eroze – transport – sedimentace
- **ekologické procesy** (asimilace, respirace, rozklad organické hmoty, aktivita organismů)

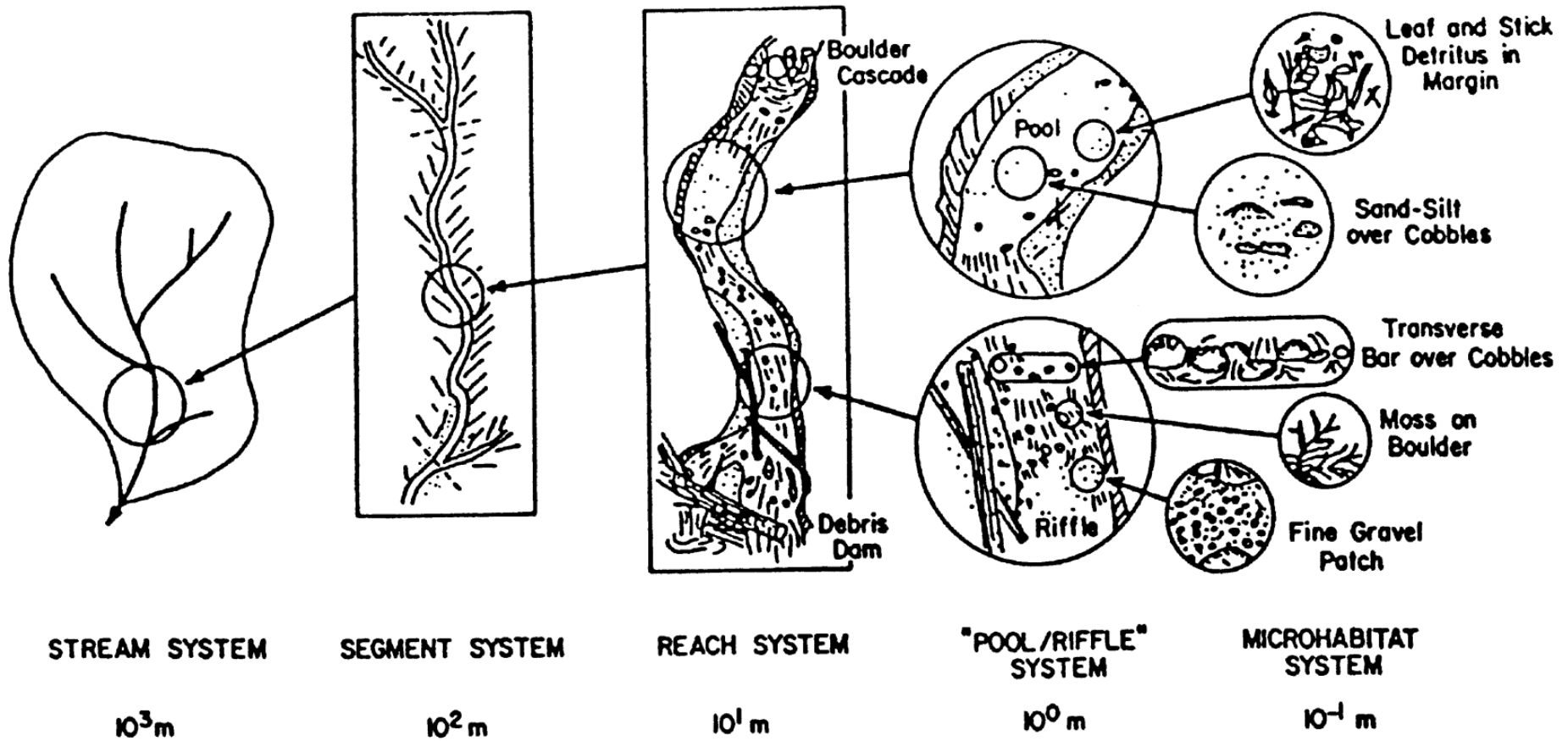
FLUVIÁLNI EKOSYSTÉMY

Dynamika plošek (Patch dynamics)



HIERARCHIE - PROSTOROVÉ ŠKÁLY

povodí/koridor/habitat



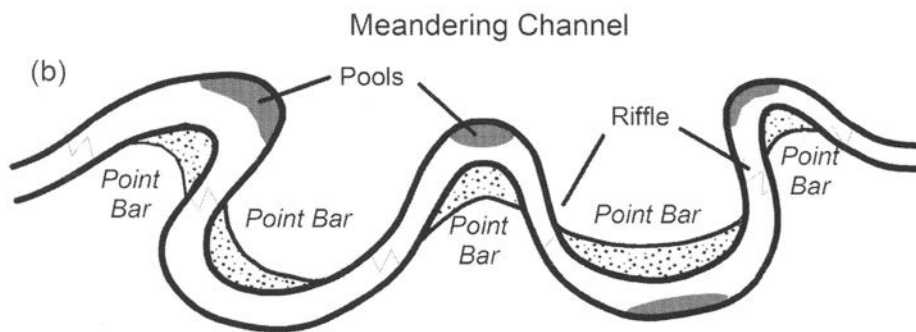
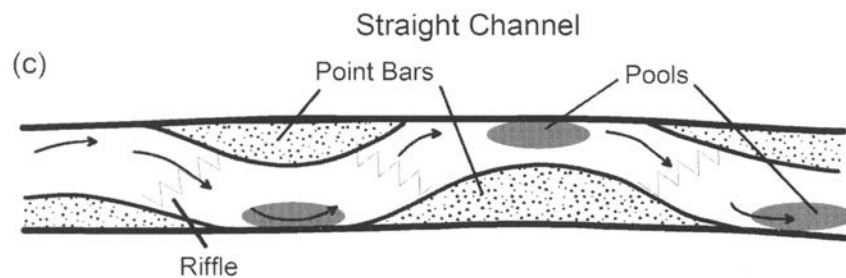
Frissell et al., 1986: A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context

eroze (boční, hloubková)

sedimentace

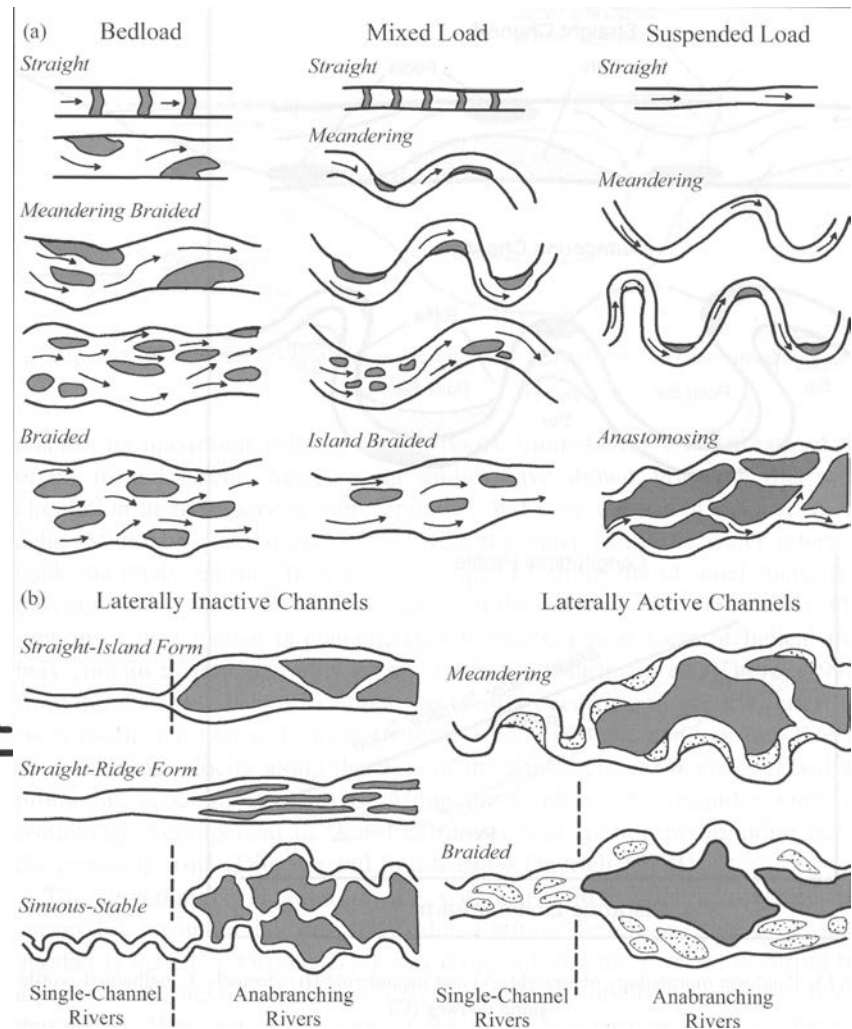
typy koryt

transport a ukládání kontaminantů



Napřímené/meandrující koryto

Typy říčních koryt



KONCEPTY FLUVIÁLNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Applicability of ecological theory to riverine ecosystems

J. V. Ward, C. T. Robinson and K. Tockner

- *gradientová analýza*
- *disturbance*
- *hierarchie*
- *ekotony*
- *konektivita*

Table 1. Selected concepts of river ecosystems, positioned within their general theoretical framework, and the extent to which each addresses the four-dimensional perspective of lotic ecosystems (*sensu* WARD 1989).

Theoretical framework	Lotic ecology concept	Four-dimensional perspective			
		Longitudinal	Lateral	Vertical	Temporal
Gradient analysis (WHITTAKER 1956)	Stream zonation (ILLIES & BOTOSANEANU 1963)	X	–	–	–
	River continuum (VANNOTE et al. 1980)	X	–	–	(X)
	Hyporheic corridor (STANFORD & WARD 1993)	X	X	X	(X)
Disturbance (PICKETT & WHITE 1985)	Serial discontinuity (WARD & STANFORD 1995b)	X	X	–	(X)
	Flood pulse (JUNK et al. 1989)	–	X	–	X
	Telescoping ecosystem (FISHER et al. 1998)	–	(X)	X	X
Ecotones (CLEMENTS 1905)	Aquatic–terrestrial ecotones (NAIMAN & DECAMPS 1990)	–	X	X	(X)
Hierarchy (ALLEN & STARR 1982)	Catchment hierarchy (FRISSELL et al. 1986)	X	–	–	X
Connectivity (MERRIAM 1984)	Hydrologic connectivity (AMOROS & ROUX 1988)	(X)	X	–	X

