



## **Studie zlepšení jakosti vod ve VD Vranov – Frainer Thaya / Vranovská Dyje**

4. 4. 2016

**Roman Hanák**



# POVODÍ VD VRANOV

- Povodí Dyje nad VD Vranov:
  - plocha 2 217 km<sup>2</sup>
  - 1 070 km<sup>2</sup> na území Rakouska
  - cca 100 000 obyvatel
  - 47 tisíc v ČR na území tří krajů
  - 194 sídelních útvarů v ČR  
průměrná velikost obce je 250 obyvatel



## VD VRANOV

- Víceúčelová vodní nádrž
- Významné rekreační centrum
  - 1 850 chat
  - ubytovací kapacita 2 500 lůžek
- Zásobování pitnou vodou pro 65 tis. obyvatel
- Výroba elektrické energie





## VD Vranov – hlavní problémy

- Eutrofizace nádrže a masivní rozvoj sinic
- Ohrožení rekreační a vodárenské funkce nádrže
- Degradace vodního ekosystému nádrže



## CÍLE STUDIE

- Zmapovat stav vod v povodí VD Vranov a ve vlastní nádrži
- Identifikovat jednotlivé zdroje znečištění a určit jejich vliv na VD Vranov ( $P_{\text{celk}}$ ,  $N_{\text{celk}}$ )
- Vytvořit model jakosti vod
- Navrhnout nápravná opatření ke zlepšení stavu vod
- Vyhledat nejefektivnější soubory opatření



---

## ZPRACOVATELÉ

- **AQUATIS a.s. (Pöyry Environment a.s.)** – hlavní zpracovatel
- **Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.** – odborný konzultant, vyhodnocení monitoringu
- **Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i.** – zpracovatel kapitol o rybářství
- **RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.** – odborný konzultant, vyhodnocení nádrže
- **RNDr. Jakub Borovec, Ph.D.** – odborný konzultant, monitoring dnových sedimentů
- **Well Consulting, s.r.o.** – zpracovatel vlivu rekreace a dodavatel leteckého snímkování
- **AQ-Service, s.r.o.** – vyhodnocení pilotních opatření, ověření jejich účinnosti
- **Povodí Moravy, s.p.** – poskytovatel dat, monitoring, odborné konzultace



