LIFE2Water

LIFE2Water

Ověření a vyhodnocení technologií pro terciární dočištění komunálních odpadních vod

Radka Pešoutová

Cíle projektu LIFE2Water, hlavní aktivity

- **CÍLE PROJEKTU: Ověření a vyhodnocení perspektivních technologií pro terciární čištění komunálních odpadních vod s potenciálem pro významné zlepšení kvality odtoku**
- **HLAVNÍ AKTIVITY:**
  - Návrh a konstrukce pilotních jednotek využívající sonolýzy ozonu, ultrafiltraci s adsorpcí na aktivním uhlí a kombinaci mikrosítové filtrace s UV zářením a dávkováním peroxidu vodíku
  - Ověření účinnosti na odstranění sledovaného znečištění (mikrobiální znečištění, znečištění chemickými látkami – průmyslové látky, pesticidy a léčiva)
  - Sledování, optimalizace a vyhodnocení odstranění sledovaného znečištění a vybraných provozních parametrů
  - Propagace projektu a jeho výsledků, výměnu zkušeností a přenos dobré praxe

Sledované znečištění

- **Výběr na základě screeningu vzorků OV → toxicita pro vodní organizmy, akumulace v ekosystému, úbytek biologické rozmanitosti, ohrožení lidského zdraví**
- **Omezená účinnost konvenčních metod čištění**
- **Chemické znečištění:**
  - vybrané průmyslové látky (bisfenol A, nonylfenol a oktylfenol a jejich metabolity),
  - pesticidy (celkem 26 pesticidních látek a jejich metabolitů, mezi nimi atrazin a jeho metabolity, MCPA, MCPP, MCPB),
  - vybraná léčiva (celkem 23 látek, mezi nimi 17α-ethinylestradiol, 17β-estradiol a jejich metabolity, diclofenac, karbamazepin a naproxen)
- **Mikrobiálního znečištění – fekální koliformní bakterie, Enterokoky, *Escherichia coli***
- **Základní parametry (BSK_5, CHSK, NL, $N_{celk.}$, $P_{celk.}$)**

Očekávané výsledky

- **Návrh, konstrukce a zprovoznění pilotních jednotek využívající sonolýzy ozonu, ultrafiltraci a kombinaci mikrosítové filtrace s UV zářením a peroxidem vodíku**
- **Ověření a vyhodnocení provozních parametrů (snížení spotřeby elektrické energie a dalších vstupů)**
- **Míra odstranění sledovaných chemických látek (99 %) a mikrobiálního znečištění (200 KTJ/100 ml)**
- **Soubor postupů k výběru vhodné technologie pro terciární dočištění komunálních odpadních vod**
- **Zapojení cílových skupin projektu → osvěta mezi širokou veřejností a sdílení výsledků/postupů nejlepší praxe mezi odborníky z oblasti vodního hospodářství (semináře, letáky, informační letáky, články, účast na konferencích)**

Příjemci projektu, doba trvání a rozpočet

- **Trvání projektu: 09/2014-12/2017**
- **Rozpočet projektu: 600,015 €**
- **Kofinancování EC: 50 %**
- **Místo realizace: ČOV Brno-Modřice**
- **PŘÍJEMCI PROJEKTU:**
  - Koordinující příjemce: AQUA PROCON s.r.o.
  - Přidružení příjemci: ALS Czech Republic, s.r.o. a Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

AQUA PROCON s.r.o.

- **Přední, ryze česká projektová a inženýrská společnost s mezinárodní působností v oblasti vodního hospodářství**
- **Zajištění komplexních služeb při projekční, inženýrské i finanční přípravě staveb, jejich realizaci, případně řízení**
- **Obory činnosti:**
  - Stokování a městské odvodnění
  - Čištění odpadních vod
  - Systémy zásobování vodou (vodovody, úpravny vody)
  - Dopravní, pozemní a průmyslové stavby
  - Krajinné inženýrství
  - Věda a výzkum v oblasti čištění odpadních vod, úpravy a dopravy vody a obnovitelných zdrojů energie
- **LIFE2Water: Návrh a konstrukce pilotních jednotek, jejich monitoring, vyhodnocení monitoringu, koordinace a diseminace projektu**

ALS Czech Republic, s.r.o.

