

# Ekologické aspekty výzkumu fluviálních systémů: od případových studií po komplexní analýzy povodí



# STREAM BIOTA

## macroinvertebrates

- spatial distribution, driving factors, traits
- response to anthropogenic impacts
- assessment systems



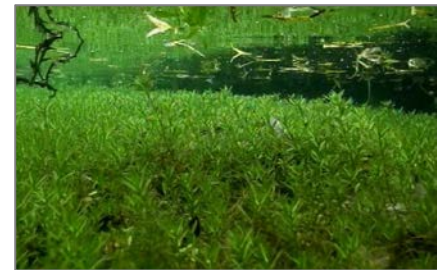
## chironomids

- indication of altered conditions in impounded rivers
- microhabitat studies
- contribution to macroinvertebrate indication



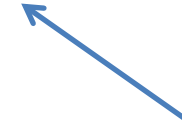
## other groups of aquatic biota

- comparison of macroinvertebrates and phytobenthos
- macrophytes – biomonitor of heavy metals; hydraulic function





# macroinvertebrates = makrozoobentos

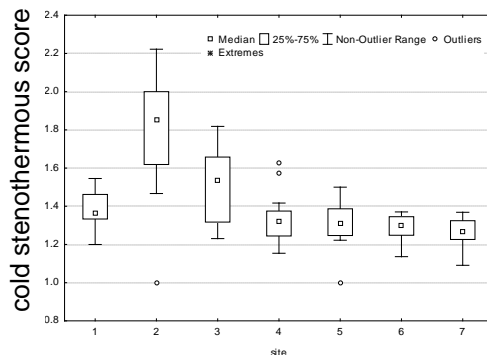


**bentos = společenstva  
obývající dno vodních  
ekosystémů**



# IMPOUNDED RIVERS

- **flow fluctuation due to hydropeaking**
- **altered thermal regime** (hypolimnium releases)
- **macroinvertebrate distributional pattern** (microhabitat, longitudinal profile)
- **chironomid traits** (thermal, longitudinal zonation, substrate preferences)



## cold stenothermous taxa

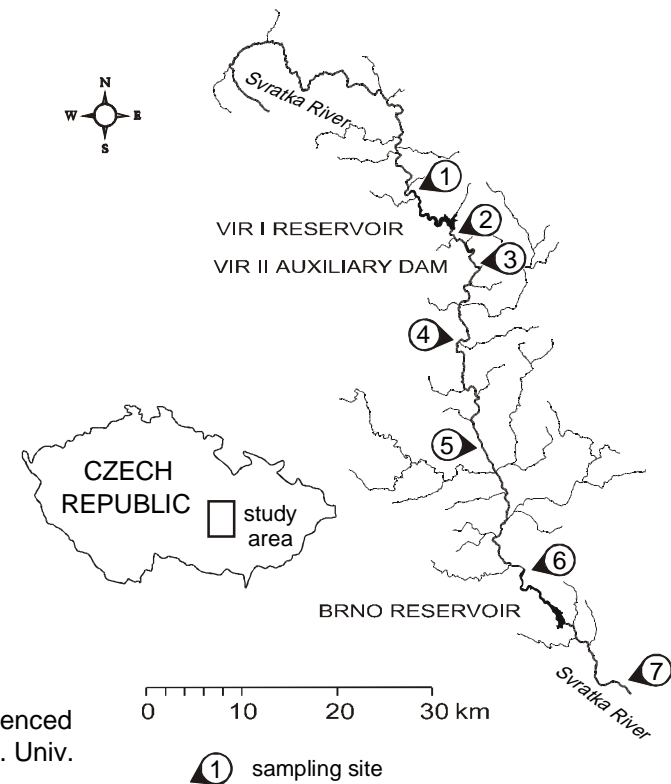
*Eukiefferiella minor*  
*Parorthocladius nudipennis*

## semiterrestrial taxa

*Smittia sp.*  
*Metricnemus sp.*

Brabec K., 1997. Distribution of chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in the river section influenced by a reservoir, In Vanhara, J. and Rozkosny, R. (eds.): Dipterol. bohemoslov. 8, Folia Fac. Sci. nat. Univ. Masarykianae brun. Brno: Masaryk University, Biol. 95: 27-35.

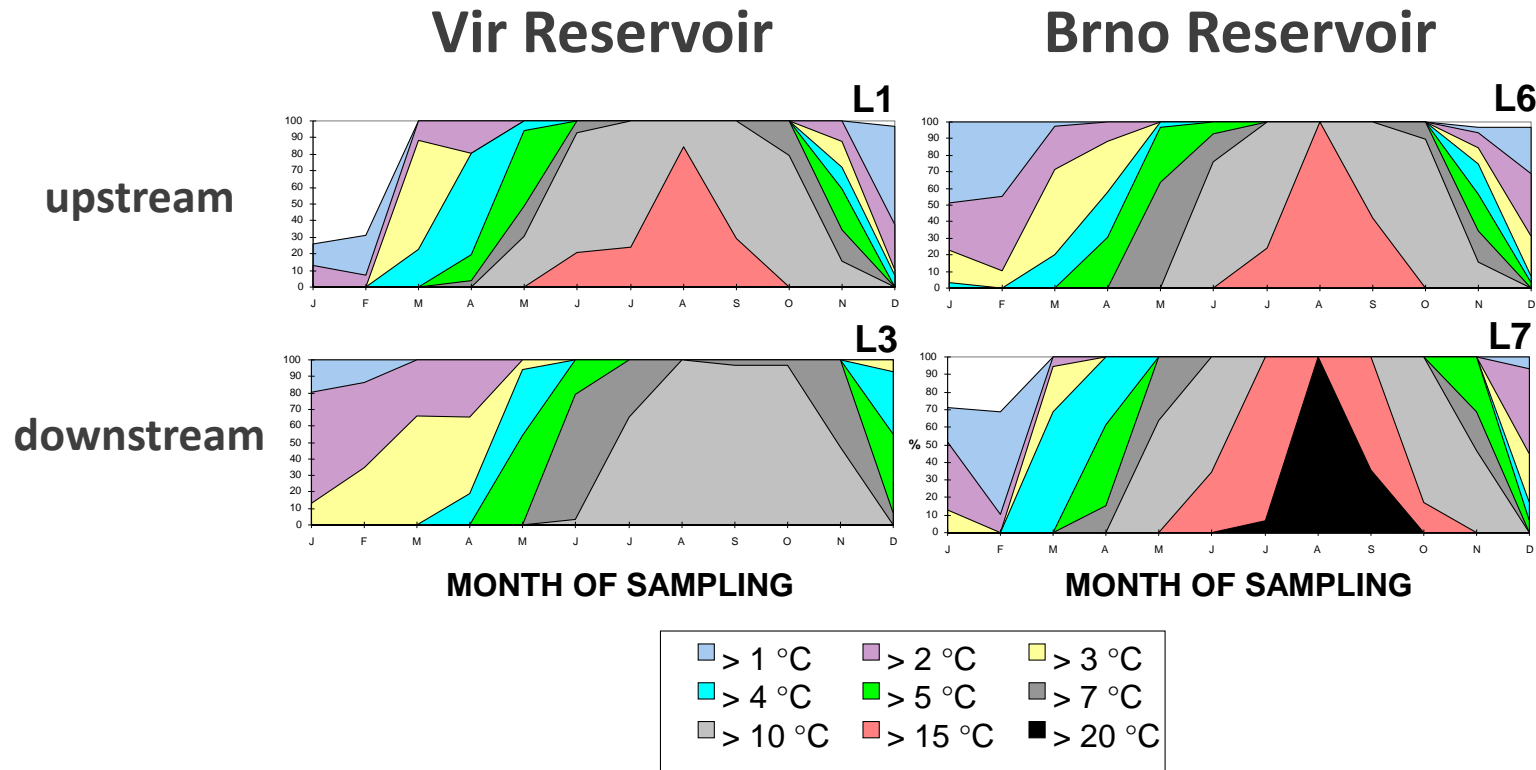
Brabec K., 1998. Influence of water level fluctuation below dam on the structure of macroinvertebrate community. In Bretschko, G. & Helesic, J. (eds.): Advances in River Bottom Ecology. Leiden, Netherland: Backhuys Publishers, s. 249-262.





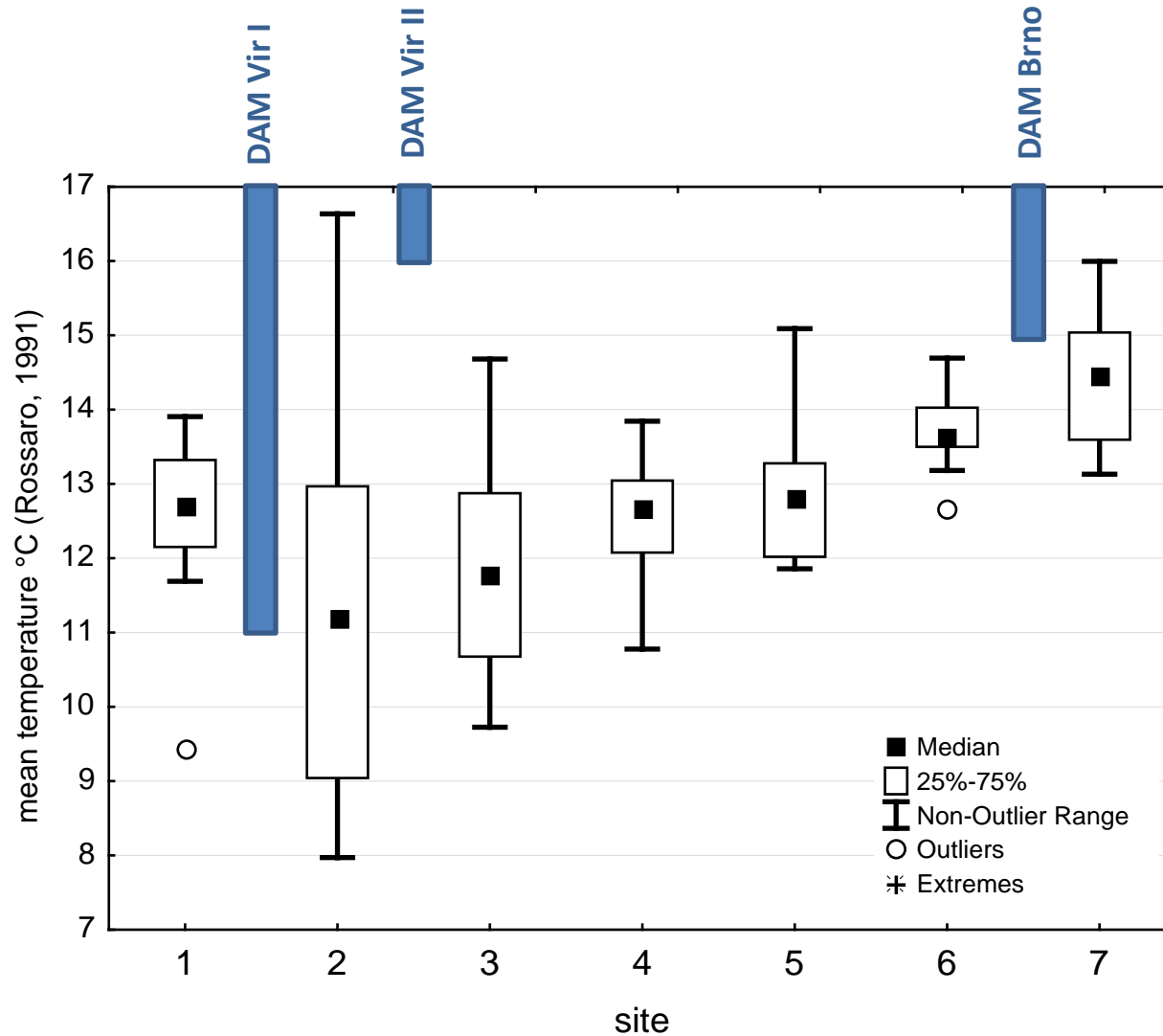
# IMPOUNDED RIVERS

- **water temperature - chironomid traits** (thermal preferences)



# IMPOUNDED RIVERS

- **water temperature - chironomid traits** (thermal preferences)



# CHIRONOMIDAE

- **species traits** responding to temperature/stream zonation
- **microhabitat distribution patterns** (substrate, hydraulics)
- indication of anthropogenic stress



Syrovatka V. & Brabec K. (2006): Effects of physical factors on chironomid larvae distribution at a mesohabitat scale. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 1845-1848.

Syrovatka, V. & Brabec K., 2010. The response of chironomid assemblages (Diptera: Chironomidae) to hydraulic conditions: a case study in a gravel-bed river. Fundamental and Applied Limnology, 178(1): 43-57.

Syrovatka V., Schenkova J. and Brabec K., 2009. The distribution of chironomid larvae and oligochaetes within a stony-bottomed river stretch: the role of substrate and hydraulic characteristics. Fundamental and Applied Limnology, Archiv für Hydrobiologie, 174(1): 43-62.

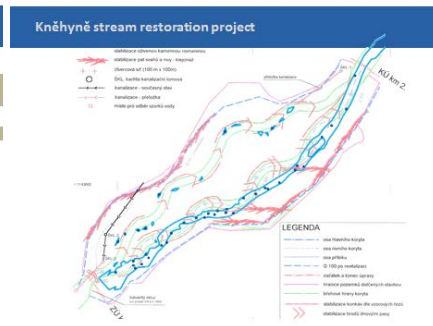
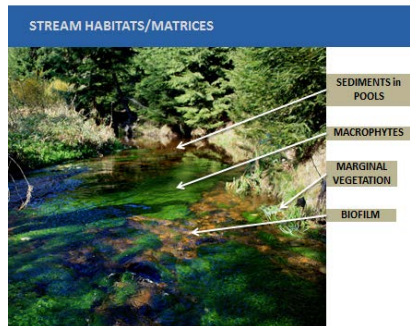


# BIOLOGICAL INDICATORS IN STREAMS

- **methods for WFD implementation** (sampling, identification, taxa databases, protocols, assessment systems)
- **development of biota-based assessment systems in Hindu Kush-Himalayan Region** (stream typology, screening stressors, compilation of available information on macroinvertebrates, training)
- **research support/consultation/transfer of knowledge into practice in the Czech Republic** (methods)



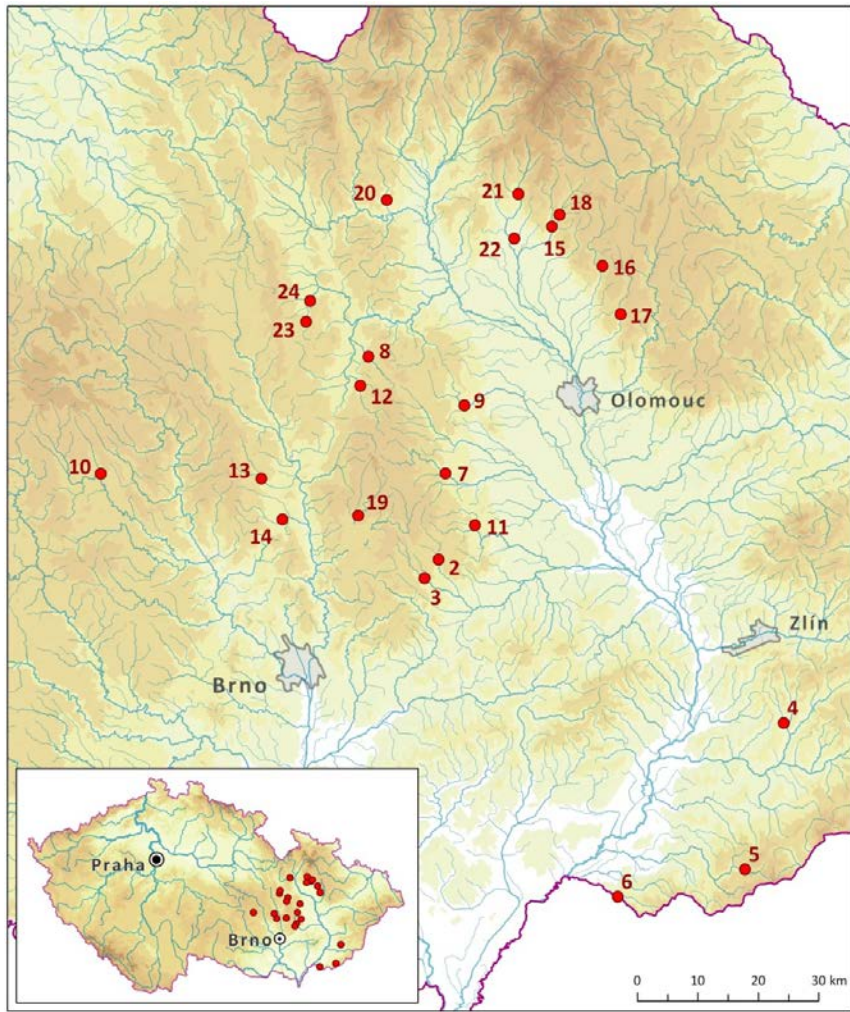
Development of an Assessment System to Evaluate the Ecological Status of Rivers in the Hindu Kush-Himalayan Region





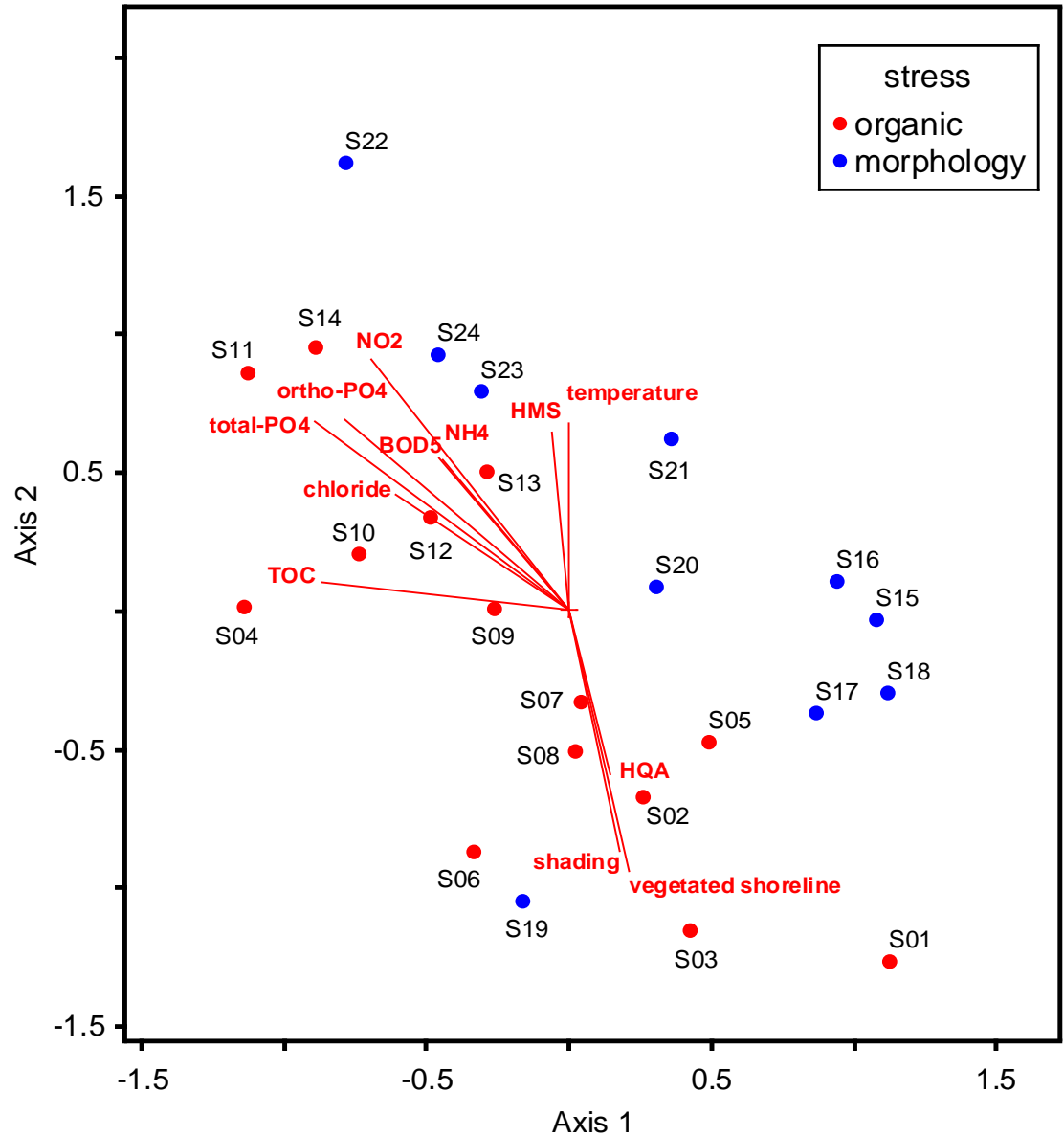
# MACROINVERTEBRATES x PHYTOBENTHOS

- 23 sites, catchment area 16-51 km<sup>2</sup>
- altitude 244-485 m a.s.l.
- subset of **organic pollution** gradient
- subset of **morphological degradation** gradient





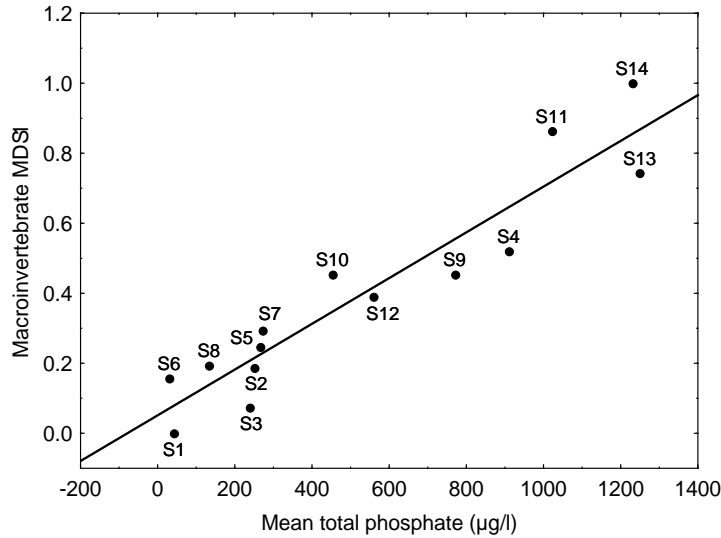
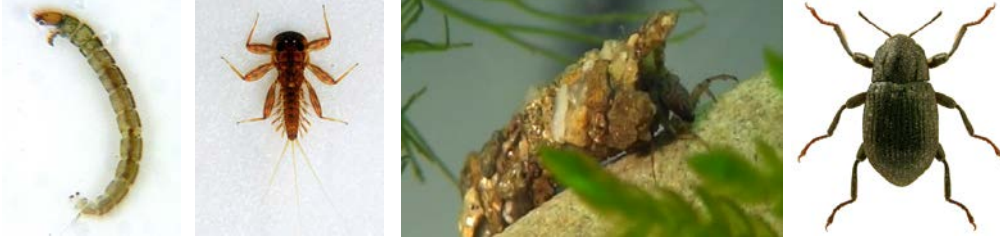
# MACROINVERTEBRATES





# MACROINVERTEBRATES

## organic pollution/eutrophication



### Classification scheme

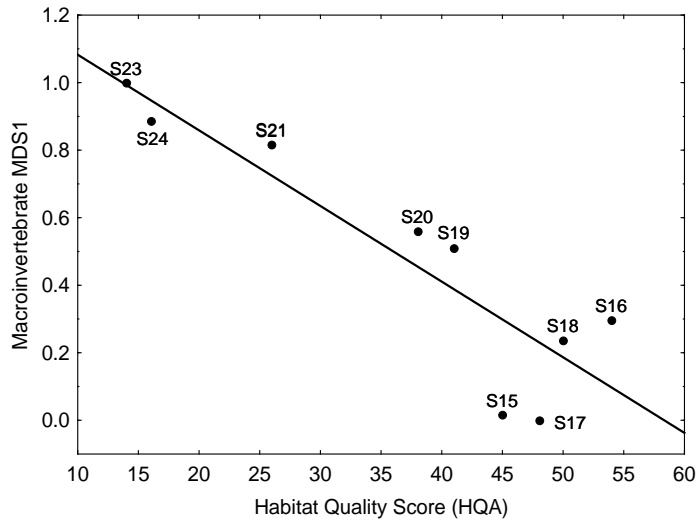
organic pollution/eutrophication	partial class of ecological status				
	high	good	moderate	poor	bad
Saprobic Index (Czech)	< 1.2	≥ 1.2 AND < 1.5	≥ 1.5 AND < 2.0	≥ 2.0 AND < 2.7	≥ 2.7
Gatherers/Collectors [%] (scored taxa = 100%)	≤ 36	> 36 AND ≤ 47	> 47 AND ≤ 56	> 56 AND ≤ 75	> 75
Oligochaeta [N%]	< 3.6	≥ 3.6 AND < 10.0	≥ 10.0 AND < 38.0	≥ 38.0 AND < 70.0	> 70

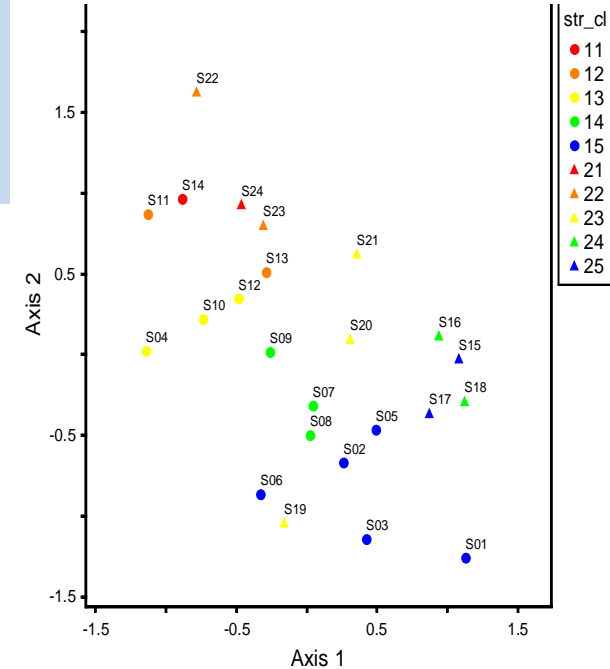
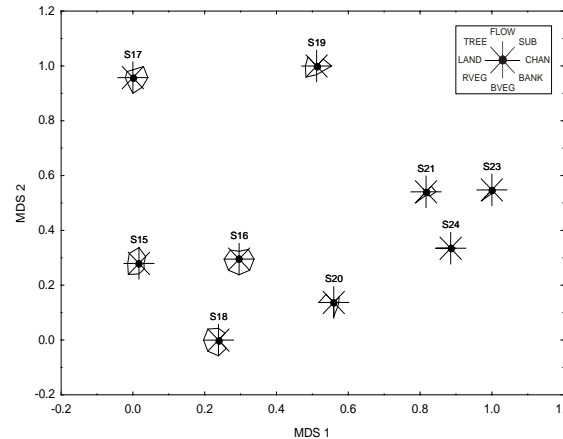
morphological degradation	high	good	moderate	poor	bad
	Number of sensitive taxa (Austria)	≥ 20	14-19	8-13	0-8
Number of EPT taxa	≥ 30	24-29	18-23	8-18	0-7
Number of Coleoptera taxa	≥ 7	5-9	1-5	0-5	0