# Letecké snímkování, srpen 2014



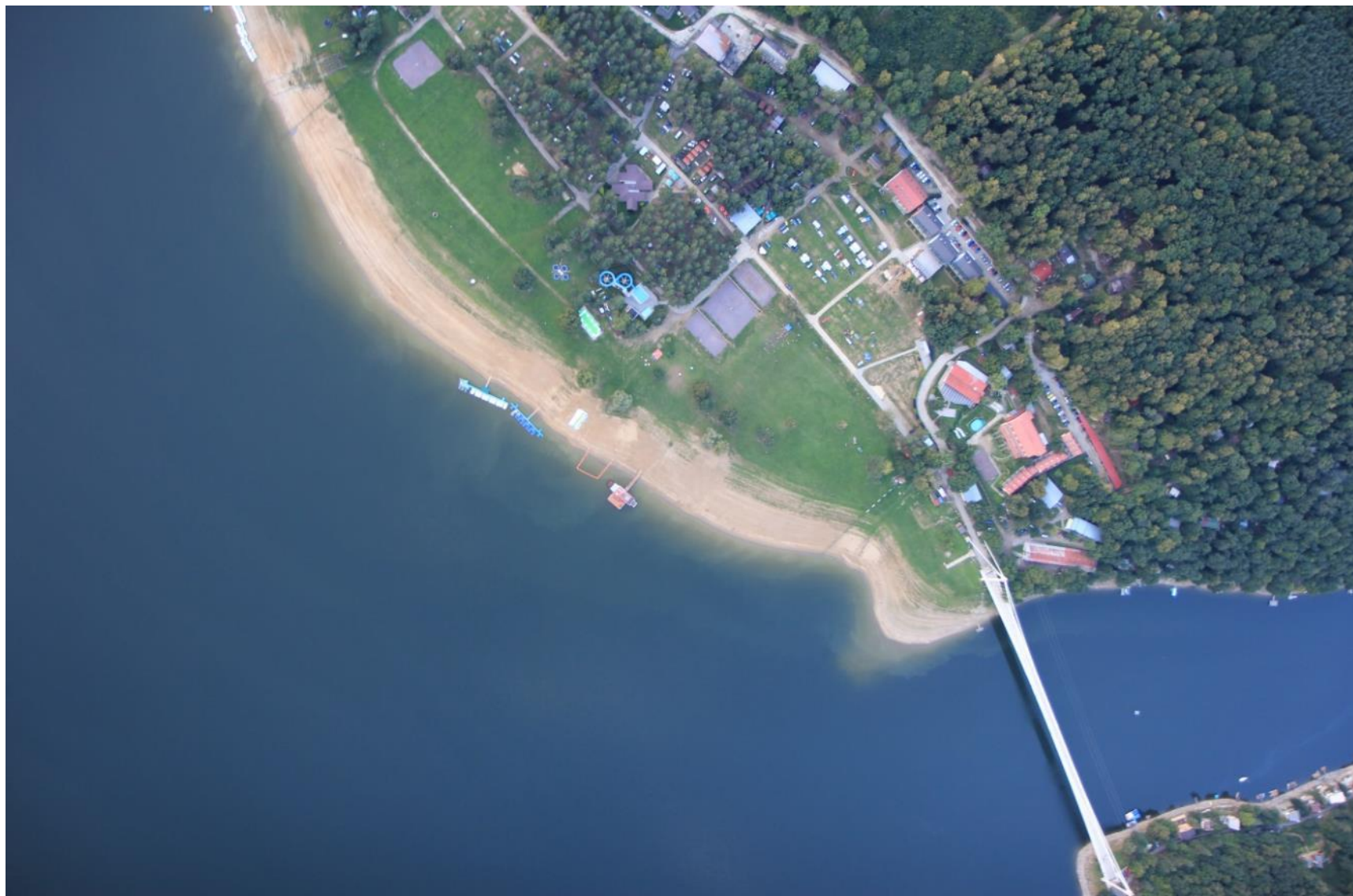


# Horní část nádrže - letecké snímkování, srpen 2014

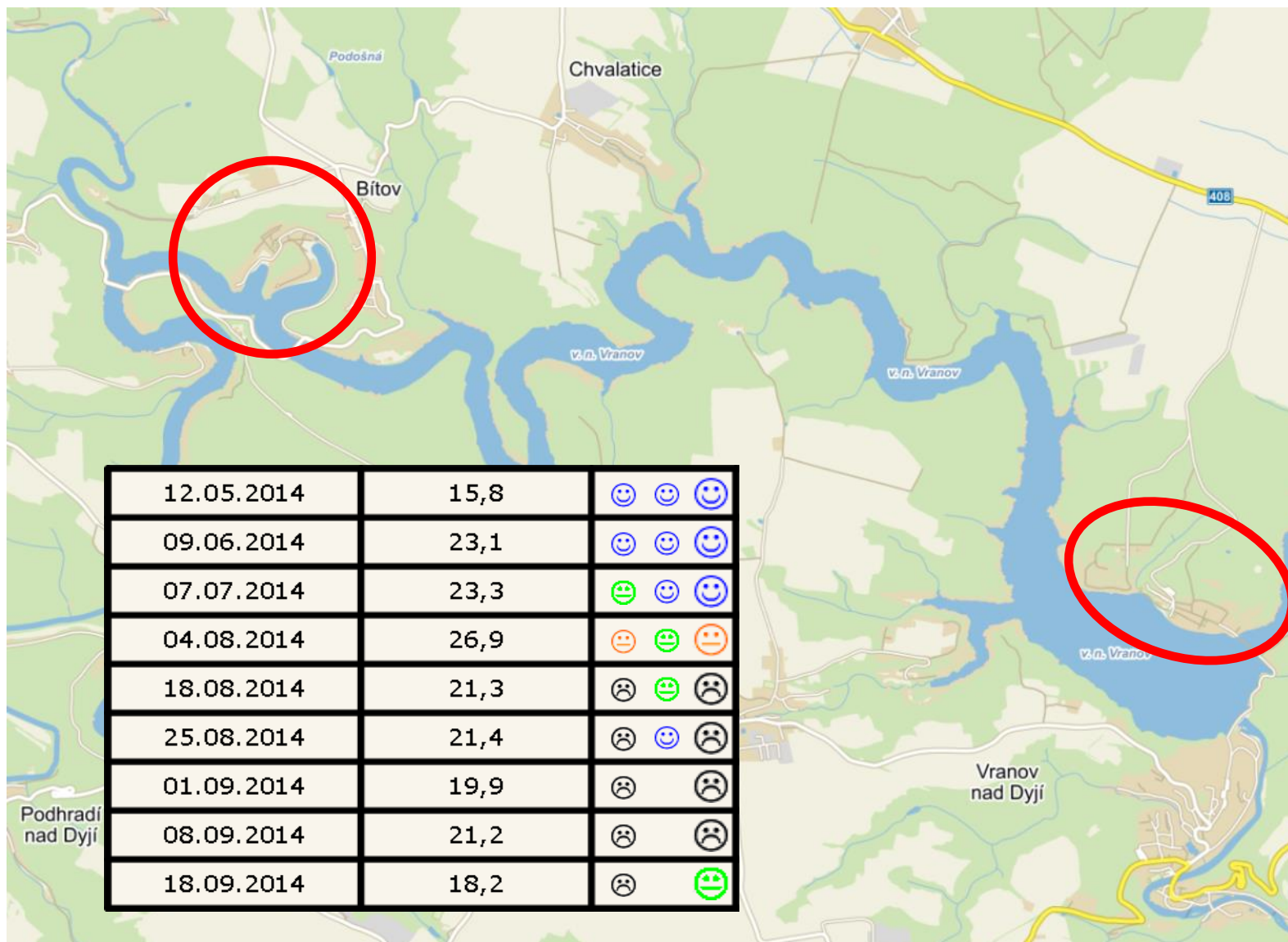




## Pláž u hráze nádrže - letecké snímkování, srpen 2014



# Rekreační oblasti





# Bítovské zátoky



Lapač sinic

aerační clona?  
norná stěna?

zejména v suchých létech



# Chvalatice - Hradiště



Sinicový retardér

# Doplňující monitoring nádrže

- rozšíření počtu odběrových profilů (vertikál) v podélném profilu nádrže ze 2 na 8
- měsíční krok od dubna do září
- sledovány především parametry související s trofii a eutrofizačními procesy (fyzikálně chemické charakteristiky, nutrienty, biomasa fytoplanktonu a další)





