



# Účinnost biomanipulace pro řízení vodního ekosystému a kvality vody ve vodárenských nádržích?

**Josef Hejzlar, Petr Blabolil, Martina Čtvrtlíková,  
Tomáš Jůza, Vojtěch Kasalický, Jan Kubečka,  
Jaromír Sed'a, Petr Znachor**

*Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice*

# Bio-manipulace

(neboli „*top-down effect*“)  
je založena na ovlivnění  
potravního řetězce vodního  
ekosystému:

**dravé ryby (nebo odlov)**



**plaktonožravé ryby**

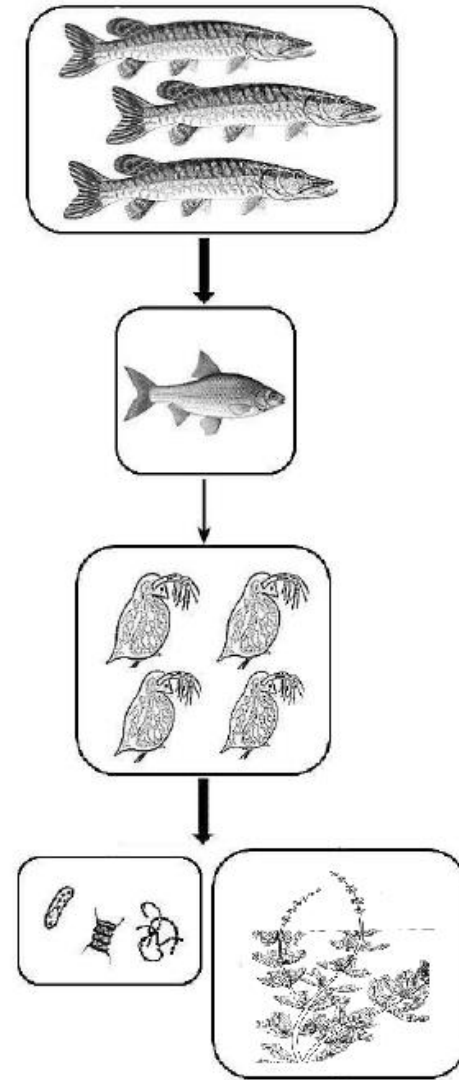
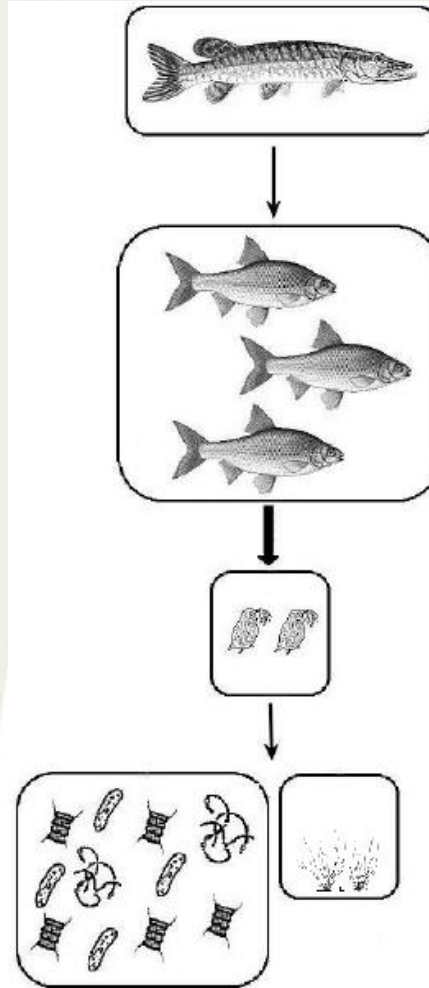


**zooplankton**



**fytoplankton / makrofyta**

s cílem omezit rozvoj fytoplanktonu,  
podpořit ponořená vodní makrofyta a  
udržet ekosystém ve stavu „čiré vody“



podle: Adámek 2010

Projekt

# BIOMANIPULACE JAKO NÁSTROJ ZLEPŠENÍ KVALITY VODY NÁDRŽÍ

je spolufinancován Evropskou unií



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Cíl projektu:

Prokázat schopnost biomanipulace ovlivňovat kvalitu vody v hlubokých stratifikovaných nádržích na škále trofických podmínek a průtočnosti

- Plán:
- |      |   |  |
|------|---|--|
| 2018 | } | - monitoring vodního ekosystému nádrží (Římov, Klíčava, Žlutice)                     |
| 2019 |   |  |
| 2020 | } | - intenzivní soustavný odlov planktonožravých ryb<br>- monitoring vodního ekosystému |
| 2021 |   |  |
| 2022 |   |  |

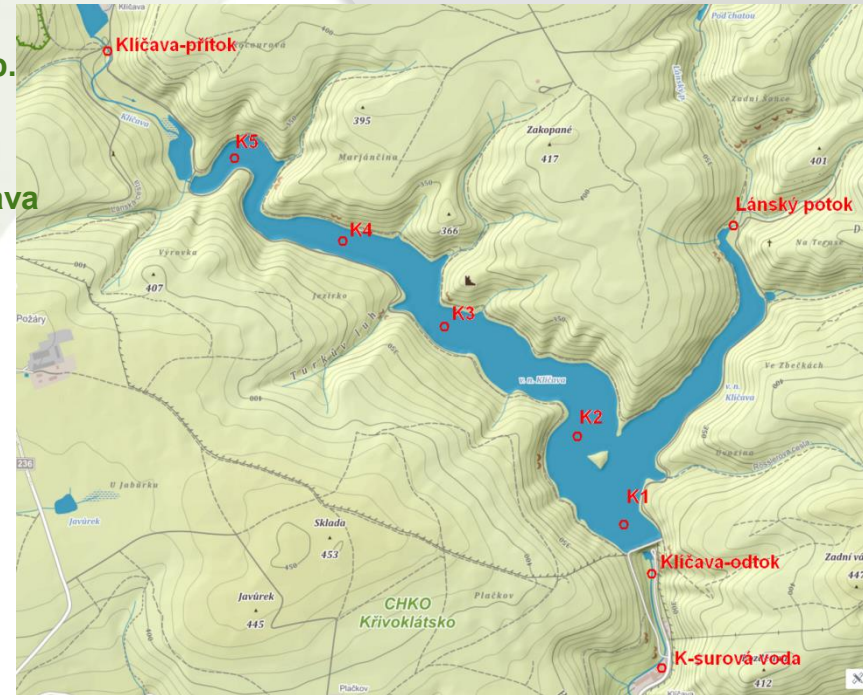
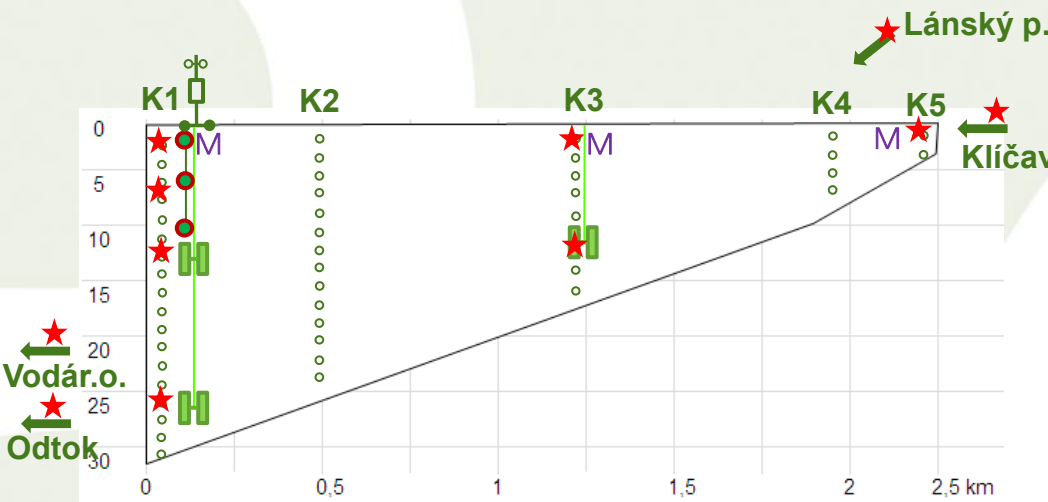
## **Otázka:**

**Lze odstraněním planktonožravých ryb a podporou dravců výrazně ovlivňovat vodní ekosystém a kvalitu vody také v hlubokých nádržích?**

**Jestliže ano, mělo by snížení biomasy planktonožravých ryb ovlivnit:**

- zooplankton - zejména jeho velikostní strukturu
- fytoplankton – jeho koncentraci i složení
- mikroorganismy – bakterie, nálevníci, bičíkovci
- živinový režim a kvalitu vody – koloběh P, průhlednost
- vodní makrofyta – rozvoj zvýšením průhlednosti