- stress-specific data showed relation to both types of stressors
- identified metrics available for assessment system

## hydromorphological degradation

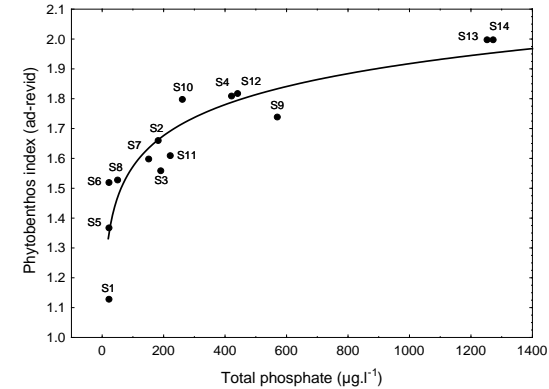
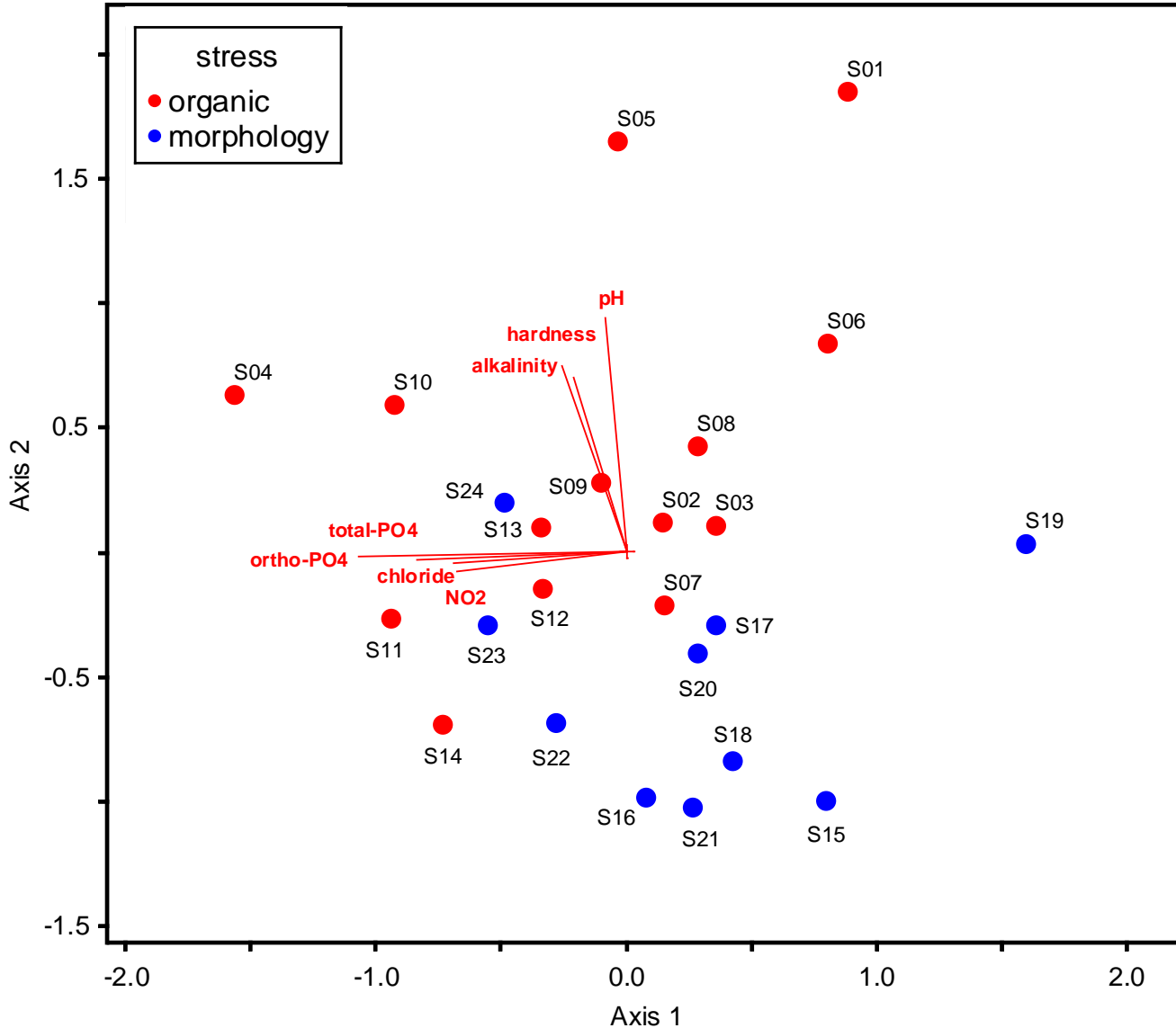


### River Habitat Survey – MDS1



### Stress-specific classification

# PHYTOBENTHOS



- community structure related to nutrients and alkalinity
- biotic index related to phosphate concentration

- ? effects of hydromorphology (shading, substrate type)
- ? response to land use, riparian vegetation

# CLIMATE CHANGE x FRESHWATER ECOSYSTEMS



GOCE-CT-2003-505540

*Integrated Project to Evaluate the Impacts of Global Change on European Freshwater Ecosystems (2004-2009)*

- **flow extremes – hydromorphology – biota**
- **flood-induced rehabilitation** of channel structures and processes in channelized river
- river habitat – specific conditions – specific biota (macroinvertebrates, algae)
- **species trait database (contribution to Chironomidae)**

[www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info)   
*The Taxa and Autecology Database for Freshwater Organisms*

Kubosova K., Brabec K., Jarkovsky J., Syrovatka V., 2010: Selection of indicative taxa for river habitats: a case study on benthic macroinvertebrates using indicator species analysis and the random forest methods. *Hydrobiologia* 651 (1): 101-114.

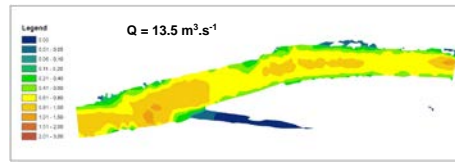




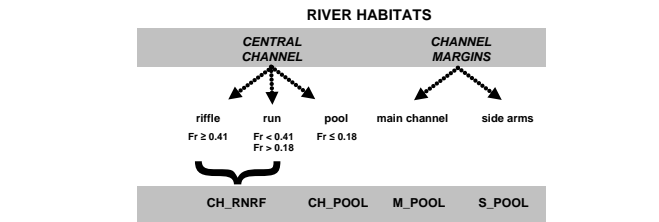
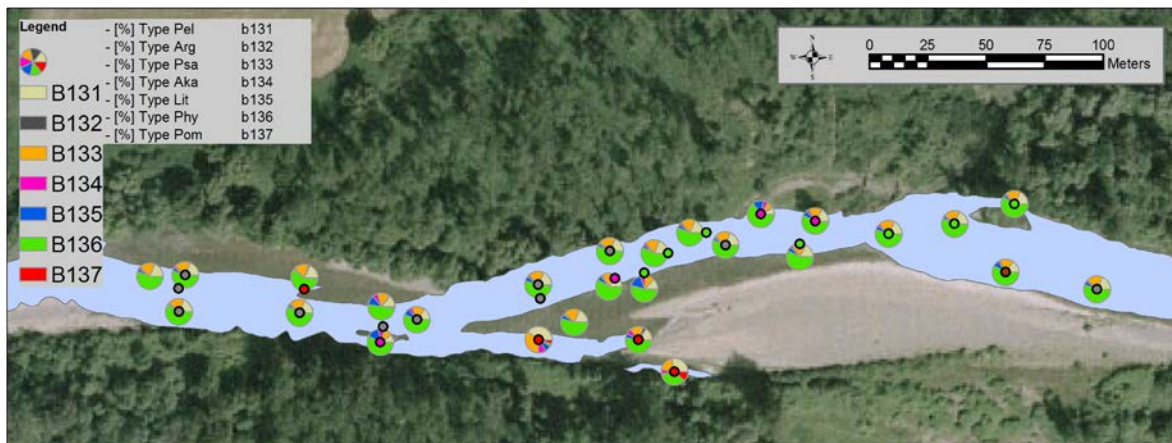
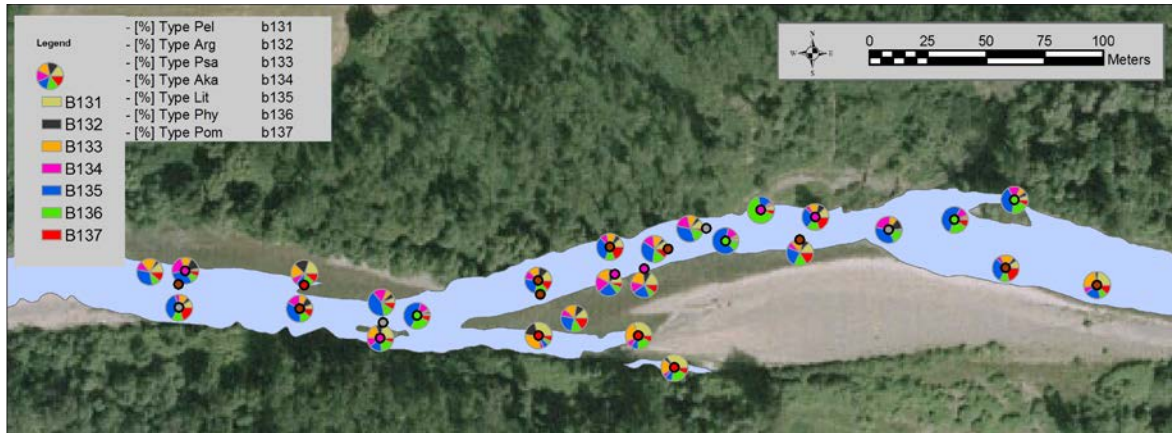
# CLIMATE CHANGE x FRESHWATER ECOSYSTEMS



GOCE-CT-2003-505540



## macroinvertebrate substrate preference (autumn x spring)



## Becva River (renaturalization)

channel forming processes

large woody debris

side arms

Jahnig S.C., Brabec K., Buffagni A., Erba S., Lorenz A.W., Ofenbock T., Verdonschot P.F.M., Hering D., 2010: A comparative analysis of restoration measures and their effects on hydromorphology and benthic invertebrates in 26 central and southern European rivers. *Journal of applied ecology* 47(3): 671-680.

Verdonschot, P.F.M.; Hering, D.; Murphy, J.; Jähnig, S.C.; Rose, N.L.; Wolfram Graf, W.; Brabec, K.; Sandin, L., 2010. Climate Change and the Hydrology and Morphology of Freshwater Ecosystems. In: Kernan, M., Battarbee, R.W., Moss, B. (eds), *Climate change impacts on freshwater ecosystems*. Chichester, UK, Wiley-Blackwell, p. 65 - 83.

# RIVER RESTORATION



*REstoring rivers FOR effective catchment Management (2011-2015)*

GRANT NO. 282656

- **complex study** on ecological consequences of river restorations (biota groups, stable isotopes, hydromorphological surveys) – paired sites at Becva and Morava Rivers
- macroinvertebrate response to **restoration of small streams** (contribution to meta-data analysis, detailed analyses based on 10 pairs of sites)
- **microhabitat study** at restored Knehyne stream
- **habitat/matrix specific accumulation of heavy metals** at Svratka River





# RIVER RESTORATION



REstoring rivers FOR effective catchment Management (2011-2015)

GRANT NO. 282656



Kail J., Brabec K., Poppe M., Januschke K., 2015. The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: A meta-analysis. *Ecological Indicators* 58: 311–321.

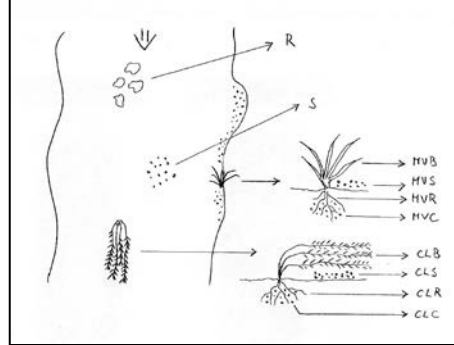
Vermaat J.E., Wagtendonk A.J., Brouwer R., Sheremet O., Ansink E., Brockhoff T., Plug M., Hellsten S., Aroviita J., Tylec L., Gielczewski M., Kohut L., Brabec K., Haverkamp J., Poppe M., Böck K., Coerssen M., Segersten J., Hering D., 2016. Assessing the societal benefits of river restoration using the ecosystem services approach. *Hydrobiologia* 769(1): 121-135.

Hering D., Aroviita J., Baattrup-Pedersen A., Brabec K., Buijse T., Ecke F., Friberg N., Gielczewski M., Januschke K., Köhler J., Kupilas B., Lorenz A.W., Muhar S., Paillex A., Poppe M., Schmidt T., Schmutz S., Vermaat J, Verdonschot P.F.M., Verdonschot R.C.M., Wolter Ch. and Kail J., 2015. Contrasting the roles of section length and instream habitat enhancement for river restoration success: a field study of 20 European restoration projects. *Journal of Applied Ecology* 52(6): 1518–1527.

Kalivodova M., Kohut L. and Brabec K. (submitted). The role of microhabitat hydraulics and substrate characteristics in the spatial distribution of macroinvertebrates in a restored stream. *Ecohydrology*.



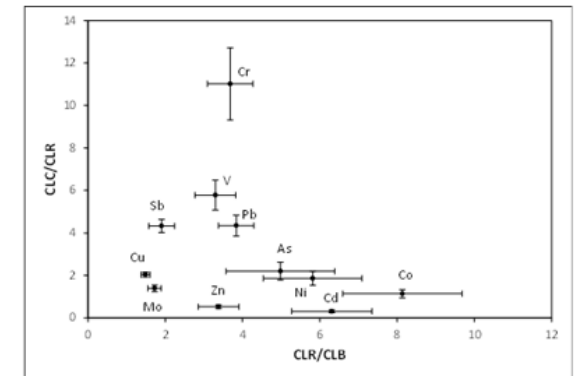
# METAL CONTENT IN STREAM MATRICES



- linkages between toxic contamination and hydromorphological conditions (heavy metal risk, river habitats/matrices, bioaccumulation by macrophytes, translocation factor) – longitudinal profile downstream industrial complex - Svratka River)
- different longitudinal profiles for individual matrices
- metals differed in ratios sediment/plant tissue and in translocation factor (root/body)
- monitoring metals and planning channel modifications

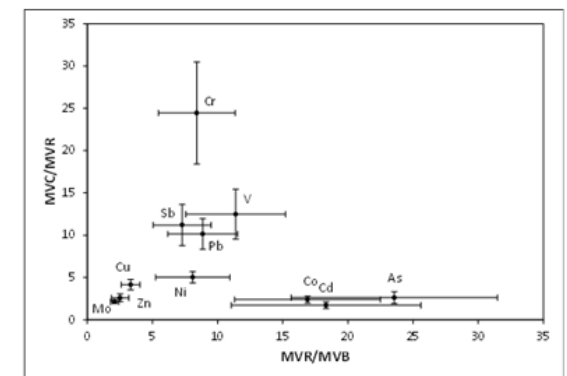
5. HEAVY METALS- MATRICES, HABITATS, BIOACCUMULATION

BIOACCUMULATION TRANSLOCATION – CALLITRICHE



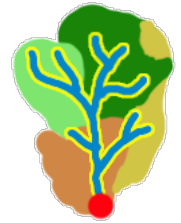
5. HEAVY METALS- MATRICES, HABITATS, BIOACCUMULATION

BIOACCUMULATION TRANSLOCATION – PHALARIS



# LARGE-SCALE ANALYSES (CATCHMENTS/CORRIDORS)

- **spatial scaling of land-related factors** (land use, point sources, riparian vegetation)
- analyses of **scale-dependent drivers** affecting water chemistry, phytobenthos and macroinvertebrates
- **complex analyses** of basin-scale data
- **Morava River Basin as pilot study** (land use, point sources, water chemistry, suspended solids, hydromorphology, macroinvertebrates)



## STREAM CORRIDORS

- **ecotone** – transition between land and stream
- **riparian vegetation** – shading, buffer zone, organic material
- target of stream **regulations** and **restoration** measures
- place where land-originated **pressures** interact with dynamics of fluvial ecosystems

## WATER CHEMISTRY

variable	score	corridor extent upstream (km)							
		0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	all
chloride	Bank								
	Floodplain				-0.50	-0.47	-0.66	-0.77	-0.74
SO <sub>4</sub>	Bank					-0.42	-0.66	-0.70	-0.65
	Floodplain				-0.49	-0.52	-0.62	-0.57	-0.53
ammonium	Bank						-0.58	-0.50	-0.48
	Floodplain	-0.43	-0.46	-0.57	-0.54	-0.52	-0.67	-0.58	-0.52
nitrite	Bank						-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

## Classification in stream corridor (RIP)



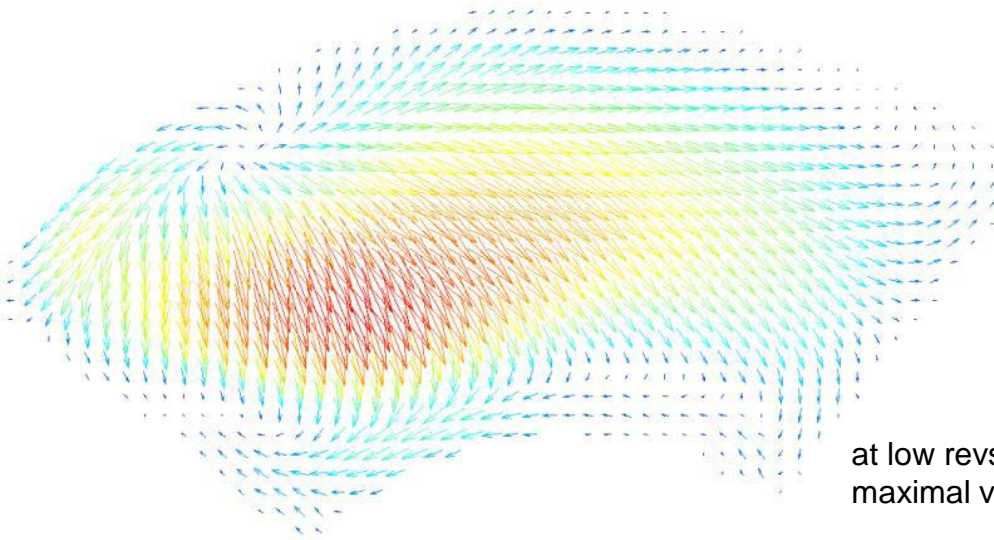
- FLOODPLAIN**
- cropland
  - urban/unvegetated
  - meadow
  - forest

- BANK**
- bare
  - grass
  - woody scattered
  - woody continuous

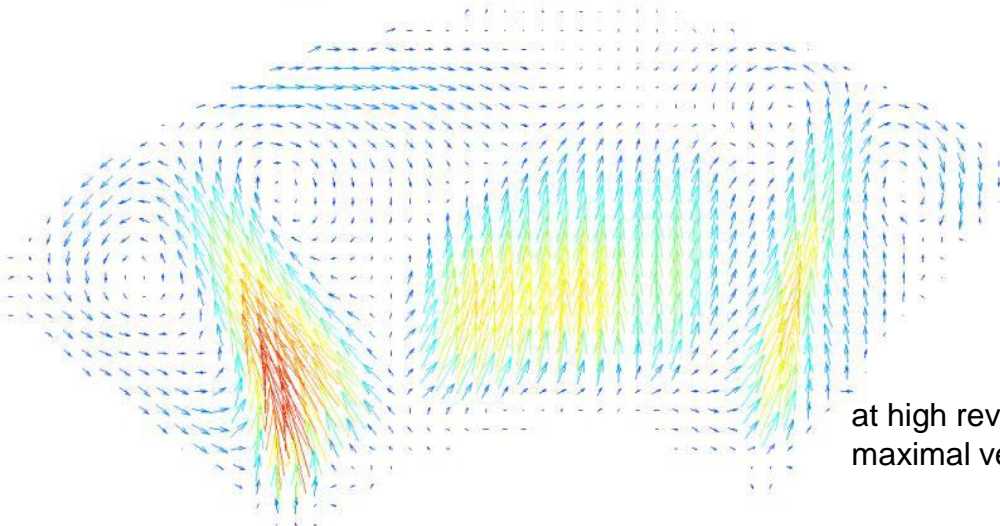
# LABORATORY EXPERIMENTS

(biota-substrate/hydraulics)

Distribution of velocities at 2 mm above surface



at low revs of stirrer  
maximal velocity was  $0.02 \text{ m.s}^{-1}$



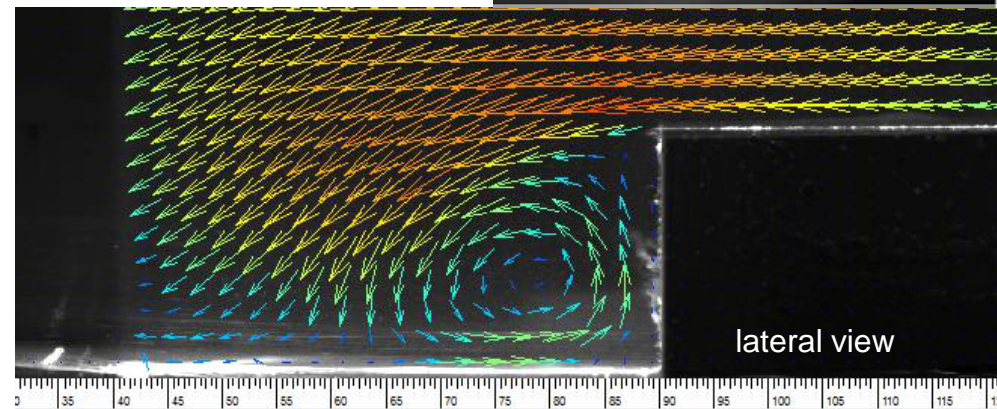
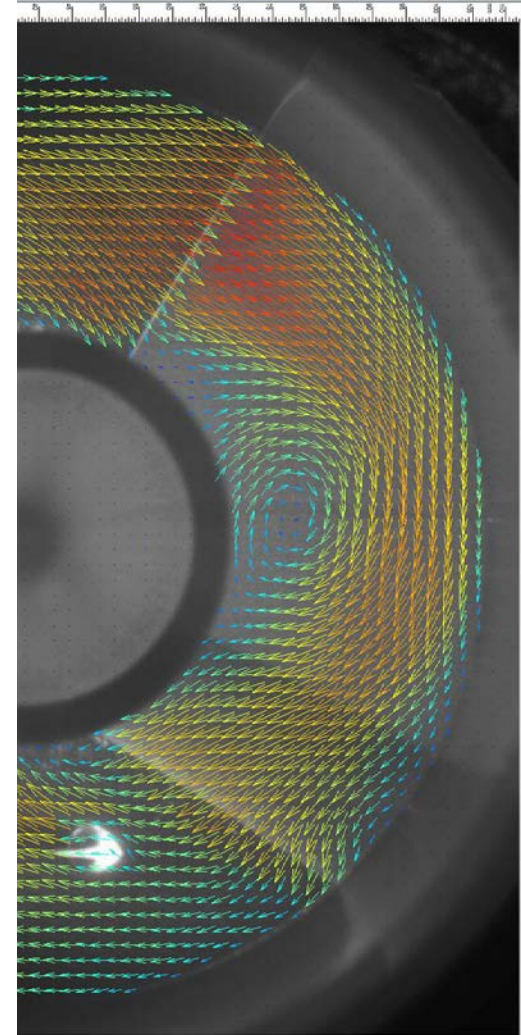
at high revs of stirrer  
maximal velocity was  $0.1 \text{ m.s}^{-1}$





# LABORATORY EXPERIMENTS

- micro-hydraulic conditions – biota distribution
- erosional and depositional zones
- effects of **suspended solids** on macroinvertebrate distribution
- dynamics of **metal uptake** by macrophytes in different velocity conditions



# TEACHING

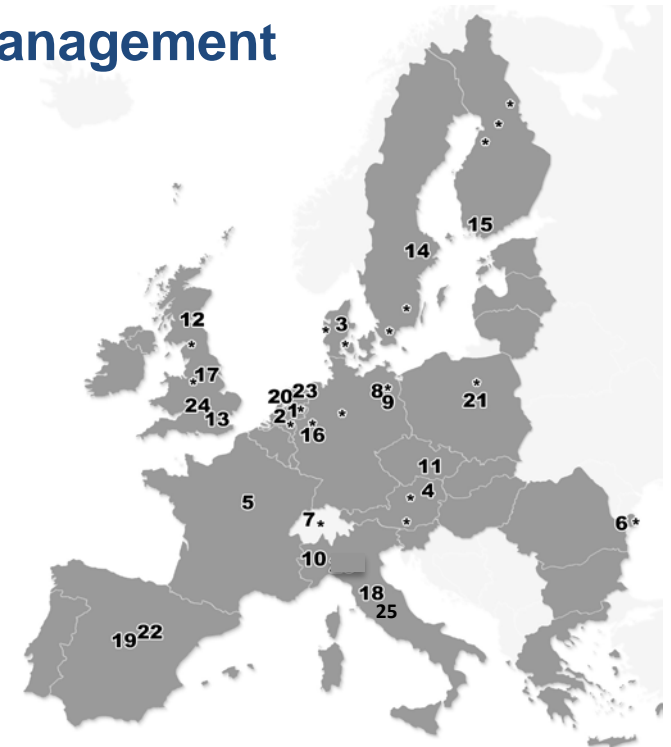
- Model analyses of fluvial ecosystems
- Response of fluvial ecosystems to climate changes
- Methods of Field Research in Environmental Chemistry and Ecotoxicology
- Advanced Methods in Ecotoxicology
- Aquatic Ecotoxicology
- recent supervision of 3 PhD thesis





