

ZMĚNA VSTUPU FOSFORU DO VN ŠVIHOV A JEJÍHO POVODÍ V OBDOBÍ REKONSTRUKCE ČOV PELHŘIMOV



POVODÍ VLTAVY

J. Dobiáš, J. Duras, K. Forejt

Povodí VN Švihov

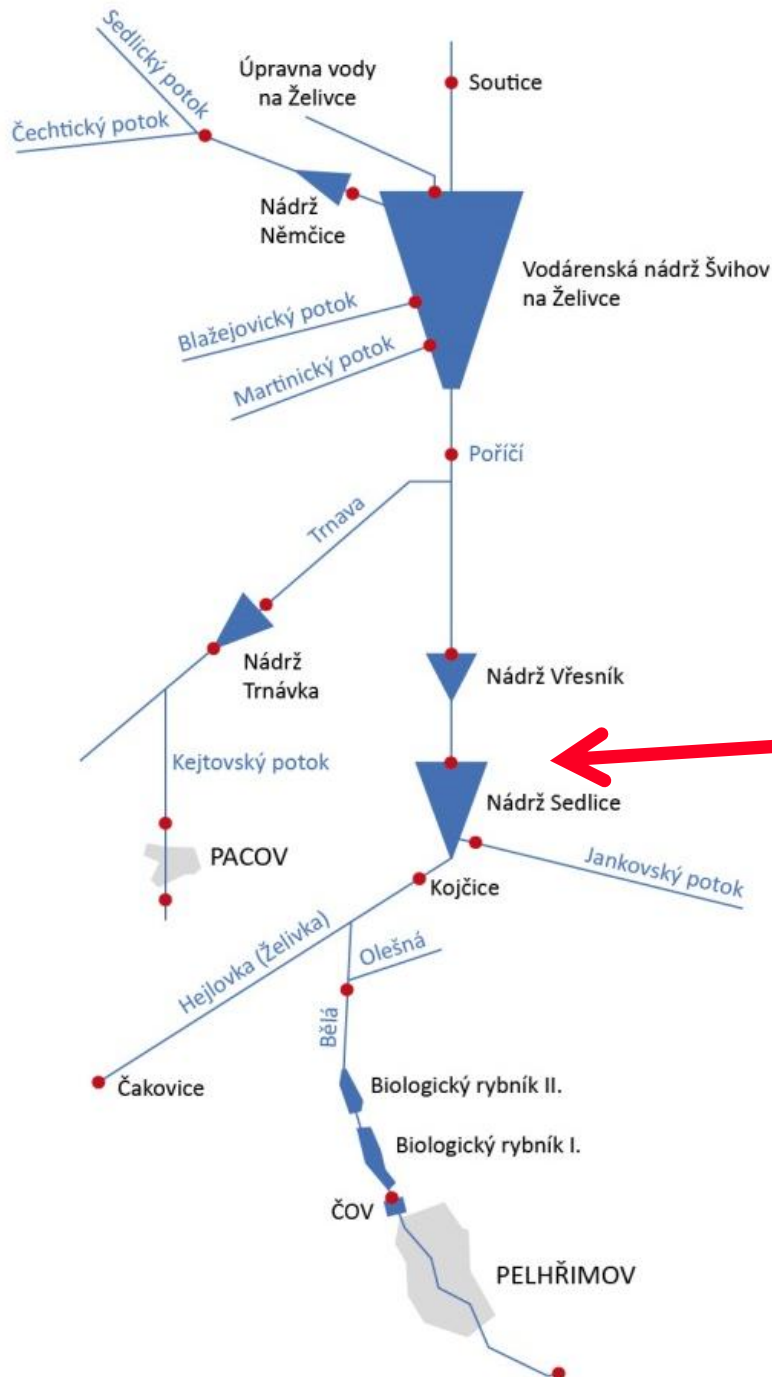
- **Reálně 4**
 - (P, pesticidy)
 - Pořadí a
- **Největší v**
 - objem n
 - zásobuj
- **Plocha po**
 - laborato
 - nejvýzn
 - Červená



Foto: J. Duras

Rekonstrukce ČOV Pelhřimov

- **Pelhřimov a jeho ČOV**
 - okresní město kraje Vysočina (16 tis. obyvatel)
 - **říčka Bělá**, hl. recipient odpadních vod
 - původní kapacita 115 l.s^{-1} → **každoročně největší znečištění**
 - po letech: 2013/2014 realizována **rekonstrukce** → **½ odpadních vod nečištěna**
 - zhoršení stavu biologických rybníků a kvality vody v povodí: **Příspěvek navazuje na opatření na BR a ČOV během rekonstrukce**
 - hledání příčin → rychlé řešení následků, snaha zmírnit dopady znečištění
 - **spolupráce** města, ČOV a Povodí Vltavy, s.p.
- **Konkrétní příklad jedné ze 4 hrozeb: Bodový zdroj fosforu v povodí**
 - **Eutrofizace**: význam má **přísun fosforu** (limitující prvek, určuje úživnost ekosystému)
 - bodové zdroje – pro biotu dostupné fosforečnany
 - N - plošný > N - bodový > oxidace > N-NO₃ (redox poměry u dna)



• Popis povodí

- odpadní vody města vedeny na **ČOV** a dále přes hypertrofní **biologické rybníky** do **Bělé**
- **Bělá** ústí do **Hejlovky (Želivky)**, ta je hlavním přítokem **VN Sedlice**
- před vzdutím **VN Švihov** ústí do Želivky řeka **Trnava**

