

PREDIKCE KONCENTRACE FOSFORU A TROFIE V ÚDOLNÍCH NÁDRŽÍCH

Josef Hejzlar, Jiří Kopáček, Yuliya Vystavna

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

Fosfor – klíčový prvek produktivity vodních ekosystémů:

- koncentrace P – klíčový ukazatel trofie nádrží
v Rámcové vodní směrnici EU
- v nádrži koncentrace P klesá retenčními procesy,
které zásadně závisí na průtoku/době zdržení
- empirické modely fosforu: $P = P_{in}(1 - R_p)$
mají velký rozptyl → nejistota pro návrhy
opatření

Cíl studie



Zjistit zákonitosti retence P v nádržích různého typu – trofie, hloubka, doba zdržení:

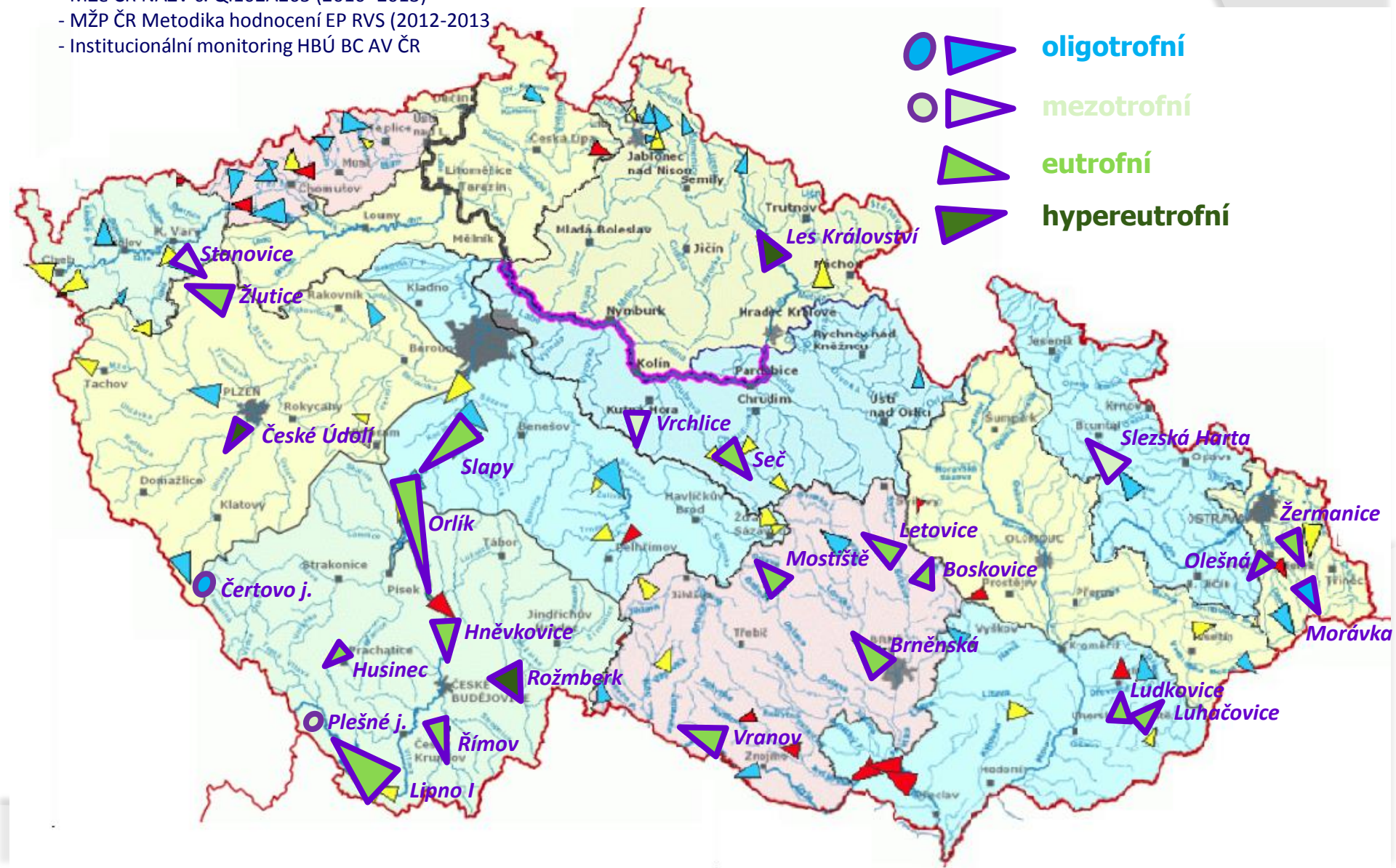
- vztah fosfor – chlorofyl a
- hmotnostní bilance P „vstup – výstup – retence“
- součinitel retence R [%] a sedimentace v_p [m/rok]
- existence závislostí retence na době zdržení vody, koncentraci P_{in} , zatížení $L-P_{in}$...?
- vztah retence P k vnitřnímu zatížení P ze sedimentů