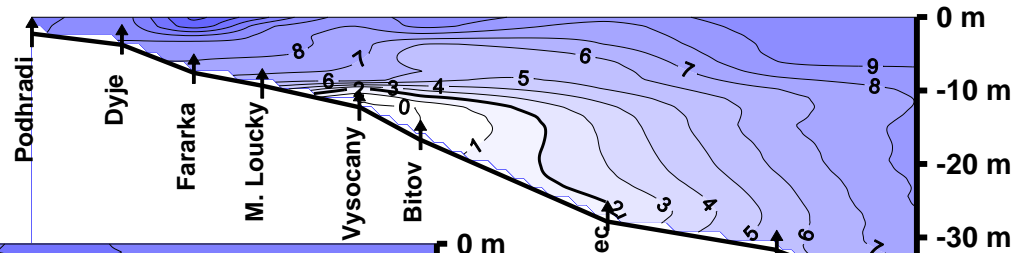
# Monitoring dnových sedimentů



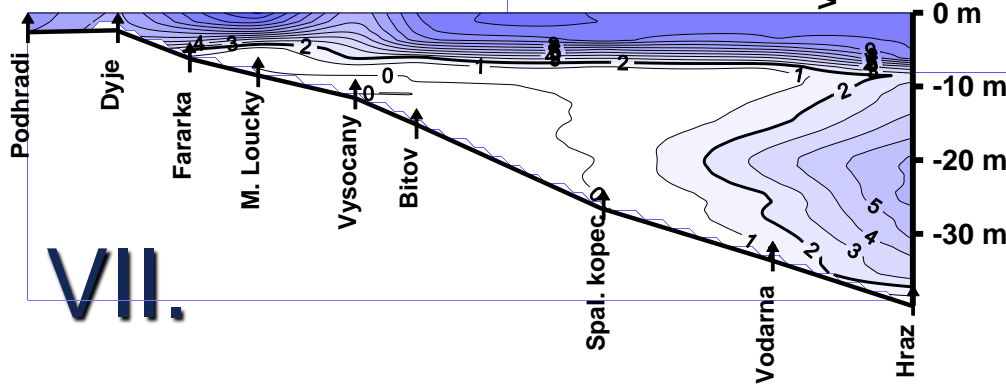


# Kyslík

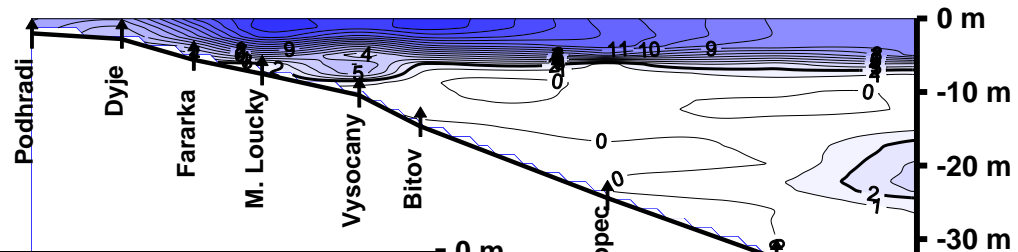
## VI.



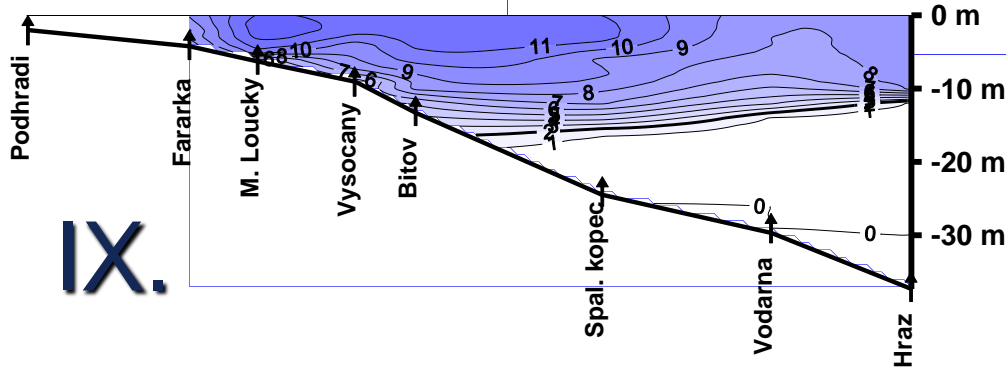
## VII.



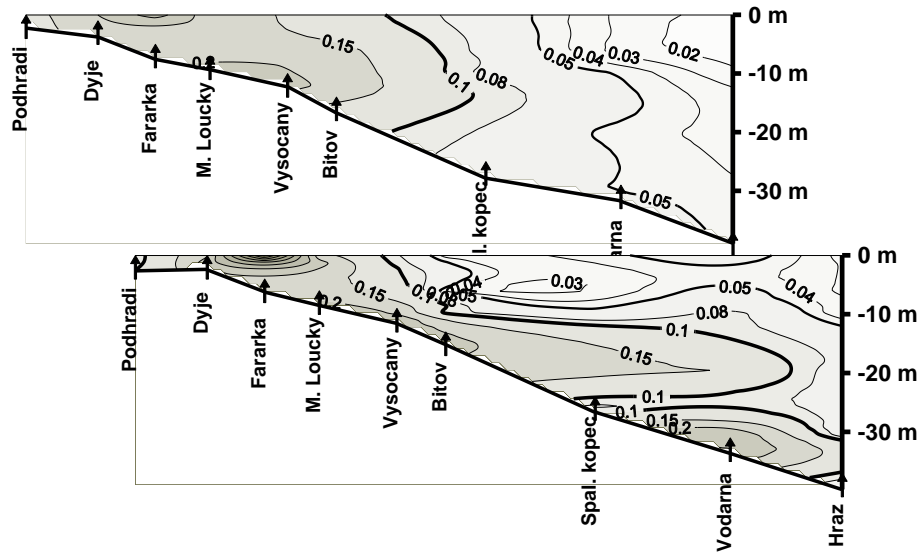
## VIII.