- 1. interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě** (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)
- 2. komplexní hodnocení renaturalizací na řece Bečvě** (význam dřevní hmoty, dynamika procesů, specifika typu toku)
- 3. vyhodnocení revitalizačních zásahů** na malých tocích z hlediska rozdílů v parametrech prostředí a společenstvech makrozoobentosu
- 4. říční sedimenty – hydraulické poměry v korytě** (vazby bioty na typy substrátu, využití hydraulických parametrů pro klasifikaci říčních biotopů)
- 5. hydromorfologické aspekty zatížení těžkými kovy** (říční biotopy, typy substrátu, bioakumulace ve vegetaci)

## REstoring rivers FOR effective catchment Management



### Work programme topics addressed:

ENV.2011.2.1.2-1

HYDROMORPHOLOGY AND ECOLOGICAL OBJECTIVES OF WFD

**Partners:** 25 partners from 15 European countries

**Duration:** 2011-2015

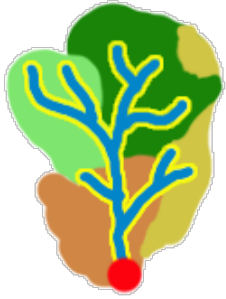
- 1. interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)**
- 2. komplexní hodnocení renaturalizací na řece Bečvě (význam dřevní hmoty, dynamika procesů, specifika typu toku)**
- 3. Revitalizace Kněhyně - říční sedimenty – hydraulické poměry v korytě (vazby bioty na typy substrátu, využití hydraulických parametrů pro klasifikaci říčních biotopů)**



- in-stream
- stream corridor/riparian vegetation
- catchment level





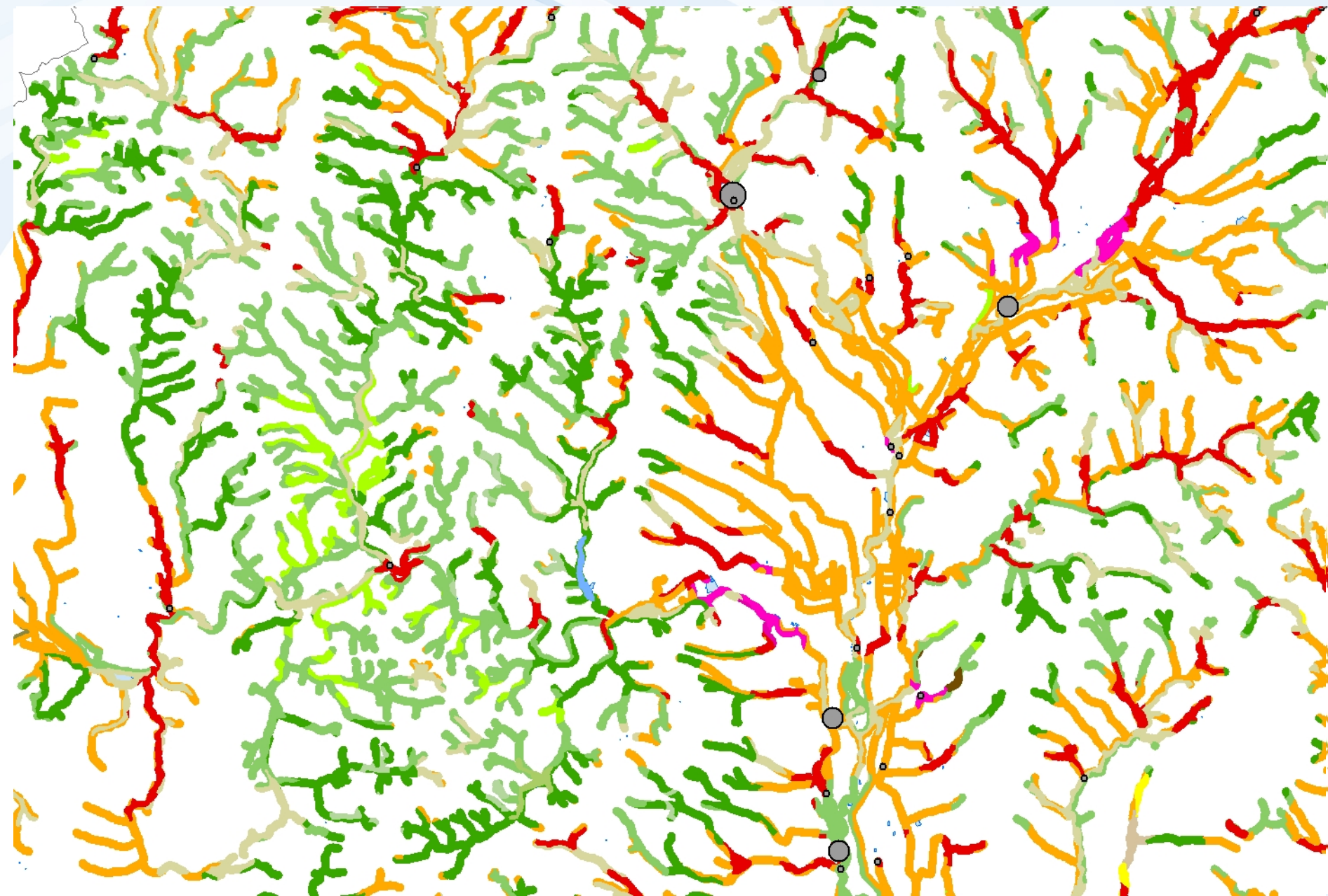


**Interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)**

- krajina v okolí toku jako potenciální zdroj narušení fluviálních ekosystémů
- význam vegetace v břehové linii
- vyhodnocení účinků spolupůsobících stresorů



# HODNOCENÍ POTENCIÁLNÍCH STRESORŮ

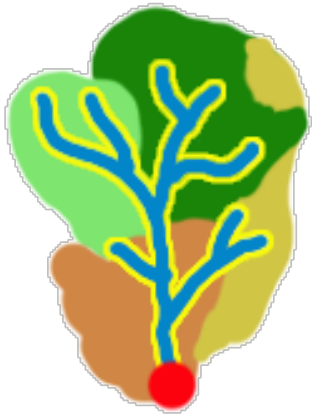


## Motivace

- chybějící parametr na prostorové škále mezi úsekem toku a povodím
- hledání metody založené na dálkovém průzkumu Země

## Cíle studie

- klasifikovat říční koridory na základě charakteru pobřežní vegetace a využití krajiny v okolí toku
- testovat vazby chemických/biologických parametrů na charakteristiky říčních koridorů



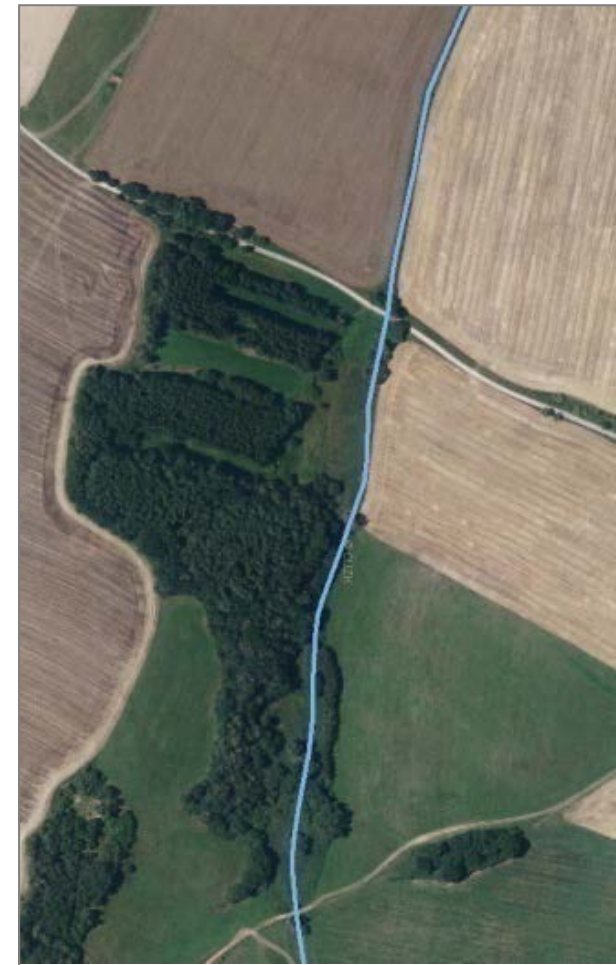
- **ecotone** – transition between land and stream
- **riparian vegetation** – shading, buffer zone, organic material
- target of stream **regulations** and **restoration** measures
- place where land-originated **pressures** interact with dynamics of fluvial ecosystems



# Analyses of aerial photos (RIP method)

Development of scoring systems for riparian/bank zone and river floodplain (type of **riparian vegetation and land use in floodplain**)

- combination of floodplain LU and riparian vegetation characteristics representing potential risks and barriers
- e.g. arable land adjacent to stream may reflect in elevated fine sediment transport to fluvial systems; character of riparian vegetation may regulate resulting sediment input to streams



# spatial definition of stream corridors

## lateral

### CORINE

- 200 m-wide buffer zone along stream network

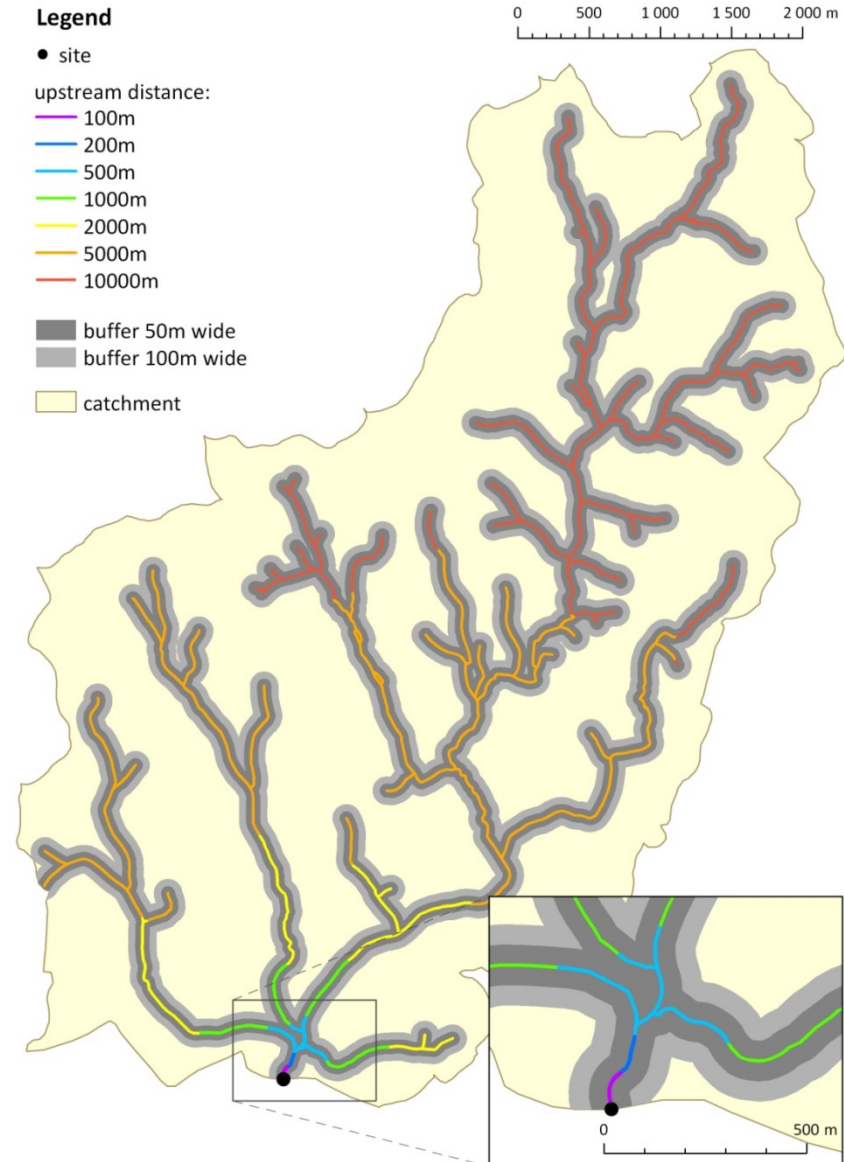
### RIP method

- bank zone (up to 5 m from banks)
- floodplain zone (up to 10 m from banks)
- minimum length of classified stream segment = 20 m

## longitudinal

### Legend

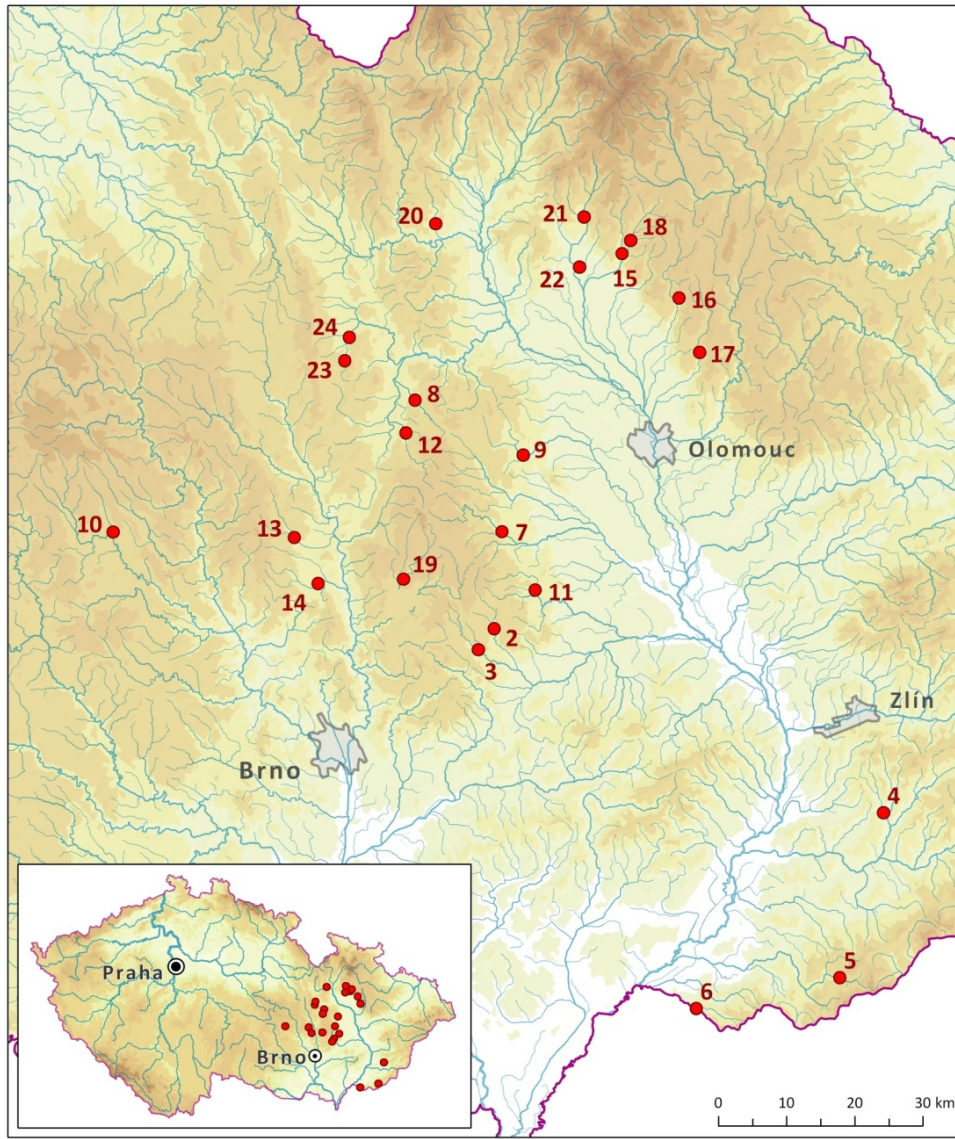
- site
- upstream distance:
  - 100m
  - 200m
  - 500m
  - 1000m
  - 2000m
  - 5000m
  - 10000m
- buffer 50m wide
- buffer 100m wide
- catchment



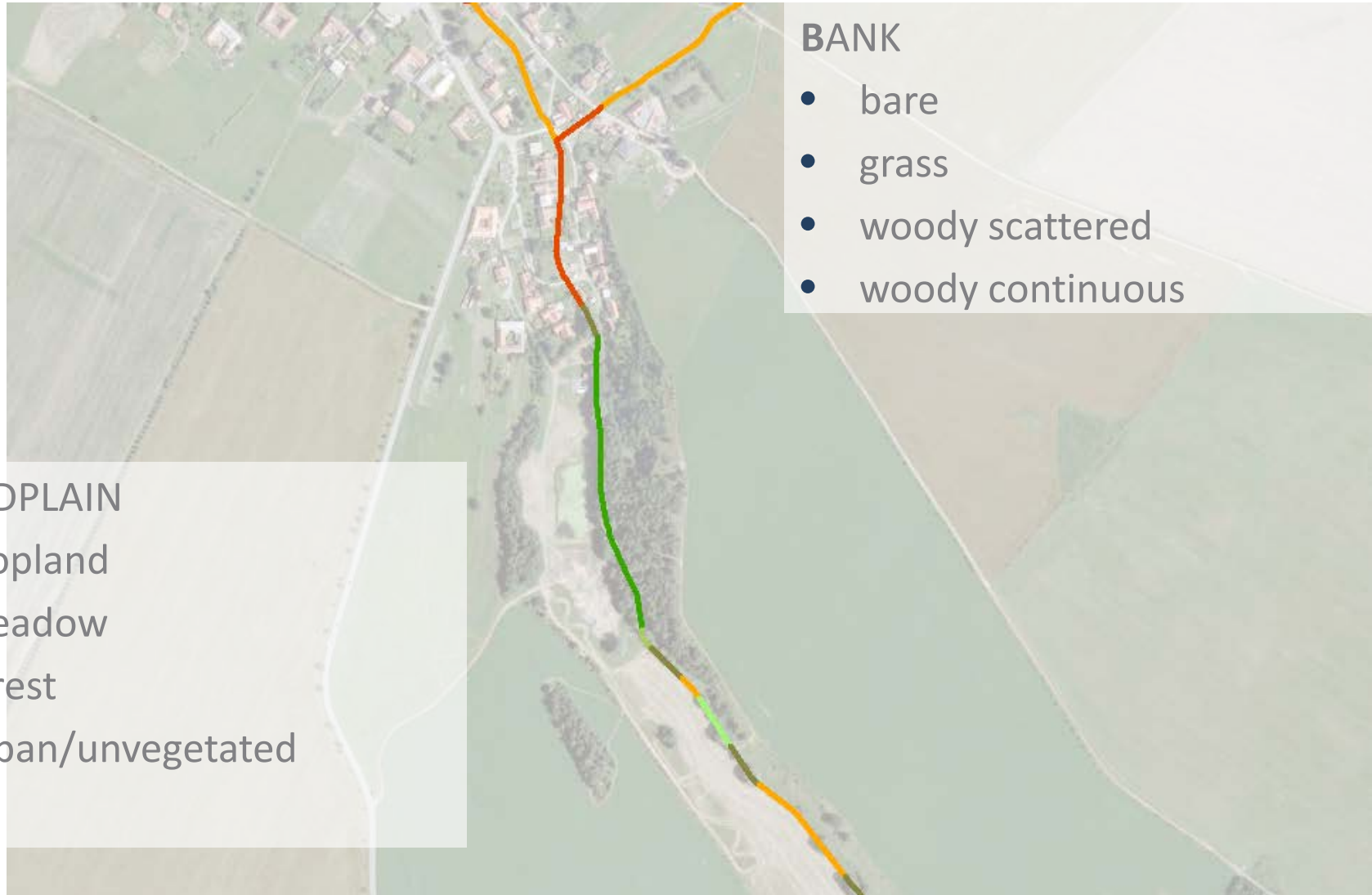


# STUDY SITES

- 23 sites, catchment area 16-51 km<sup>2</sup>
- altitude 244-485 m a.s.l.







## BANK

- bare
- grass
- woody scattered
- woody continuous

## FLOODPLAIN

- cropland
- meadow
- forest
- urban/unvegetated

## BANK SCORE

BANK	B_code	B_score
bare <b>both</b>	B2	1
bare <b>x</b> grass	BG	2
grass <b>both</b>	G2	3
woody continuous <b>x</b> bare	WCB	4
woody continuous <b>x</b> grass	WCG	5
woody scattered <b>both</b>	WS	6
woody continuous <b>both</b>	WC2	7

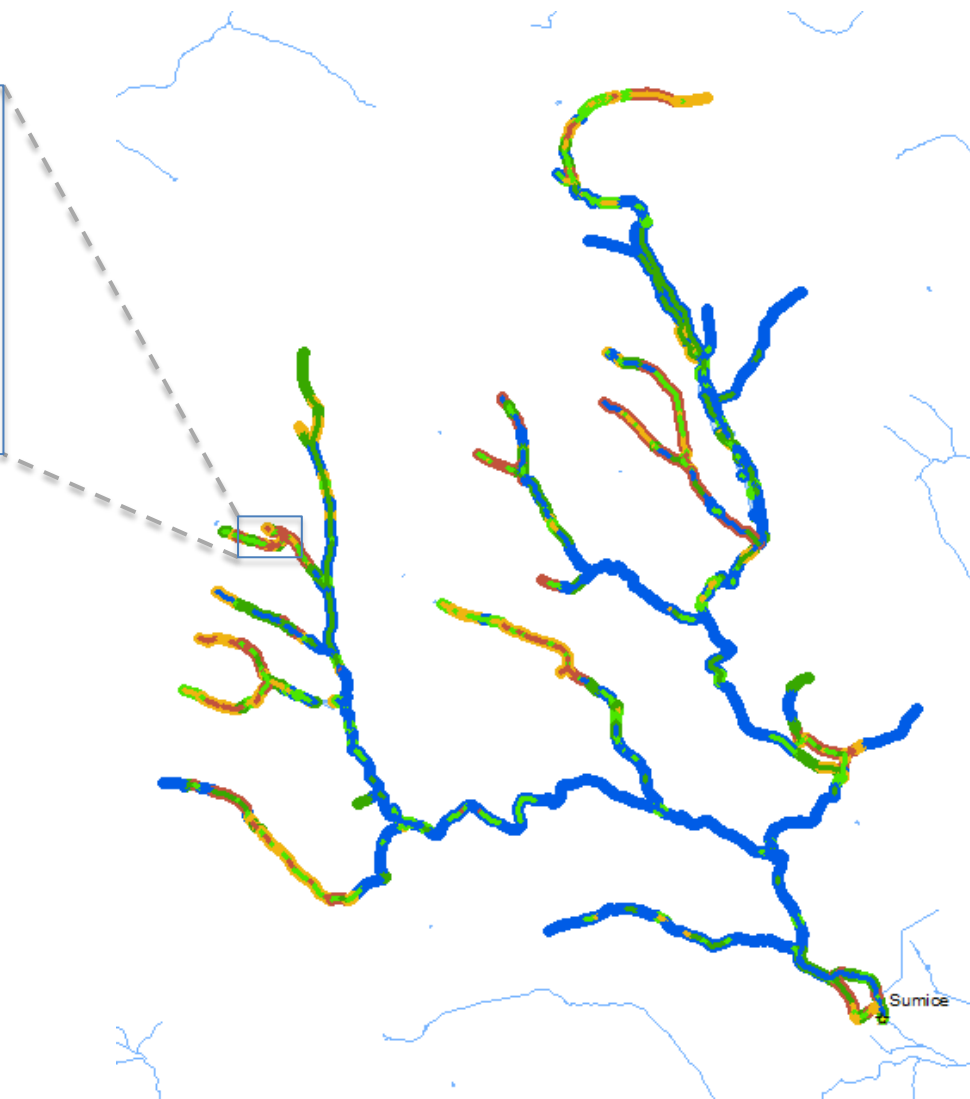
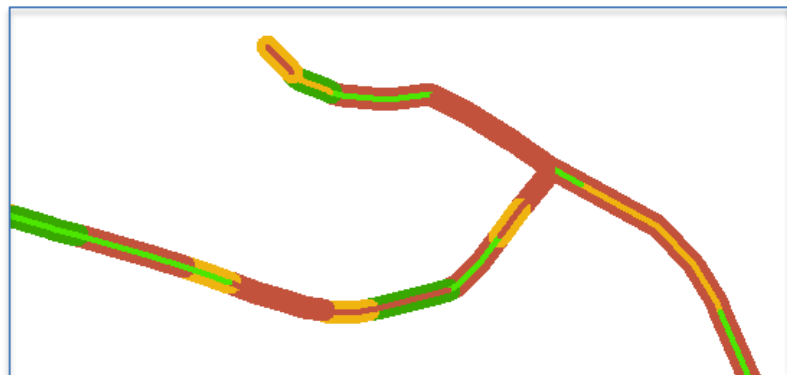
## FLOODPLAIN SCORE