KONCEPTY FLUVIÁLNÍCH EKOSYSTÉMŮ

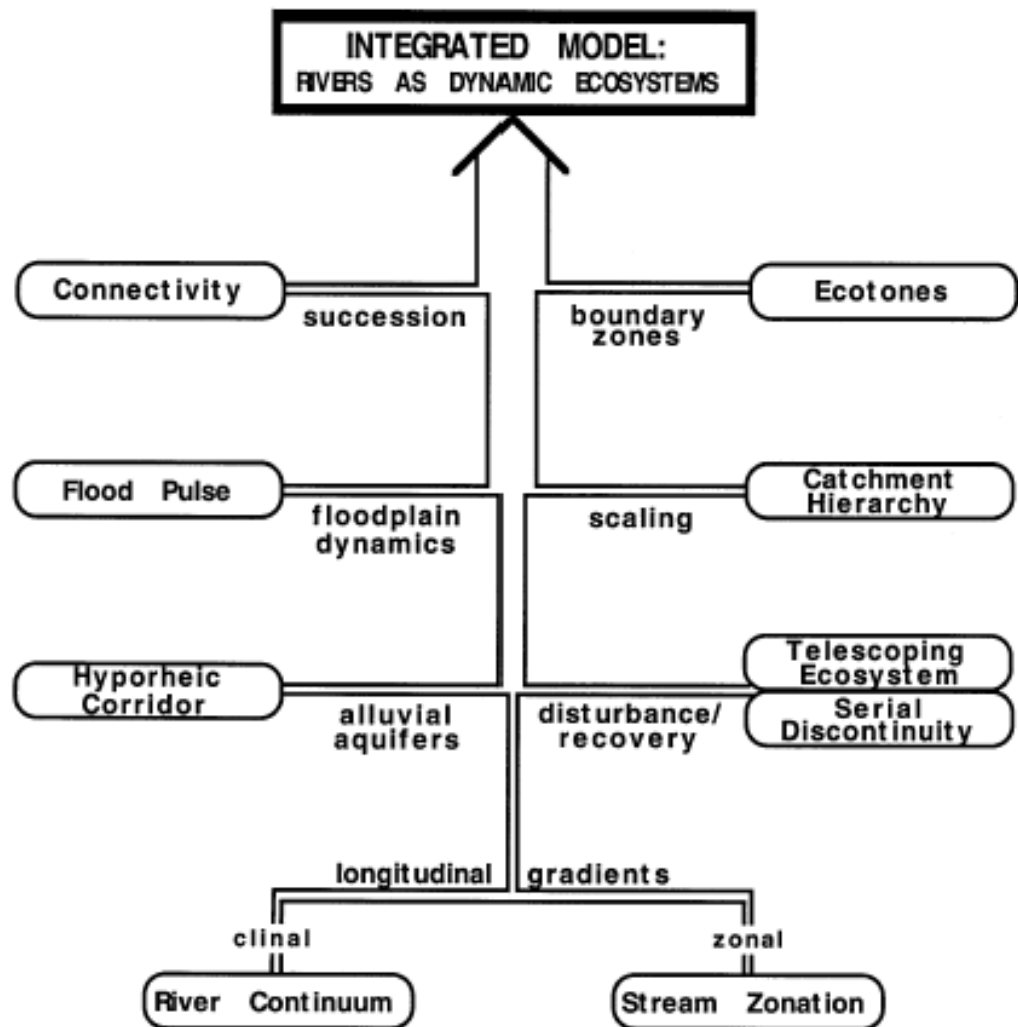
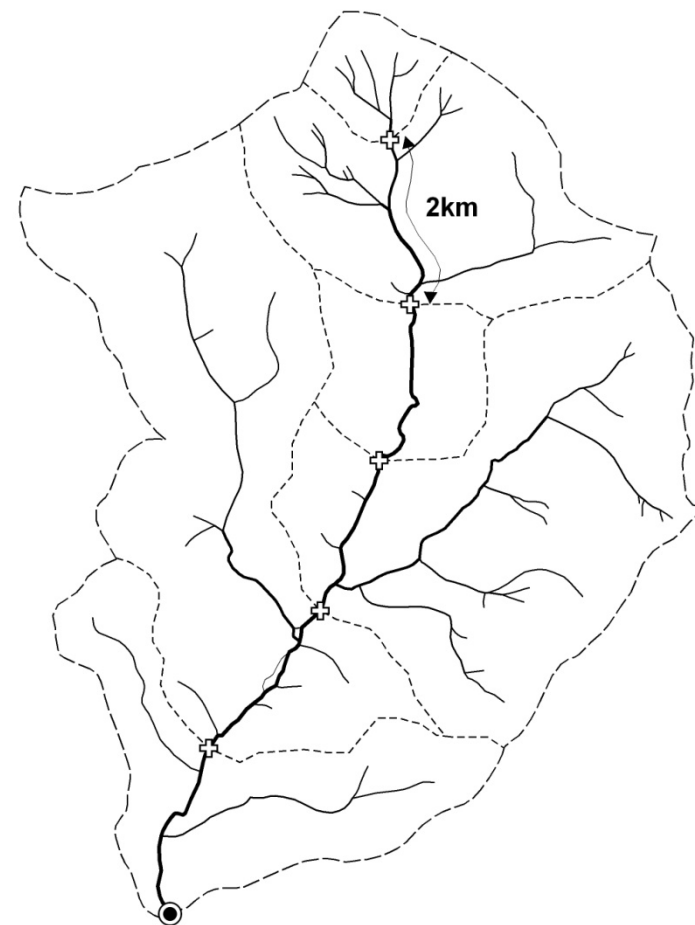
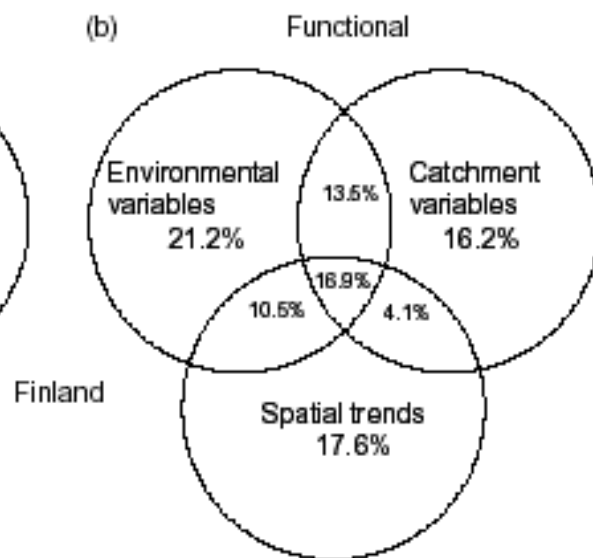
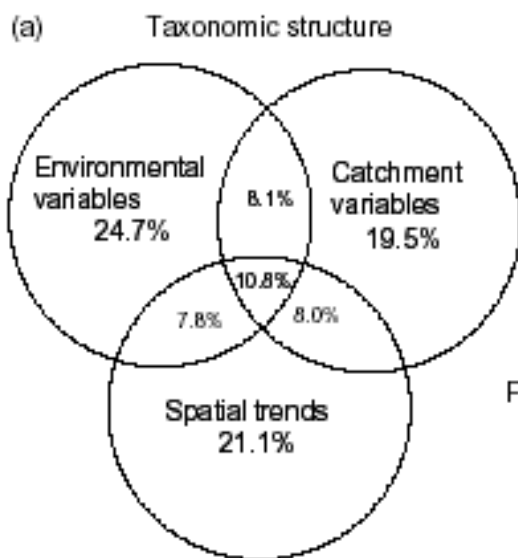


Fig. 2. A modular framework for developing an integrated model of dynamic river ecosystems.

PROSTOROVÉ ŠKÁLY (STRUKTURA A PROCESY)

- INTERAKCE S TERESTRICKÝMI EKOSYSTÉMY
- HYDROMORFOLOGIE A EKOHYDROLOGIE
- ŘÍČNÍ HABITATY



FLUVIÁLNÍ EKOSYSTÉMY

Škály říční sítě – uspořádání studií

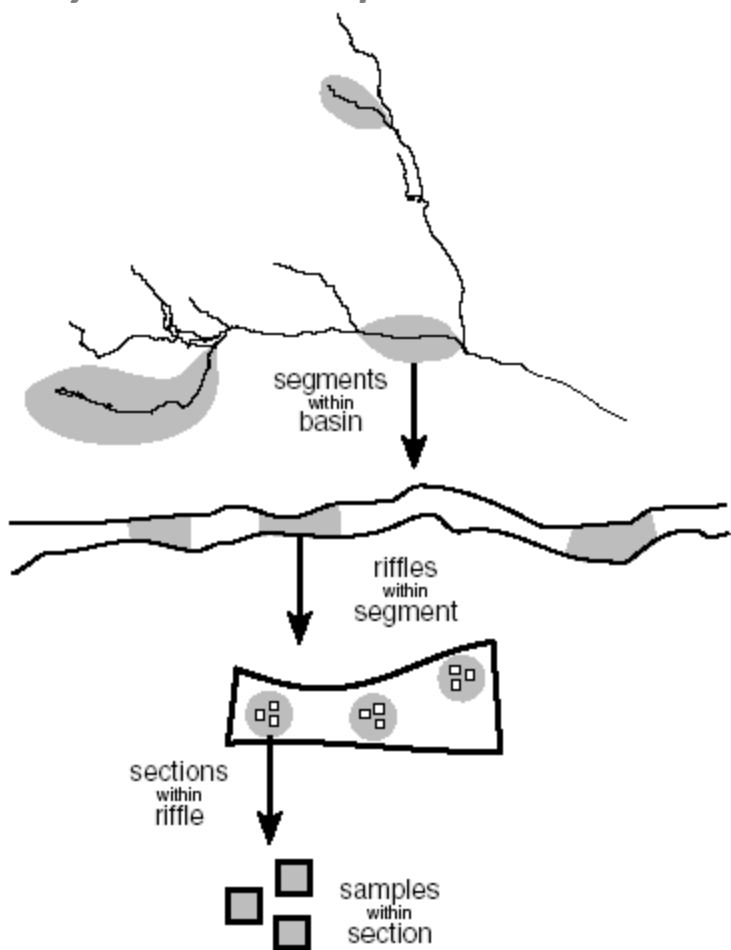
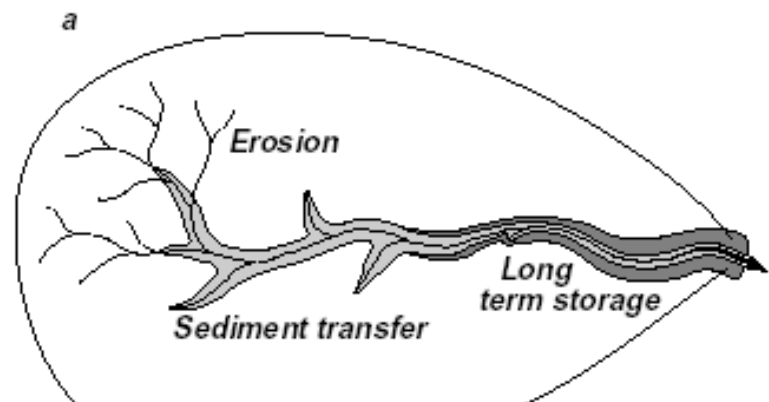


Fig. 1. Sampling design for one basin, where successive nested spatial units are randomly selected: three segments, three riffles per segment, three sections per riffle and three samples per section.



Upland	Upland valley	Floodplain valley	Large river
Erosion	Erosion/ deposition (aggradation/degradation)		Deposition
Coupled	Partly coupled		Decoupled
	Extremely sensitive		

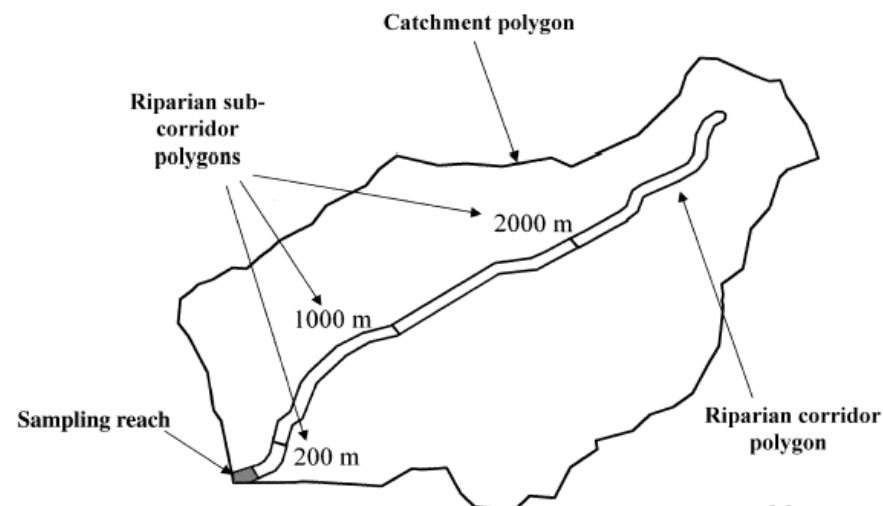


Fig. 2 Examples of GIS polygons used to analyse land-cover patterns at five spatial scales, including the entire catchment, riparian corridor and three riparian sub-corridors extending 200, 1000 and 2000 m upstream from the sampling reach.