- moderní analytická laboratoř akreditovaná dle ČIA (ČSN EN ISO/IEC 17025)
  - chemické, fyzikální, radiochemické, mikrobiologické a toxikologické analýzy v oblasti životního prostředí, potravin, krmiv, olejů, maziv, paliv, farmacie a dalších průmyslových odvětví
  - laboratoře v Praze, České Lípě a Pardubicích → kvalifikovaný tým expertů s moderním přístrojovým vybavením a technickým zázemím
  - LIFE2Water: analýzy vzorků odpadních vod chromatografickými metodami s hmotnostní detekcí (LC/MS/MS – pesticidní látky, steroidní hormony, léčiva; GC/MS/MS – alkylfenoly a bisfenol A), diseminace projektu

BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE akciová společnost

Hlavní činnosti:

- provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, výroba a dodávka pitné vody
- odvádění odpadních a dešťových vod, jejich čištění
- revize kanalizací televizní kamerou, rozbory pitných a odpadních vod

Provozovaná oblast:

Brno a další vybraná města a obce v okolí Brna (např. Kuřim, Modřice, Březová nad Svitavou a další)

LIFE2Water:

Spolupráce na návrhu pilotních jednotek, monitoring pilotních jednotek a jeho vyhodnocení, analýzy vzorků odpadních vod (mikrobiologické a základní parametry), diseminace projektu

8

Testovací lokalita

- **ČOV Brno-Modřice**
- **Čistění odpadních vod z města Brna a měst a obcí ze širokého okolí Brna**
- **Klasická mechanicko-biologická ČOV s anaerobní stabilizací kalu**
- **Kapacita ČOV: 513 tis. EO**
- **Pilotní jednotky umístěny v objektu 214 – slouží k přípravě technologické vody (zdroj biologicky vyčištěné odpadní vody)**

Návrh a konstrukce pilotních jednotek

- **Využití zkušeností projekční firmy a provozovatele vodárenské infrastruktury**
- **Technologie s potenciálem k eliminaci sledovaného znečištění, ale běžně nepoužívané na dočištění komunálních odpadních vod**
- **Spojením do unikátních celků byla posílena účinnost odstranění sledovaného znečištění**
- **Návrh a konstrukce pilotních jednotek:**
  - ⇨ Pilotní jednotka mikrosítové filtrace s UV zářením a peroxidem vodíku
  - ⇨ Pilotní jednotka sonolýzy ozonu
  - ⇨ Pilotní ultrafiltrační jednotka s adsorpcí na aktivním uhlí

Monitoring pilotních jednotek (1/3)

- **Monitoring každé z jednotek po dobu 1 roku při různých provozních stavech**
- **Posouzení a vyhodnocení pilotních jednotek:**
  - ⇨ Provozní aspekty (provozní náklady, nároky na obsluhu, nároky na údržbu)
  - ⇨ Účinnost na zlepšení základních parametrů odtoku (CHSK, BSK_5, NL, $P_{celk.}$, $N_{celk.}$)
  - ⇨ Míra odstranění sledovaných prioritních látek a mikrobiálního znečištění
- **Soubor postupů pro podporu rozhodování při výběru vhodné technologie pro odstraňování vybraného znečištění na odtoku z komunálních čistíren odpadních vod**

Monitoring pilotních jednotek (2/3)

- **Odběry vzorků**
  - ⇨ 24 hodinové slévané vzorky odebírané automatickými vzorkovači
  - ⇨ na vstupu do pilotní jednotky a na výstupu každé z pilotních jednotek
  - ⇨ nutno zamezit kontaminaci vzorků: používání sterilních skleněných nádob, připojení vzorkovačů teflonovým potrubím (velmi problematický je všudypřítomný bisfenol A).
- **Analýza vzorků**
  - ⇨ klasické laboratorní analýzy pro základní a mikrobiologické parametry
  - ⇨ chromatografické metody s hmotnostní detekcí (LC/MS/MS – pesticidní látky, steroidní hormony, léčiva; GC/MS/MS – alkylfenoly a bisfenol A)