FLOODPLAIN	F_code	F_score
cropland <b>both</b>	C2	1
cropland <b>x</b> urban	CU	2
urban <b>both</b>	U2	3
cropland <b>x</b> meadow	CM	4
meadow <b>x</b> urban	MU	5
forest <b>x</b> cropland	FC	6
forest <b>x</b> urban	FU	7
meadow <b>both</b>	M2	8
forest <b>x</b> meadow	FM	9
forest <b>both</b>	F2	10

$$\text{FINAL SCORE} = (1/\text{Fscore})/\text{Bscore}$$



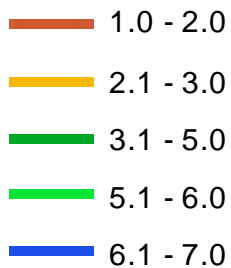




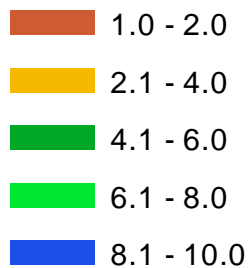
## Legend

★ site

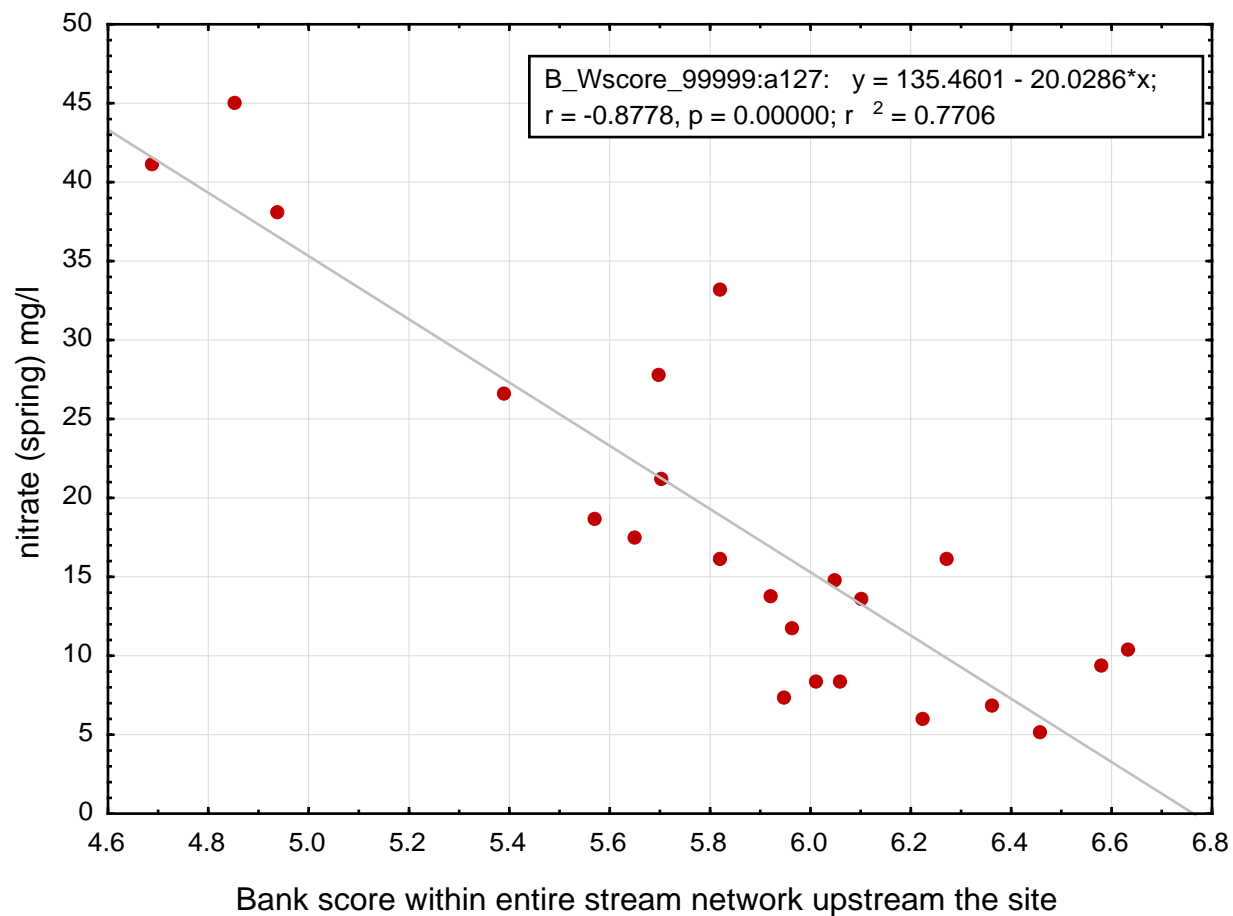
### Bank score



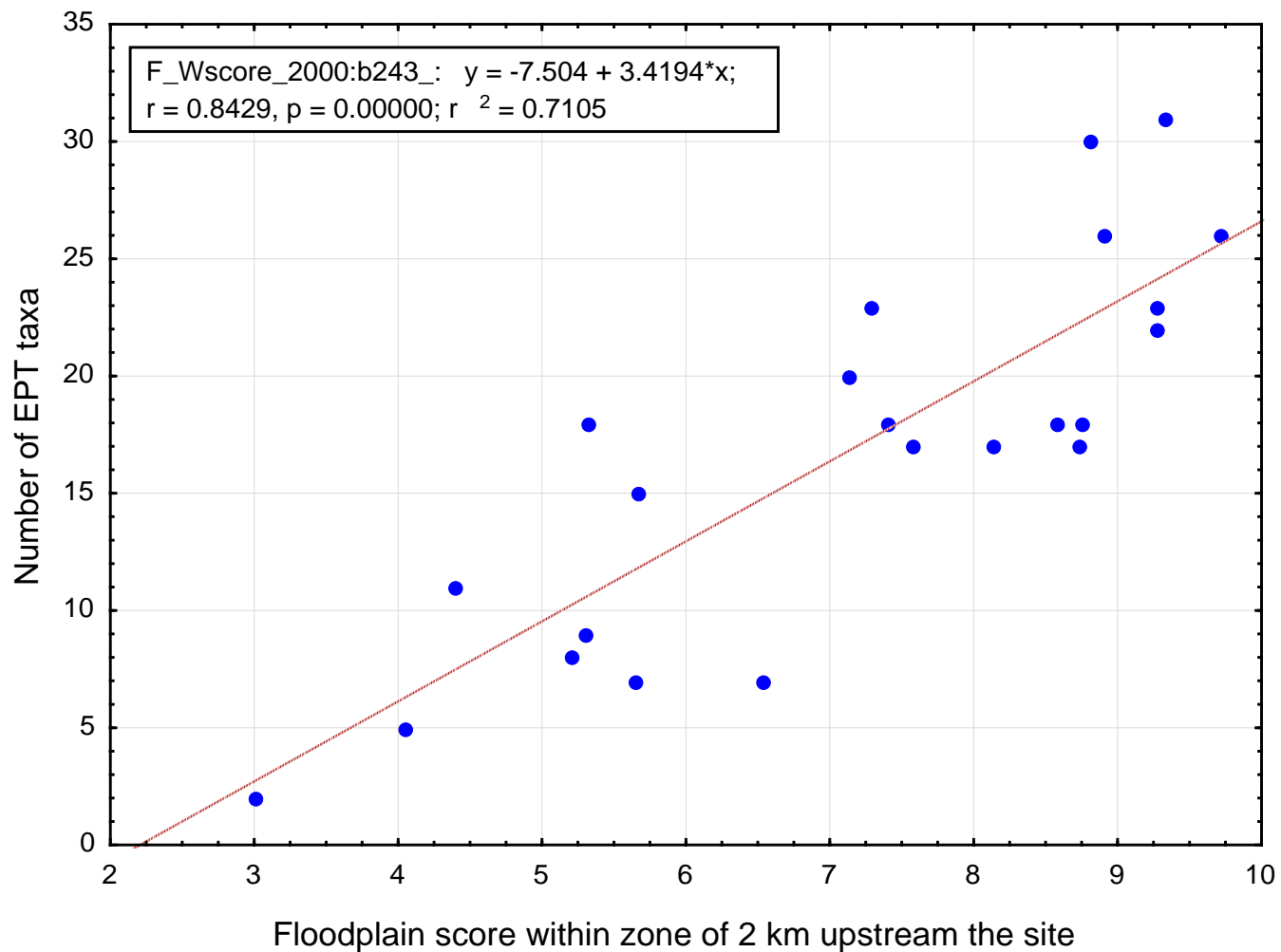
### Floodplain score











## cummulative length of upstream network

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

Spearman rank correlation ( $r_s$ , N=23)

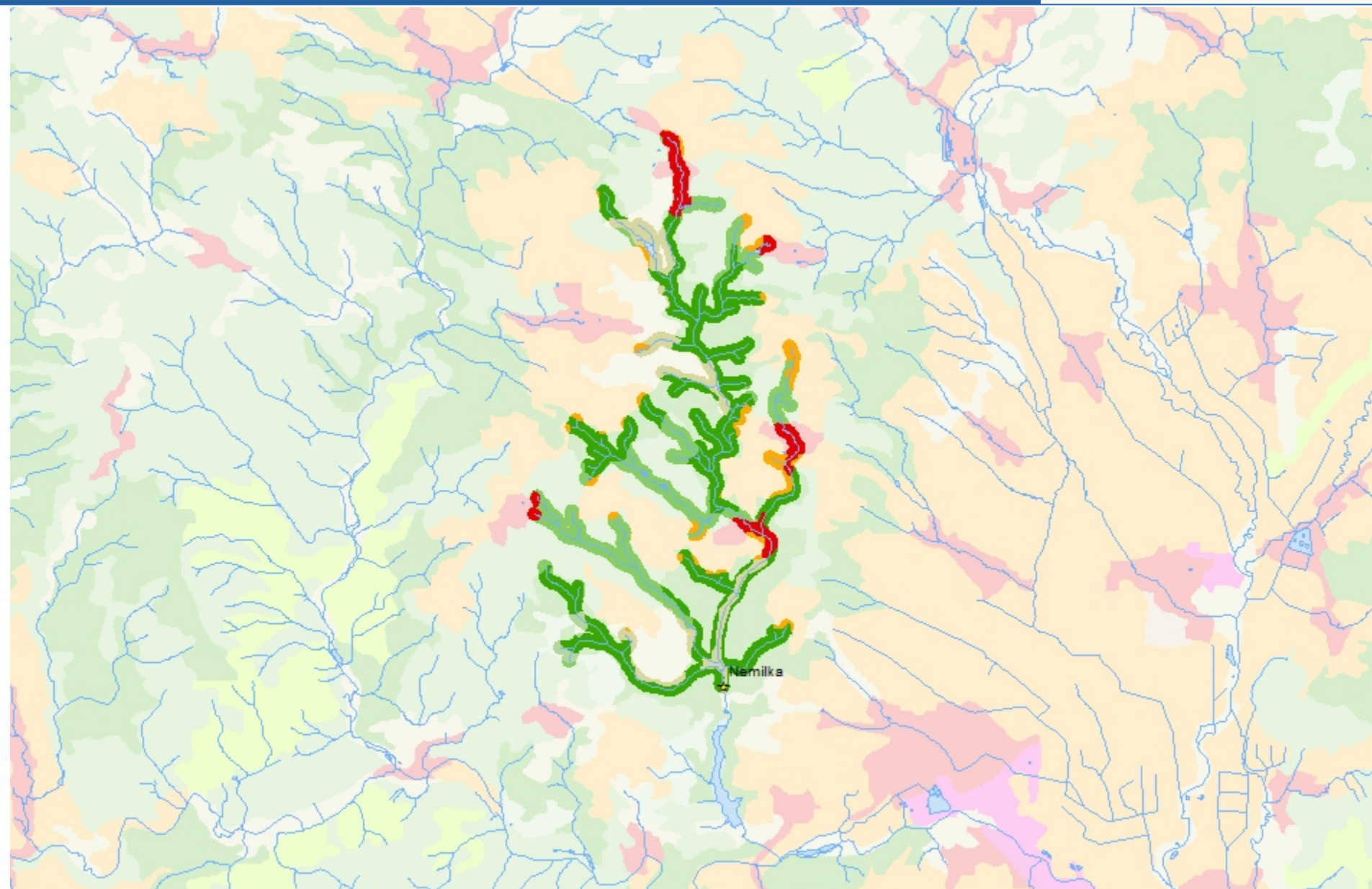
cumulative length of upstream network

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



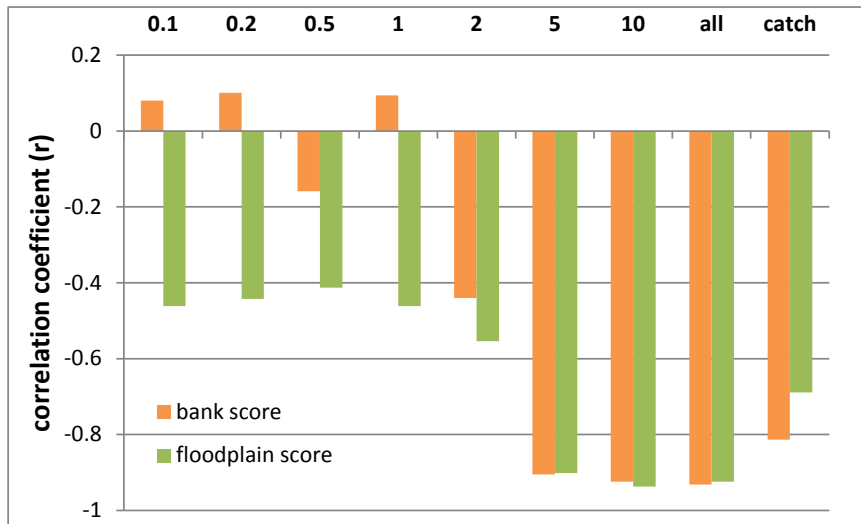
# Říční koridory – využití krajiny

REFORM

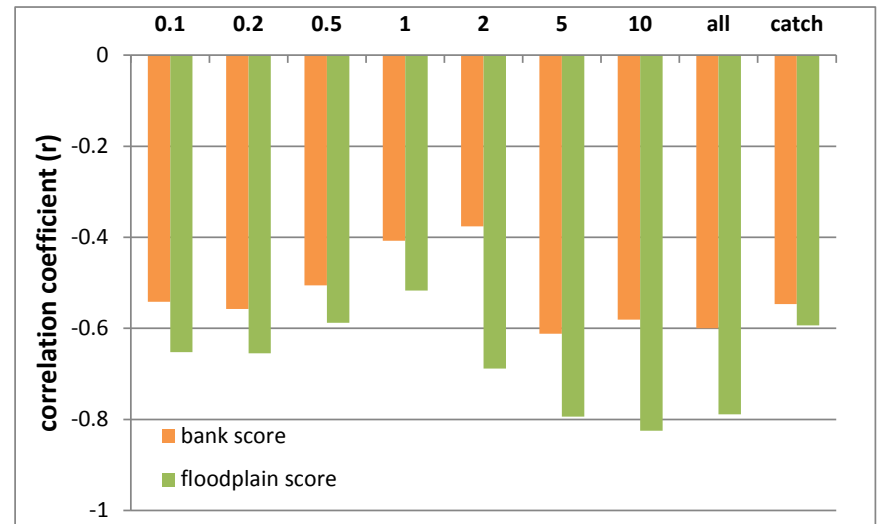


# RIP scores vs. CORINE

## ARABLE LAND (Corine 211)



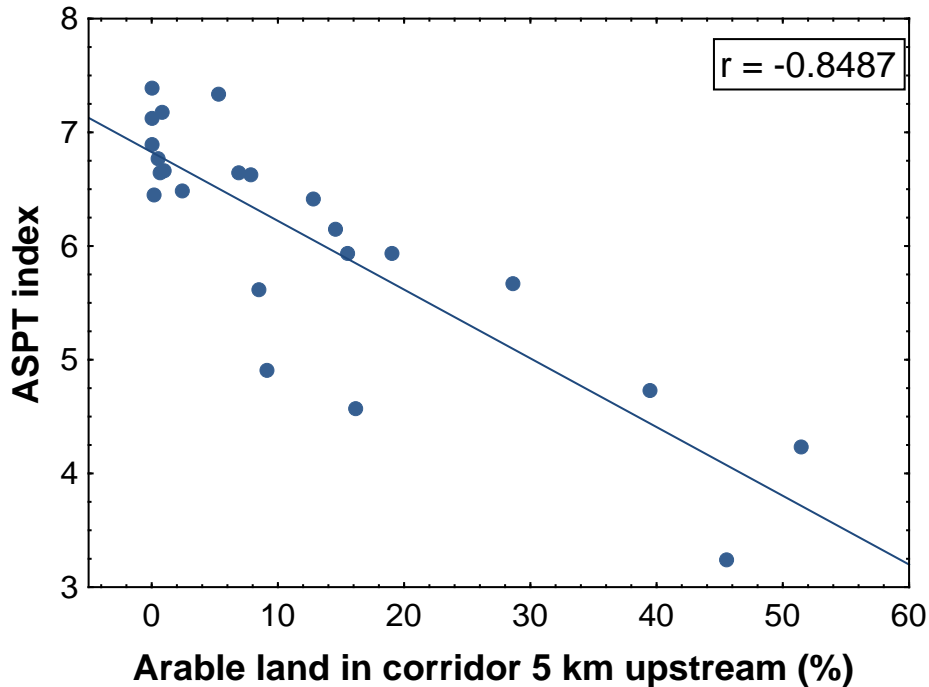
## URBAN LAND (Corine 112)



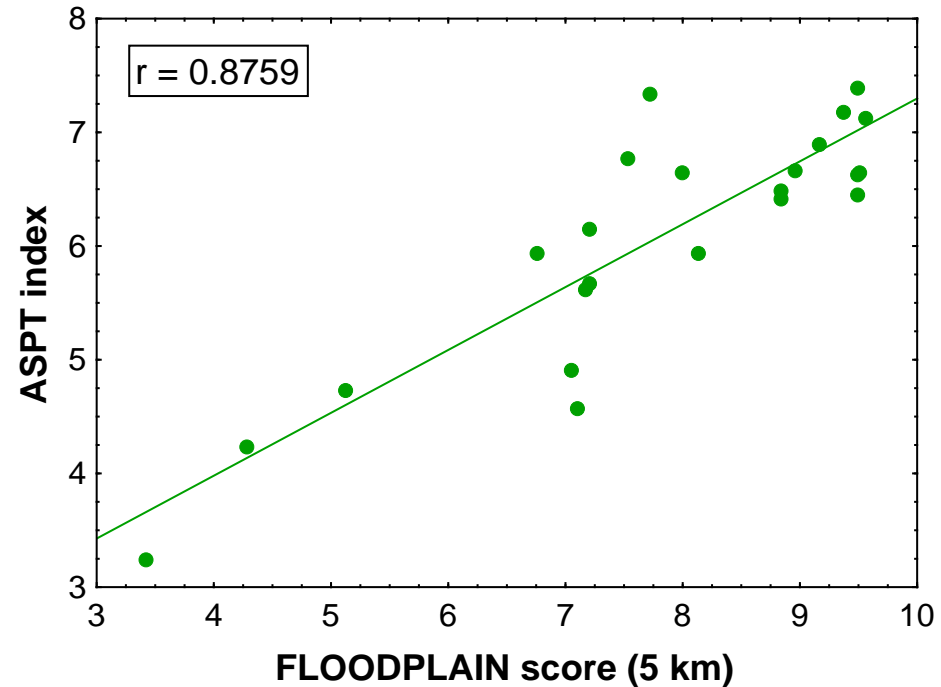
# MACROINVERTEBRATES vs. RIP scores

## ASPT

CORINE



Floodplain RIP-score





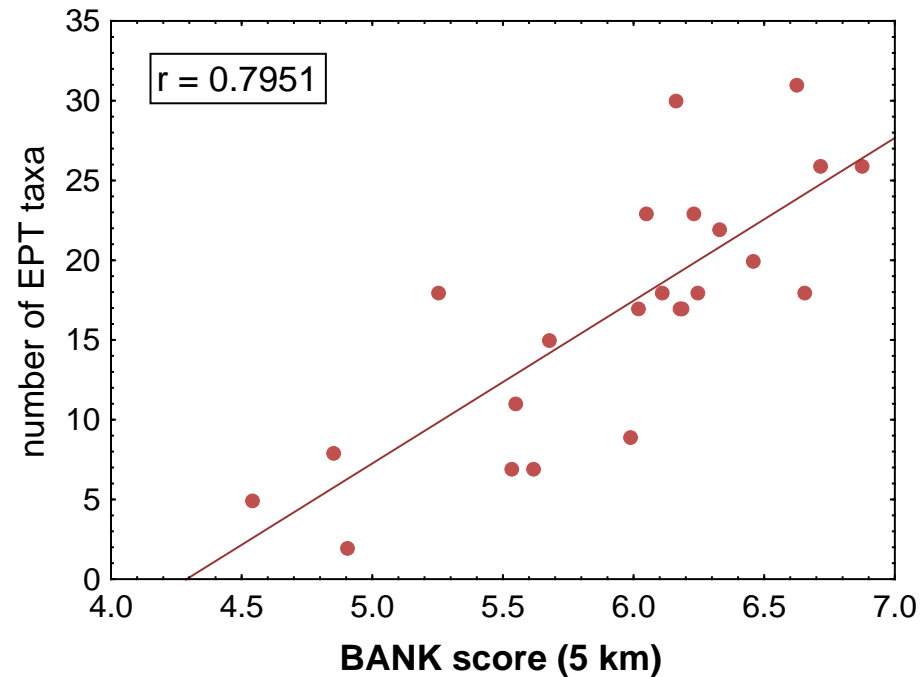
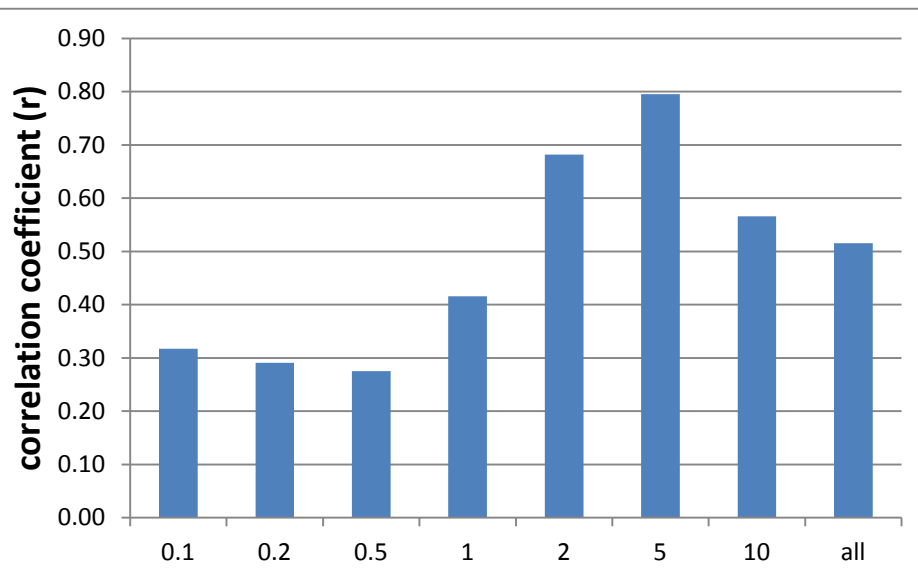
# MACROINVERTEBRATES vs. RIP scores

## EPT taxa richness

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

EPT taxa richness and BANK score (5 km)

( $r$ ,  $N=23$ )



# Conclusions

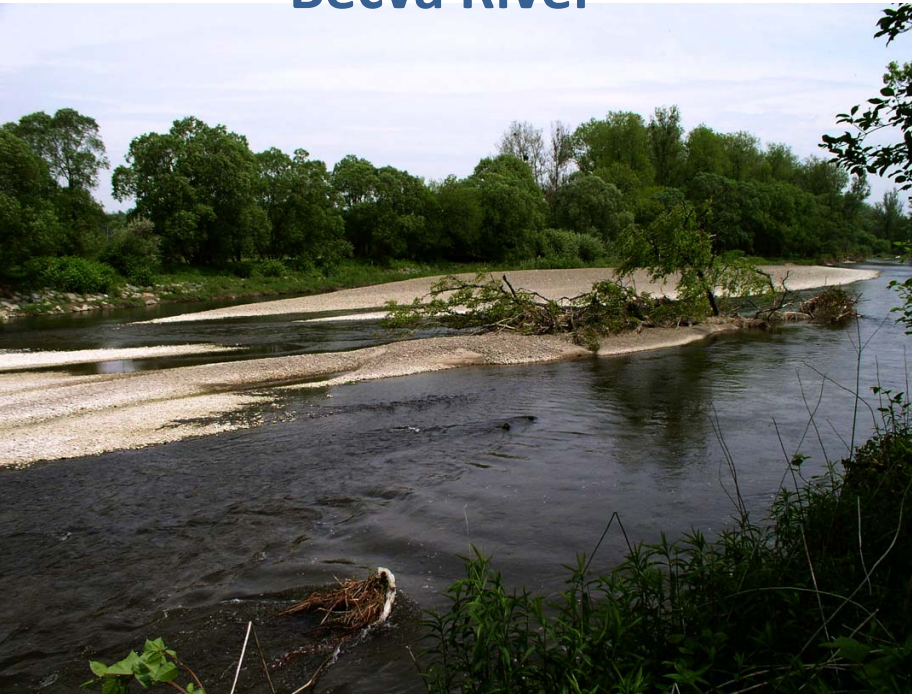
- **newly developed scoring system** of stream corridors based on aerial maps (RIP)
- **water chemistry** is predominantly linked to large scale characteristics of stream corridor (10 km or entire stream network buffer)  
(F-score combines agriculture and urban pressures)
- most of studied **macroinvertebrate** parameters was related to corridor characteristics within 2 or 5 km upstream the site
- **combination** of both methods for corridors classification can result in efficient explanation of chemical and biological characteristics of fluvial ecosystems (e.g. first 2 km of RIP combined with large scale CORINE)



1. interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)
2. **komplexní hodnocení renaturalizací na řece Bečvě** (význam dřevní hmoty, dynamika procesů, specifika typu toku)
3. revitalizace Kněhyně - říční sedimenty – hydraulické poměry v korytě (vazby bioty na typy substrátu, využití hydraulických parametrů pro klasifikaci říčních biotopů)



### Becva River



- renaturalization (flood)
- channel-forming processes
- habitat-specific biota/ecological processes
- hydraulic models - sediments
- woody debris functions





### Morava River



- renaturalization (gradual)
- natural hydromorphology upstream
- limited channel forming processes
- part of European-scale dataset