FLUVIÁLNÍ EKOSYSTÉMY

Škály říční sítě – ekologické filtry

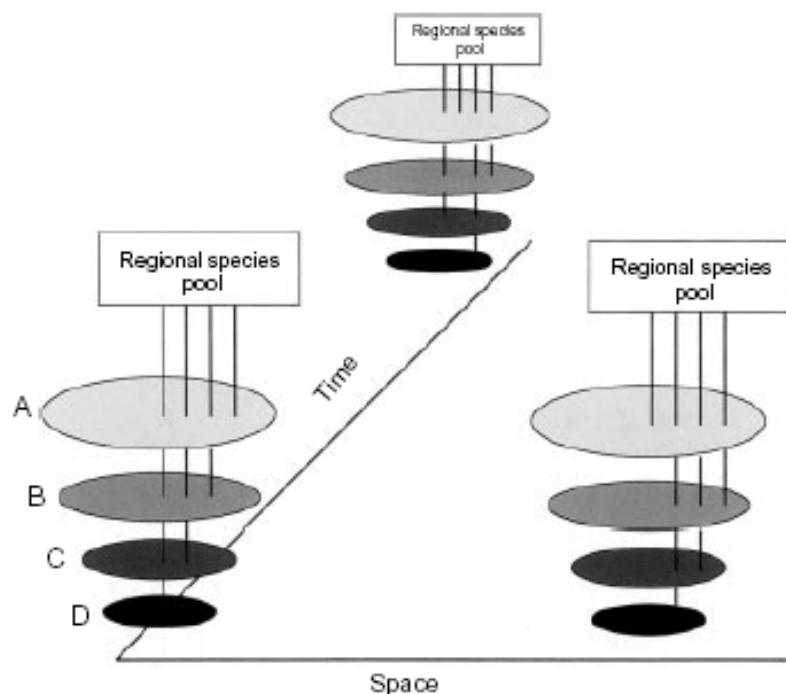


Fig. 3 The 'filtering' of species with certain traits among hierarchical spatial scales. Environmental or landscape filters at the watershed/basin scale (A) restrict the occurrence or abundance of species lacking particular traits at the valley/reach scale (B), and so on to the channel/unit scale (C) and micro-habitat scale (D), as indicated by the truncation of the vertical lines. Because riverine systems are dynamic, the ways in which the environmental filters restrict community membership at different scales will change in space and time. Modified from Poff (1997).

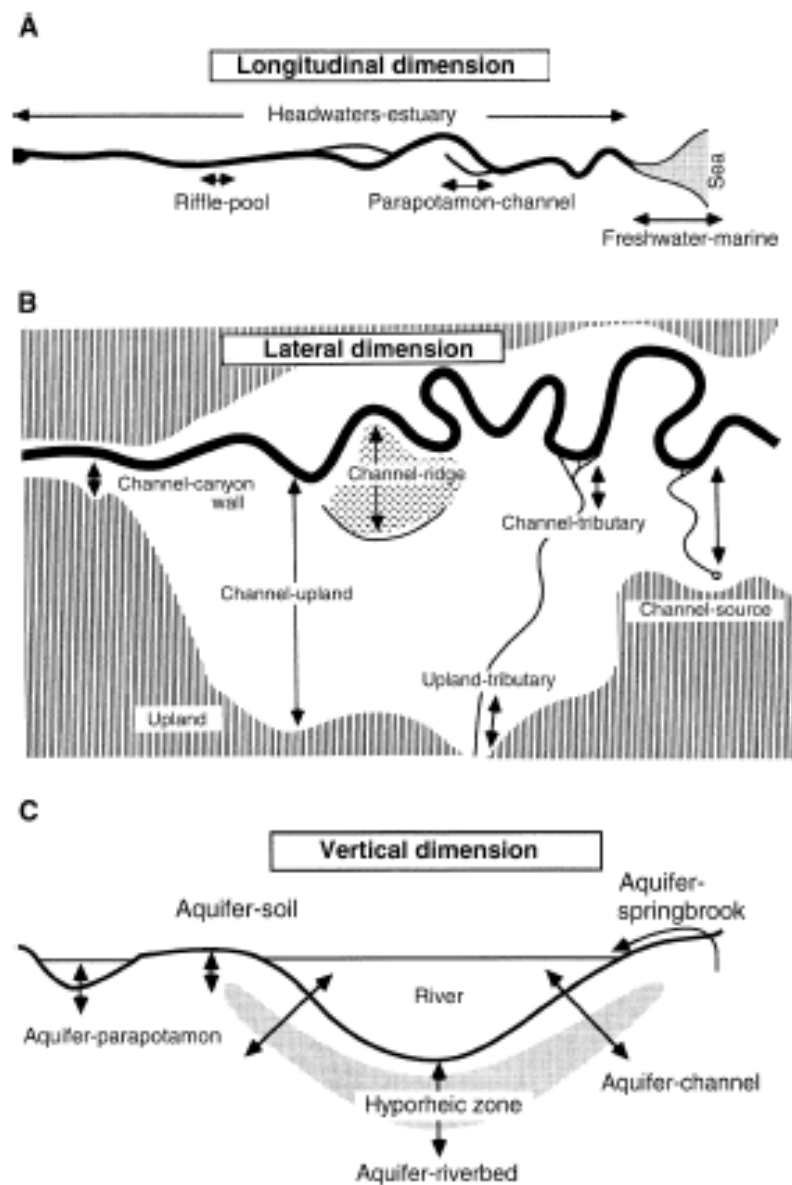


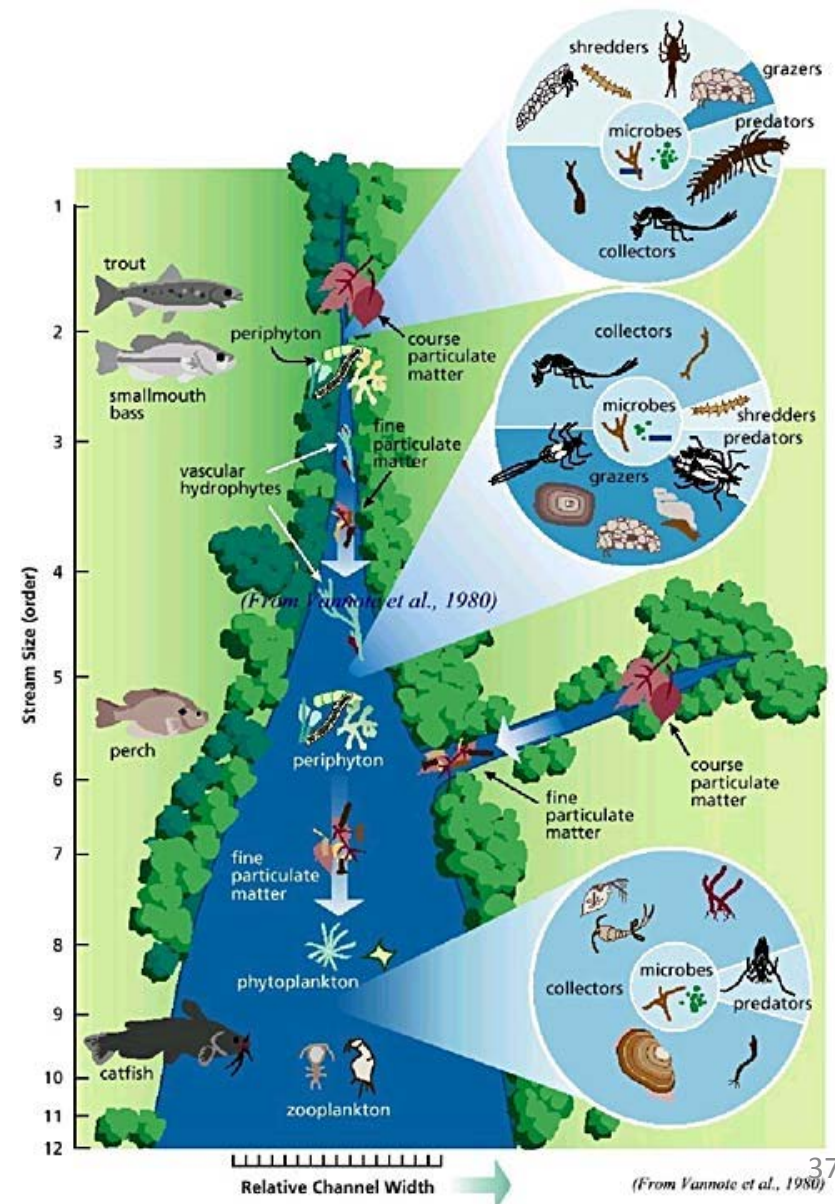
Fig. 2 Major ecotones and pathways of exchanges of materials, energy, and organisms in the longitudinal (A), lateral (B), and vertical (C) dimensions of a riverine system. From Ward & Wiens (2001).

- *definice konektivity založena na dynamice metapopulací (genetická konektivita) nebo **spojitosti struktury krajiny** (opak fragmentace)*
- *říční ekosystémy jsou do značné míry pod kontrolou **hydrologické konektivity** (přenos hmoty, energie nebo organismů zprostředkovaný vodou – v rámci prvků hydrologického cyklu nebo mezi nimi): např. mezi korytem a říční nivou nebo mezi povrchovou vodou a aluviální zvodní*
- ***rozmanitost směrů hydrologické konektivity** je základem většiny struktur ekosystémů a jejich procesů napříč různými prostorovými a časovými škálami*

- *zonalita definovaná teplotními poměry a zdroji organické hmoty*
- *vazba organismů na abiotickou zonalitu (rybí pásma, potravní strategie bezobratlých)*
- *Teorie říčního kontinua (Vannote et al., 1980)*
- *Teorie diskontinuit ve vodních tocích (Stanford, 1983)*
- *„Nutrient spiralling concept“*
- *antropogenní narušení podélné kontinuity (pohyb plavenin/průtok, teplotní režim, migrace bioty)*

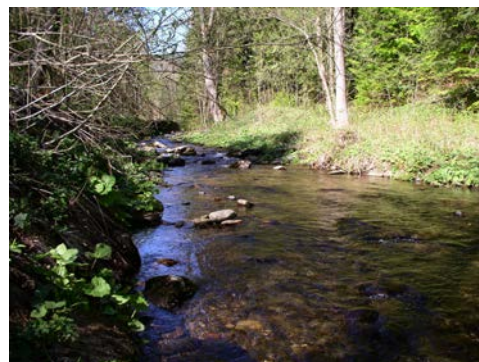
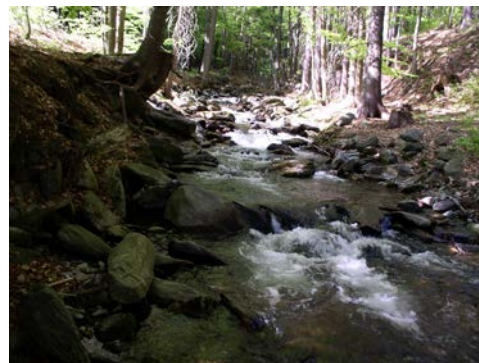
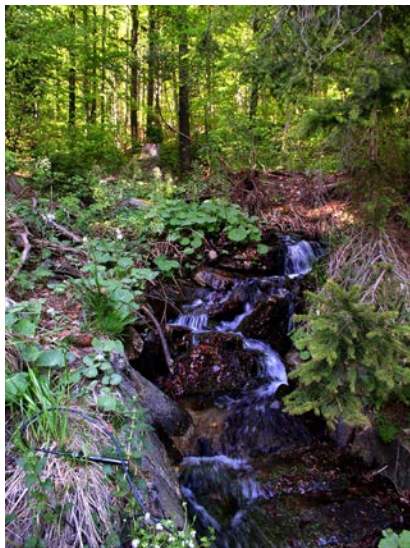
- změny ve spádu koryta
- zastínění
- **původ organické hmoty**
- poměr produkce a respirace
- teplotní režim
- vlastnosti substrátu

River Continuum Concept (Vannote et al. 1980)