## IX.

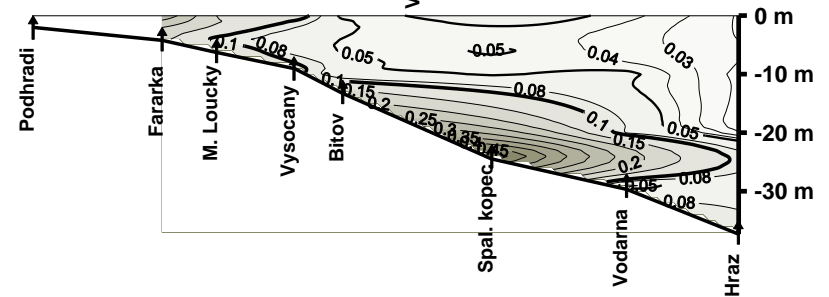
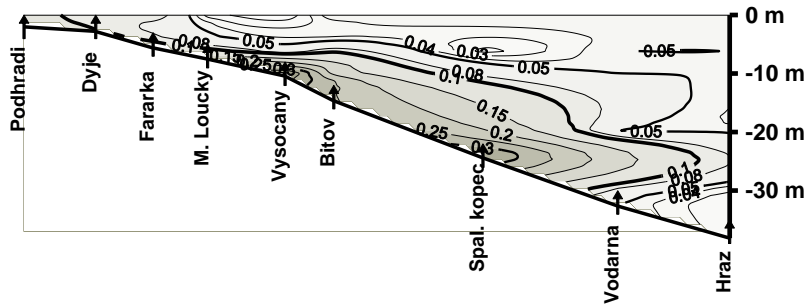
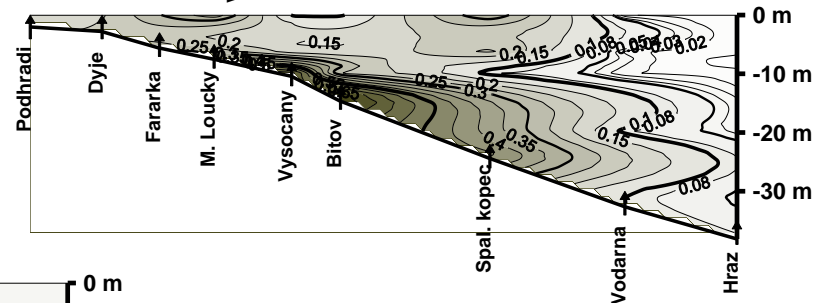


# Fosfor



# P<sub>CELK</sub>

# P<sub>rozp</sub>



# Hlavní faktory ovlivňující trofii VD Vranov

- **VN Vranov je poměrně průtočná nádrž** (teoretická doba zdržení vody v rozmezí 68 dní ve vodném roce 2010 a 166 dní v suchém roce 2012). **Vyšší průtočnost je eutrofizačně rizikovým faktorem** (vyšší přísun P), takže nároky na snížení koncentrací P jsou přísnější.
- Specifické **zatížení fosforem** (4,4 - 22,2 g m<sup>-2</sup> rok<sup>-1</sup>) je **poměrně vysoké**.
- **Podíl PO<sub>4</sub>-P** na P<sub>celk</sub> v Dyji i Želetavce činí cca 50% (v létě až 75%!). Do VN tedy vstupuje **velmi vysoký** podíl eutrofizačně rizikových sloučenin P.
- Současný stav je tedy dán nejen vyšším zatížením P, ale také velmi nepříznivým podílem PO<sub>4</sub>-P.
- **Snížit úroveň vstupu P<sub>celk</sub> do VN pod hranici eutrofie je kvůli průtočnosti nádrže obtížně proveditelné. Je však reálné zlepšit poměry snížením vysokého podílu PO<sub>4</sub>-P KOMUNÁLNÍCH ZDROJŮ, který je eutrofizačně nejrizikovější.**



## Pilotní ověření aerace na VD Vranov

- Aerace probíhala 6.8. do 30.9.
- Po celou dobu aerace byla v nádrži silná stratifikace
- Aerace neměla na stratifikaci žádný podstatný vliv
- Sinicový květ byl homogenizován do cca 4 m vrstvy
- Zlepšení pouze vizuální - estetické



## Pilotní ověření sběru biomasy na VD Vranov

- Sběr biomasy probíhal 61 dnů
- Ošetřená plocha 1,8 km<sup>2</sup>
- Odhad biomasy ve sbírané oblasti: 10-tinásobek sesbíraného množství
- Sesbíráno 20 tun biomasy, při 4 % sušiny to je 786 kg
- Zařízení prokázalo funkčnost technologie, ale chybí údaje k reálnému posouzení kapacity zařízení vzhledem k VD Vranov



## Navrhovaná opatření

- Základní **systemové** opatření: **výrazně snížit přísun fosforu přítoky, zejména v podobě PO<sub>4</sub>-P**
  - řešení bodových (zejména komunálních) zdrojů znečištění, které jsou nejvýznamnějšími producenty eutrofizačně nejrizikovějších sloučenin fosforu – fosforečnanů
  - řešení i emisí fosforu za srážkoodtokových událostí, zejména odlehčování odpadních vod
- **Nesystemové**, ale pravděpodobně účinné opatření: **aplikace koagulantu na přítocích do nádrže**



# POVODÍ VD VRANOV

- Povodí Dyje nad VD Vranov:
  - plocha 2 217 km<sup>2</sup>
  - 1 070 km<sup>2</sup> na území Rakouska
  - cca 100 000 obyvatel
  - 47 tisíc v ČR na území tří krajů
  - 194 sídelních útvarů v ČR  
průměrná velikost obce je 250 obyvatel



