



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

MONOGRAFIE

DEGRADACE A REGENERACE KRAJINY

KRAJINA, TĚŽBA, PŮDA, VODA

Martin Brtnický a kol. (eds.)

Brno 2011

SLEDOVÁNÍ ČISTÍCÍHO PROCESU NA KOŘENOVÉ ČISTÍRNĚ ODPADNÍCH VOD ČEHOVICE

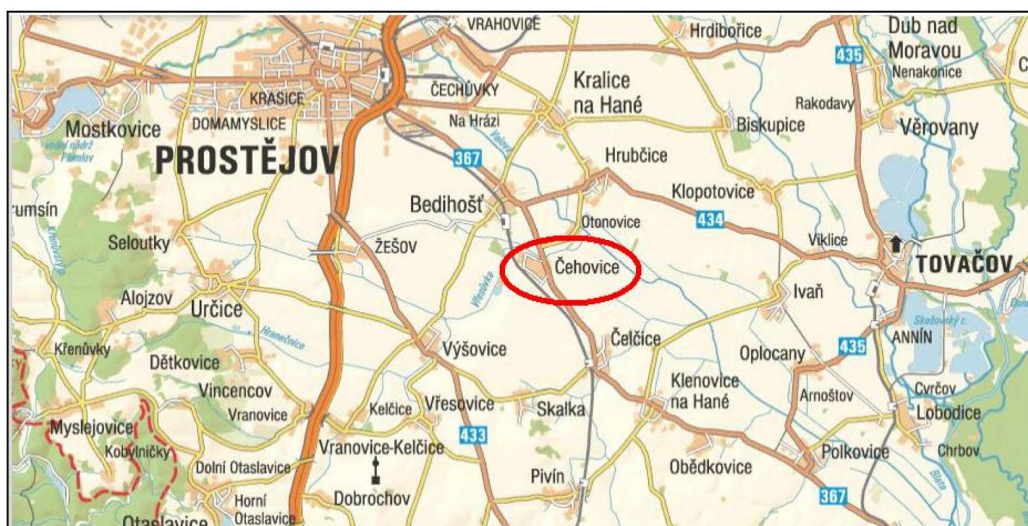
Úvod

Příspěvek je zaměřen na zhodnocení čistícího procesu kořenové čistírny odpadních vod (KČOV). Principem kořenové čistírny je průtok vody do propustného substrátu, který je osázen mokřadní vegetací. Při průtoku filtračním substrátem dochází k odstranění znečištění kombinací fyzikálně-chemických a biologických procesů. Kořenové čistírny jsou určeny pro čištění splaškových vod z rodinných domů, ubytovacích zařízení, rekreačních objektů, obcí a k dočištění povrchových vod. Pro toto sledování byla vybrána čistrna v obci Čehovice, která je navržena výhledově pro 550 EO. Obec Čehovice a lokalita kořenové čistírny odpadních vod se nachází

přibližně 8 km jihovýchodně od bývalého okresního města Prostějov na spojnici bývalých okresních měst Prostějov - Kroměříž. Na kořenovou čistírnu odpadních vod je přiváděna veškerá odpadní voda z obce. Výstavba byla zahájena na počátku roku 2003 a na podzim téhož roku byla KČOV Čehovice uvedena do zkušebního provozu. Kolaudace proběhla na podzim roku 2004.

Metodika

Odběry odpadní vody byly provedeny v pravidelném intervalu od srpna 2007 do února 2008 vždy 1krát měsíčně na zjištění znečištění vody odebrané na přítoku, odtoku a ze surové vody. Dále pak byly od



Obr.1 Širší územní vztahy obce Čehovice; zdroj: www.mapy.cz



Obr.2 Letecký snímek obce Čehovice; zdroj:
www.mapy.cz

provozovatele KČOV, obce Čehovice získány dlouhodobější výsledky pravidelných měření. Rozbory vzorků provedly VÚV T. G.M., v.i.v., pobočka Brno a Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, MENDELU v Brně.