Rybí pásma podle Friče

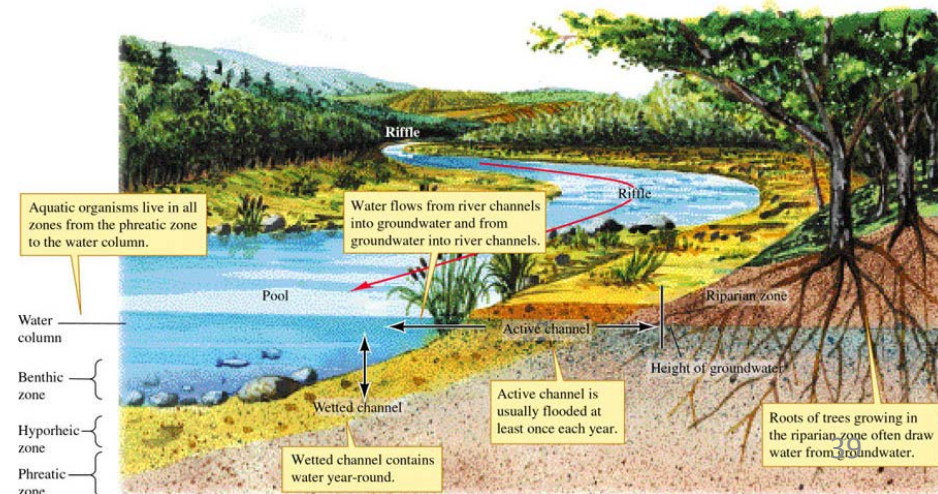
- pstruhové
- lipanové
- parmové
- cejnové
- delta



stream zonation concept (ILLIES & BOTOSANEANU 1963)

- krenál
- rihtrál
- potamál

- *propojení procesů v korytě toku a říční nivě*
- *abiotická specifika laterálních biotopů (slepá ramena, poříční tůň, větvení koryta)*
- *míra konektivity v závislosti na průtoku (Flood pulse concept)*
- *říční koridor (vegetace, regulace toků, korytotvorné procesy)*
- *interakce průtokového režimu s morfologií koryta = rozmístění habitatů*



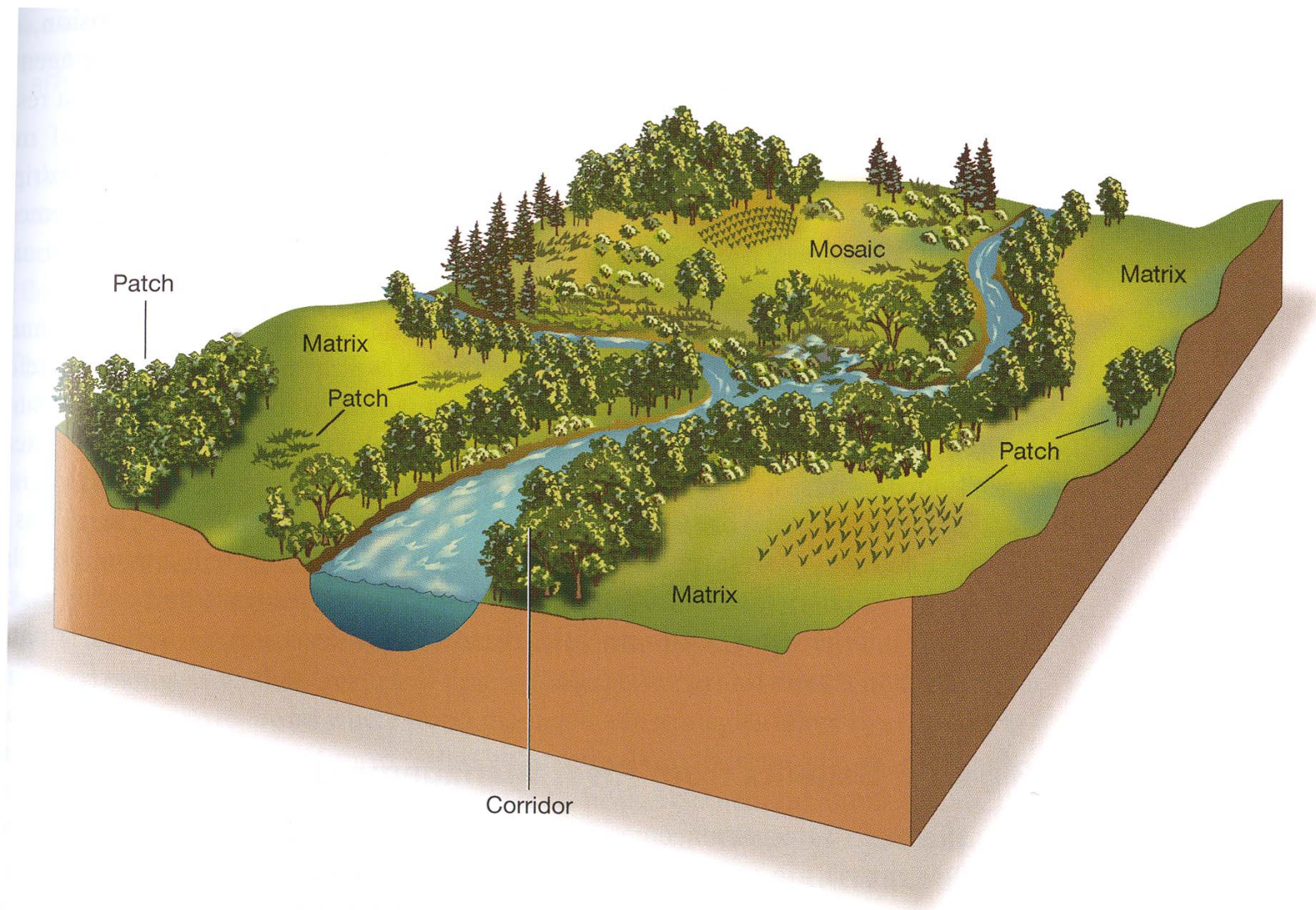
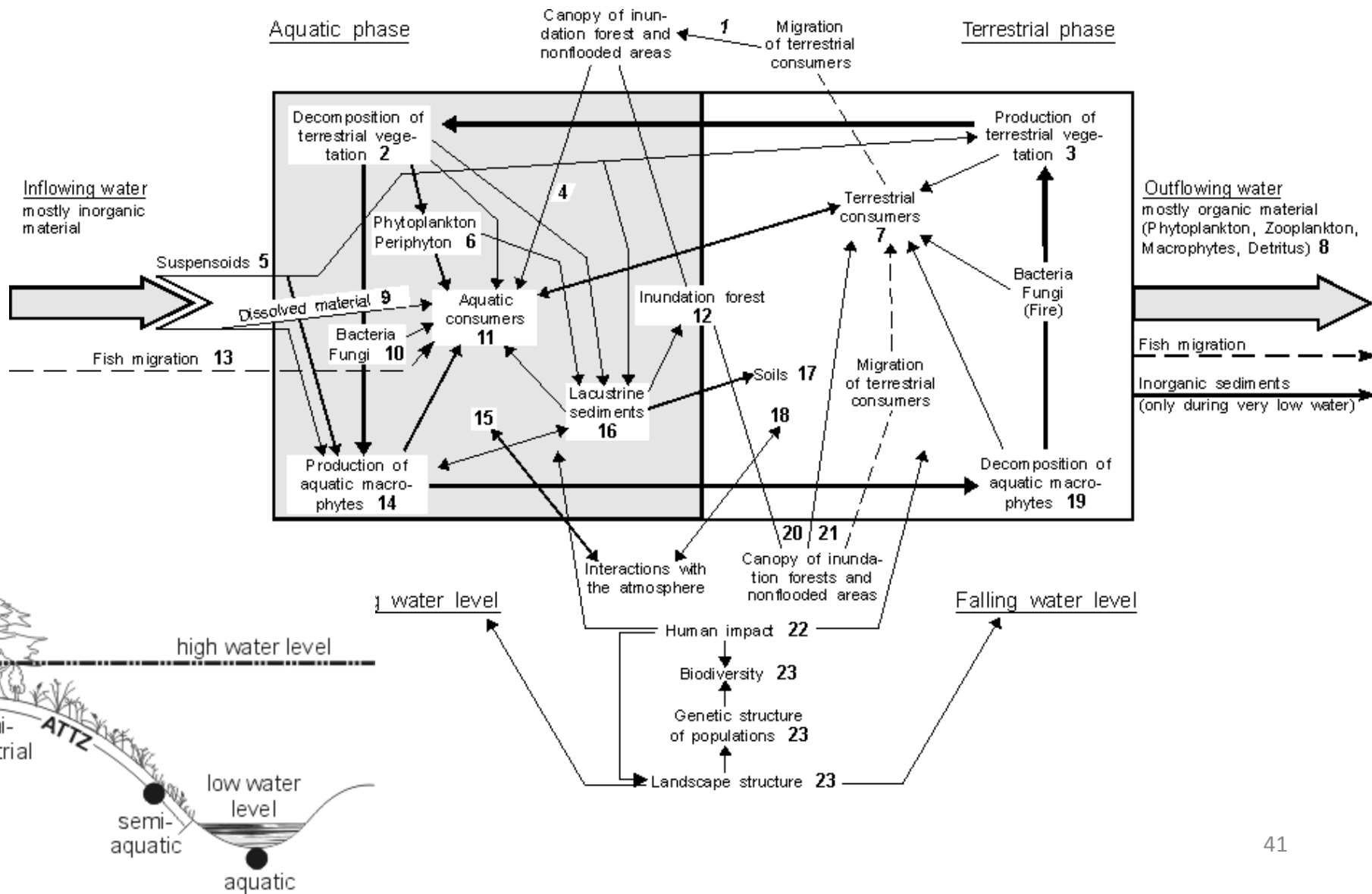


Figure 8.3 The spatial structure of landscapes can be described in terms of matrix, patch, corridor, and mosaic at various scales. After the Federal Interagency Working Group 1998.



FLUVIÁLNÍ EKOSYSTÉMY – LATERÁLNÍ DIMENZE

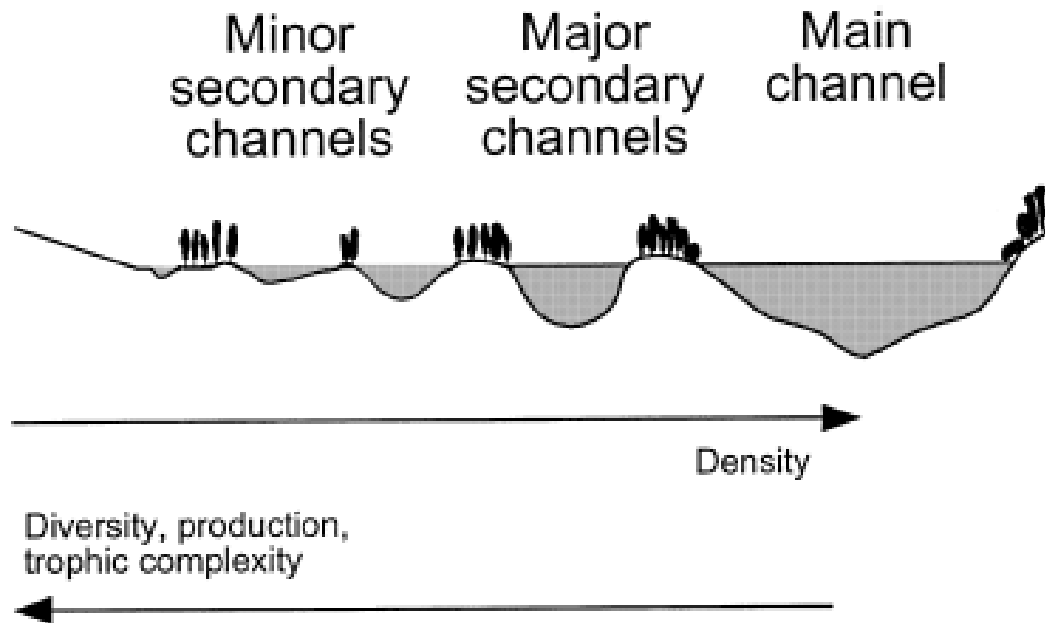


Fig. 1 Lateral gradients in community parameters and production of benthic invertebrates in a large floodplain river: the Middle Paraná. Modified from Marchese & Ezcurra de Drago (1992).