• VN Sedlice – jediná „mezi“

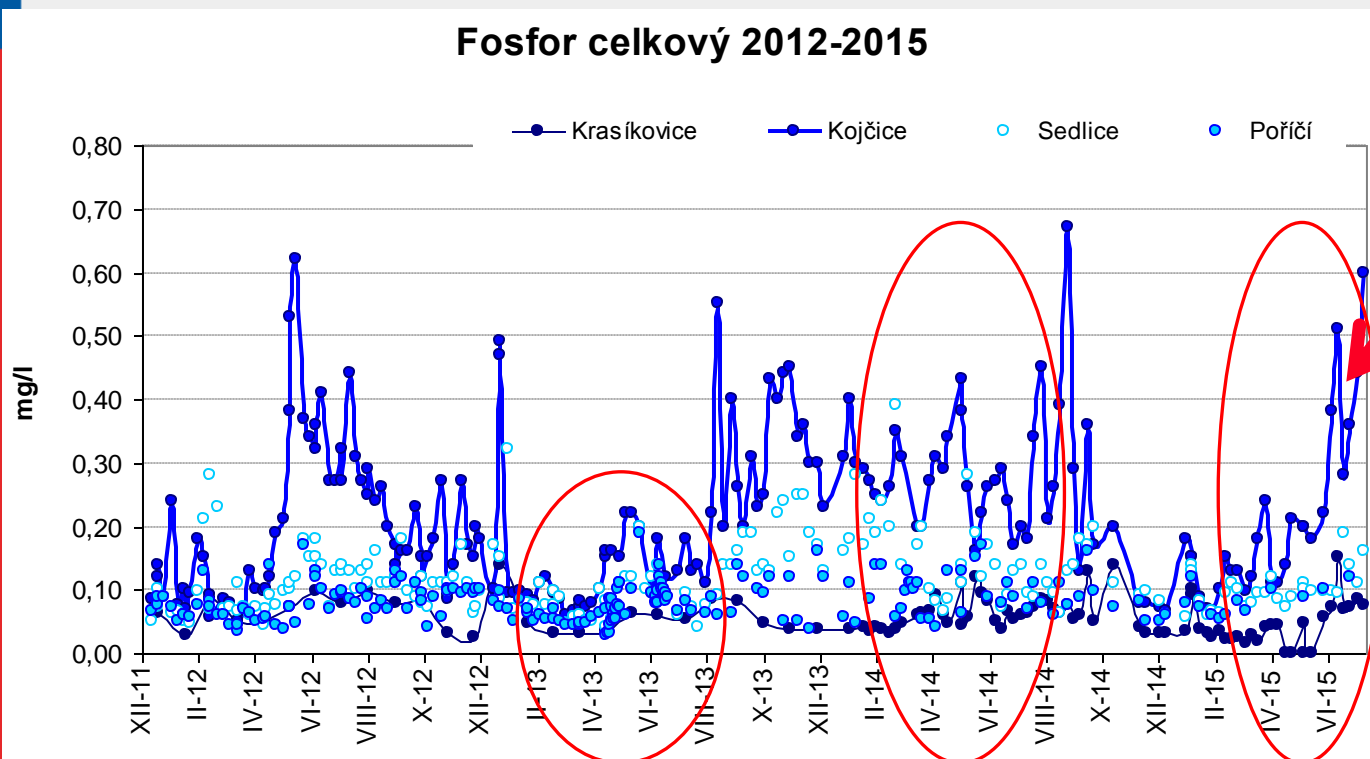
- eutrofní, ochrana VN Švihov
- 2 přítoky
- odtok šachtou přes elektrárnu (5-7m)

Parametr	Sedlice
Objem [m ³] / zatopená plocha [ha]	2,22.10 ⁶ / 38,3
Průměrná / maximální hloubka [m]	5,1 / 15
Dlouhodobý roční průtok [m ³ .s ⁻¹]	2,58
Teoretická doba zdržení [den]	4 - 15

- **Monitoring VN Švihov - prioritní**
 - spolupráce s PVK
- **Provozní a situační monitoring**
 - přítoky Želivky 2*měsíčně, stěžejní profily: 1*týdně analýza fosforu
 - VN Švihov v podélném profilu a předřadné nádrže 1* měsíčně
 - monitoring + síť limnigrafů → **látkové bilance, odnosy**
- **Během rekonstrukce**
 - intenzivnější monitoring
 - biologické rybníky řešeny akutně „za pochodu“ (podpoření rozkladu org. látek a snaha převrátit systém do zelené barvy) - vliv teploty, srážek, stavu rekonstrukce
- **Automatický vzorkovač Isco^{Inc.} Avalanche**
 - nejdříve odtok z II. biologického r., poté Poříčí

