

Vliv účinnosti ČOV na kvalitu vody v recipientu

Petra Oppeltová, Tomáš Vítěz, Jana Ševčíková

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Tento příspěvek se zaměřuje na posouzení vlivu vyčištěné odpadní vody z vybrané malé čistírny odpadních vod (ČOV) na recipient, do kterého vtéká vyčištěná odpadní voda. V průběhu jednoho roku bylo odebráno 8 vzorků odpadní vody v recipientu před kanalizací končící ČOV, na dvou odběrných profilech ČOV a v recipientu, ve vzdálenosti 500 m od výstupního objektu ČOV. Vybráno a sledováno bylo celkem 9 ukazatelů znečištění: 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}). U všech byla ze zjištěných laboratorních hodnot vypočítána účinnost čištění při jejich redukci a stanoveny průměrné hodnoty za celé období. U ukazatelů BSK_5 , $CHSK_{cr}$, NL, pH, $N-NH_4$, $N-NO_2$, $N-NO_3$, P_{celk} a pH v recipientu před a za ČOV byly jejich zjištěné průměrné hodnoty porovnány s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod podle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění pro rok 2009. Protože účinnost ČOV závisí i na množství čištěné odpadní vody, bylo měřeno při každém odběru vzorků množství odpadní vody přitékající na čistírnu a následně porovnáno s povoleným množstvím vypouštěných odpadních vod a se zprávou obce k provozu kanalizací a ČOV.

Klíčová slova: odpadní voda, čistírna odpadních vod, účinnost čištění, recipient, ukazatelé znečištění

Úvod

Prováděním směrnice Rady EU 91/271/EEC o čištění městských odpadních vod dochází v členských státech Evropské unie (EU) k výraznému navyšování počtu čistíren odpadních vod (ČOV) a množství čištěných odpadních vod. Ze statistik EU plyne, že procento obyvatel připojených na ČOV se zvýšilo z 67 % v roce 1990 na 87 % v roce 2005 (WISE 2010). V současnosti je v České republice více než 80 % obyvatel napojeno na veřejnou kanalizaci, přičemž více než 90 % vody z kanalizační sítě je čištěno na ČOV (ČSÚ 2011).

Směrnice Rady EU vymezuje požadavky na kvalitu vyčištěné odpadní vody, nedefinuje však, jakými postupy a procesy se nežádoucí látky mají odstraňovat (Sala-Garrido et al. 2011). V Evropském společenství je v provozu mnoho malých komunálních čistíren odpadních vod, ovšem velká část z nich nefunguje správně. Např. Tsagarakis et al. (2001) uvádějí, že ze zkoumaných 71 malých městských čistíren odpadních vod v Řecku bylo v provozu jen 55 %, z nichž 21 % fungovalo dobře, 51 % dostatečně a 28 % špatně. Podobná studie byla provedena i ve Španělsku, kde z 8 sledovaných malých čistíren odpadních vod fungovalo 25 % velmi dobře, 25 % dobře a 50 % špatně (Colmenarejo et al. 2006). I v České republice se nachází velké množství čistíren odpadních vod, které nefungují správně. To je způsobeno buď špatným projektem, nebo provozem ČOV.

Účinnost čištění vypouštěných odpadních vod je základním ukazatelem funkce čistírny odpadních vod (Kaindl et al. 1999). Je závislá na množství a složení znečištění v odpadní vodě přicházející na ČOV, na stavu a druhu stokové sítě, na producentech, na použitém technickém zařízení a na klimatických a dalších podmínkách v dané oblasti (Dorussen a Wassenberg 1997; Rosén a Morling 1998).

Ostatní odpadní vody nečištěné na čistírnách odpadních vod jsou vypouštěny do řek a vodních nádrží, kde probíhají procesy využívající samočistící schopnost vody (Sojka 2004; Tlapák et al. 1992). Principem je reakce vodního prostředí na vstup znečišťujících látek prostřednictvím fyzikálních, chemických a biologických procesů s cílem částečně, nebo úplně obnovit jeho původní stav (Benoit 1971).

Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod byly v roce 2009 dány Nařízením 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. V současné době po novele NV 61/2003 Sb. se již s imisními standardy nepracuje a platí tzv. Normy environmentální kvality.

Tato práce plynule navazuje na výsledky publikované v článku Evaluation of the efficiency of selected wastewater treatment plant (Vítěz et al. 2012), které jsou doplněny o studii znečištění recipientu.

Materiál a Metodika

Charakteristika čistírny odpadních vod

Sledovaná mechanicko-biologická čistírna odpadních vod se nachází na hranici Moravského krasu v obci s jednotnou kanalizační soustavou. Čistírna je naprojektovaná pro 560 ekvivalentních obyvatel (EO) a v současnosti do ní přitékají odpadní vody od 700 obyvatel obce. Čistírna se skládá z primárního a sekundárního stupně. Primární stupeň je tvořen šterbinovým lapákem písku, hrubými česly, dešťovou nádrží a mělkou kombinovanou nádrží. Sekundárním stupněm je stabilizační nádrž.