Sledované nádrže (n=26)



Data z projektů:

- MZe ČR NAZV č. QI102A265 (2010–2013)
- MŽP ČR Metodika hodnocení EP RVS (2012–2013)
- Institucionální monitoring HBÚ BC AV ČR



Rovnice roční bilance P v nádrži/jezeře:

$$\Delta P = P_{in} - P_o - R_p$$

změna stavu [kg] přísun [kg] odtok [kg] retence [kg]

Modely roční prům. koncentrace P v nádrži/jezeře:

$$(1) \quad P = P_{in}/\beta (1 - R_p) = P_{in}/\beta (1 - v_p/(v_p + q_w))$$

[mg/l]

β – součinitel stratifikace P [-]: $\beta = P_o/P$

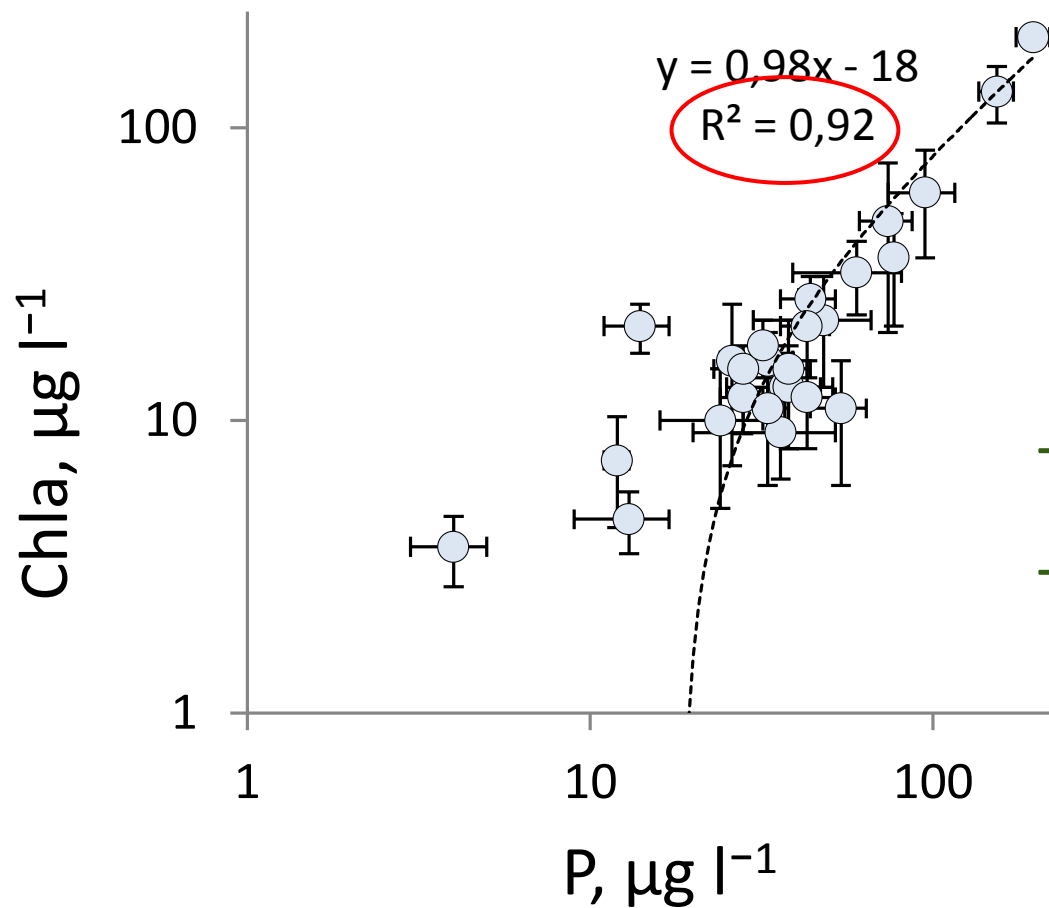
v_p – součinitel sedimentace P [m/rok]: $v_p = q_w (P_{in} - P_o)/P_o$