Výsledky a diskuse

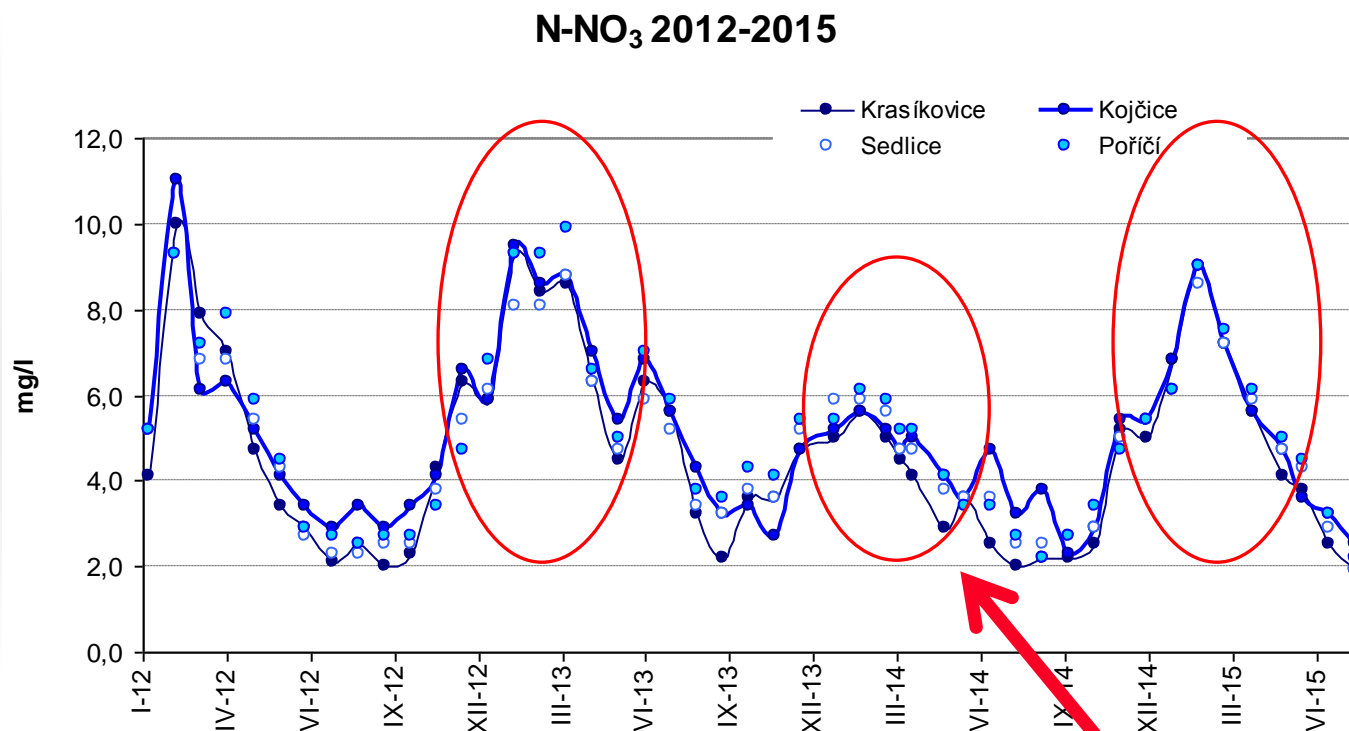
- Rekonstrukce 2013/2014 → navýšení koncentrací $P_{\text{celk.}}$ na všech profilech pod Pelhřimovem oproti minulým rokům
 - pozadový profil **Krasíkovice** beze změn, koncentrace okolo limitu ($0,05 \text{ mg.l}^{-1}$)
 - v **Kojčicích** každoroční letní navýšení (2012 suchý rok), 2013 konec vegetační sezóny – významné nárůsty ($P_{\text{celk.}} 0,13\text{-}0,67 \text{ mg.l}^{-1}$) po celou zimu a jaro 2014 !
 - kolísání koncentrací → aktuální stav BR, hydrologická situace (Poříčí: $Q355d(2014) = 2,92 \text{ m.s}^{-1}$; $Q355d(2013) = 6,80 \text{ m.s}^{-1}$) → **suchý rok 2014**



- pozitivní **retenční účinek VN Sedlice** v létě, naředění z Jankovského p.
- **5/2015: Sucho a paměť BR !**
- profil **Poříčí**: **rekonstrukce**: vyšší kolísání koncentrací ($0,04\text{-}0,17 \text{ mg.l}^{-1}$)
- **Isco**

Dusík

- Původ především z plošných zdrojů
 - vázané na hydrologickou situaci a množství zemědělsky obdělávané půdy

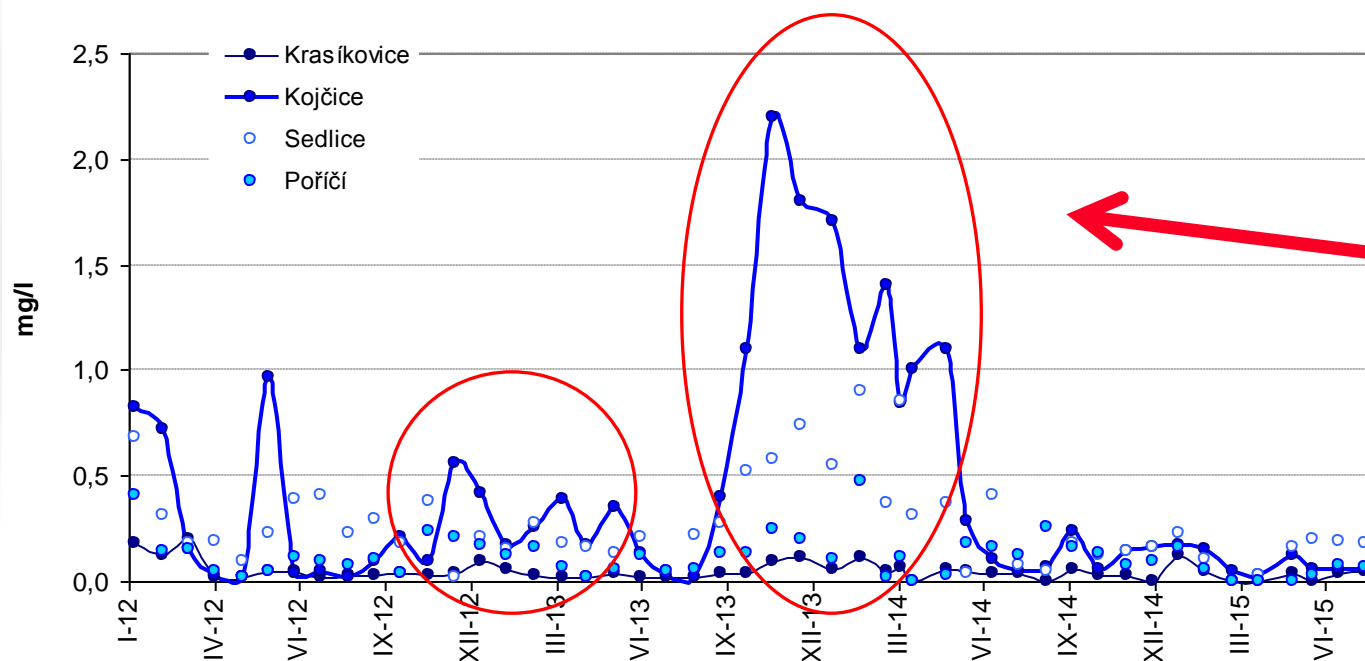


- koncentrace na všech profilech shodná
- 1) nižší koncentrace v průběhu zimy 2014 způsobeny nízkou vodností
- 2) BR nedotovaly v průběhu rekonstrukce ČOV povodí prakticky žádnými dušičnany, spotřeba samotnými rybníky → 1) + 2) = **NEDOSTATEK**