Vyčištěná odpadní voda vytéká do recipientu, který ústí do rybníku Olšovce v nedaleké rekreační oblasti městyse Jedovnice.

Odběry vzorků a analýzy

Za účelem získání charakteristického složení vody byl odběr vzorků prováděn mechanicky, sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut (tzv. dvouhodinový směsný vzorek). V průběhu sledovaného období 12 měsíců (březen 2009 – únor 2010) bylo provedeno 8 odběrů odpadní vody v recipientu před kanalizací končící ČOV (odběrné místo P0), na přítoku odpadní vody na mechanický stupeň (odběrný profil P1) a na odtoku vyčištěné odpadní vody ze stabilizační nádrže (odběrný profil P2) a v recipientu (odběrné místo P3), ve vzdálenosti 500 m od odtoku vyčištěné odpadní vody ze stabilizační nádrže. 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.

Ke srovnání účinnosti čištění ČOV s recipientem (odběrné místo P3) bylo vybráno a sledováno 9 následujících ukazatelů: 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}). Průměrné hodnoty znečištění na odběrném profilu P1 a na odběrném profilu P2 a průměrné hodnoty účinnosti čištění ČOV, použité z práce Vítěze et al. (2012), jsou znázorněny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Průměrné hodnoty účinnosti ČOV (Vítěz et al. 2012)

| Ukazatel znečištění | Průměrné hodnoty [mg/l] | | Účinnost [%] |
|---------------------|-------------------------|-------|--------------|
| | P1 | P2 | ČOV |
| BSK_5 | 8,6 | 5,6 | 34,1 |
| $CHSK_{cr}$ | 35,1 | 29,1 | 17,1 |
| NL | 9,6 | 4,4 | 53,7 |
| $N-NO_2$ | 0,358 | 0,422 | 0,0* |
| $N-NO_3$ | 9,26 | 6,8 | 26,6 |
| $N-NH_4$ | 6,44 | 5,81 | 9,8 |
| N_{anorg} | 16 | 13,1 | 18,6 |
| P_{celk} | 1,09 | 1,01 | 6,9 |

* Účinnost čistírny při redukcí $N-NO_2$ není možné číselně vyjádřit, z výsledků je patrné, že došlo ke zvýšení koncentrace tohoto ukazatele na odtoku z ČOV o 0,064 mg/l.

Účinnost čistícího procesu E [%] je definována normou ČSN 75 6401 jako poměr mezi odstraněnou koncentrací znečišťující složky a koncentrací složky vstupující do systému. Účinnost odstraňování složky A v systému je dána vztahem (Metodický pokyn oboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007):

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

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

Ke stanovení vlivu vyčištěné odpadní vody na kvalitu vody v recipientu byly srovnány průměrné hodnoty ukazatelů znečištění na odběrném profilu P0 v recipientu před ČOV a na odběrném profilu P3 v recipientu za ČOV.

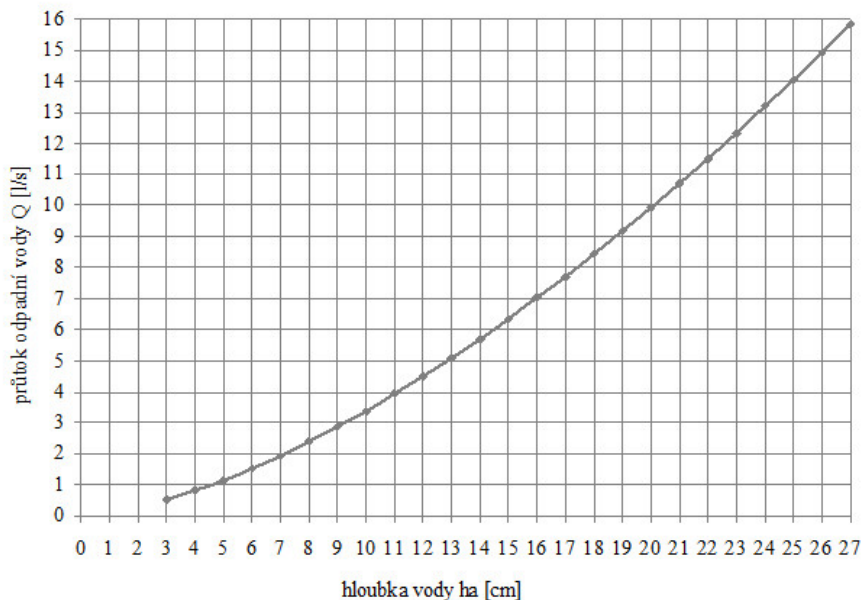
V tabulce č. 2 jsou uvedeny imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod podle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (ve znění platném v roce 2009), se kterými jsou porovnány průměrné naměřené hodnoty z profilů P0 a P3.