Monitoring pilotních jednotek (3/3)

- **Sledování a vyhodnocování vybraných provozních ukazatelů → průtok, spotřeba elektrické energie, spotřeba dalších chemikálií**
- **Provozní záznam (checklist) – vyplňován 2x denně**

Provozní záznam (pilotní jednotka mikrosíta/UV)

datum: 11.5. čas: 12:00 kontroloval: BIOFRIGEN

stav indukčního průtokoměru B1: aktuální průtok 5,05 l s⁻¹; celkový odjem 4408 m³

stavy elektroměrů v rozvaděči E6: čerpadlo vstup 14,5 kWh; rozvaděč RMF 41,8 kWh; z RMF čerp. kalu 89 kWh; peroxid – kWh; UV 24,4 kWh

Rozvaděč RMF:
- hlavní spínač sepnut: ☒ ANO ☐ NE
- kontrolky poruchy (zablikrnout světlo): ☐ FILTER FAULT ☐ PUMP 1 FAULT ☐ PUMP 2 FAULT
- všechny přepínače musí být v poloze AUTO

Rozvaděč UV Wedeco:
- hlavní spínač sepnut: ☒ ANO ☐ NE (pokud ne tak…rozvaděč RMF!)
- otočný přepínač v poloze: ☐ Test ☐ 0 ☒ Normal
- hodnota na displeji (první řádek): Wm²

Rozvaděč RFM1:
- hlavní spínač sepnut: ☒ ANO ☐ NE
- kontrolka chodi/porucha: ☒ zelená ☐ žlutá ☐ nic

Dávkovací čerpadlo peroxidu vodíku:
- spínač na zadní straně v poloze „I": ☐ ANO ☐ NE (pokud ne tak…)
- čerpadlo běží: ☐ ANO ☐ NE
- nastavení potenciometru: číslo v okénku ..... nato čení ..... (mezi 0-10, nejlépe 8-10)

Kontrola těsnosti hydraulických spojů a nádrží: ☐ OK ☐ netěsní

Diseminace projektu

- **Webové stránky projektu (www.life2water.cz)**
- **Exkurze na ČOV Brno-Modřice pro odborníky i laickou veřejnost**
- **Informační materiály (letáky pro širokou a odbornou veřejnost, informační tabule, zprávy s výsledky projektu)**
- **Účast na konferencích a organizace seminářů pro odbornou veřejnost**
- **Publikace článků v odborných časopisech (SOVAK)**

LIFE2Water

Děkuji za pozornost.

www.life2water.cz

LIFE2Water

LIFE2Water

Vyhodnocení provozu ultrafiltrační pilotní jednotky s adsorpcí na aktivní uhlí

Ing. Luboš Stříteský

Monitoring pilotní jednotky

- **Testování ultrafiltrační pilotní jednotky s adsorpcí na aktivní uhlí od dubna 2016 do března 2017**
- **Počty odebraných vzorků:**
  - ⇨ celkem 183 dvojic vzorků vstup-výstup pro základní a mikrobiologické parametry
  - ⇨ celkem 86 dvojic vzorků vstup-výstup pro alkylfenoly, pesticidy a léčiva
  - ⇨ celkem 26 dvojic vzorků vstup-výstup pro AOX
  - ⇨ celkem 4 dvojice vzorků vstup-výstup pro ekotoxicitu

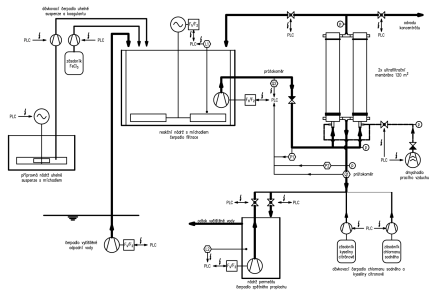
Sledované parametry

- **Základní parametry (BSK_5 + $CHSK_{Cr}$ + NL + N_C + P_C)**
- **Mikrobiologické parametry (fekální koliformní bakterie + enterokoky + *Escherichia coli*)**
- **Alkylfenoly (bisfenol A + nonyl- a oktylfenoly a jejich metabolity)**
- **Pesticidy (MCPA + MCPP + karbofuran + atrazin, celkem 26 látek vč. vybraných metabolitů)**
- **Léčiva (karbamazepin + diazepam + diklofenak + ibuprofen + RTG kontrastní látky, celkem 23 látek)**
- **Ekotoxicita (*Daphnia magna* + *Vibrio fischeri* + *Scenedesmus subspicatus* + *Sinapis alba*)**
- **AOX**