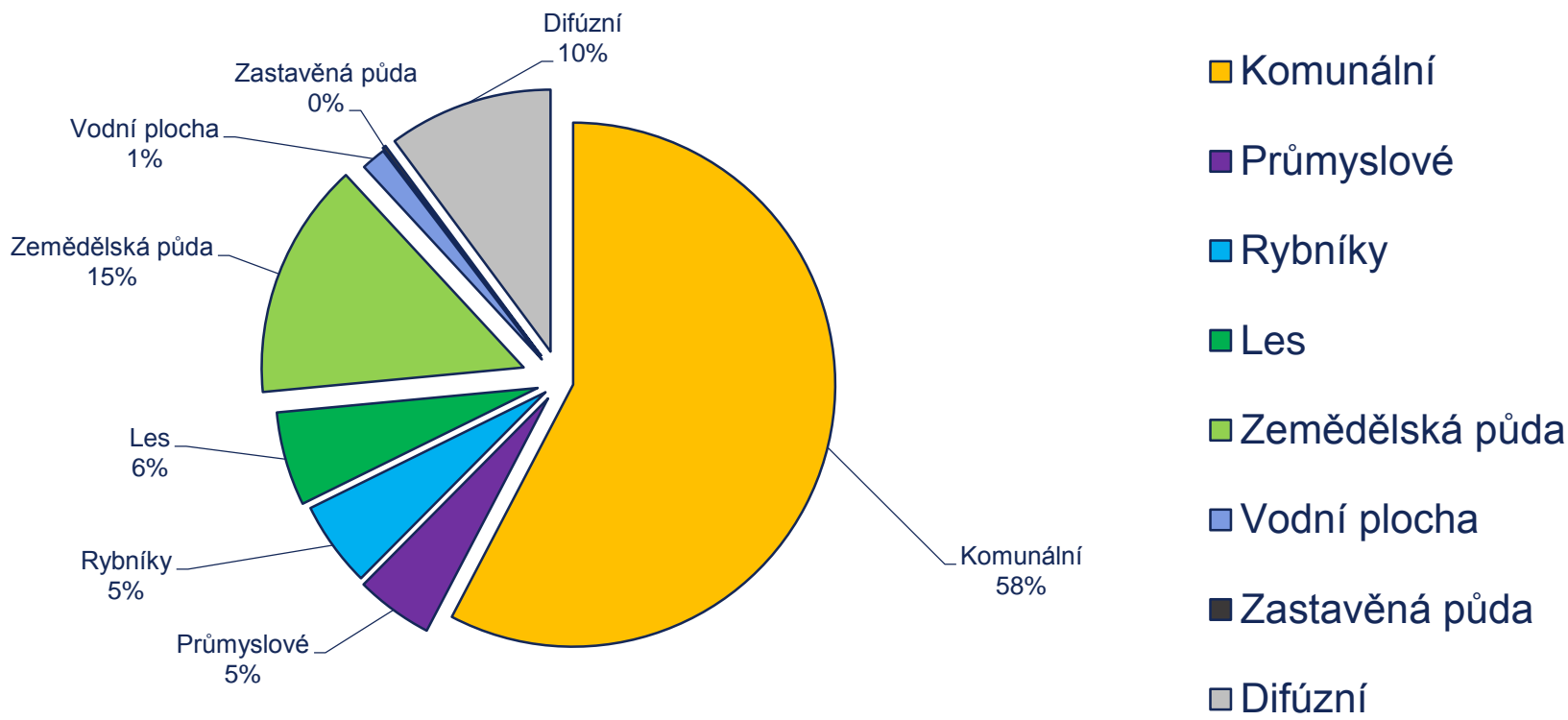
# POVODÍ VD VRANOV V JIHMORAVSKÉM KRAJI

- Lokalita vlastní vodní nádrže Vranov
- Většina povodí v kraji Vysočina a Jihočeském kraji
- Počet obyvatel - cca 5 500 (12% obyvatelstva v ČR)
- Produkce fosforu – 2,3 t za rok (11% z bodových zdrojů v ČR)



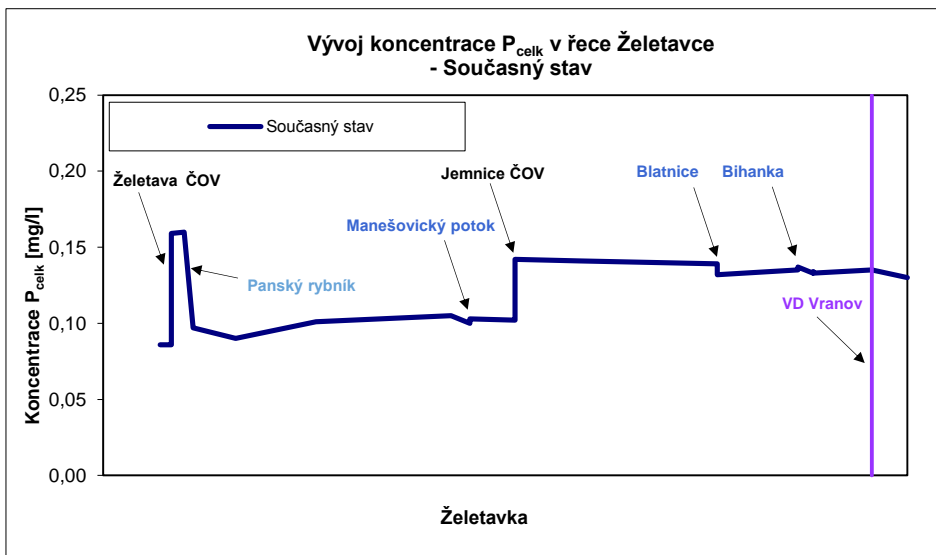
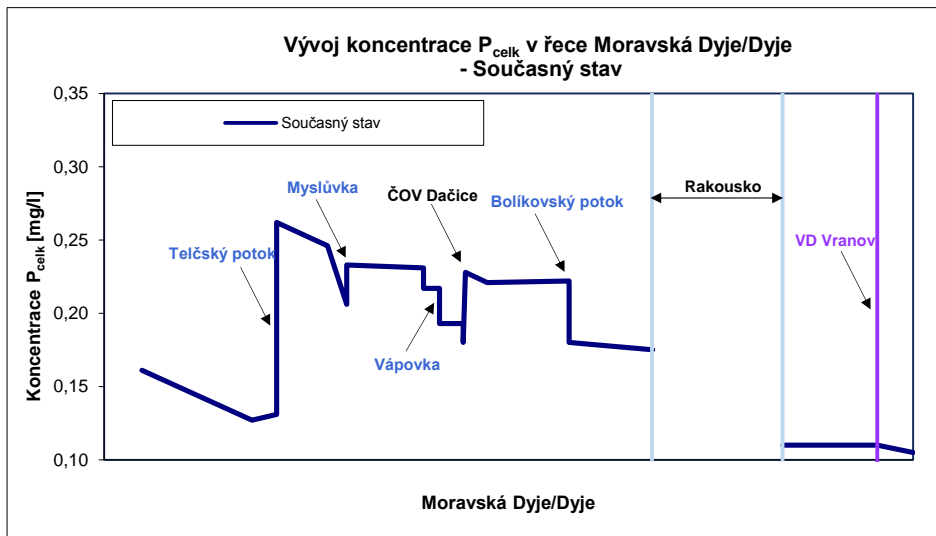