Dusík

- BR byly extrémně zatěžovány organickým znečištěním
- při rozkladu * **amoniakální dusík**
- v BR panovaly anoxické podmínky → oxidace na dusičnany proběhla až v tocích

NH₄-N 2012-2015



- velké navýšení koncentrací (až 2,2 mg.l⁻¹, 11.11.2013) v **Kojčicích**

- při vyšších teplotách a pH → hrozba vzniku toxického volného amoniaku
- červen 2014 před létem koncentrace opadly, projevy toxicity nepozorovány

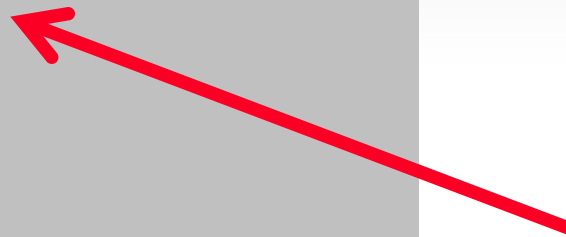
- Celkové bilance a odnosy N a P se v povodí meziročně významně liší:

- **2013**

- hydrologicky nadprůměrný
- odnosy N-NO₃ a partikulovaného P poznamenány ↑Q a povodní

- **2014**

- hydrologicky chudý, **jen ½ Q!**
- meziroční odnosy fosforu **Bělou** z bodového zdroje porovnatelné, **ale %P-PO₄ vysoké!**
- N-NO₃ nižší ve všech měsících 2014 (46 t celk.)



- Celkové bilance a odnosy P se v povodí meziročně významně liší:

Odnos fosforu a dusičnanů v roce 2013

N-NO ₃ [t]	231,4	308,1
P _{celk.} [t]	2,23	1,65

Odnos fosforu a dusičnanů v roce		
měsíc	1	2

42,38	1635,7
1,26	16,4

12 celkem (2014)

- **DUSÍK:** hydrologie a plošné zdroje v povodí
- **FOSFOR:** vnosi jsou kromě extrémních situací konstantní

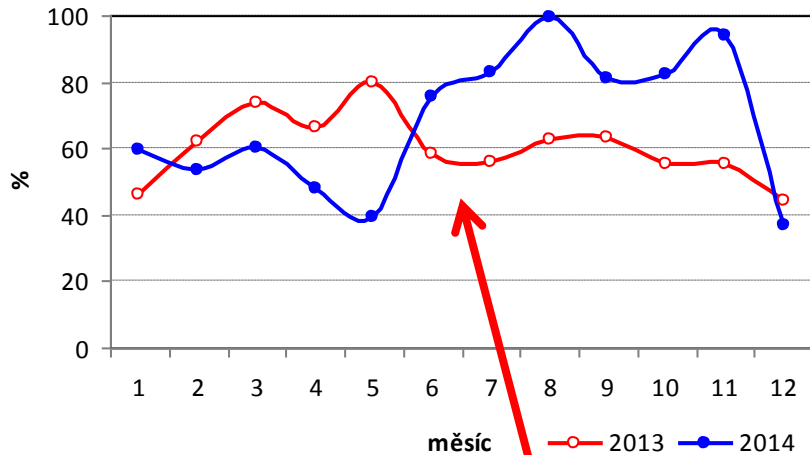
- rozdíl látkového toku P_{celk.} v **Poříčí** způsoben přísunem partikulovaného P během povodní (4,6t za červen)
- neovlivňuje eutrofizaci
- při odečtení vlivu povodně dostaneme srovnatelnou hodnotu s rokem 2014

	Poříčí												
N-NO ₃ [t]	39,35	37,36	33,59	29,91	43,55	18,17	9,47	8,28	38,03	44,47	42,49	44,79	389,5
P _{celk.} [t]	0,52	0,74	0,43	0,43	1,21	0,60	0,31	0,31	1,49	0,95	0,60	0,46	8,1
z toho P-PO ₄ [%]	68	73	23	13	25	48	62	62	90	40	59	59	