Hodnoty sledovaných chemických parametrů byly stanoveny za využití standardních metod pro analýzy povrchových vod (Horáková a kol., 1986). Ke stanovení CHSK_{Cr} celkového dusíku a fosforu bylo využito komerčně dodávaných setů firmy WTW. Analýza fytoplanktonu byla realizována v nativním (živém) vzorku po zahuštění na ultrafiltračním zařízení dle Marvana (Marvan, 1957) o velikosti pórů 0,85 μm . Abundance hlavních taxonů byla určena dle odhadní stupnice (Hindák, 1978).

Zájmové území

Obec Čehovice se nalézá jihovýchodně od města Prostějov. Obec se nachází v Olo-

mouckém kraji a je organizována v Mikroregionu „Svazek obcí Prostějov - venkov“ a v místní akční skupině „MAS – Prostějov - venkov“.

Výsledky a diskuze

Ke zhodnocení celkového provozu Kořenové čistírny odpadních vod Čehovice byly využity rozborů poskytnuté starostou obce Čehovice. Rozborů byly zjišťovány ukazatele: BSK, CHSK, NL a amoniakální dusík v koncentracích na přítoku a odtoku. Měření probíhala od zahájení zkušebního provozu v intervalu po měsíci a po roce, kdy byla KČOV Čehovice zkolaudována byl interval prodloužen na odběry 1x za 3 měsíce. V tabulce č. 1 jsou čtverečkem vyznačeny hodnoty přesahující přípustné hodnoty koncentrací pro rozborů směsných vzorků vypouštěných odpadních vod a elipsou jsou vyznačeny hodnoty přesahující maximální přípustnou hodnotu koncentrací pro rozborů prostých vzorků vypouštěných odpadních vod dle vyhlášky 229/07 Sb.

Rozbory prováděné VÚV T.G.M., v.i.v., pobočka Brno a MZLU v Brně - Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství jsou uvedeny v následujících tabulkách. Odběry byly prováděny se zaměřením na zimní provoz stabilizační nádrže při Kořenové čistírně odpadních vod Čehovice. Surová voda byla odebírána z přítokového potrubí na první kořenové pole pro zjištění znečištění přicházejícího na vlastní kořenové pole po mechanickém předčištění (Tab. 2). Hodnoty přítoku do stabilizační nádrže jsou uvedeny v tabulce 3 a hodnoty odtoku ze stabilizační nádrže jsou uve-

	BSK5 (mg.l-1)		CHSKcr (mg.l-1)		NL (nerozp. látky) (mg.l-1)		N-NH4+ (amoniakální dusík) (mg.l-1)	
Datum	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok
9.12.2003	79,0	10,0	132	48	133	19	50,4	26,9
14.1.2004	16,0	8,0	50	47	130	135	15,2	2,4
18.2.2004	67,0	11,0	150	37	53	8	40,5	21,9
24.3.2004	170,0	7,3	260	34	146	5	42,6	23,0
22.4.2004	14,0	8,0	61	33	23	7	21,4	16,9
26.5.2004	42,0	10,0	57	30	89	84	21,7	15,8
16.6.2004	31,0	5,9	96	46	31	2	27,9	14,6
15.7.2004	81,0	3,7	174	20	41	13	41,9	11,7
18.8.2004	8,0	1,4	56	33	30	9	25,1	16,1
29.9.2004	42,0	4,4	105	25	30	9	46,8	16,0
26.10.2004	79,0	5,5	124	20	67	4	33,7	11,6
10.11.2004	29,0	27,0	43	61	159	7	13,7	12,1
1.12.2004	~	~	64	29	102	1	25,2	12,4
29.3.2005	73,2	49,9	196	157	42	9	28,7	15,3
1.7.2005	49,0	8,1	128	54	71	31	12,4	10,6
27.9.2005	50,8	6,7	124	51	49	7	38,7	23,7
3.1.2006	153,9	52,0	402	127	304	12	21,4	43,2
10.4.2006	60,2	4,3	171	26	61	5	31,5	33,2
29.6.2006	54,5	23,5	152	112	75	48	15,6	11,9
25.10.2006	51,8	15,3	148	63	59	11	13,2	12,4
15.12.2006	74,0	14,0	160	54	32	13	34,0	25,0
30.5.2007	15,8	21,4	39	42	39	7	29,0	12,5
19.7.2007	41,4	7,9	133	46	35	2	39,7	11,5
29.8.2007	46,0	11,6	156	34	42	2	33,1	14,2
10.10.2007	~	7,6	~	18	~	5	~	11,8