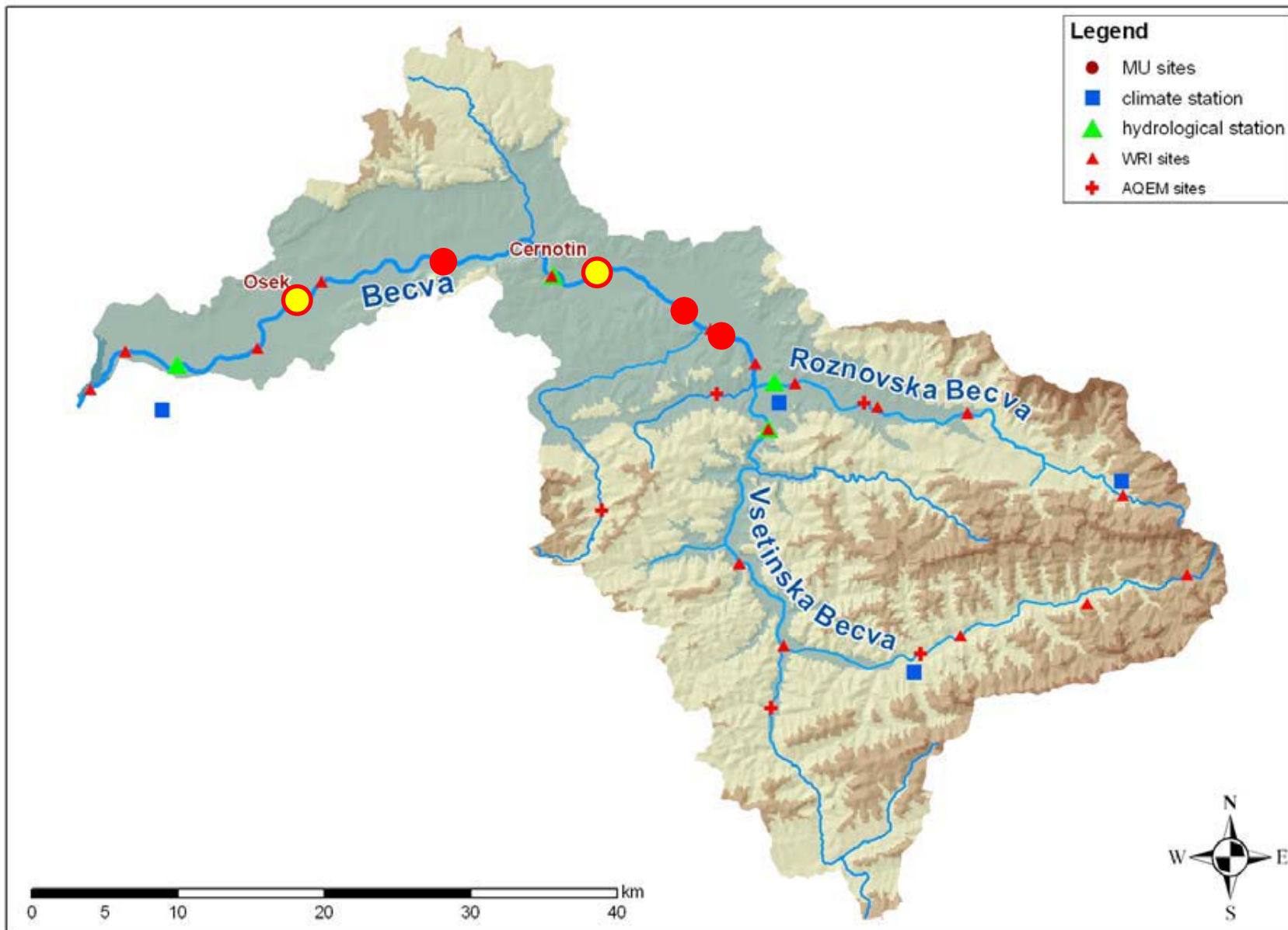




- in-stream
- stream corridor/riparian vegetation
- catchment level



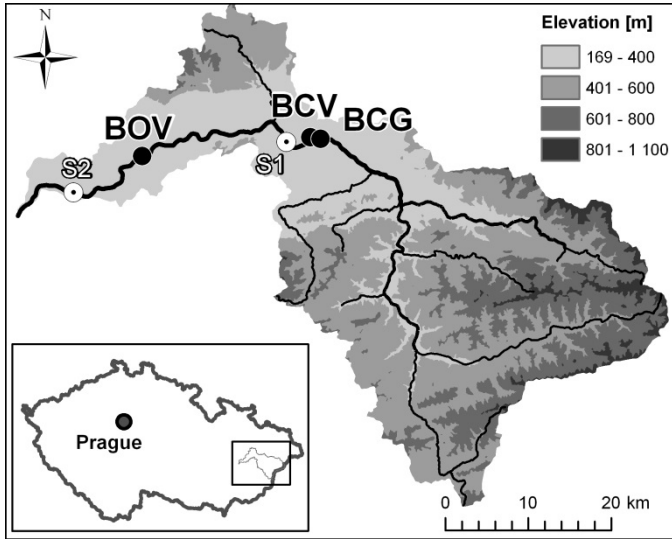
### LOKALITY



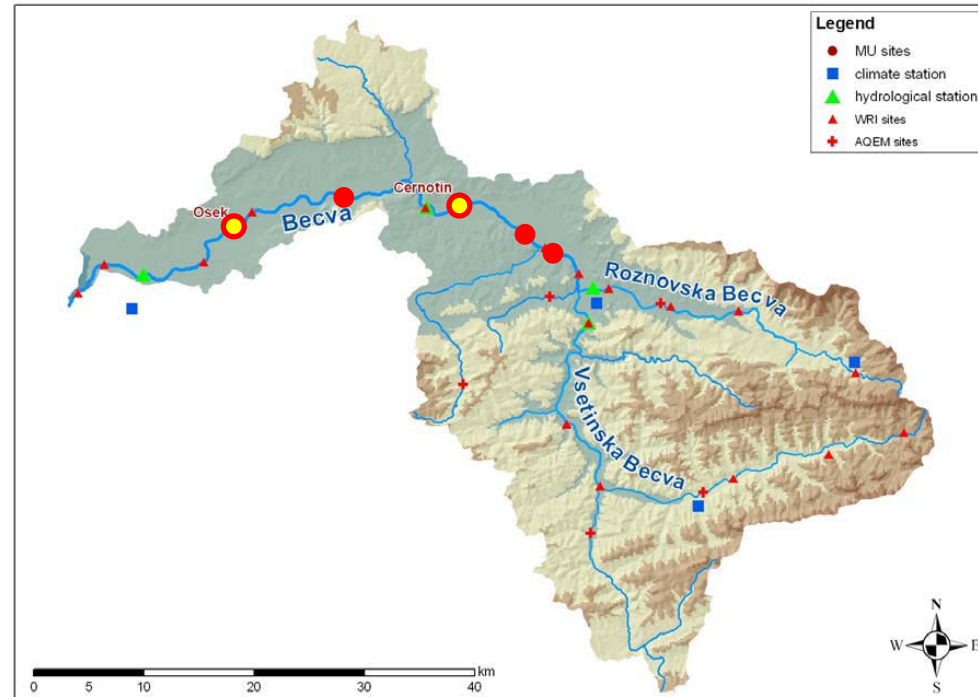
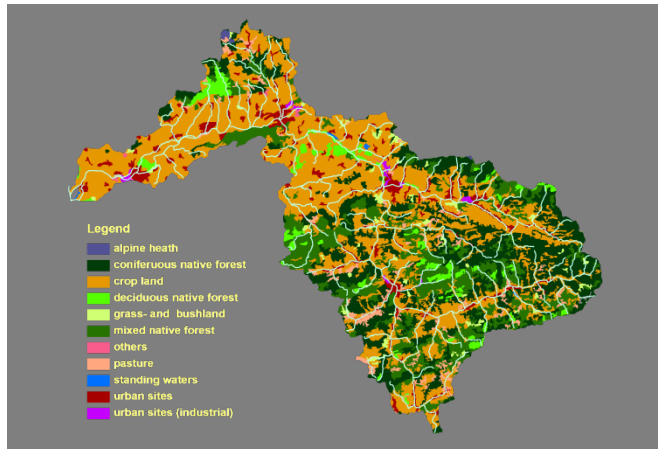
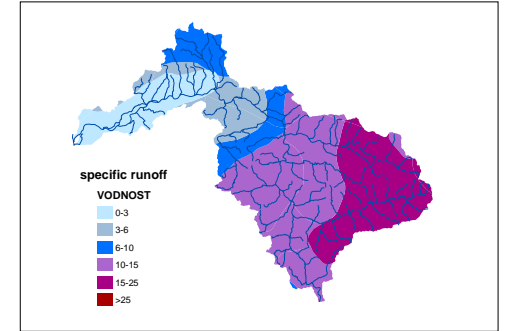


# BECVA RIVER

## Catchment



	BOV	BCV	BCG
altitude	219	254	255
catchment area (km <sup>2</sup> )	1527	1222	1222
slope (m/km)	2.23	2.55	1.69



# RIVER CHANGES IN TIME

2nd military mapping, 1819-1858



before floods in 1997



after floods in 1997





# STUDY SITES

## Becva – Osek

channelization  
bank fixation  
resectioning (trapezoid)  
**stagnation**



regulated (BOG)

restored (BOV)



## Becva – Cernotin

channelization  
bank fixation  
resectioning (trapezoid)



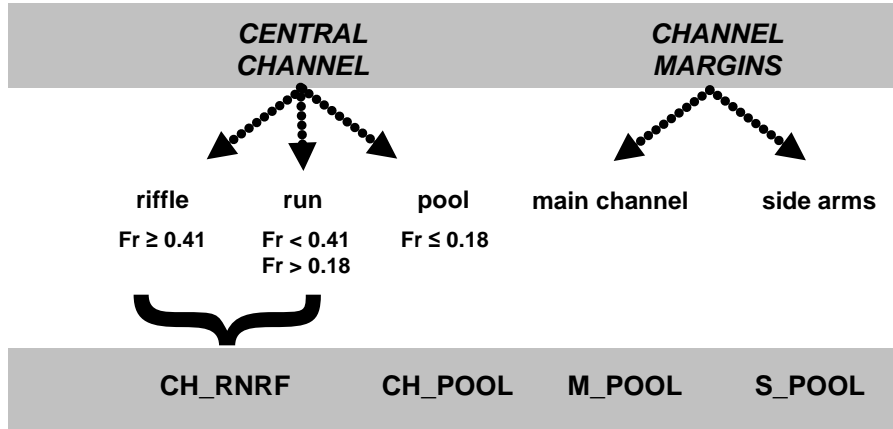
regulated (BCG)

restored (BCV)



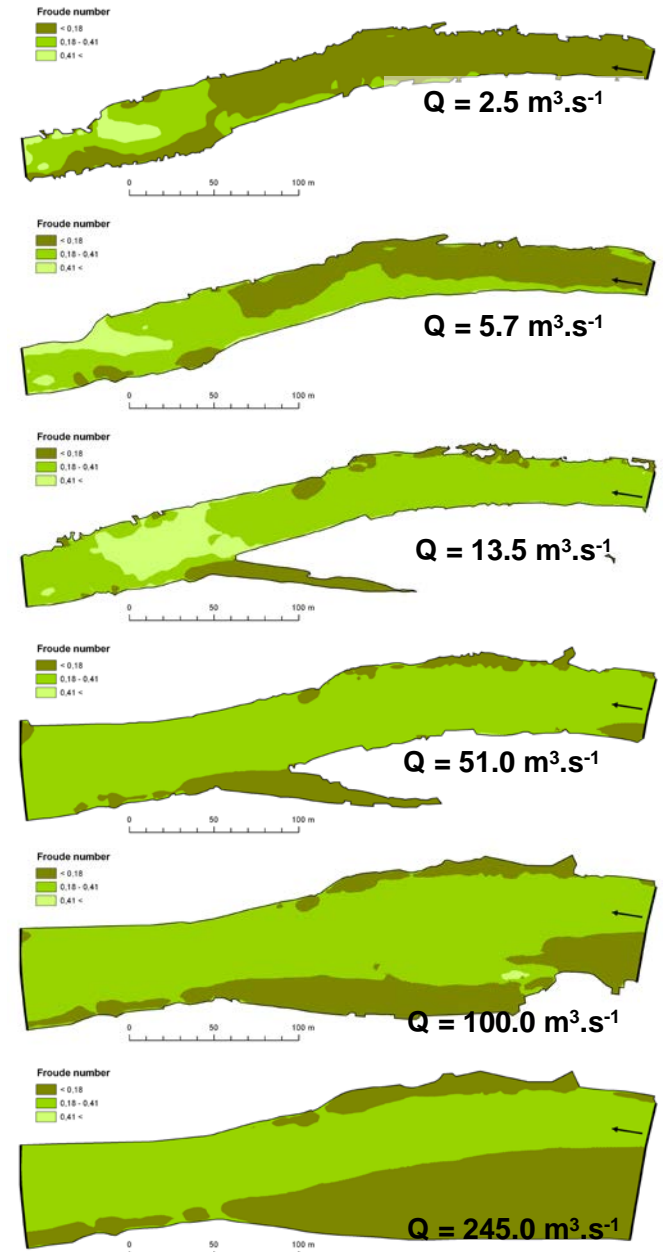
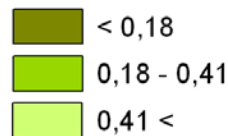
# RIVER HABITAT TYPOLOGY

## RIVER HABITATS



Jowett, I.G. 1993. A method of objectively identifying pool, run, and riffle habitats from physical measurements. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 27:241-248.

### Froude number





# HABITATS

## Habitat H1 - riffles

Torrential habitats characterized by Froude number higher than 0.18. Quantity of benthic particulate organic matter and periphyton growths depends on magnitude and duration of high flows preceding sampling.



## Habitat H3 – channel pools (glides)

Habitats of main channel defined by Froude number lower than 0.18 and laminar form of flow.

erosional and depositional zones of main channel



connectivity with main channel / interaction with riparian habitats

## Habitat H2 – channel margins

Low current velocity reflects in cumulation of fine sediments. Food sources and refugia for benthic macroinvertebrates are influenced by presence of riparian vegetation (shading, particulate organic matter, woody debris, roots).

In shallow habitats with slow current the periphyton is developed.

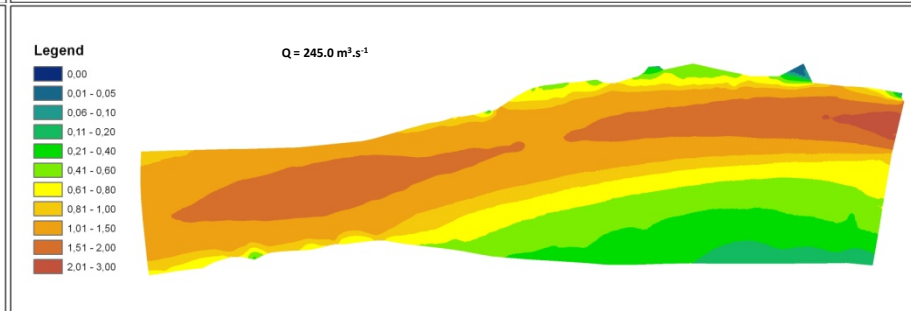
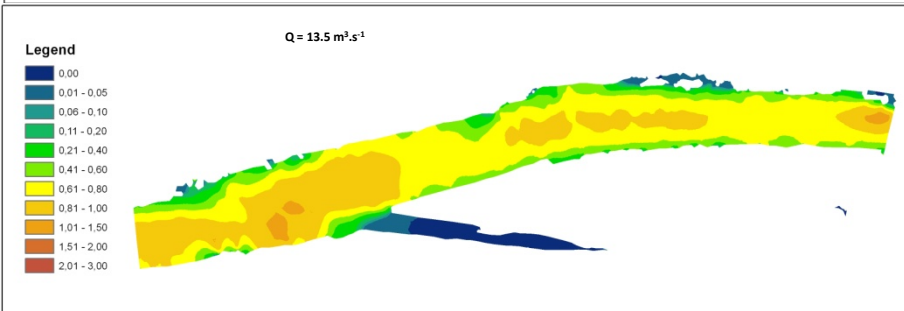
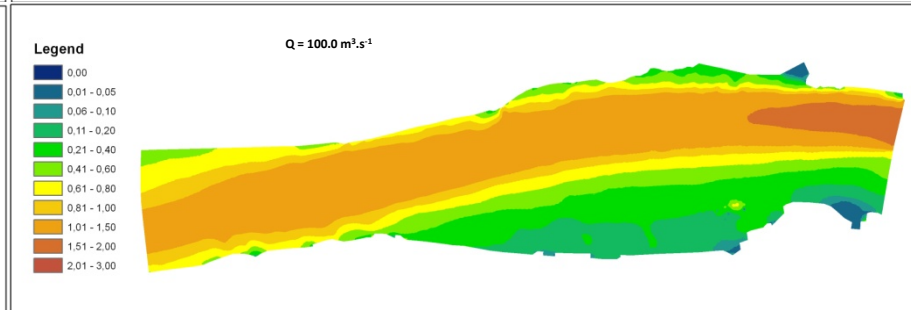
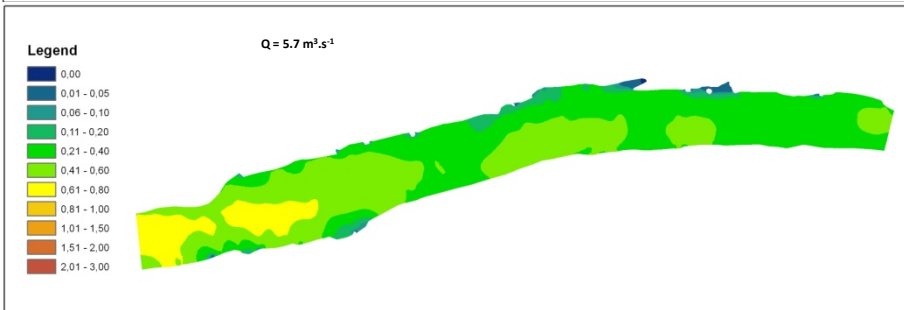
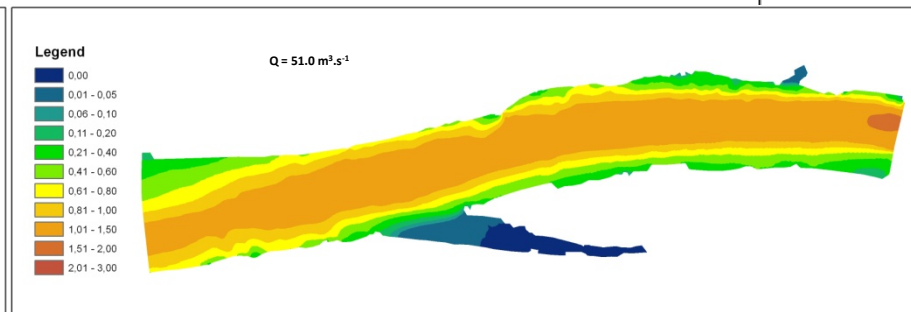
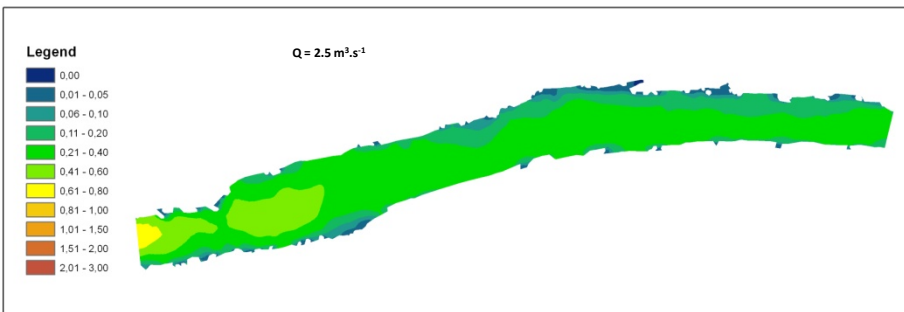
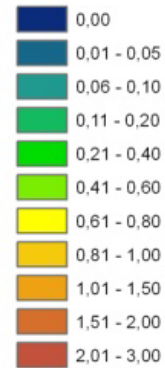


## Habitat H4 – side arms

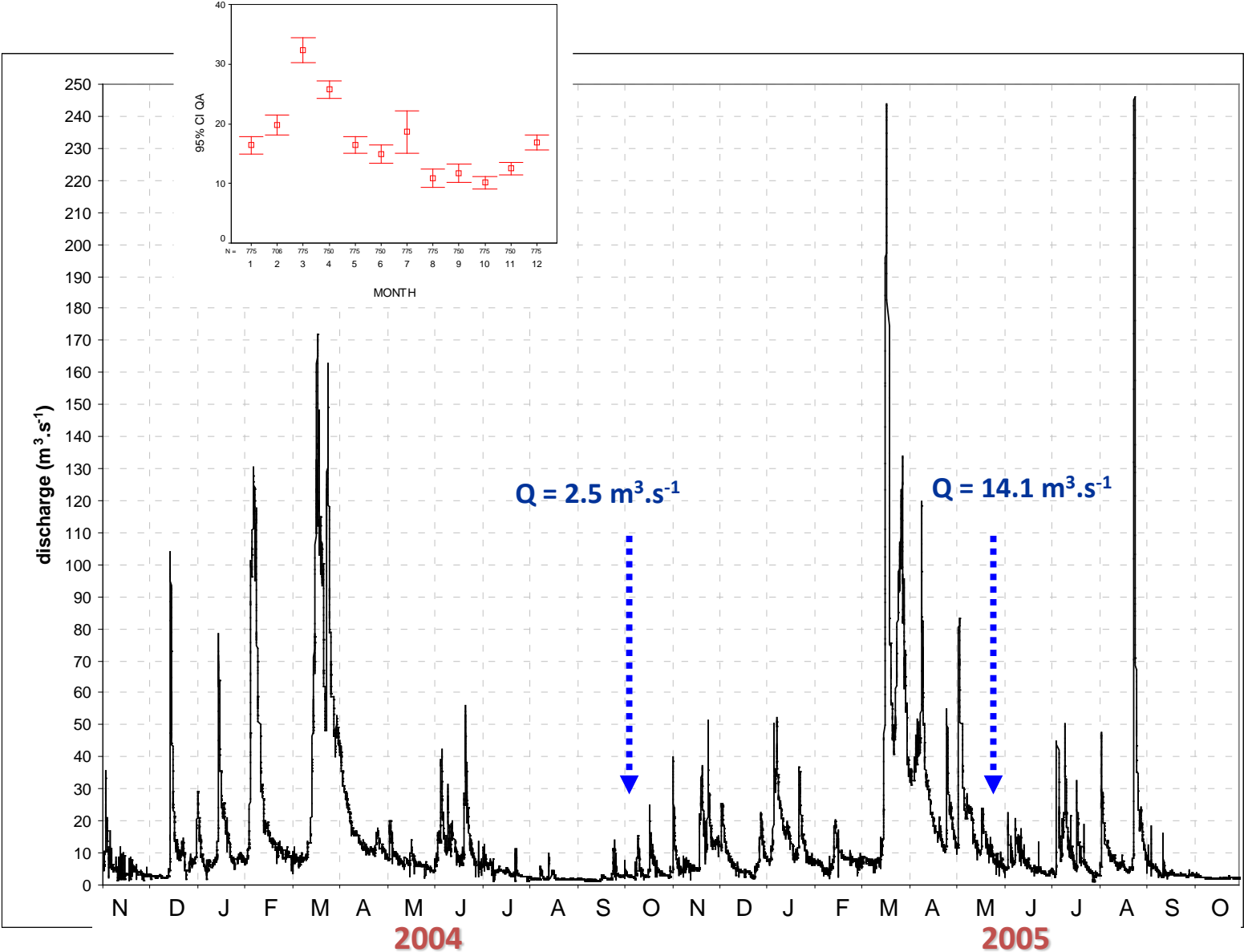
Morphology of habitat is formed by erosive effect of high flows. Side arms are connected with main channel at the downstream part only for the majority of a year. Fine sediments with high proportion of organic matter dominate within substrate types. Groundwater inflow is affecting thermal regime and water chemistry of these habitats.

