

ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF MECHANICAL-BIOLOGICAL WASTE WATER TREATMENT

Ševčíková J., Vítěz T., Groda B.

Department of Agriculture, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xmarkov3@node.mendelu.cz

ABSTRACT

This paper deals with the evaluation of effectiveness of wastewater treatment (WWT) plant in small village. The aim of the work is to compare measured effectiveness with value legislation and the projected values. The composition of the mechanical-biological WWT plant and sampling locations are illustrated in the first section. The methodology of assessment of WWT plant effectiveness together with legislative requirements are described in detail. The effectiveness of the studied WWT plant was measured on relevant pollution indicators, e.g. biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, pH, etc. Comparing studied indicators with local environment authority one can conclude that the effectiveness of WWT was adequate. However, according to decree of government no. 61/2003 Sb. the average effectiveness of WWT was not sufficient for any measured pollution indicator.

Key words: wastewater, wastewater treatment, treatment efficiency, pollution indicators

ÚVOD

Na celém světě dochází v současnosti k problémům s vodou, kterou je třeba nejen šetřit, ale také použitou vodu účinně vyčistit. Úroveň znečištění odpadních vod se liší především z hlediska jejich producentů. Rozdílné složení mají odpadní vody z vesnických sídel a jiné z městských oblastí, ve kterých dochází k průmyslové výrobě.

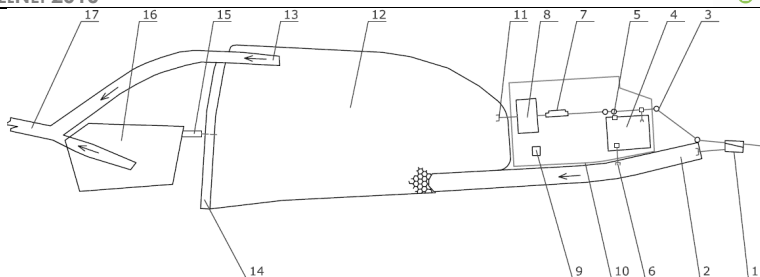
Čištění odpadních vod principiálně rozlišujeme na přírodní a klasické. Přírodní čistírny je vhodné používat pro čištění splaškových vod pocházející z rodinných domů, penzionů ve vesnicích, atd., protože pro svoji funkčnost vyžadují velkou plochu. Klasické čištění odpadních vod se používá pro vesnice i pro střední a velká průmyslová města [5]. Nejčastějším typem čistírny odpadních vod (ČOV), používaným v České republice, je mechanicko-biologická čistírna, která čistí odpadní vodu s využitím stejných dějů, jaké probíhají při samočištění vody v toku, pouze na menším prostoru. Čištění v čistírnách je intenzivnější a rychlejší, protože podmínky pro čištění jsou uměle podporovány [6].

Studovaná ČOV se nachází v obci na hranicích Moravského krasu, přibližně 30 km severně od Brna. V obci je vybudovaná mechanicko-biologická čistírna, jejíž biologický stupeň tvoří stabilizační nádrž. Trvalý provoz ČOV byl zahájen v lednu 2005. Před výstavbou ČOV bylo v roce 1995 provedeno odbahnění stabilizační nádrže. Čistírna je naprojektovaná na 560 ekvivalentních obyvatel (EO), přičemž v současnosti je na jednotnou kanalizaci, která končí ČOV, napojených 700 obyvatel obce.

Čistírna se skládá z primárního a sekundárního stupně. Primární stupeň tvoří šterbinový lapák písku, hrubé česle, dešťová nádrž a mělká kombinovaná nádrž. Sekundárním stupněm je pak samotná stabilizační nádrž [2]. Situační schéma ČOV, s vyznačenými odběrnými místy P1 a P3, je znázorněno na obr. 1. Odběrné místo P1 se nachází na přítoku odpadní vody na mechanický stupeň ČOV. Odběrné místo P3 značí odtok vyčištěné odpadní vody ze stabilizační nádrže.

MATERIÁL A METODIKA

Za účelem získání charakteristického složení odpadní vody byl odběr vzorků prováděn mechanicky, sléváním osmi dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut, tzv. dvouhodinový směšný vzorek. Během sledovaného období dvanácti měsíců (březen 2009 – únor 2010) bylo provedeno osm odběrů odpadní vody na přítoku na mechanický stupeň ČOV (odběrné místo P1) a na odtoku ze stabilizační nádrže (odběrné místo P3). V den odběru byly vzorky transportovány v chladících přenosných boxech do akreditované laboratoře VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s. - divize Boskovice ke stanovení vybraných ukazatelů znečištění.