# Klíčava – příklad schématu odběrů



## Klimatická stanice (měření III-XII):

$T_a$ , rychlost a směr větru, radiace, vlhkost vzduchu



## Vysokofrekvenční (měření III-XII) pro měření aerobního metabolismu nádrže a emisí $\text{CO}_2$ : rozp. $\text{O}_2$ , $T_w$ , pH



## Chemie vody (3týdenní interval I-XII): formy živin (P, N, Si), sušina sestonu, ionty, pH, vodivost, aj.



## Stanovení plynů ve vodě (methan, $\text{CO}_2$ ) pro odhad emisí methanu: rozpuštěný $\text{CH}_4$



## Zonace (3týdenní interval I-XII): $T_w$ , $\text{O}_2$ , chlorofyl-a, skupiny fytoplanktonu, F-DOC



## Sedimentace sestonu (3týdenní interval I-XII): Sušina, POC, PN, PP, chlorofyl-a

# Klíčava



# Žlutice



# Římov



Charakteristické parametry 2018 / 2019 / 2020 / 2021	Klíčava	Žlutice	Římov
Kóta hladiny [m n. m.]	290,8/289,0/288,4/292,2	505,1/505,2/505,5/505,5	468,6/469,2/469,7/469,2
Prům. plocha hladiny [km <sup>2</sup> ]	0,54 / 0,49 / 0,47 / 0,69	1,19 / 1,21 / 1,24 / 1,24	1,86 / 1,91 / 1,95 / 1,91
Prům. hloubka [m]	12,1 / 11,7 / 11,5 / 13,8	7,6 / 7,6 / 7,7 / 7,8	15,0 / 15,1 / 15,3 / 15,1
Prům. doba zdržení vody [rok]	2,3 / 2,1 / 1,7 / 1,0	0,43 / 0,43 / 0,48 / 0,25	0,36 / 0,27 / 0,18 / 0,25
Rozsah kolísání hladiny [m]	2,7 / 1,4 / 1,6 / 5,0	4,0 / 3,6 / 3,4 / 3,2	2,8 / 1,7 / 1,8 / 2,2
Hráz – hladina (IV-IX): P <sub>celk</sub> [µg/l]	12 / 14 / 21 / 18	18 / 24 / 21 / 32	19 / 23 / 31 / 25
Anorganický N [µg/l]	0,09 / 0,13 / 0,33 / 2,0	0,8 / 1,1 / 0,9 / 1,6	0,6 / 0,7 / 1,1 / 0,8
Rozpuštěný reaktivní Si [mg/l]	1,1 / 1,1 / 1,8 / 2,7	1,9 / 2,5 / 1,8 / 3,7	3,3 / 3,5 / 4,1 / 5,2
Molární poměr C/P sestonu	202 / 227 / 160 / 151	276 / 275 / 287 / 194	356 / 220 / 161 / 168
Chlorofyl-a [µg/l]	3,7 / 3,5 / 5,1 / 5,8	9 / 16 / 18 / 24	23 / 13 / 21 / 10
Průhlednost [m]	5,4 / 5,8 / 5,2 / 4,4	2,9 / 2,4 / 2,3 / 2,2	2,6 / 2,3 / 2,5 / 2,7

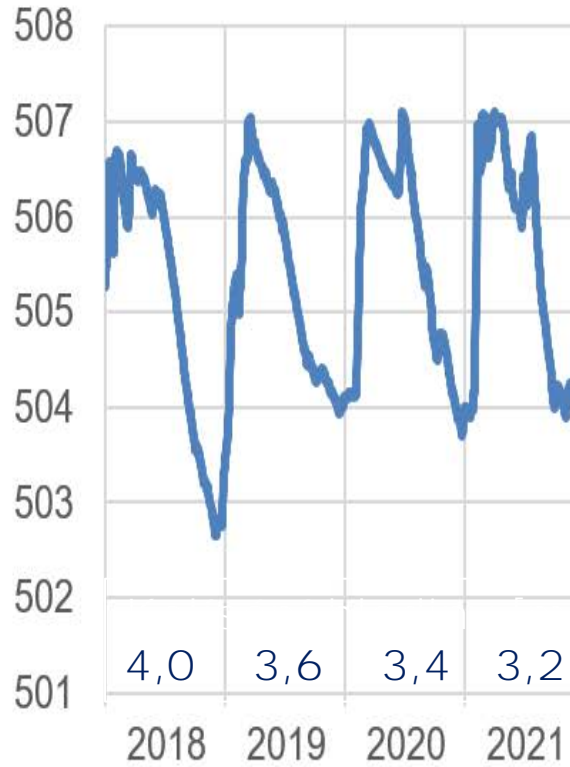
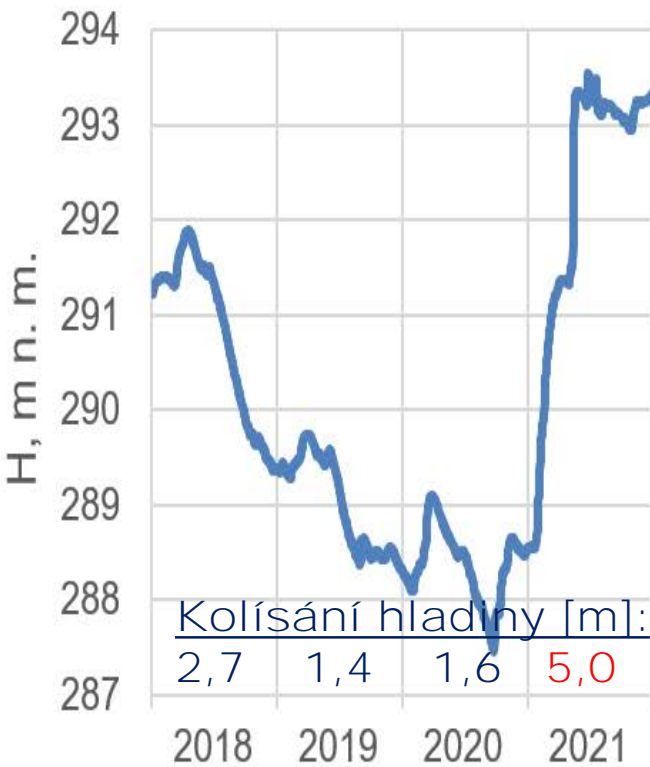
# Klíčava