Pilotní jednotka ultrafiltrace s adsorpcí na aktivní uhlí

- **Princip:**
  - filtrace NL + bakterií + virů a vysokomolekulárních látek na membráně
  - adsorpce nízkomolekulárních látek na práškové aktivní uhlí s následnou separací uhlí na membráně
- **Pilotní jednotka:**
  - podávací čerpadlo vody
  - dávkovací čerpadlo práškového uhlí a koagulantu
  - reakční nádrž s míchadlem a čerpadlem filtrace
  - tlakové membránové moduly
  - nádrž permeátu s čerpadlem zpětného proplachu
  - dávkovací čerpadla pro CEB + dmychadlo pracího vzduchu
  - MaR + elektroinstalace a automatické vzorkovače

Pilotní jednotka ultrafiltrace



Pilotní jednotka ultrafiltrace

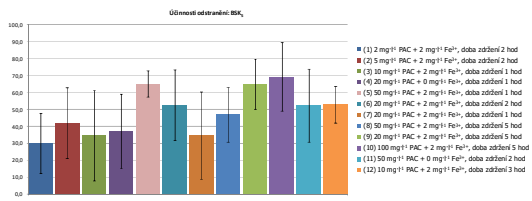
Provozované stavy

- **2 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 2 hod**
- **5 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 2 hod**
- **10 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 1 hod**
- **20 mg·l^{-1} PAC + 0 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 1 hod**
- **50 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 1 hod**
- **20 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 2 hod**
- **20 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 1 hod**
- **50 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 5 hod**
- **20 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 5 hod**
- **100 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 5 hod**
- **50 mg·l^{-1} PAC + 0 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 2 hod**
- **10 mg·l^{-1} PAC + 2 mg·l^{-1} Fe^{3+} + doba zdržení 3 hod**

Účinnosti odstranění základních parametrů

- **$CHSK_{Cr}$ a BSK_5: účinnosti odstranění závislé na dávce aktivního uhlí a vstupní koncentraci:**
  - odstranění BSK_5 od 30 do 69 % pro dávky PAC od 2 do 100 mg·l^{-1} PAC
  - odstranění $CHSK_{Cr}$ cca shodné jako u BSK_5
- **Všechny vzorky NL pod mezí detekce**
- **Odstranění P_C stabilní bez ohledu na provozní stav:**
  - cca 45 až 80 % dle vstupních koncentrací
  - na výstupu průměrně 0,2 a maximálně 0,9 mg·l^{-1} P_C
- **N_C se neodstraňuje**
- **Fe^{3+} nemá vliv na účinnosti odstranění**

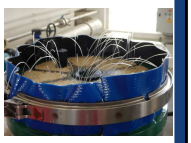
Účinnosti odstranění BSK_5



BSK_5 na vstupu za celé období 2,7±1,6 mg·l^{-1}

Účinnosti odstranění mikrobiologických parametrů

- **0 KTJ·10 ml^{-1} během prvních 2 měsíců**
- **Po poruše zpětné klapky pracího vzduchu jednotky až tisíce KTJ·10 ml^{-1}**
- **Proveden test integrity membrány vzduchem → identifikována větší porucha jednoho modulu**
- **Po opravě jednotky až stovky KTJ·10 ml^{-1} → oprava nebyla úspěšná, nebo je porucha i v druhém modulu**
- **Po výměně za nový membránový modul a provoz pouze s novým modulem opět 0 KTJ·10 ml^{-1}**