1	odlehčovací komora s boční přepadovou hranou	10	oplocený areál mech. stupně ČOV
2	obtokové koryto	11	P2 - odtok OV z mech. stupně do stabilizační nádrže
3	P1 - přítok OV na ČOV	12	stabilizační nádrž
4	dešťová nádrž	13	bezpečnostní přeliv
5	měrná šachta - Parshallův žlab	14	hráz stabilizační nádrže
6	odtok OV z dešťové nádrže do obtokového koryta	15	P3 - kaskáda
7	štěrbinový lapák písku a česle	16	umělý mokřad
8	mělká kombinovaná nádrž	17	receptent - Kotvrdovický potok
9	provozní přístřešek		

Obr. 1. Situační schéma ČOV

K hodnocení účinnosti čištění ČOV byly vybrány a sledovány následující ukazatele: biochemická spotřeba kyslíku (BSK_5), chemická spotřeba kyslíku ($CHSK_{Cr}$), nerozpuštěné látky (NL), pH, amoniakální dusík ($N-NH_4$), dusitanový dusík ($N-NO_2$), dusičnanový dusík ($N-NO_3$), anorganický dusík (N_{anorg}) a celkový fosfor (P_{celk}). V tabulce 1 jsou uvedeny přípustné „p“ a maximální „m“ hodnoty na odtoku z ČOV, které má obec povinnost dodržovat podle rozhodnutí Referátu životního prostředí Okresního úřadu Blansko a s nimiž jsou porovnány naměřené hodnoty ukazatelů znečištění z profilu P3. Jedná se o tyto ukazatele: BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, NL, $N-NH_4$.

Tab. 1 Limitní přípustné „p“ a maximální „m“ hodnoty na odtoku z ČOV [3]

Ukazatel	„p“ [mg/l]	„m“ [mg/l]
BSK_5	25	62
$CHSK_{Cr}$	95	160
NL	27,6	65
$N-NH_4$	19	38

U všech sledovaných ukazatelů znečištění je uvedena účinnost čistírny při jejich redukcí. U ukazatelů BSK_5 , $CHSK_{Cr}$ a NL je vypočtená účinnost srovnána s přípustnou minimální účinností čištění vypouštěných odpadních vod podle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění, pro ČOV 500 až 2000 EO. Toto nařízení vlády stanovuje přípustnou minimální účinnost čištění odpadních vod BSK_5 na 80 %, $CHSK_{Cr}$ na 70 % a NL na 80 % [1].

Účinnost čistícího procesu E [%] je definována normou ČSN 75 6401 jako poměr mezi odstraněnou koncentrací znečišťujících složky a koncentrací složky vstupující do systému. Účinnost odstraňování složky A v systému je dána vztahem [4]:

$$E_A = \frac{C_{A1} - C_{A2}}{C_{A1}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde C_{A1} je hmotnostní koncentrace složky A na vstupu do systému v [mg/l] a C_{A2} je hmotnostní koncentrace složky A na výstupu ze systému v [mg/l].

VÝSLEDKY A DISKUZE

Naměřené hodnoty v všech sledovaných parametřích znečištění jsou znázorněny v tabulce 2.

Biochemická spotřeba kyslíku

Průměrná hodnota BSK₅ za sledované období byla na přítoku na ČOV 8,6 mg/l a na odtoku 5,6 mg/l. Naměřené hodnoty nepřekročily přípustné (25 mg/l) a maximální (62 mg/l) hodnoty na odtoku z ČOV. Účinnost čistírny při redukci BSK₅ je 34,1 %. Přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod musí být pro BSK₅ 80 %. Čistírna nesplňuje nařízený limit o 53,9 %.

Chemická spotřeba kyslíku

Průměrná hodnota CHSK_{cr} za sledované období byla na přítoku na ČOV 35,1 mg/l a na odtoku 29,1 mg/l. Naměřené hodnoty nepřekročily přípustné (95 mg/l) a maximální (160 mg/l) hodnoty na odtoku z ČOV. Účinnost čistírny při redukci CHSK_{cr} je 17,1 %. Přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod musí být pro CHSK_{cr} 70 %. Čistírna nesplňuje nařízený limit o 52,9 %.

Nerozpuštěné látky

Průměrná hodnota NL za sledované období byla na přítoku na ČOV 9,6 mg/l a na odtoku 4,4 mg/l. Naměřené hodnoty nepřekročily přípustné (27,6 mg/l) a maximální (65 mg/l) hodnoty na odtoku z ČOV. Účinnost čistírny při redukci NL je 53,7 %. Přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod musí být pro NL 80 %. Čistírna nesplňuje nařízený limit o 26,3 %. Hodnoty ze dne 1.7.2009 byly vyřazeny, protože u vzorku na odtoku se evidentně jedná o chybu v průběhu měření.