# ZDROJE FOSFORU V POVODÍ



- Bodové zdroje 20 t/rok
- Plošné zdroje 6 t/rok
- Difúzní zdroje 3 t/rok
- Celkové zdroje  $P_{celk}$  v povodí 44 t/rok
- Přísun  $P_{celk}$  do VD Vranov 38 t/rok

# JAKOSTNÍ MODEL $P_{\text{CELK}}$



- Model je kalibrován na současný stav dle výsledků monitoringu
- Je počítáno s retencí fosforu ve vodních nádržích, v tocích probíhá pouze dočasná retence
- Velké obce mají podstatný vliv na stav  $P_{\text{celk}}$
- V Rakousku dochází k naředění vody v Dyji
- Úroveň fosforu pro potlačení růstu sinic je 0,05 mg/l



## PŘÍTOK $P_{\text{CELK}}$ DO VD VRANOV

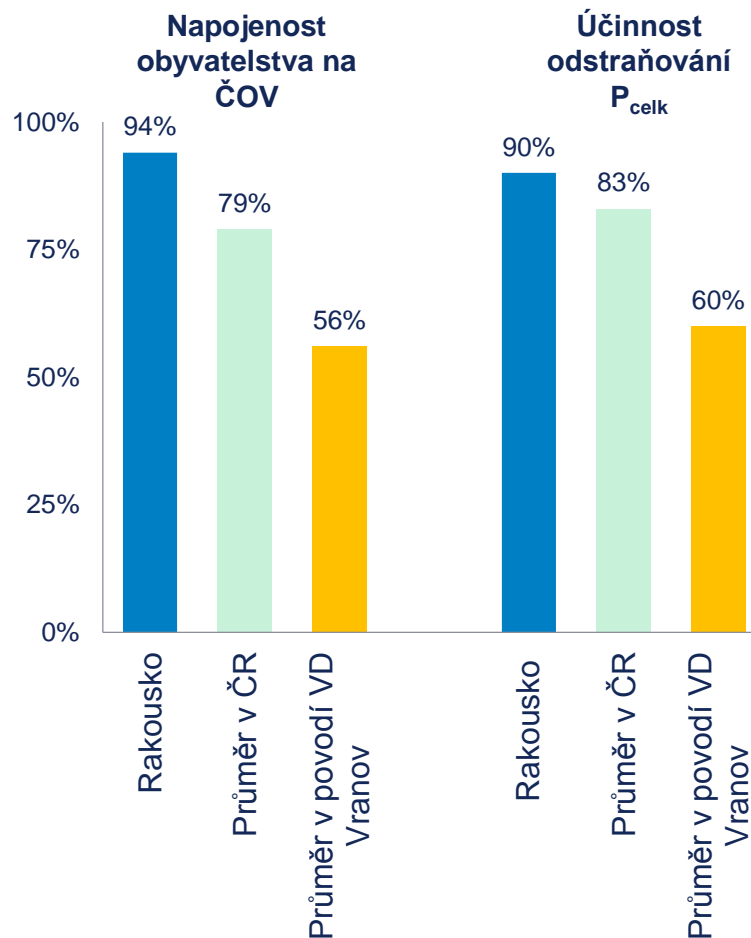
- Koncentrace  $P_{\text{celk}}$  v Dyji v ústí do VD Vranov 0,110 mg/l
- Koncentrace  $P_{\text{celk}}$  v Želetavce v ústí do VD Vranov 0,135 mg/l
  
- Látkový tok  $P_{\text{celk}}$  v Dyji v ústí do VD Vranov 31 t/rok
- Látkový tok  $P_{\text{celk}}$  v Želetavce v ústí do VD Vranov 5 t/rok
  
- Roční přísun  $P_{\text{celk}}$  do VD Vranov 38 t/rok
  
- Množství zdrojů v ČR 30 t/rok
- Retence na území ČR - 4,3 t/rok (14%)
  
- Látkový tok připadající na Rakousko 12 t/rok
- Zdroje v Rakousku při stejné úrovni retence 14 t/rok

## ZDROJE P<sub>CELK</sub> V RAKOUSKU

- Odhadované celkové zdroje fosforu v Rakousku 14 t/rok
- Obdobné množství plošných zdrojů jako v ČR 6 t/rok
- Bodové zdroje pouhých 8 t/rok (v ČR 20 t/rok)

### Příčiny:

- Vysoká napojenost obyvatelstva na ČOV 94% (v ČR 56% / 79%)
- Vysoká účinnost čištění P<sub>celk</sub> 90% (v ČR 60% / 83%)
- Opora v legislativě – přísnější limity a častější kontrola





---

## NÁVRHY OPATŘENÍ

- Cílem bylo snížení  $P_{\text{celk}}$  – návrhy opatření na bodových zdrojích
- Byl simulován dopad probíhajících realizací
- Byly simulovány plánované akce dle jejich připravenosti
- Byly provedeny vlastní návrhy opatření a vybrány efektivní řešení
- Jednotlivé scénáře byly rozděleny dle časové posloupnosti a dle efektivity opatření
- Modelem byly simulovány dopady scénářů na VD Vranov