Tabulka 2: Přípustné hodnoty znečištění povrchových vod dle legislativy (Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.)

| Ukazatel | [mg/l] |
|--------------------|--------|
| BSK ₅ | 6 |
| CHSK _{Cr} | 35 |
| NL | 25 |
| N-NH ₄ | 0,5 |
| N-NO ₂ | 0,05 |
| N-NO ₃ | 7 |
| P _{celk} | 0,15 |
| pH | 6-8 |

K určení množství přitékající odpadní vody slouží měrná šachta s Parshallovým žlabem. Výška hladiny ve žlabu byla odečítána při každém odběru vzorků pomocí dřevěného metru a následně určena z průtokové charakteristiky Parshallova žlabu (obrázek č. 1).

Obrázek 1: Konzumní křivka Parshallova žlabu



Množství odpadních vod je dáno vztahem:

$$Q = 0,1211 \cdot ha^{1,554} \quad [m^3/s] \quad (2)$$

kde ha je hloubka odpadní vody v [m].

Pro určení hydraulického zatížení ČOV je průměrná hodnota na přítoku odpadních vod na ČOV z provedených měření porovnána s povoleným množstvím vypouštěných odpadních vod a také se zprávou obce k provozu kanalizací a ČOV z roku 2009. Povolené množství vypouštěných vyčištěných odpadních vod do recipientu je uvedeno v tabulce č. 3.

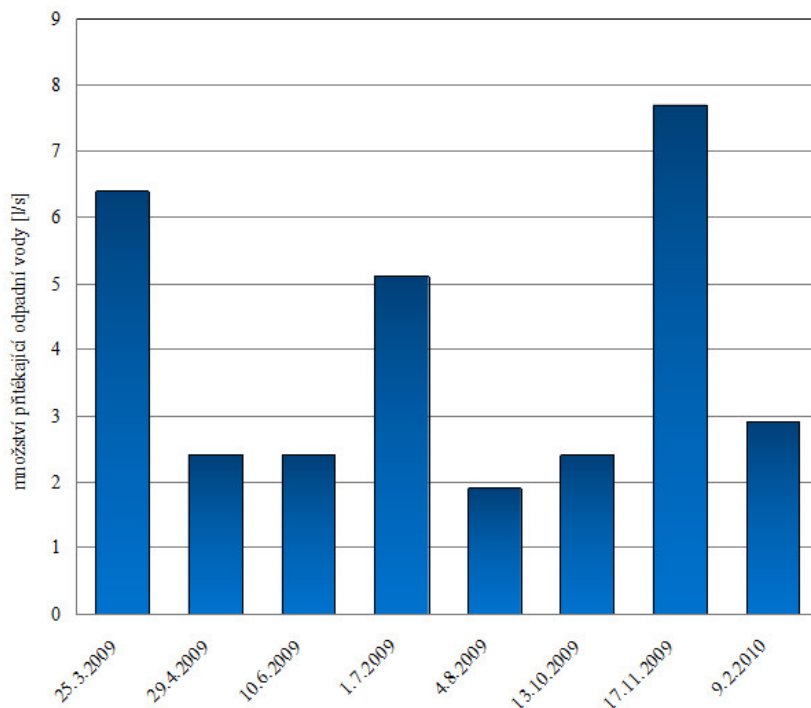
Tabulka 3: Povolené množství vypouštěných odpadních vod do recipientu (RŽP 1999)

| Průtok | l/s | m ³ za den | m ³ za rok |
|-----------|-----|-----------------------|-----------------------|
| Průměrný | 3,1 | 268 | 97 750 |
| Maximální | 6,3 | - | - |

Výsledky a Diskuse

Průtoky odpadní vody naměřené na přítoku na mechanický stupeň ČOV jsou znázorněny na obrázku č. 2, z něhož je patrná nerovnoměrnost přítoku na ČOV.

Obrázek 2: Průtoky naměřené na přítoku na mechanický stupeň v Parshallově žlabu



Nejnižší množství odpadních vod (1,9 l/s) bylo naměřeno 4. 8. 2009, nejvyšší množství (7,7 l/s) pak 17. 11. 2009. Průměrná hodnota za měřené období byla 3,9 l/s.

