

## NÍZKOZATĚŽOVANÉ BIOLOGICKÉ DOČIŠŤOVACÍ RYBNÍKY JAKO DALŠÍ STUPEŇ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Filip Wanner<sup>2</sup>, Ondřej Simon<sup>3</sup>

### Abstrakt

Příspěvek shrnuje poznatky z provozu vybrané čistírny odpadních vod doplněné biologickými dočišťovacími rybníky. Je provedeno vyhodnocení účinnosti čištění odpadních vod ve všech sledovaných profilech. Vyhodnocení je zaměřeno především na vliv biologických dočišťovacích rybníků na celkovou účinnost čištění.

### Úvod

Při řešení problematiky čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění může nastat situace, kdy kvůli zvláštním požadavkům na ochranu vod jsou požadovány výrazně nižší odtokové koncentrace vybraných ukazatelů znečištění, než je v dané velikostní kategorii ČOV obvyklé. Typickým příkladem takovýchto lokalit mohou být málo vodné povrchové vody s výskytem organismů vázaných na oligotrofní vody, jako je například perlorodka říční, rak kamenáč apod. V těchto případech je tedy nutné zajistit co nejlepší kvalitu vypouštěných vyčištěných odpadních vod, které neovlivní či jen minimálně jakost vody v recipientu. Pro tyto případy se nabízí k použití nejmodernější, dosud běžně nepoužívané technologie nebo vhodné kombinace stávajících technologií. Možným příkladem kombinovaného způsobu čištění odpadních vod jsou vhodně navržené mechanicko-biologické čistírny s třetím stupněm čištění nebo dalším způsobem dočištění, jako jsou například biologické rybníky.

### Metodika

Jako vhodná lokalita pro ověření účinnosti dočišťování již vyčištěných odpadních vod v biologických rybnících byla vybrána obec Zbytiny se zhruba 200 obyvateli, která se nachází v CHKO Šumava mezi městy Prachatice a Volary. Pro čištění splaškových vod zde byla postavena zcela nová čistírna odpadních vod pro 450 ekvivalentních obyvatel s návrhovým průtokem  $Q_{24} 67,5 \text{ m}^3/\text{d}$ . Provoz čistírny byl zahájen v listopadu 2008.

Čistírna je vybavena mechanickým předčištěním skládající se z válcového síta (jemné česle) pro sběr shrabků a lapáku písku. Biologická část ČOV se skládá ze dvou paralelních linek, přičemž lze nastavit nátok jen do jedné z nich. Vzhledem k cca polovičnímu látkovému zatížení je ČOV v současné době provozována jen s jednou linkou, druhá slouží jako pohotovostní rezerva pro plánované budoucí zvýšené zatížení ČOV. Každá biologická linka se skládá z anoxické části, která je promíchávána 2 hrubobublinnými aeračními elementy. Oxická část je od anoxické zóny oddělena přepážkou a dodávku vzduchu zajišťuje 15

---

<sup>2</sup> Ing. Filip Wanner, Výzkumný Ústav Vodohospodářský, T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2528/30, 160 00, Praha, tel. 220 197 241, e-mail: [filip\\_wanner@vuv.cz](mailto:filip_wanner@vuv.cz)

<sup>3</sup> Mgr. Ondřej Simon, Výzkumný Ústav Vodohospodářský, T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2528/30, 160 00, Praha, tel. 220 197 365, e-mail: [ondrej\\_simon@vuv.cz](mailto:ondrej_simon@vuv.cz)

jemnobublinných aeračních elementů. Separaci kalu zajišťují dvě vestavěné dosazovací nádrže v oxické zóně (obrázek 1). Za odtokem z dosazovacích nádrží je umístěn bubnový mikrosítový filtr (obrázek 2), který má zabránit případným únikům kalu a eventuálně vylepšit odtokové parametry ČOV.



**Obr. 1 Vestavěné dosazovací nádrže**



**Obr. 2 Bubnový mikrosítový filtr**

Jelikož recipientem ČOV je Zbytinský potok, který se následně vlévá do národní přírodní památky Blanice s výskytem perlorodky říční vázané na oligotrofní vody, bylo snahou zaručit maximální možnou účinnost čištění odpadních vod a zároveň zajistit ochranu recipientu před nežádoucími vypouštění nečištěných odpadních vod v případě havárie ČOV a odstavení provozu.

Proto bylo zvoleno řešení s dvěma sériově řazenými nízkozatěžovanými biologickými nádržemi za ČOV (obrázky 3 a 4). Vyčištěná odpadní voda je vedena pro dočištění na dva sériově řazené biologické rybníky umístěné za ČOV. Tyto nádrže jsou určeny nejenom k dočištění, ale v případě nečekané odstávky ČOV mohou posloužit k samotnému čištění odpadních vod z obce. Maximální objem obou nádrží je přes 15 000 m<sup>3</sup> a doba zdržení vypouštěné odpadní vody v nádržích dosahuje několika měsíců. Díky zvolené velikosti nádrží je dosahováno výrazně nižšího látkového zatížení, které se pohybuje pod hodnotou 0,1 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>d. Doba zdržení a látkové zatížení se tedy výrazně odlišují od běžně konstruovaných biologických nádrží. Jak uvádí Mlejnská et al. (2009). Běžná doba zdržení se pohybuje okolo 5 – 10 dnů a látkové zatížení se pohybuje i přes 3 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>d. Podrobnější údaje o zbudovaných nádržích jsou uvedeny v tabulce 1.

Před uvedením ČOV do provozu byly obě stabilizační nádrže napuštěny čistou vodou z recipientu Zbytinského potoka kanalizací speciálně k tomuto účelu zbudovanou, v současné době je jejich jediným přítokem (kromě dešťových srážek a případných průsaků podzemních vod) vypouštěná odpadní voda z ČOV.



Obr. 3 Biologický dočišťovací rybník 1



Obr. 4 Biologický dočišťovací rybník 2

**Tab. 1 Parametry Biologických rybníků**

	Biologický rybník 1	Biologický rybník 2	Celkem
Plocha	2 393 m <sup>2</sup>	7 041 m <sup>2</sup>	9 434 m <sup>2</sup>
Užitný objem	2 868 m <sup>3</sup>	7 287 m <sup>3</sup>	10 155 m <sup>3</sup>
Retenční objem	1 467 m <sup>3</sup>	3 520 m <sup>3</sup>	4 987 m <sup>3</sup>
Celkový objem	4 335 m <sup>3</sup>	10 807 m <sup>3</sup>	15 142 m <sup>3</sup>
Výška hladiny při užitném objemu	75 cm	115 cm	
Výška hladiny při retenčním objemu	125 cm	165 cm	

Lokalita Zbytiny je téměř nepřetržitě sledována od samotného zbudování a uvedení do provozu na podzim roku 2008. V pravidelných měsíčních intervalech jsou odebírány vzorky v jednotlivých profilech, kdy jsou odebírány dvouhodinové směsné vzorky.

Z tabulek 2 a 3 je zřejmé, že ČOV Zbytiny dlouhodobě stabilně dosahuje dobrých odtokových parametrů a účinnosti čištění. Nejlepších výsledků dosahuje pro parametr amoniakální dusík, kde dlouhodobá účinnost odstraňování se pohybuje okolo 99%. Také organické znečištění vyjádřené parametrem CHSK je dlouhodobě dobře odstraňováno. Velmi nízkých hodnot nerozpuštěných látek na odtoku z ČOV je dosahováno i díky bubnovému mikrosítovému filtru, který je částečně schopen zachytit případné úniky aktivovaného kalu z dosazovacích nádrží. Trochu odlišná situace je pak pro parametr dusičnanový dusík, který v přítékající odpadní vodě není téměř přítomen a vzniká až procesem nitrifikace neboli oxidace amoniakálního dusíku na dusičnanový dusík během čistícího procesu. Podmínky pro následný řízený proces denitrifikace neboli redukce dusičnanového dusíku na plynný dusík za anoxických podmínek nejsou na této ČOV vytvořeny, jelikož současná platná legislativa v této velikostní kategorii nelimituje koncentrace dusičnanového respektive celkového dusíku na odtoku. Přesto ČOV dosahuje cca 45% účinnosti odstraňování celkového dusíku a nelze tak říct, že výborné odstraňování amoniakálního dusíku je jen pouze jeho konverze do formy dusičnanového dusíku. V případě celkového fosforu se dlouhodobé hodnoty koncentrace na odtoku z ČOV pohybují okolo 3 mg/l. Fosfor se v dnešní době na ČOV odstraňuje nejčastěji jeho srážením dávkováním síranu železitého, toto by však prodražilo provoz současné ČOV. Také fosfor není v této velikostní kategorii ČOV nijak limitováno, proto nemá provozovatel důvod se tímto parametrem zvlášť zabývat, či jej dokonce stanovovat.

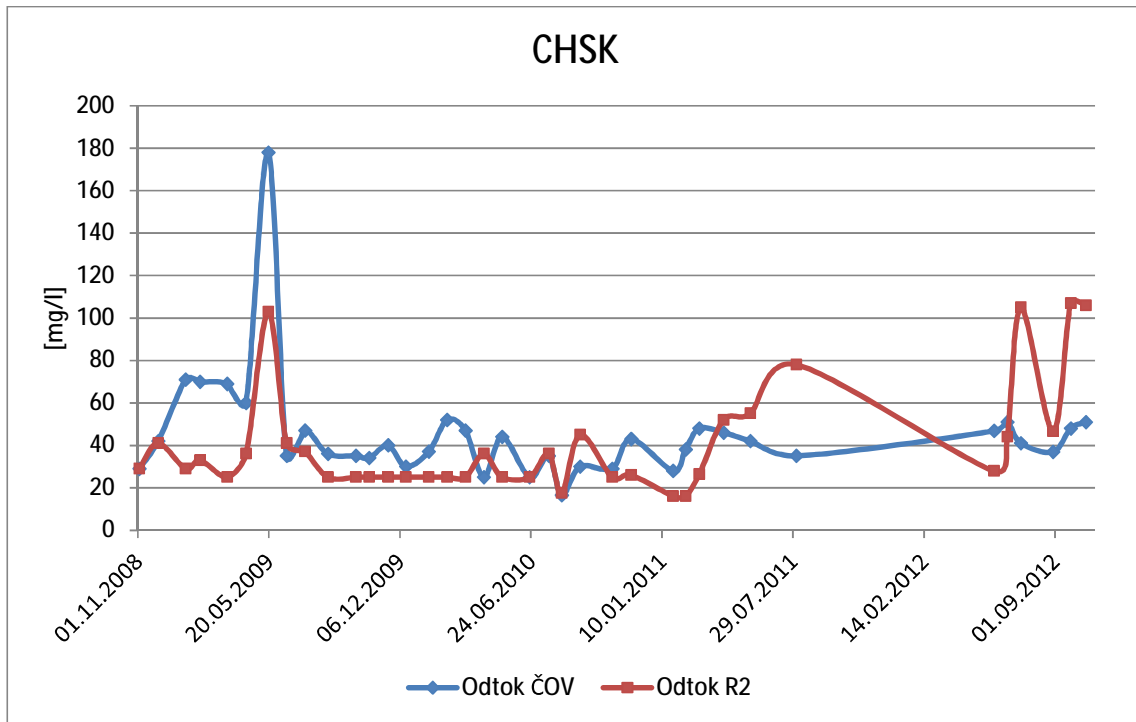
**Tab. 2 Medián vybraných hodnot za období 11/2008 – 10/2012**

	CHSK	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nc	Pc
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Přítok ČOV	503	190	43	0,3	67	7,6
Odtok ČOV	41	4,4	0,4	20,3	22,4	2,8
Odtok R2	29	11	0,2	10,6	12	0,35

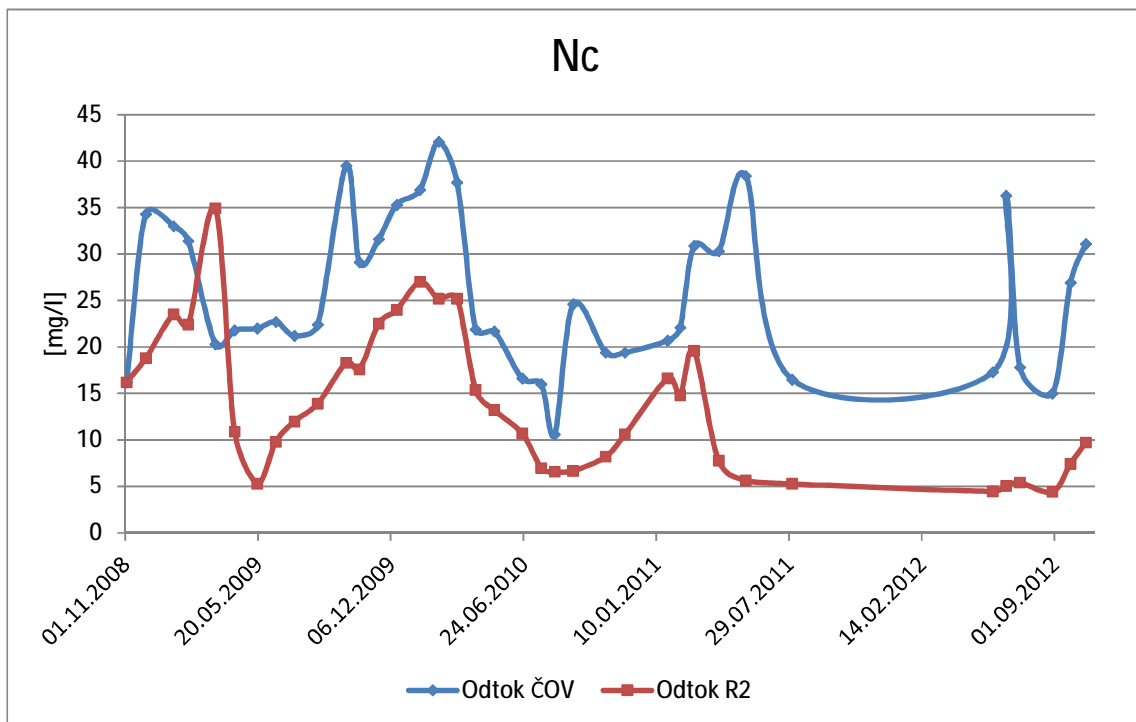
Tab. 3 Medián účinnosti čištění za období 11/2008 – 10/2012

	CHSK	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nc	Pc
	%	%	%	%	%	%
PČOV – OČOV	91,9	97,7	99,2	neg.	66,7	62,9
OČOV – OR2	29,3	-150	59,1	48	46,4	87,6
PČOV – OR2	94,2	94,2	99,7	neg.	82,2	95,4

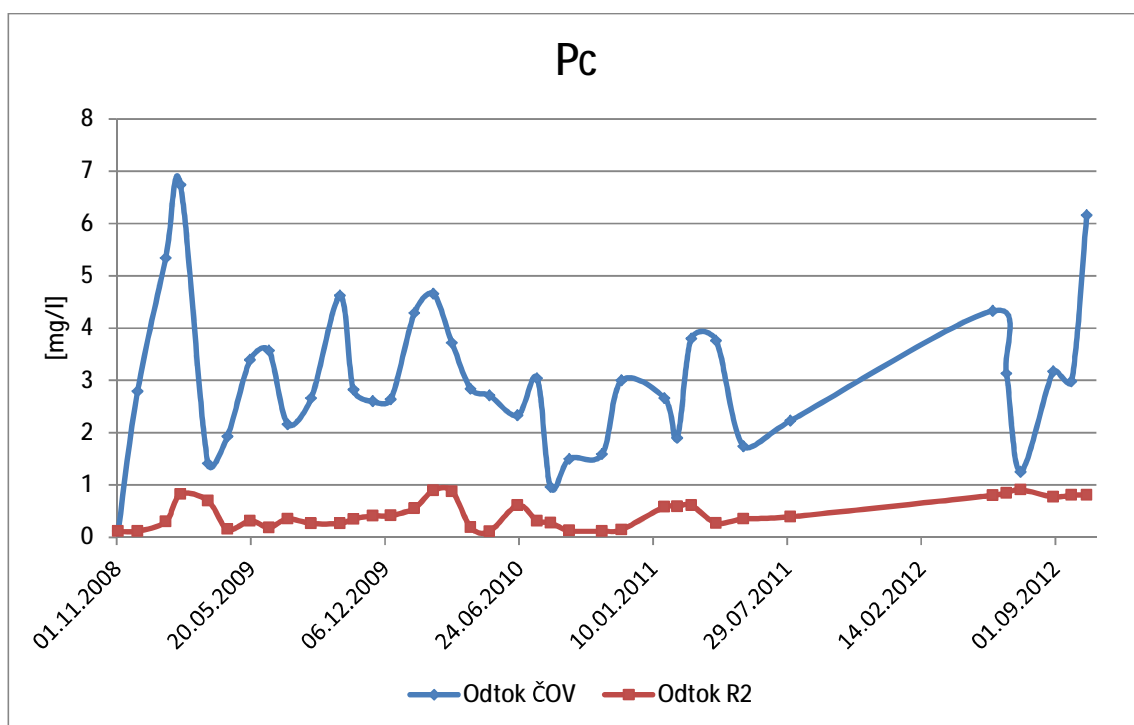
Vyčištěná odpadní voda je následně vypuštěna do dvou sériově řazených biologických rybníků. Z výsledků je patrné, že tyto dočišťovací rybníky mají velký přínos pro celkovou kvalitu vypouštěných odpadních vod do Zbytinského potoka. I přes velmi nízké koncentrace CHSK dosahované na odtoku z ČOV jsou schopny tyto dočišťovací rybníky hodnotu CHSK snížit. Z obrázku 5 je patrné i druhý význam rybníků, kdy jsou schopny zachytit havarijní situaci na ČOV, kdy v dubnu 2009 došlo k neřízenému vypouštění odpadních vod z ČOV. Dočišťovací rybníky byly schopny snížit celkovou koncentraci CHSK o cca polovinu. Vysoké hodnoty CHSK z podzimu 2012 jsou pak dány masivním rozvojem fytoplanktonu v druhém rybníce. Velmi dobrých výsledků rybníky dosahují i pro dusík, kdy jsou schopny odstranit nejen zbytkové koncentrace amoniakálního dusíku, ale hlavně snížit koncentrace dusičnanového a celkového dusíku na cca 50% hodnoty z ČOV. Z obrázku 6 je patrné, že nižších hodnot celkového dusíku je dosahováno v letních obdobích, kdy se koncentrace celkového dusíku na odtoku z druhého biologického rybníku pohybují mezi hodnotami 5 – 10 mg/l, což jsou extrémně nízké hodnoty často nedosažitelné i na těch největších a nejprísňěji limitovaných ČOV. Nejlepších účinností odstraňování je pak dosahováno pro parametr celkový fosfor. Z obrázku 7 je vidět značná rozkolísanost koncentrací celkového fosforu na odtoku z ČOV, která je dána především velkou variabilitou koncentrací fosforu v přítékající odpadní vodě. Průměrná koncentrace celkového fosforu na odtoku z druhého biologického rybníka se pohybuje okolo 0,45 mg/l, medián je ještě nižší. Na druhé straně data z roku 2012 ukazují nárůst koncentrací fosforu, neboť v tomto roce se koncentrace pohybuje pod hranicí 1 mg/l a představuje zhruba dvojnásobek dlouhodobého průměru. Zajímavé je, že během podrobných průzkumů obou biologických rybníků byla nalezena jen nepatrná vrstva dnového sedimentu, v řadě míst nádrže pak sediment zcela chybí a dno je tvořeno jílem.



Obrázek 5 – Graf vývoje koncentrací CHSK na odtoku z ČOV a R2



Obrázek 6 – Graf vývoje koncentrací Nc na odtoku z ČOV a R2



Obrázek 7 – Graf vývoje koncentrací Pc na odtoku z ČOV a R2

## Závěr

ČOV Zbytiny se dvěma sériově řazenými biologickými dočišťovacími nádržemi je s malou přestávkou nepřetržitě sledována od roku listopadu 2008. Data získaná za toto čtyřleté období ukazují jednoznačný přínos těchto dočišťovacích rybníků na celkovou kvalitu vyčištěných odpadních vod vypouštěných do Zbytinského potoka. Největší přínos těchto nádrží je v případě odstraňování celkového fosforu, kde výsledných koncentrací by jinak bylo dosaženo jen za použití dávkování síranu železitého. Také dusíkaté znečištění je odstraňováno ve značné míře. V případě organického znečištění občas dochází v letním období k nárůstu koncentrací na odtoku z rybníků oproti koncentraci na odtoku ze samotné ČOV, to je ale dáno sezonním rozvojem fytoplanktonu. Vyšší hodnoty CHSK a nerozpuštěných látek byly za sledované období vždy jed dočasné.

Nízkozatěžované biologické dočišťovací rybníky tedy mohou snížit odtokové koncentrace vypouštěného zbytkového znečištění z ČOV a zároveň slouží jako ochrana před vypouštěním nečištěných odpadních vod v případě odstávky provozu ČOV.

## Literatura

Mlejnská, E., Rozkošný, M., Baudišová, D., Váňa, M., Wanner, F. & Kučera J.: *Extenzivní způsoby čištění odpadních vod.*(2009) VAMB – Ing. Vladimír Vicherek, Praha, 120 s