Tab. 1 Rozbory odpadní vody z KČOV Čehovice; zdroj: OÚ Čehovice

deny v tabulce. 4. (Pospíšilová, 2008)

Zhodnocení čistícího procesu ve stabilizační nádrži

Při správně provedených analýzách musí

platit vztah $TOC \geq CHSK_{cr} \geq BSK_5$. Jelikož TOC vypovídá o celkovém množství organického uhlíku, $CHSK_{cr}$ vystihuje znečištění vody organickými látkami bez ohledu na to, zda jde o látky biologicky rozložitelné, či nikoliv. Množství biologicky rozloži-

Datum		23.8.2007	26.9.2007	30.10.2007	15.11.2007	4.12.2007	31.1.2008	26.2.2008
CHSKCr	mg.l-1	73	123	112	55	139	130	168
TOC	mg.l-1	108	96	175	111	131	163	418
N-NH4++	mg.l-1	19,1	25,3	25,7	18,4	44,5	29,9	30,0
N-NO2--	mg.l-1	2,79	0,49	1,68	2,20	0,94	0,45	1,46
N-NO3--	mg.l-1	38	13	44	20	16	8	26
Nc	mg.l-1	66	42	40	39	64	43	52
P-PO43-	mg.l-1	1,31	2,09	2,00	1,66	1,28	1,75	1,87
Pc	mg.l-1	1,85	3,30	2,57	1,91	1,81	3,27	3,49
SO42-	mg.l-1	139	220	234	152	204	180	246
Fe	mg.l-1	0,15	0,07	0,34	1,15	0,09	0,46	0,15
Chlorofyl a	µg.l-1	~	~	~	9,6	7,5	~	~

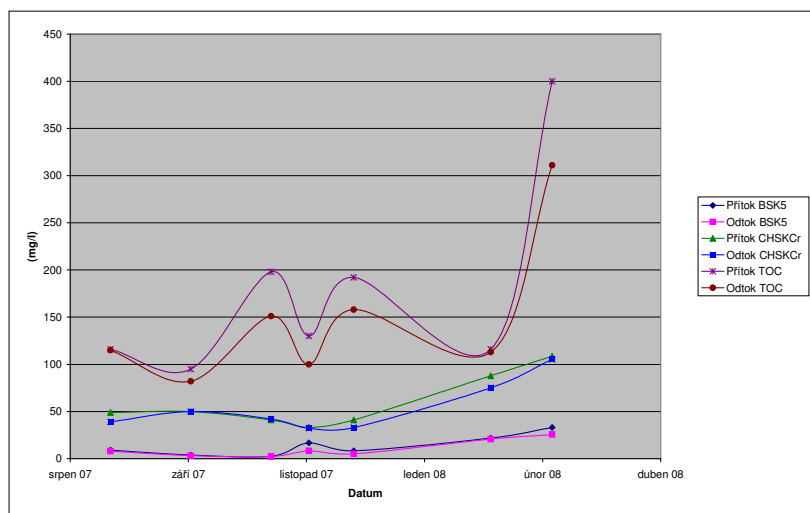
Tab. 2 Přítok surové vody na první kořenové pole