Tabulka 4: Hydraulické zatížení ČOV

| Průtok | l/s | m ³ za den | m ³ za rok |
|----------|-----|-----------------------|-----------------------|
| Skutečný | 3,9 | 337 | 123 005 |
| Povolený | 3,1 | 268 | 97 750 |

Z tabulky č. 4 je zřejmé, že čistírna byla hydraulicky přetížená, protože množství přitékajících odpadních vod oproti povolené hodnotě na odtoku z ČOV bylo vyšší o 26 %. Obec udávala ve zprávě k provozu kanalizací a ČOV z roku 2009 čištění množství odpadních vod 75 000 m³ za rok. Z tohoto množství bylo 16 000 m³ vod použitých ze skupinového vodovodu, 32 000 m³ bylo použitých vod z vlastních zdrojů obyvatel (studny) a asi 27 000 m³ byly balastní vody. Rozdíl oproti skutečnému naměřenému průtoku při prováděných odběrech činí 64 %. Vzhledem k tomu, že měření bylo prováděno mechanicky (není nainstalovaný automatický, např. ultrazvukový průtokoměr) a měření průtoku oprávněnou osobou pověřenou obcí a měření průtoku při prováděných odběrech nebylo prováděno ve stejné dny, lze tímto tento rozdíl vysvětlit. Ve skutečnosti odtéká ze stabilizační nádrže mnohem větší množství čištěných OV, protože jejich přesahující projektované množství na přítoku na 1. stupeň odtéká přímo do stabilizační nádrže přes otevřené obtokové koryto.

Jelikož obec má jednotnou kanalizaci, přitékají na ČOV nařazené odpadní vody nejen ze srážek, ale také z rybníku nad kanalizací, z jehož bezpečnostního přelivu přetéká voda přímo do kanalizace. Toto nadměrné množství nařazených odpadních vod způsobuje hydraulické přetížení ČOV. Přítok odpadních vod na ČOV je tak velký, že z odlehčovací komory s přepadovou boční hranou, která je za stávající kanalizační výustí, odtéká odpadní voda skoro po celý rok přes obtokové koryto přímo do stabilizační nádrže. Velký podíl balastních vod ve splaškové vodě zároveň způsobuje i ochlazení odpadních vod, což je pro správnou účinnost ČOV nežádoucí.

Účinnost čistícího procesu v recipientu

Naměřené hodnoty všech sledovaných parametrů znečištění k vyhodnocení účinnosti recipientu jsou znázorněny v tabulce č. 5.

Biochemická spotřeba kyslíku

Průměrná hodnota BSK₅ za sledované období byla na odtoku z ČOV 5,6 mg/l a v recipientu 2,8 mg/l. Naměřené hodnoty v recipientu nepřekročily přípustné znečištění povrchových vod (6 mg/l). Účinnost samočištění recipientu při redukci BSK₅ je 49,7 %.

Chemická spotřeba kyslíku

Průměrná hodnota CHSK_{Cr} za sledované období byla na odtoku z ČOV 29,1 mg/l a v recipientu 17 mg/l. Naměřené hodnoty v recipientu nepřekročily

přípustné znečištění povrchových vod (35 mg/l). Účinnost samočištění recipientu při redukcí $CHSK_{cr}$ je 41,6 %.

Nerozpuštěné látky

Průměrná hodnota NL za sledované období byla na odtoku z ČOV 4,4 mg/l a v recipientu 4,1 mg/l. Naměřené hodnoty v recipientu nepřekročily přípustné znečištění povrchových vod (25 mg/l). Účinnost samočištění recipientu při redukcí NL je 6,5 %. Hodnoty ze dne 1. 7. 2009 byly vyřazeny, protože u vzorku na odtoku se zřejmě jedná o chybu v průběhu měření nebo vyhodnocení.

Dusitanový dusík

Průměrná hodnota N-NO₂ za sledované období byla na odtoku z ČOV 0,422 mg/l a v recipientu 0,166 mg/l. Naměřené hodnoty v recipientu překročily přípustné znečištění povrchových vod (0,05 mg/l) při všech měřeních, v průměru o 0,116 mg/l. Účinnost samočištění recipientu při redukcí N-NO₂ je 60,6 %.

Dusičnanový dusík

Průměrná hodnota N-NO₃ za sledované období byla na odtoku z ČOV 6,8 mg/l a v recipientu 11,29 mg/l. Naměřené hodnoty v recipientu překročily přípustné znečištění povrchových vod (7 mg/l) při všech měřeních, v průměru o 4,29 mg/l. Účinnost samočištění recipientu při redukcí N-NO₂ je 1,2 %.

Amoniakální dusík

Průměrná hodnota N-NH₄ za sledované období byla na odtoku z ČOV 5,81 mg/l a v recipientu 0,51 mg/l. Naměřené hodnoty překročily přípustné znečištění povrchových vod (0,5 mg/l) při měření 25. 3. 2009, 10. 6. 2009, 13. 10. 2009, 17. 11. 2009 a 9. 2. 2010 v průměru o 0,01 mg/l. Účinnost samočištění recipientu při redukcí N-NH₄ je 91,3 %.