Modely laterální dimenze a její dynamiky

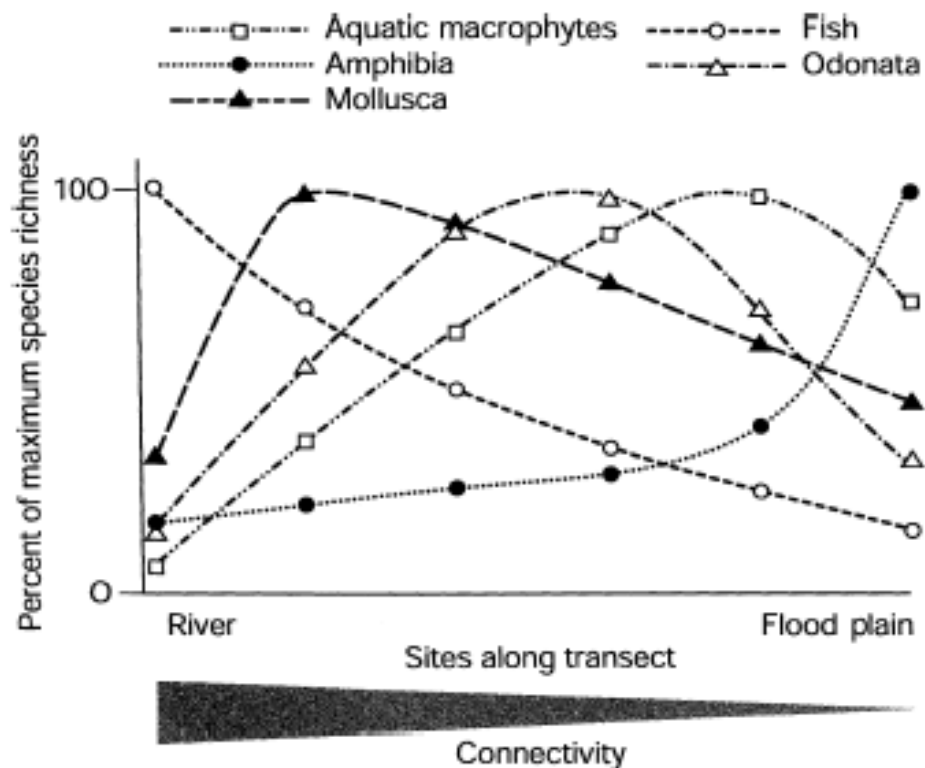


Fig. 10 Species richness peaks for different faunal and floral components (including native and non-native species) along a Danube-floodplain transect (idealized curves, modified from Tockner, Schiemer & Ward, 1998). The connectivity gradient extends from the main channel to the edge of the flood plain, a distance of about 1 km.

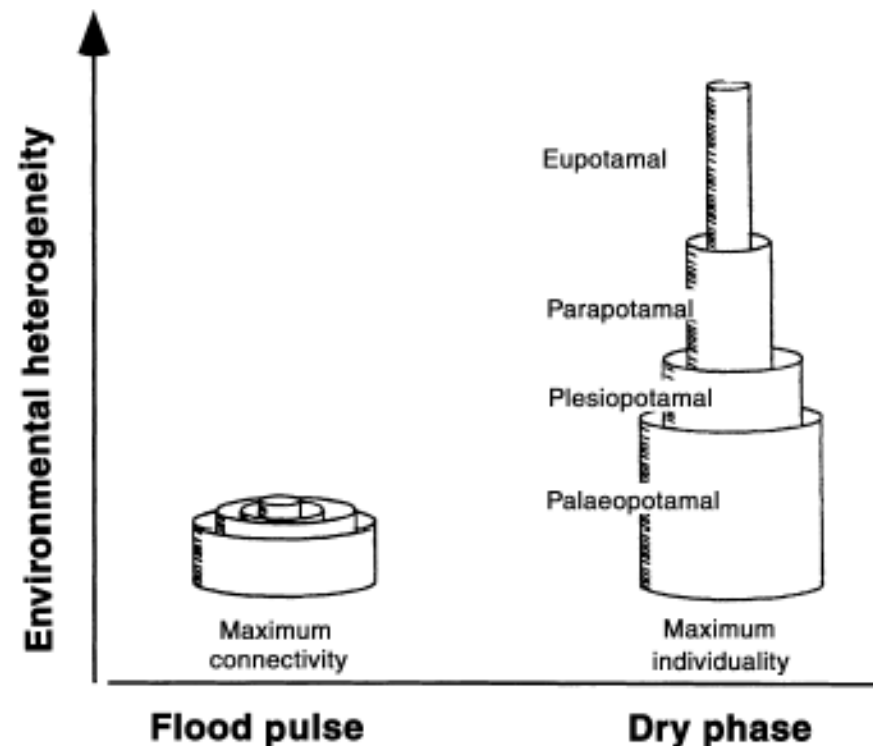


Fig. 3 A conceptual model depicting how floodplain water bodies, that exhibit essentially uniform conditions during the period of inundation, re-establish their individuality during the dry phase (based on a modification of the telescoping ecosystem model of Fisher *et al.*, 1998). Eupotamal refers to the main channel or side channels with both upstream and downstream connections to the main channel; parapotamal refers to side channels with only downstream connections to the main channel; plesiopotamal refers to a former braided channel that is connected only during high flow; and palaeopotamal refers to

- *principy komunikace povrchových a podzemních vod*
- *specifika morfologických jednotek koryta (peřeje, tišiny, okraj toku, štěrkové lavice)*
- *vertikální profily základních abiotických parametrů a distribuce bioty v dnových sedimentech*

- *základní rozlišení litorálu, profundálu, pelagiálu*
- *významné rozdíly v různorodosti prostředí dna*
- *vodní sloupec se vyznačuje parametry teploty, rozpuštěného kyslíku (příp. dalších plynů), průhlednosti, biologických procesů, přítomností společenstev organismů)*
- *v litorálním pásu hrají roli heterogenita prostředí, vlastnosti ekotonu (kolísání hladiny) a světelné podmínky*

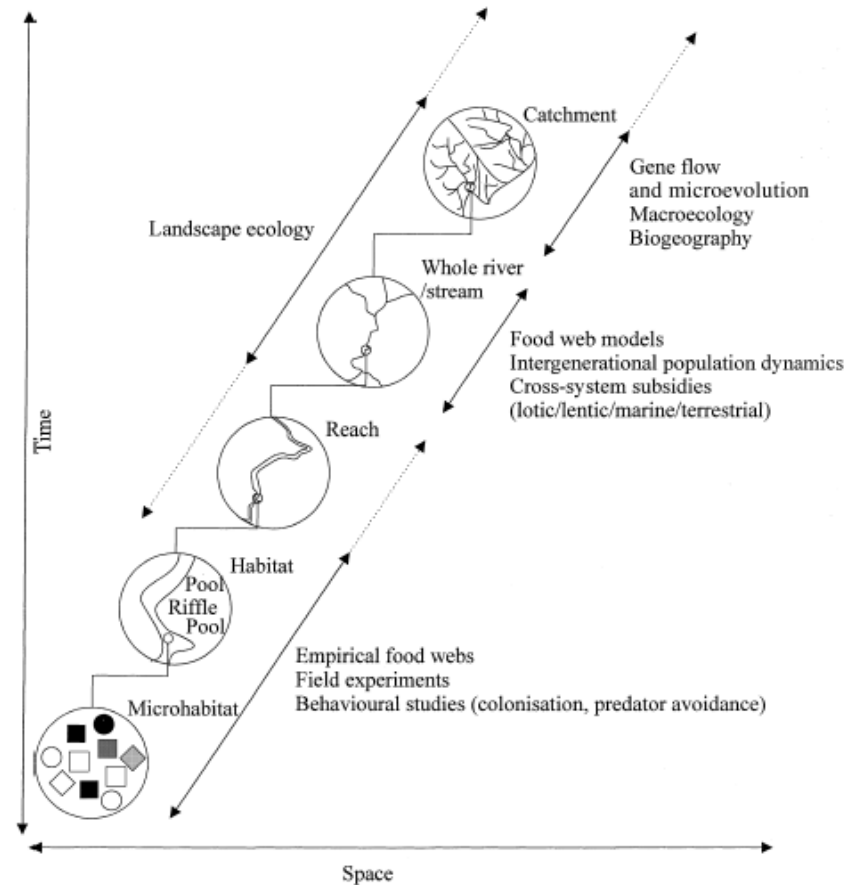
- *vertikální stratifikace stojatých vod*
- *teplota jako řídicí faktor*
- *sezónní cyklus*
- *dlouhodobé změny (paleolimnologické rekonstrukce)*
- *vliv nádrží na regulované toky*

ČASOVÉ ŠKÁLY

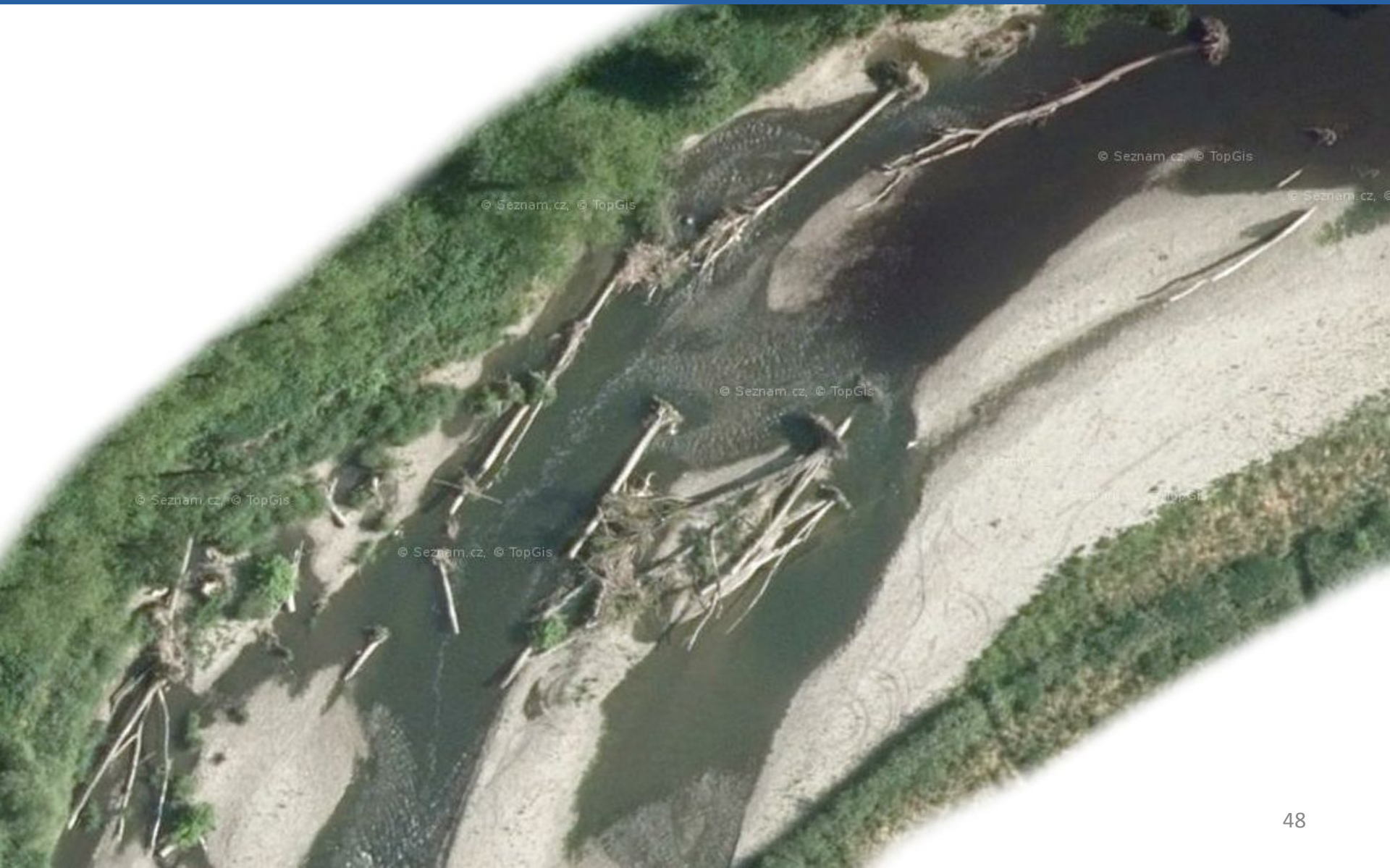
hodiny – dny – týdny
(meteorologické jevy vs.
krajinný pokryv /
geomorfologie)

měsíce - roky
(sezónní extrémní průtoky –
sucha/povodně)