Datum		23.8.2007	26.9.2007	30.10.2007	15.11.2007	4.12.2007	31.1.2008	26.2.2008
Čas		9:45	9:45	9:43	9:40	9:43	8:11	7:59
Teplota	°C	18,4	11,7	11,5	5,7	5,2	5,7	7,6
Nasycení O2	%	4,5	10,2	11,4	1,6	2,0	2,1	3,5
Rozpuštěný kyslík	mg.l-1	0,49	0,86	0,95	0,16	0,25	0,28	0,45
Vodivost	µS.cm-1	1165	1614	1231	1590	1581	1931	2006
pH		7,22	8,00	7,45	7,45	7,47	7,92	8,00
BSK5	mg.l-1	9,11	3,86	2,56	16,80	8,31	21,80	33,10
CHSKCr	mg.l-1	49	50	41	33	41	88	109
TOC	mg.l-1	116	95	198	130	192	116	400
N-NH4++	mg.l-1	17,0	9,5	12,4	17,4	19,2	39,5	42,4
N-NO2--	mg.l-1	0,002	0,001	0,008	0,006	0,002	0,055	0,055
N-NO3--	mg.l-1	0,2	pod 0,2	0,3	pod 0,2	0,3	0,7	1
Nc	mg.l-1	32	12	19	24	26	49	50
P-PO43-	mg.l-1	1,85	1,45	1,49	1,91	1,09	2,95	4,20
Pc	mg.l-1	2,30	1,70	1,77	1,97	1,45	3,73	14,06
SO42-	mg.l-1	114	190	158	148	174	144	150
Fe	mg.l-1	0,13	0,06	0,14	0,05	0,08	0,32	0,04
Chlorofyl a	µg.l-1	~	~	~	32,6	62,2	~	71,0

Tab.3 Přítok do stabilizační nádrže

Datum		23.8.2007	26.9.2007	30.10.2007	15.11.2007	4.12.2007	31.1.2008	26.2.2008
Čas		10:15	10:05	9:55	9:55	9:51	8:24	8:12
Teplota	°C	19,4	11,6	10,3	3,7	3,3	3,1	4,6
Nasycení O ₂	%	32,7	35,7	35,5	17,4	28,2	14,3	6,2
Rozpuštěný kyslík	mg.l-1	2,86	3,00	3,79	2,59	3,51	1,86	0,74
Vodivost	μS.cm-1	1119	1435	1164	1548	1549	1859	1990
pH		7,37	8,16	7,86	7,86	7,79	8,19	8,12
BSK ₅	mg.l-1	7,94	3,19	2,29	8,26	5,05	20,70	25,60
CHSKCr	mg.l-1	39	50	42	32	33	75,1	105
TOC	mg.l-1	115	82	151	100	158	113	311
N-NH ₄ +	mg.l-1	15,9	7,9	11,2	16,3	17,2	36,5	36,1
N-NO ₂ -	mg.l-1	0,004	0,004	0,070	0,005	0,001	0,038	0,004
N-NO ₃ -	mg.l-1	0,2	0,7	0,5	pod 0,2	0,3	0,7	0,2
Nc	mg.l-1	22	13	15	23	23	47	47
P-PO ₄ ³⁻	mg.l-1	1,71	1,06	1,10	1,96	0,43	2,93	3,86
Pc	mg.l-1	2,25	1,3	1,13	1,98	0,43	3,36	5,71
SO ₄ ²⁻	mg.l-1	96	180	142	60	192	130	142
Fe	mg.l-1	0,08	pod 0,04	0,16	0,04	0,05	0,37	0,05
Chlorofyl a	μg.l-1	~	29,6	26,6	35,5	8,9	~	161,3

Tab. 4 Odtok ze stabilizační nádrže



Graf 1 Hodnoty BSK, CHSK a TOC na přítoku a odtoku ze stabilizační nádrže

Datum	BSK ₅ (mg.l-1)		CHSKCr (mg.l-1)		TOC (mg.l-1)	
	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok
23.8.2007	9,1	7,9	49	39	116	115
26.9.2007	3,9	3,2	50	50	95	82
30.10.2007	2,6	2,3	41	42	198	151
15.11.2007	16,8	8,3	33	32	130	100
4.12.2007	8,3	5,1	41	33	192	158
31.1.2008	21,8	20,7	88	75	116	113
26.2.2008	33,1	25,6	109	105	400	311
Průměr	13,7	10,4	59	54	178	147