Anorganický dusík

Průměrná hodnota N_{anorg} za sledované období byla na odtoku z ČOV 13,1 mg/l a v recipientu 12,1 mg/l. Účinnost samočištění recipientu při redukcí N_{anorg} je 7,2 %.

Celkový fosfor

Průměrná hodnota P_{celk} za sledované období byla na odtoku z ČOV 1,01 mg/l a v recipientu >0,4 mg/l. Nelze s určitostí říci, jestli naměřené hodnoty překročily přípustné znečištění povrchových vod (0,15 mg/l), protože množství je vyjádřeno podle požadavků na prezentaci výsledků pro odpadní vody. Účinnost samočištění recipientu při redukcí P_{celk} je 60,5 %.

pH

Průměrná naměřená hodnota pH je stejná na profilu P0 i na profilu P3, a to 7,37. Naměřené hodnoty na profilech P0 a P3 jsou v rozmezí pH 6–8 a nepřekračují přípustnou hodnotu znečištění povrchových vod podle platné legislativy. Všechny naměřené hodnoty pH na profilech P0 a P3 jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabuľka 5: Hodnoty sledovaných ukazateľů znečistení z odběrného místa P2 a P3 a účinnost čistení recipientu

| Datum odběru | BSK ₅ [mg/l] | | Účinnost [%] | CHSK _{cr} [mg/l] | | Účinnost [%] | NL [mg/l] | | Účinnost [%] | N-NO ₃ [mg/l] | | Účinnost [%] | P _{celk} [mg/l] | | Účinnost [%] |
|--------------|-------------------------|-----|--------------|---------------------------|------|--------------|-----------|-----|--------------|--------------------------|------|--------------|--------------------------|------|--------------|
| | P2 | P3 | | P2 | P3 | | P2 | P3 | | P2 | P3 | | | | |
| 25. 3. 2009 | 4,7 | 2,9 | 38,3 | 20 | 23 | 0,0 | 8 | 5 | 37,5 | 18,4 | 19,1 | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 29. 4. 2009 | 9,1 | 3,0 | 67,0 | 41 | 23 | 43,9 | 10 | 6 | 40,0 | 13,3 | 13,1 | 1,5 | 0,7 | 0,4 | 42,9 |
| 10. 6. 2009 | 6,9 | 2,9 | 58,0 | 40 | 22 | 45,0 | 2 | 3 | 0,0 | 14,0 | 11,8 | 15,7 | 2,3 | 0,4 | 82,6 |
| 1. 7. 2009 | 2,8 | 2,6 | 7,1 | 32 | 10 | 68,8 | 3 | 6 | 0,0 | 11,2 | 11,9 | 0,0 | 0,7 | 0,4 | 42,9 |
| 4. 8. 2009 | 2,2 | 2,2 | 0,0 | 25 | 21 | 16,0 | 4 | 5 | 0,0 | 10,1 | 8,5 | 15,8 | 2,0 | 0,4 | 80,0 |
| 13. 10. 2009 | 6,1 | 2,7 | 55,7 | 37 | 17 | 54,1 | 2 | 2 | 0,0 | 12,4 | 12,0 | 3,2 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 17. 11. 2009 | 3,1 | 3,4 | 0,0 | 8 | 8 | 0,0 | 2 | 2 | 0,0 | 10,4 | 10,4 | 20,2 | 1,2 | 0,4 | 66,7 |
| 9. 2. 2010 | 10,2 | 3,0 | 70,6 | 30 | 12 | 60,0 | 2 | 2 | 0,0 | 14,7 | 12,3 | 16,3 | 0,4 | 0,4 | 66,7 |
| min. | 2,2 | 2,2 | | 8 | 8 | | 2 | 2 | | 10,1 | 8,3 | | 0,4 | 0,4 | |
| max. | 10,2 | 3,4 | | 41 | 23 | | 10 | 6 | | 18,4 | 19,1 | | 2,3 | 0,4 | |
| medián | 5,4 | 2,9 | | 31 | 19 | | 3 | 5 | | 12,9 | 12,0 | | 0,7 | 0,4 | |
| průměr | 5,6 | 2,8 | 49,7 | 29,1 | 17,0 | 41,6 | 4,4 | 4,1 | 6,5 | 13,1 | 12,1 | 7,2 | 1,01 | 0,40 | 60,5 |