q_w – hydraulické zatížení [m/rok]: $q_w = Q_{in}/A = z_m/\tau_w$

$$(2) \quad P = P_{in}/\beta (1 - v_{P(f)}/(v_{P(f)} + q_w))$$

$v_{P(f)} = ax + b$, kde: $x = P_{in}, L-P_{in}, q_w, \tau_w, \dots$

Vztah fosfor – chlorofyl *a*

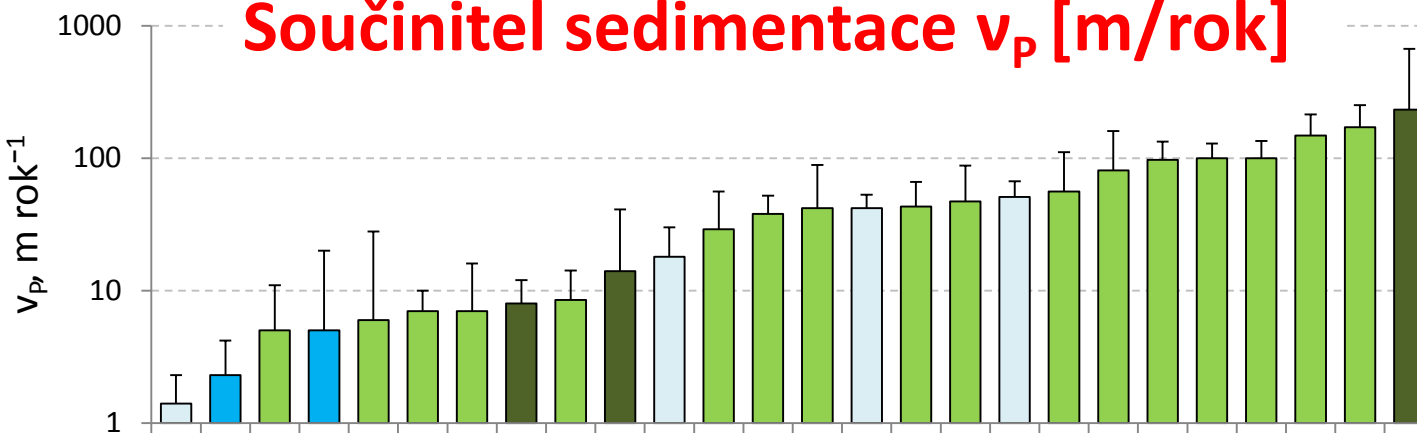


- stat. silně významný
- vyšší rozptyl pro $P < 50 \mu\text{g/l}$ v důsledku vlivu trofických řetězců