# Žlutice



# Římov



**Doba zdržení vody [roky]:**  
2,1   2,1   1,4   1,0

0,43   0,43   0,48   0,25

0,36   0,27   0,18   0,25

# Klíčava



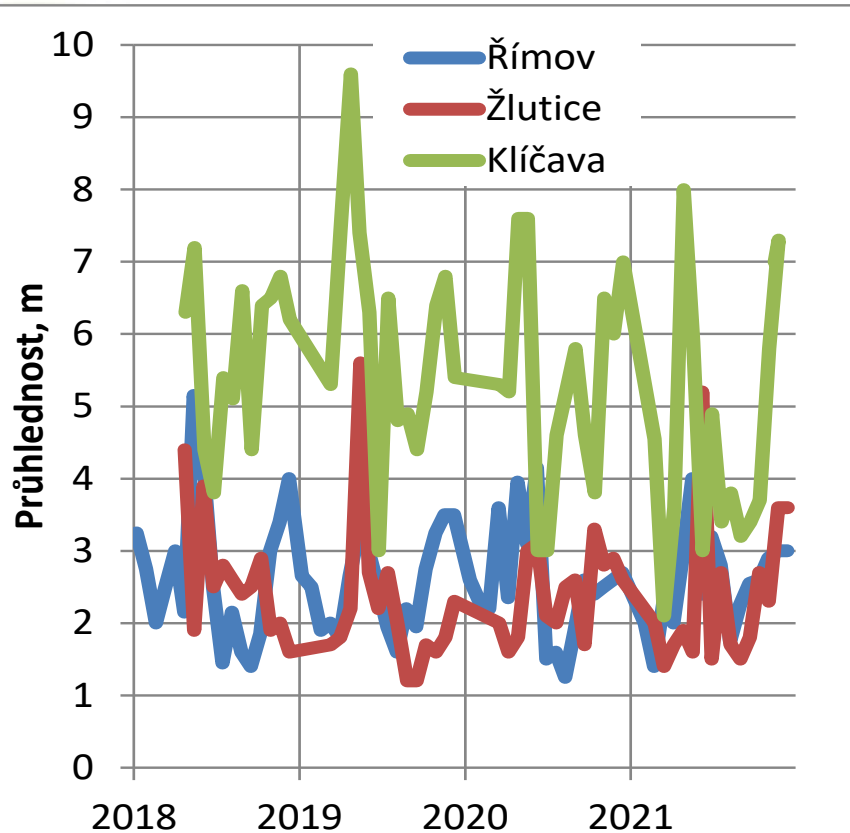
# Žlutice



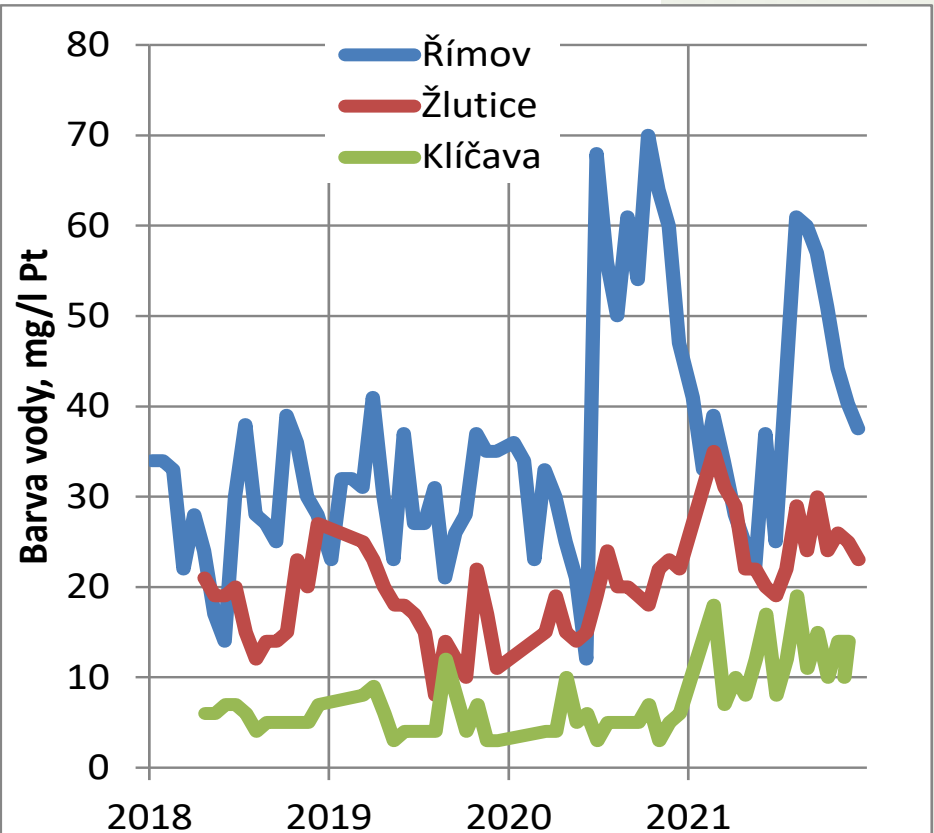
# Římov



## Průhlednost



## Barva





# Klíčava



# Žlutice



# Římov

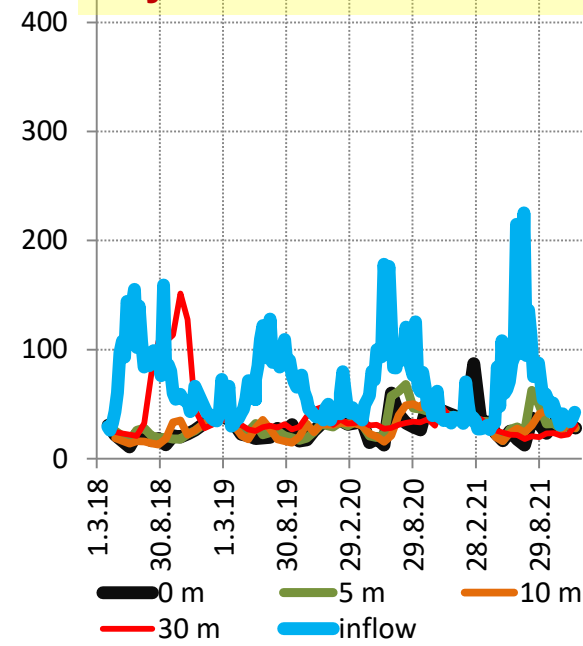
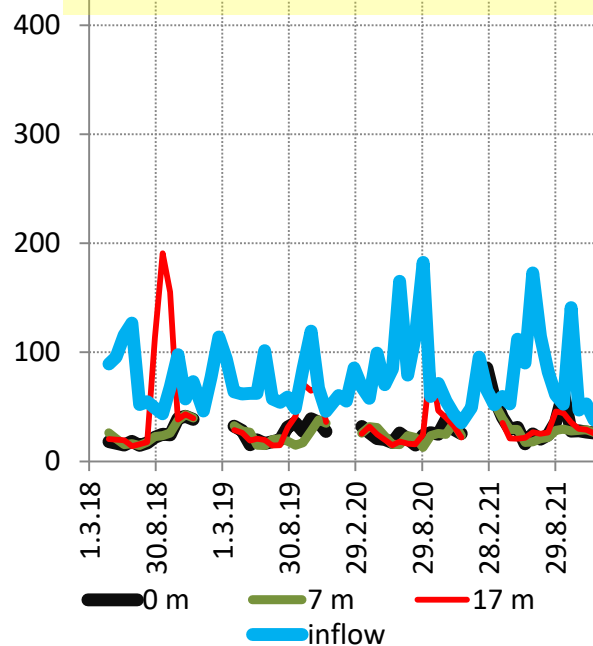
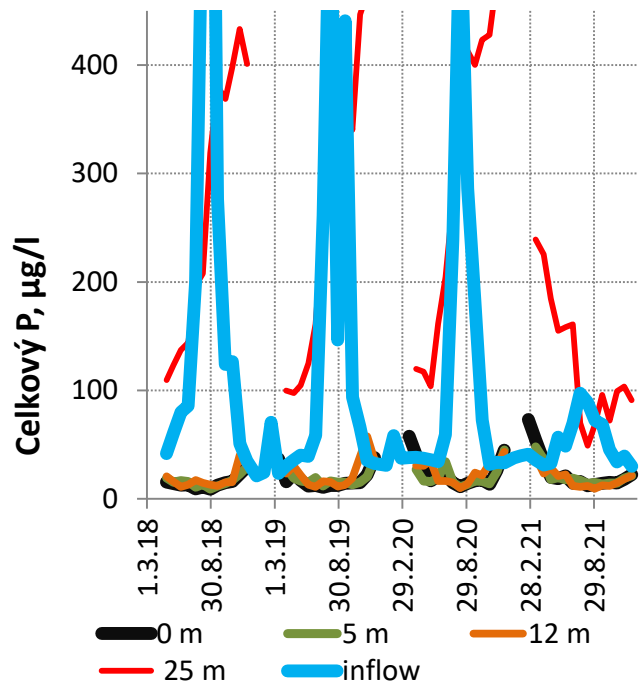


**suché roky 2018-2020:**  
hypertrofní přítok, ale nízké  
zatížení P - oligotrofní nádrž  
**mokrý rok 2021: mezotrofie**

## Celkový fosfor

**eutrofní přítok,  
ale nízké zatížení P -  
v nádrži mezotrofie**

**eutrofní přítok  
a vysoké zatížení P,  
v nádrži mezotrofie či  
eutrofie (2020)  
/ vysoká retenční P**



# Klíčava



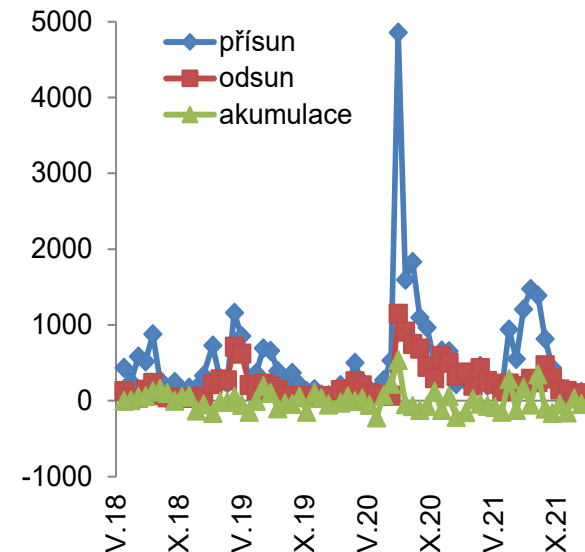
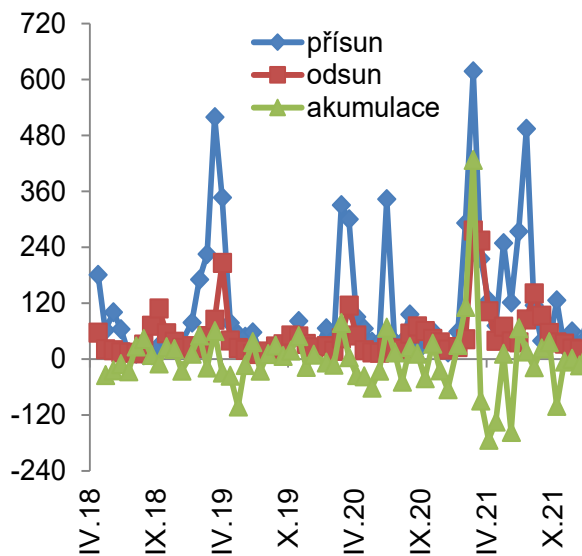
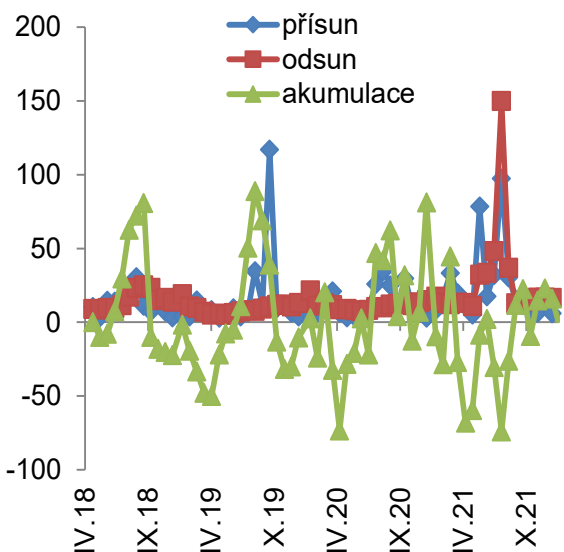
# Žlutice