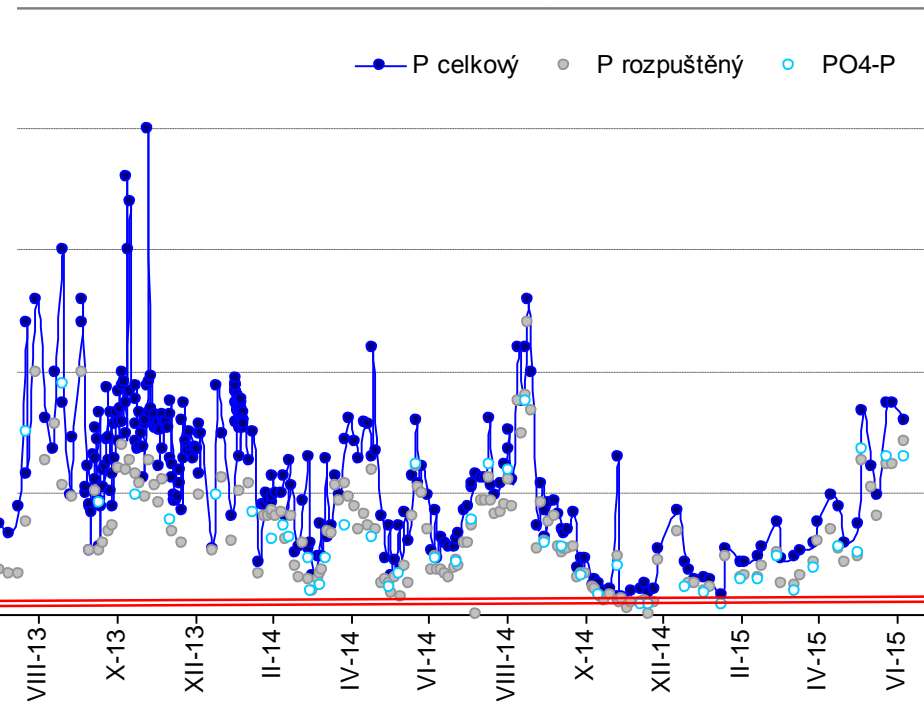
Výsledky a diskuse

- Původ fosforu dokládá $P-PO_4$
- pochází převážně z odpadních vod, snadno využitelný

Bělá pod BR II - Podíl $P-PO_4$ na přísunu P



osfor: Bělá pod BR II 2013-2015



podílem $P-PO_4$

- Během povodní v srpnu 2014 podíl $P-PO_4$ na $P_{celk.}$ vzrostl (vyjma jara 2014)
- v roce 2014 podíl $P-PO_4$ na $P_{celk.}$ vzrostl (vyjma jara 2014)
- Bělou pozitivní role BR na jaře (?)

- inkorporace větší části $P-PO_4$ fytoplanktonem, nebo nárosty (?)

VN Sedlice – látková bilance

- Významný vliv na přísun fosforu do VN Švihov
 - krátká TDZ → účinnost retence závislá průtocích
- 2014:
 - velké vstupy (t) $P_{\text{celk.}}$ i $P\text{-PO}_4$ do nádrže
 - nízké odnosy (t) na odtoku
 - meziročně se koncentrace na přítoku (Kojčice) pohybují v rozmezí 0,085-0,115 mg.l⁻¹ a 0,035-0,065 mg.l⁻¹ na odtoku (roky 2006-2010)

	Želivka (Kojčice)												
N-NO ₃ [t]	14,52	14,24	16,05	10,60	18,19	8,66	4,69	6,31	12,05	13,96	14,28	16,81	150,4
$P_{\text{celk.}}$ [t]	0,91	0,65	0,86	0,64	1,36	0,53	0,33	0,54	1,70	0,96	0,21	0,21	8,9
z toho P-PO ₄ [%]	89	67	52	40	78	41	108	98	65	21	63	53	
	Jankovský potok												
N-NO ₃ [t]	5,31	3,89	4,53	3,17	3,97	1,52	1,10	1,53	5,05	9,67	6,13	6,29	52,2
$P_{\text{celk.}}$ [t]	0,04	0,04	0,05	0,06	0,09	0,05	0,05	0,08	0,29	0,37	0,09	0,06	1,3
	odtok z předzdrže												
N-NO ₃ [t]	23,94	17,99	19,58	13,02	19,52	8,28	5,36	5,49	21,60	24,71	20,63	21,74	201,9
$P_{\text{celk.}}$ [t]	0,61	0,50	0,47	0,29	0,74	0,28	0,22	0,23	1,27	0,85	0,33	0,30	6,1
z toho P-PO ₄ [%]	64	65	26	10	23	37	35	15	63	39	47	48	

VN Sedlice - účinnost retence

• 2013

- ve vegetační sezóně nižší, než v r. 2014 (23 % prům.), nejnižší na jaře a při povodních
- nejvyšší tradičně v létě

• 2014

- vysoká účinnost během rekonstrukce (až 62 %, 36 % průměrně)
- vliv nízkých průtoků a tedy i vyšší TRT
(Kojčice: $Q_{355d}(2014) = 1,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; $Q_{355d}(2013) = 1,85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- proč v zimě nízká účinnost ?

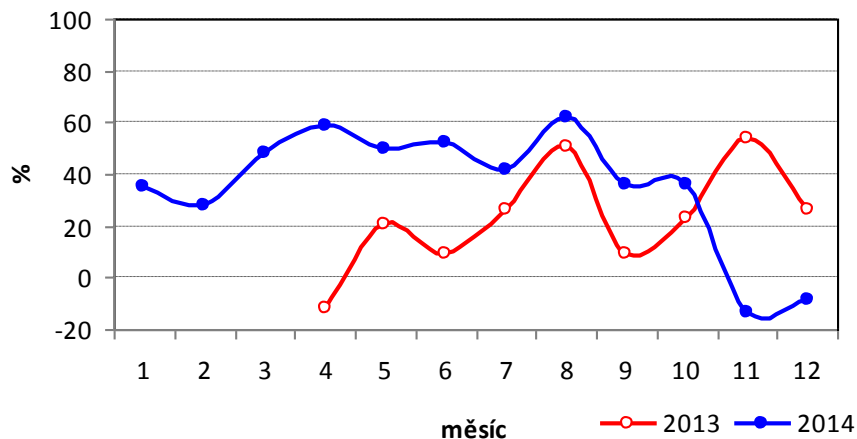
• Meziroční rozdíl je patrný i při srovnání zadrženého $P_{\text{celk.}}$

- 4-12/2013: 2,2 t $P_{\text{celk.}}$
- 4-12/2014: 3,1 t $P_{\text{celk.}}$



hydrologicky chudý rok byl výhodou (fosfor)