Tab.5 Srovnání CHSK, BSK a TOC

Datum	Surová voda	Přítok			Odtok		
	(NH ₄)+(N-NO ₂)+(N-NO ₃)	(NH ₄)+(N-NO ₂)+(N-NO ₃)	Org. N	Nc	(NH ₄)+(N-NO ₂)+(N-NO ₃)	Org. N	Nc
	(mg.l-1)	(mg.l-1)	(mg.l-1)	(mg.l-1)	(mg.l-1)	(mg.l-1)	(mg.l-1)
23.8.2007	58,46	17,23	14,77	32	16,13	5,87	22
26.9.2007	38,75	9,70	2,30	12	8,64	3,36	12
30.10.2007	71,16	12,71	6,29	19	11,77	7,23	19
15.11.2007	40,99	17,61	6,39	24	16,51	7,50	24
4.12.2007	60,99	19,52	6,48	26	17,50	8,50	26
31.1.2008	39,58	40,26	8,75	49	37,24	9,76	47
26.2.2008	58,20	43,46	6,55	50	36,30	10,70	47
Průměr	52,59	22,92	7,36	30	20,58	7,56	28

Tab.6 Formy dusíku v odpadní vodě KČOV Čehovice

telných látek stanovujeme pomocí BSK₅. Tento vztah byl prokázán i rozborů vody ve stabilizační nádrži konaných od srpna 2007 do února 2008. Průměrný předpokládaný poměr BSK:CHSK se u biologicky vyčištěných odpadních vod pohybuje v rozmezí 0,1 – 0,2. U KČOV Čehovice je tato hodnota na odtoku 0,1939 (viz. tab.5). V době sledování se

tak poměr BSK:CHSK vyskytoval v daném intervalu. Z tabulky č.6 můžeme usoudit, že velká část organického dusíku je dále rozkládána na amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík. Organický dusík tvoří na přítoku a na odtoku asi 25 % z celkového dusíku. Poměr BSK:CHSK je v dlouhodobém prů-

	BSK5 (mg.l-1)		CHSKCr (mg.l-1)		NL. (nerozp. látky) (mg.l-1)		N-NH4+ (amoniakální dusík) (mg.l-1)	
Datum	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok	Přítok	Odtok
Průměr za rok 2004	54,83	8,52	105,54	35,62	79,54	23,31	31,24	15,50
% úspěšnost čištění	84,47		66,25		70,70		50,40	
Průměr za rok 2005	57,67	21,57	149,27	87,00	54,00	15,67	26,62	16,53
% úspěšnost čištění	62,60		41,72		70,99		37,88	
Průměr za rok 2006	78,88	21,82	206,56	76,36	106,20	17,80	23,12	25,13
% úspěšnost čištění	72,34		63,03		83,24		-8,69	
Průměr za rok 2007	34,40	9,60	109,30	25,95	38,67	3,50	33,93	11,80
% úspěšnost čištění	72,09		76,09		90,95		65,23	

Tab.7 Účinnost čištění KČOV Čehovice se zaměřením na jednotlivé roky

TAXON		Čehovice odtok	Čehovice odtok
		30.10.2007	26.2.2008
Oddělení Cyanobacteria	Beggiatoa sp.	+	1
	Chroomatium sp.	+	1
	Oscillatoria limosa	1	~
	Oscillatoria sp.	~	+
	Phormidium sp.	~	1
	Pseudanabaena catenata	1	~
	Pseudanabaena sp.	2	~
Třída Bacillariophyceae	Gomphonema sp.	1	~
	Navicula sp.	1	+
	Nitzschia acicularis	1	~
	Nitzschia sp.	~	1
Oddělení Euglenophyta	Euglena acus	2	~
	Euglena sp.	5	5
	Monomorphina sp.	~	2
	Phacus. Sp.	~	+
	Trachelomonas sp.	1	~
Oddělení Chlorophyta	Chlamydomonas sp.	2	1
	Monoraphidium concertum	1	~

Tab.4 Přehled taxonů vyskytujících se ve vodě stabilizační nádrže

měru KČOV Čehovice dosahuje na odtoku hodnoty 0,2734, což je z dlouhodobého hlediska vyšší hodnota poměru než, kterou by měla biologicky vyčištěná odpadní voda dosahovat. Poměr BSK:CHSK by se měl u biologicky vyčištěné odpadní vody pohybovat v rozmezí 0,1 – 0,2. Tento poměr zvyšuje vyšší obsah organicky nerozložitelných látek ve vyčištěné vodě (viz tab. 7).