Dusitanový dusík

Průměrná hodnota N-NO₂ za sledované období byla na přítoku na ČOV 0,358 mg/l a na odtoku 0,422 mg/l. Účinnost čistírny při redukci N-NO₂ NO₂ není možno číselně vyjádřit, z výsledků je patrné že došlo ke zvýšení koncentrace tohoto ukazatele na odtoku z ČOV o 0,064 mg/l

Dusičnanový dusík

Průměrná hodnota N-NO₃ za sledované období byla na přítoku na ČOV 9,26 mg/l a na odtoku 6,8 mg/l. Účinnost čistírny při redukci N-NO₃ je 26,6 %.

Amoniakální dusík

Průměrná hodnota N-NH₄ za sledované období byla na přítoku na ČOV 6,44 mg/l a na odtoku 5,81 mg/l. Naměřené hodnoty nepřekročily přípustné (19 mg/l) a maximální (38 mg/l) hodnoty na odtoku z ČOV (Tab. 7). Účinnost čistírny při redukci N-NH₄ je 9,8 %.

Anorganický dusík

Průměrná hodnota N_{anorg} za sledované období byla na přítoku na ČOV 16 mg/l a na odtoku 13,1 mg/l. Účinnost čistírny při redukci N_{anorg} je 18,6 %.

Celkový fosfor

Průměrná hodnota P_{celk} za sledované období byla na přítoku na ČOV 1,09 mg/l a na odtoku 1,01 mg/l. Účinnost čistírny při redukci P_{celk} je 6,9 %.

Tab.2. Hodnoty sledovaných ukazatelů znečištění z odběrných míst P1 a P3 a účinnost ČOV

Datum odběru	BSK ₅ (mg/l) účinnost (%)			CHSK _{cr} (mg/l) účinnost (%)			NL (mg/l) účinnost (%)			N _{anorg} (mg/l) účinnost (%)		
	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)
25.3.2009	5.1	4.7	7.8	21	20	4.8	6	8	-33.3	19.8	18.4	7.1
29.4.2009	11.2	9.1	18.8	42	41	2.4	5	10	-100.0	19.0	13.3	30.0
10.6.2009	13.0	6.9	46.9	56	40	28.6	14	2	85.7	17.0	14.0	17.6
1.7.2009	4.3	2.8	34.9	27	32	-18.5	(12)	(70)	(-483.3)	15.3	11.2	26.8
4.8.2009	3.2	2.2	31.3	35	25	28.6	3	3	0.0	15.2	10.1	33.6
13.10.2009	8.5	6.1	28.2	38	37	2.6	10	4	60.0	16.0	12.4	22.5
17.11.2009	5.9	3.1	47.5	14	8	42.9	4	2	50.0	9.8	10.4	-6.1
9.2.2010	17.2	10.2	40.7	48	30	37.5	25	2	92.0	16.2	14.7	9.3
min.	3.2	2.2		14	8		3	2		9.8	10.1	
max.	17.2	10.2		56	41		25	10		19.8	18.4	
průměr	8.6	5.6	34.1	35.1	29.1	17.1	9.6	4.4	54.2	16.0	13.1	18.6

Datum odběru	N-NH ₄ (mg/l) účinnost (%)			N-NO ₂ (mg/l) účinnost (%)			N-NO ₃ (mg/l) účinnost (%)			P _{celk} (mg/l) účinnost (%)		
	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)	P1	P3	(%)
25.3.2009	1.57	1.05	33.1	0.075	0.112	-49.3	18.11	17.21	5.0	0.4	0.4	0.0
29.4.2009	9.70	3.36	65.4	0.762	0.876	-15.0	8.55	9.11	-6.5	1.4	0.7	50.0
10.6.2009	13.04	12.72	2.5	0.367	0.149	59.4	3.92	0.94	76.0	1.8	2.3	-27.8
1.7.2009	2.18	3.97	-82.1	0.242	0.314	-29.8	12.85	6.90	46.3	0.5	0.7	-40.0
4.8.2009	4.10	2.67	34.9	0.624	0.653	-4.6	10.45	6.73	35.6	0.7	0.4	42.9
13.10.2009	9.08	11.23	-23.7	0.364	0.083	77.2	6.57	1.04	84.2	1.4	2.0	-42.9
17.11.2009	2.40	2.02	15.8	0.116	0.248	-113.8	7.26	8.18	-12.7	0.5	0.4	20.0
9.2.2010	9.47	9.46	0.1	0.311	0.939	-201.9	6.39	4.29	32.9	2.0	1.2	40.0
min.	1.57	1.05		0.075	0.083		3.92	0.94		0.4	0.4	
max.	13.04	12.72		0.762	0.939		18.11	17.21		2.0	2.3	
průměr	6.44	5.81	9.8	0.358	0.422	-17.9	9.26	6.80	26.6	1.09	1.01	6.9

Z tabulky 2 je patrné, že u všech sledovaných ukazatelů znečištění je redukce těchto ukazatelů na odtoku z ČOV velmi nízká. V mnoha případech jsou dokonce hodnoty sledovaných ukazatelů znečištění na odtoku vyčištěné odpadní vody (P3) vyšší, než na přítoku odpadní vody na ČOV (P1). Toto je způsobeno přítokem nečištěné odpadní vody do stabilizační nádrže přes obtokové koryto a také vyplavováním usazených sedimentů ze stabilizační nádrže. Z tohoto důvodu čistírna odpadních vod

nesplňuje přípustnou minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění.