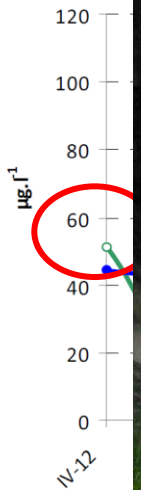
VN Sedlice - retence $P_{\text{celk.}}$



VN Sedlice

- Ko
sn

-
-



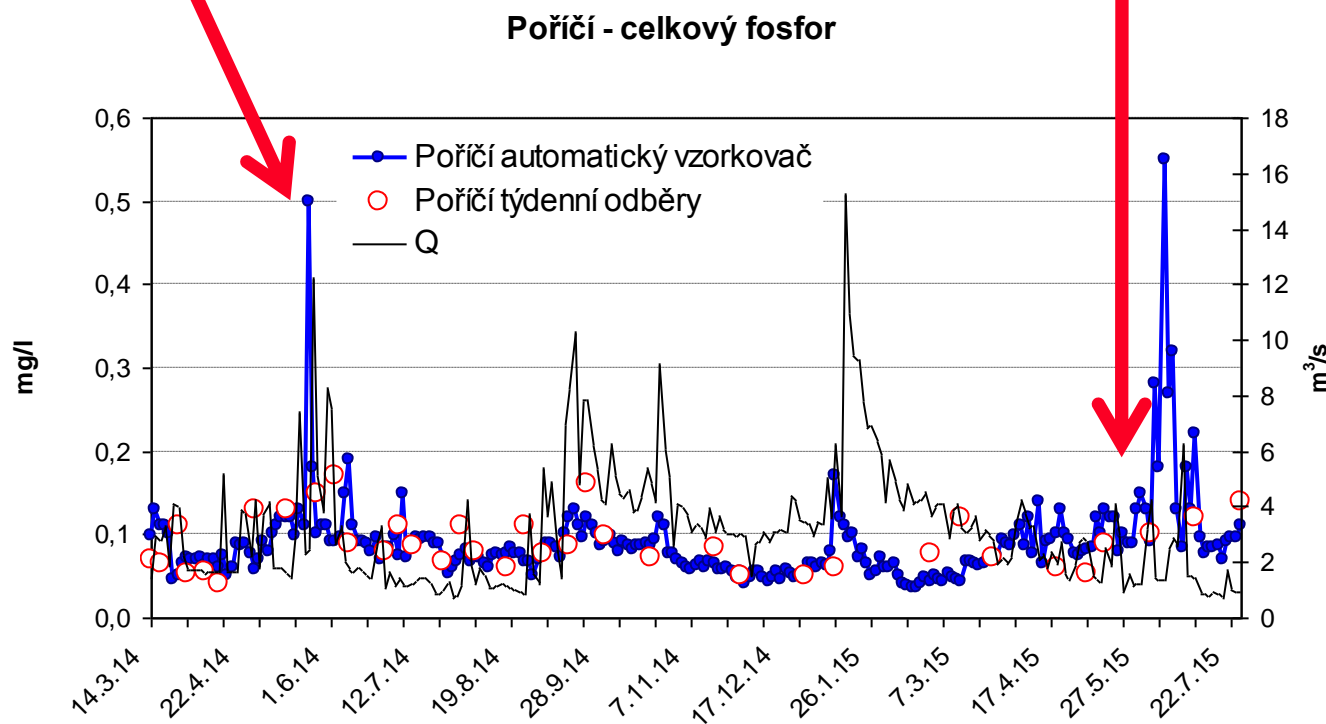
- V n
čer
• na

03/06/2013 10:34

• Využití automatického vzorkovače

- časté změny v jakosti povrchové vody pod Pelhřimovem
- odtok z II BR → závěrový profil **Poříčí**

- bodové odběry jsou se směsnými vzorky dlouhodobě srovnatelné
- individuální hodnoty z konkrétních dnů jsou rozdílné (srážkové události apod.)
 - při dostatečně hustém vzorkování (3*měs.) je srovnání bilancí v dobré shodě, od 5/2015 frekvence bodových odběrů jen 1*měs. – patrný rozdíl:



4-12/2014:

vzorkovač:

6,53 t P celk.

bodové odběry:

6,37 t P celk.