Z Tab.4 vyplývá, že voda ve stabilizační nádrži má velice nízký obsah planktonu, a tudíž je nevhodná např. pro chov ryb, což dokazuje i nízká koncentrace kyslíku v nádrži. Větší výskyt řas a sinic byl zjištěn pouze ve dvou vzorcích a to v měsících listopadu a únoru na odtoku ze stabilizační nádrže. Zjištěné druhy se potýkají na hranici možné existence ve vyčištěné vodě ve stabilizační nádrži, a tudíž u nich nelze předpokládat v zimním období masivní výskyt vzhledem k velmi nízké koncentraci kyslíku ve vodním prostředí. Jedná se hlavně o zástupce oddělení sinice (Cyanobacteria), krásnoočka (Euglenophyta), zelené řasy (Chlorophyta) a třídy rozsivky (Bacillariophyceae).

Závěr

Kořenové čistírny jsou určeny pro čištění splaškových vod z rodinných domů, ubytovacích zařízení, rekreačních objektů, obcí a k dočištění povrchových vod. Rozbory bylo zjištěno, že Kořenová čistírna odpadních vod Čehovice z dlouhodobého hlediska splňuje přípustné hodnoty koncentrací pro rozbory směsných vzorků vypouštěných odpadních vod podle vyhlášky 229/2007 Sb.

KČO V Čehovice se za pět let svého provozu dobře začlenila do krajiny. Kořenová čistírna odpadních vod Čehovice vykazuje za dobu svého provozu dobré čistící účinky pouze s drobnými výkyvy v čistícím procesu. Také minimální provozní nároky na elektrickou energii a snadná obsluha nezatěžují tolik rozpočet obce jako dříve zvažovaná varianta podtlakové kanalizace na ČOV Prostějov.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

KOČKOVÁ, E. et al. *Vegetační kořenové čistírny odpadních vod*. Praha : Česká zemědělská tiskárna, 1994, 67 s. ISBN: 80-7084-104-4.
MALÝ, J. *Chemie a technologie vody*. Brno : VUT. 1. vyd., 1993, 140 s. ISBN: 80-214-0507-4.
POSPÍŠILOVÁ, S. *Studie zhodnocení nakládání s odpadními vodami v obci Čehovice*. Diplomová práce. Brno, 2008. MZLU v Brně
ŠÁLEK, J. *Návrh a využití biologických nádrží na čištění odpadních vod: Metodika*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1994, 44 s. ISSN: 0231-9470.
VH – ATELIÉR, spol. s r.o. *Projektová a inženýrská činnost: Projektová dokumentace stavby KČOV Čehovice*, Brno, 2000.
VUT FAST Brno: *Přírodní způsoby čištění vod V*. Brno : VUT Brno, 2007, 128 s., ISBN 978-80-214-3479-0.

Authors - Contacts - Summary

SLEDOVÁNÍ ČISTÍCIHO PROCESU NA KOŘENOVÉ ČISTÍRNĚ ODPAD- NÍCH VOD ČEHOVICE

THE MONITORING CLEANING PROCESS AT REED BED WASTE WA- TER TREATMENT PLANT IN ČEHOVICE VILLAGE

Hubačíková V.¹, Kopp R.¹, Rozkošný M.²

¹MENDELU v Brně

²VÚV T.G.M., v.v.i. Brno

Kontakt: verah@mendelu.cz

Summary

Paper focuses on evaluation of purification process at reed bed waste water treatment plant (KČOV) in Čehovice village, which is projected for cca 550 EO.

Due to the own analysis of Čehovice waste water from August 2007 till February 2008 and the analysis made by reed bed waste water treatment plant owner – Čehovice village, there have been evaluated basic water pollution index BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, NL, $N-NH_4$, etc. Subsequently there have been taken waste water samples in periodic interval (monthly) from August 2007 to analyse water pollution from the sample at inflow, out-flow and raw water.

Analyses detected permissible values of concentrations for mixed samples at waste water outflow according to advertisement 229/2007 from long-term aspect at reed bed waste water treatment plant in Čehovice.

www.regeneracekrajiny.cz

ISBN 978-80-7375-583-6

Mendelova univerzita v Brně