| 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 [%] |
|--------------|--------------------------|------|--------------|--------------------------|-------|--------------|--------------------------|-------|--------------|--------------------------|------|--------------|
| | P2 | P3 | | P2 | P3 | | P2 | P3 | | P2 | P3 | |
| 25. 3. 2009 | 1,05 | 0,68 | 35,2 | 0,112 | 0,091 | 18,8 | 17,21 | 18,36 | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 29. 4. 2009 | 3,36 | 0,24 | 92,9 | 0,876 | 0,261 | 70,2 | 9,11 | 13,61 | 0,0 | 0,7 | 0,4 | 42,9 |
| 10. 6. 2009 | 12,72 | 0,96 | 92,5 | 0,149 | 0,064 | 57,0 | 0,94 | 11,08 | 0,0 | 2,3 | 0,4 | 82,6 |
| 1. 7. 2009 | 3,97 | 0,17 | 95,7 | 0,314 | 0,208 | 33,8 | 6,90 | 13,33 | 0,0 | 0,7 | 0,4 | 42,9 |
| 4. 8. 2009 | 2,67 | 0,12 | 95,5 | 0,653 | 0,242 | 62,9 | 6,73 | 8,09 | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 13. 10. 2009 | 11,23 | 0,51 | 95,5 | 0,083 | 0,051 | 38,6 | 1,04 | 9,01 | 0,0 | 2,0 | 0,4 | 80,0 |
| 17. 11. 2009 | 2,02 | 0,74 | 63,4 | 0,248 | 0,166 | 33,1 | 8,18 | 7,39 | 9,7 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 9. 2. 2010 | 9,46 | 0,64 | 93,2 | 0,939 | 0,248 | 73,6 | 4,29 | 9,48 | 0,0 | 1,2 | 0,4 | 66,7 |
| min. | 1,05 | 0,12 | | 0,083 | 0,051 | | 0,94 | 7,39 | | 0,4 | 0,4 | |
| max. | 12,72 | 0,96 | | 0,939 | 0,261 | | 17,21 | 18,36 | | 2,3 | 0,4 | |
| medián | 3,67 | 0,58 | | 0,281 | 0,187 | | 6,82 | 10,28 | | 0,7 | 0,4 | |
| průměr | 5,81 | 0,51 | 91,3 | 0,422 | 0,166 | 60,6 | 6,80 | 11,29 | 1,2 | 1,01 | 0,40 | 60,5 |

Tabulka 6: Průměrné hodnoty pH z odběrných míst P0 a P3

| Datum odběru | pH | |
|------------------|------|------|
| | P0 | P3 |
| 25. 3. 2009 | 7,46 | 7,51 |
| 29. 4. 2009 | 7,44 | 7,67 |
| 10. 6. 2009 | 7,52 | 7,52 |
| 1. 7. 2009 | 7,01 | 7,13 |
| 4. 8. 2009 | 7,05 | 7,26 |
| 13. 10. 2009 | 7,41 | 7,36 |
| 17. 11. 2009 | 7,59 | 7,35 |
| 9. 2. 2010 | 7,46 | 7,18 |
| Průměrná hodnota | 7,37 | 7,37 |

Porovnání účinnosti ČOV a recipientu (odběrné místo P3)

Pro zjištění míry samočisticí schopnosti vody v toku byla srovnána průměrná množství znečištění na odtoku z ČOV (P2) a recipientu (P3), ve vzdálenosti cca 500 m od odběrného místa P2, viz tabulka č. 7.

Tabulka 7: Průměrné hodnoty ukazatelů znečištění na odběrných místech P1, P2 a P3 a účinnosti ČOV a recipientu

| Ukazatel znečištění | Průměrné hodnoty [mg/l] | | | Účinnost [%] | |
|---------------------|-------------------------|-------|-------|--------------|-----------|
| | P1 | P2 | P3 | ČOV | recipient |
| BSK ₅ | 8,6 | 5,6 | 2,8 | 34,1 | 49,7 |
| CHSK _{cr} | 35,1 | 29,1 | 17 | 17,1 | 41,6 |
| NL | 9,6 | 4,4 | 4,1 | 53,7 | 6,5 |
| N-NO ₂ | 0,358 | 0,422 | 0,166 | 0,0 | 60,6 |
| N-NO ₃ | 9,26 | 6,8 | 11,29 | 26,6 | 0,0 |
| N-NH ₄ | 6,44 | 5,81 | 0,51 | 9,8 | 91,3 |
| N _{anorg} | 16 | 13,1 | 12,1 | 18,6 | 7,2 |
| P _{celk} | 1,09 | 1,01 | 0,4 | 6,9 | 60,5 |

Znečištění bylo samočisticími procesy zredukováno u 5 z 8 ukazatelů znečištění více než čistírnou odpadních vod, a to u BSK₅, CHSK_{cr}, N-NO₂, N-NH₄, P_{celk}. Velmi nízká účinnost čištění ČOV je způsobena nejen hydraulickým přetížením, ale také tím, že převážná část obyvatel obce vlastní 2–3komorové septiky, přes které vypouští předčištěné odpadní vody do kanalizace. To je zakázáno dle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, v platném znění, § 18 Odvádění odpadních vod, odstavec 4 (Zákon č. 274/2001 Sb.), který přímo stanovuje, že v případě, že je kanalizace ukončena čistírnou odpadních vod, není dovoleno vypouštět do kanalizace odpadní vody přes septiky ani přes žumpy. Dalším důvodem je pravděpodobně přítok nečištěné odpadní vody do stabilizační nádrže přes obtokové koryto a také vyplavování usazených sedimentů ze stabilizační nádrže.

