

Ing. Václav Šťastný, Ing. Věra Jelínková, Ing. Filip Wanner

Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění:

možnosti reakce na klimatické a legislativní
změny

OBSAH

- 1) Domovní čistírny odpadních vod – možnosti splnění limitů daných současnou legislativou
- 2) Extenzivní technologie a jejich kombinace s mechanicko-biologickými ČOV
- 3) Možnosti řešení situací při nevyhovující kvalitě odtoku z čistíren odpadních vod

Domovní čistírny odpadních vod

ČOV pro 5 – 50 EO

Povinnost nakládat s odpadními vodami – decentralizovaný způsob čištění odpadních vod

Současná legislativa:

- **NV 23/2011 (61/2003)** o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- **NV 416/2010** o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních

Požadované účinnosti čištění pro domovní čistírny odpadních vod

Nařízení vlády	CHSK (%)	BSK ₅ (%)	NL (%)	N-NH ₄ ⁺ (%)	P _{celk.} (%)
NV č. 23/2011 Sb. Třída DČOV I.	70	80	90	-	-
NV č. 23/2011 Sb. Třída DČOV II.	75	85	90	75	-
NV č. 23/2011 Sb. Třída DČOV III.	75	85	95	80	80
NV č. 23/2011 Sb. ČOV do 500 EO	70	80	-	-	-
NV č. 416/2010 Sb.	90	95	95	80	80

Zkušební laboratoř vodohospodářských zařízení



Zkušební laboratoř vodohospodářských zařízení tvoří spolu s Technologickou laboratoří Zkušební laboratoř technologie vody, která je akreditována Českým institutem pro akreditaci, o.p.s., jako zkušební laboratoř č. 1492.

Od roku 2006 je akreditována k testování účinnosti čištění domovních čistíren odpadních vod podle evropské normy ČSN EN 12566-3

(od roku 2009 ČSN EN 12566-3+A1)

2006 až 2011 testováno kolem 20 DČOV

Zkušební laboratoř



Průměrné účinnosti čištění dosažené v ZLVZ

Typ ČOV	Počet ČOV	CHSK (%)	BSK ₅ (%)	NL (%)	N-NH ₄ ⁺ (%)	P _{celk.} (%)
SBR	4	93	98	96	92	63
Aktivační	14	90	97	94	86	41
Se srážením fosforu	2	95	99	98	55	97
S membránovým filtrem	2	96	100	100	97	57

Domovní čistírny odpadních vod

Pro a proti

- ✓ Čištění odpadních vod tam, kde není možnost centrálního čištění
- ✓ DČOV = výrobek – možnost jít na ohlášku
- ✓ Účinné zařízení s malým záborem plochy
- ✗ Není zajištěna dostatečná kontrola kvality odtoku
- ✗ Hodnoty účinnosti vychází z koncentrace na přítoku – problém při nízkých hodnotách
- ✗ Nutnost pravidelné kontroly vlastníka

Extenzivní technologie

- Biologické Nádrže
- Kořenové ČOV
- Zemní filtry

Biologické nádrže

- Anaerobní biologické nádrže
- Aerobní biologické nádrže
- Dočišťovací biologické rybníky
- Nádrže s akvakulturami



Biologické nádrže

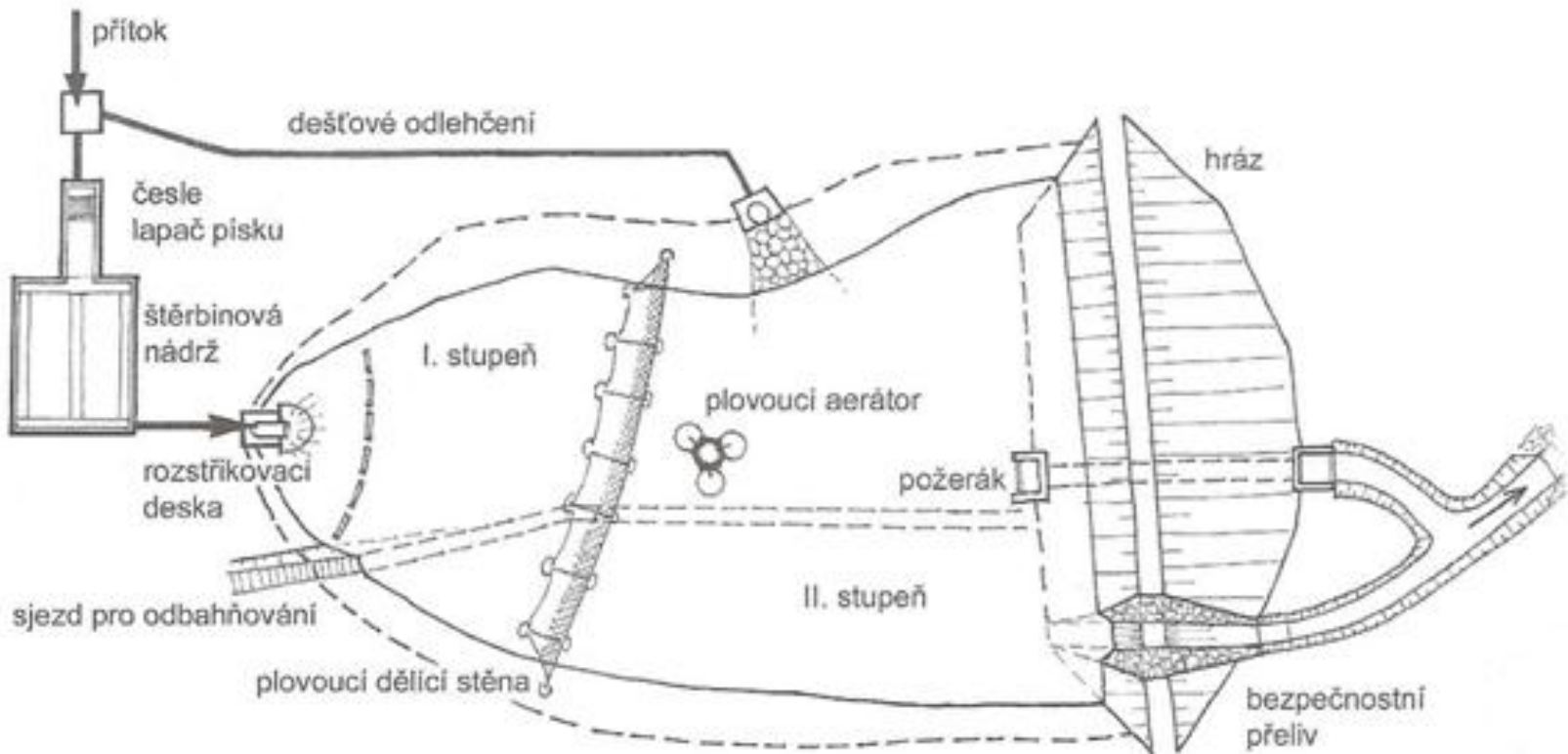


Schéma biologické nádrže (JUST ET AL., 2004)

Biologické nádrže

Výhody a nevýhody:

- ✓ Jednoduché stavební provedení
- ✓ Malé nároky na zvláštní vybavení, speciální technologie
- ✓ Nízké provozní náklady
- ✓ Schopnost čistit i zředěné odpadní vody
- ✓ Schopnost zvládnout i výkyvy v hydraulickém i organickém zatížení

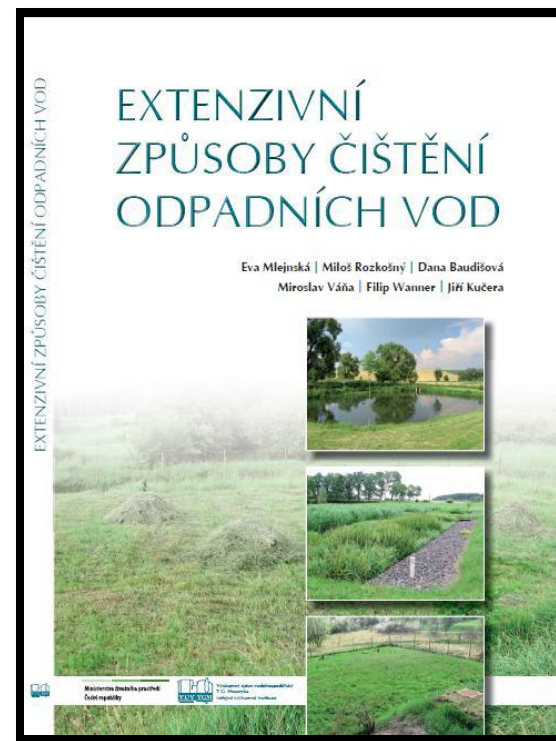
- ✗ Vysoká potřeba plochy na 1 EO (9-11 m²)
- ✗ Dlouhá doba zdržení pro odbourání N znečištění
- ✗ Závislost čistícího účinku na klimatických poměrech
- ✗ Doporučena přídavná aerace
- ✗ Nutnost těžit biomasu, sedimenty

Biologické nádrže

Dosahované výsledky

Parametr	Rozsah koncentrací na odtoku [mg/l]	Průměrná účinnost [%]
CHSK _{Cr}	50 – 70	40
BSK ₅	7 – 17	65
NL	8 – 45	29
N-NH ₄ ⁺	5 – 10	38
N-NO ₃ ⁻	0,8 – 2,8	46
Ncelk.	10 – 15	43
Pcelk.	1 – 2	41

Výsledky z 6 lokalit (2006 – 2010)



Kořenové ČOV

- Kontinuální nebo diskontinuální
- Podpovrchové nebo povrchové
- Horizontální nebo vertikální



Kořenové ČOV

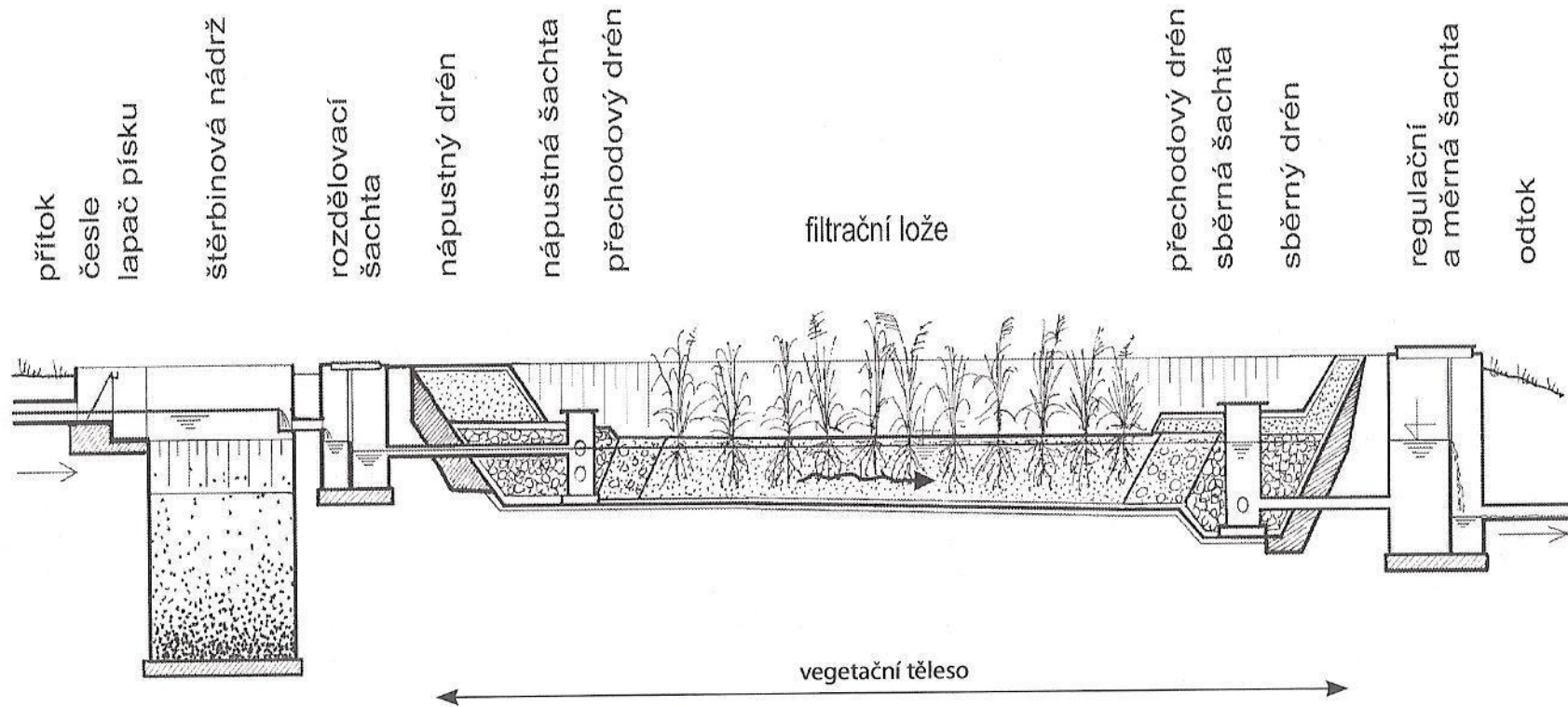


Schéma Kořenové ČOV s horizontálním podpvrchovým průtokem (JUST ET AL., 2004)

Kořenové ČOV

Výhody a nevýhody:

- ✓ Provozně nenáročné
- ✓ Nízké provozní náklady
- ✓ Schopnost čistit i zředěné odpadní vody
- ✓ Schopnost zvládnout i výkyvy v hydraulickém i látkovém zatížení

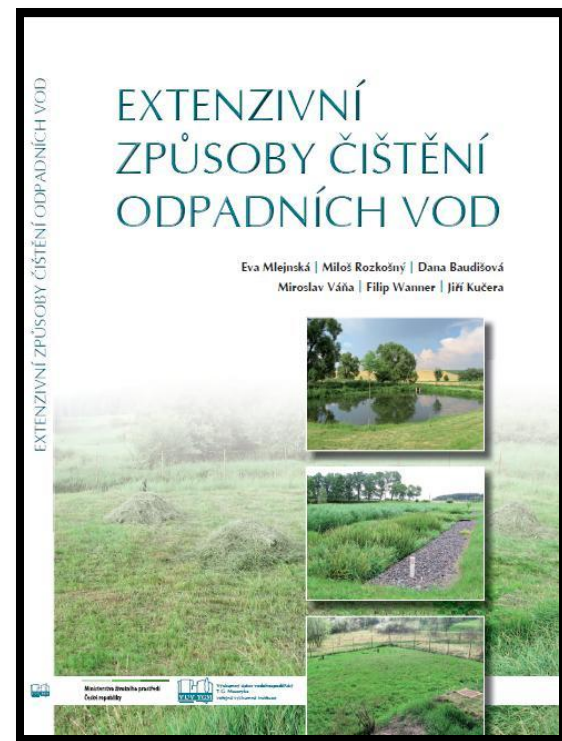
- ✗ Vyšší nároky na plochu oproti aktivačním ČOV
- ✗ Možnost ucpání filtračního lože
- ✗ Filtrační vrstvu je nutné časem nahradit (10-15 let)

Kořenové ČOV

Dosahované výsledky

Parametr	Rozsah koncentrací na odtoku [mg/l]	Průměrná účinnost [%]
CHSK _{Cr}	20 – 80	79
BSK ₅	1,3 – 30	91
NL	4,5 – 12	90
N-NH ₄ ⁺	2,8 – 69	17
N-NO ₃ ⁻	0,2 – 4,8	68
Ncelk.	8,4 – 72	35
Pcelk.	1 – 2	24

Výsledky z 5 lokalit (2006 – 2010)



Zemní filtry

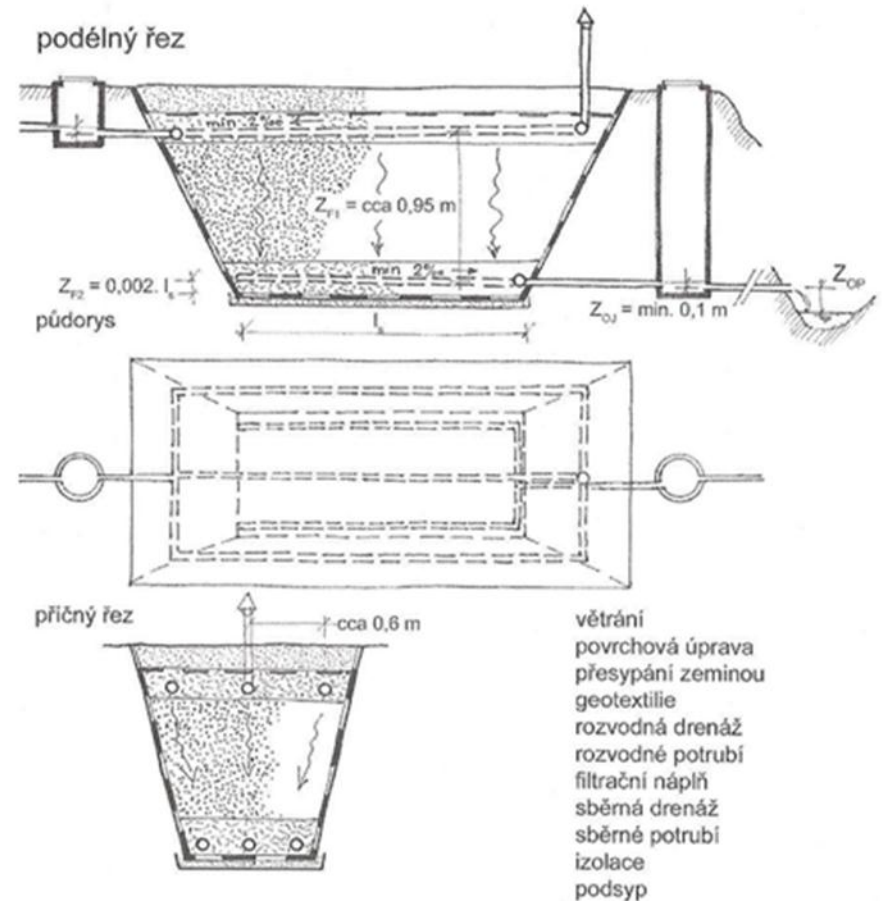


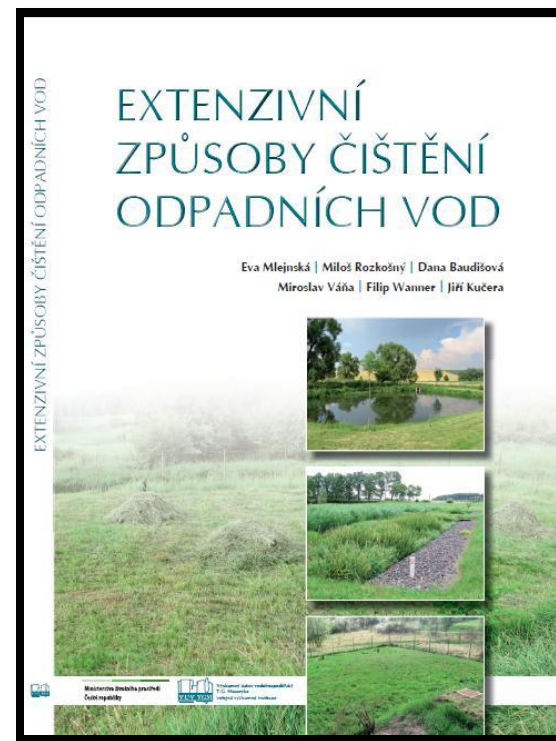
Schéma zemního filtru (JUST ET AL., 2004)

Zemní filtry

Dosahované výsledky

Parametr	Rozsah koncentrací na odtoku [mg/l]	Průměrná účinnost [%]
CHSK _{Cr}	55 – 80	82
BSK ₅	11 – 25	90
NL	10 – 63	83
N-NH ₄ ⁺	13 – 23	39
N-NO ₃ ⁻	5 – 11	neg.
Ncelk.	26 – 31	36
Pcelk.	2,7 – 3,3	47

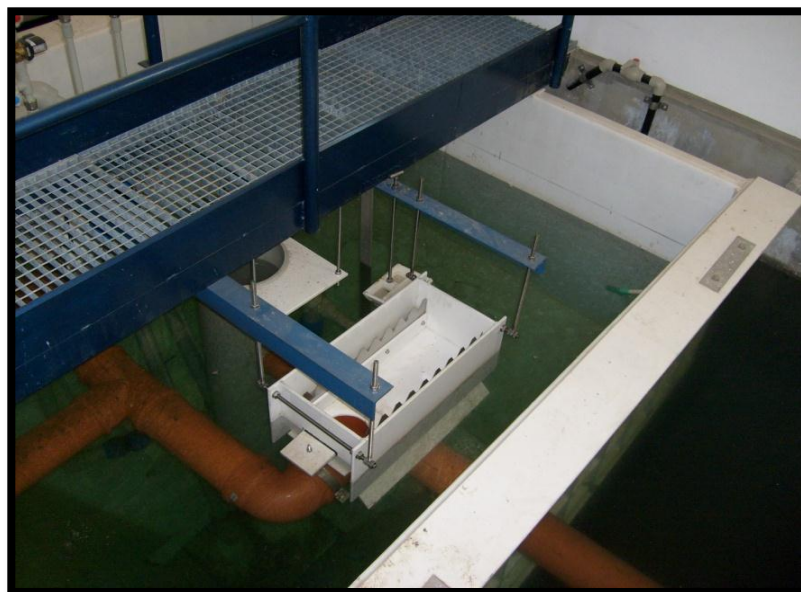
Výsledky ze 3 lokalit (2006 – 2010)



ČOV Zbytiny

Aktivační ČOV 450 EO

- Návrhový průtok Q_{24} 64,5 m³/d
- Jemné česle, lapák písku
- 2 paralelní linky – oxická a anoxická část
- Bubnový mikrosítový filtr

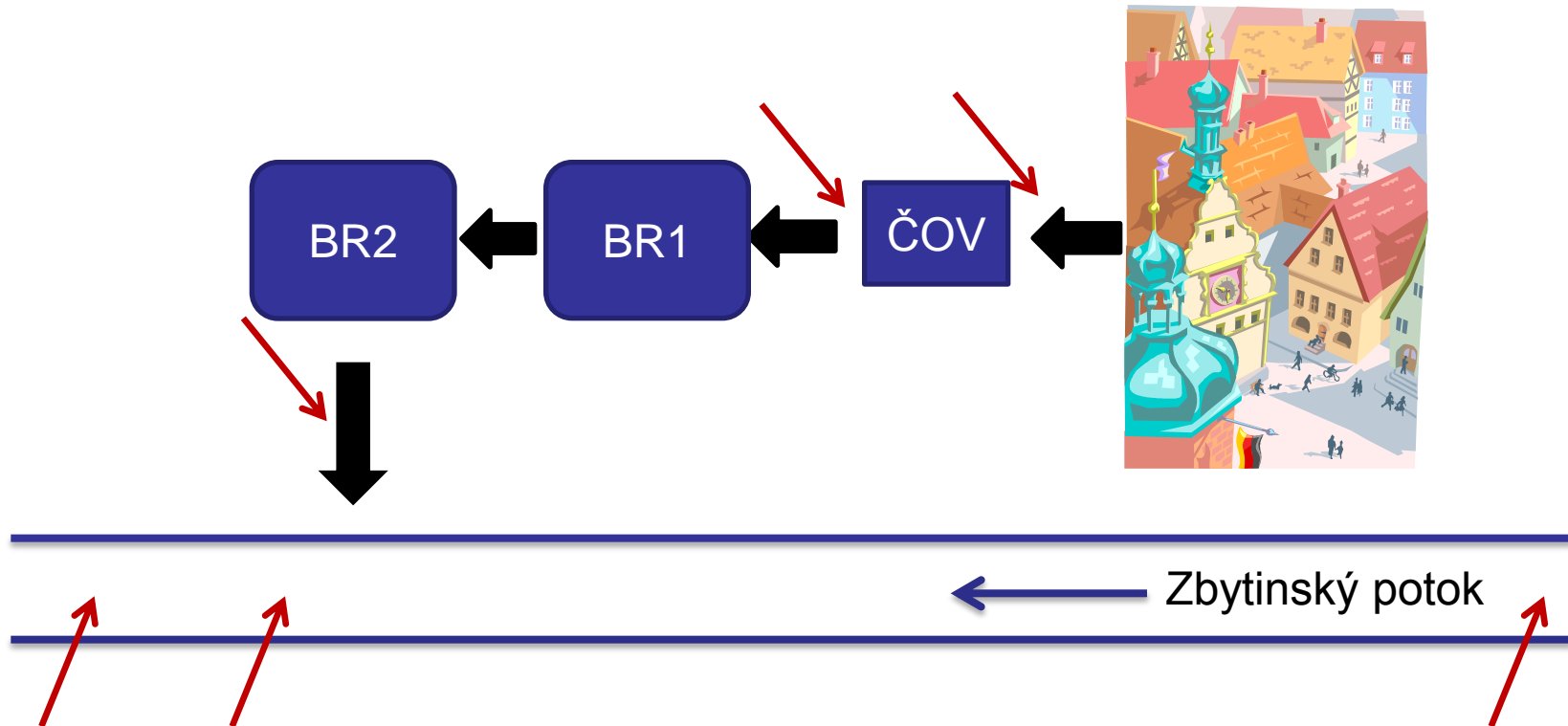


Biologické dočišťovací rybníky

	Biologický rybník 1	Biologický rybník 2	Celkem
Plocha	2 393 m ²	7 041 m ²	9 434 m²
Užitný objem	2 868 m ³	7 287 m ³	10 155 m³
Retenční objem	1 467 m ³	3 520 m ³	4 987 m³
Celkový objem	4 335 m ³	10 807 m ³	15 142 m³
h užitný objem	75 cm	115 cm	
h retenční objem	125 cm	165 cm	



Biologické dočišťovací rybníky



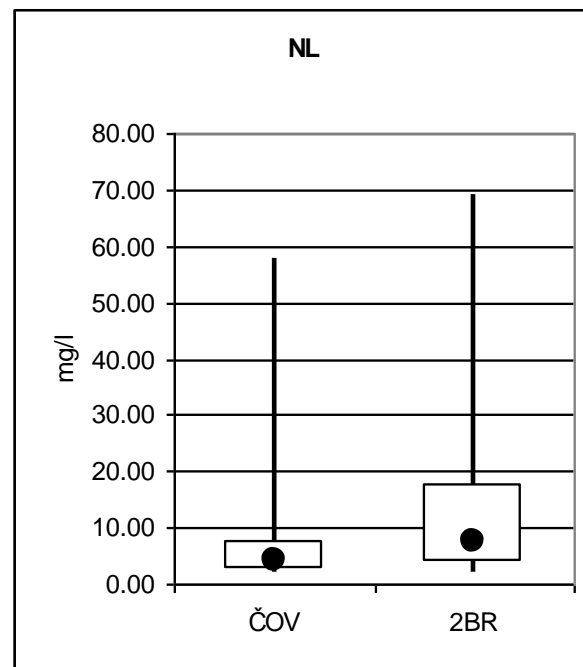
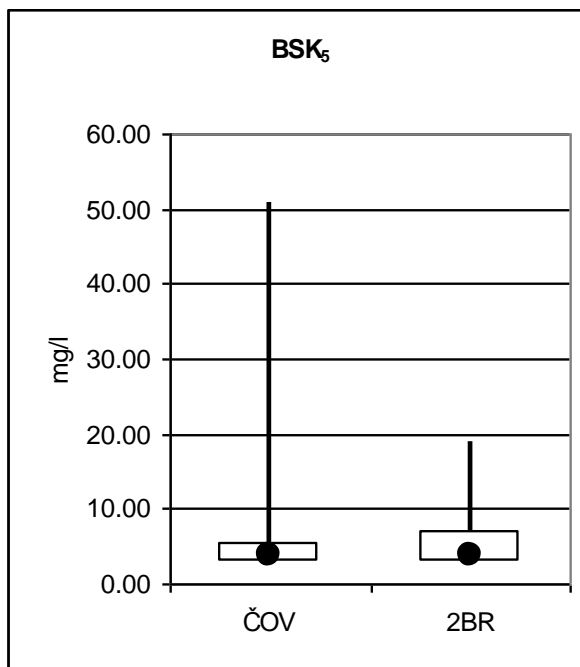
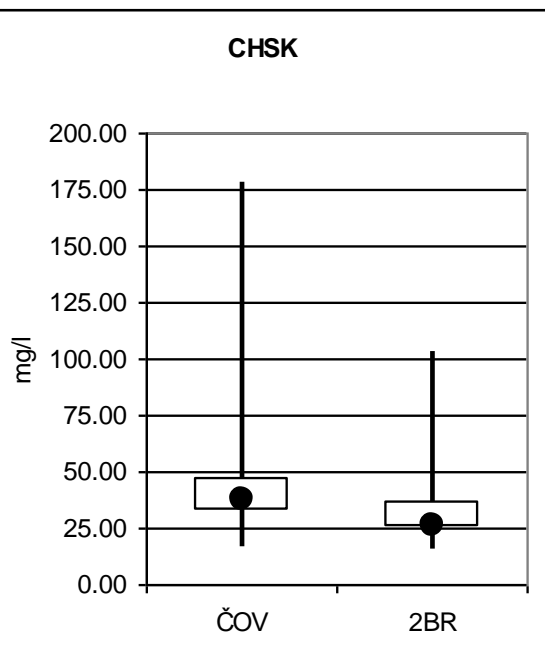
Biologické dočišťovací rybníky

Výsledky z let 2008 - 2011

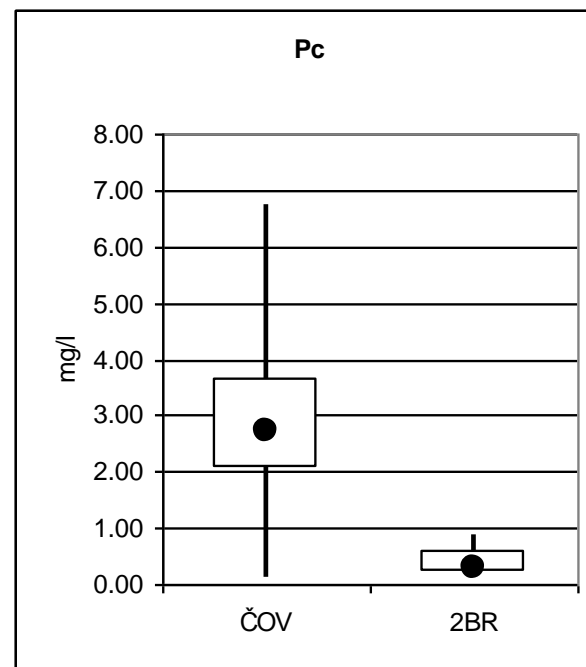
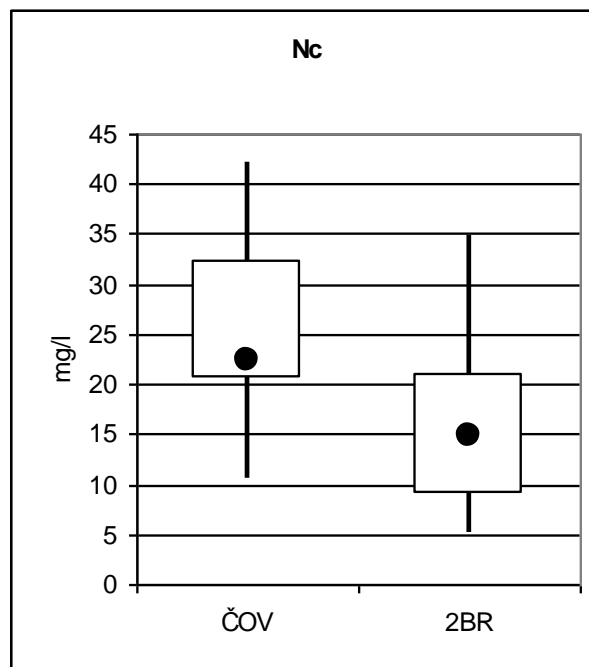
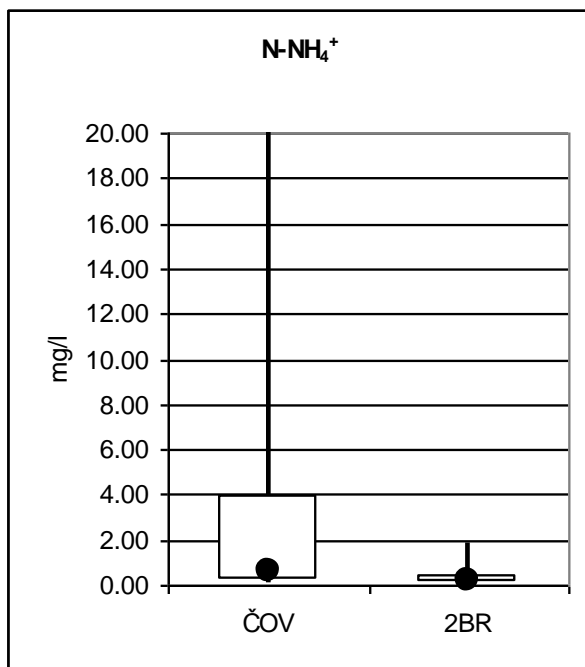
Profil	CHSK (mg/l)	BSK5 (mg/l)	NL (mg/l)	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	Ncelk. (mg/l)	Pcelk. (mg/l)
Přítok ČOV	544	258	195	46,8	0,9	72	8
Odtok ČOV	45	6	7,8	4,3	20,6	26	2,9
Odtok recipient	34	5,6	13,4	0,3	13,5	15,3	0,4

Profil	CHSK (%)	BSK ₅ (%)	NL (%)	N-NH ₄ ⁺ (%)	Ncelk. (%)	Pcelk. (%)	P- PO ₄ ³⁻ (%)
Přítok - Odtok ČOV	91,7	97,7	96,0	90,8	63,9	64,1	51,4
Přítok - Odtok recipient	93,8	97,8	93,1	99,3	78,7	95,3	95,1

Biologické dočišťovací rybníky

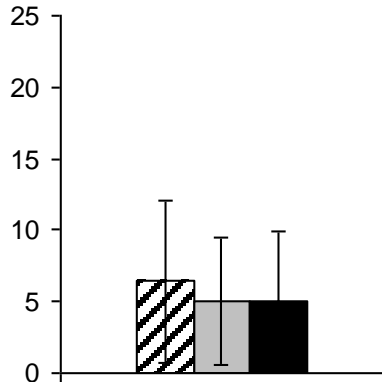


Biologické dočišťovací rybníky

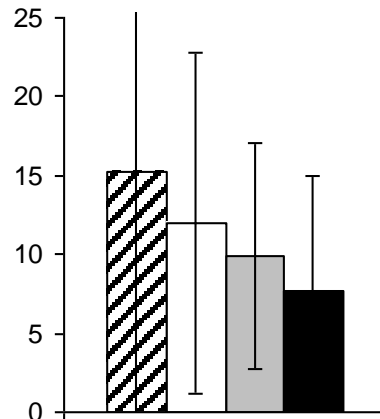


Biologické dočišťovací rybníky

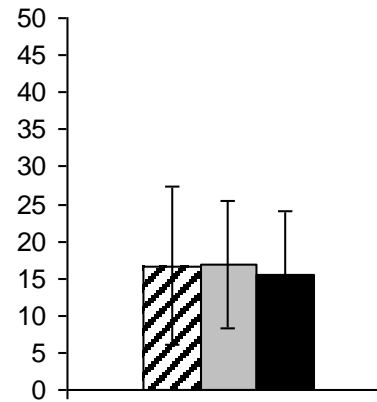
Suspended Solids
2006 - 2008



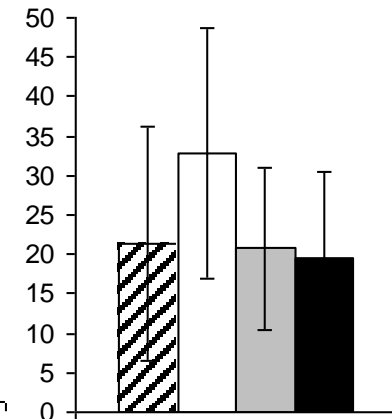
Suspended Solids
2008 - 2010



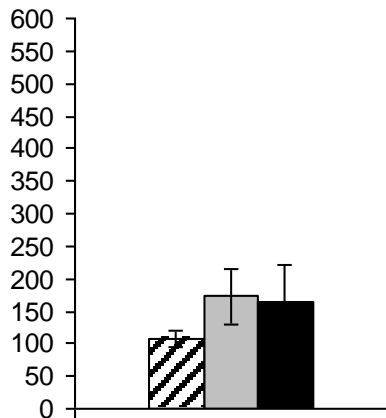
COD
2006 - 2008



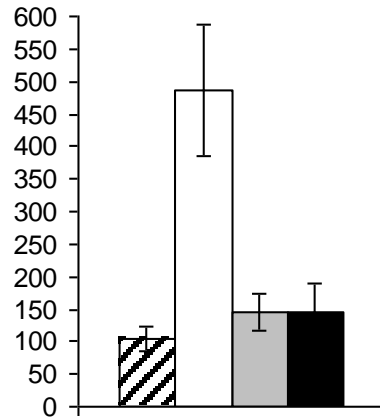
COD
2008 - 2010



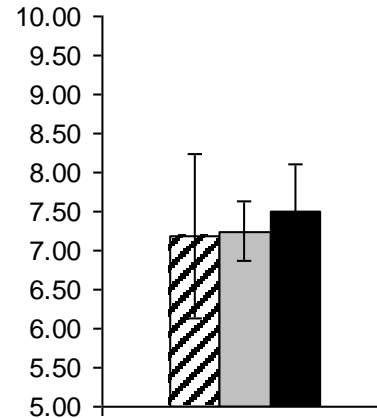
Conductivity
2006 - 2008



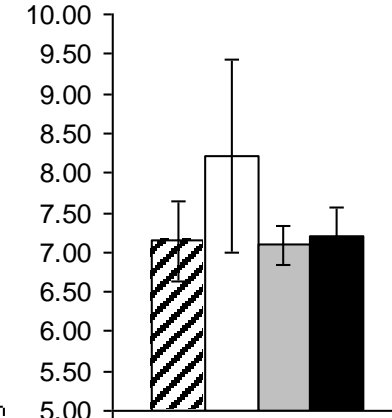
Conductivity
2008 - 2010



pH
2006 - 2008

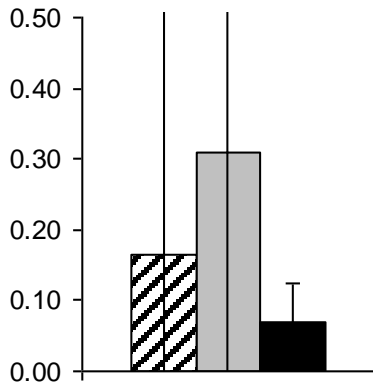


pH
2008 - 2010

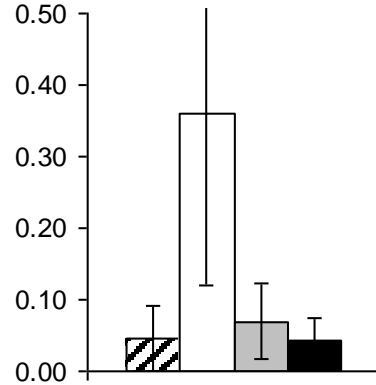


Biologické dočišťovací rybníky

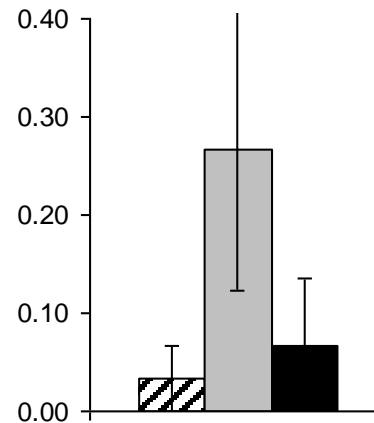
TP
2006 - 2008



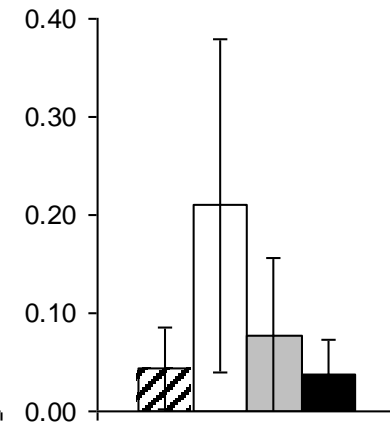
TP
2008 - 2010



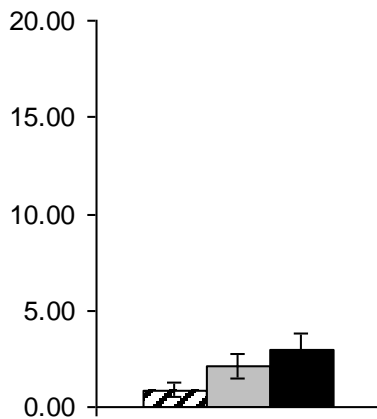
NH₄-N
2006 - 2008



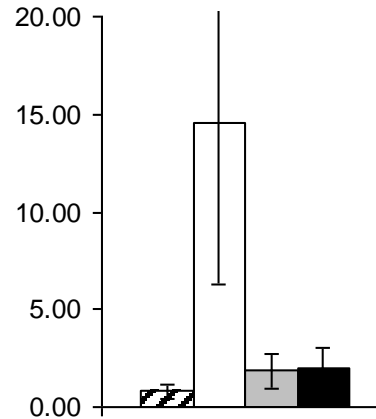
NH₄-N
2008 - 2010



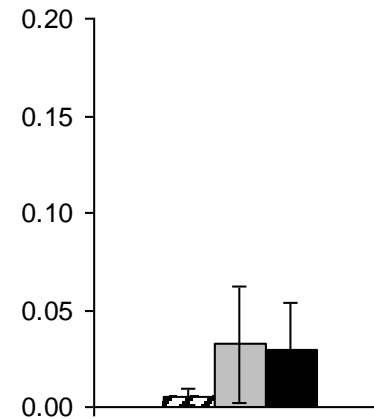
NO₃-N
2006 - 2008



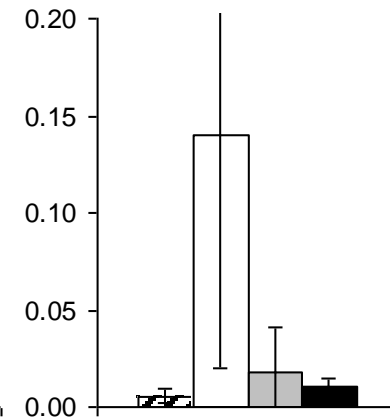
NO₃-N
2008 - 2010



NO₂-N
2006 - 2008



NO₂-N
2008 - 2010



Vznik situace kdy ČOV nevyhovuje požadavkům

ČOV není dostatečně dimenzovaná

- Došlo k zvýšení zatížení
- ČOV byla špatně navržena

Došlo k změně požadavků na kvalitu odtoku

- Jde o legislativní zpřísnění
- Jde o zpřísnění přírodní – výrazné snížení průtoku v recipientu
- Jde o zpřísnění technické – průtok v recipientu je výrazně nižší ve skutečnosti oproti návrhu ČOV

Řešení situace kdy ČOV nevyhovuje požadavkům

- **Výstavba nové ČOV**

U domovní ČOV jde o nákladnou akci , stejně jako u ČOV s biologickými rybníky, nicméně jediné možné řešení za stávajících podmínek.

- **Intenzifikace (přestavba či dostavba) ČOV vždy s menšími náklady**

U domovní ČOV , stejně jako u ČOV s biologickými rybníky, v podstatě není možná, tak jak je prováděná na velkých ČOV.

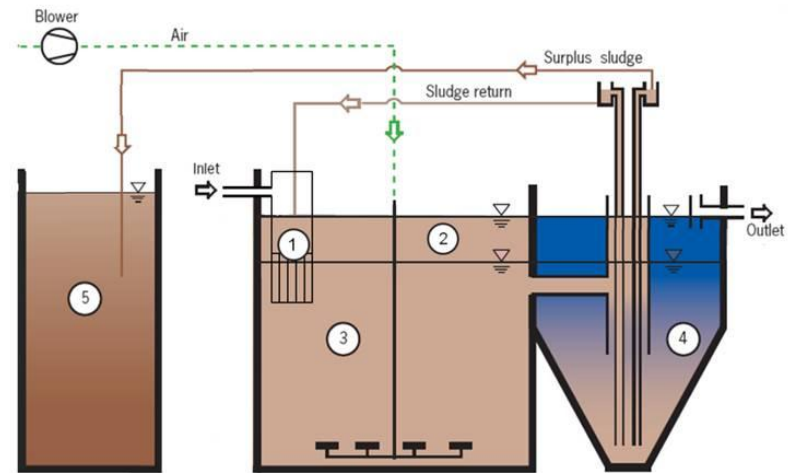
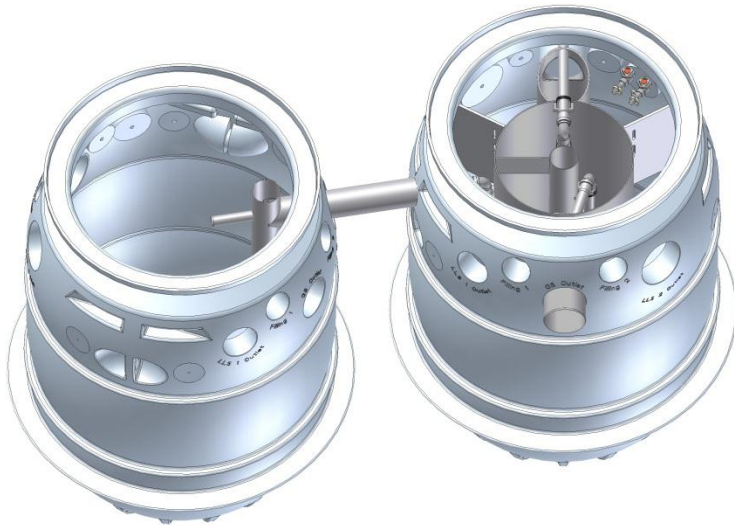
- **Alternativní technologická opatření – zvýšení provozních nákladů**

Jde o dávkování chemikálií či biologických přípravků do ČOV vhodné jak pro domovní ČOV , tak i pro ČOV s biologickými rybníky.

Venkovské (velké) ČOV



Domovní (malé) ČOV



Alternativní technologická opatření

- **Dávkování chemikálii**

Do ČOV (buď do aktivace či do odtoku) se dává chemický přípravek a dojde k eliminaci znečištění srážením a koagulací, obdobně je tomu u likvidace organického znečištění ve vodních nádržích (tedy ČOV s biologickými rybníky)

- **Dávkování biologických přípravků**

Do ČOV, nebo do kanalizace, nebo do znečištěné vodní nádrže se dává biologický preparát patentovaného složení s úmyslem zlepšit stav v nádrži a zvýšit efekt čištění

Dávkování biologických přípravků

Z mnoha uváděných efektů použití nás zaujaly tyto:

- Zlepšení stavu vodní nádrže – snížení výskytu (nebo úplná eliminace) vodního květu (včetně sinic)
- Zlepšení funkce ČOV
- Zlepšení vlastností kalu na ČOV

Projekt TAČR TA01021419

Výzkum intenzifikace venkovských a malých ČOV neinvestičními prostředky

Doba řešení: 2011–2015

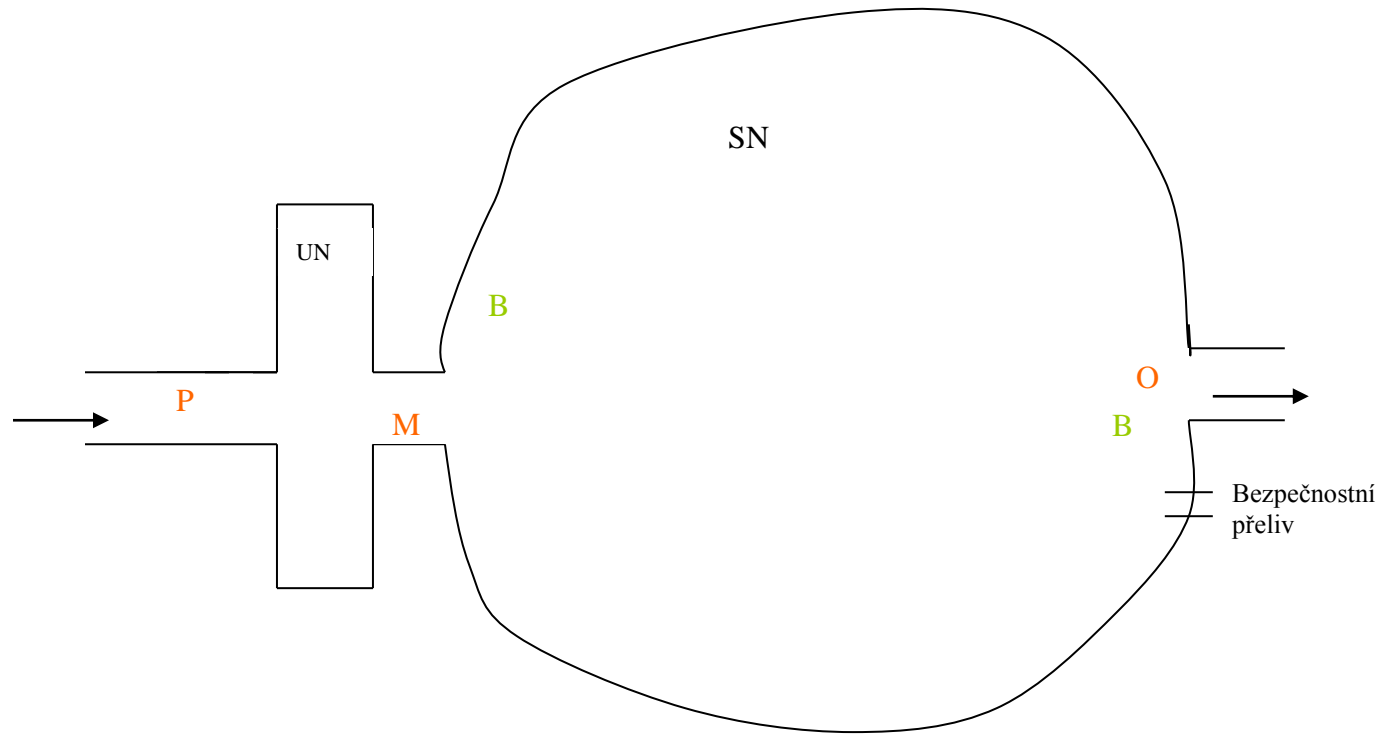
Cílem projektu je prokázat, zda lze pomocí systémového využití biotechnologických přípravků zlepšit stav a funkci malých ČOV a to nejen aktivačních, ale i extenzivních. Zároveň je cílem projektu stanovit optimální postup sledování aplikace biotechnologických přípravků na ČOV.

Postup řešení projektu v roce 2011

- Výběr lokalit pro srovnávací měření
- Srovnávací měření na malé typové domovní ČOV
- Srovnávací měření na venkovské ČOV se stabilizační nádrží

*jako podklad pro hodnocení vlivu aplikace
biotechnologického přípravku na obě ČOV v roce 2012*

Vybraná venkovská ČOV



Vybraná venkovská ČOV



SLEDOVÁNÍ VENKOVSKÉ ČOV

Vzorky pro sledování chemických a fyzikálních ukazatelů byly odebírány v období duben až prosinec 2011 v měsíčních intervalech. Byly odebírány dvouhodinové směsné vzorky, v říjnu byl proveden 24 hodinový odběr.

Vzorky byly odebírány v profilech:

Přítok (koryto mezi vyústěním odpadních vod a usazovací nádrží)

Mechanika (koryto mezi usazovací nádrží a biologickým rybníkem)

Odtok (místo u odtoku z rybníka)

Sledované ukazatele

fyzikální ukazatele:

pH, teplota, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál, průtok

chemické ukazatele:

koncentrace kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, biologická spotřeba kyslíku, nerozpuštěné látky, amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík, celkový dusík, celkový fosfor a fosforečnany

SLEDOVÁNÍ VENKOVSKÉ ČOV

Vzorky pro hodnocení hydrobiologické složky ekosystému (fytoplankton, zooplankton) byly odebírány v období duben až listopad

Vzorkování od května do listopadu 2011 probíhalo ve 14 denních intervalech

Vzorky byly odebírány v profilech:

- Zemní usazovací nádrž (fytoplankton)
- Stabilizační nádrž – přítok (fytoplankton, zooplankton)
- Stabilizační nádrž – odtok (fytoplankton, zooplankton)

Sledované ukazatele:

- Biomasa fytoplanktonu (jako chlorofyl–a)
- Kvalitativní složení fytoplanktonu
- Abundance zooplanktonu
- Kvalitativní složení zooplanktonu

SLEDOVÁNÍ VENKOVSKÉ ČOV



Obr. 8, 9: Rozvoj okřehku (*Lemna sp.*) – přítoková a odtoková část; květen 2011



Obr. 10,11: Rozvoj okřehku (*Lemna sp.*) – přítoková a odtoková část; červenec 2011

SLEDOVÁNÍ DOMOVNÍ ČOV

Malá ČOV byla sledovány podle standardního operačního postupu, který zahrnuje vedle pevně stanoveného počtu sledování v průběhu roku i různý způsob dlouhodobého zatížení čistírny.

Součástí podmínek, které je nutno během testování dodržet, je vedle přesného harmonogramu provozu ČOV samozřejmě i kvalita přitékající odpadní vody stanovené v normě ČSN EN 12566-3+A1 - Malé ČOV do 50 EO.

Vzorky pro sledování chemických a fyzikálních ukazatelů byly odebírány po celé období sledování čistírny podle harmonogramu – výsledky jsou tabelárně shrnuty v další kapitole. Byly odebírány v souladu se schválenou metodikou testování vzorky za 24 hodin.

Vzorky byly odebírány na přítoku a na odtoku z ČOV, aktivovaný kal z aktivační nádrže.

SLEDOVÁNÍ DOMOVNÍ ČOV

Sledované ukazatele

fyzikální ukazatele:

pH, teplota, objem kalu po sedimentaci, průtok

chemické ukazatele:

koncentrace kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, biologická spotřeba kyslíku, nerozpuštěné látky, amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík, celkový dusík, celkový fosfor a fosforečnany (navíc nerozpuštěné látky v aktiv.kalu).

SLEDOVÁNÍ DOMOVNÍ ČOV

Mikrobiologické sledování malé ČOV

Celkem bylo provedeno 8 odběrů na mikrobiologické analýzy. Plán odběrů byl sestaven tak, aby 6 odběrů bylo při jmenovitém zatížení, jeden při nízkém zatížení a jeden při přetížení. Jednorázově byly ověřeny počty fekálních bakterií v surové odpadní vodě. Surová odpadní voda byla testována při řadě předchozích studií a nebyla výrazně jiná (počty fekálních bakterií jsou zde zhruba o řád nižší než u velkých ČOV), tj. u *E. coli* řádově 10^3 - 10^4 /ml a u enterokoků řádově 10^3 /ml.

Z mikrobiologických ukazatelů byly stanoveny kultivačními technikami fekální (termotolerantní) koliformní bakterie, *Escherichia coli* a enterokoky. Při mikrobiologických rozborech jsme vycházeli z těchto norem: ČSN 75 7835 Jakost vod – Stanovení termotolerantních koliformních bakterií a *Escherichia coli*, a ČSN EN ISO 7899-2 Jakost vod – Stanovení intestinálních enterokoků – Část 2: Metoda membránových filtrů. Byly analyzovány prosté vzorky, analýzy byly provedeny do 4 hodin po odběru vzorku.

PLÁN PRACÍ NA ŘEŠENÍ PROJEKTU V ROCE 2012

V roce 2012 bude probíhat následující etapa řešení projektu - Sledování funkce ČOV během aplikaci přípravků SEKOL.

Bylo zahájeno testování malé ČOV podle standardního postupu ovšem za aplikace přípravku SEKOL, stejně jako v ukončené etapě řešení budou sledovány i mikrobiologické charakteristiky odtoku z ČOV. Dávkování přípravku SEKOL bylo zahájeno i na venkovské ČOV, kde bude pokračovat měření hydrobiologických charakteristik i sledování kvality odtoku. Po ukončení vegetačního období bude provedeno předběžné vyhodnocení z něhož vyplynou případné úpravy postupu aplikace přípravku SEKOL. Vyhodnoceno bude předběžně i testování malé ČOV. Práce na této etapě řešení byly zahájeny v lednu 2012 a ukončeny budou v listopadu 2012. Dílčím cílem etapy je vyhodnotit data získaná při testování malé ČOV s aplikací prostředku SEKOL, dále pak provést předběžné vyhodnocení prvního roku sledování vybrané venkovské ČOV se stabilizační nádrží s přídatkem SEKOLu. Poznatky z obou dlouhodobých sledování byly zahrnuty do prvního návrhu metodického postupu sledování vlivu aplikace biotechnologických přípravků na ČOV.

Děkujeme za pozornost