# Římov



## Bilance fosforu: vstup – výstup – akumulace ve vodě



Retence P: -100 až +32 %

Koefficient  $v_p$ : 5 m/rok

Vnitřní zatížení P: VYSOKÉ

24 – 66 %

35 m/rok

NÍZKÉ (VIII.-X.)

53 – 66 %

70 m/rok

MINIMÁLNÍ

# Klíčava



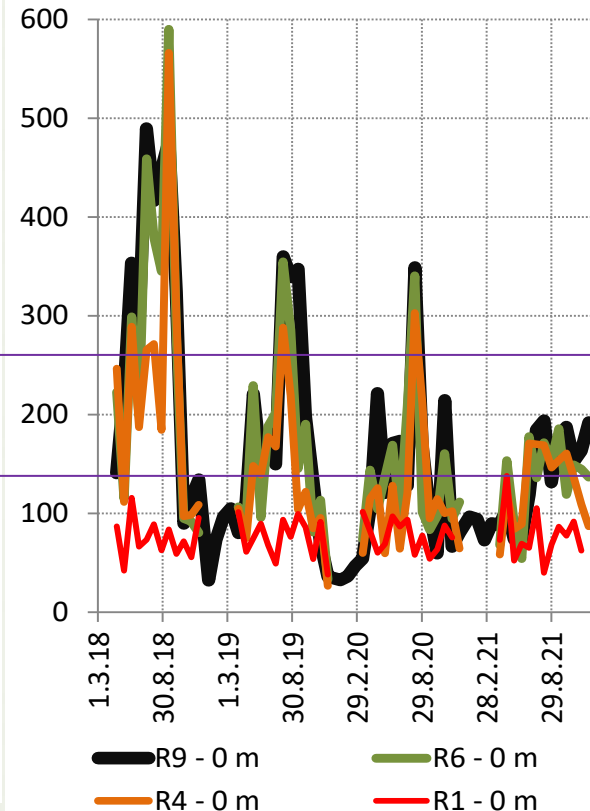
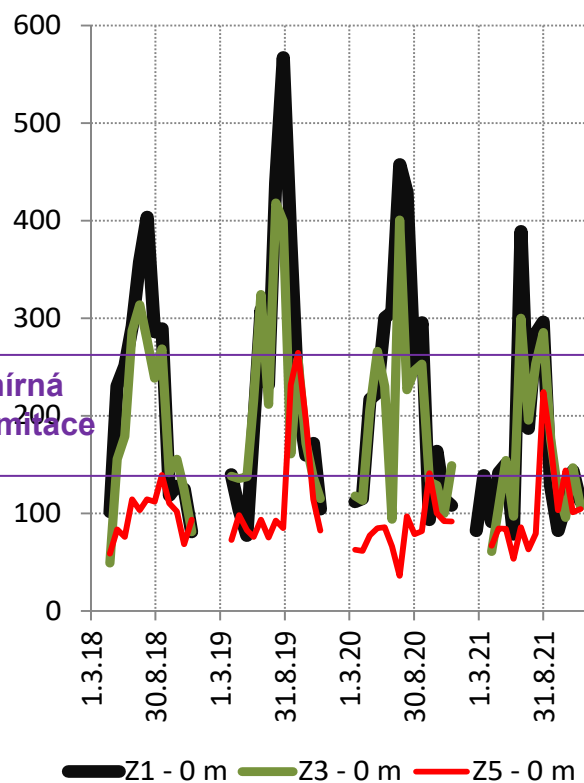
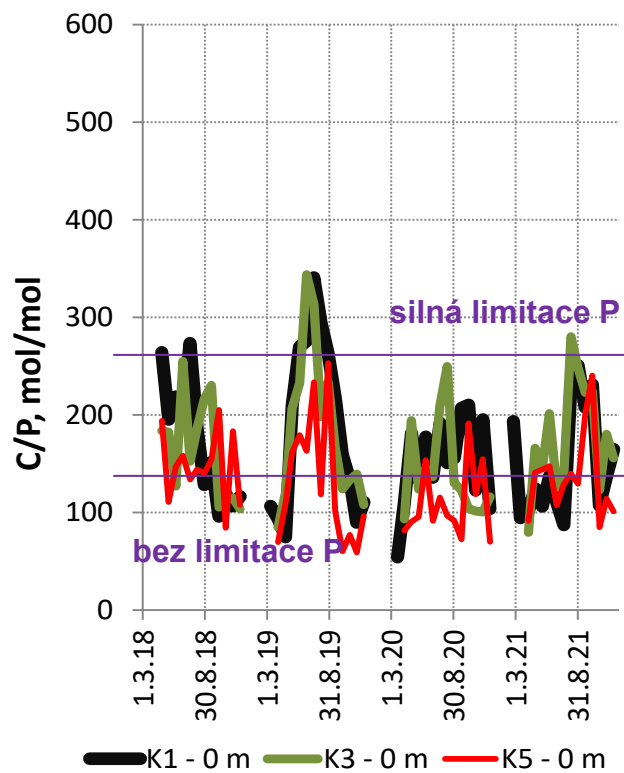
# Žlutice



# Římov



## Molární poměr C/P v sestonu – podélné profily



# Klíčava



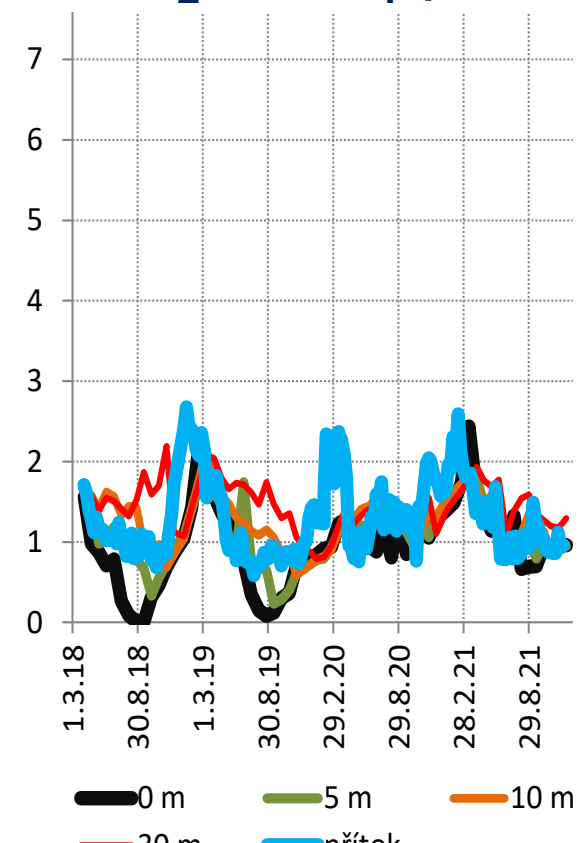
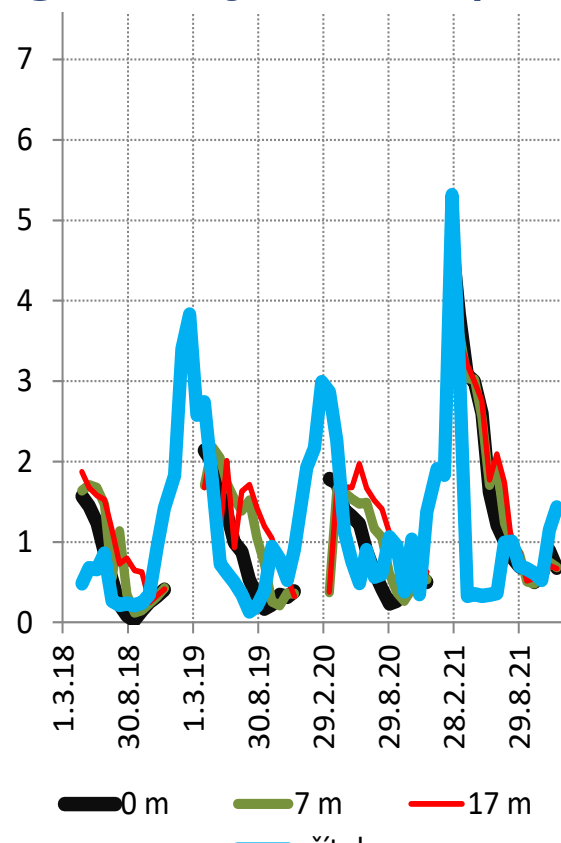
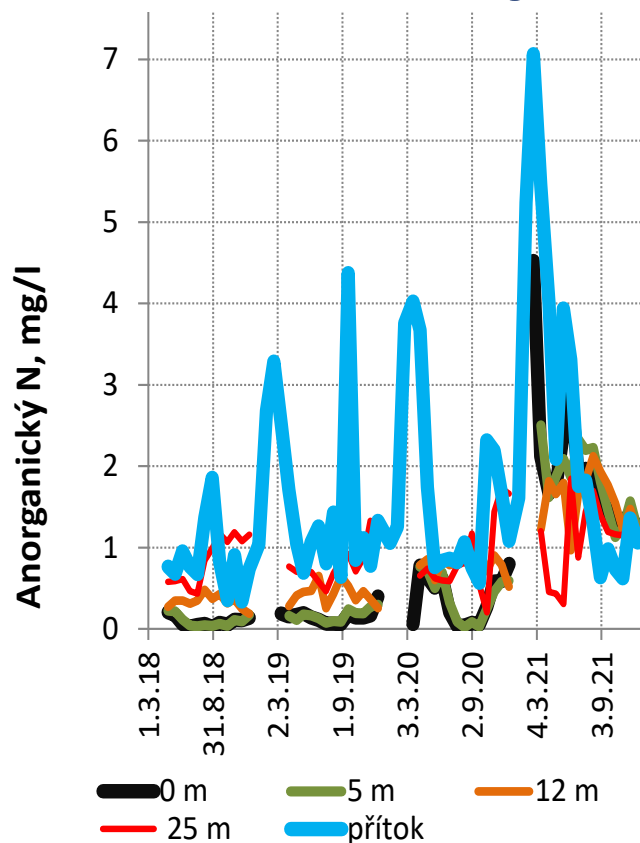
# Žlutice