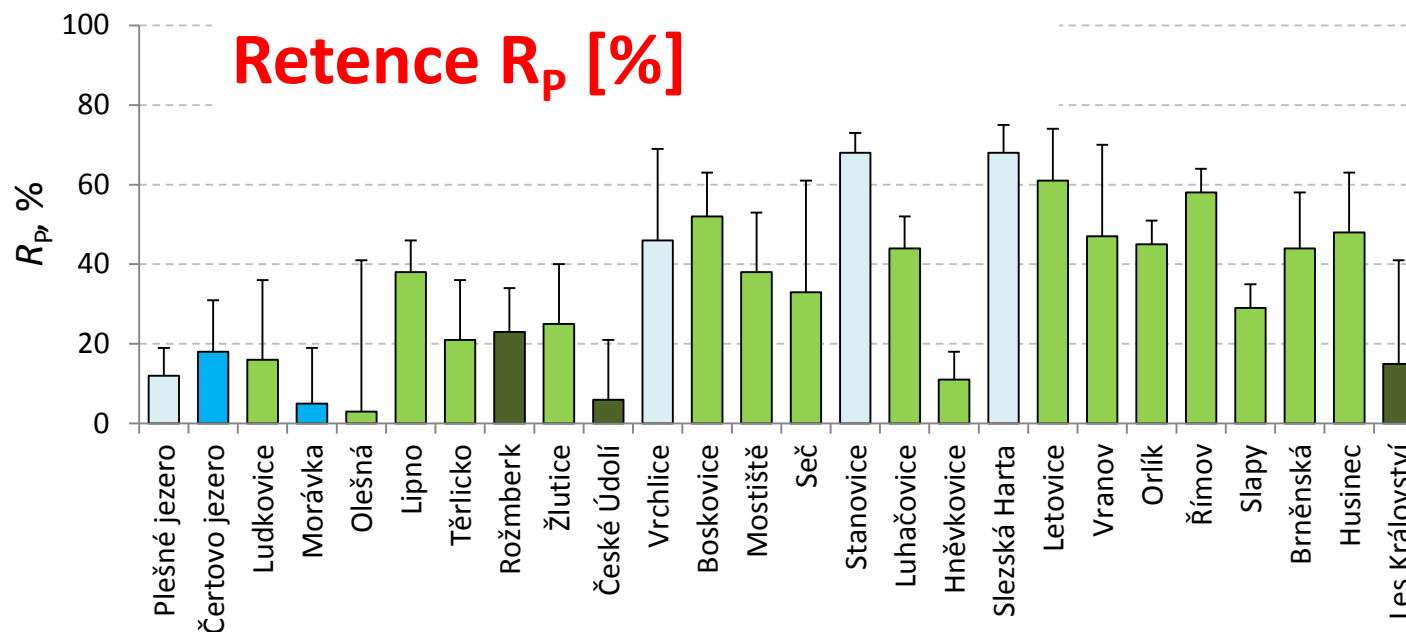
Velikost R_p a v_p



Součinitel sedimentace v_p [m/rok]



Retence R_p [%]



nízký v_p :

- malé $L-P_{in}$,
dlouhé τ_w ,
relativně mělký
- vnitřní zatížení P
ze sedimentů

vysoký v_p :

- korytovité a hluboké nádrže,
- erozní P v přítoku

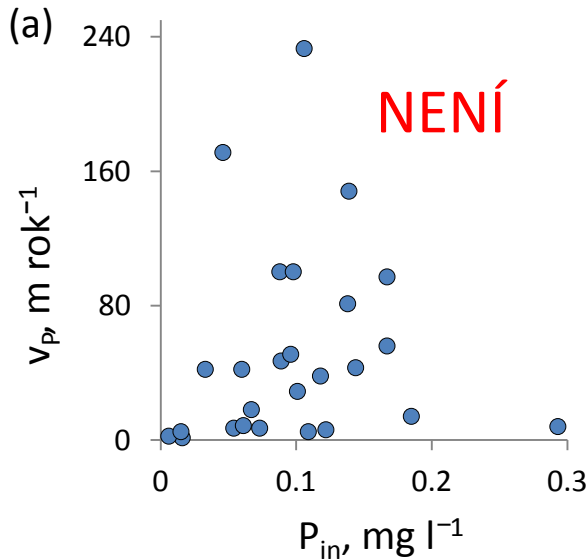
retence R_p :

- výsledek kombinací velikosti v_p
a doby zdržení vody

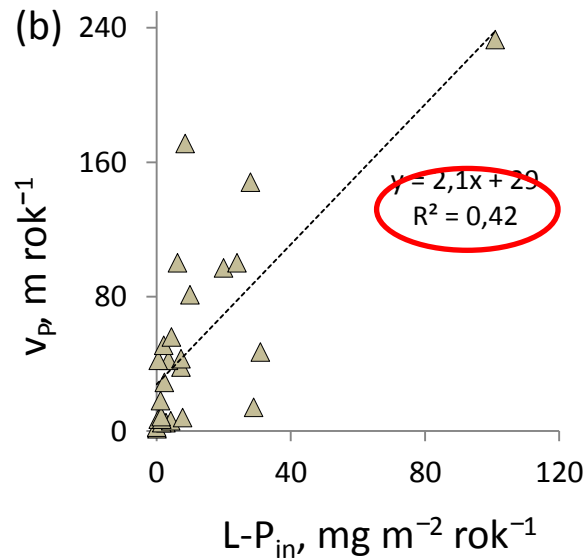
Závislosti v_p v souboru všech nádrží:

**

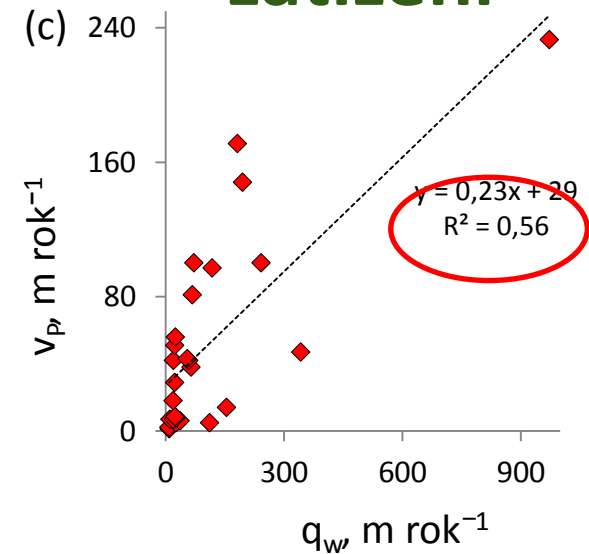
koncentraci P_{in}



zatížení P



hydraulickém
zatížení

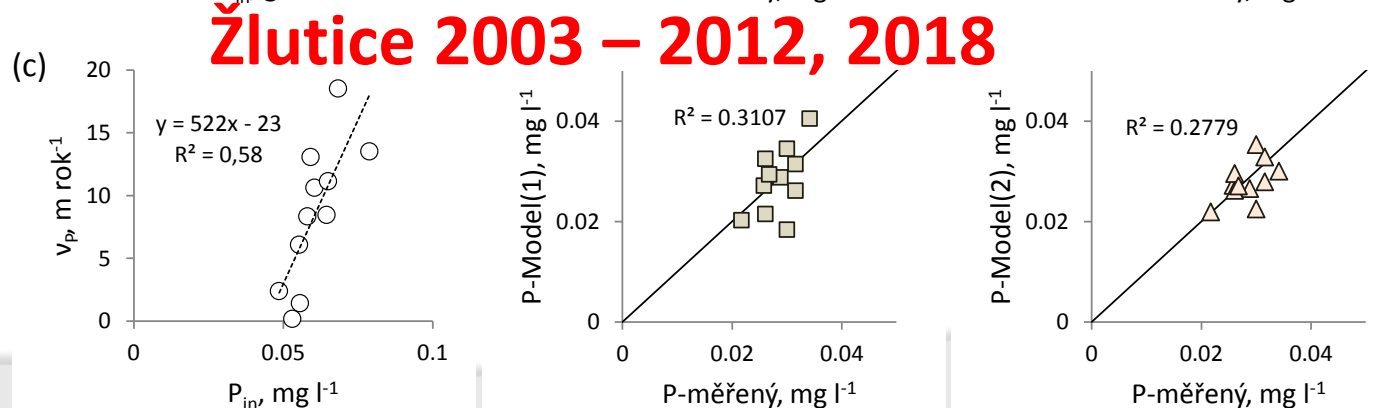
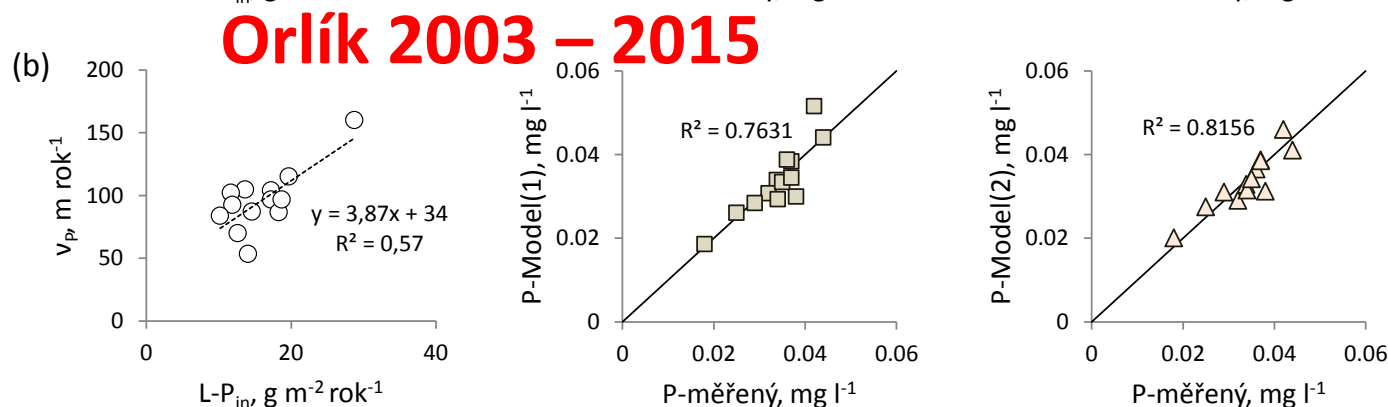
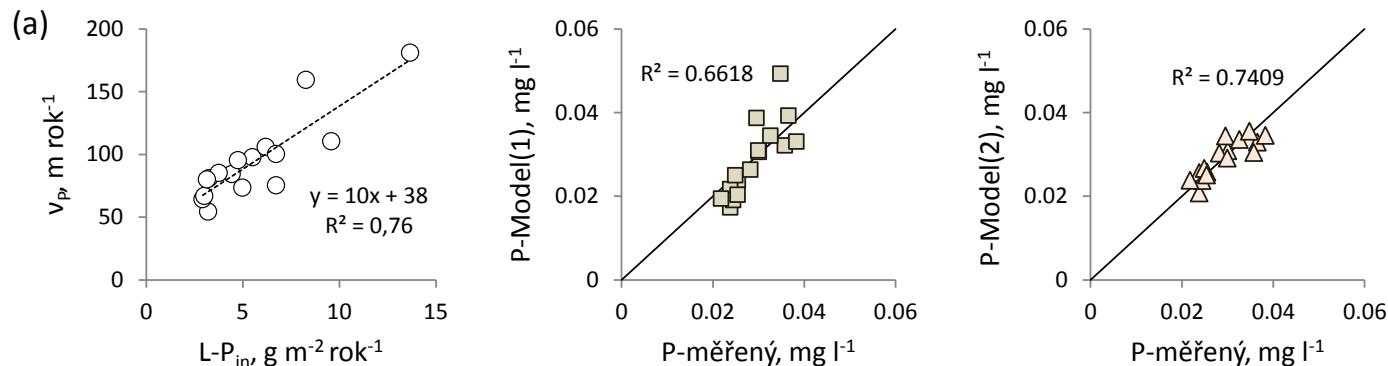