Vliv vyčištěné odpadní vody na kvalitu vody v recipientu

Pro určení vlivu vyčištěné odpadní vody na kvalitu vody v recipientu byly srovnány průměrné hodnoty ukazatelů znečištění na odběrném profilu P0 v re-

cipientu před ČOV a na odběrném profilu P3 v recipientu za ČOV, viz tabulka č. 8. U ukazatelů znečištění BSK₅, CHSK_{cr}, NL, N-NO₂, N-NH₄ a N_{anorg} se hodnoty na profilu P3 zvýšily, hodnota N-NO₃ mírně poklesla. Nelze s určitostí říci, jestli naměřené hodnoty P_{celk} překročily přípustné znečištění povrchových vod (0,15 mg/l), protože množství je vyjádřeno podle požadavků na prezentaci výsledků pro odpadní vody.

Tabulka 8: Průměrné hodnoty ukazatelů znečištění na odběrných místech P0 a P3

| Ukazatel znečištění | Průměrné hodnoty [mg/l] | |
|---------------------|-------------------------|-------|
| | P0 | P3 |
| BSK ₅ | 2,6 | 2,8 |
| CHSK _{cr} | 17 | 17 |
| NL | 3,3 | 4,1 |
| N-NO ₂ | 0,085 | 0,166 |
| N-NO ₃ | 11,85 | 11,29 |
| N-NH ₄ | 0,163 | 0,51 |
| N _{anorg} | 12,07 | 12,1 |
| P _{celk} | 0,4 | 0,4 |

Zvýšená hodnota N-NH₄ na profilu P3 a velmi vysoké hodnoty N-NO₂ a N-NO₃ na profilu P0 a P3 mohou být způsobeny aplikací statkových nebo průmyslových hnojiv na zemědělské půdy a jejich následným splachem do toku, popř. průsakem znečištěných podzemních vod. Ostatní hodnoty nepřesahují přípustné znečištění povrchových vod podle platné legislativy.

Závěr

Příspěvek se zabývá vlivem vypouštění vyčištěné odpadní vody z vybrané malé čistírny odpadních vod na kvalitu vody v recipientu. Současně bylo provedeno porovnání celkové účinnosti procesu čištění odpadních vod ČOV s účinností samočisticí schopnosti recipientu. Podstatou práce bylo odebrání 8 vzorků odpadní vody v průběhu 12 měsíců v recipientu před kanalizací končící ČOV (P0), na přítoku odpadní vody na mechanický stupeň ČOV (P1), na odtoku vyčištěné odpadní vody z ČOV (P2) a v recipientu (P3), ve vzdálenosti 500 m od odběrného místa P2. Při odebrání vzorků byla měřena výška hladiny přítékající odpadní vody v Parshallově žlabu a z grafu následně odečteno odpovídající množství protékající vody. Následovalo stanovení hodnot ukazatelů znečištění odpadní vody (BSK₅, CHSK_{cr}, NL, pH, N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, N_{anorg} a P_{celk}), vypočítání účinnosti čistícího procesu recipientu a porovnání s účinností čistícího procesu ČOV. Ta je podle Metodického pokynu MŽP definována normou ČSN 75 6401. Příčinou nízké účinnosti procesu čištění ČOV je nejen její hydraulické přetížení o 26 %, ale také velmi nízké látkové zatížení odpadních vod, přicházejících na ČOV. To je způsobeno velkým naředěním odpadních vod balastními vodami a dále skutečností, že obyvatelé obce vypouští odpadní vody do kanalizace přes septiky. Z důvodu špatné funkčnosti čistírny odpadních vod bylo při porovnání účinnosti procesu čištění ČOV s recipientem

zjištěno, že samočisticími procesy v recipientu bylo zredukováno 5 sledovaných ukazatelů znečištění více než čistírnou odpadních vod, a to u BSK₅, CHSK_{cr}, N-NO₂, N-NH₄, P_{celk}. Pro stanovení vlivu vyčištěné odpadní vody na kvalitu vody v recipientu byly srovnány průměrné hodnoty ukazatelů znečištění na odběrném profilu P0 v recipientu před ČOV a na odběrném profilu P3 v recipientu za ČOV. U ukazatelů znečištění BSK₅, CHSK_{cr}, NL, N-NO₂, N-NH₄ a N_{anorg} se hodnoty na profilu P3 zvýšily, hodnota N-NO₃ mírně poklesla.

Poděkování

Tato práce byla zpracována za podpory Interní grantové agentury Mendelovy univerzity v Brně, číslo projektu TP 7/2012.