> 10 let (dlouhodobé změny klimatu,
krajinného pokryvu)



DYNAMIKA PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ



Časová dynamika říčních ekosystémů

- průtokový režim
- teplotní režim
- živiny, zákal, kyslík

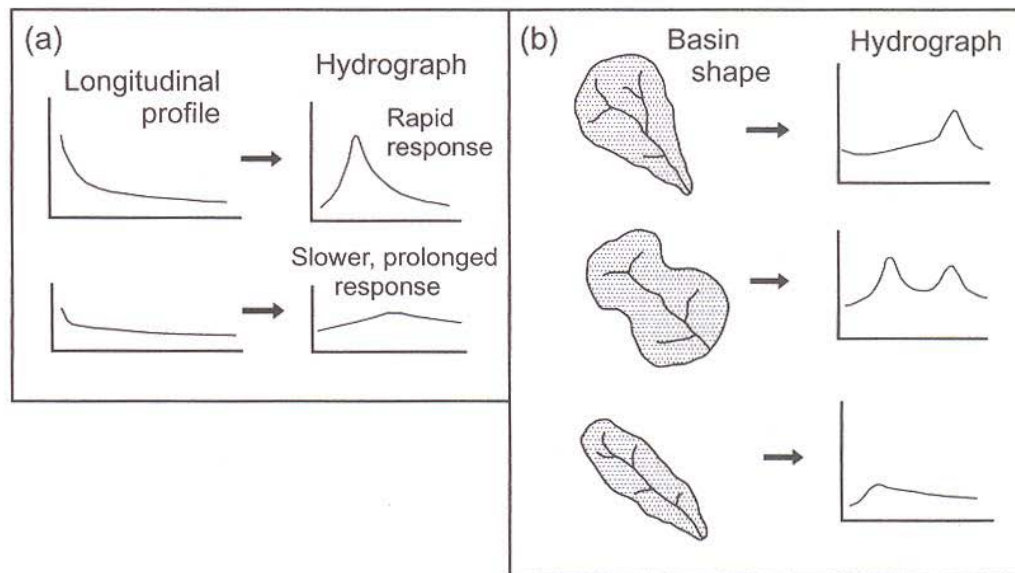


Figure 4.16. Effect of various factors on hydrograph shape: (a) stream slope and (b) catchment shape. Modified from Gregory and Walling (1973), based on (a) Schumm (1954) and (b) DeWiest (1965) and Strahler (1964), by permission of Hodder and Stoughton Ltd

Ephoron album



https://media.eol.org/content/2013/03/07/04/59732_orig.jpg

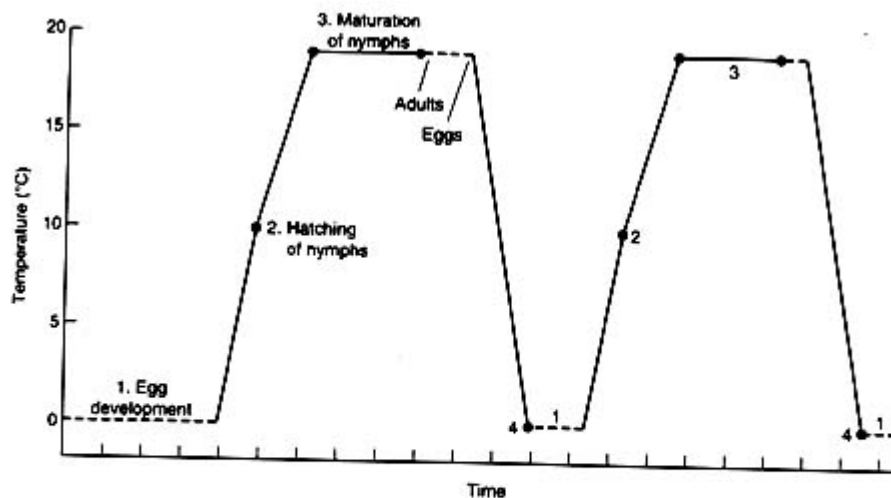


FIGURE 3.14 The sequence of changes in water temperature necessary for the mayfly *Ephoron album* to complete its life cycle. Egg diapause during the winter months at 0°C (1) is broken by rapid warming in the spring which cues egg hatching (2). Nymphs mature and reproduce during the short, warm summer in Saskatchewan, Canada (3) and produce eggs that will not develop (4) until they experience an extended period of freezing temperatures. (From Lehmkuhl, 1974.)

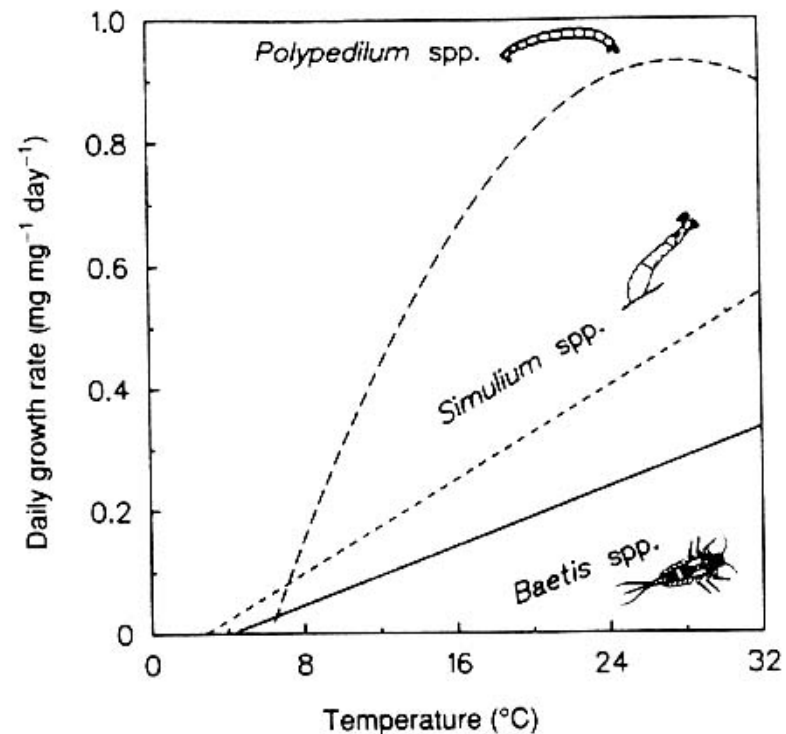


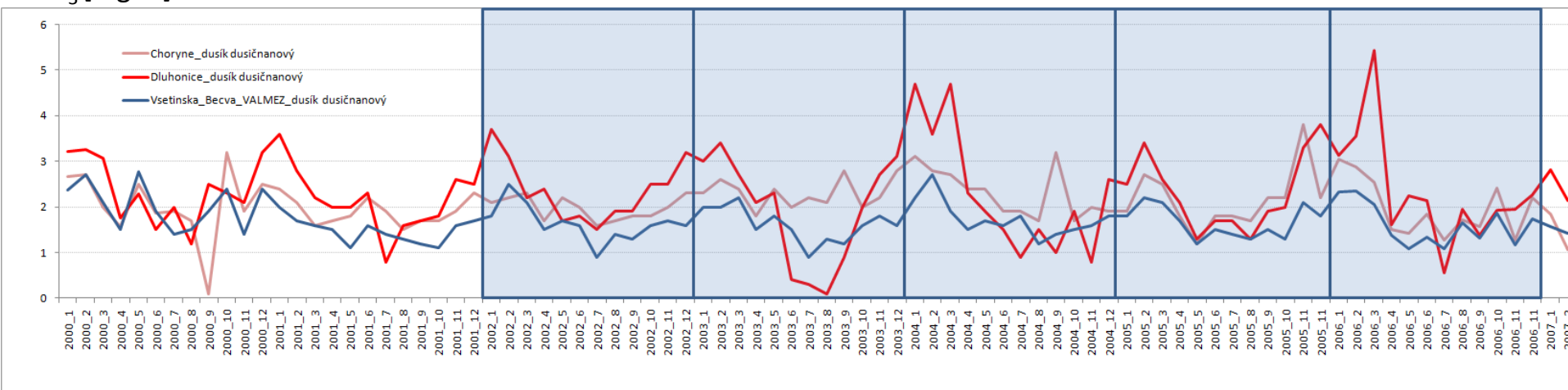
FIGURE 3.18 Daily growth rates ($\text{mg mg}^{-1} \text{ day}^{-1}$) as a function of temperature for three aquatic insects found on snag habitat in the Ogeechee River, Georgia, and reared in streamside artificial channels. Insects include the midge *Polypedilum*, the black fly *Simulium*, and the mayfly *Baetis*. (From Benke, 1993.)

Časová dynamika říčních ekosystémů

- dusičnany

sezónní dynamika koncentrace dusičnanů ve vodě (Vsetínská Bečva a Bečva-Valašské Meziříčí, Choryně, Dluhonice, 2000-2006)

NO_3 [mg.l⁻¹]

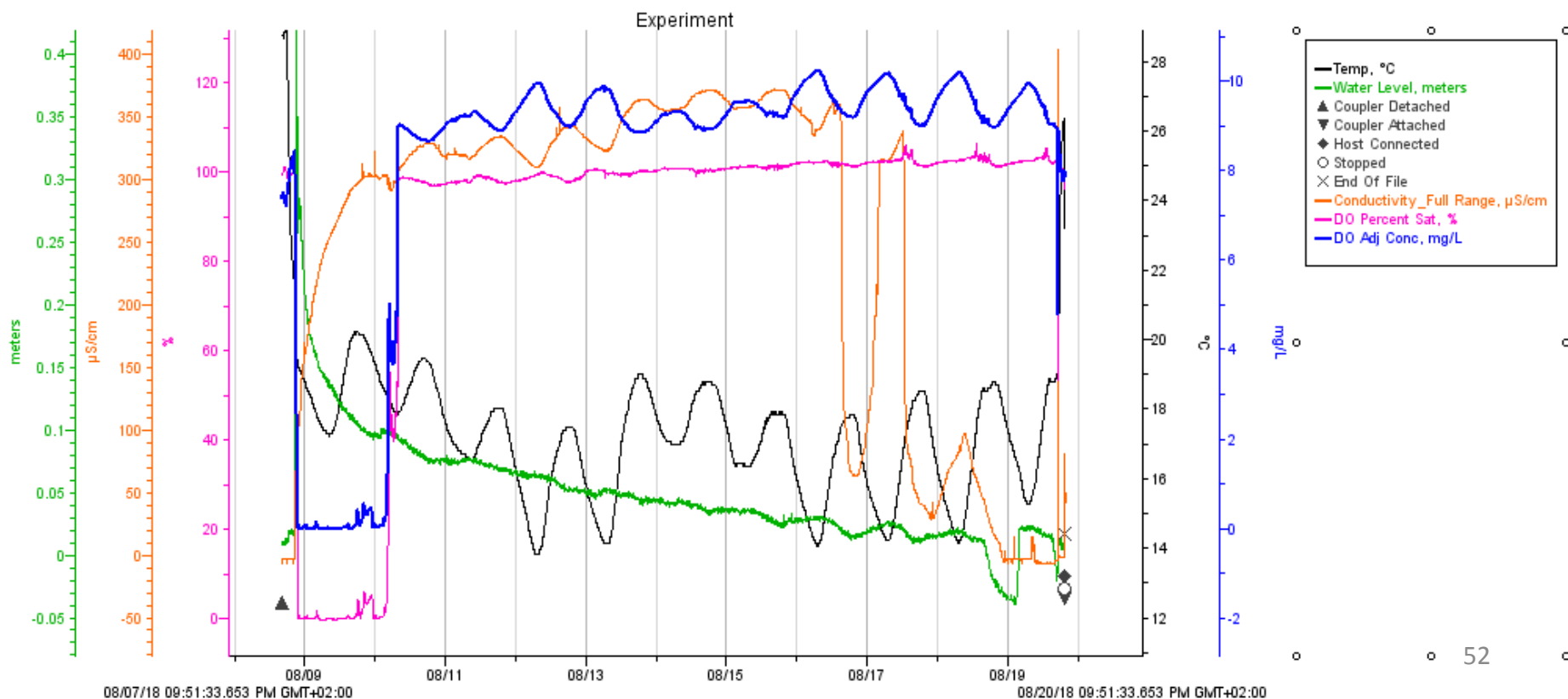


Časová dynamika říčních ekosystémů

- zákal, vodivost
- rozpuštěný kyslík

dynamika epizody dočasného zavodnění vodního toku s období sucha

Malá Haná (9.-19.8. 2018)