Účinnosti odstranění alkylfenolů

- **Bisfenol A: koncentrace na odtoku vyšší než na přítoku**
  - na počátku testování na výstupu cca 5× vyšší koncentrace oproti vstupu do pilotní jednotky
  - do výměny původního membránového modulu (vlákno polyakrylnitril, potting epoxidová pryskyřice) za nový modul (vlákno polyethersulfon, potting polyuretan a atest na styk s pitnou vodou) postupný pokles výstupních koncentrací na úroveň vstupních koncentrací
  - s novým modulem odstranění 81 až 96 % pro dávky 5 až 20 mg·l^{-1} PAC (měřeno v zimě → na vstupu cca 7× vyšší koncentrace BPA)
- **Nonyl- a oktylfenoly (a metabolity):**
  - účinnosti odstranění nízké: 39 % až 54 %
  - není zjevná závislost mezi odstraněním a dávkou PAC, Fe^{3+} nebo hydraulickou dobou zdržení

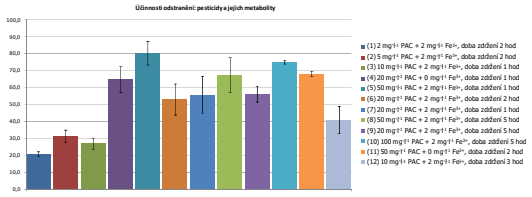
Účinnosti odstranění pesticidů

- **Atrazin a metabolity: účinnosti odstranění od 21 % do 88 %**
  - při dávce nad 20 mg·l^{-1} PAC běžně dosahováno meze detekce
  - při dávce nad 50 mg·l^{-1} PAC vždy dosaženo meze detekce
  - zvýšení hydraulické doby zdržení z 1 na 3 hod při dávce 10 mg·l^{-1} PAC → zvýšena účinnost odstranění z 43 % na 63 %
- **MCPA a MCPP: účinnosti odstranění úměrné dávce O_3**
  - 20 mg·l^{-1} PAC + 1 hod: odstranění 44 % a 51 % pro MCPA resp. MCPP
  - 50 mg·l^{-1} PAC + 1 hod: bez dávkování Fe^{3+} nižší odstranění o 10 % a 4 % pro MCPA resp. MCPP
  - ostatní provozní stavy s ≥50 mg·l^{-1} PAC pod mezí detekce

Účinnosti odstranění sumy pesticidů

- **Účinné látky pesticidů a pesticidy vč. metabolitů: obojí podobný průběh jako odstranění atrazinu**
  - odstranění účinných látek sledovaných pesticidů 32 % až 80 % pro dávky 2 až 100 mg·l^{-1} PAC
  - účinnost odstranění sledovaných pesticidů vč. metabolitů podobné, obecně o 5 až 10 % nižší
  - při ≥20 mg·l^{-1} PAC dosaženo meze detekce u více než poloviny sledovaných pesticidů
  - při 100 mg·l^{-1} PAC veškeré pesticidu pod mezí detekce
  - hydraulická doba zdržení nad 1 hod ani dávkování Fe^{3+} nemají výrazný vliv na účinnosti odstranění

Účinnosti odstranění pesticidů a jejich metabolitů

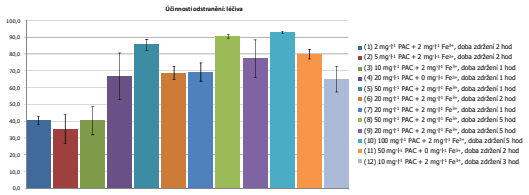


Suma pesticidů vč. metabolitů na vstupu za celé období cca 0,6 µg·l^{-1} s poklesem v zimním období

Účinnosti odstranění léčiv

- **Diklofenak, karbamazepin a naproxen**
  - pro dávky 2 až 100 mg·l^{-1} PAC odstranění 11 až 99,4 %, 56 % až 99,6 % a 31 % až 97,1 %
  - mez detekce dosažena při 50 mg·l^{-1} PAC u naproxenu a 100 mg·l^{-1} PAC u ostatních
- **Suma sledovaných léčiv**
  - 36 až 92,9 % pro dávky 2 až 100 mg·l^{-1} PAC
  - vliv mají špatně sorbovatelné RTG kontrastní látky (iohexol + iomeprol + iopamidol a iopromid)
  - zvýšení hydraulické doby zdržení z 1 na 5 hod při dávce 50 mg·l^{-1} PAC → zvýšena účinnost odstranění z 85,4 % na 90,7 %