# Římov



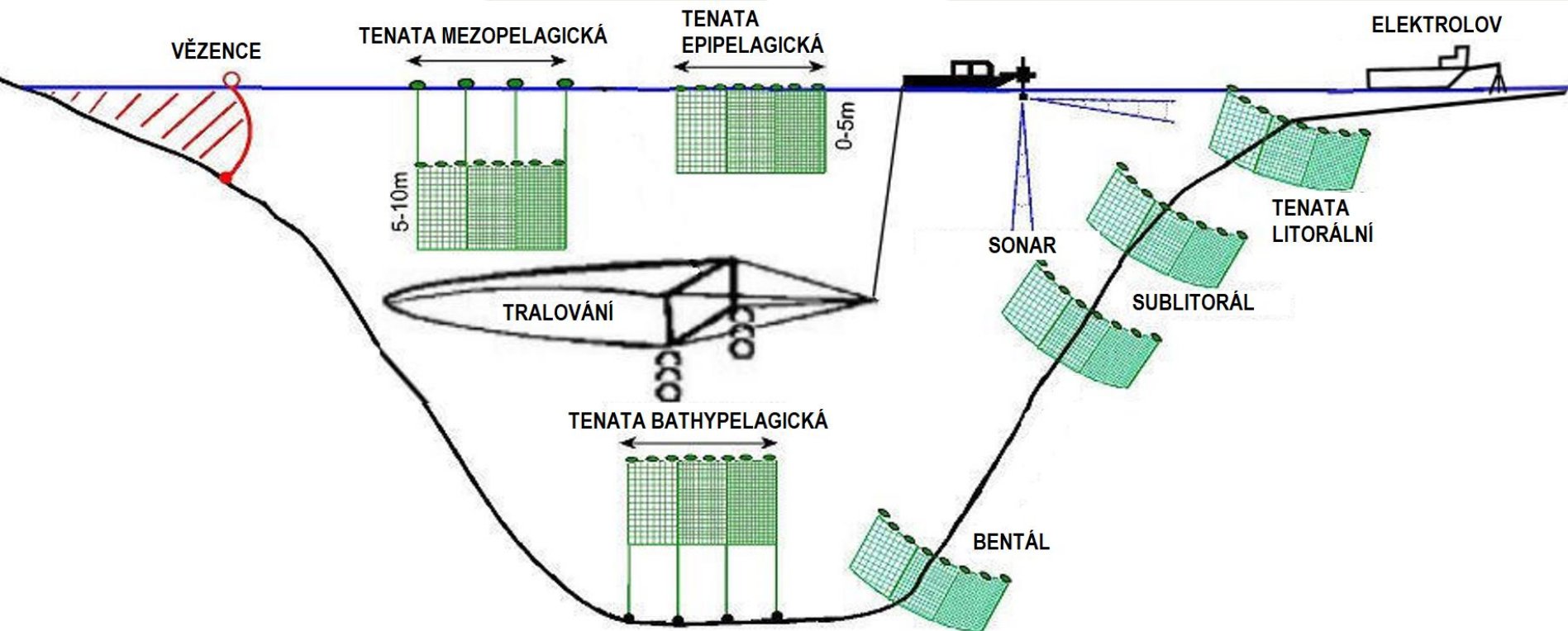
## Rozpuštěný anorganický dusík ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+$ )



# Rybí obsádky – metodika

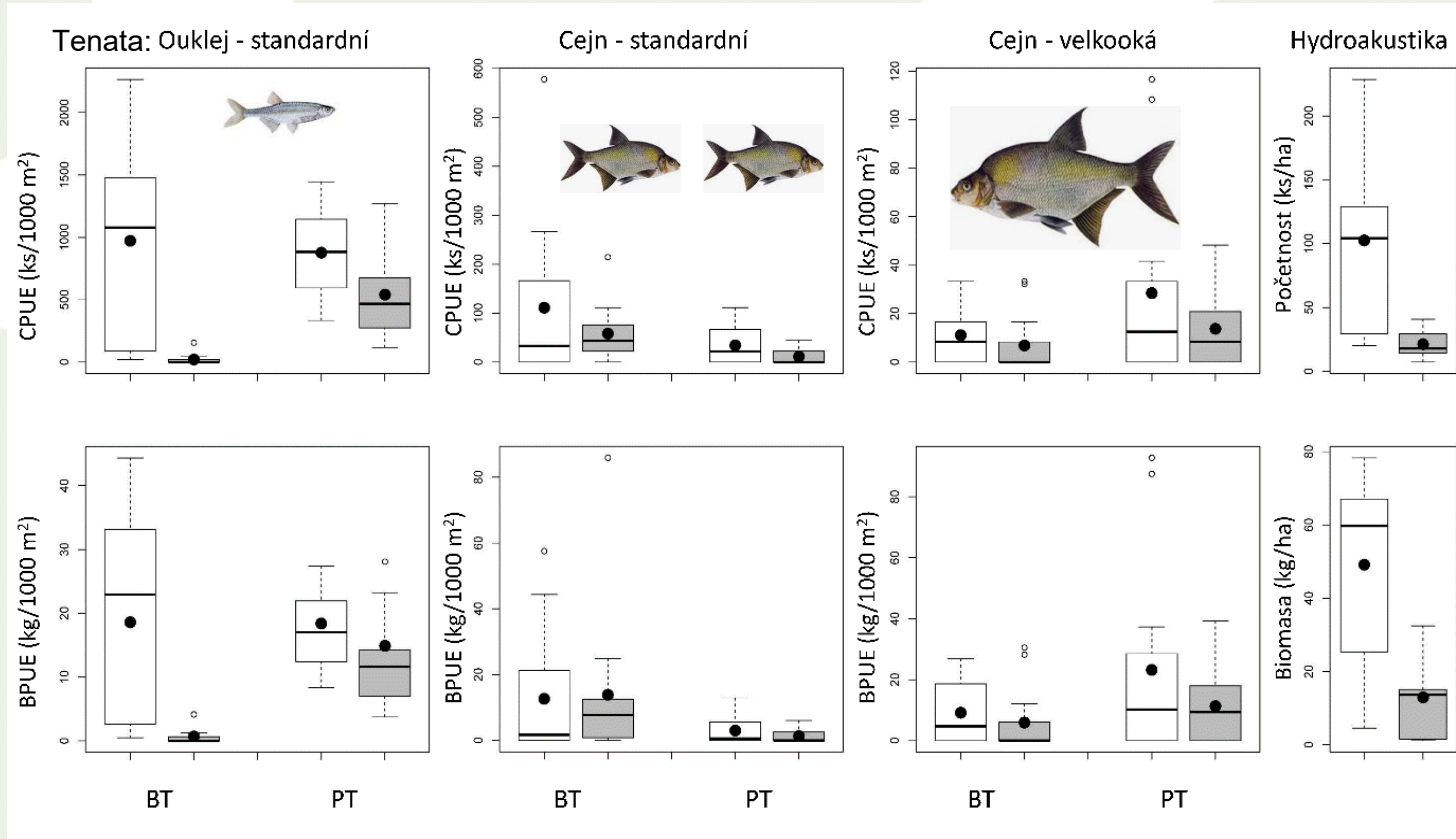
(viz Kubečka a kol. 2010):