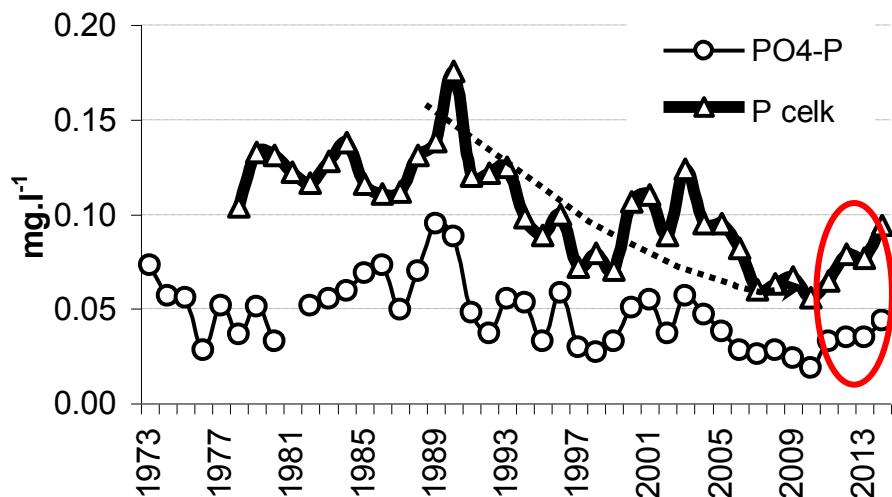


POVODÍ VLTAVY

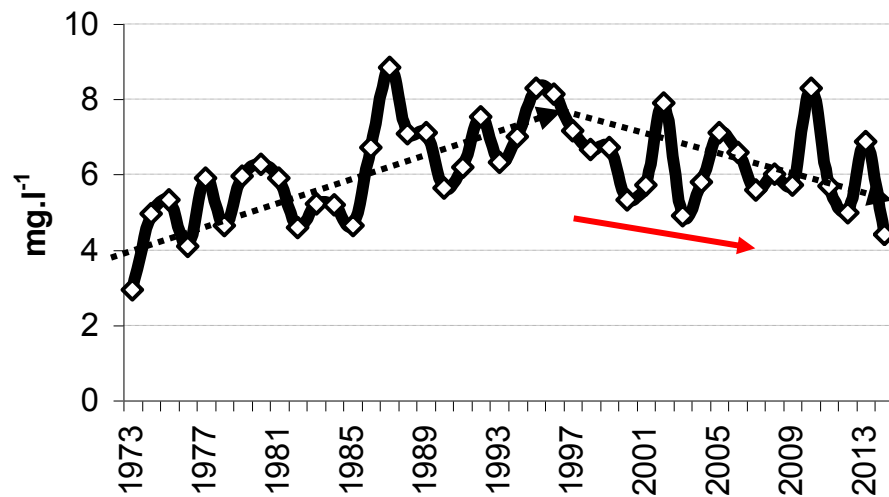
Pořící: Dlouhodobý vývoj

- Koncentrace **N-NO₃** jsou v posledních 20-ti letech **stabilizované** s tendencí k mírnému snižování
- Koncentrace sloučenin **fosforu** mají po klesání a stagnaci tendenci k **systematickému vzestupu** → závažná skutečnost pro největší vodárenskou nádrž
- Mohutné **emise z Pelhřimova** se projevily na **konc. fosforu, nikoli dusíku**

ŽELIVKA POŘÍČÍ - FOSFOR

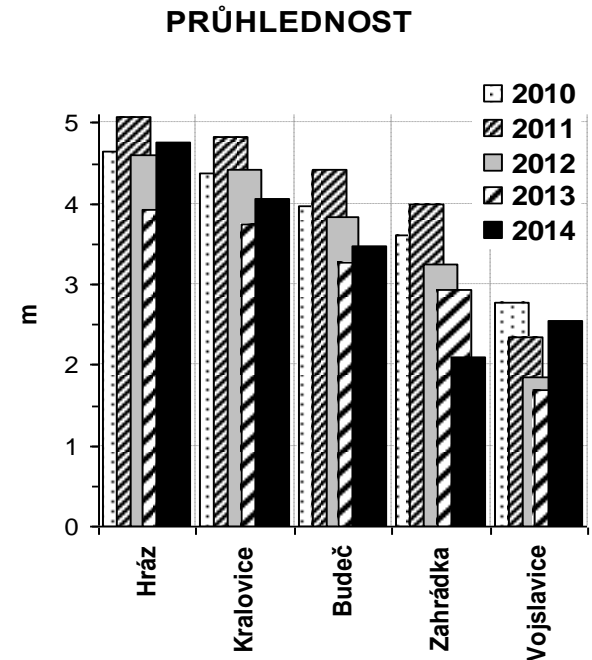
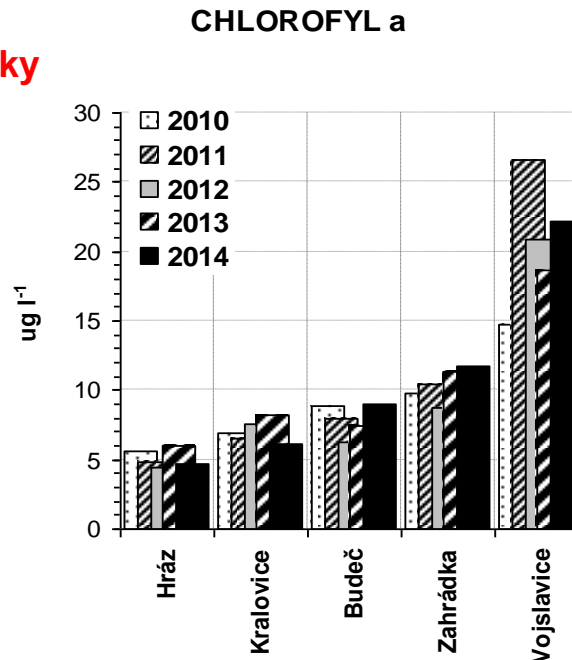
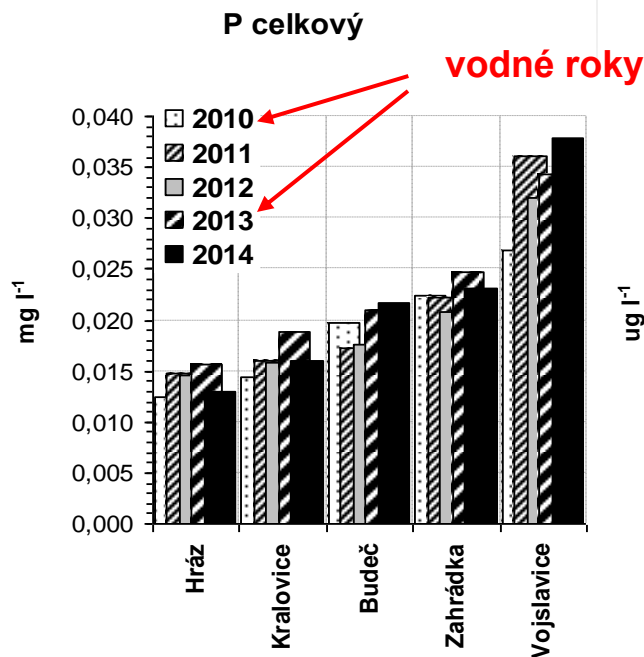


ŽELIVKA POŘÍČÍ - NO₃-N



VN Švihov

- Podrobný monitoring nádrže v roce 2014 neprokázal výrazné změny v meziroční variabilitě jakosti vody (závislost na vodnosti atd.)
- Vegetační sezóna 2014 (měs. IV. – IX.):
 - zvýšené koncentrace $P_{\text{celk.}}$ a chlorofylu-a v horní polovině nádrže (0-4m)
 - snížená průhlednost vody (Zahrádka)
 - odlišnosti pro horní část nádrže → z pohledu jakosti vody v celé nádrži nevýznamné
 - jakost surové vody (vodárenský odběr) v roce 2014 nebyla neg. ovlivněna