Účinnosti odstranění léčiv



Suma léčiv na vstupu od cca 6 $\mu g \cdot l^{-1}$ na přelomu léto/podzim do cca 15 $\mu g \cdot l^{-1}$ na přelomu ledna/února

Ekonomické zhodnocení

provozní stav	náklady provozní	náklady celkové
	[Kč·m^{-3}]	
dávka 2 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 2 hod	1,02	5,57
dávka 5 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 2 hod	1,26	5,84
dávka 10 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 1 hod	1,66	6,23
dávka 20 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 0 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 1 hod	2,46	7,04
dávka 50 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 1 hod	4,86	9,62
dávka 20 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 2 hod	2,46	7,27
dávka 20 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 1 hod	2,46	7,10
dávka 50 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 5 hod	4,86	9,94
dávka 20 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 5 hod	2,46	7,54
dávka 100 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 5 hod	8,86	13,98
dávka 50 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 0 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 2 hod	4,86	9,61
dávka 10 $mg \cdot l^{-1}$ PAC, 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+} a doba zdržení 3 hod	1,66	6,47

Ekotoxicita + AOX

- **AOX**
  - ⇨ průměrně odstraněno 14 ± 5 % a 40 ± 7 % při dávce 10 respektive 100 $mg \cdot l^{-1}$ PAC bez vlivu Fe^{3+} nebo doby zdržení
  - ⇨ průměrné vstupní AOX 39±9 $\mu g \cdot l^{-1}$
- **Ekotoxicita**

		vstup	10 $mg \cdot l^{-1}$ PAC + 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+}, doba zdržení 1 hod	vstup	20 $mg \cdot l^{-1}$ PAC + 0 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+}, doba zdržení 1 hod	vstup	50 $mg \cdot l^{-1}$ PAC + 2 $mg \cdot l^{-1}$ Fe^{3+}, doba zdržení 1 hod
Vibrio fischeri	% inhibice	14,8	10,6	6,9	1,0	-12,8	-18,6
Scenedesmus subspicatus	% inhibice	12,5	1,3	18,3	11,6	23,7	15,7
Sinapis alba	% inhibice	16,3	2,7	3,2	-11,3	21,3	6,9

Provozní poznatky, atd.

- **Vzorkování + analýzy**
  - ⇨ provoz jednotek zahajován slepým vzorkováním – materiály jednotek kontaminují vodu alkylfenoly
  - ⇨ nutná vhodná volba materiálů + zejm. materiály automatických odběráků (zvoleny PTFE trubičky)
  - ⇨ odběr vzorků do skleněných vzorkovnic s PTFE uzávěry (zamezení kontaminace alkylfenoly)
  - ⇨ nutná důsledná kázeň vzorkařů: s vodou na výstupu nutno zacházet jako s pitnou (0 KTJ) s veškerými vzorky a vzorkovnicemi nutno zacházet tak + aby se zabránilo kontaminaci
  - ⇨ při odběru vzorků pro mikrobiologii na základě předchozích špatných zkušeností zvoleny bodové vzorky

Provozní poznatky, atd.

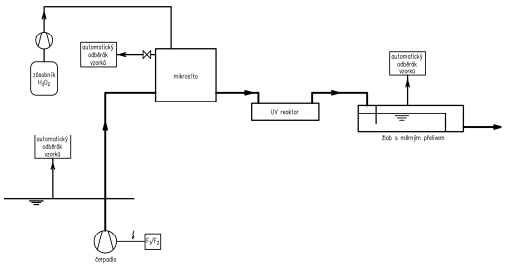
- **Ve stádiu poptávky a objednávky membránových modulů výrobce uváděn návrhový flux 40 LMH (0,65 $l \cdot s^{-1}$ na modul), skutečný však byl jen 8 LMH (0,14 $l \cdot s^{-1}$) pro PAN a 18 LMH (0,30 $l \cdot s^{-1}$) pro PES membránu → vždy nutné dopředu membrány testovat na konkrétním místě!**
- **Vznikající odpad je dobře odvodnitelný a vzhledem ke složení je nutné ho spalovat.**
- **Nutný důsledný návrh potrubí pro praní vzduchem (rozdělení průtoku na jednotlivé moduly).**
- **Nutná filtrace vody přiváděné do modulů – hrozí ucpání vnitřních částí modulů! Průchodnost modulu je max. 4 mm, výrobce požaduje předčištění 0,1 mm!**
- **Membrána obsahuje BPA i přes opačné tvrzení výrobce – je reálné vyrobit plast bez BPA?**