# HYDRAULIC MODEL

## Legend



# FLOW REGIME

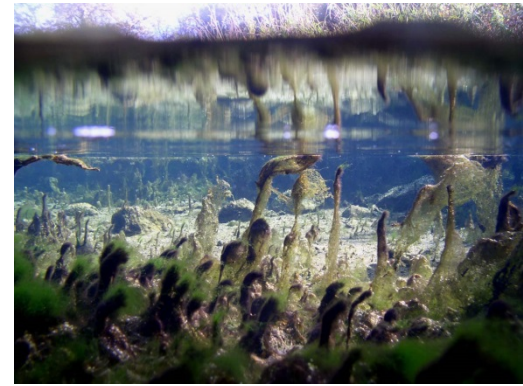






# CASE STUDIES

## 2004-2015



### environmental conditions

- habitat typology
- hydraulic model
- thermal regime
- substrate (size structure)

### algae

- main channel x side arms
- particle size / substrate stability
- chlorophyll

### macroinvertebrates

- habitats, hydromorphology
- hydraulic drivers
- seasons / habitats

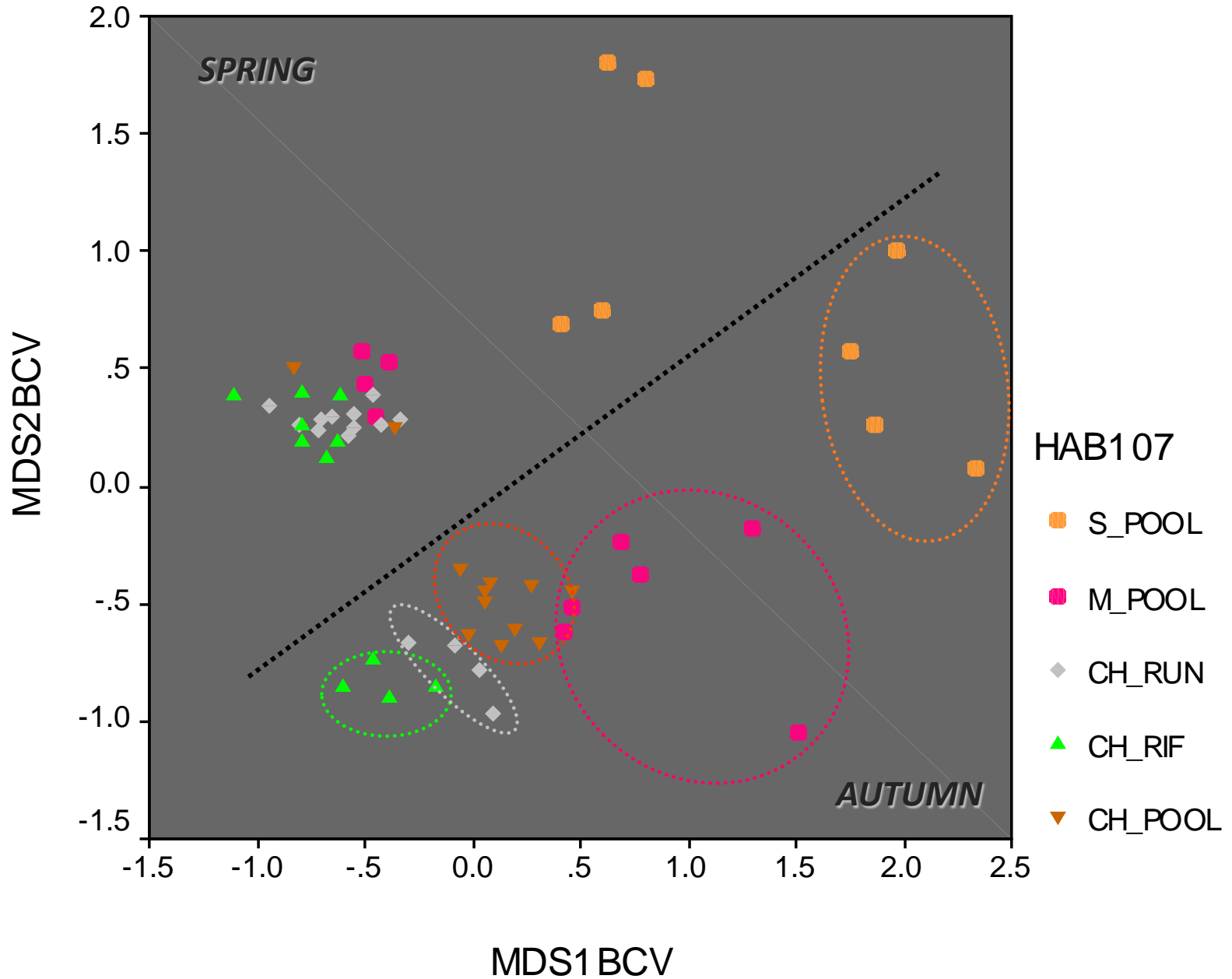


### fish

- habitats, hydromorphology



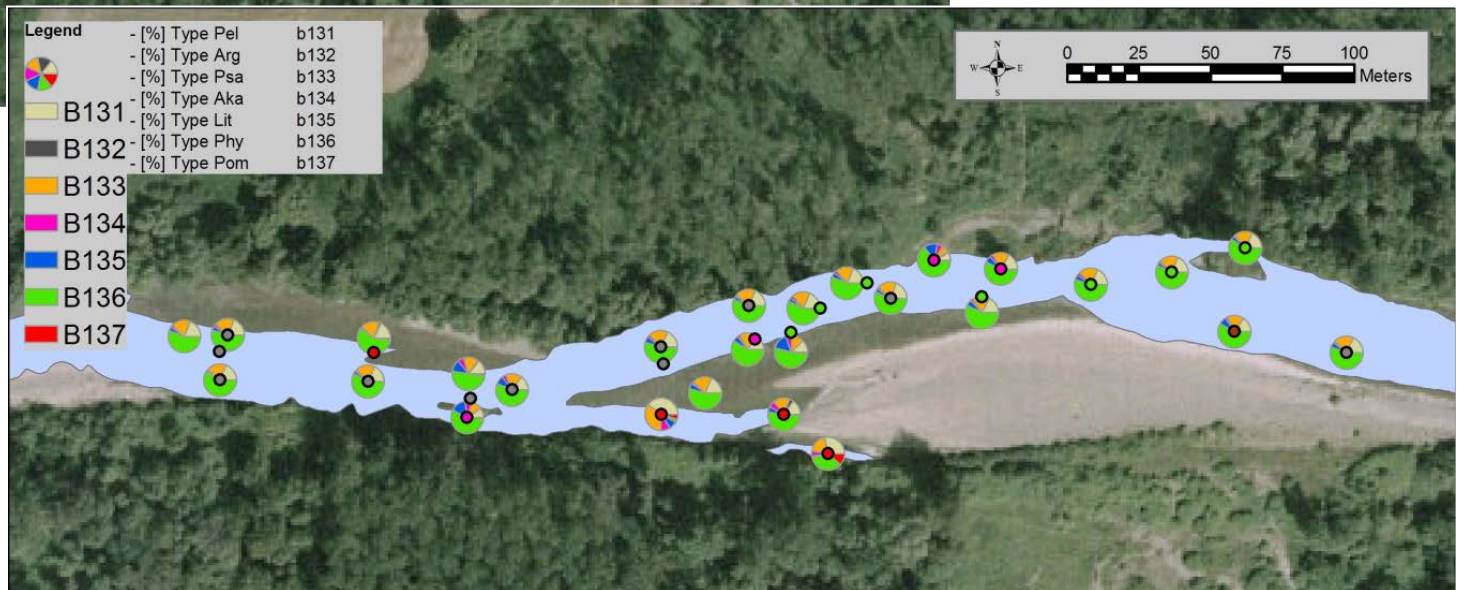
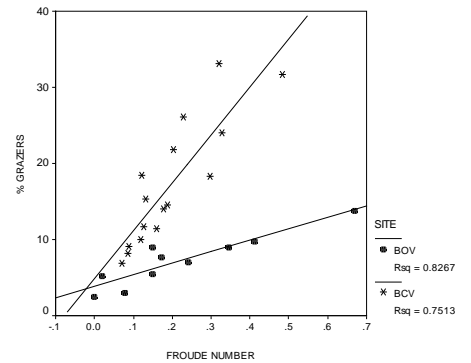
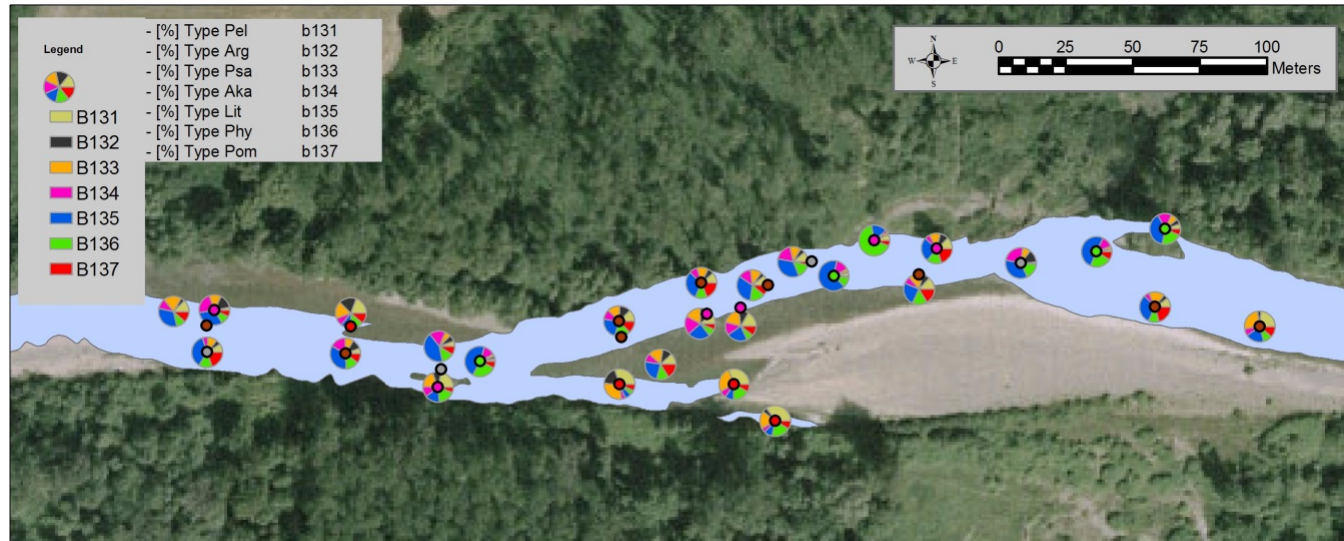
# MACROINVERTEBRATES - habitats



# MACROINVERTEBRATES

## habitat preference

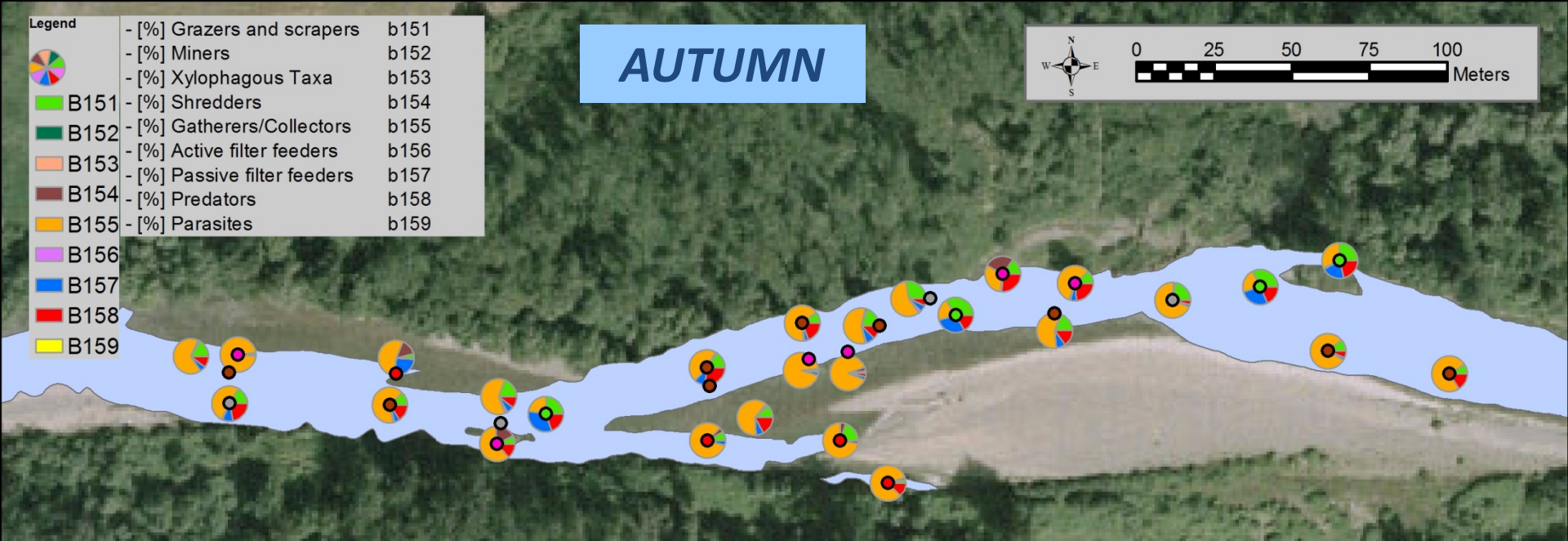
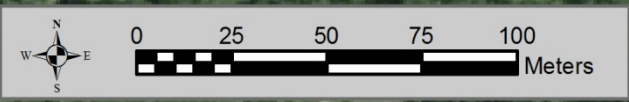
## grazers % vs. Froude number





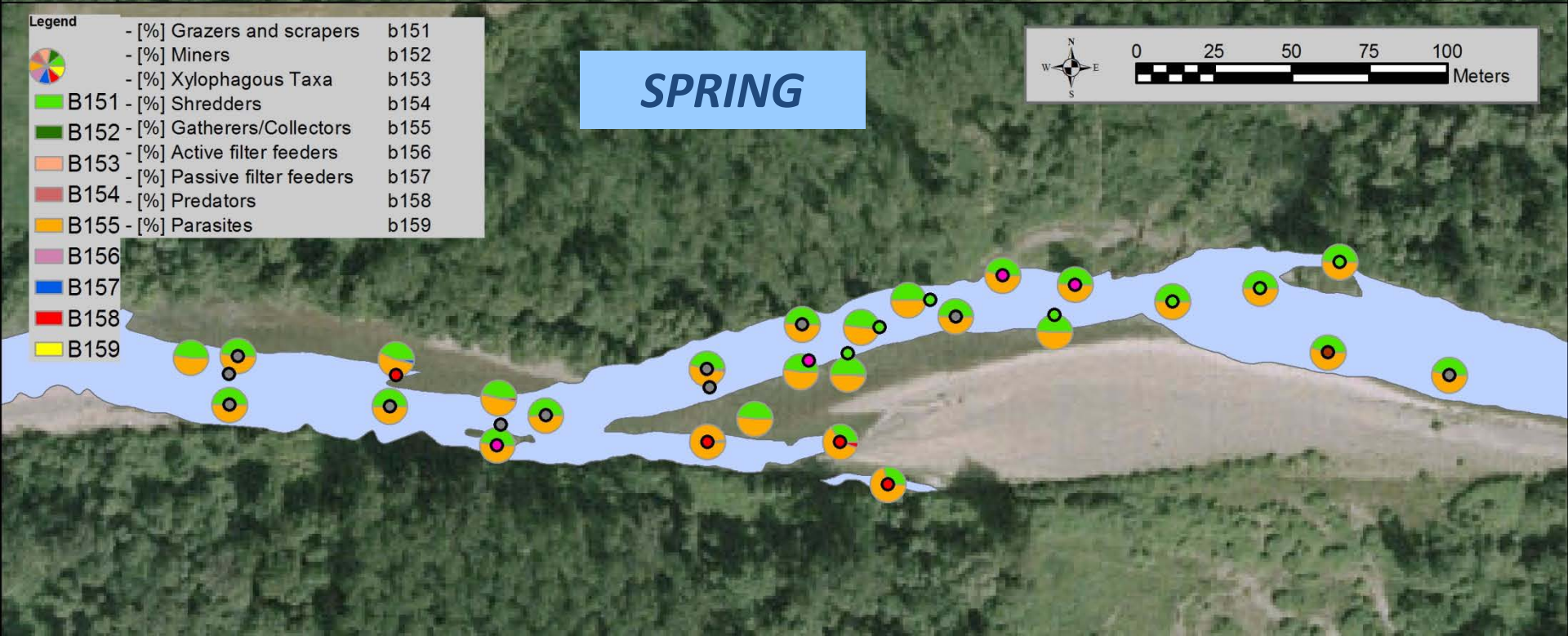
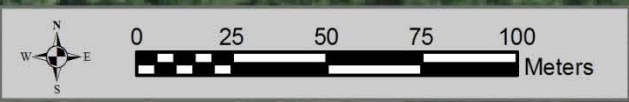
- Legend**
- [%] Grazers and scrapers b151
  - [%] Miners b152
  - [%] Xylophagous Taxa b153
  - B151 - [%] Shredders b154
  - B152 - [%] Gatherers/Collectors b155
  - B153 - [%] Active filter feeders b156
  - B154 - [%] Passive filter feeders b157
  - B154 - [%] Predators b158
  - B155 - [%] Parasites b159
  - B156
  - B157
  - B158
  - B159

# AUTUMN



- Legend**
- [%] Grazers and scrapers b151
  - [%] Miners b152
  - [%] Xylophagous Taxa b153
  - B151 - [%] Shredders b154
  - B152 - [%] Gatherers/Collectors b155
  - B153 - [%] Active filter feeders b156
  - B154 - [%] Passive filter feeders b157
  - B154 - [%] Predators b158
  - B155 - [%] Parasites b159
  - B156
  - B157
  - B158
  - B159

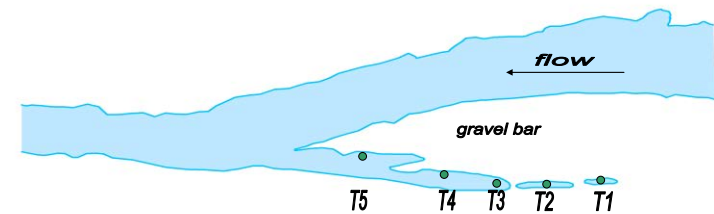
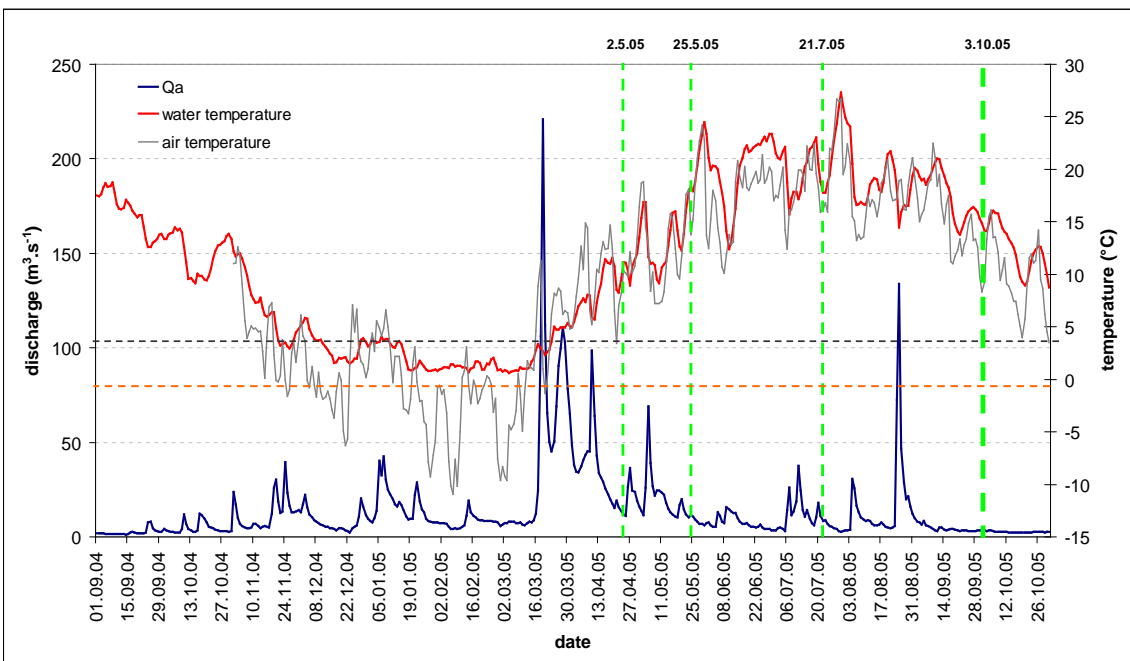
# SPRING





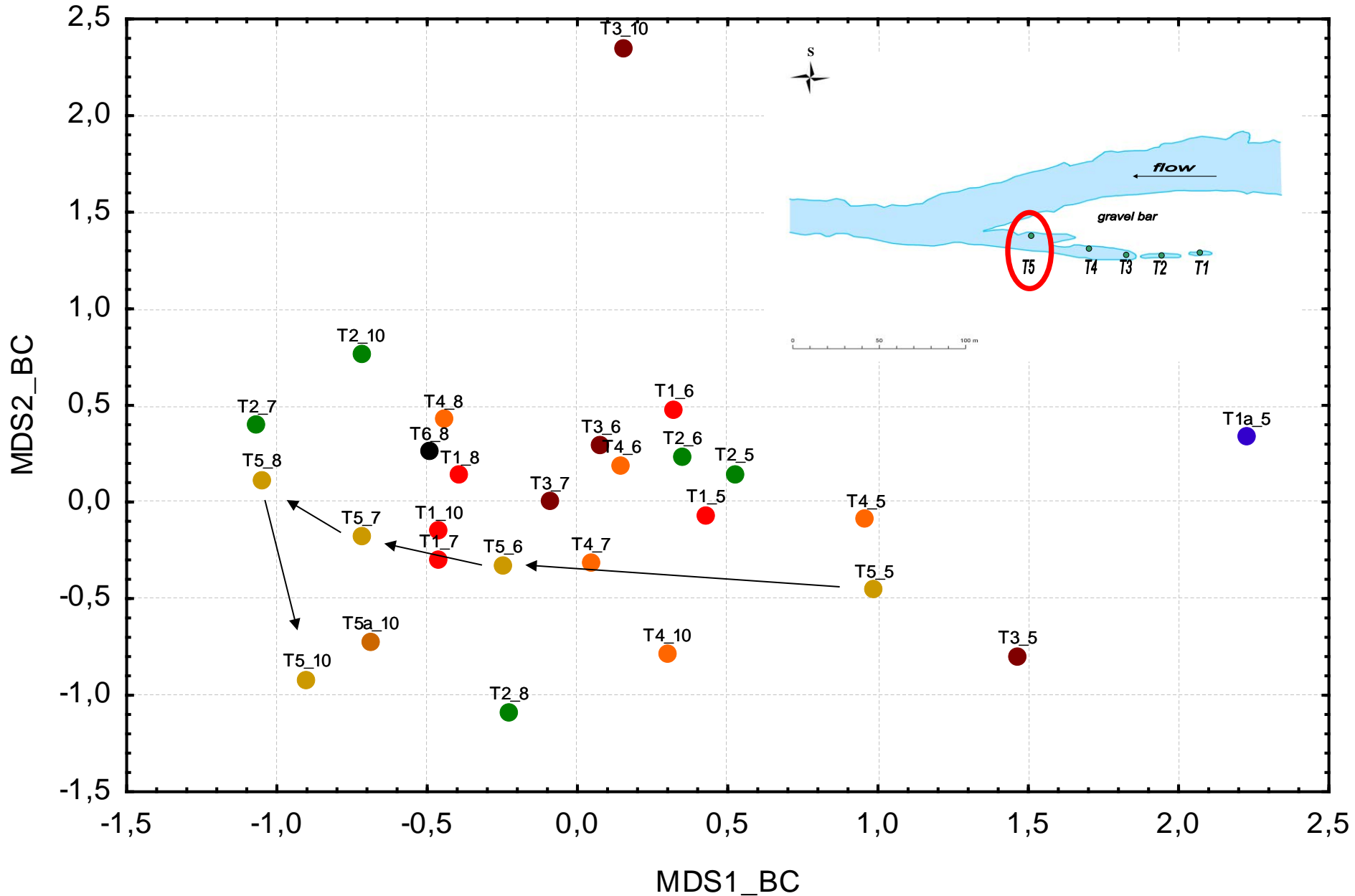
# PHYTOBENTHOS

channel x side arms



# PHYTOBENTHOS

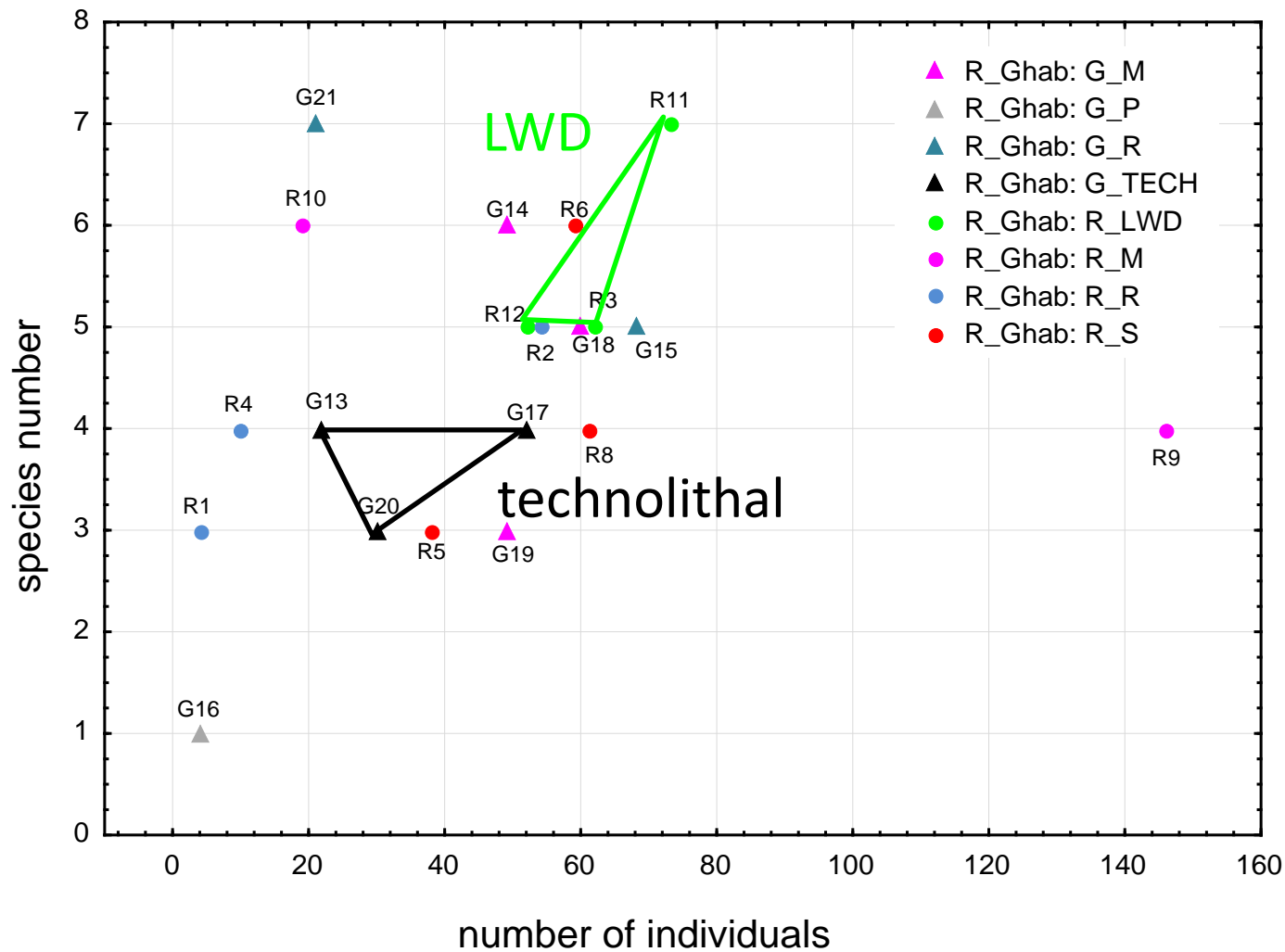
channel x side arms





# FISH

## habitat-scale study (Becva-Cernotin, 2006)



# FISH

## site-scale study (Becva-Osek, 2014)

total number of taxa 12 12

Becva-Osek	REG	REST	
Species	Total	Total	Species-English
<i>Blicca bjoerkna</i>	1		Silver Bream
<i>Tinca tinca</i>	1		Tench
<i>Carassius auratus</i>	2		Goldfish
<i>Vimba vimba</i>	5		Vimba
<i>Rhodeus amarus</i>	3	1	Bitterling
<i>Gobio gobio</i>	3	53	Gudgeon
<i>Gobio kessleri</i>	4	17	Kessler's Gudgeon
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	4	155	Riffle minnow
<i>Perca fluviatilis</i>	6	2	Perch
<i>Pseudorasbora parva</i>	9	5	Stone moroco
<i>Alburnus albidus</i>	10	163	Stoneloach
<i>Squalius cephalus</i>	195	136	Chub
<i>Barbatula barbatula</i>		4	Stoneloach
<i>Leuciscus leuciscus</i>		15	Dace
<i>Chondrostoma nasus</i>		37	Nase
<i>Barbus barbus</i>		303	Barbel

### critically threatened species

macroinvertebrates 11 vs 33 (main sample)  
18 vs 33 (marginal habitats only)