- Monitoring složení rybí obsádky: abundance a biomasy druhů, velikostní, věkové složení a růst ryb (sonar, tenata, vlečné sítě, elektrolov) – 1x ročně (srpen-září)
- Odhady plůdkového společenstva ryb pelagického i litorálního – 1x ročně
- Odlovy: vězence na přítoku, elektrolov v litorálu, vlečná síť (tralování) – jaro až léto



# Rybí obsádky – výsledky odlovů v r. 2020

**Římov:** 49 kg/ha, tj. odloveno více než 50 % biomasy ryb



**Žlutice:** 18 kg/ha, tj. cca 35 %

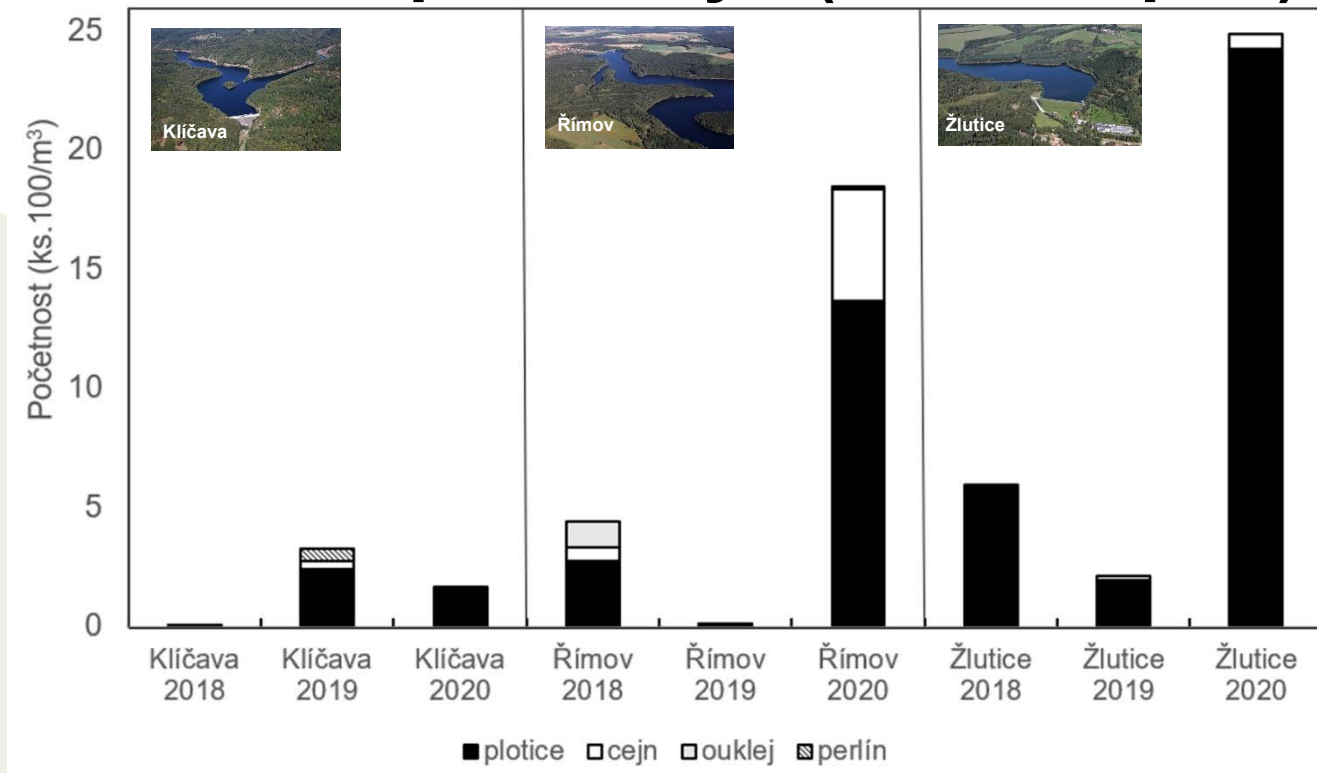


**Klíčava:** 7 kg/ha, tj. o cca 18 %



# Rybí obsádky – dopad snížení biomasy na početnost plůdku

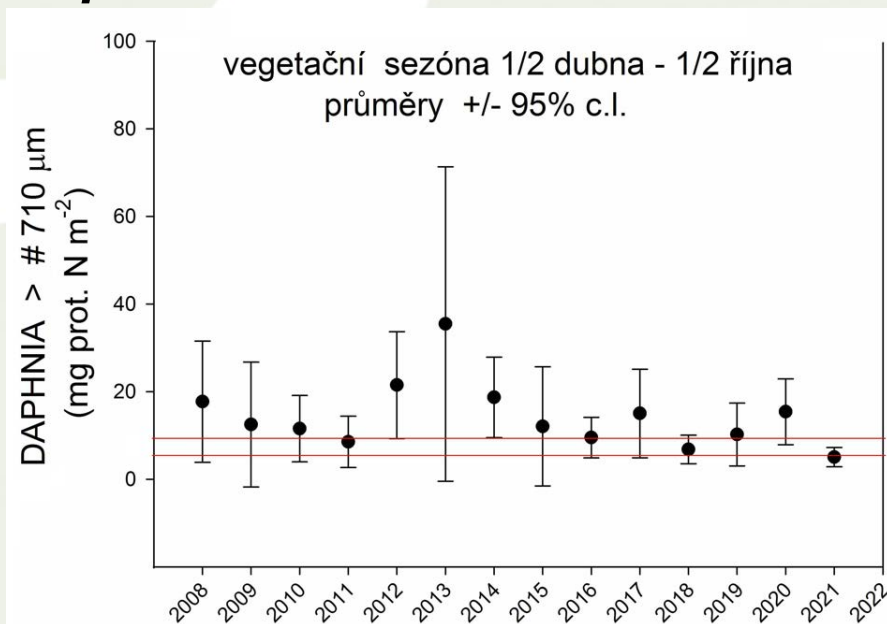
## Početnost plůdku ryb (stav v srpnu)



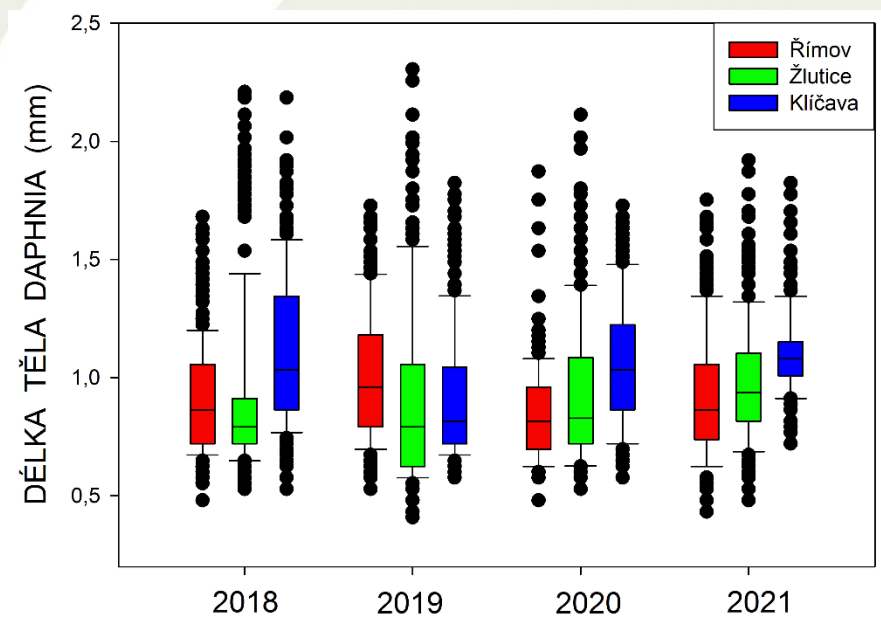
**Odlov planktonožravých ryb se projevil násobným nárůstem početnosti plůdku, který svým predáčním tlakem působí proti principu biomanipulace!**