LIFE 2 Water

Monitoring pilotních jednotek

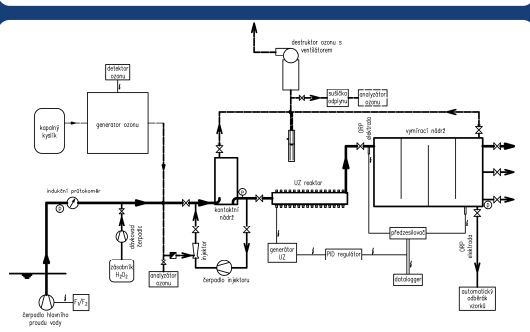
- **Testování pilotní jednotky mikrosítové filtrace s UV zářením (MFO/UV) od března 2015 do března 2016**
- **Testování pilotní jednotky sonolýzy ozonu (O_3/UZ) od dubna 2015 do dubna 2016**
- **Testování ultrafiltrační pilotní jednotky s adsorpcí na aktivní uhlí (UF/PAC) od dubna 2016 do března 2017**
- **Počty odebraných vzorků:**
  - ⇨ celkem 1074 vzorků pro základní a mikrobiologické parametry
  - ⇨ celkem 494 vzorků pro alkylfenoly, pesticidy a léčiva
  - ⇨ celkem 86 vzorků pro AOX
  - ⇨ celkem 18 vzorků pro ekotoxicitu

Pilotní jednotka mikrosítové filtrace/UV záření



Pilotní jednotka mikrosítové filtrace/UV záření

Pilotní jednotka sonolýzy ozonu



Pilotní jednotka sonolýzy ozonu

Základní a mikrobiologické parametry

- **MFO/UV:**
  - ⇨ nízké a nestále odstranění BSK_5, $CHSK_{Cr}$ a P_c
  - ⇨ odstranění NL cca 50 % nebo NL na výstupu cca 5 $mg \cdot l^{-1}$
  - ⇨ odstranění mikrobiálního znečištění >90 %, při 5 $mg \cdot l^{-1}$ PAA 0 $KTJ \cdot 10\ ml^{-1}$
- **O_3/UZ:**
  - ⇨ při dávkách 2 až 50 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 roste BSK_5 o 9 až 94 %, $CHSK_{Cr}$ klesá o 13 až 45 % a NL klesá o 9 až 62 %
  - ⇨ odstranění mikrobiálního znečištění >95 %, při 50 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 nebo 20 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 + 800 a 1250 $J \cdot l^{-1}$ UZ na výstupu 0 $KTJ \cdot 10\ ml^{-1}$
- **UF/PAC:**
  - ⇨ při neporušené membráně NL i mikrobiologie na nule
  - ⇨ vysoké odstranění BSK_5, $CHSK_{Cr}$ i P_C (30 až 80 %)

Účinnosti odstranění alkylfenolů

- **MFO/UV:**
  - ⇨ nedochází k odstraňování
- **O_3/UZ:**
  - ⇨ velmi vysoké odstranění bisfenolu A (nad 90 %)
  - ⇨ nízké odstranění ostatních alkylfenolů (22 až 63 % pro dávky 2 až 50 $mg \cdot l^{-1}$ O_3)
- **UF/PAC:**
  - ⇨ kontaminace bisfenolem A
  - ⇨ nízké odstranění ostatních alkylfenolů (39 % až 54 %)