ANTROPOGENNÍ VLIVY



FLUVIÁLNÍ EKOSYSTÉMY

*Faktory řídící vodní
společenstva na různých
škálách*

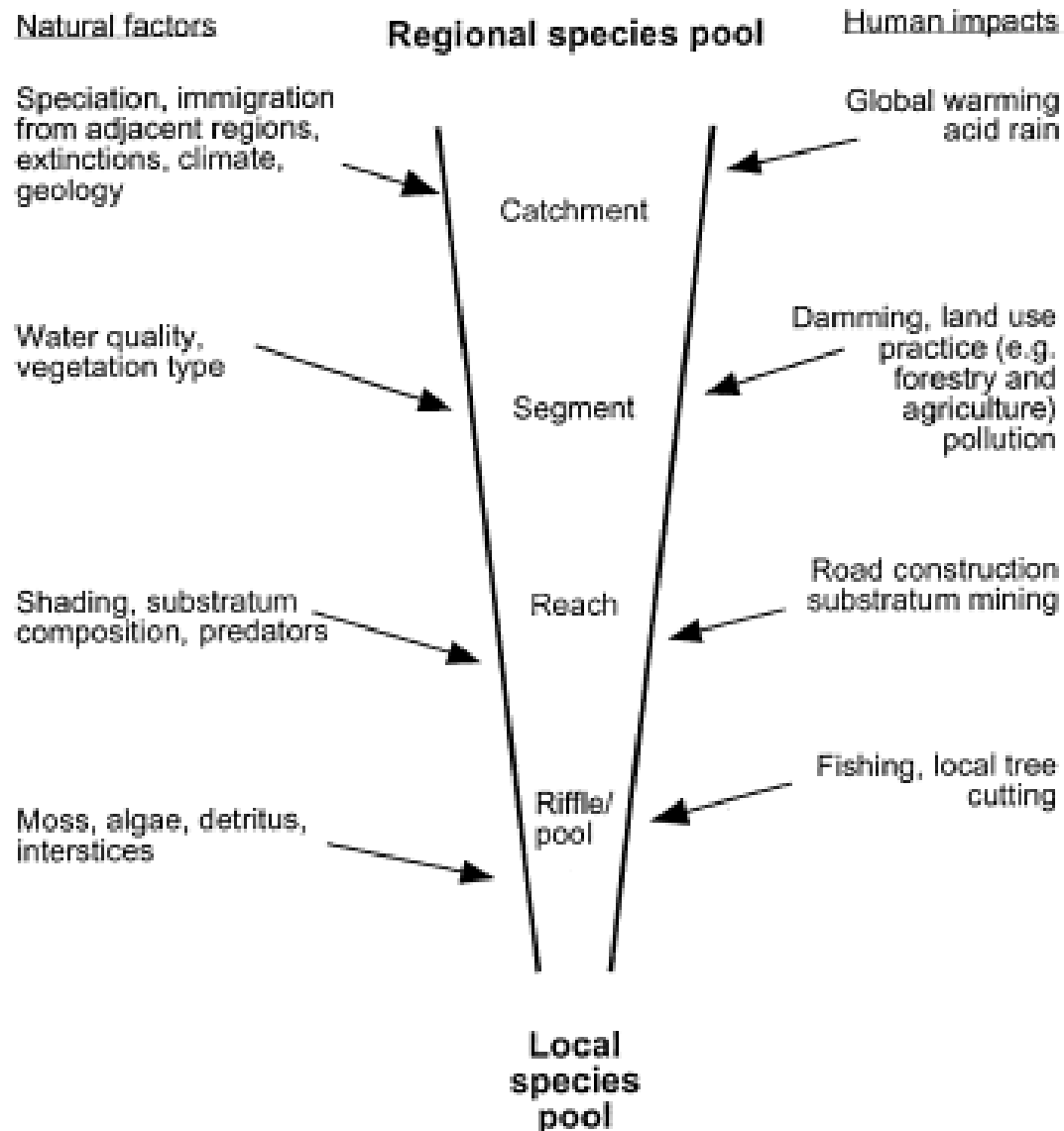


Fig. 2 The establishment of local species composition can be likened to a filtering process where species in the regional pool are filtered away as a result of natural and anthropogenic factors acting at different scales.

bohaté společenstvo

ochuzené společenstvo

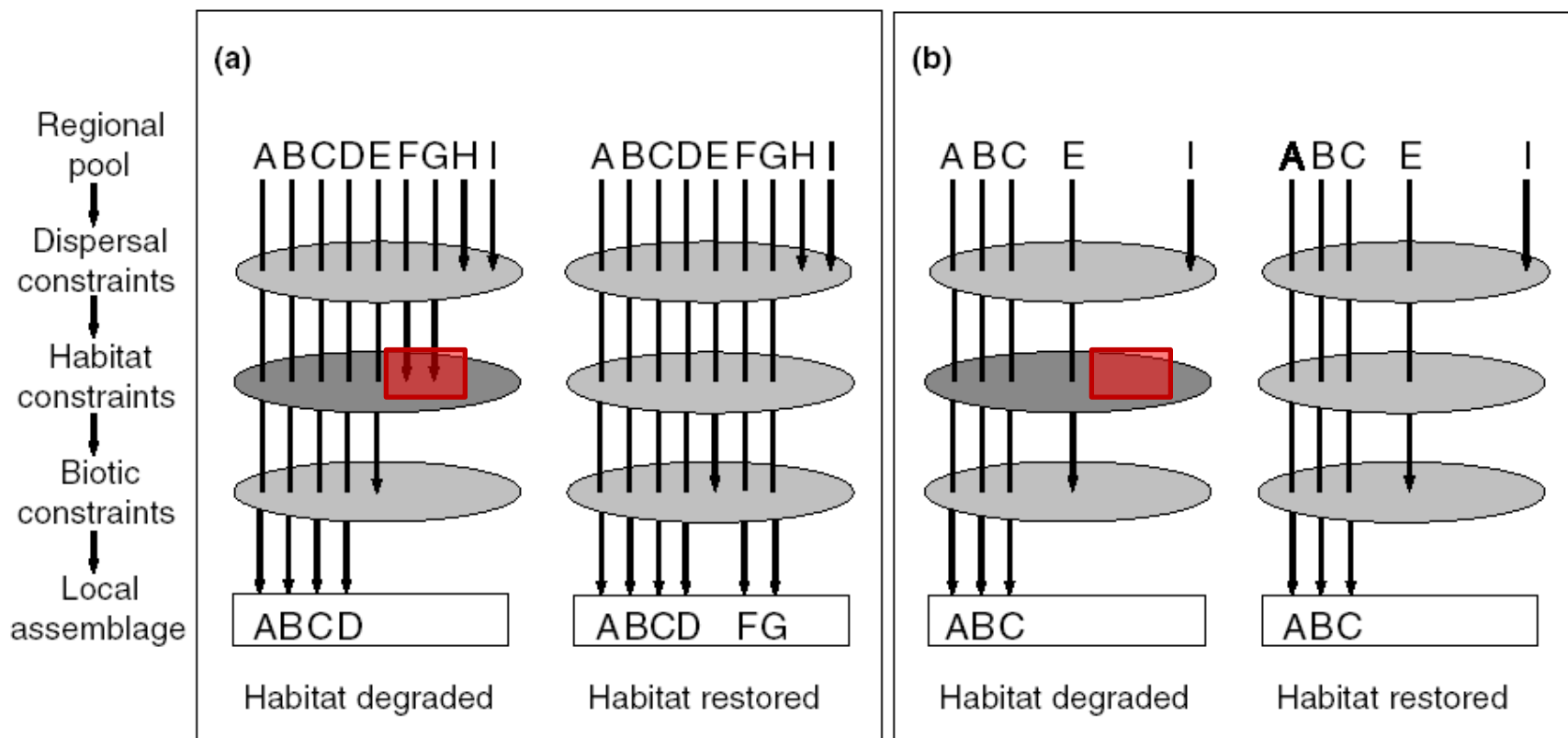


Fig. 2 Hypothetical outcomes of habitat restoration on a local species assemblage with (a) intact and (b) depleted regional species pools. Restoring habitat when the regional species pool is intact allows species F and G to pass through the environment-constraint filter and thus contribute to the local assemblage. However, when the species pool is depleted, comprising only resistant species, restoring habitat does not result in species additions at the local scale (adapted from Rahel 2002).

ANTROPOGENNÍ AKTIVITY V KRAJINĚ

zemědělství

- odtok živin a pesticidů
- eroze půdy – jemné sedimenty
- meliorace (zahloubení, napřímení, degradace pobřežní zóny)

urbanizace

- koncentrace odpadů
- zkapacitnění koryt
- nepropustné povrchy

regulace toků

- úpravy koryta
- změny průtokového režimu
- fragmentace vytvářením bariér



BIOLOGICKÉ INDIKÁTORY



bioindikátory – integrují časovou historii prostředí

druhy

populace

společenstva

kombinace různých skupin (biologických prvků)



www.freshwaterecology.info 
The Taxa and Autecology Database for Freshwater Organisms



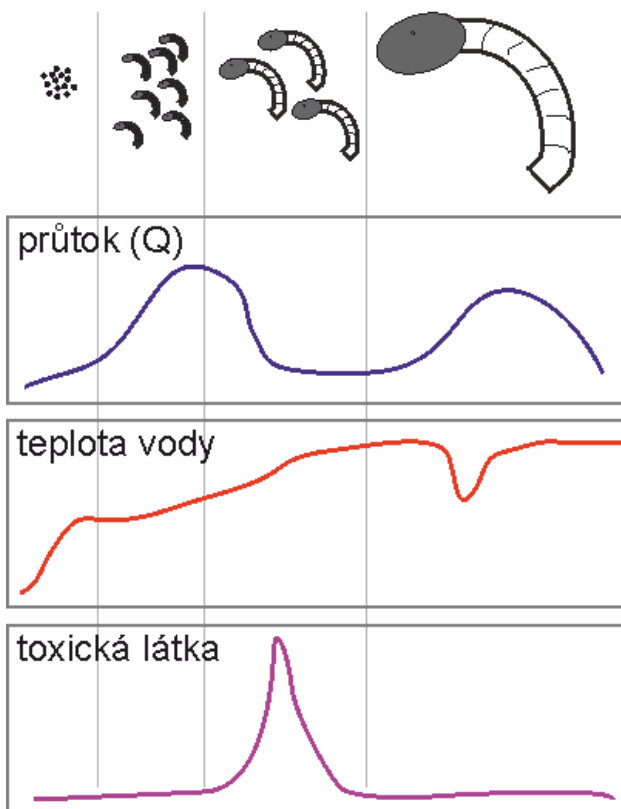
biomonitor – akumulace látek v biomase



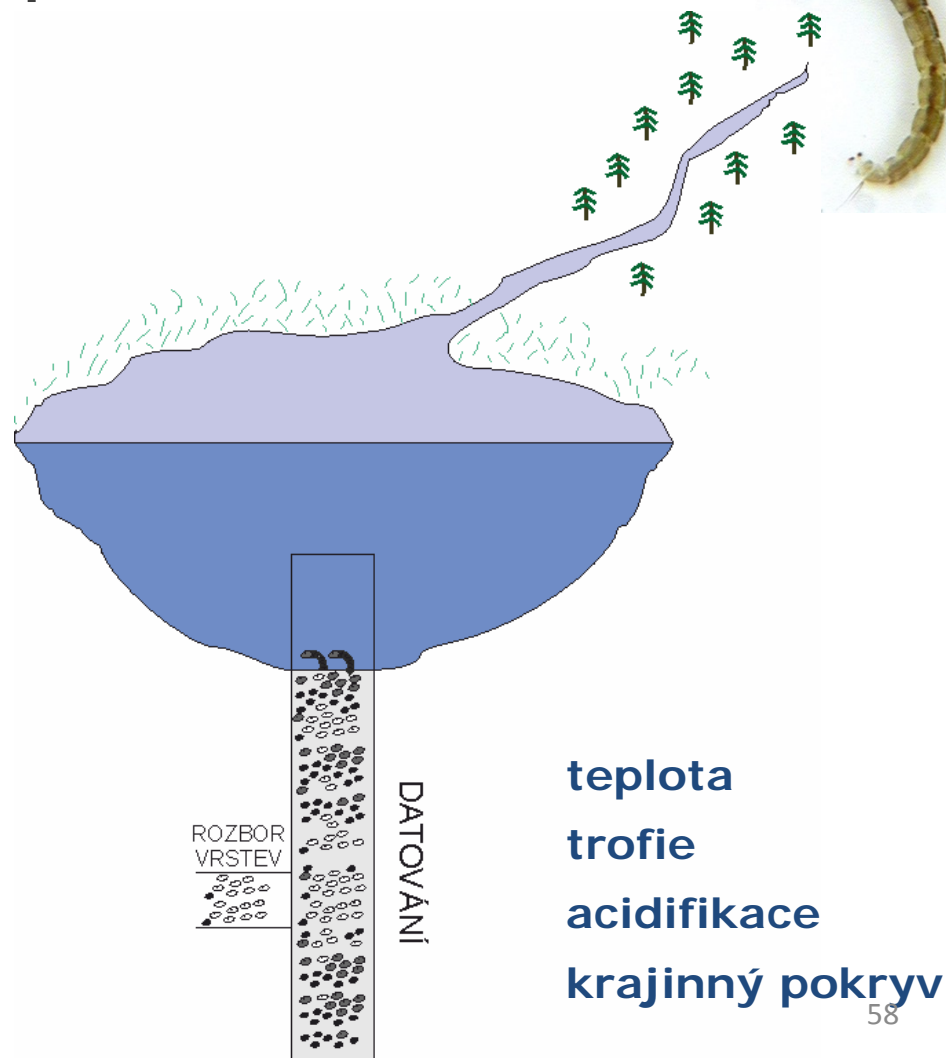
BIOLOGICKÉ INDIKÁTORY

recentní

populace indikátorového taxonu



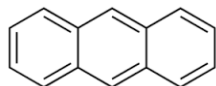
paleo-rekonstrukce



OCHRANA VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Hodnocení stavu (Water Framework Directive)

chemický stav



ekologický stav



stav vodního útvaru



**aktivity vedoucí k zachování nebo
dosažení alespoň dobrého stavu**

REVITALIZACE VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

náprava poškozeného hydromorfologického stavu

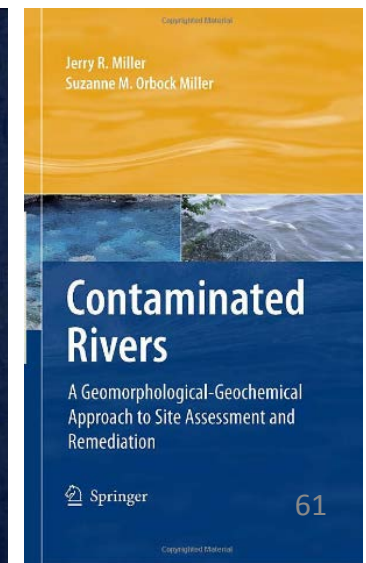
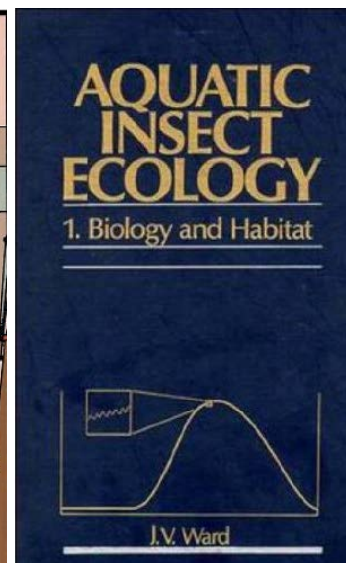
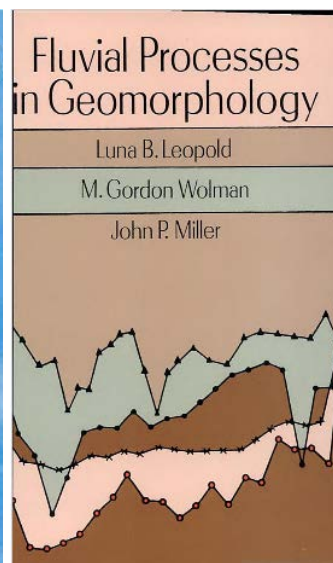
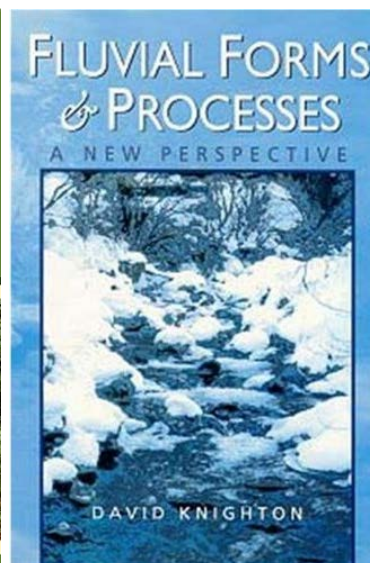
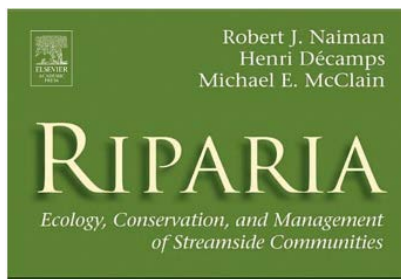
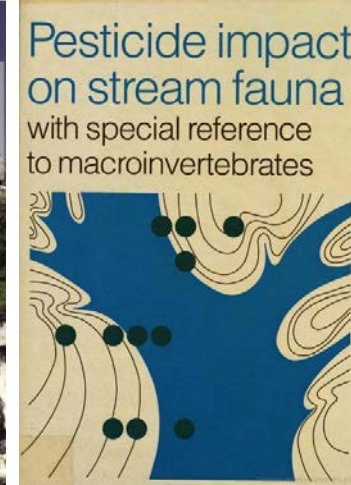
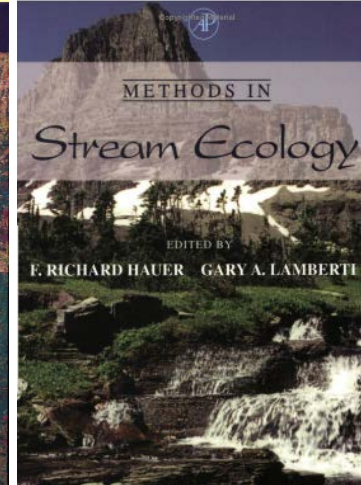
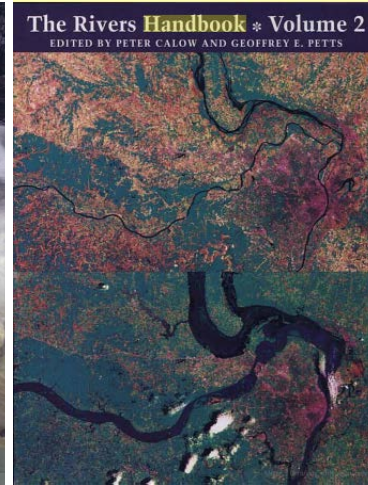
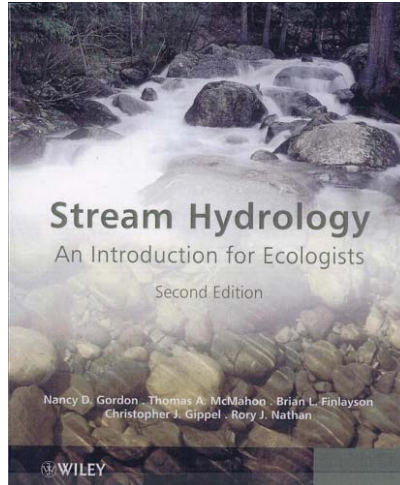
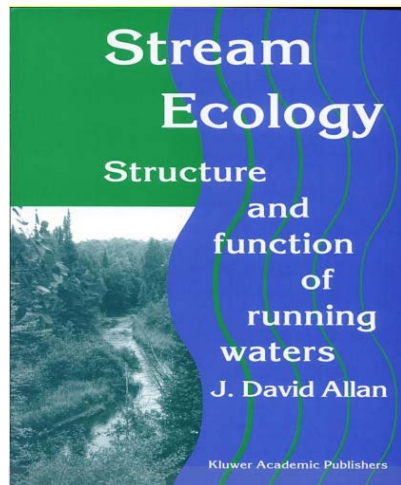
- malý prostorový rozsah
- interakce s parametry delšího úseku/povodí
- **reakce indikátorů je zřetelnější na úrovni jednotek koryta (habitatů)**
- **biologická reakce je vázaná na určité habitaty, často nutné udržovací činnosti**

strategie nápravy poškození

- soulad mezi lokálními a velko-prostorovými strukturami a procesy
- **vyhodnocení účinků (BACI)**

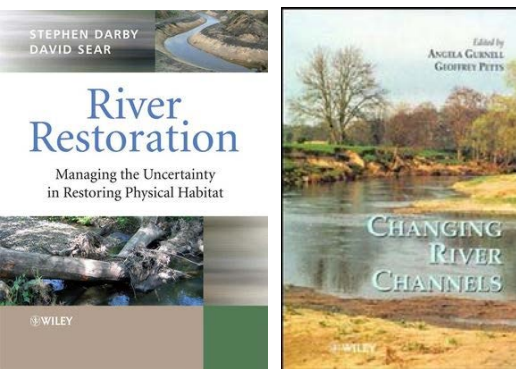
LITERATURA

Lellák J., Kubíček F.: Hydrobiologie, 1.vydání, Univerzita Karlova, Karolinum, Praha 1992.



LITERATURA

- Downes B. J., Barmuta L. A., Fairweather P. J., Faith D. P., Keough M. J., Lake P. S., Mapstone B. D. & G. P. Quinn, 2002. *Monitoring Ecological Impacts: Concepts and Practice in Flowing Waters*. Cambridge University Press, Cambridge, 434 pp.
- Gordon N. D., McMahon T. A., Finlayson B. L., Gippel C. J. & R. J. Nathan, 2005. *Stream hydrology. An introduction for ecologists*, second edition. Wiley, Chichester, 429 pp.
- Green R.H., 1979. *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*
- Hauer R. & A. G. Lamberti, 1996. *Methods in stream ecology*. Academic Press, San Diego, 674 pp.
- Jongman R.H., ter Braak C.J.F. & van Tongeren O.F.R, 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*
- Legendre P. & L. Legendre, 1998. *Numerical Ecology*. Second edition. Elsevier, Amsterdam, 853 pp.
- McCune B., Grace J. B., & D. L. Urban, 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, 300 pp.
- Naiman R. J., Décamps H. & M. McClain, 2005. *Riparia. Ecology, conservation and management of streamside communities*. Elsevier, Burlington, 430 pp.



JOURNALS