Závěry:

V období rekonstrukce ČOV Pelhřimov byla Bělá a povodí VN Švihov významně zatíženo živinami

- **Vysoké konc. fosforu** mezi 9/2013 - 6/2014
- Zvýšení a kolísání konc. závislé na **stavu BR** a hydrologii

Koncentrace N-NO₃ byly v průběhu rekonstrukce v podélném profilu Želivky nízké (odrážely hydrologicky chudý rok 2014)

- **Odnosy dusíku** v povodí **podprůměrné**
- **Dusičnany** spotřebovány procesy v BR (denitrifikace)
- Zvýšené **konc. N-NH₄** pod Pelhřimovem byly rychle snižovány (nitrifikace) a **neměly neg. dopad** na oživení povrchových vod

Bilance a látkový odnos v podélném profilu se mezi lety 2013 a 2014 lišila

- Rozdíl způsoben povodněmi 2013 a téměř 2* větší vodností
- **Odnosy fosforu** (bodové zdroje) jsou vyjma extrémních hydrologických situací **srovnatelné**

Závěry:

Data z kontinuálního vzorkování

- Při hustém bodovém vzorkování **srovnatelné výsledky, jinak nikoli**
- **zachycení hydrologických epizod**

VN Sedlice při rekonstrukci (naštěstí) plnila účel (ochrana VN Švihov)

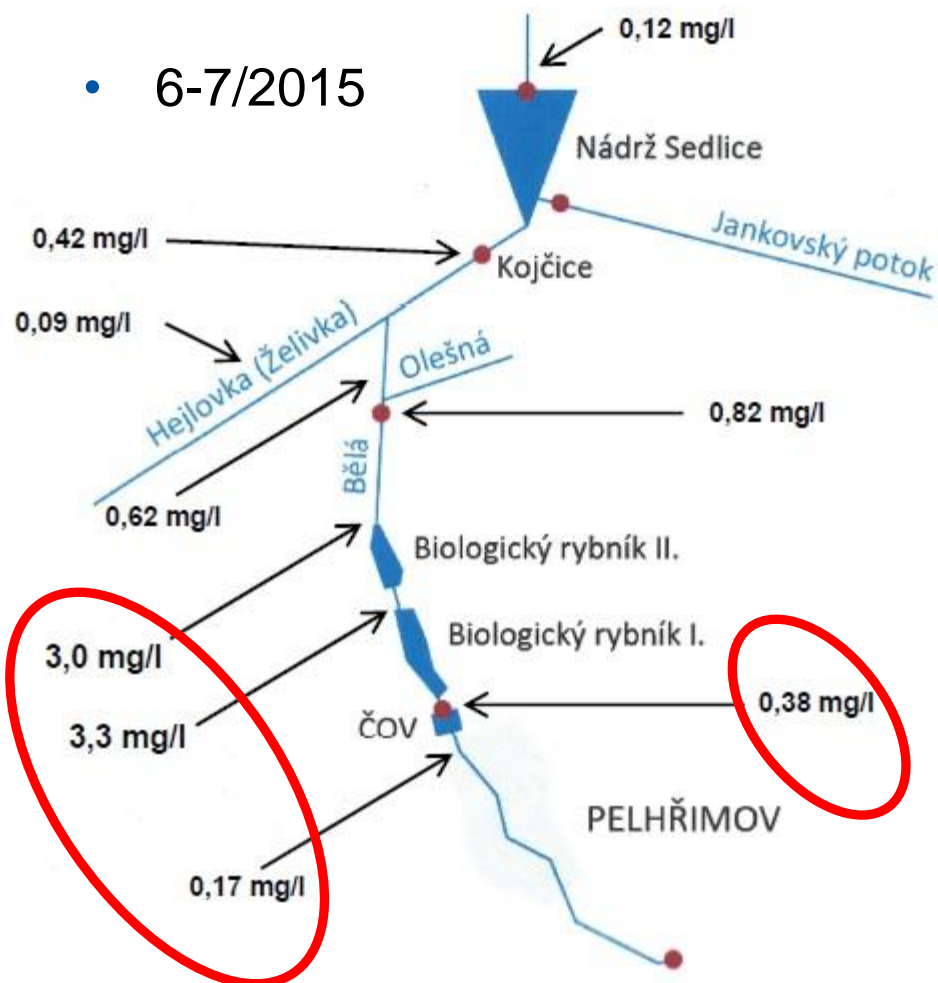
- **Retence fosforu byla nadprůměrná** ($\downarrow Q$, $\uparrow TRT$):
 - Koncentrace **chlorofylu-a** na začátku 2014 nadprůměrné

VN Švihov

- **Zvýšené emise fosforu** v průběhu rekonstrukce \rightarrow mírné **zvýšení** roční prům. **koncentrace $P_{celk.}$ v Pořící**
- V samotné nádrži **ZATÍM** k výraznější reakci nedošlo (hydrologie, retence VN Sedlice)
- Působení **samočisticích procesů** v povodí **je časově omezené**
- Po dokončení rekonstrukce **pokračujeme v monitoringu**

Take home message:

- 6-7/2015



Rekonstrukce “done” a padla

- pamět obří organické zátěže v BR postupně všechny vyvádí z omylu
- Vyřešit příčinu: Odlehčování a všeobecné nakládání s odpadními vodami
- Bez dořešení rybníků není a nebude situace “done”



- Odbahnit, vypouštět N-NO₃, vybudovat akumulární nádrž na odlehčované odpadní vody

DĚKUJI

ZA

P

POZORN

OST !

15

30.97