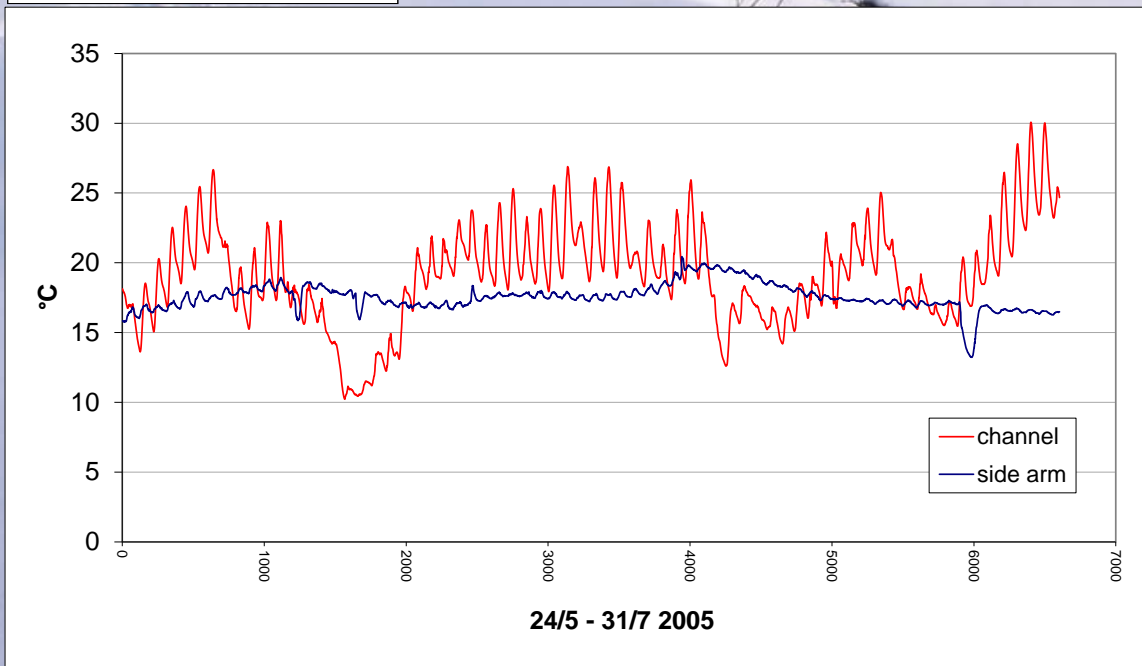
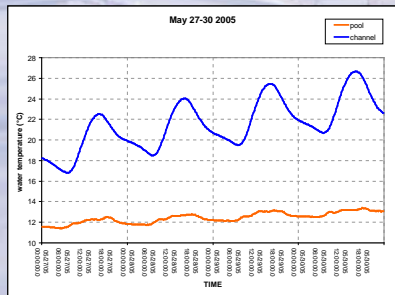
## habitat-scale study (Becva-Cernotin, 2006)

total number of taxa 11 12

Becva - Cernotin		REG	REST
species	short code		
<i>Anguilla anguilla</i>	AN	1	0
<i>Chondrostoma nasus</i>	CN	1	1
<i>Perca fluviatilis</i>	PF	1	4
<i>Rutilus rutilus</i>	RR	1	6
<i>Alburnus alburnus</i>	AA	1	23
<i>Phoxinus phoxinus</i>	PP	3	2
<i>Barbatula barbatula</i>	NB	17	6
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	AP	20	48
<i>Barbus barbus</i>	BB	57	67
<i>Gobio gobio</i>	GG	59	59
<i>Leuciscus cephalus</i>	LC	194	360
<i>Pseudorasbora parva</i>	PR	0	1
<i>Tinca tinca</i>	TT	0	1



# SIDE ARMS



- *hydraulics*
- *substrates*
- *temperature*
- *ice cover*
- *water chemistry*
- *surface-groundwater*



# CONCLUSIONS

- habitats and communities are more differentiated in autumn
- linkages between biota and environment were identified for four types of habitats (side arms, channel margins, riffles, pools)
- similar ecological patterns related to channel units were found at medium-size and small streams (Becva vs. Knehyne)
- renaturalization is limited by short stretches, LWD removal, lateral erosion is limited by land owners



- habitat-scale results allow to link more specifically the biological response to individual morphological structures

- navržena klasifikace habitatů vycházející ze struktury a procesů fluviálních ekosystémů
- vyhodnocena prostorová distribuce bioty (makrozoobentos, fytobentos, ryby) vůči faktorům prostředí
- sezónní dynamika průtoku, teploty vody, chemismu, makrozoobentosu a fytobentosu
- vytvořen model hydraulických parametrů v korytě pilotní lokality + rozsah jednotlivých habitatů při různých průtocích

- ekologické projevy samovolné renaturalizace po povodních
- podklady pro vytvoření metodik hodnocení renaturalizací
- vyhodnocen význam příbřežních habitatů
- pozorován význam dřevní hmoty pro vytváření pestré mozaiky habitatů s přirozenou sezónní dynamikou → její ponechání v korytě by podmínky posunulo k přirozenému stavu
- rozšíření poznatků o vazbě bioty na typy substrátu a hydraulické podmínky – využití při bioindikaci



# 3. REVITALIZACE MALÝCH TOKŮ

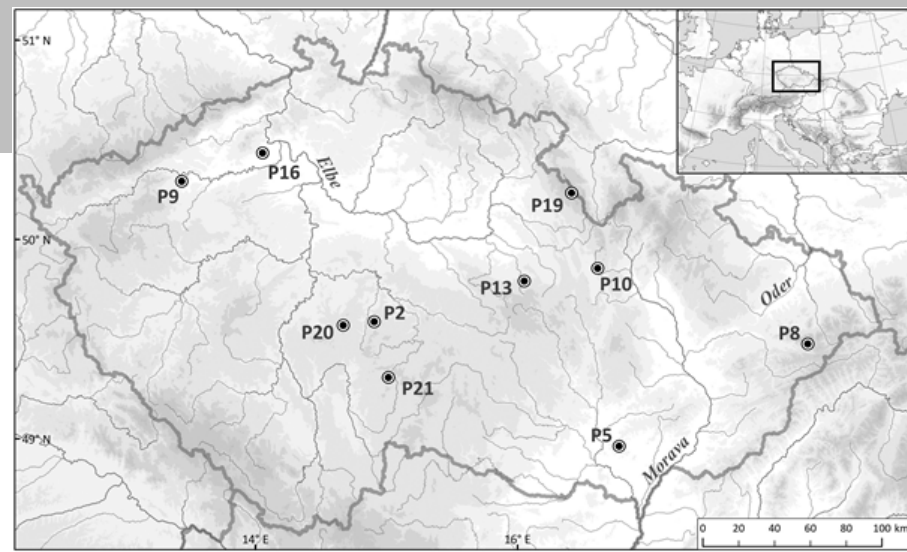
## PÁROVÉ SROVNÁNÍ ZMĚN PROSTŘEDÍ A MAKROZOOBENTOSU



1. **interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě** (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)
2. **komplexní hodnocení renaturalizací na řece Bečvě** (význam dřevní hmoty, dynamika procesů, specifika typu toku)
3. **vyhodnocení revitalizačních zásahů** na malých tocích z hlediska rozdílů v parametrech prostředí a společenstvech makrozoobentosu
4. **říční sedimenty – hydraulické poměry v korytě** (vazby bioty na typy substrátu, využití hydraulických parametrů pro klasifikaci říčních biotopů)
5. **hydromorfologické aspekty zatížení těžkými kovy** (říční biotopy, typy substrátu, bioakumulace ve vegetaci)

## DATA

- 10 pairs of sites (regulated-restored)
  - macroinvertebrates collected by PERLA method (WFD monitoring method) – spring and summer samples (2005)
  - restoration characteristics, site description
  - provided by Water Research Institute TGM (Dr. Rozkošný)
- 
- altitude: 170-780 m a.s.l.
  - catchment area: 2.2-59.9 km<sup>2</sup>
  - restored stretch length: 0.4-10.0 km



- 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 → diferenciací 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

1. **interakce mezi vodními a terestrickými ekosystémy v rámci různých prostorových škál říční sítě** (říční koridory – využití krajiny – indikační charakteristiky makrozoobentosu)
2. **komplexní hodnocení renaturalizací na řece Bečvě** (význam dřevní hmoty, dynamika procesů, specifika typu toku)
3. **vyhodnocení revitalizačních zásahů** na malých tocích z hlediska rozdílů v parametrech prostředí a společenstvech makrozoobentosu
4. **říční sedimenty – hydraulické poměry v korytě** (vazby bioty na typy substrátu, využití hydraulických parametrů pro klasifikaci říčních biotopů)
5. **hydromorfologické aspekty zatížení těžkými kovy** (říční biotopy, typy substrátu, bioakumulace ve vegetaci)

# STREAM DEGRADATION



- pollution (nutrients, toxic compounds)

→ **water quality**



- regulation/channelization

→ **physical habitat modification**



- flow regulation (hydrology)

→ **water quantity**



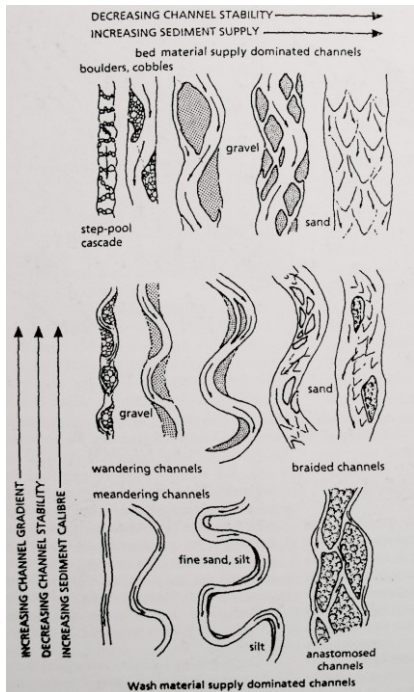
# HYDROMORPHOLOGICAL DEGRADATION

## HYDROMORPHOLOGY

hydrology, fluvial processes shape, structures, forms

### CHANNEL PATTERN

(straightening, single channel stabilization)



### CHANNEL CROSS-SECTION

#### BANK STABILIZATION

Natural/unmodified	Artificial/modified
Vertical/undercut	Resectioned
Vertical + toe	Reinforced - whole bank
Steep (>45°)	Reinforced - top only
Gentle	Reinforced - toe only
Composite	Artificial two-stage
	Poached
	Embanked
	Set-back embankments



# STREAM RESTORATION

Activity to improve the status of degraded waters, by improving either water quality or by changing hydromorphological conditions

- **water quality (pollution originating from settlement, agriculture, industry)**

stop/reduce waste water releases, support self-purification processes (bank, channel)

- **stream ecosystem (channelization, flow regulation, riparian zone)**

restore hydromorphological conditions – more natural flow regime, channel structure, floodplain

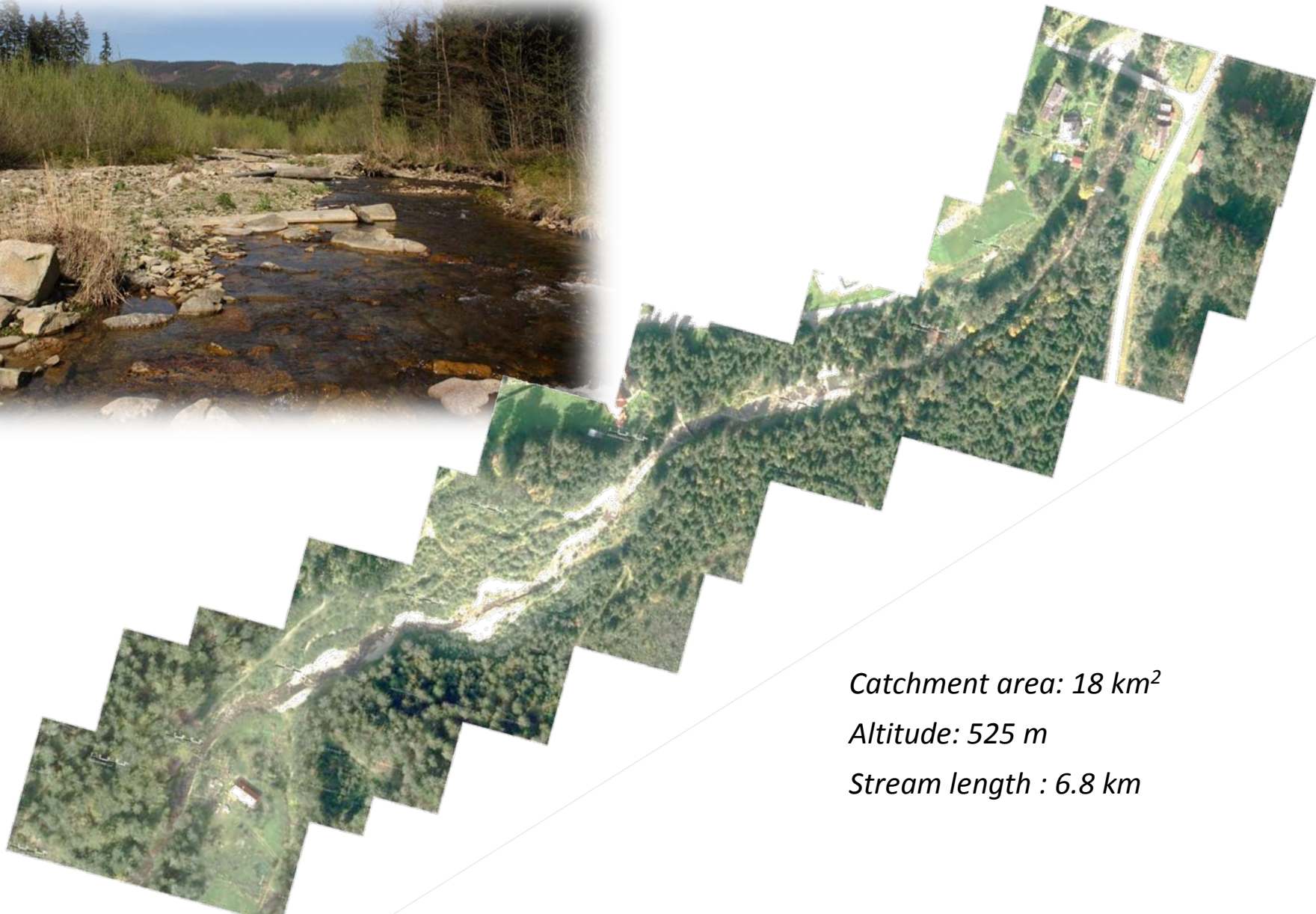


# STREAM RESTORATION

## Stream restoration, rehabilitation and remediation – what is the difference?

- **restoration** - restoration project will restore an environment to its original condition
- **rehabilitation** - improving the condition of a stream environment, even if not to its original condition, is a valuable exercise. Ecological rehabilitation is the re-establishment of a functional community with stable indigenous vegetation cover. It includes stabilisation and revegetation.
- **remediation** - in cases when rehabilitation is not possible because the changes to the stream are too severe (inputs from the catchment will never support original conditions) aim is to improve ecological conditions
- **renaturalization** – specific type of restoration caused by natural events (e.g. floods, gradual destruction of regulation structures)





*Catchment area: 18 km<sup>2</sup>*

*Altitude: 525 m*

*Stream length : 6.8 km*





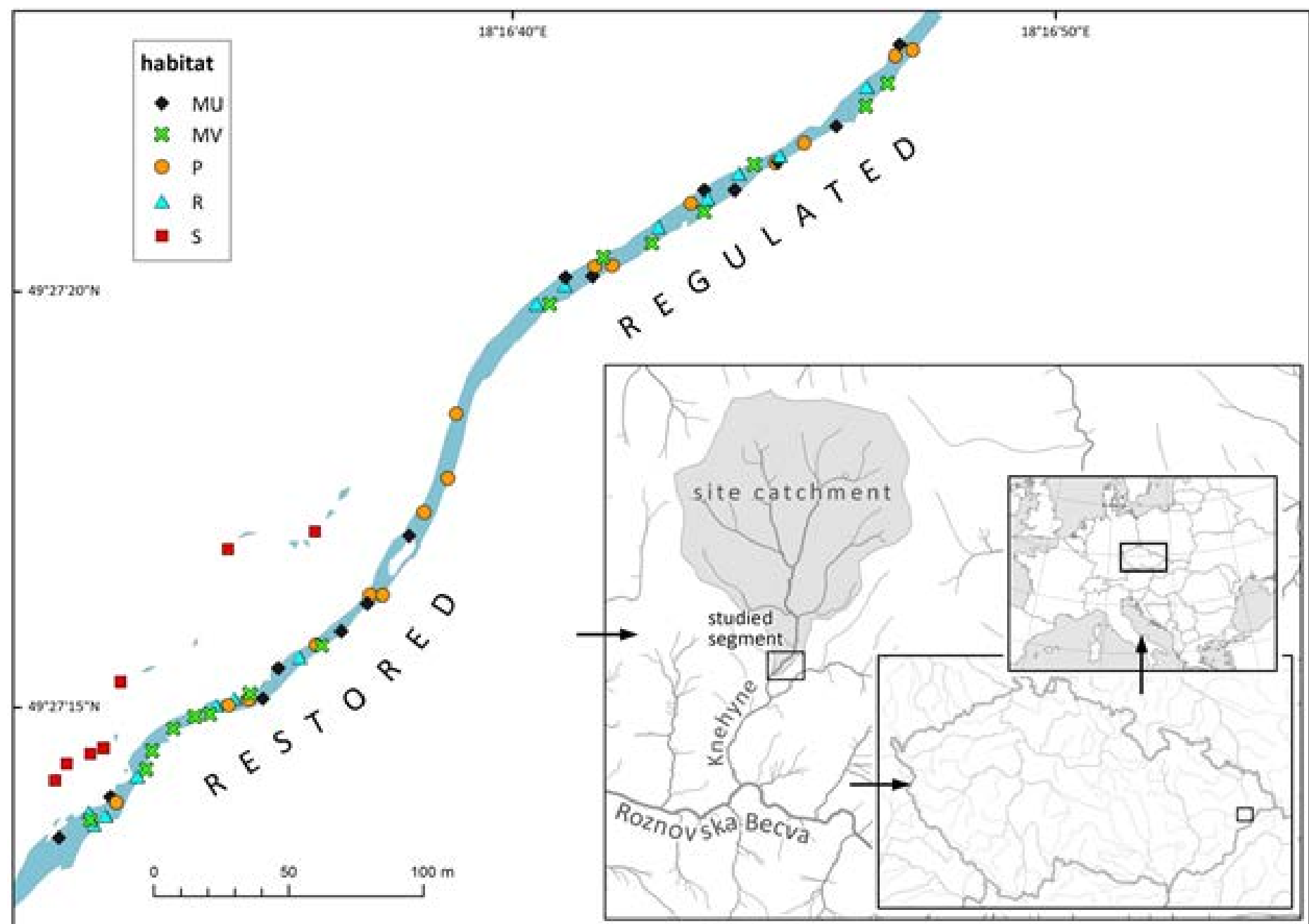
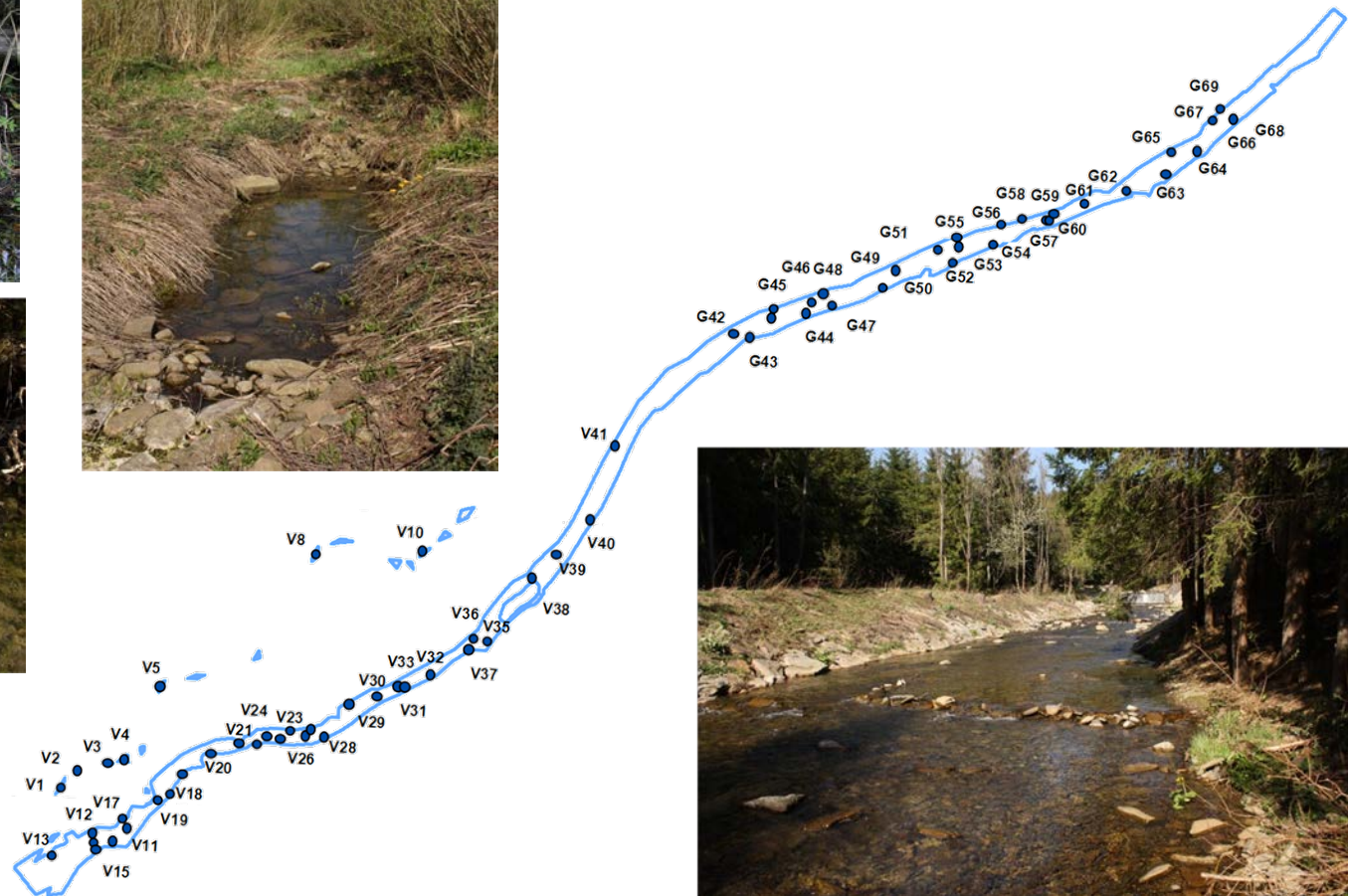


Fig. 1. Location of sampling points at restored and regulated stretches of Knehyne stream (MU=unvegetated margins, MV=vegetated margins, P=channel pools, R=riffles, S=side arm pools).