# Zooplankton

## Vývoj biomasy velkých perlooček *Daphnia* v nádrži Římov 2008-2021



## Velikostní struktura populací *Daphnia* v epilimniu nádrží Římov, Žlutice a Klíčava během jarního maxima 2018-2021



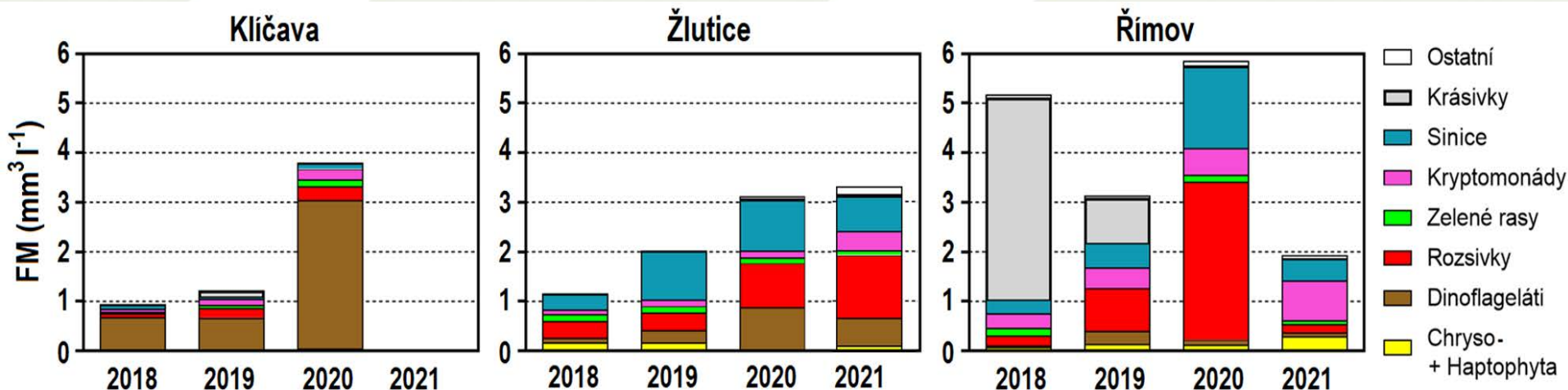
### Závěr:

Na biomase ani velikostní struktuře herbivorního zooplanktonu se odlovy planktonožravých ryb v r. 2020 a 2021 významněji neprojeví!



# Fytoplankton

Změny objemové biomasy uskupení fytoplanktonu v hladinové vrstvě nádrží Klíčava, Žlutice a Římov v letech 2018-2021



## Závěry:

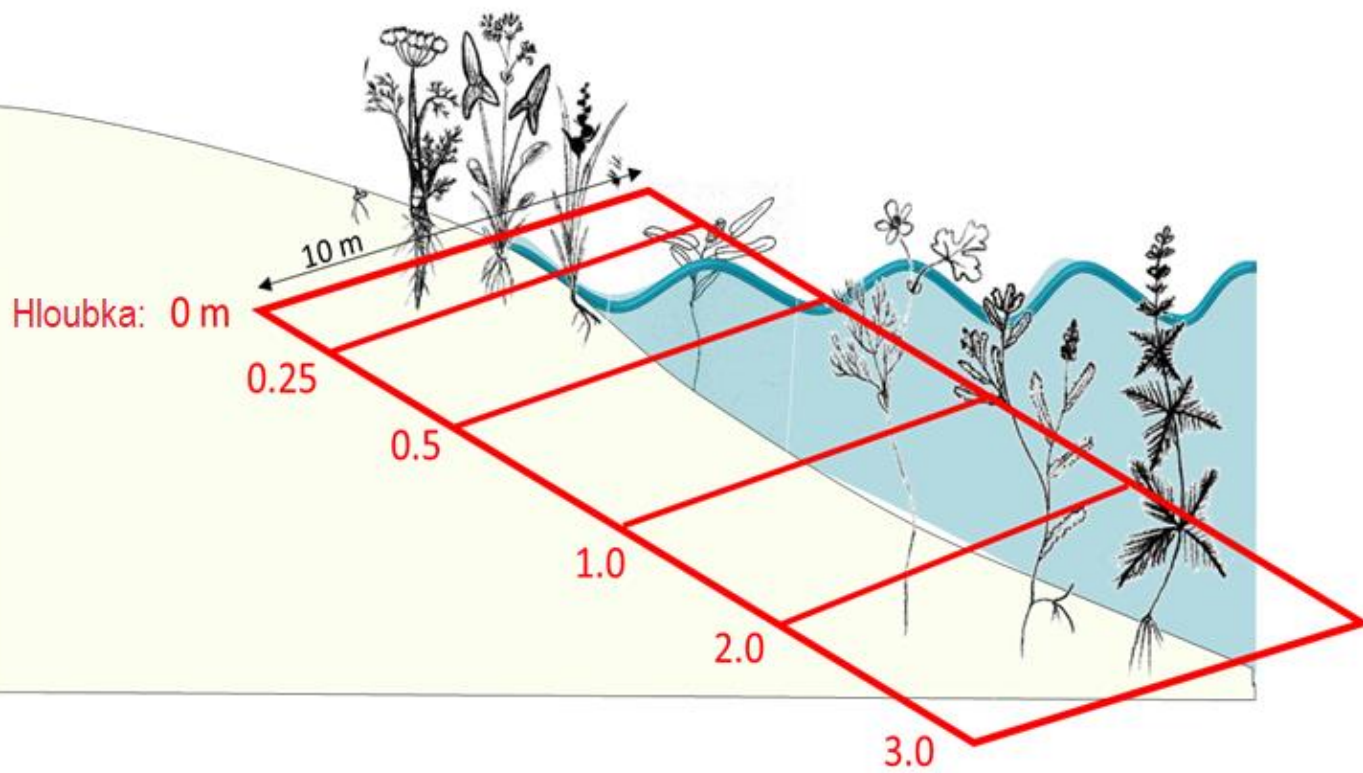
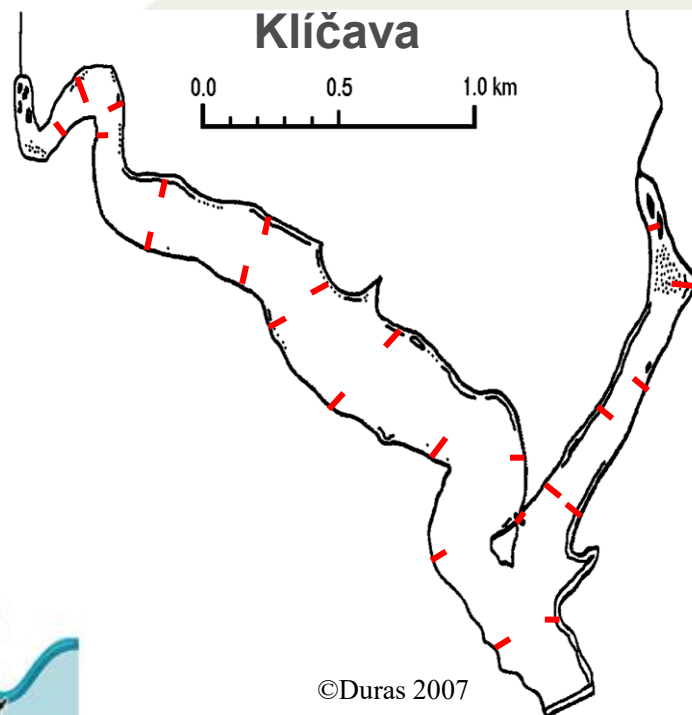
- Biomasa a složení fytoplanktonu odpovídá trofii jednotlivých nádrží, kterou určuje především živinové zatížení
- V letech 2020 a 2021 s biomanipulací nebylo žádné průkazné ovlivnění fytoplanktonu zjištěno

# Makrofyta

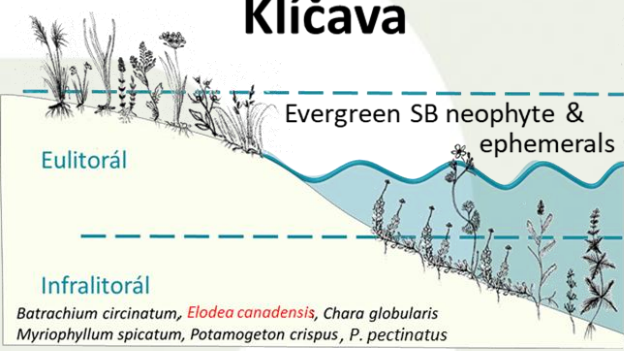
**Metodika monitoringu:** břehové pochůzky a potápění ve fixních pásových transektech v květnu, červenci a září

**Sledované parametry:** druhy a relativní abundance (pokryvnost rostlin, objem), dynamika v čase a prostoru, (primární produkce, maximální biomasa)