---

## NÁVRHY OPATŘENÍ - NEJEFEKTIVNĚJŠÍ OPATŘENÍ

- Řeší se přednostně velké zdroje
- Návrhy jdou za hranice legislativních požadavků
- Navrženo je 16 akcí:
  - 3 nové ČOV,
  - zrušení 3 současných biologických rybníků a výstavba mechanicko-biologických ČOV
  - intenzifikace 2 ČOV (Telč, Masozávod Krahulčí a.s.)
  - 7x rekonstrukce kanalizačních systémů (např. Dačice, Jemnice)
  - přesun vypouštění OV z ČOV Štítary
- Zvýšení účinností odstraňování  $P_{\text{celk}}$  na 90% na všech ČOV (navýšení provozních nákladů je odhadováno na 0,33 Kč/m<sup>3</sup>)
- Snížení vnosu  $P_{\text{celk}}$  je **6,4** t/rok za cenu cca **284** mil. Kč
- V tomto scénáři není zahrnut vliv připravovaných akcí ani instalace srážení P na stávajících ČOV



# Náměty k rozpracování na pilotní ověření opatření ve vlastní nádrži VD Vranov

- **Pilotní ověření aplikace koagulantu do přítoků VN Vranov**

- Rozpuštěné sloučeniny P nemají potřebné množství Fe jako hlavního vazebného partnera. Fe je schopné odstranit  $\text{PO}_4\text{-P}$  z roztoku na úroveň meze stanovitelnosti, tedy 0,010-0,005  $\text{mg.l}^{-1}$ .
- Jediným vhodným koagulantem k aplikaci na přítoku do VD je v daných podmínkách koagulant na bázi železa, a to ve formě síranu železitého, úspěšně ověřeného mj. i při srážení fosforu na VN Brno.
- $\text{PO}_4\text{-P}$  ve vodě v horní části VN Vranov v r. 2014 nebyl důsledkem oxidoredukčních procesů, ale procesu mineralizace organických látek. To znamená, že účinnost Fe dávkovaného do přítoku by zůstala s vysokou pravděpodobností zachována i přes nepříliš příznivé kyslíkové poměry kombinované s nedostatkem dusičnanových iontů.
- Závislost na dostupnosti elektrické energie, obslužitelnost vozidlem dopravujícím koagulant, kvalitě vmíchání dávkovaného roztoku do protékající vody.

- **Pilotní ověření ochrany zátok rekreační oblasti Bítov aerační bariérou**

- Instalace jemnobublinné aerační clony v ústí zátok (délky cca 150 m a 190 m). Aerační liniové zařízení v hloubce cca 4 m by uvádělo do pohybu vodu s nízkým obsahem sinic. Účinnost tohoto postupu je vzhledem k absenci zkušeností s touto technikou nejistá.

- **Pilotní sběr biomasy sinic**

- Sběr má četná omezení, nicméně v kombinaci s aerační clonou se jeví jako potenciálně funkční k ochraně bítovských zátok. Toto opatření nelze chápat jako systémové řešení, jen jako doplňkové.
- Je nutno otestovat účinnější, více kapacitní technologii sběru biomasy sinic

## Posuzovaná doplňující opatření

- **Ochrana jedné nebo obou bítovských zátok před pronikáním sinic hydraulickou bariérou - instalace jemnobublinné clony** v ústí zátok (délky cca 150 m a 190 m). Aerační liniové zařízení v hloubce cca 4 m by uvádělo do pohybu vodu s nízkým obsahem sinic. Rizikem je pronikání sinic z přítokové oblasti za zvýšených průtoků i rozvoj samostatných populací v zátokách z inokula ve dně. Účinnost tohoto postupu je vzhledem k absenci zkušeností s touto technikou nejistá. Metoda pneumatické aerace je **navržena ke zvážení jako doplňkové opatření**.
- **Sběr biomasy sinic** - dokáže sbírat pouze povlaky sinic (dokud jsou sinice rozptýlené ve vodním sloupci, byť hustě, plavidlo použít nelze). Lze jej použít až v okamžiku, kdy je na záchranu koupací sezóny již pozdě. Sběr nevyčistí danou část nádrže od sinic, navíc další biomasa sinic stále ke hladině vyplouvá z vodního sloupce. Oblast Bítova je napojena na přítokovou část nádrže, kde jsou sinice masově kultivovány a narostlá biomasa pokračuje přes oblast Bítova. Toto opatření **nelze doporučit jako systémové řešení, jen jako doplňkové**.
- **Plošná aplikace hlinitých koagulantů** - oblast Bítova je silně ovlivňována přitékající vodou, takže rekolonizace ošetřeného prostoru sinicemi z oblasti jejich intenzivní kultivace v přítoku by byla rychlá. Opatření **nelze doporučit**.
- **Opatření lokálně zlepšující podmínky v okolí jímání vodárny** - snahy o lokální destratifikaci nádrže nemají naději na úspěch. Mohou naopak působit i kontraproduktivně vmícháním zvýšených koncentrací Mn a Fe z hlubších míst, nebo naopak vmíchat fytoplankton do úrovně odběrných etáží. Stratifikovaná nádrž se chová jako kontinuum, kde lokální změny nemají dlouhého trvání a jsou tudíž velmi neefektivní. Opatření **nelze doporučit**.
- **Zásahy do rybí obsádky nejsou aktuálně třeba** vzhledem k dobré struktuře zooplanktonu.