# 4. REVITALIZACE NA ÚROVNI HABITATŮ - KNĚHYNĚ

## LOKALITA





# HYDROMORPHOLOGY



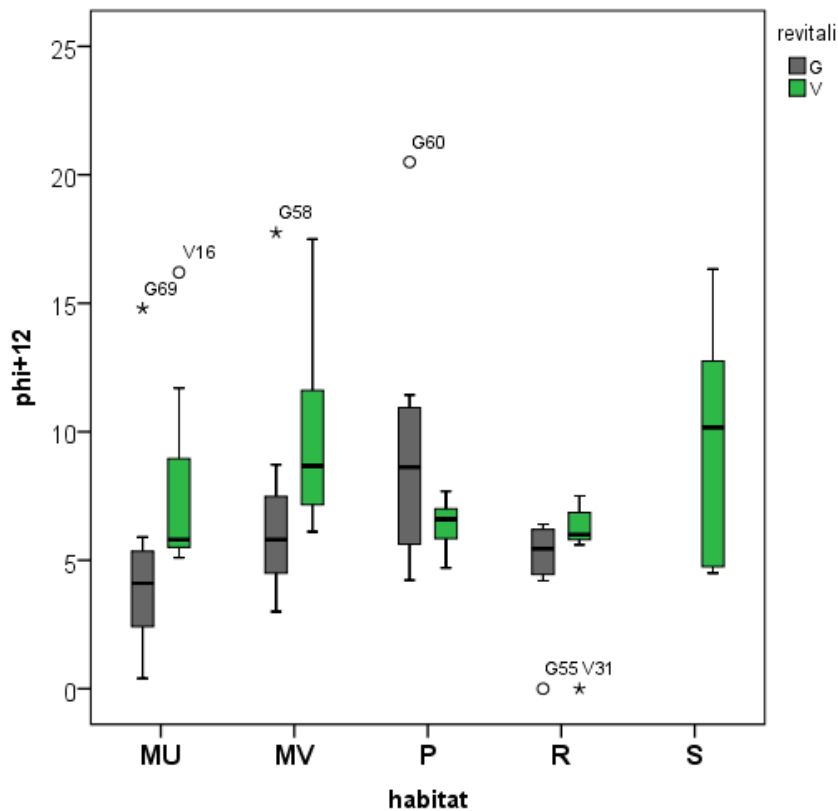


# HYDROMORPHOLOGY



# ENVIRONMENTAL PARAMETERS

## mineral substrate (phi+12) (particle size)



### VxG difference (all habitats):

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

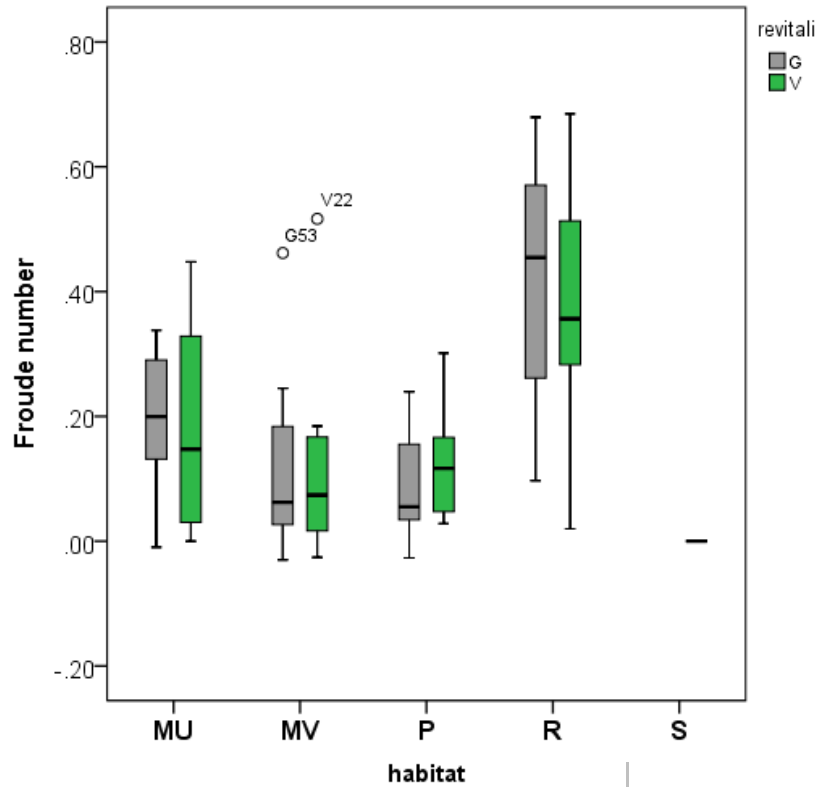
### VxG difference (habitats):

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

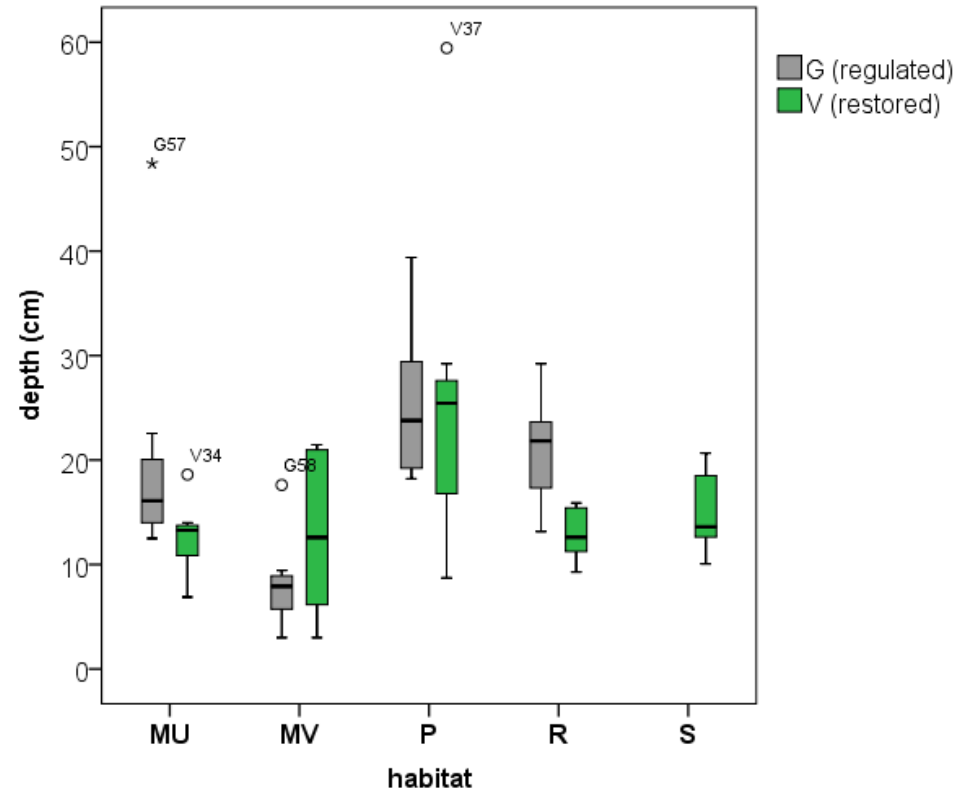


# ENVIRONMENTAL PARAMETERS

## Froude number



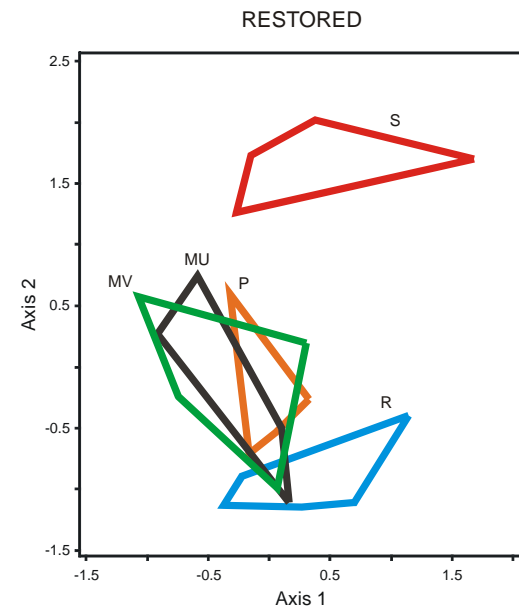
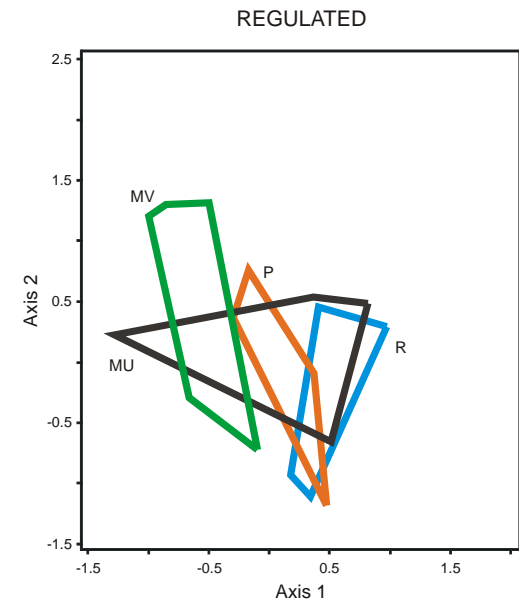
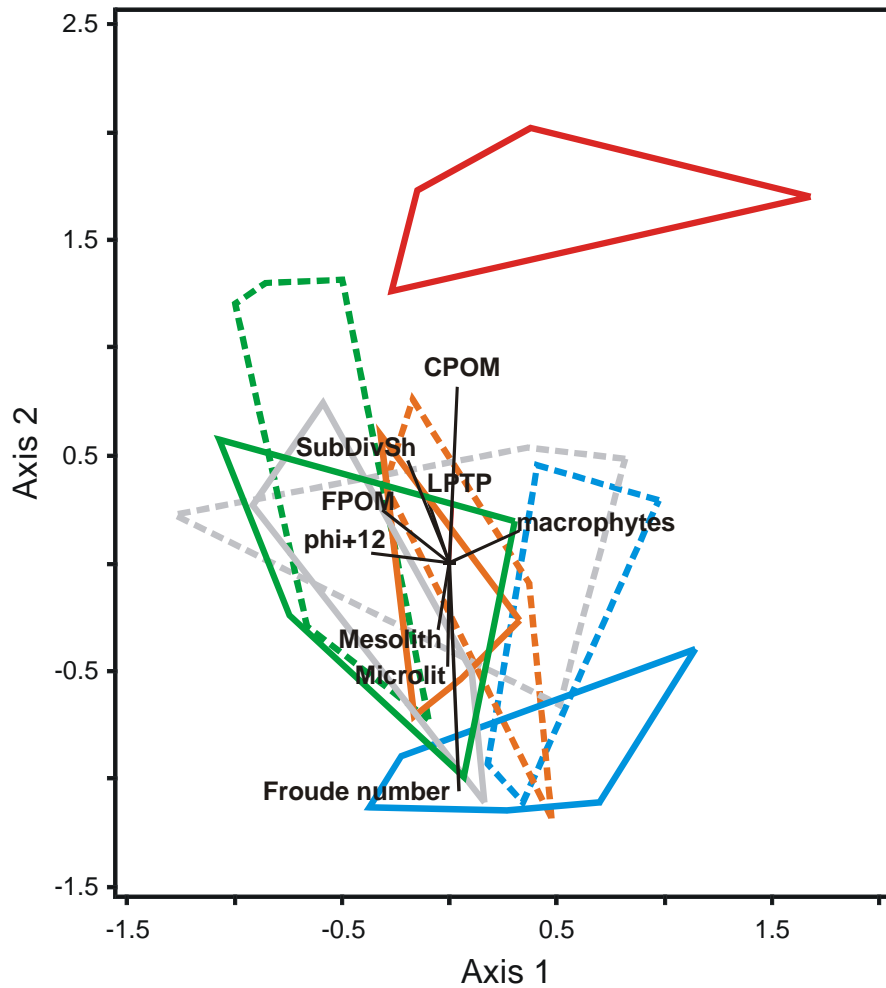
## depth



■ G (regulated)  
■ V (restored)

# Macroinvertebrate communities

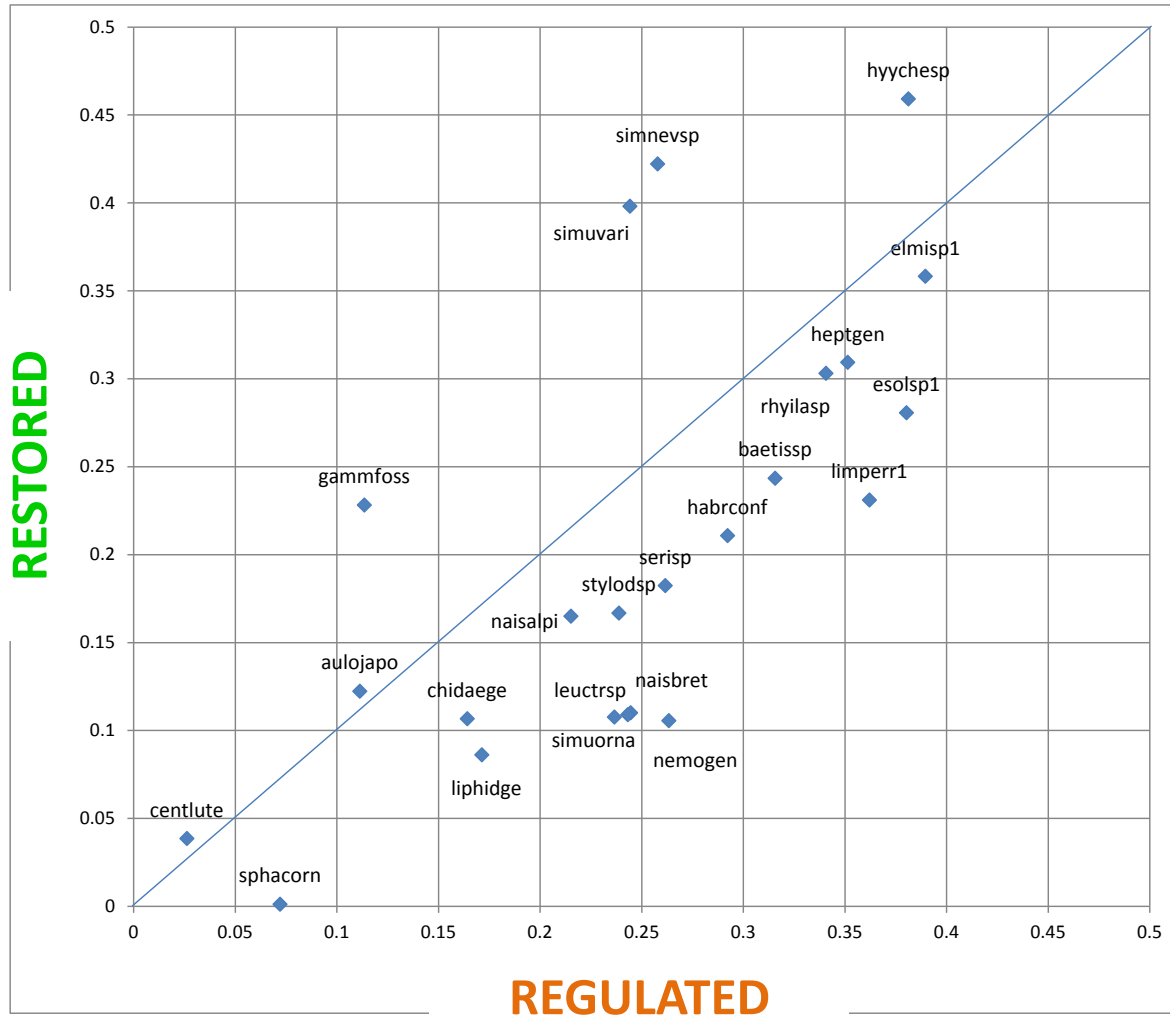
## Multidimensional Scaling (Bray-Curtis dissimilarity)



# ENVIRONMENTAL PREFERENCES (weighted average)

## Froude number

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

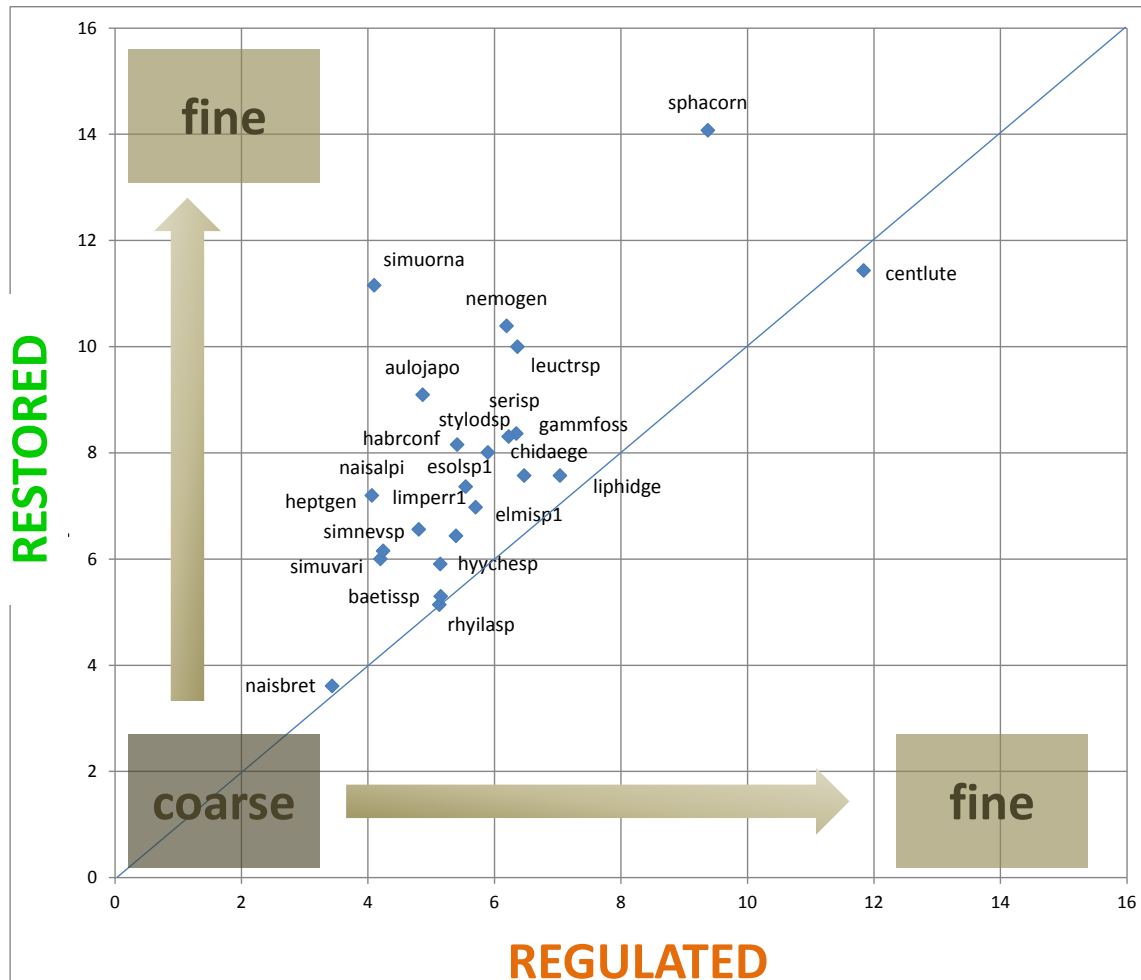


- hydraulic preferences of frequently occurred taxa were identified
- majority of taxa preferred lower Froude number in restored stretch than in regulated



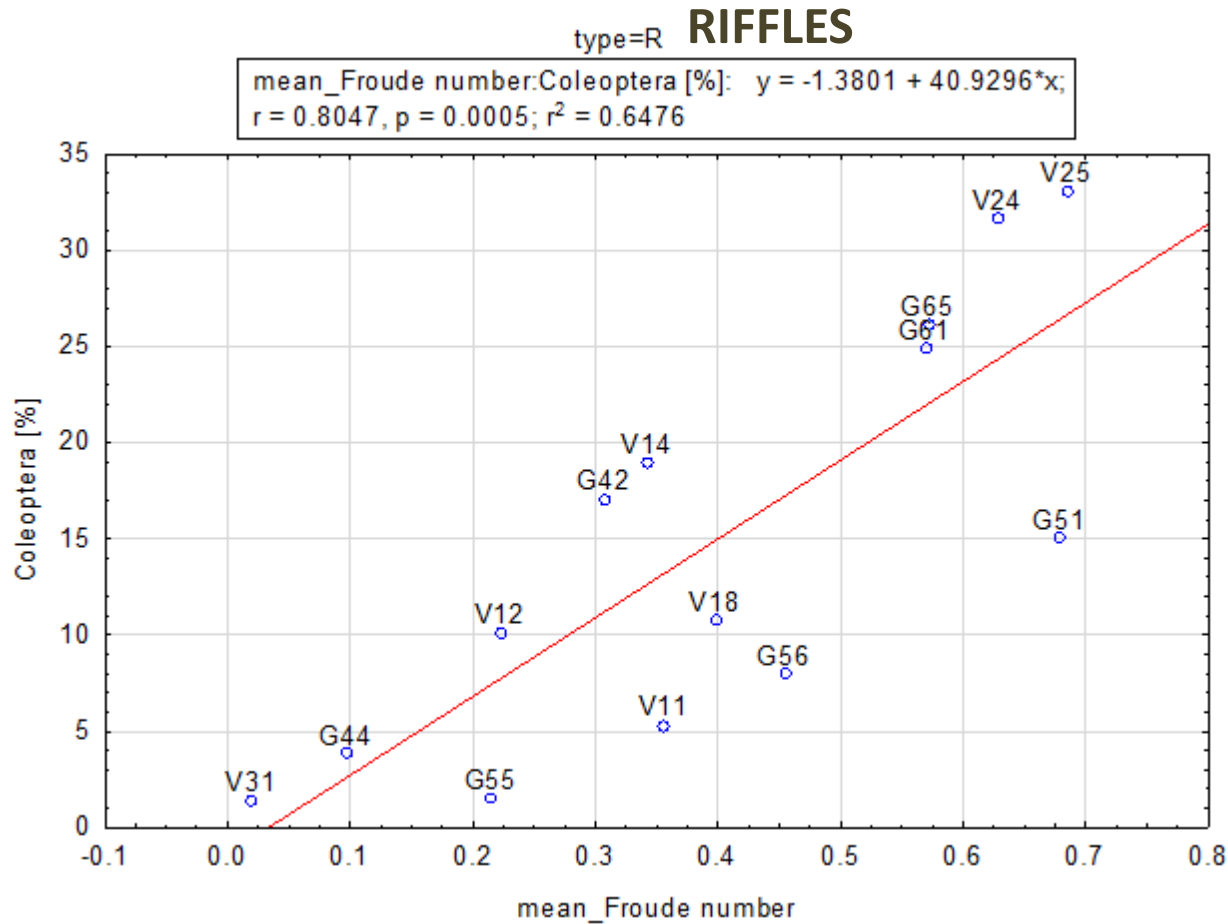
# ENVIRONMENTAL PREFERENCES (weighted average)

substrate (phi+12)



- identified linkages between taxa and substrate particle size
- taxa occurred at finer substrate in restored stretch

## Froude number x % Coleoptera abundance



habitat-specific relationships

# Kněhyně stream habitats





## pools of lateral channel



*Radix labiata* (V4)



*Pyrrhosoma nymphula* (V4)



# SPECIFIC TAXA

## riffles



restored



*Heptageniidae Gen. sp.*



*Baetis sp.*

regulated



*Limnius perrisi*



Chironomidae



## pools (main channel)



restored



*Habroleptoides confusa*

regulated



*Simulium ornatum*



*Leuctra* sp.



## vegetated marginal habitats (MV)



restored



*Centroptilum luteolum*, *Baetis* sp.

regulated



*Aulodrilus japonicus*



*Gammarus fossarum*

## unvegetated marginal habitats (MU)



restored



*Habroleptoides confusa*



*Gammarus fossarum*



*Hydropsyche* sp.

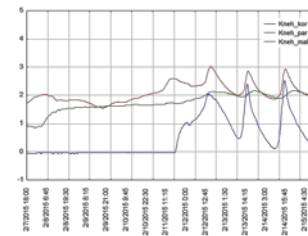
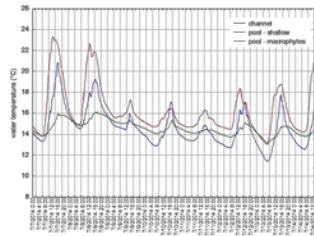
regulated



*Simulium ornatum*

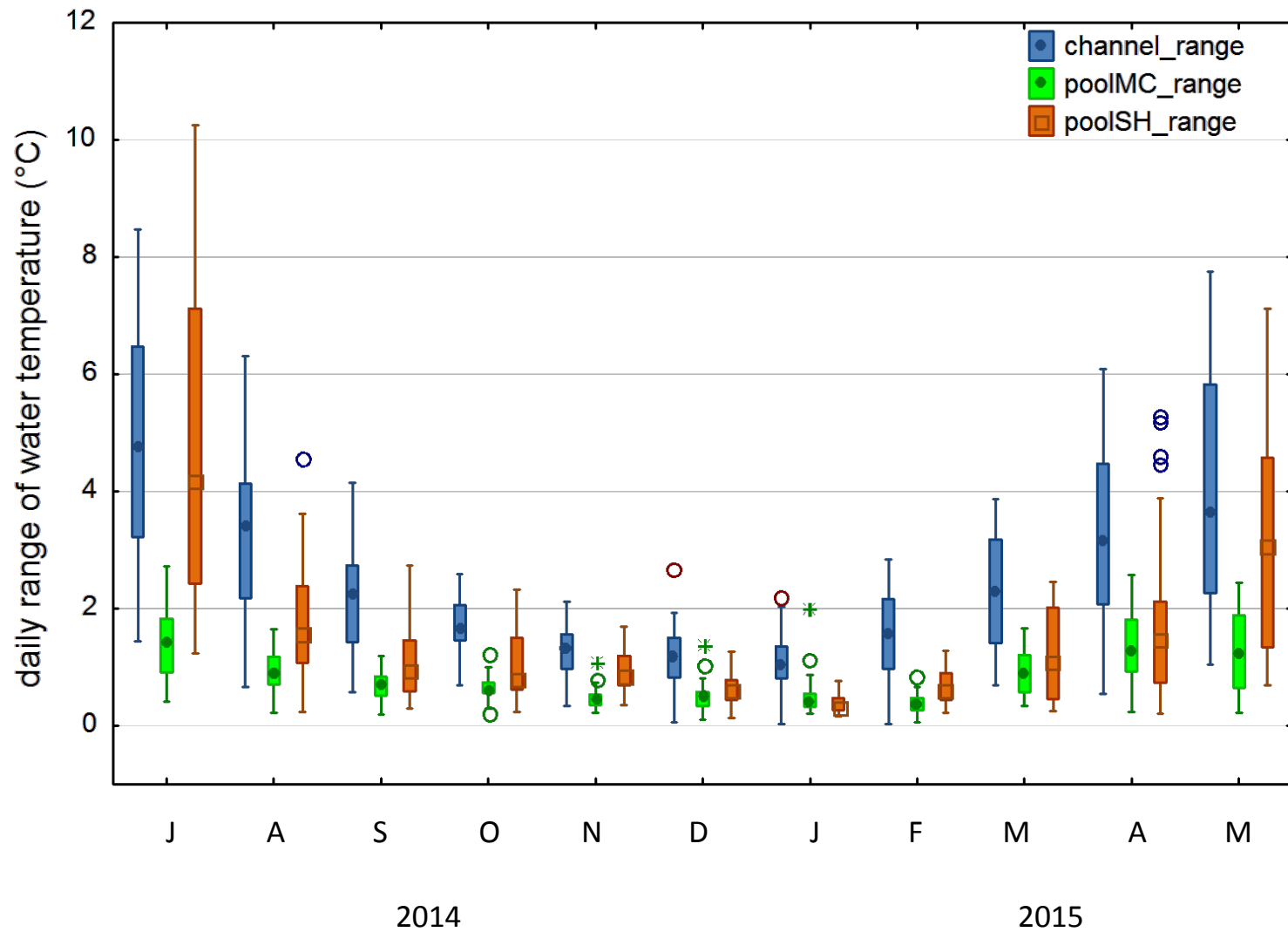
# 4. REVITALIZACE NA ÚROVNI HABITATŮ - KNĚHYNĚ

## TEPLOTA





## TEPLOTA



- 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, O<sub>2</sub>)
- 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
- informace o teplotním režimu, vodivosti a saturaci kyslíku (datalogery)
- 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



## TÉMATA – ORGANICKÁ HMOTA VE VODNÍCH TOCÍCH

### Modelování faktorů ovlivňujících retenci, transport a využití organické hmoty ve vodních tocích

*Cíle projektu:*

*1) Vyhodnotit které faktory a na jakých prostorových škálách určují vlastnosti partikulované organické hmoty ve vodních tocích*

*2) Analyzovat interakce mezi parametry partikulované organické hmoty a dalšími faktory prostředí při utváření ekologické niky larev pakomárů ve vodních tocích*

- **modely distribuce** jemných říčních sedimentů
- vysvětlení **vlastností POM** na základě faktorů různých prostorových úrovní
- vztah POM a detritofágních **konzumentů** (larvy pakomárů)
- terénní a laboratorní **experimenty**

## Čím starší, tím lepší? Vztah historického vývoje rybníků a jejich biodiverzity

### **Cíle projektu:**

- 1) Objasnit vztah mezi stářím a kontinuitou vývoje rybníků na jedné straně a jejich druhovou a funkční biodiverzitou na straně druhé
- 2) Zjistit, zda se vztah mezi biodiverzitou a kontinuitou vývoje liší napříč různými taxonomickými skupinami
  - recentní a subrecentní společenstva pakomárů ve vztahu k podmínkám prostředí
  - vazba pakomárů a vážek na vybrané typy rybníčních biotopů a jejich parametry

GAČR (2018-2020?)

**Vypsaná:**

- 1) Spatial and temporal patterns of stream temperature
- 2) Chironomidae as model bioindicator of recent land use in catchment

**Potenciální:**

- 3) Particulate organic matter in streams: drivers of retention, transport and processing
- 4) Chironomidae as model group for assessment of recent and historical conditions in ponds