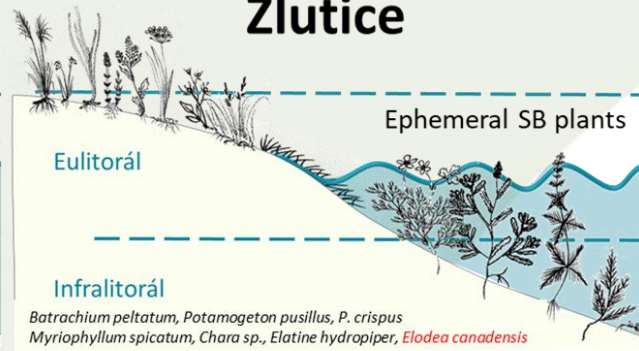
*Příklad rozmístění transektů v nádrži:*



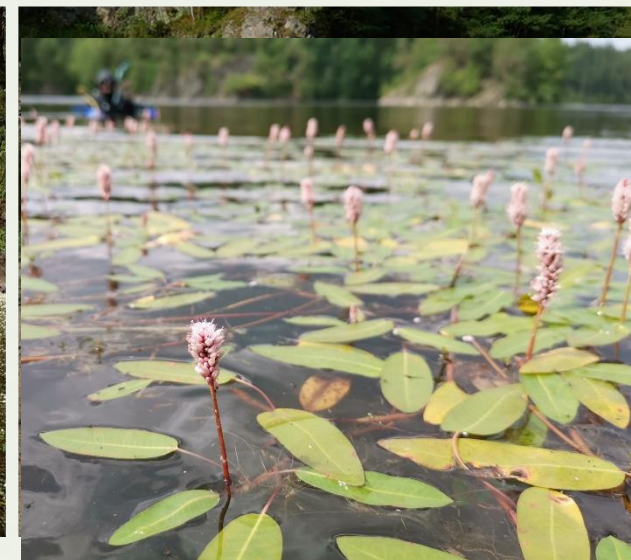
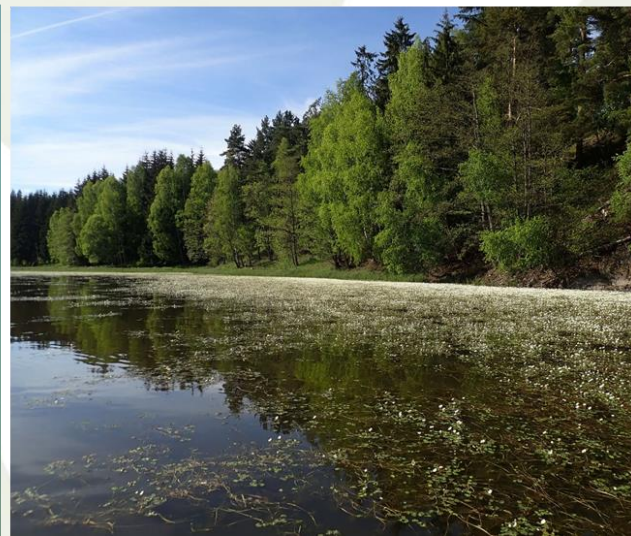
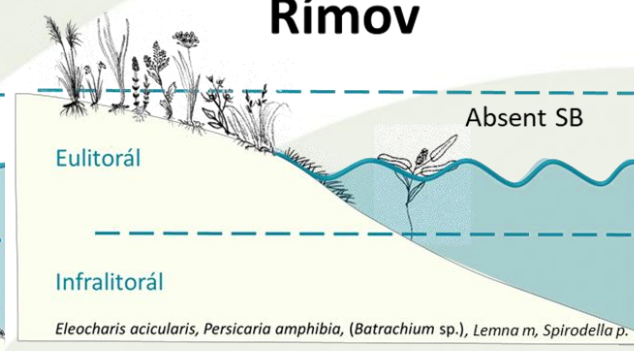
# Klíčava



# Žlutice

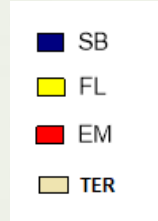
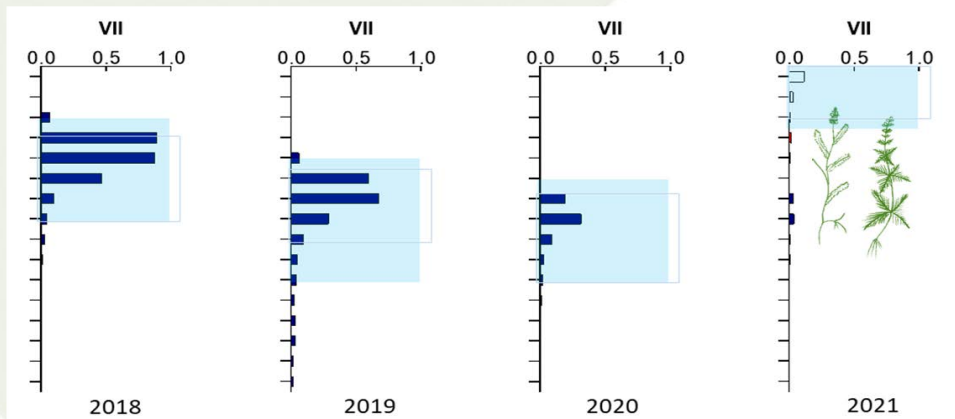


# Římov

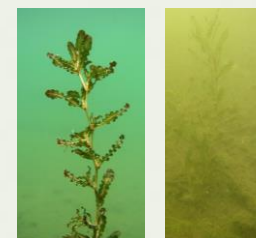
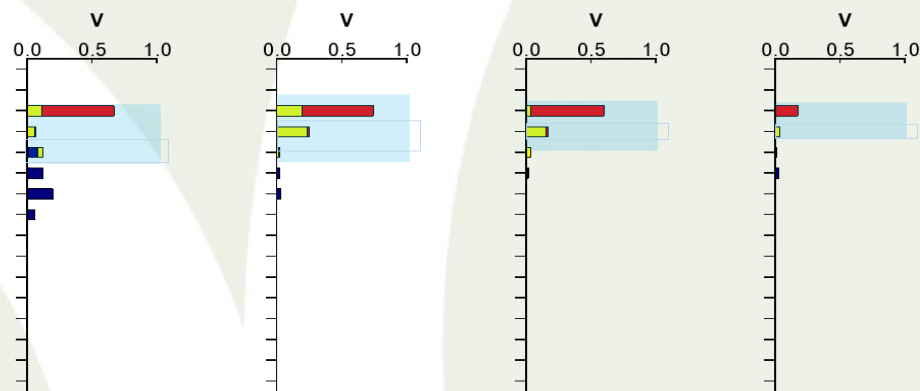


# Vývoj biomasy vodních makrofyt v nádržích v letech 2018-2021

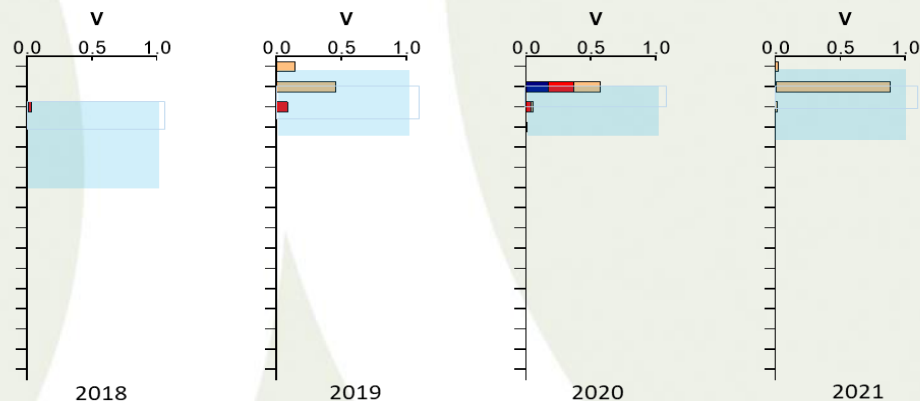
## KLÍČAVA - jez. část



## ŽLUTICE - jez. část



## ŘÍMOV - jez. část



# Shrnutí – proč biomanipulace (zatím) neuspěla?



- Sledované období mělo velkou variabilitu hydrologických podmínek a v důsledku toho i vysokou variabilitu kvality vody a trofie
- Biomanipulačními odlovy se v r. 2020 zejména v nádržích Římov a Žlutice podařilo významně snížit biomasu planktonožravých ryb, ale toto snížení bylo kompenzováno zvýšením početnosti plůdku
- Zooplankton se proto po biomanipulačních odlovech nezměnil, ani zjevně nebyl ovlivněn jeho predanční vliv na fytoplankton a mikrobiální společenstva
- Možnosti růstu makrofyt jsou v nádržích řízeny kombinací kolísání hladiny a průhlednosti
- Resilience vodního ekosystému hlubokých nádrží vůči zásahům do potravních řetězců je vysoká, zejména v eutrofních podmínkách!

# Poděkování

**Projekt  
BIOMANIPULACE JAKO NÁSTROJ ZLEPŠENÍ  
KVALITY VODY NÁDRŽÍ  
je spolufinancován Evropskou unií**



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY