

ZKOUŠENÍ MALÝCH ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD VE VÚV TGM, V.V.I

Věra Jelínková⁶, Ondřej Taufer⁷, Dana Baudišová⁸

Abstrakt

Vývoj a hodnocení domovních čistíren odpadních vod ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka má dlouholetou tradici. Od roku 2006 se ve Zkušební laboratoři vodohospodářských zařízení provádí akreditované zkoušení účinnosti čištění domovních ČOV dle ČSN EN 12566-3+A1. Článek uvádí souhrnné výsledky z tohoto testování domovních ČOV. Dále jsou uvedeny hodnoty mikrobiologického znečištění odtoků z deseti domovních ČOV. V rámci projektu TAČR byl sledován vliv biotechnologického preparátu na jedné domovní čistírně. Výsledky testování však nejsou jednoznačně prokazatelné.

Úvod

Již od 80. let 20. stol. se pracovníci VÚV zabývali vývojem a hodnocením domovních čistíren odpadních vod (ČOV). Zkušební laboratoř vodohospodářských zařízení se zabývá zkoušením domovních ČOV od roku 2000, v té době jako neakreditované pracoviště. V roce 2005 byla schválena evropská norma EN 12566-3, která byla přijata jako národní ČSN EN 12566-3 v roce 2006 (od roku 2009 ČSN EN 12566-3+A1). Ve stejném roce získala Zkušební laboratoř akreditaci k provádění zkoušek účinnosti čištění domovních ČOV.

Mimo samotné zkoušky účinnosti byly v rámci dalších úkolů u domovních ČOV dlouhodobě sledovány mikrobiologické ukazatele znečištění odtoku a v současné době probíhá výzkum vlivu biologického preparátu na funkci ČOV.

Testování domovních čistíren odpadních vod ve VÚV

Testování domovních čistíren odpadních vod ve VÚV neprobíhá pouze na základě komerčních zakázek, ale také formou projektů s různým zaměřením. Kromě shrnutí výsledků ze zkoušky účinnosti DČOV dle ČSN EN 12566-3+A1, tak může být přiblížena problematika mikrobiologické kvality odtoků z čistíren a dále výsledky z testování vlivu komerčně dodávaného biologického preparátu na funkci domovní ČOV.

Zkouška účinnosti čištění

Zkoušení malých čistíren odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel (EO) dle ČSN EN 12566-3+A1 probíhá ve Zkušební laboratoři vodohospodářských zařízení (dále Zkušebna) od roku 2006, kdy bylo toto pracoviště akreditováno spolu s Technologickou laboratoří jako Zkušební laboratoř technologie vody u Českého institutu pro akreditaci (ČIA).

Od roku 2005 do 2012 bylo ve Zkušebně testováno kolem 20 typů domovních čistíren odpadních vod různých výrobců z Čech, ale i zahraničí.

⁶ Ing. Věra Jelínková, VÚV TGM, v.v.i., oddělení Zkušební laboratoř vodohospodářských zařízení, Podbabská 30, 160 00 Praha, tel. 220197464, e-mail: vera_jelinkova@vuv.cz

⁷ Ing. Ondřej Taufer, VÚV TGM, v.v.i., oddělení Technologická laboratoř, Podbabská 30, 160 00 Praha, tel. 220197447, e-mail: ondrej_taufer@vuv.cz

⁸ RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., VÚV TGM, v.v.i., oddělení Mikrobiologie vody, Podbabská 30, 160 00 Praha, tel. 220197219, e-mail: dana_baudisova@vuv.cz

Zkouška účinnosti čištění je popsána v ČSN EN 12566-3+A1, příloha B. Probíhá za přesně definovaných podmínek, trvá minimálně 38 týdnů a za její průběh, včetně odběru vzorků, zodpovídá Zkušebna. Během zkoušení se střídají různé zkušební kroky (jmenovité zatížení, nízké zatížení, přetížení), jejich pořadí, stejně jako počet odebraných vzorků, je přesně definován programem zkoušek. Během zkoušení se dále testuje reakce čistírny na výpadek elektrického proudu (24 hod) či simulace dovolené (ČOV 14 dní bez přítoku odpadní vody). Výpočet průměrné účinnosti čištění se provádí z 20 hodnot přítoku a odtoku získaných během jmenovitého zatížení. Zkoušení účinnosti čištění se provádí na nejmenším zástupci typové řady, většinou se jedná o čistírny pro 5 EO.

Průměrné hodnoty účinnosti a odtokových koncentrací u čistíren zkoušených ve Zkušebně jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Průměrné koncentrace na odtoku a účinnosti čištění domovních ČOV testovaných ve Zkušební laboratoři VÚV TGM, v.v.i. v letech 2000 – 2012

Typ ČOV	Počet ČOV	CHSK		BSK		NL		N _{amon}		P _{celk}	
		%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l
SBR	5	93	42	98	5,7	96	8,4	94	2,78	69	2,05
Aktivační	14	91	59	98	8,7	93	18	88	4,64	39	5,28
Se srážením fosforu	3	95	35	99	4,8	98	8,7	77	7,20	93	0,60
S membránový m filtrem	2	96	27	100	2,8	100	2,8	97	1,10	57	2,00

pozn. SBR – sequencing batch reactor

Průměry parametrů N_{amon} a P_{celk} jsou počítány z menšího počtu dat (nebyly sledovány u všech testovaných ČOV)

Nařízení vlády (NV) 23/2011 Sb. a 416/2010 Sb. udávají hodnoty minimální účinnosti pro certifikované ČOV do 50 EO dle NV 190/2002 Sb. Pokud porovnáme tyto účinnosti s tabulkou 1 je zřejmé, že v parametrech CHSK a BSK nebude splnění současných NV problém. Splnění požadavků na účinnost odstranění znečištění v parametrech NL a N_{amon} může být u jednodušších systémů problematické a nejvíce kritickým parametrem se stává celkový fosfor. Pro kategorii DČOV III. je požadována účinnost odstranění 80 %, čehož lze dosáhnout pouze za použití srážení nebo jiného terciálního dočištění odtoku. Pokud budeme hodnotit kvalitu čistíren z hlediska emisních standardů uvedených v NV 416/2010 Sb., v průměru by všechny testované čistírny tyto standardy bez problémů splňovaly (např. pro P_{celk} 10 mg/l).

Mikrobiologie odtoků domovních ČOV

Vedle sledování chemického znečištění odtoku z domovních ČOV byly v oddělení Mikrobiologie vody VÚV TGM, v.v.i. sledovány i mikrobiologické ukazatele, především indikátory fekálního znečištění.

Vzorky odtoků byly získány z různých typů domovních ČOV testovaných ve Zkušebně v letech 2004 až 2012. Analyzovány byly prosté vzorky, zpracování proběhlo do 4 hodin po odběru.

Ve vzorkách byly stanoveny nejvýznamnější indikátory a to *Escherichia coli* (*E. coli*) metodou dle ČSN 757835 a Intestinální enterokoky (enterokoky) metodou dle ČSN EN ISO 7899-2. Průměrné hodnoty *E. coli* a enterokoků v přítokové odpadní vodě byly řádově 10⁵ až 10⁶ KTJ/100 ml.

Výsledky stanovení *E. coli* a enterokoků v odtocích z domovních ČOV jsou uvedeny v tab. 2. Výsledky jsou uvedeny jako geometrický průměr, minimum a maximum (výsledky pro každou

ČOV zvláště byly zpracovány jako geom. průměr). Do zpracování byly zahrnuty pouze údaje získané při jmenovitém zatížení.

Tab. 2 Mikrobiologické hodnocení odtoků z domovních ČOV do 10 EO testovaných ve Zkušební laboratoři VÚV TGM, v.v.i. v letech 2004 - 2012

Počet čov	Typ čov	Počet odběrů	Escherichia coli (KTJ/100 ml)			Intestinální enterokoky (KTJ/100 ml)		
			geom. průměr	min	max	geom. průměr	min	max
7	Aktivační	31	50 300	22 000	192 800	18 700	8 100	80 000
3	SBR	13	12 700	2 600	42 400	9 600	1 400	100 600

pozn. KTJ – kolonie tvořící jednotku

Výsledky mikrobiologických analýz odtoků z domovních ČOV prokázaly snížení indikátorových bakterií o 2 řády a řada z nich může dosahovat srovnatelné výsledky s velkými ČOV (Baudišová 2012).

Nařízení vlády 416/2010 Sb. udává pro kategorie domovních ČOV nad 10 EO emisní standardy pro *E. Coli* 50 000 KTJ/100 ml a pro enterokoky 40 000 KTJ/100ml (není požadováno pro certifikované domovní ČOV a ČOV do 10 EO). Dosažení těchto standardů u čistíren v kategorii do 10 EO by bylo značně závislé na správné funkci a vhodném provozu čistírny a i výsledky jednoho typu ČOV mohou být rozkolísané v rozmezí 2 řádů.

Testování biotechnologických preparátů na domovní ČOV

V rámci projektu technologické agentury (TAČR TA01021419) je prováděn Výzkum intenzifikace venkovských a malých ČOV neinvestičními prostředky. Účelem projektu je formou aplikovaného výzkumu prokázat, že použitý biologický preparát (bakterie a enzymy) zlepšuje provozní vlastnosti a funkci čistírny odpadních vod. Použití a dávkování biologického preparátu bylo v souladu s instrukcemi výrobce.

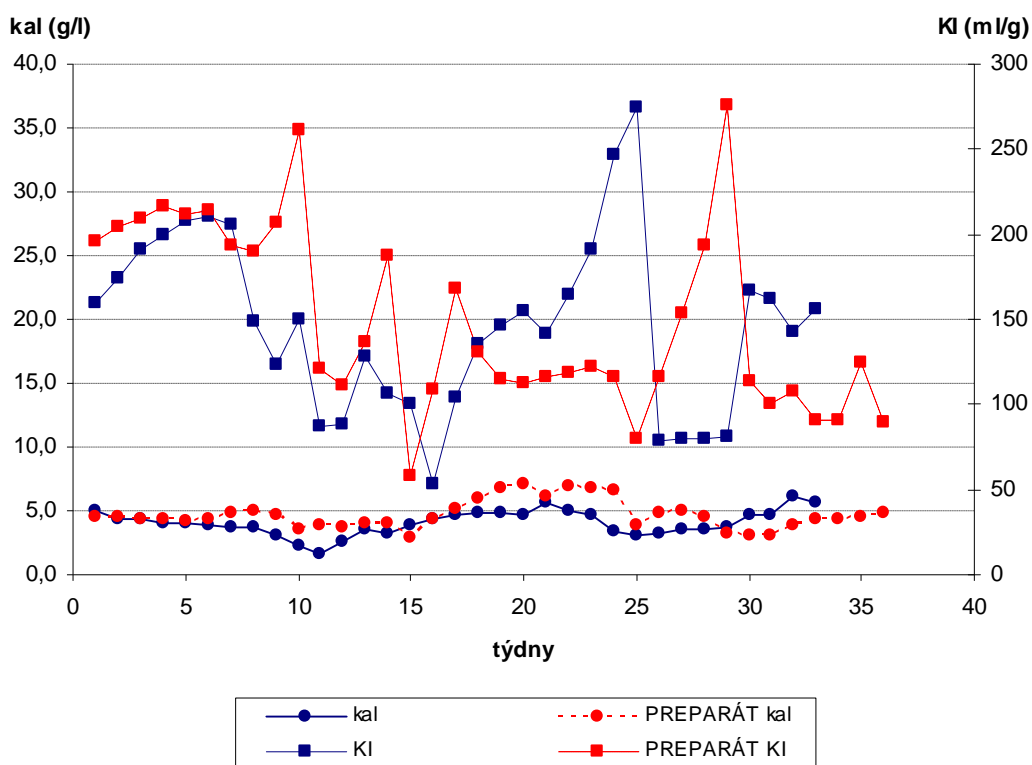
Testování probíhalo na jednom typu aktivační čistírny odpadních vod pro 5 EO (jednoduchý systém AN, DN), která byla zkoušena v režimu zkoušky účinnosti čištění daném v ČSN EN 12566-3+A1. Po ukončení programu zkoušek byla čistírna zkoušena znovu, tentokrát za použití biologického preparátu. Porovnání koncentračních hodnot přítoku a účinnosti čištění je uvedeno v tab. 3. Vývoj koncentrace aktivovaného kalu a kalového indexu v průběhu zkoušky je uveden na obr. 1. Průběh odstraňování celkového fosforu během zkoušky je uveden na obr. 2.

Tab. 3 Parametry přítoku a účinnosti čištění u ČOV s preparátem a bez preparátu

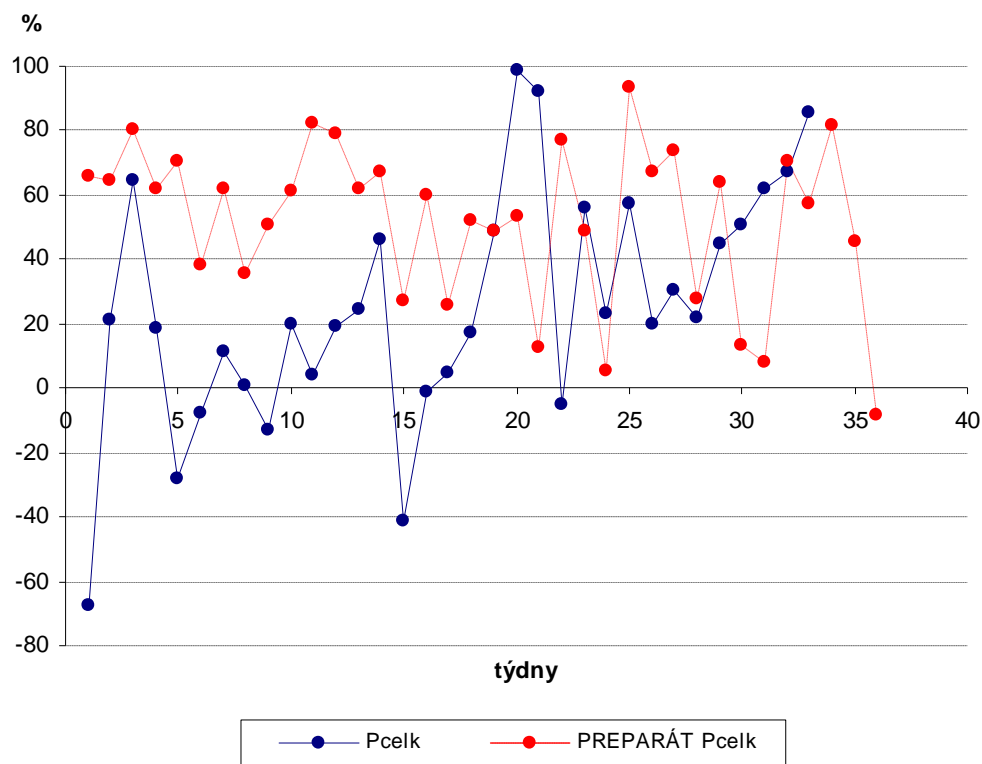
Parametr	Bez preparátu		S preparátem	
	Přítok (mg/l)	Účinnost čištění (%)	Přítok (mg/l)	Účinnost čištění (%)
CHSK	653 ± 189	90 ± 11	675 ± 253	93 ± 3
BSK	302 ± 124	98 ± 3	325 ± 140	98 ± 1
NL	341 ± 131	93 ± 12	353 ± 176	96 ± 5
N _{amon}	38,6 ± 12,4	84 ± 15	37,1 ± 8,4	87 ± 19
P _{celk}	11,9 ± 5,1	26 ± 37	9,70 ± 4,52	52 ± 24
Kal (g/l)	4,0 ± 1,0		4,7 ± 1,1	

pozn. průměrná hodnota ± směrodatná odchylka

V parametrech CHSK, BSK, NL a N_{amon} dosahovala ČOV vysokých účinností čištění v obou režimech. Výrazný vliv biologického preparátu na funkci ČOV nebyl zaznamenán a dosažené účinnosti jsou srovnatelné. Významný rozdíl v účinnosti byl pozorován v parametru celkového fosforu. Principem odstraňování fosforu je inkorporace do biomasy kalu a jeho využití jako zdroje energie, tzn. jeho odstraňování je závislé především na kvalitě přítoku, koncentraci kalu a na kyslíkových poměrech v systému. V režimu s preparátem bylo dosaženo vyšší účinnosti odstranění fosforu, což pravděpodobně souvisí s průměrně vyšší koncentrací kalu v ČOV po celou dobu zkoušky a pravděpodobně nižší koncentrací fosforu v přítoku. Obr. 2 znázorňuje kolísání účinnosti odstranění fosforu v průběhu zkoušky. Zároveň je z obr. 1 patrné, že stav čistírny zásadně ovlivňuje její proměnlivé zatížení, vliv preparátu na sedimentační vlastnosti kalu není patrný.



Obr. 1 Průběh koncentrace kalu a kalového indexu



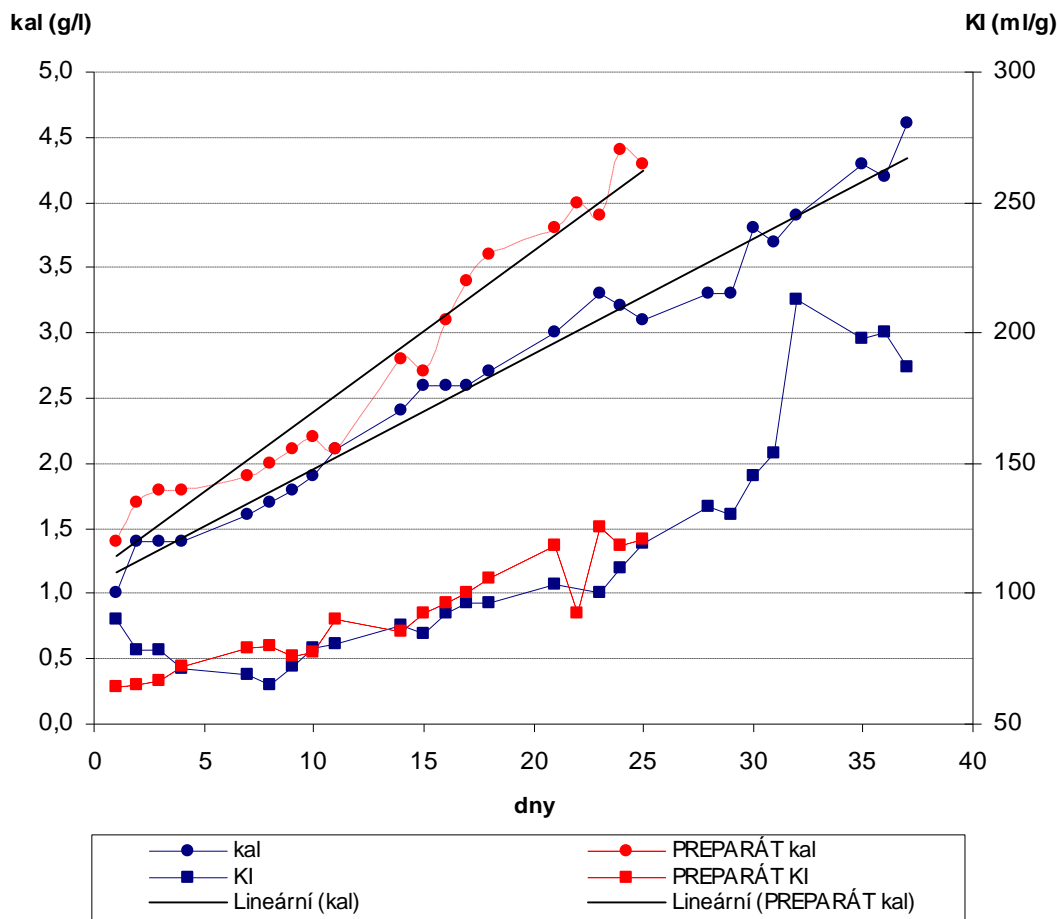
Obr. 2 Průběh odstraňování fosforu

Jako další možnost sledování vlivu biologického preparátu na funkci ČOV byla provedena simulace vypláchnutí ČOV, tzn. čistírna byla odkalena (téměř celá vyčerpána) až na cca 50 ml/l aktivovaného kalu ve válci po půlhodinové sedimentaci. Opět byl stejný pokus sledován nejprve za použití biologického preparátu a poté bez něj. Denně byla sledována koncentrace kalu a objem kalu ve válci po 30minutové sedimentaci. V cca týdenních intervalech byly měřeny charakteristiky přítoku a odtoku v parametrech CHSK, BSK, NL, N_{amon} , P_{celk} . Tento pokus trval do zvýšení koncentrace aktivovaného kalu na běžnou hodnotu v aktivačních ČOV (cca 1 měsíc). Výsledky z tohoto testu jsou uvedeny v tab. 4. Průběh růstu koncentrace aktivovaného kalu a kalového indexu jsou uvedeny na obr. 3.

Tab. 4 Parametry přítoku a účinnosti čištění u ČOV s preparátem a bez preparátu po simulaci vypláchnutí ČOV

Parametr	Bez preparátu		S preparátem	
	Přítok (mg/l)	Účinnost čištění (%)	Přítok (mg/l)	Účinnost čištění (%)
CHSK	840 ± 136	91 ± 4	736 ± 238	93 ± 1
BSK	360 ± 83	96 ± 3	310 ± 135	95 ± 4
NL	417 ± 119	93 ± 5	375 ± 159	97 ± 1
N_{amon}	49,6 ± 7,5	88 ± 7	44,6 ± 8,8	84 ± 12
P_{celk}	12,2 ± 2,1	70 ± 5	10,8 ± 3,1	60 ± 16

pozn. průměrná hodnota ± směrodatná odchylka



Obr. 3 Průběh růstu koncentrace kalu a kalového indexu

V obou případech byly účinnosti čištění vysoké a srovnatelné v celém průběhu zkoušky. Z obr. 3 je patrný postupný nárůst koncentrace aktivovaného kalu při použití biologického preparátu i bez něj. Z výsledku růstové rychlosti vypočtené lineární regrese, bez preparátu 0,089 a s preparátem 0,123 g/(l.den), lze odhadnout příznivý vliv biologického preparátu na rychlost růstu koncentrace aktivovaného kalu. Zároveň je patrný i vliv na zlepšení sedimentačních vlastností kalu.

Závěr

V současnosti vyráběné domovní čistírny odpadních vod jsou schopny plnit legislativou požadované emisní standardy a účinnosti čištění. Pro kategorii DČOV III. dle NV 23/2011 Sb. může být problémem odstranění nerozpuštěných látek na 95 % a hlavně odstranění celkového fosforu. Dosažení požadované účinnosti 80 % v parametru celkový fosfor je možné pouze za použití technologie srážení nebo dalšího dočištění odtoku.

Mikrobiologické znečištění odtoku může být při vypouštění do podzemních vod a dalším nakládání s vyčištěnými odpadními vodami problémem především z hlediska proměnlivého množství sledovaných bakterií. Sledovány byly čistírny o velikosti do 10 EO, u kterých není doposud mikrobiologická kvalita odtoku požadována. Tyto ČOV by v průměru NV 416/2010 Sb. splnily, některé výsledky jsou však až o řád vyšší než je limit pro DČOV nad 10 EO.

Biologický preparát zlepšuje sedimentační vlastnosti a zvyšuje růstovou rychlost kalu, pokud se systém nachází v ideálních podmínkách. V případě, že dochází ke změnám podmínek, tj. odkalování systému, proměnlivá kvalita a kvantita přítoku odpadní vody, výpadek proudu atd., nemá použití preparátu na udržení dobrých sedimentačních vlastností zásadní vliv. Zároveň se neprokázal vliv biologického preparátu na zvýšení účinnosti čištění ve sledovaných parametrech.

Literatura

1. BAUDIŠOVÁ, D.: Bakteriální znečištění a hodnoty dosahované u domovních ČOV v závislosti na způsobu čištění (2012), Sborník semináře ČOV pro objekty horách