Naměřené hodnoty ukazatelů znečištění BSK₅, CHSK_{cr}, NL, N-NH₄ nepřesáhly během sledovaného období přípustné „p“ a maximální „m“ hodnoty na odtoku z ČOV dle rozhodnutí Referátu životního prostředí Okresního úřadu Blansko.

pH

Průměrná naměřená hodnota na profilu P1 je 7,32 a hodnota na profilu P3 7,47. Naměřené hodnoty odpovídají rozmezí hodnot pH u splaškových vod, které je 6,8-7,5. Všechny naměřené hodnoty pH na profilech P1 a P3 jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 Hodnoty pH z odběrných míst P1 a P3

Datum odběru	Číslo protokolu	pH	Číslo protokolu	pH
	P1		P3	
25.3.2009	0847/2009	7,460	0849/2009	7,380
29.4.2009	1125/2009	7,450	1127/2009	8,610
10.6.2009	1501/2009	7,480	1503/2009	7,460
1.7.2009	1704/2009	6,890	1706/2009	7,170
4.8.2009	275/4O1/09	6,720	277/4O1/09	6,960
13.10.2009	3103/4O1/09	7,450	586/4O1/09	7,580
17.11.2009	753/4O1/09	7,740	755/4O1/09	7,470
9.2.2010	144/4O1/10	7,340	146/4O1/10	7,150
Průměrná hodnota		7,32		7,47

ZÁVĚR

Tato práce je zaměřena na hodnocení účinnosti mechanicko-biologické čistírny odpadních vod. Pomocí osmi vzorků, odebíraných v průběhu 12 měsíců, byly stanoveny hodnoty ukazatelů znečištění odpadní vody, jmenovitě BSK₅, CHSK_{cr}, NL, pH, N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, N_{anorg} a P_{celk}.

Účinnost čistírny byla po studovanou dobu velmi malá a nespĺňovala přípustnou minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod, stanovenou Nařízením vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění. Pro BSK₅ byla naměřena průměrná účinnost celé čistírny za sledované období 34,1 %, pro CHSK_{cr} 17,1 % a pro NL 53,7 %. U ukazatelů, které nejsou dle legislativy limitovány, byly naměřené průměrné hodnoty účinnosti čištění ČOV pro N-NH₄ 9,8 %, pro N-NO₂ došlo ke zvýšení koncentrace tohoto ukazatele na odtoku z ČOV, oproti přítoku o 0,064 mg/l, pro N-NO₃ 26,6 %, pro N_{anorg} 18,6 % a pro P_{celk} 6,9 %. Naměřené hodnoty pH odpovídaly hodnotám pro odpadní vody. Naměřené hodnoty ukazatelů BSK₅, CHSK_{cr}, NL, N-NH₄ z profilu P3 byly porovnány s přípustnými a maximálními hodnotami na odtoku z ČOV, které má obec povinnost dodržovat podle rozhodnutí Referátu životního prostředí Okresního úřadu Blansko. Průměrné naměřené hodnoty nepřekročily dané limity.

Zřizovateli ČOV bylo navrženo napojení celé kanalizační sítě na právě rekonstruovanou ČOV ve vedlejší obci, avšak tato varianta však s sebou nese vysoké finanční nároky.

LITERATURA

[1] Nařízení vlády č. 61 ze dne 28. února 2003 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. V *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 24.

[2] Provozní řád pro trvalý provoz ČOV Kotvrdovice, Brno, leden 2005

[3] Rozhodnutí Referátu životního prostředí, Č.J.: RŽP/1870/99-Tř o vydání povolení k vybudování vodohospodářského díla „*Čistírna odpadních vod Kotvrdovice – lokalita č.1, a související nakládání s vodami*“, Blansko, 13.10.1999

[4] Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR. *Metodický pokyn oboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech* [online]. 2007. [cit. 2009-10-29]. Dostupné z www: http://www.sovak.cz/sites/File/MP_k_novele_NV_61_final.doc>

[5] Tlapák, V.; Šálek, J.; Legát, V. *Voda v zemědělské krajině*. 1. vyd. Praha : Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. 320 s. ISBN 80-209-0232-5.

[6] Vítěz, T.; Groda, B. *Čištění a čistírny odpadních vod*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2008. 126 s. ISBN 978-80-7375-180-7.