Ale:

U více než $\frac{2}{3}$ nádrží koreloval v_p
s P_{in} , $L-P_{in}$, q_w anebo τ_w !

Příklady závislostí v_p :

Římov 2003 – 2018



Scénářové výpočty snížení P_{in} pro dosažení mezotrofie $P = 20 \mu\text{g/l}$



Tabulka 3. Porovnání scénářových výpočtů potřebného snížení přísunu P do nádrží

Nádrž (období)/ Ukazatel	Římov (2003–2018)	Orlík (2003–2015)	Žlutice (2003–2012, 2018)
<i>Současná situace</i>			
$P, \mu\text{g l}^{-1}$	29 ± 5	34 ± 7	28 ± 4
$P_{in}, \mu\text{g l}^{-1}$	75 ± 16	131 ± 10	61 ± 9
<i>(i) Scénář pro dosažení $P = 20 \mu\text{g l}^{-1}$ – Model(1)</i>			
$P_{in}, \mu\text{g l}^{-1}$ (% současnosti)	55 ± 12 (73 ± 16)	82 ± 20 (63 ± 15)	44 ± 7 (72 ± 11)
<i>(ii) Scénář pro dosažení $P = 20 \mu\text{g l}^{-1}$ – Model(2)</i>			
$P_{in}, \mu\text{g l}^{-1}$ (% současnosti)	48 ± 9 (64 ± 12)	73 ± 19 (56 ± 15)	33 ± 11 (54 ± 18)

**Model (1) nutné snížení P_{in} podhodnocuje – úměrně
vnitřnímu zatížení P ze sedimentů**

Závěry



- Významný vztah mezi P a chlorofylem dokazuje klíčovou roli P pro růst fytoplanktonu a eutrofizaci nádrží.
- Schopnost retence P a velikost součinitele sedimentace v_p jsou individuální charakteristiky nádrže.
- Velikost součinitele sedimentace v_p roste s průtočností, zatížením P a přítokovou koncentrací P.
- Součinitel sedimentace v_p obvykle není konstantní, ale závisí na zatížení P, přítokové koncentraci P_{in} anebo hydrologických parametrech nádrže, díky vnitřnímu zatížení P ze sedimentů.
- Predikční modely je vhodné sestavit a kalibrovat pro každou nádrž individuálně!

Poděkování

Státním podnikům Povodí Vltavy, Povodí Labe, Povodí Ohře, Povodí Moravy a Povodí Odry za poskytnutí dat o jakosti vody a hydrologických ukazatelů.

Biomanipulation
as a tool for improving
water quality of reservoirs



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
Reg. č. projektu: CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_025/0007417

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Děkuji za pozornost!