

Krajinný kontext vodních toků: vazby biologických indikátorů na říční struktury a fluviální procesy



Mgr. Karel Brabec, Ph.D.

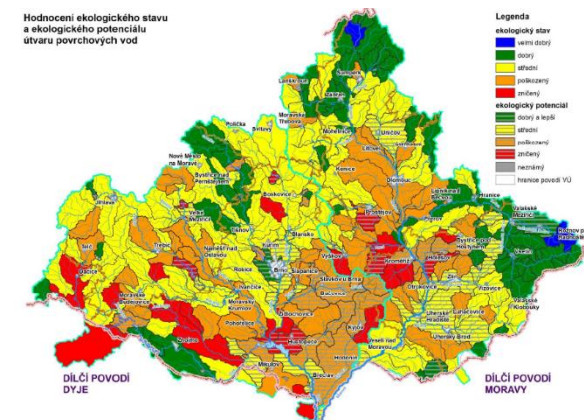
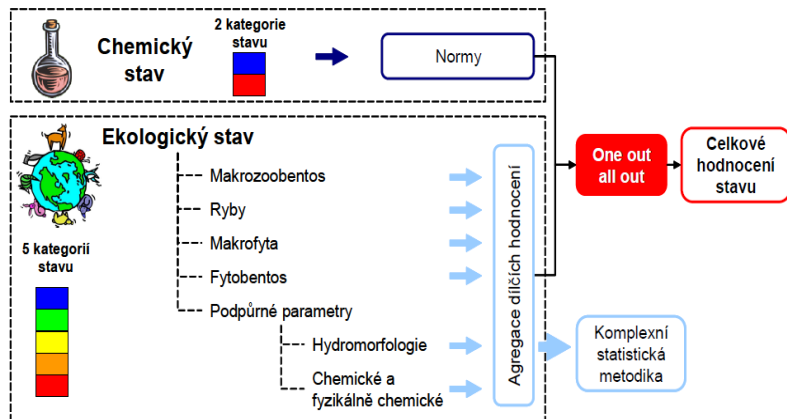
brabec@sci.muni.cz



GEOGRAFICKÝ ÚSTAV
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA MU

WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

- nehodnotí jen kvalitu vody, ale vodního ekosystému
- odchylka od referenčních podmínek
- biologické složky mají stejnou váhu jako chemické parametry
- hodnocení hydromorfologických podmínek
- typologie vodních útvarů a typologie stresorů



EKOSYSTÉMOVÉ FUNKCE

Ekosystémové funkce	Proces	Když chybí
čištění vody - živiny	biologické vstřebávání dusíku a fosforu	omezení podpory vodního života a úpravy na pitnou vodu
čištění vody - kontaminanty	biologické vstřebávání rostlinami a mikroorganismy	toxické vlivy, zanášení žaber sedimenty
odbourávání organické hmoty	biologický rozklad organické hmoty (mikrobi a houby) – listový opad i org. znečištění	kyslíkový deficit
primární produkce	rychlost produkce nové biomasy	potravní sítě
sekundární produkce	rychlost produkce nové biomasy	potrava ryb
regulace teploty	zastínění, infiltrace	přehřívání vody
regulace (tlumení) povodní	zpomalení odtoku (vegetace)	vyšší frekvence a intenzita povodní

Brierley & Fryirs (2008): River futures: An integrative scientific approach to river repair

EKOSYSTÉMOVÉ A FLUVIÁLNÍ PROCESY

Ekosystémové procesy:

fyzikální, chemické a biologické aktivity a projevy, které spojují organismy s prostředím

Ekosystémové procesy:

produkce (rostlinná hmota)

dekompozice

koloběh živin (nutrient cycling)

toky živin a energie

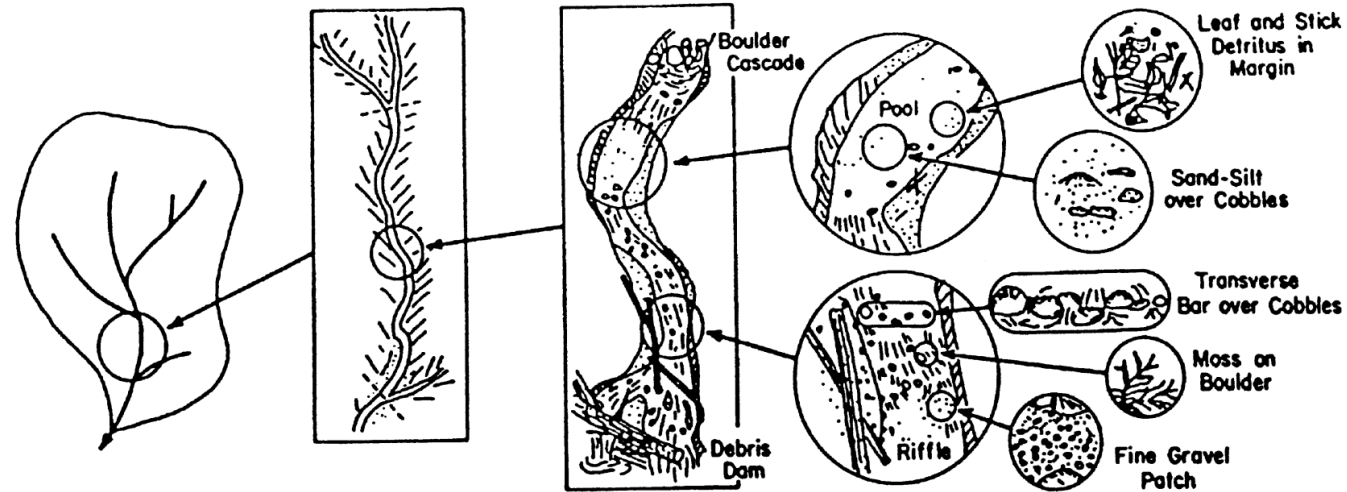
Fluviální procesy:

eroze

transport

sedimentace

PROSTOROVÉ ŠKÁLY



- uspořádání studií
- řídicí faktory
- rizika
- bariéry/tlumení vlivu

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



DEGRADACE VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ



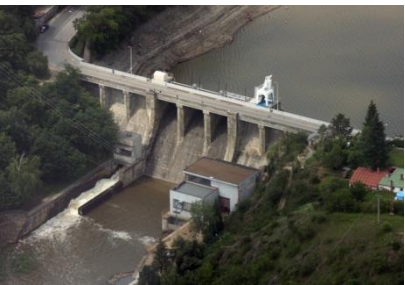
- znečištění (živiny, toxické látky)

→ kvalita vody



- regulace (regulation/channelization)

→ fyzikální změny habitatů



- regulace průtoku

→ kvantita vody

Table 4.1 Human influences on channel change

Indirect change

Land use change:

Deforestation

Afforestation

Agricultural (e.g. conversion of grazing to arable)

Urbanization

Mining

Land drainage:

Agricultural drainage

Surface water sewers

Direct change

Regulation:

Impoundment of water

Water diversions (e.g. for irrigation)

Channel management:

Gravel extraction

Straightening

Flood control

Bank erosion protection

Dredging

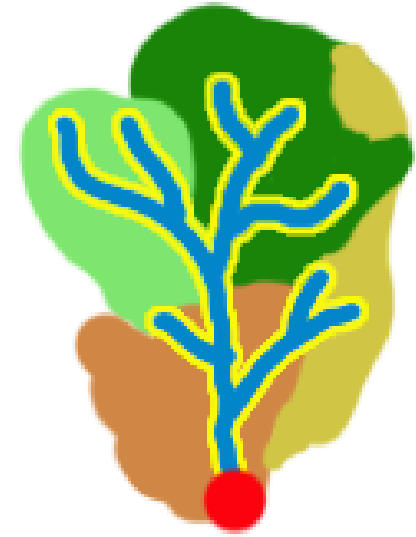
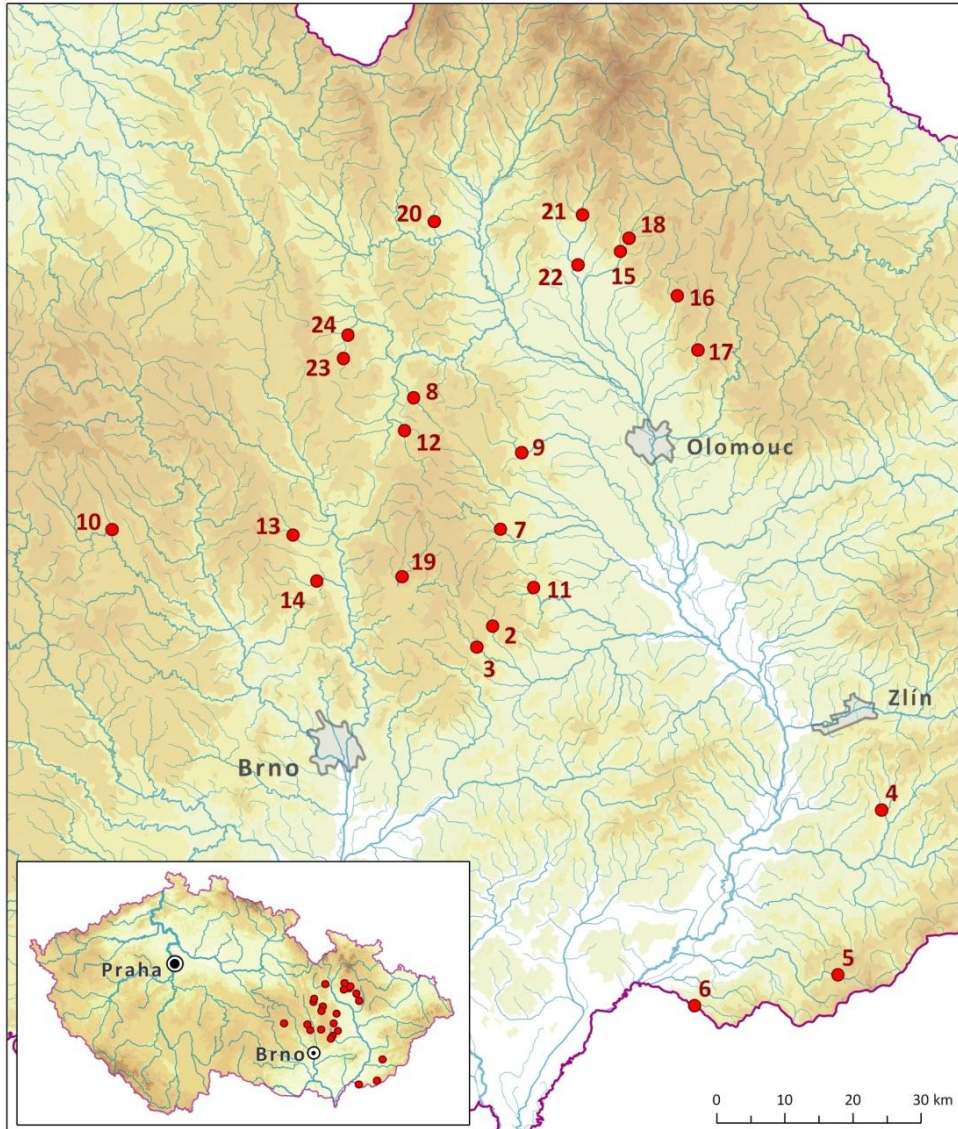
BIOINDIKÁTORY

- ekotoxikologie
- **struktura společenstev**
- **biomonitor** (bioakumulace)
- funkční indikátory (procesy)



SPRING	R	p
chloride	0.86	< 0.001
percent of riffle	-0.70	< 0.001
biological oxygen demand – 5-day (BOD 5)	0.78	< 0.001
total phosphate	0.71	< 0.001
cropland in catchment (%)	0.70	< 0.001
nitrite	0.69	< 0.001
total organic carbon (TOC)	0.66	< 0.001
organic mud (% of area)	0.60	< 0.001
nitrate	0.53	< 0.001
mean slope of the thalweg (%)	-0.53	< 0.001
altitude	-0.43	< 0.01
% of shoreline covered with woody riparian vegetation*	-0.41	< 0.05
mean current velocity (m/s)	-0.40	< 0.05
conductivity (µS/cm)	0.39	< 0.05
maximum current velocity (m/s)	-0.38	< 0.05

1. Případová studie: vliv říčních koridorů na fluviaální ekosystém



Případová studie: vliv říčních koridorů na fluviální ekosystém

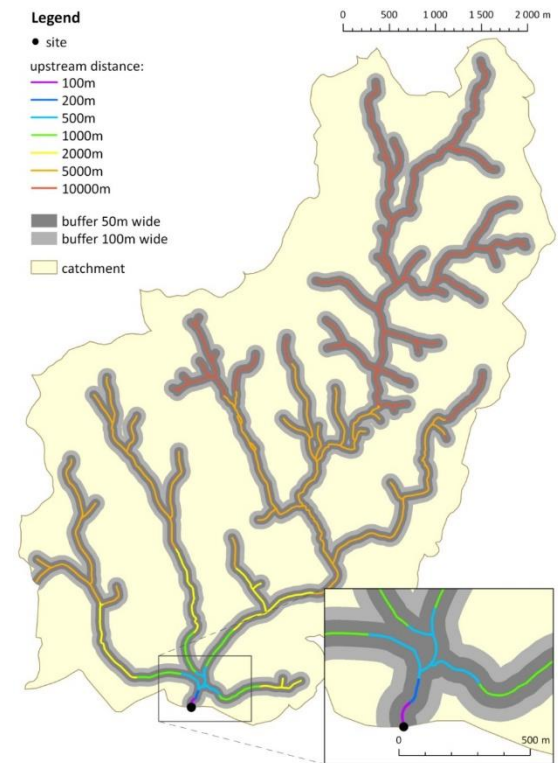


FLOODPLAIN

- cropland
- urban/unvegetated
- meadow
- forest

BANK

- bare
- grass
- woody scattered
- woody continuous



Případová studie: vliv říčních koridorů na fluviaální ekosystém

korelace mezi indexy koridoru a chemickými parametry vody

variable	score	corridor extent upstream (km)							
		0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	all
chloride	Bank						-0.66	-0.77	-0.74
	Floodplain			-0.50	-0.47	-0.62	-0.72	-0.70	
BOD5	Bank				-0.42	-0.66	-0.70	-0.65	
	Floodplain		-0.49	-0.52	-0.62	-0.57	-0.53		
amonium	Bank					-0.58	-0.50	-0.46	
	Floodplain	-0.43	-0.46	-0.57	-0.54	-0.52	-0.67	-0.58	-0.52
nitrite	Bank				-0.49	-0.74	-0.71	-0.67	
	Floodplain	-0.64	-0.63	-0.68	-0.75	-0.72	-0.78	-0.81	-0.77
nitrate	Bank					-0.57	-0.82	-0.83	
	Floodplain					-0.50	-0.67	-0.71	
ortho-phosphate	Bank					-0.51	-0.60	-0.60	
	Floodplain		-0.48	-0.48	-0.46	-0.55	-0.77	-0.74	
phosphate	Bank					-0.61	-0.69	-0.67	
	Floodplain		-0.44	-0.49	-0.59	-0.68	-0.65		

Případová studie: vliv říčních koridorů na fluviaální ekosystém

korelace mezi indexy koridoru a parametry makrozoobentosu

variable	score	corridor extent upstream (km)							
		0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	all
Saprobic index	Bank					-0.57	-0.70	-0.57	-0.52
	Floodplain	-0.53	-0.49	-0.55	-0.66	-0.74	-0.73	-0.62	-0.53
ASPT	Bank					0.59	0.78	0.67	0.61
	Floodplain	0.47	0.49	0.60	0.68	0.74	0.79	0.65	0.56
number of sensitive taxa	Bank	0.58	0.59	0.42	0.56	0.79	0.86	0.70	0.64
	Floodplain	0.65	0.65	0.68	0.77	0.86	0.86	0.69	0.59
Gathering collectors	Bank					-0.56	-0.73	-0.56	-0.49
	Floodplain	-0.57	-0.56	-0.60	-0.71	-0.76	-0.79	-0.58	-0.48
EPT-taxa (%)	Bank					0.52	0.64	0.48	0.43
	Floodplain			0.54	0.62	0.69	0.69	0.51	0.45
Oligochaeta (%)	Bank	-0.51	-0.54		-0.46	-0.59	-0.69	-0.43	
	Floodplain	-0.51	-0.54	-0.58	-0.65	-0.73	-0.71		
Chironomidae (%)	Bank					-0.42			
	Floodplain	-0.44	-0.44		-0.49	-0.47		-0.43	
number of EPT taxa	Bank	0.54	0.54		0.54	0.70	0.80	0.64	0.58
	Floodplain	0.66	0.63	0.64	0.76	0.84	0.78	0.56	0.47
number of Coleoptera taxa	Bank	0.48	0.48		0.46	0.69	0.77	0.74	0.73
	Floodplain	0.47	0.46	0.48	0.56	0.70	0.76	0.72	0.67
number of chironomid taxa	Bank	-0.47	-0.44			-0.52	-0.53	-0.43	
	Floodplain	-0.65	-0.70	-0.73	-0.76	-0.73	-0.59	-0.61	-0.53

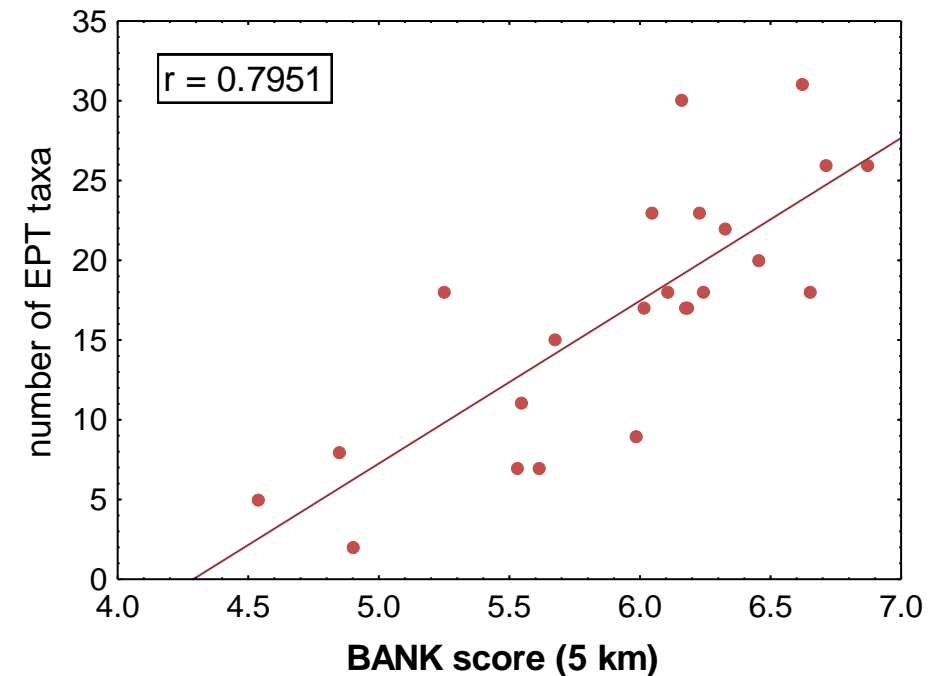
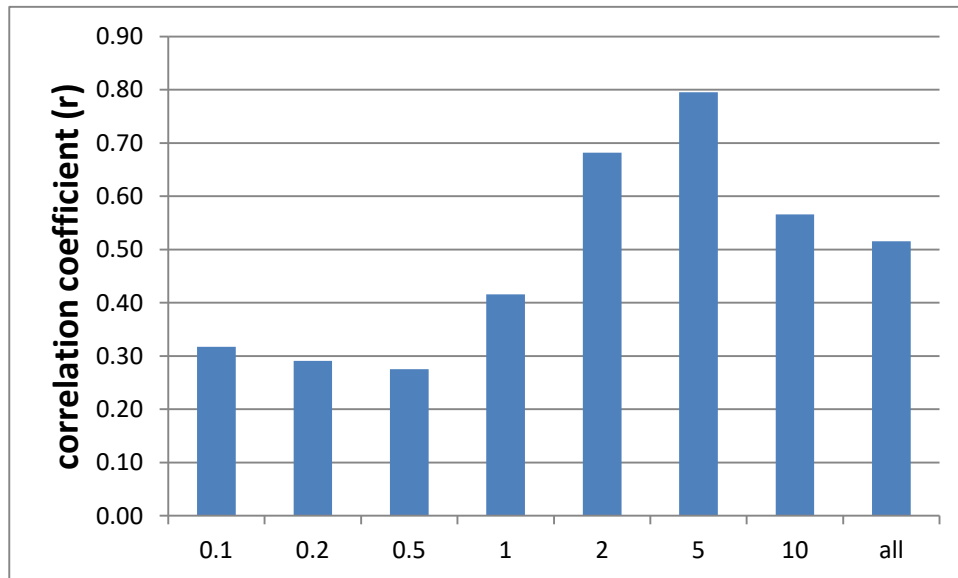
Případová studie: vliv říčních koridorů na fluviální ekosystém

MACROINVERTEBRATES vs. RIP scores EPT taxa richness

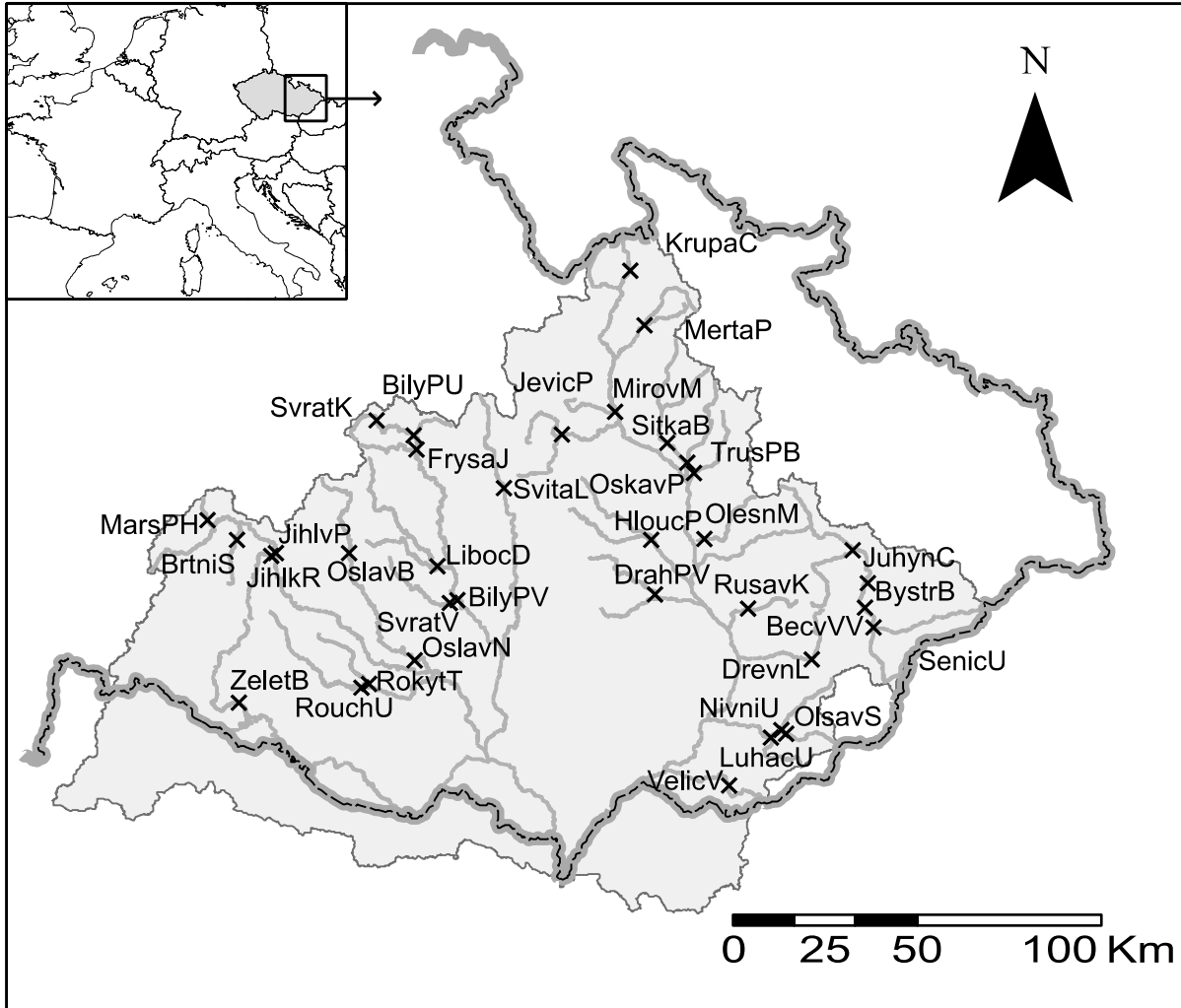
(similar pattern was found for Stone-dwelling taxa index – Braukmann)

EPT taxa richness and BANK score (5 km)

(r , N=23)



2. Případová studie: kombinace stresorů v říčním ekosystému



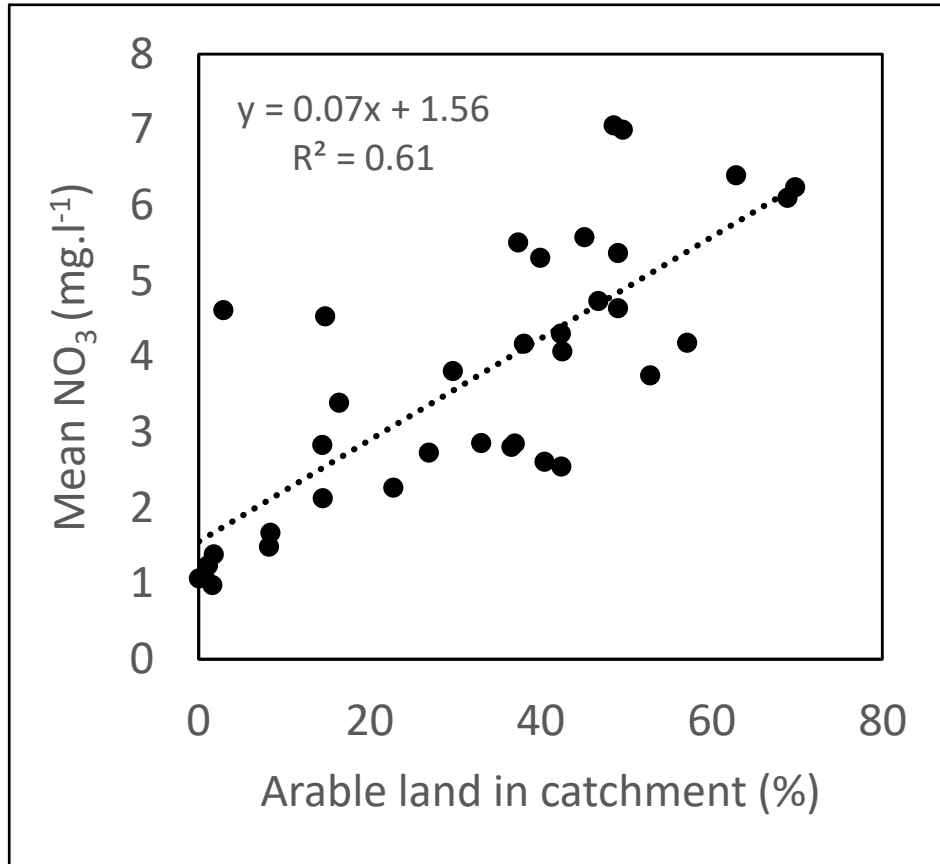
Pressure	MDS1BC	MDS2BC	CzecSap	IBR	RTI	EPT%	TGEPTx
LuS	-0.61	-0.56	0.75	0.72	-0.71	-0.67	-0.73
LuL	-0.21	0.33	-0.18	-0.05	-0.09	0.20	-0.02
PS	-0.31	-0.03	0.17	0.14	-0.24	0.11	0.04
HM	-0.33	-0.46	0.45	0.47	-0.42	-0.31	-0.25
Stress sum	-0.69	-0.43	0.57	0.66	-0.74	-0.42	-0.44

Relationships of selected macroinvertebrate characteristics to pressures; MDS1BC and MDS2BC are scores of first and second MDS dimension respectively (Spearman correlation coefficient; significance at $p < 0.05$ marked in bold).

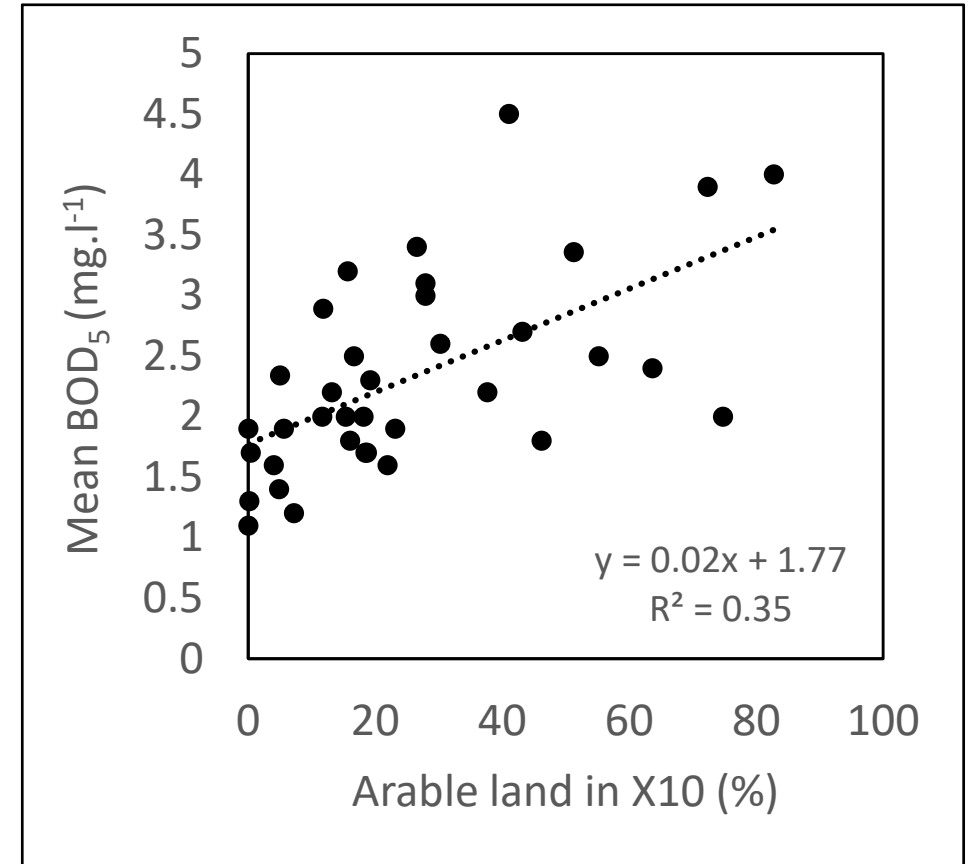
Study area. 36 sites (x) of 3-4 stream order are located in Morava River basin (grey area), Czech Republic.

Případová studie: kombinace stresorů v říčním ekosystému

dusičnany



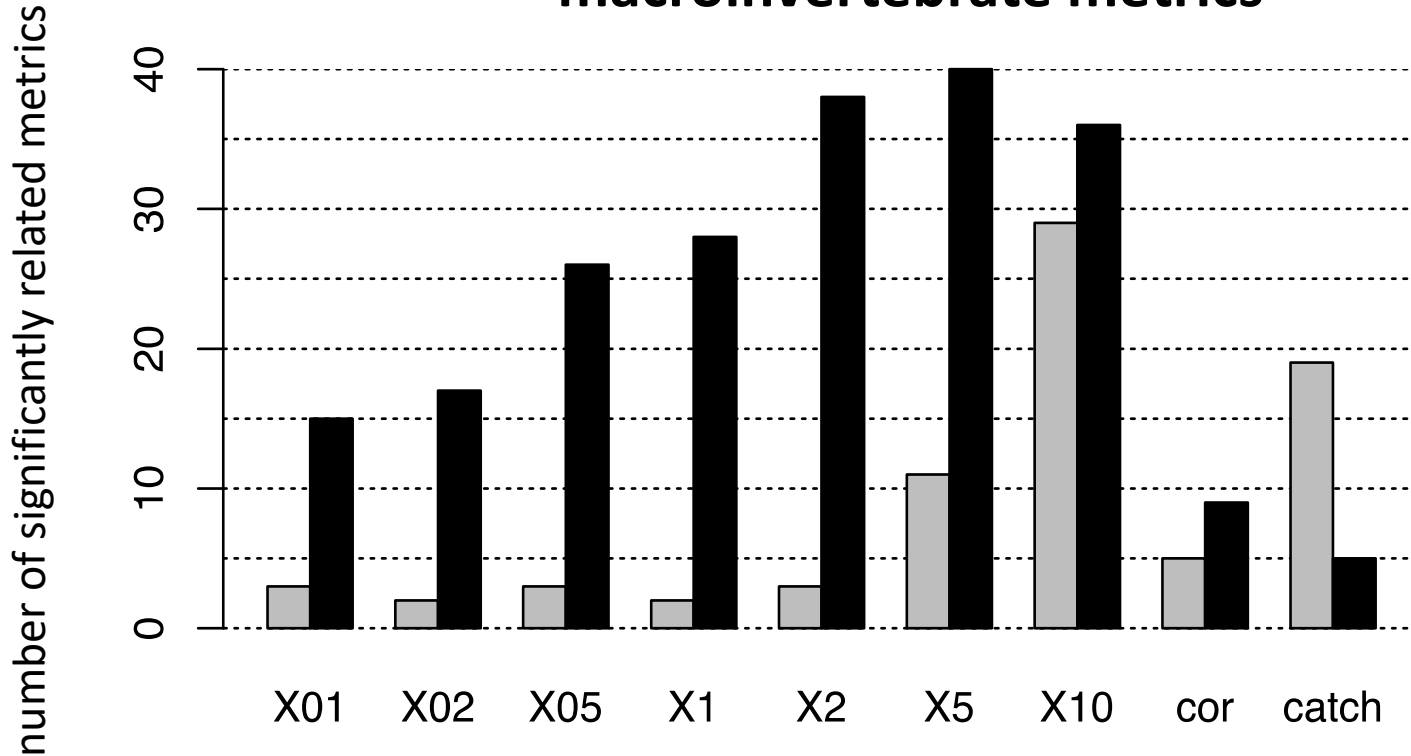
BSK5



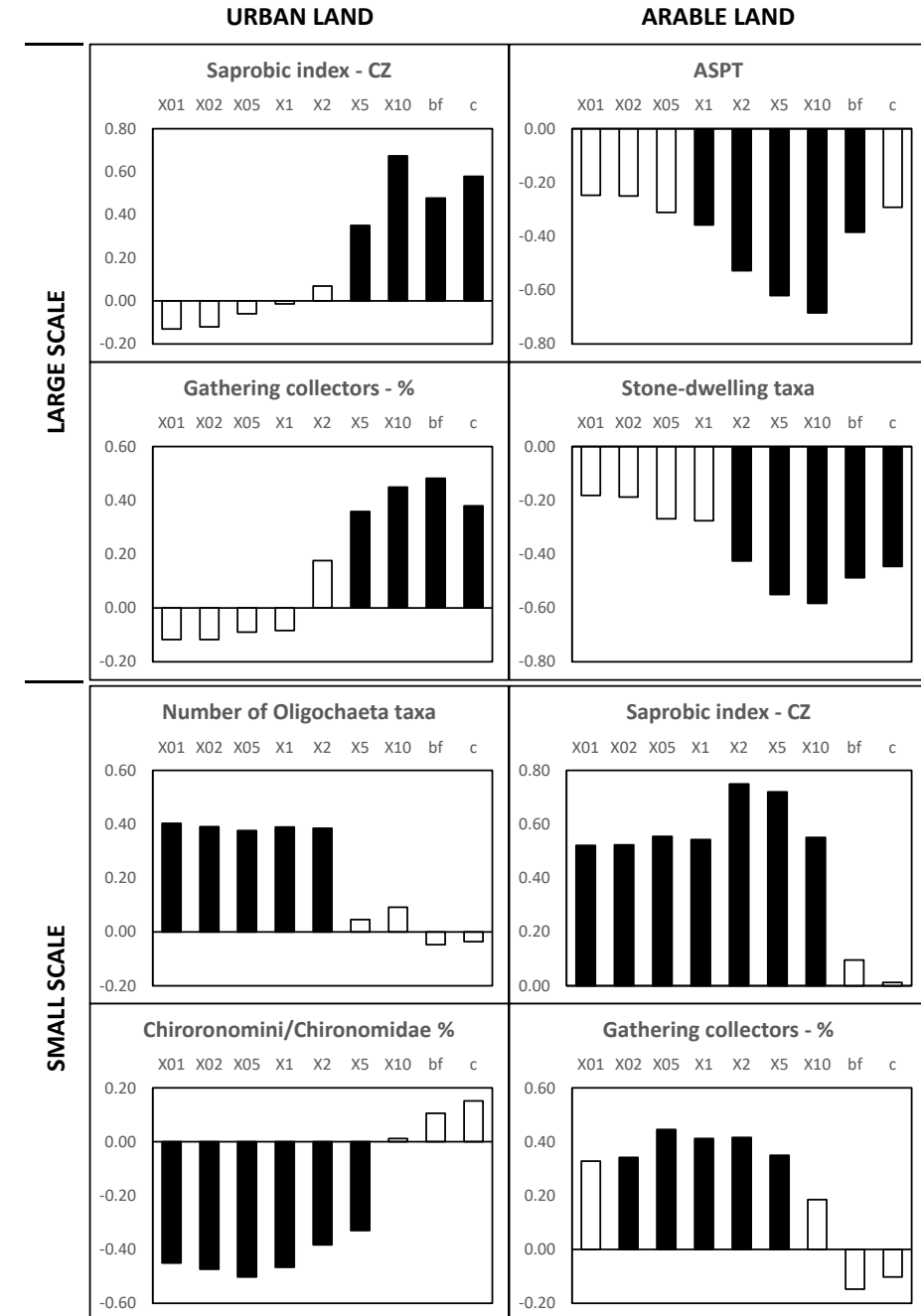
Relationship between proportion of arable land and water chemistry parameters (annual mean of nitrate concentration and BOD5).

Případová studie: kombinace stresorů v říčním ekosystému

macroinvertebrate metrics

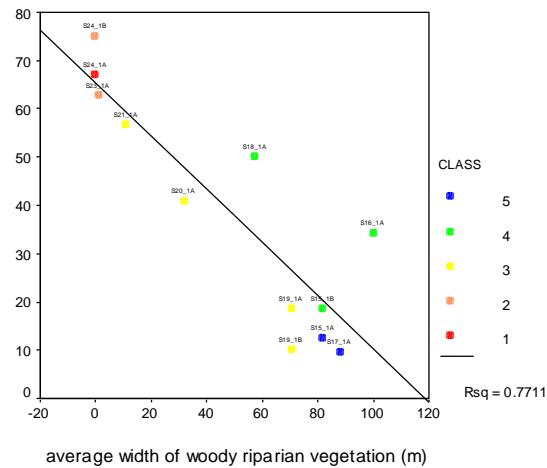
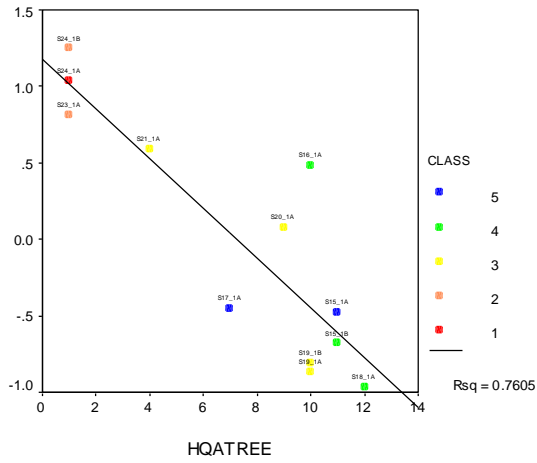


Numbers of significantly correlated (r_s ; $p < 0.05$) community metrics to urbanization (CORINE 112, grey) and arable land (CORINE 211, black) at various scales.



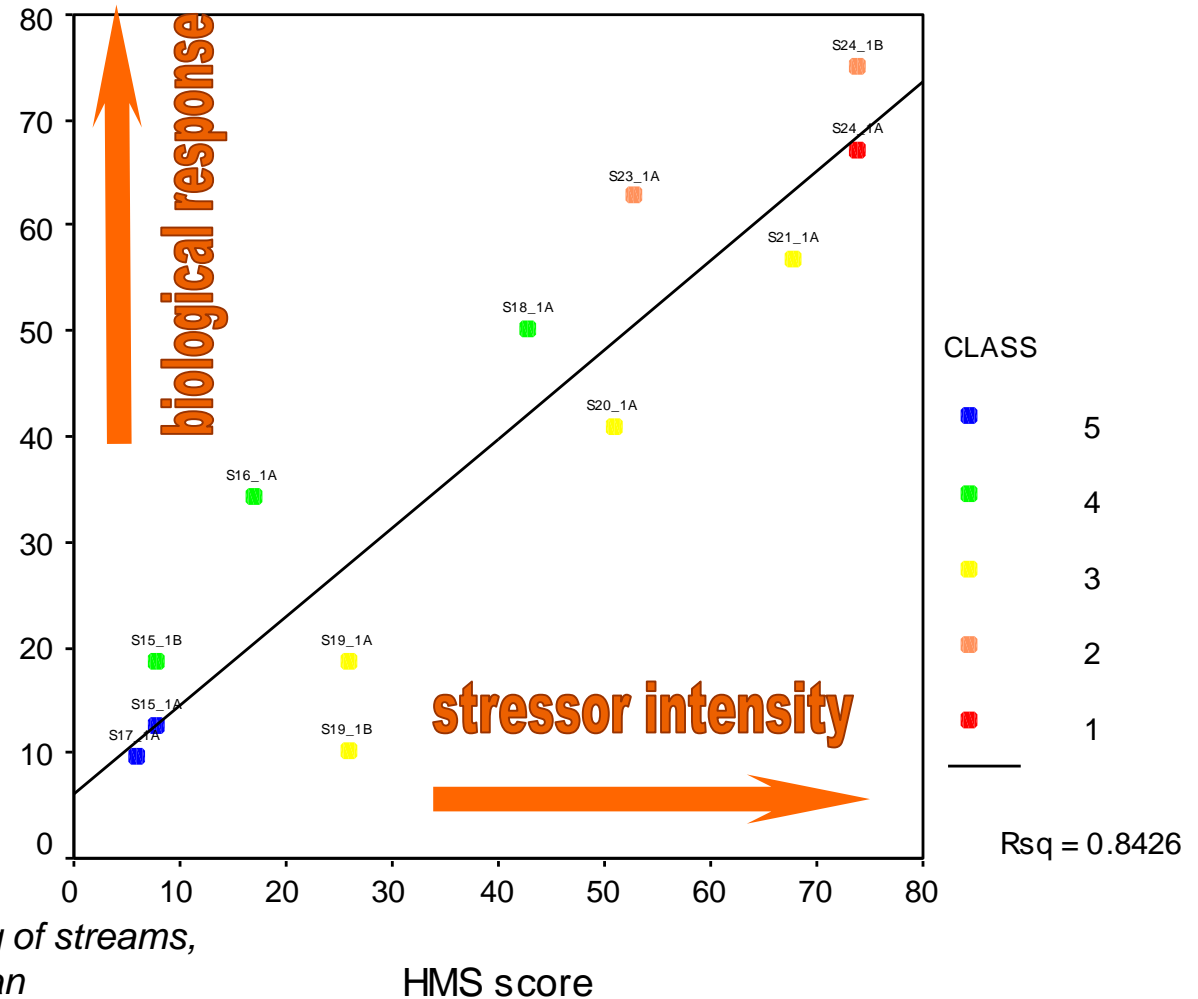
ODEZVA BEZOBRATLÝCH NA HYDROMORFOLOGICKOU DEGRADACI

STRESSOR SPECIFIC

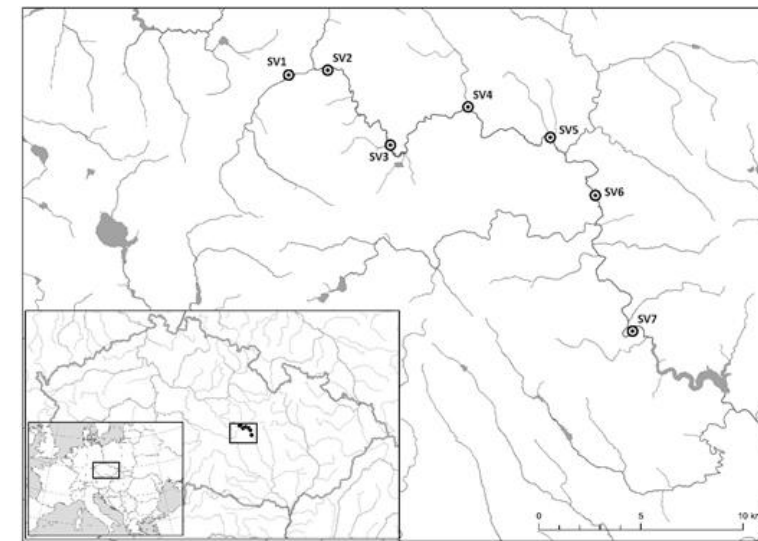
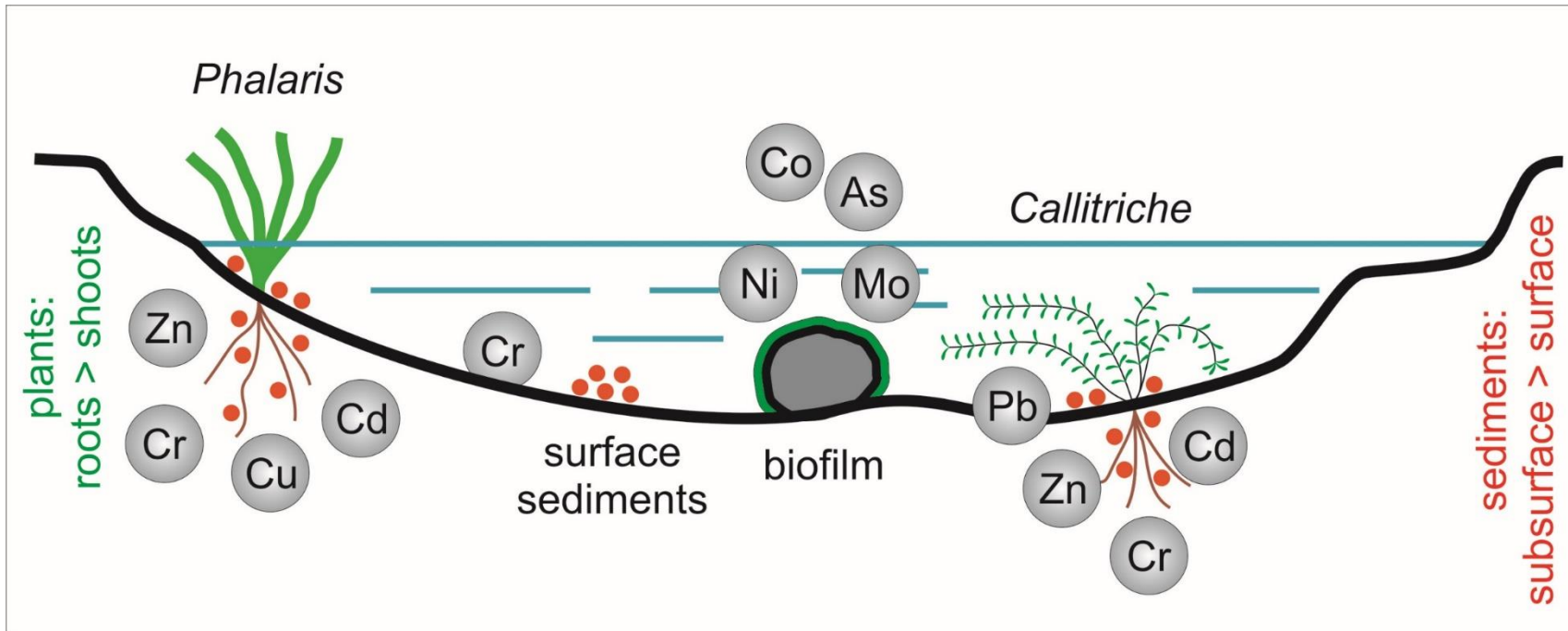


% chironomids is also related to scouring of streams, average (maximal) width of woody riparian vegetation

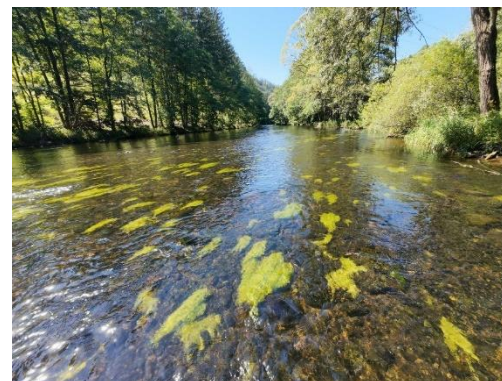
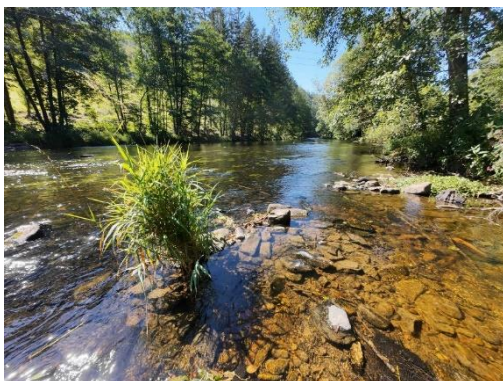
MORPHOLOGICAL DEGRADATION chironomids



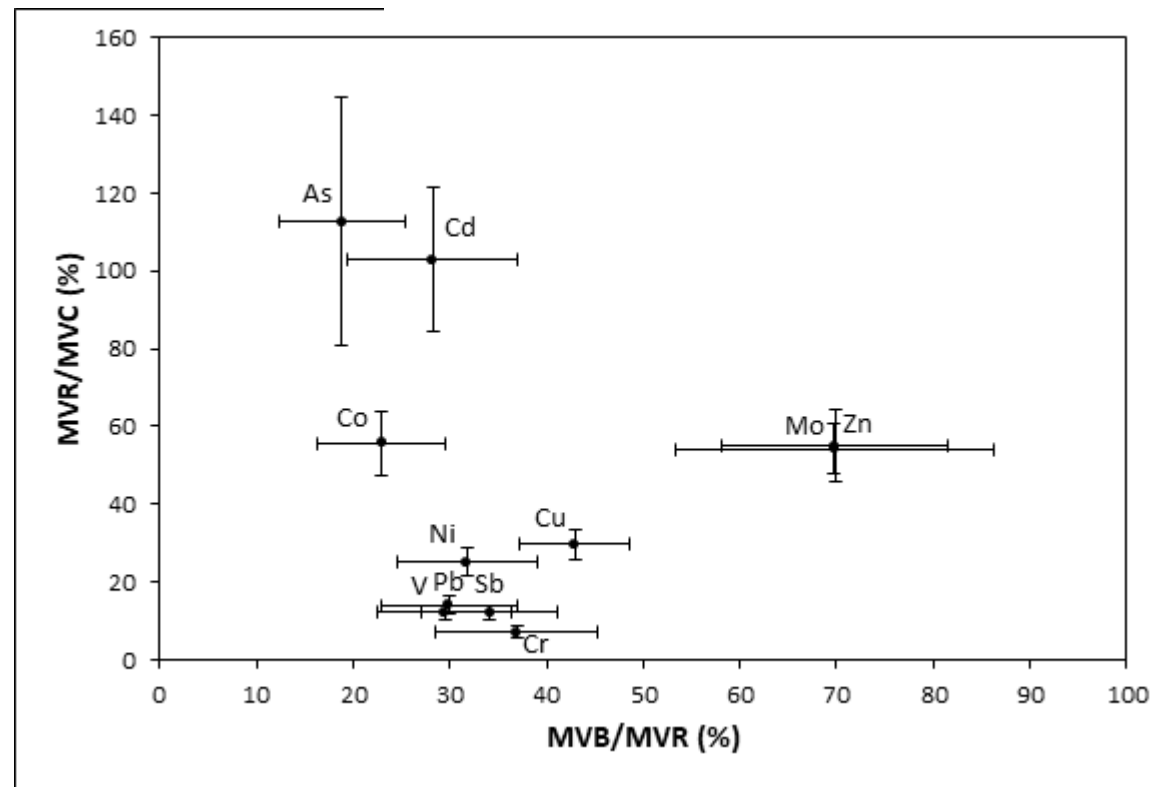
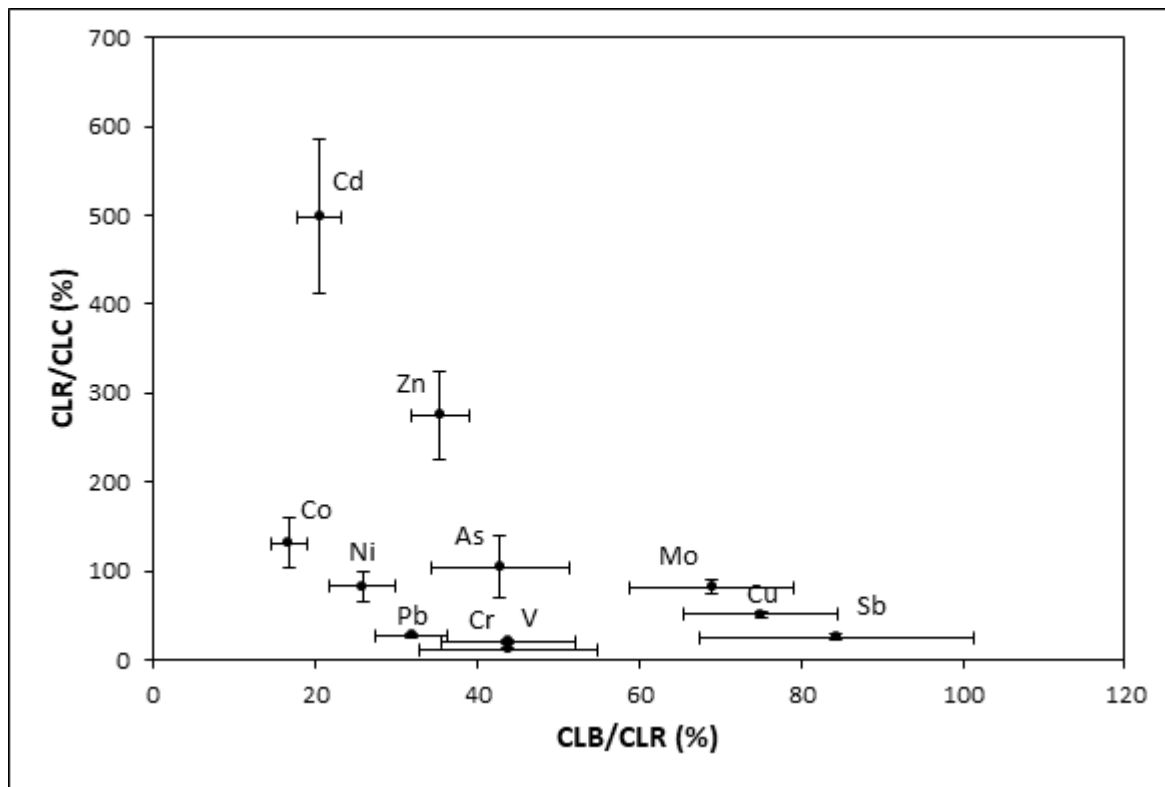
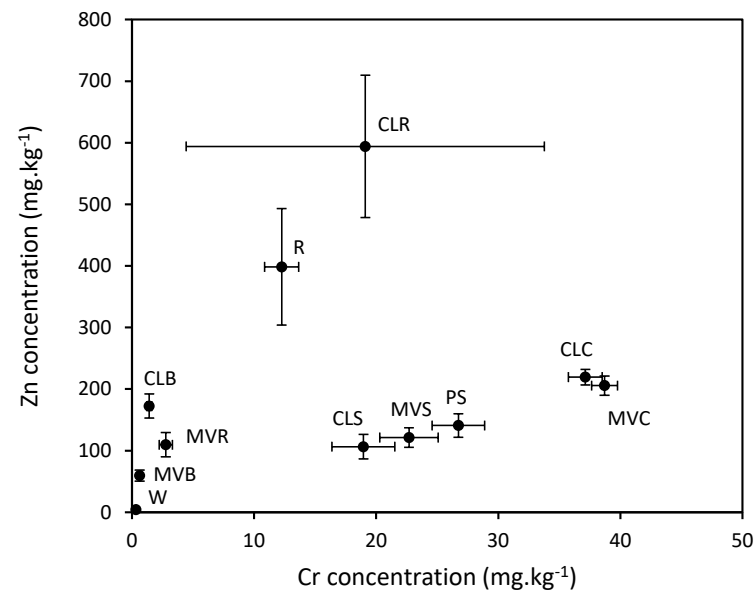
3. Případová studie: distribuce kovů v říčním ekosystému



Compartments	
<i>Callitriche</i>	stems and leaves (CLB)
	roots (CLR)
	subsurface sediments washed from roots (CLC)
	surface sediments from current shadow (CLS)
<i>Phalaris</i>	stems and leaves (MVB)
	roots (MVR)
	subsurface sediments washed from roots (MVC)
	surface sediments from current shadow (MVS)
Others	water (W)
	surface sediments from unvegetated pools (PS)
	biofilm on stones in riffles (R)

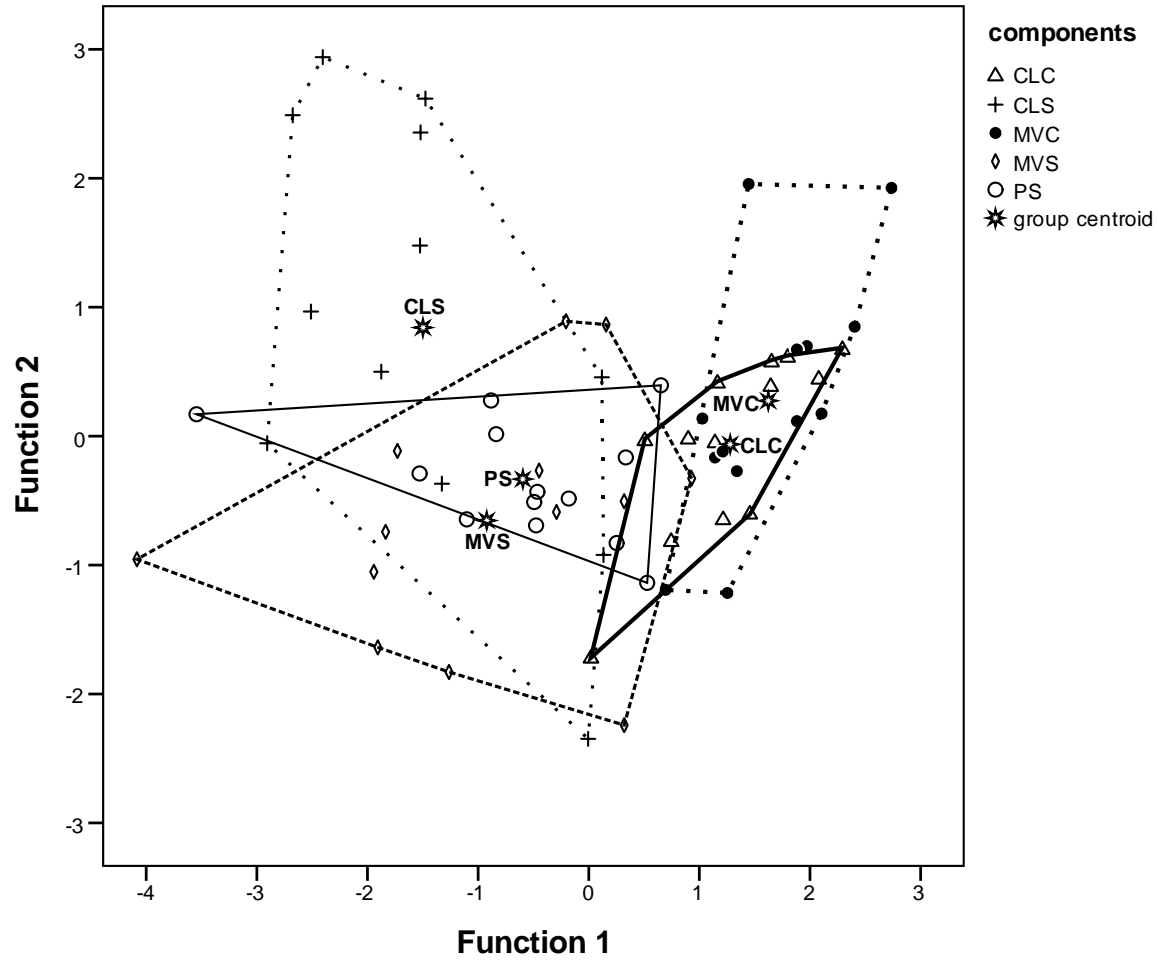


Případová studie: distribuce kovů v říčním ekosystému

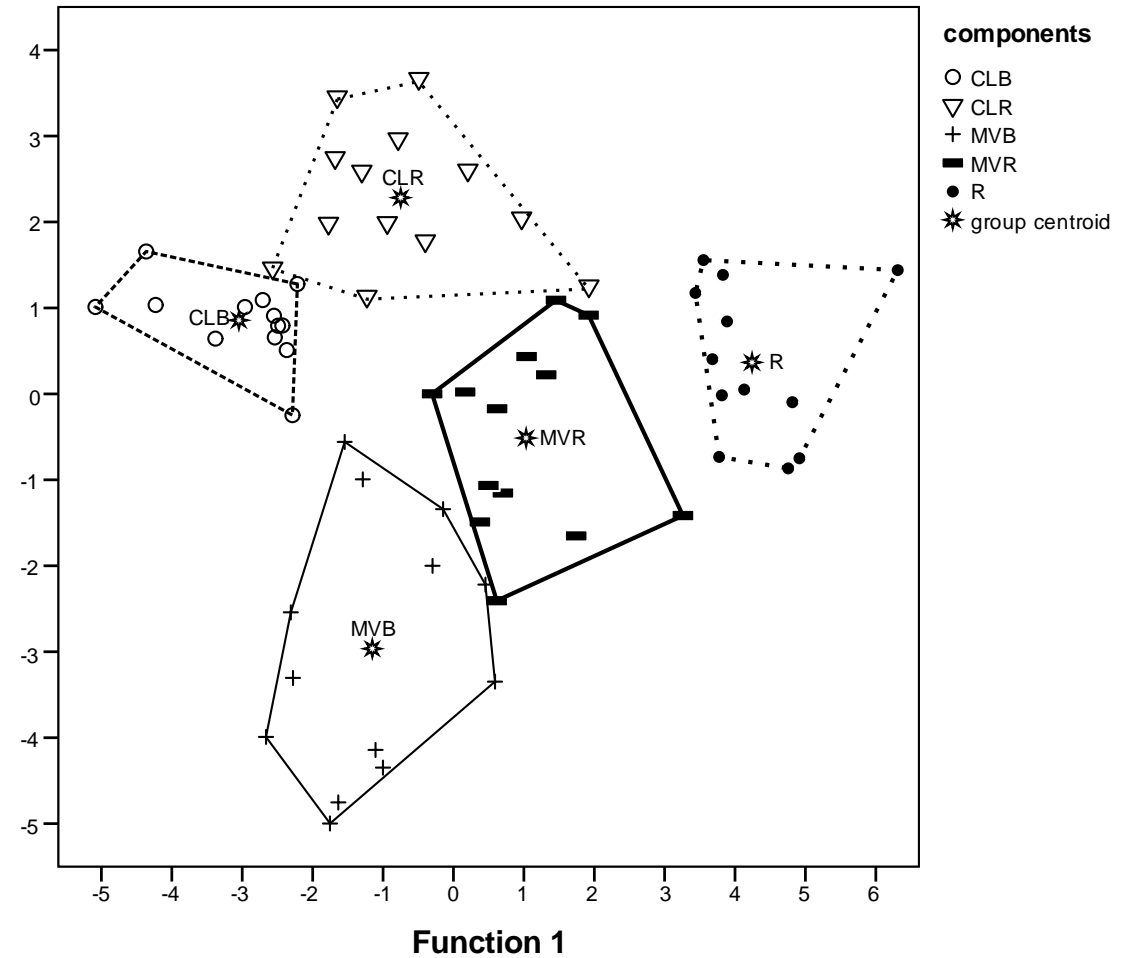


Případová studie: distribuce kovů v říčním ekosystému

SEDIMENTS

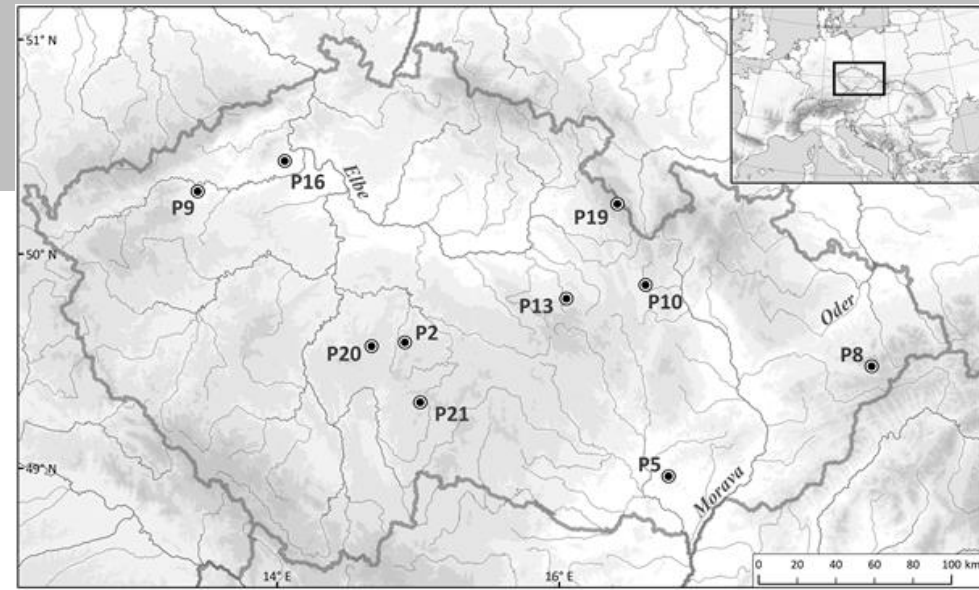


BIOLOGICAL COMPONENTS

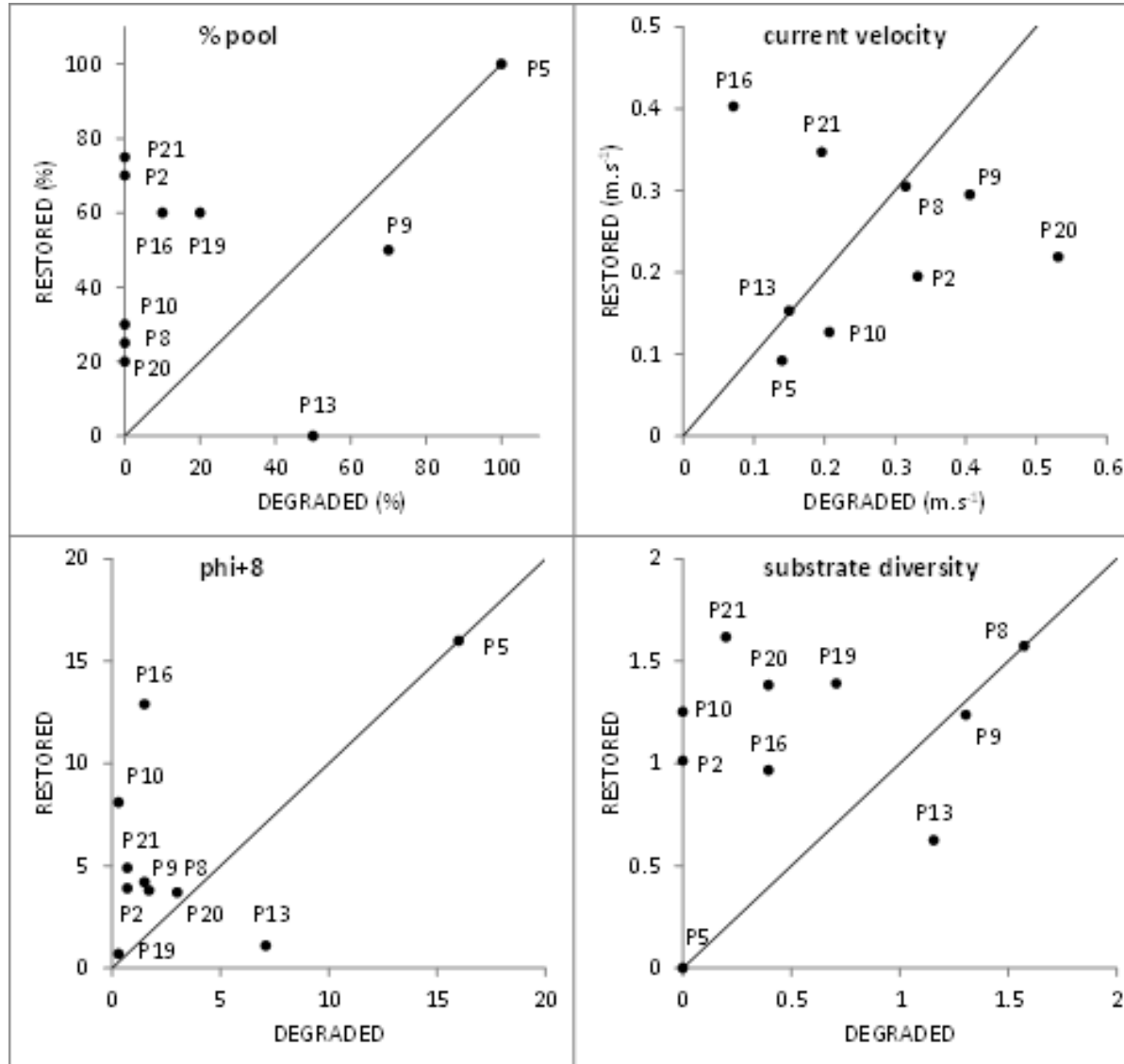


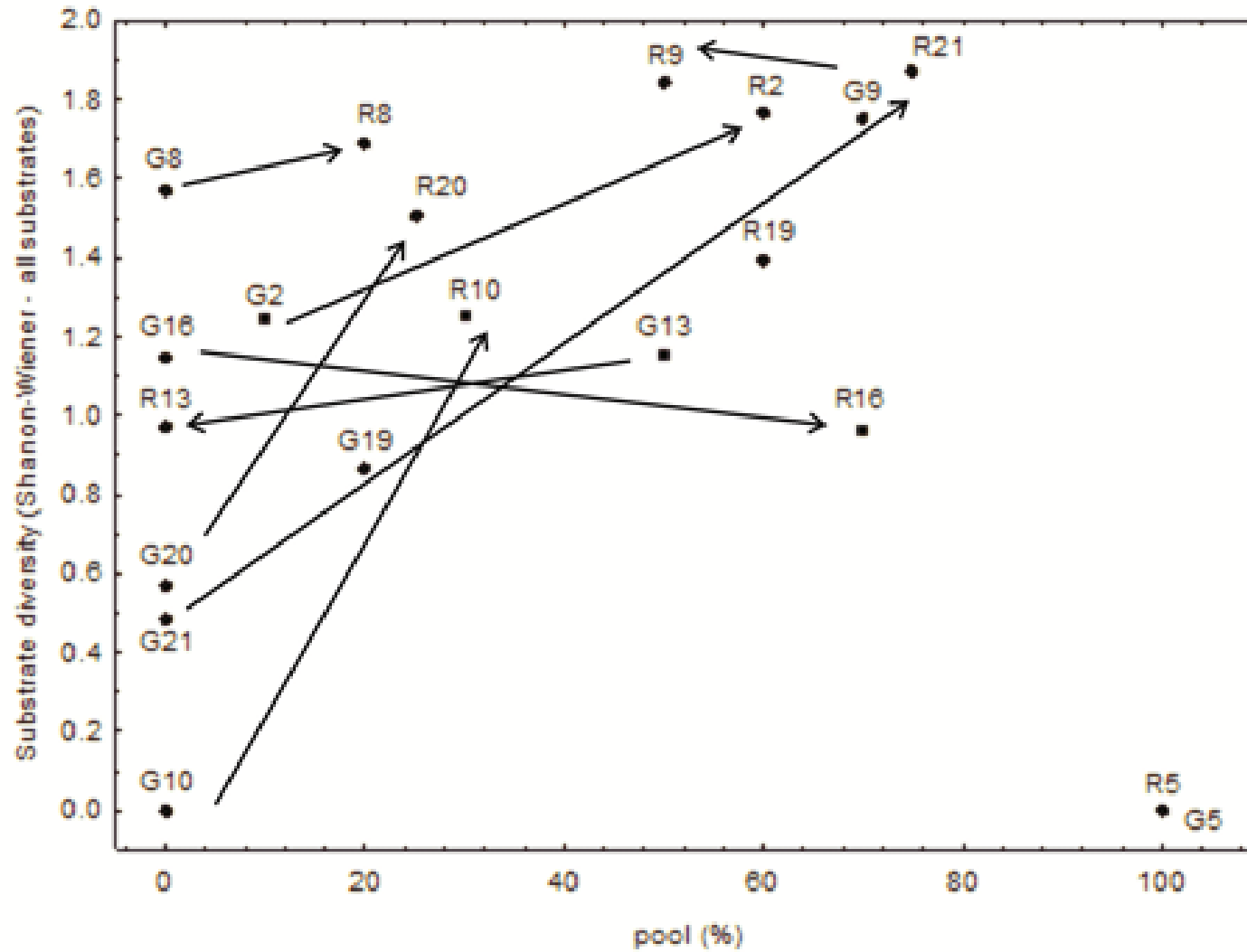
- 10 párů lokalit (regulovaný-revitalizovaný úsek)
- bentiční bezobratlí odebrání metodou PERLA (WFD monitoring) – jarní a letní vzorky (2005)
- charakteristiky revitalizace, popis lokalit
- data poskytnutá Výzkumným ústavem vodohospodářským TGM (Dr. Rozkošný)

- nadmořská výška: 170-780 m n.m.
- plocha povodí: 2,2-59,9 km²
- délka revitalizovaného úseku: 0.4-10.0 km



SOUHRN VÝSLEDKŮ – CHARAKTERISTIKY HABITATŮ

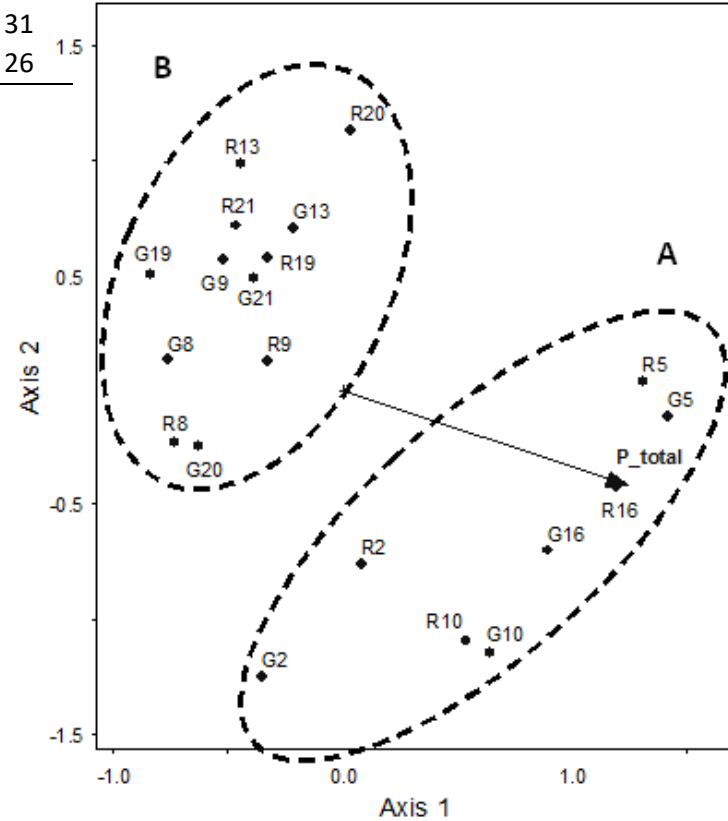
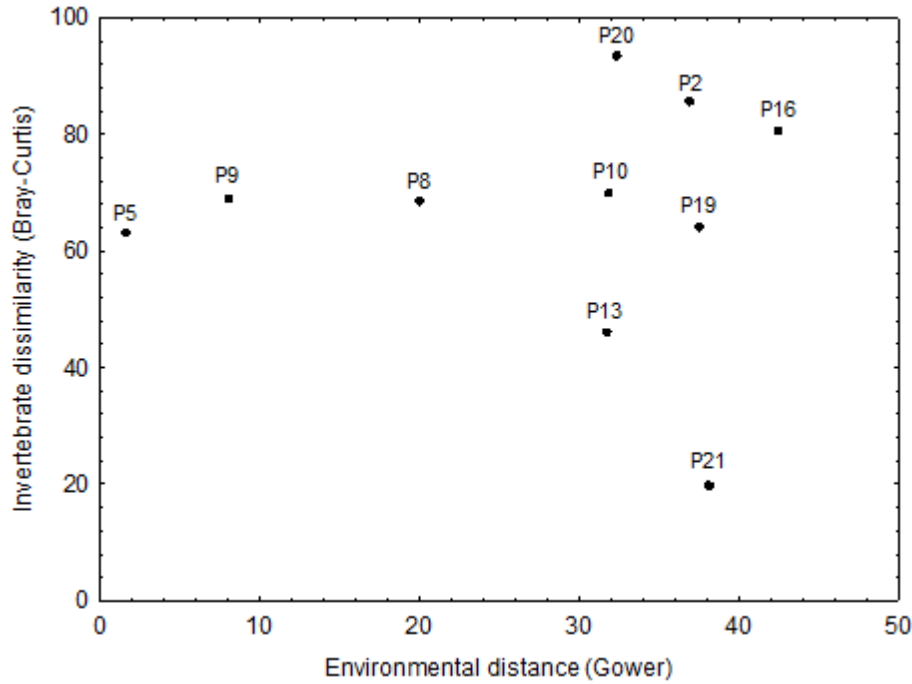




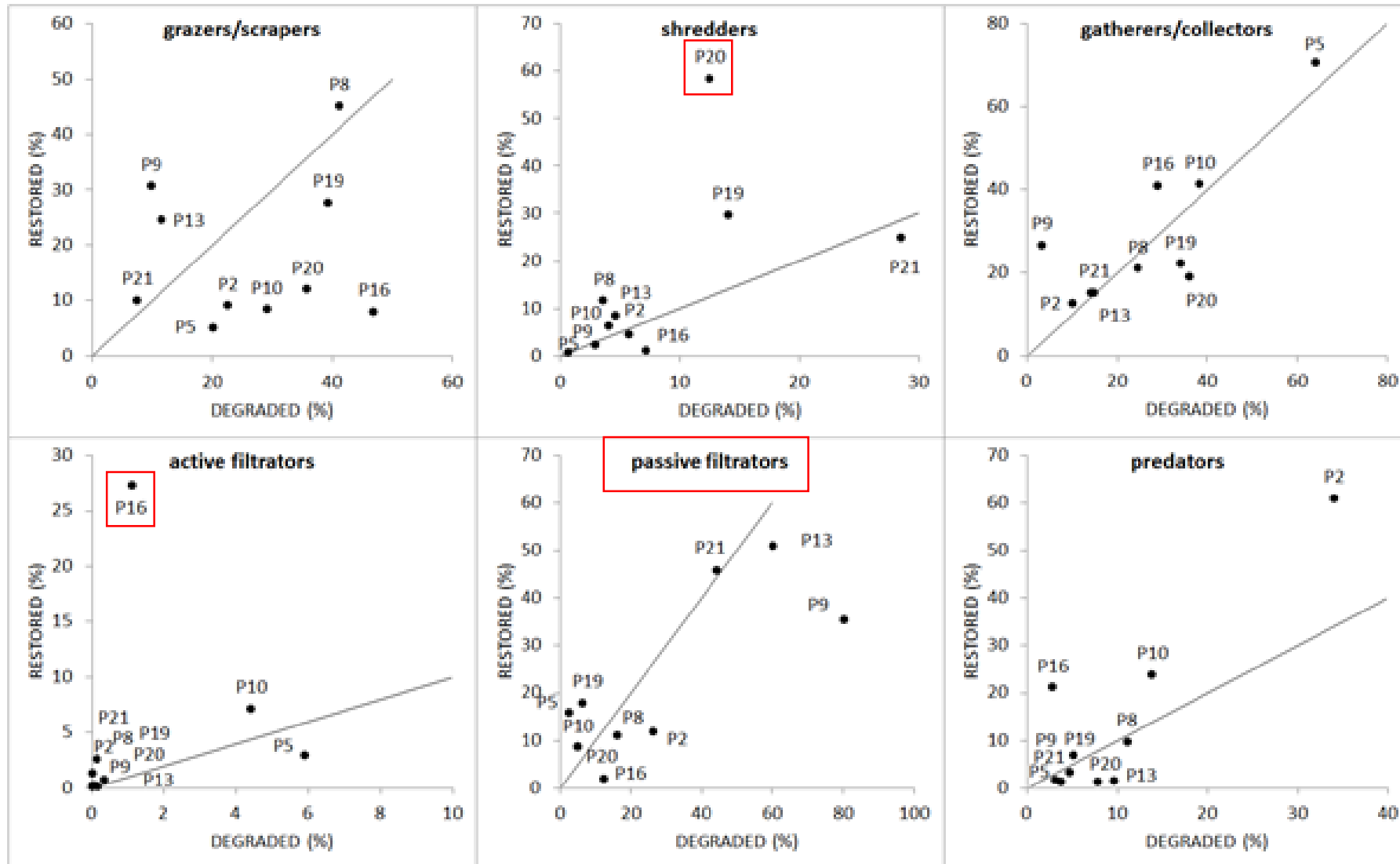
SOUHRN VÝSLEDKŮ – DIVERZITA, ŠKÁLY

Tab. 1. Number of macroinvertebrate taxa in degraded (D) and restored (R) stretches; R+ is number of taxa unique for degraded (R-) or restored (R+) stretch – pairwise comparison; C represents number of common taxa within a pair; Total number indicates sum of taxa found within pairs altogether.

	P10	P16	P2	P5	P13	P19	P20	P21	P8	P9
R+	16	13	12	11	14	10	9	13	16	18
R-	16	10	6	12	20	19	24	10	28	13
C	9	6	8	13	14	26	18	17	29	13
Total	41	29	26	36	48	55	51	40	73	44
R	25	19	20	24	28	36	27	30	45	31
D	25	16	14	25	34	45	42	27	57	26



SOUHRN VÝSLEDKŮ – POTRAVNÍ STRATEGIE



- rozdíl většiny MZB metrik mezi regulovanými a revitalizovanými úseky není konzistentní napříč celým datovým souborem (Wilcoxonův test nevýznamný)
- byly prokázány vazby některých charakteristik makrozoobentosu na parametry prostředí měněné revitalizačními zásahy
- u jednotlivých revitalizací jsou směry změn protichůdné (abiota i biota)
- vhodné by bylo stanovit referenční podmínky z hlediska hydromorfologie a porovnat s modelovaným referenčním společenstvem
- změny společenstev jsou více ovlivňovány gradientem eutrofizace než hydromorfologickými změnami

- ukazují se směry, kterými by bylo vhodné upravit metodiky používané v rutinním monitoringu pro hodnocení ekologických dopadů revitalizací
- zahrnutí poříčních tůní, rozdělení vzorků podle základních typů habitatů, termín vzorkování – pozdní léto-ranný podzim → diferenciacce habitatů z hlediska podmínek prostředí i biologických společenstev
- významnou roli při hodnocení hrají stresory působící v povodí revitalizované lokality (eutrofizace)
- pro přesnější vyhodnocení účinků revitalizace je třeba monitorovat soubor parametrů prostředí i biotu v uspořádání BACI (**B**efore-**A**fter-**C**ontrol-**I**mpacted)
- potřeba ustanovení standardní metodiky, která by byla povinnou součástí schvalovacího procesu revitalizace

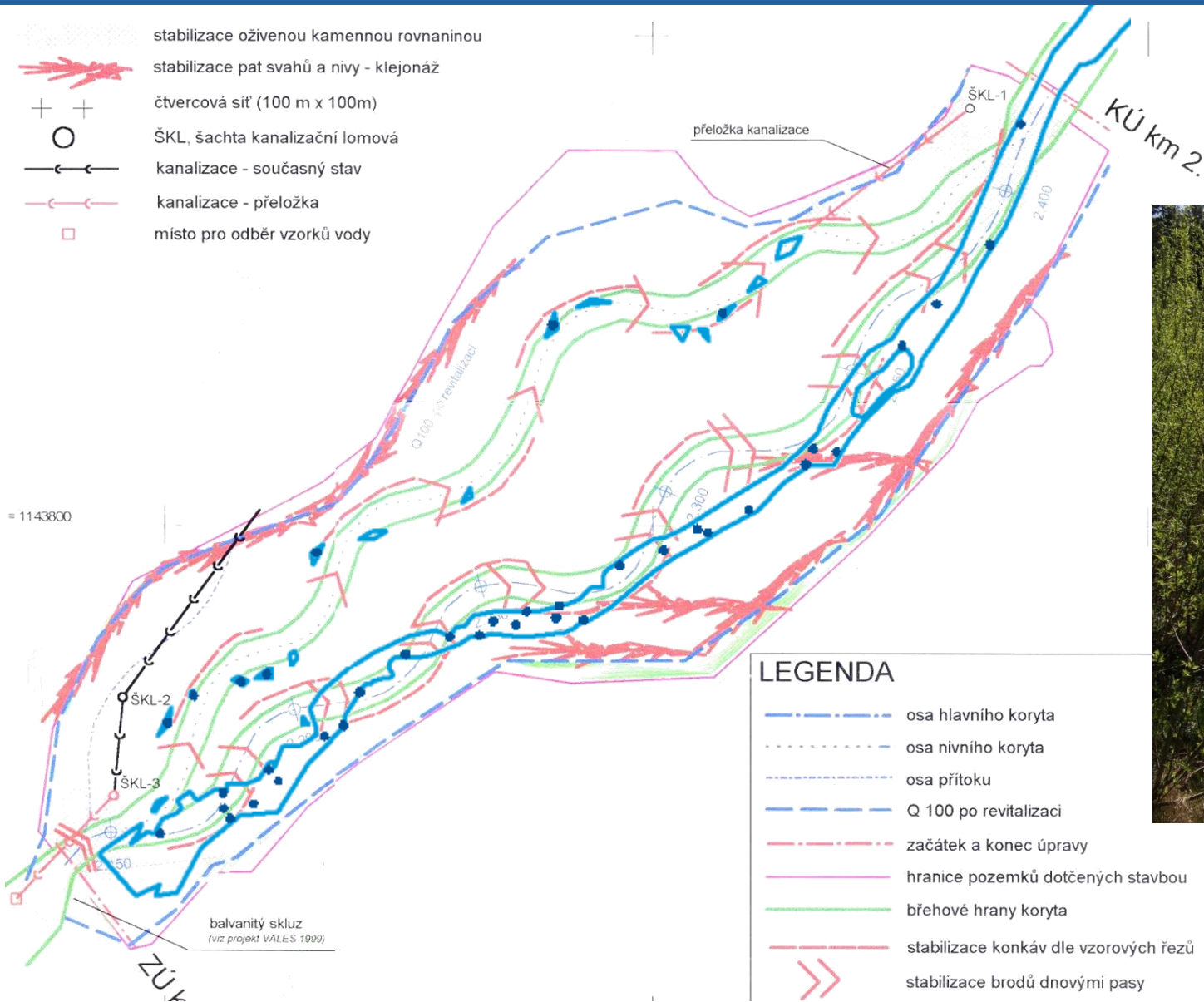


Catchment area: 18 km²

Altitude: 525 m

Stream length : 6.8 km

REVITALIZACE NA ÚROVNI HABITATŮ - KNĚHYNĚ



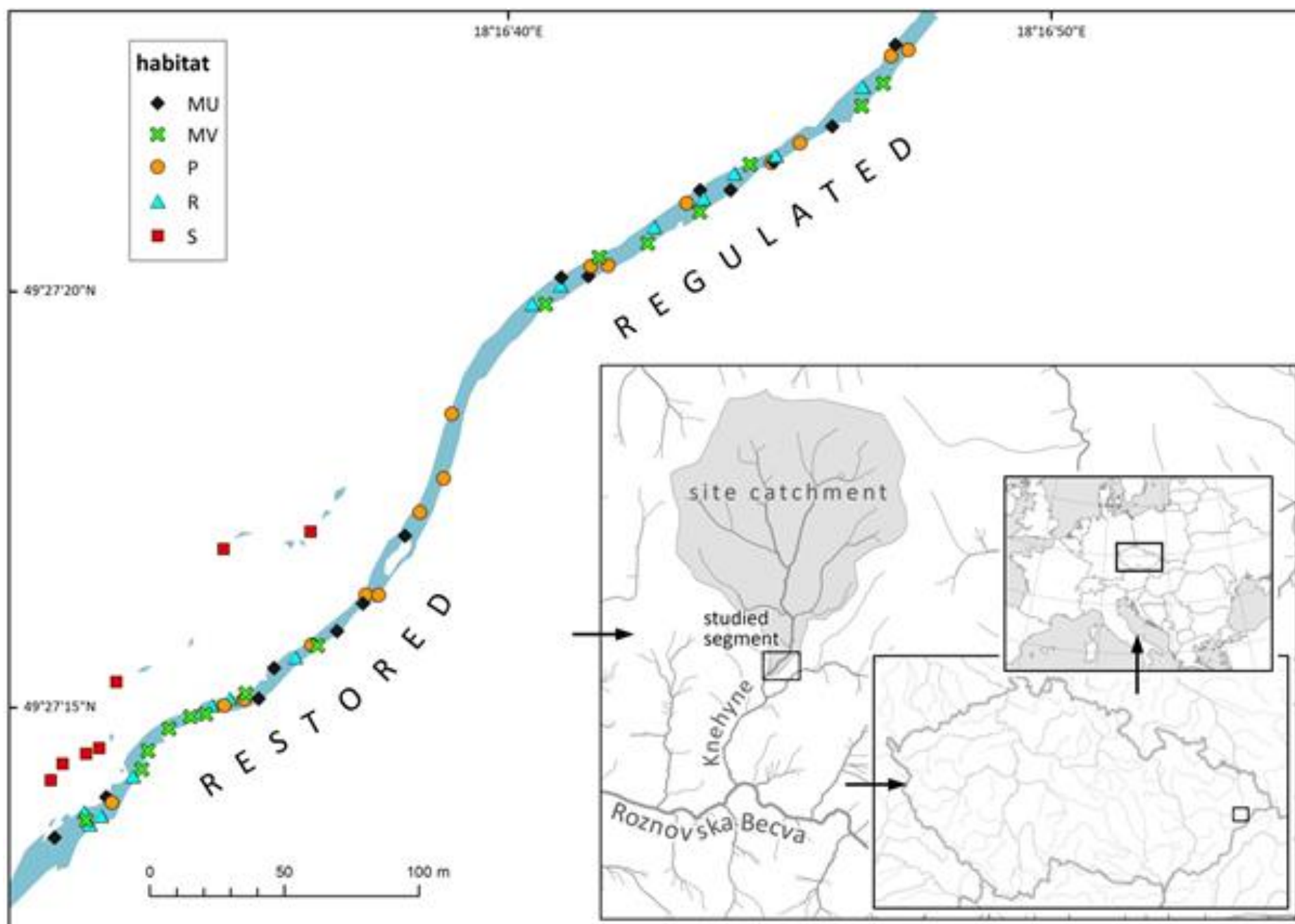
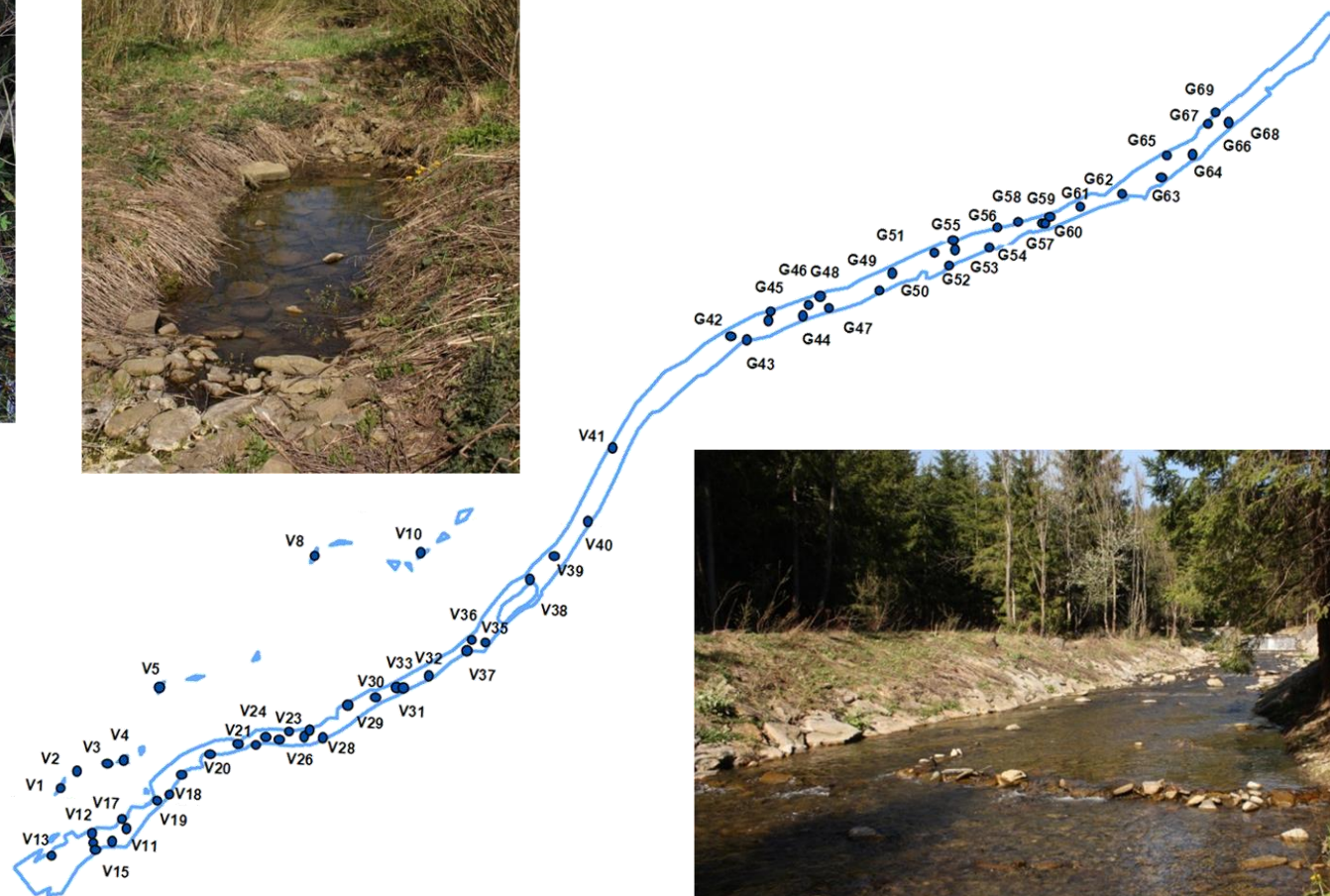


Fig. 1. Location of sampling points at restored and regulated stretches of Knehyně stream (MU=unvegetated margins, MV=vegetated margins, P=channel pools, R=riffles, S=side arm pools).

REVITALIZACE NA ÚROVNI HABITATŮ - KNĚHYNĚ



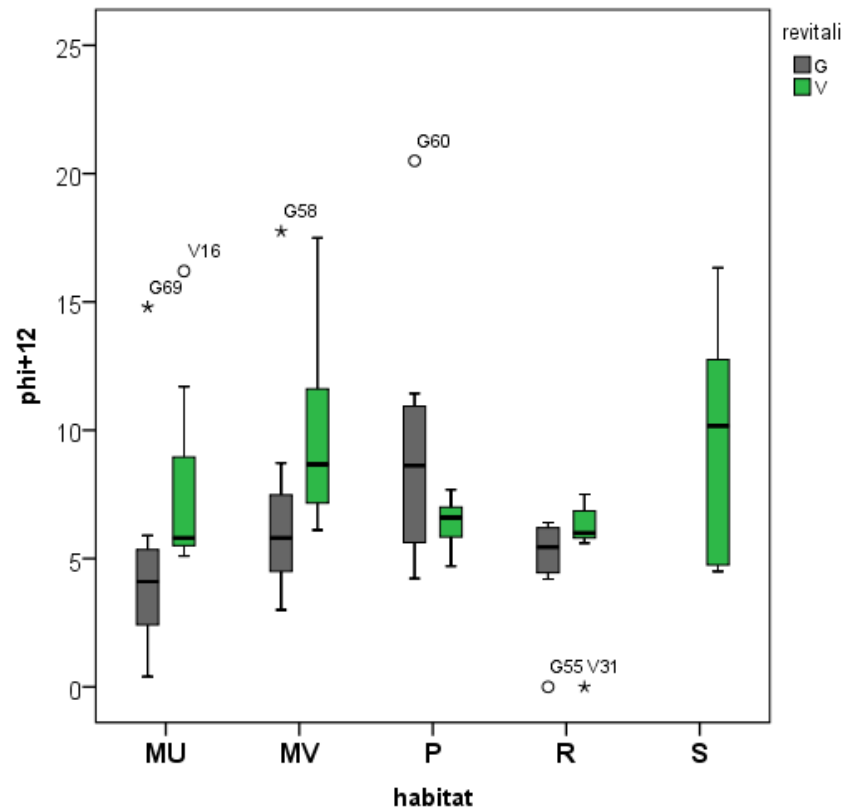
HYDROMORFOLOGIE



Habitaty Kněhyně



mineral substrate (phi+12) (particle size)



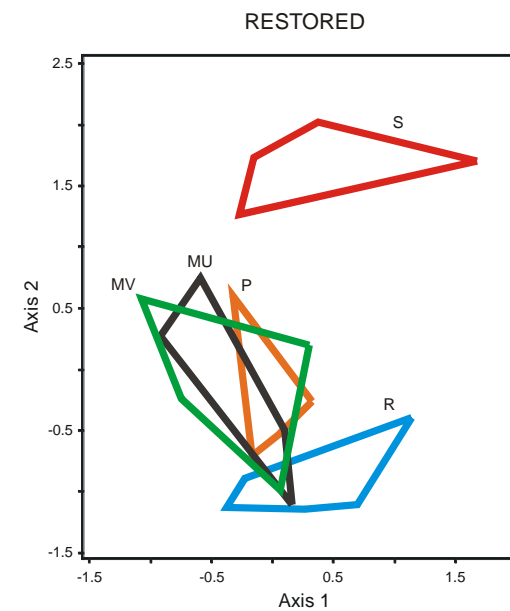
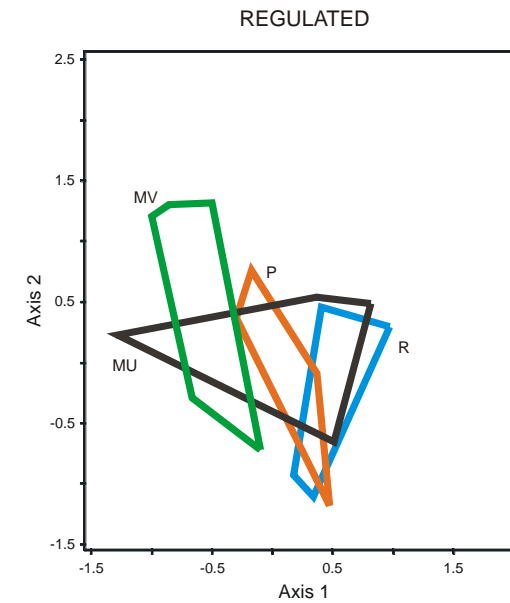
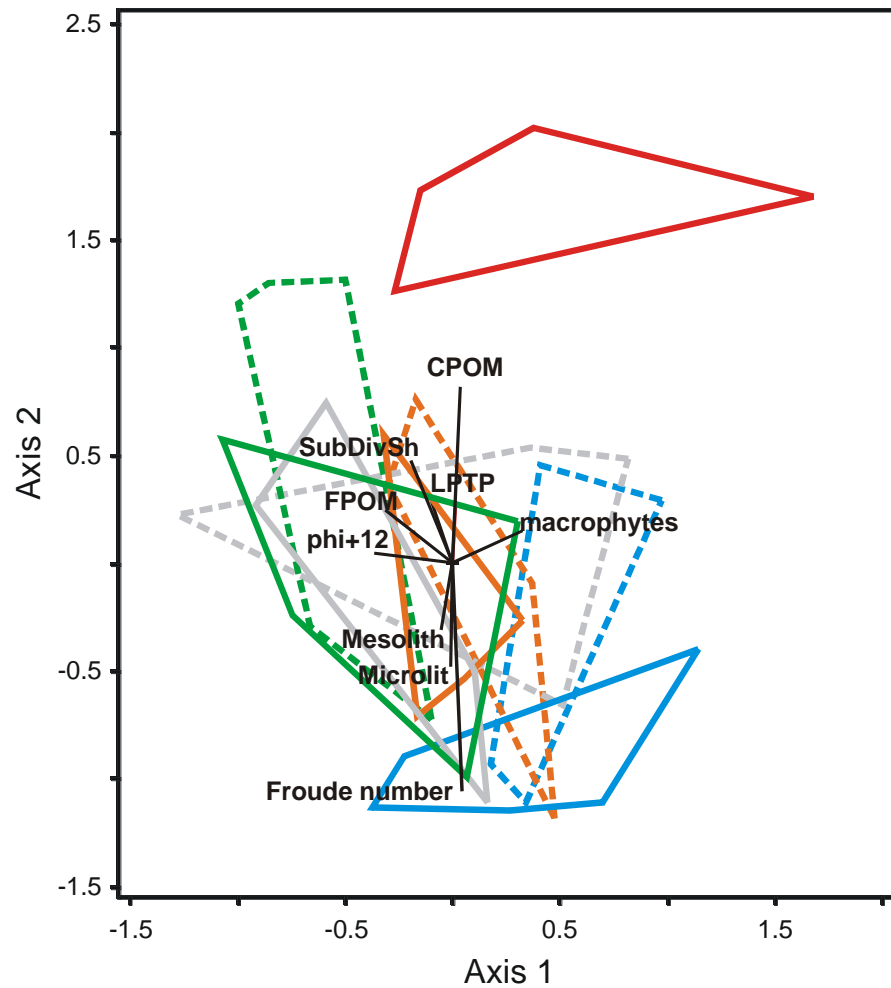
VxG difference (all habitats):

- CPOM (V>G)*
- phi+12 (V>G)*

VxG difference (habitats):

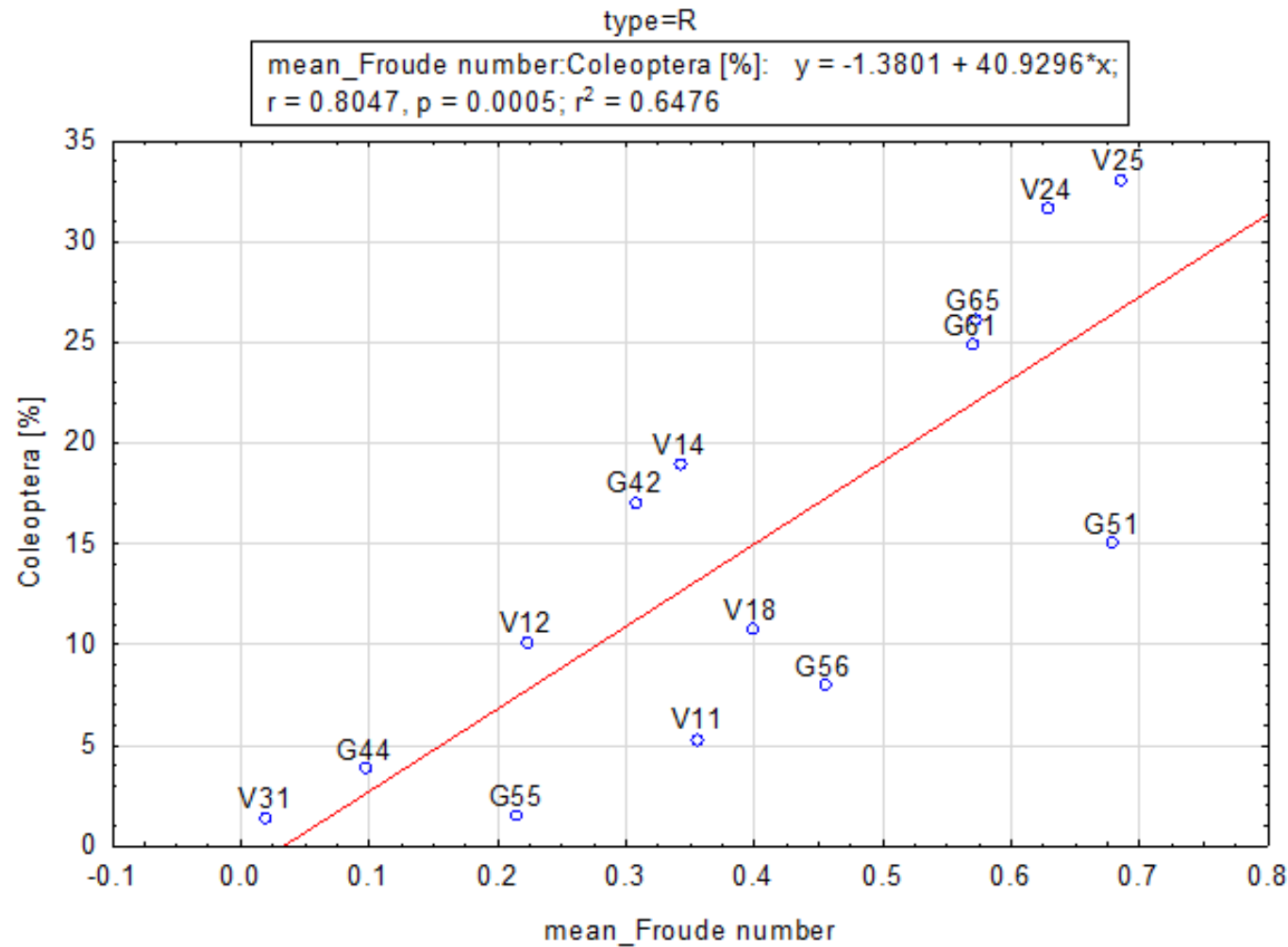
- MV: FPOM (V<G)*
- R: depth (V<G)* *

Multidimensional Scaling (Bray-Curtis dissimilarity)

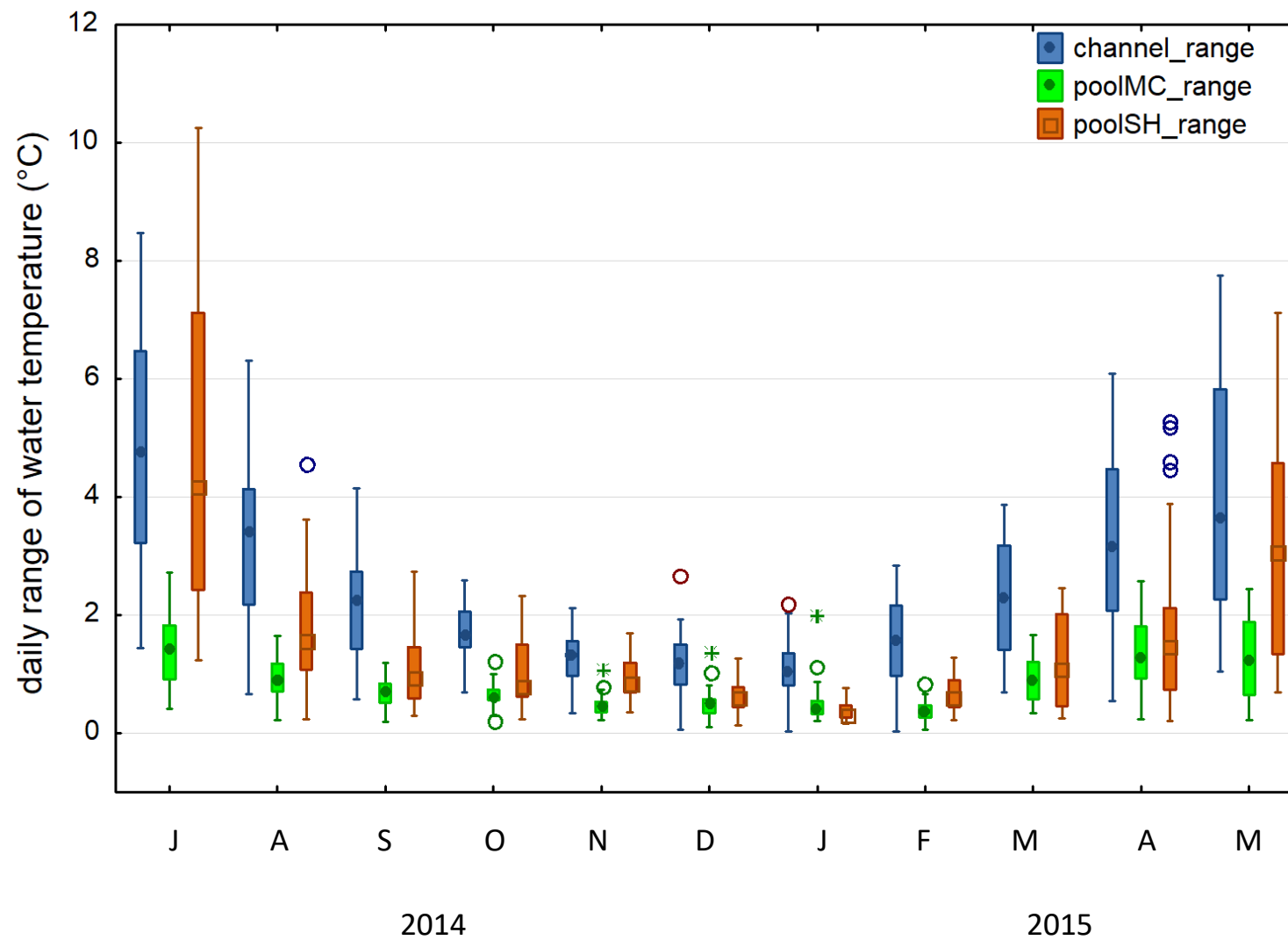


Froude number x % Coleoptera abundance

RIFFLES



TEPLOTA



SOUHRN VÝSLEDKŮ

- byla otestována klasifikace habitatů v podmínkách malého toku
- prokázány habitatově specifické rozdíly mezi regulovaným a revitalizovaným úsekem toku
- zaznamenány specifické podmínky v tůních sekundárního koryta (teplota, O₂, chemismus)
- makrozoobentos v těchto tůních se strukturou lišil od všech ostatních habitatů a nejvýrazněji přispíval k rozdílu mezi revitalizovaným a regulovaným úsekem
- přestože sekundární koryto nefunguje podle původního záměru projektu, přispívá k heterogenitě parametrů prostředí i obohacení biodiverzity na revitalizované lokalitě
- problémem je nedostatek sedimentů přinášených z povodí, zarůstání štěrkové lavice vrbami, hrázky budované rekreanty

VÝSTUPY PRO PRAXI

- ověření funkčnosti principů hodnocení ekologických účinků revitalizace
- podklady pro vyhodnocení reakce vodních organismů
- v budoucnu bude možné vyhodnotit účinky udržovacích prací (vegetace, zastínění)
- zaznamenání sukcese společenstev (opakovaná vzorkování)
- návrh indikátorů specifických pro revitalizovaný úsek
- obecné principy využitelné i na jiných lokalitách

- krajinný pokryv v říčním koridoru je významným faktorem vysvětlujícím strukturu společenstev bezobratlých
- biologická indikace hydromorfologické degradace je složitější než u jiných stresorů
- úspěšná revitalizace říčních ekosystémů by měla brát v úvahu lokální i větší prostorové škály

Poděkování

**Projekty AQEM, STAR,
EUROLIMPACS, REFORM**

**VÚV TGM, Povodí Moravy,
VUT Brno**



Děkuji za pozornost