Účinnosti odstranění sumy pesticidů vč. metabolitů

- **MFO/UV:**
  - ⇨ nedochází k odstraňování
- **O_3/UZ:**
  - ⇨ vysoké odstranění: 23,0 % až 82,8 % pro dávky 2 až 50 $mg \cdot l^{-1}$ O_3
  - ⇨ kombinace s peroxidem vodíku nebo sonolýza ozonu mají pozitivní vliv pouze na odstraňování metabolitů
- **UF/PAC:**
  - ⇨ vysoké odstranění: 12 % až 76 % pro dávky 2 až 100 $mg \cdot l^{-1}$ PAC

Účinnosti odstranění sumy léčiv

- **MFO/UV:**
  - ⇨ nedochází k odstraňování
- **O_3/UZ:**
  - ⇨ negativní vliv mají RTG kontrastní látky (iohexol, iomeprol, iopamidol a iopromid)
  - ⇨ vysoké odstranění odstranění: od 59,4 % do 96,5 % pro dávky od 2 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 do 50 $mg \cdot l^{-1}$ O_3
  - ⇨ kombinace O_3 s H_2O_2 ani sonolýza O_3 nemají pozitivní vliv
- **UF/PAC:**
  - ⇨ vysoké odstranění: 36 až 92,9 % pro dávky 2 až 100 $mg \cdot l^{-1}$ PAC
  - ⇨ negativní vliv opět mají špatně odstranitelné RTG kontrastní látky

Ekotoxicita + AOX

- **AOX**
  - ⇨ U MFO/UV ekotoxicita netestována (nepředpokládá se změna)
  - ⇨ O_3/UZ odstraní až 44 % AOX dle dávky O_3
  - ⇨ UF/PAC odstraní až 40 % dle dávky PAC
- **Ekotoxicita**
  - ⇨ U MFO/UV ekotoxicita netestována (negativní vliv může mít zbytkový H_2O_2 nebo PAA)
  - ⇨ O_3/UZ se zvyšující-se dávkou roste ekotoxicita vůči *Vibrio fischeri*, klesá vůči hořčici seté a výrazně se nemění vůči ostatním testovaným organismům
  - ⇨ UF/PAC ekotoxicitu výrazně nemění, spíše ji snižuje

Ekonomické zhodnocení (příklad)

- **Úplného odstranění mikrobiologického znečištění lze dosáhnout:**
  - ⇨ MFO/UV: při dávce UV 3300 $J \cdot m^{-2}$ (provozní náklady 3,5 $Kč \cdot m^{-3}$) nebo UV 1100 $J \cdot m^{-2}$ a dávkování 5 $mg \cdot l^{-1}$ PAA (provozní náklady 1,7 $Kč \cdot m^{-3}$)
  - ⇨ O_3/UZ: při dávce 20 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 + 800 $J \cdot l^{-1}$ UZ (provozní náklady 4,9 $Kč \cdot m^{-3}$)
  - ⇨ UF/PAC: bez ohledu na dávkování chemikálií (provozní náklady 1,0 $Kč \cdot m^{-3}$
- **U UF/PAC bude dosažení 0 $KTJ \cdot 10\ ml^{-1}$ nejspolehlivější**
- **Provozní náklady na odstraňování chemického znečištění jsou u UF/PAC i O_3/UZ cca srovnatelné – záleží na tom, jaké je požadované odstraňované znečištění.**

Závěr

- **MFO/UV vhodné pouze k odstraňování mikrobiologického znečištění – částečné desinfekci**
- **O_3/UZ je univerzální technologií**
  - ⇨ úplného odstranění mikrobiologického znečištění lze dosáhnout při 20 $mg \cdot l^{-1}$ O_3 + 800 $J \cdot l^{-1}$ UZ
  - ⇨ současně se odstraní i 94 % Bisfenolu A, 81 % účinných látek pesticidů, např. veškerý karbamazepin a diklofenak, 94 % léčiv a 36 % NL
  - ⇨ jako vedlejší efekt dokáže odstraňovat AOX
- **UF/PAC je cca srovnatelná s O_3/UZ jak po stránce odstranění znečištění, tak po stránce ekonomické**

LIFE 2 Water