# Doporučení vyplývající z modelu

## • Opatření na komunálních zdrojích

- Prioritní realizace akcí ze scénáře III. a IIIb.
- Minimalizace úniků ze stokové sítě – stupeň napojenosti obyvatel, důsledné oddělení dešťových a splaškových vod, snížení množství přepadů, rekonstrukce netěsných sítí
- Zvýšené odstraňování  $P_{\text{celk}}$  i na menších ČOV
- Agregace rozvozu srážedla
- Doporučení k vydávání povolení k nakládání s vodami pro nové ČOV
- Mokřadní biotopy, technologické mokřady, plantáže - pro dočištění odpadních vod, s produkcí energetických plodin
- Alternativní metody čištění OV u malých obcí

## • Opatření v krajině a říční síti

- Realizace vybraných plošných opatření
- Pozemkové úpravy
- Studie, projektová příprava a realizace MVN a mokřadů
- Studie, projektová příprava a realizace revitalizačních a retenčních opatření



# Doporučení vyplývající z modelu

## • Průzkumný monitoring povodí

- Průzkumný monitoring povodí Myslůvky a Telčského potoka
- Vybavení měrného profilu na Myslůvce technologií automatického měření průtoků
- Zavedení dlouhodobého kontinuálního monitoringu v uzávěrových profilech Dyje a Želetavky
- Zavedení provozního monitoringu Dyje v hraničním profilu Dyje - Drosendorf
- Průzkum a monitoring kanalizačních výustí ve vybraných obcích v povodí
- Systematický monitoring všech ČOV v povodí

## • Koordinační, kontrolní a iniciační činnost

- Koordinace a komunikace, osvětová činnost, pozitivní motivace
- Semináře, konference
- Doporučení pro ČIŽP
- Doporučení pro Povodí Moravy, s.p. z hlediska vyjadřovací činnosti
- Doporučení pro VÚMOP - prosazovat opatření omezování plošného znečištění do plánovacích dokumentů a legislativních podkladů
- Koordinace s procesem plánování v oblasti vod - zvýšené požadavky na kvalitu vod v povodí Dyje promítnout do cílů ochrany vod Plánu dílčího povodí Dyje
- Podněty k novelizaci a kontrole právních předpisů
- Statut území vyžadující zvláštní ochranu

# Náměty k dalšímu postupu - řízení a koordinace aktivit k prosazení navržených opatření v praxi

## 1. Návrh na ustanovení řídicí PRACOVNÍ SKUPINY s konkrétní pracovní náplní a termíny

- Pokud má být zlepšování stavu vod trvalým procesem, je potřebné navrhované aktivity neustále udržovat a podporovat.
- Je potřebné vytvořit jednotnou platformu k řízení a koordinaci činností ke zlepšení stavu povodí za účasti JMK, KVy, JČK, správce povodí, dotčených obcí a orgánů státní správy.
  - Úspěšné příklady obdobných projektů:
    - „Čisté povodí Svratky“
    - „Za čistou řeku Jihlavu“
    - dlouhodobé projekty ke snížení eutrofizace povodí VD Orlík, VD Švihov/Želivka
- V rámci platformy zřídit **odbornou skupinu** za účasti předních odborníků – vodohospodářů, limnologů, hydrobiologů, hydrochemiků, .....
- Pracovní skupina bude udržovat **komunikaci s obcemi** v prioritních lokalitách, poskytovat jim asistenci při přípravě nejvhodnějšího řešení odvádění OV.
- Skupina bude **koordinovat kontrolní činnosti**, zejména ve spolupráci s vodoprávními úřady a ČIŽP. Vzhledem k nadregionálnímu významu VD Vranov je třeba **koordinovat přístup vodoprávních úřadů** při vydávání rozhodnutí.
- Pozornost skupiny bude také věnována komunikaci a spolupráci s místními subjekty a osvětové činnosti.

# Náměty k dalšímu postupu - řízení a koordinace aktivit k prosazení navržených opatření v praxi

## 2. Informační a osvětová činnost

- Prezentace cílů projektu na akcích pro odbornou i laickou veřejnost, obecní samosprávy a zástupce státní správy
- Spolupráce s místními subjekty, pozitivní motivace, pozitivní příklady, zvýšení zájmu o problémy znečištění vod a eutrofizace
- Informování veřejnosti v zájmovém území, komunikace s občany na veřejném jednání nebo prostřednictvím letákové kampaně, tematické výstavy na veřejných místech, atd.
- Pořádání odborných seminářů a školení s prezentací projektu, jeho cílů, prováděných aktivit, řešených problémů a dosažených zlepšení. Semináře pořádat jak ve formě pro odbornou veřejnost (vodoprávní úřady, pozemkové úřady, ČIŽP, správce povodí a vodních toků, ap.), tak i pro starosty dotčených obcí, místní a krajská zastupitelstva a laickou veřejnost.
- Jednáními zainteresovaných stran (obecní úřady, zastupitelstva, provozovatelé VH infrastruktury, vodoprávní úřady, správce povodí, kontrolní orgány) hledat cesty, jak dosáhnout potřebných koncentrací fosforu a dalších ukazatelů při čištění OV.



# Náměty k dalšímu postupu - řízení a koordinace aktivit k prosazení navržených opatření v praxi

## 3. Výměna zkušeností při nakládání s odpadními vodami v rámci PŘESHraniční SPOLUPRÁCE

- Jak provozní praxe při odstraňování  $P_{\text{celk}}$ , tak legislativní opatření jsou v Rakousku mnohem účinnější. Výsledkem je dobrá průměrná účinnost čištění v parametru  $P_{\text{celk}}$ , což bylo potvrzeno i monitoringem vod přitékajících z Rakouska na české území.
- Navrhuje se bližší **přeshraniční spolupráce při předávání zkušeností** a správných postupů při odvádění a čištění odpadních vod. Rovněž rakouská legislativa v oblasti odstraňování fosforu by mohla poskytnout řadu podnětů při aktualizaci příslušných právních předpisů v ČR.

---

**DĚKUJI ZA POZORNOST!**



Jméno: Ing. Roman Hanák

Email: [roman.hanak@aquatis.cz](mailto:roman.hanak@aquatis.cz)

Telefon: +420 541 554 229