Reference

- VÍTĚZ, T., J. ŠEVČÍKOVÁ a P. OPPELTOVÁ, 2012. Evaluation of the efficiency of selected wastewater treatment plant. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeleinae Brunensis*. **60**(1), 173–180. ISSN 1211-8516.
- BENOIT, R. J., 1971. Self-purification in natural waters. In: Ciaccio, L. L. (ed.). *Water and Water Pollution Handbook*. New York: Dekker, vol. 1. 141–215.
- COLMENAREJO, M. F., A. RUBIO, E. SÁNCHEZ, J. VICENTE, M. G. GARCÍA a R. BORJAC, 2006. Evaluation of municipal wastewater treatment plants with different technologies at Las Rozas, Madrid (Spain). *Journal of Environmental Management*. **81**, 399–404. ISSN 1095-8630.
- ČESKO, 2001. Zákon č. 274 ze dne 2. srpna 2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 104, 6465–6482. ISSN 1211-1244.
- ČESKO, 2003. 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. In *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 24, 898–951 (ve znění platném v roce 2009). ISSN 1211-1244.
- ČSÚ (Český statistický úřad), 2011. [online]. [cit. 2011-11-01]. Dostupné z: <http://www.czso.cz>
- DORUSSEN, H. L. a W. B. A. WASSENBERG, 1997. Feasibility of treatment of low polluted waste water in municipal waste water treatment plants. *Water Science and Technology*. **35**, 73–78. ISSN 0273-1223.
- KAINDL, N., U. TILLMAN a C. H. MÖBIUS, 1999. Enhancement of capacity and efficiency of a biological waste water treatment plant. *Water Science and Technology*. **40**, 231–239. ISSN 0273-1223.

- ROSÉN, B. a S. MORLING, 1998. A systematic approach to optimal upgrading of water and waste water treatment plants. *Water Science and Technology*. **37**, 9–16. ISSN 0273-1223.
- RŽP, 1999. *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.*
- SALA-GARRIDO, R., M. MOLINOS-SENANTE a F. HERNANDEZ-SANCHO, 2011. Comparing the efficiency of wastewater treatment technologies through a DEA metafrontier model. *Chemical Engineering Journal*. **173**, 766–772. ISSN 1385-8947.
- SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČR, 2007. *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]. [cit. 2011-08-29]. Dostupné z: http://www.sovak.cz/sites/File/MP_k_novele_NV_61_final.doc
- SOJKA, J., 2004. *Malé čistírny odpadních vod*. 2. vyd. Brno: ERA. ISBN 80-86517-80-2.
- TLAPÁK, V., J. ŠÁLEK a V. LEGÁT, 1992. *Voda v zemědělské krajině*. 1. vyd. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda. ISBN 80-209-0232-5.
- TSAGARAKIS, K. P., D. D. MARA, N. J. HORAN a A. N. ANGELAKIS, 2001. Institutional status and structure of wastewater quality management in Greece. *Water Policy*. **3**, 81–99. ISSN 1366-7017.
- WISE, 2010. *Systém informací o vodě pro Evropu* [online]. [cit. 2011-08-29]. Dostupné z: <http://water.europa.eu/>

Comparing the Efficiency of a Chosen Wastewater Treatment Plant with the Recipient

This paper is focused on comparing total efficiency of a waste water treatment process for chosen small waste-water treatment plant (WWTP) with the recipient. Eight waste water samples were taken during one year in two sampling profiles of WWTP and in one sampling profile in recipient which was located about 500 m from the discharge of treated waste water from WWTP. Eight following water quality indicators were chosen and analyzed: biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), suspended solids, pH, ammonia nitrogen (N-NH₄), nitrite nitrogen (N-NO₂), nitrate nitrogen (N-NO₃), inorganic nitrogen (N_{inorg}) and total phosphorus (P_{total}). Treatment efficiency was calculated for all laboratory analyzed indicators and average values are presented. Analyzed average values of parameters BOD, COD, suspended solids, pH, N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, P_{total} and pH in recipient were compared with the surface waters pollution standard by Government Regulation No. 61/2003 Coll. The waste-water treatment plant efficiency also depends on the treated waste water volume. The volume of waste water flowing to the waste-water treatment plant was measured during each sampling. This volume was compared with the waste water permitted quantity and with the municipality report for operates the sewerage and waste-water treatment plants.

Keywords: wastewater, waste-water treatment plant, treatment efficiency, recipient, pollution indicators

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Ševčíková, Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, e-mail: nina.ostrov@seznam.cz

OPPELTOVÁ, P., T. VÍTEŽ a J. ŠEVČÍKOVÁ. Vliv účinnosti ČOV na kvalitu vody v recipientu. *Littera Scripta*. 2012, 5(2), 261–273. ISSN 1802-503X.
