

VYUŽITÍ ODPADŮ Z KOŘENOVÝCH ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD S OHLEDEM NA OBSAH POLUTANTŮ A ŽIVIN

Rozkošný Miloš¹, Hubačíková Věra², Pospíšilová Simona²

¹ VÚV T.G.M.,v.v.i., Mojžírovo nám.16, 612 00 Brno,
tel. 541126318, milos_rozkosny@vuv.cz

² MZLU Brno, fakulta agronomická, ÚAKE, Zemědělská 1, 613 00 Brno
tel. 545 132 465, verah@mendelu.cz

1 ÚVOD

Tématem příspěvku je posouzení možností využití odpadů produkovaných na kořenových čistírnách odpadních vod (KČOV) s ohledem na obsah polutantů, mezi něž se řadí především těžké kovy a specifické organické polutanty vyjmenované ve vyhlášce č. 382/2001 Sb., a s ohledem na množství živin (zejména dusík a fosfor). Mezi odpadní materiály z těchto čistíren patří kal usazený v objektech mechanického předčištění odpadních vod, biomasa makrofytní vegetace, která tvoří porost kořenových polí, kal uniklý z usazovacích nádrží a zachycený ve filtrační náplni kořenových polí a materiál pocházející z rozkladu biomasy, dále je to sediment z dočišťovacích stabilizačních nádrží (BN), které často, zejména u KČOV nad 500 ekvivalentních obyvatel (EO) tvoří terciální stupeň čištění vod, a biomasa plovoucích makrofyt (zejména různé okřehky) pokrývající během vegetační sezóny hladinu dočišťovacích nádrží. Výsledky obsahu živin v biomase okřehku byly využity pro posouzení podílu této biomasy na čistícím účinku dočišťovacích stabilizačních nádrží. Příspěvek není zaměřen na problematiku makrofyt rostoucích na filtračních kořenových polích a na materiál zachycený na těchto polích. Více informací o KČOV a stabilizačních dočišťovacích nádrží přináší literatura, např. [5].

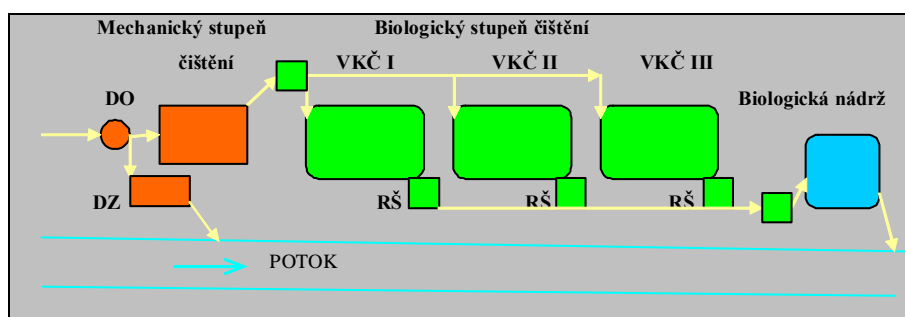
2 METODIKA PRÁCE

Vzorkování biomasy, kalu a sedimentu ze stabilizačních nádrží se provádí od roku 2003 na KČOV Dražovice. Doplnující analýzy byly provedeny také na KČOV Hostětín (v roce 2003) a KČOV Čehovice (v období srpen 2007 – únor 2008). Kal z objektů mechanického předčištění v Dražovicích je odebírán 1x až 2x ročně, podle požadavků provozovatele čistírny. Kal z BN a biomasa okřehku je odebírána 1x ročně ke konci vegetační sezóny (tj. v období září až říjen). Vždy jsou odebírány směsné vzorky podle postupů uvedených v ČSN 5667.

Hodnocení obsahu sledovaných polutantů a živin je prováděno podle vyhlášky č.382/2001 Sb. [1]. Mezi sledované polutanty se řadí těžké kovy – arzén (As), kadmium (Cd), chrom (Cr), měď (Cu), rtuť (Hg), nikl (Ni), olovo (Pb), zinek

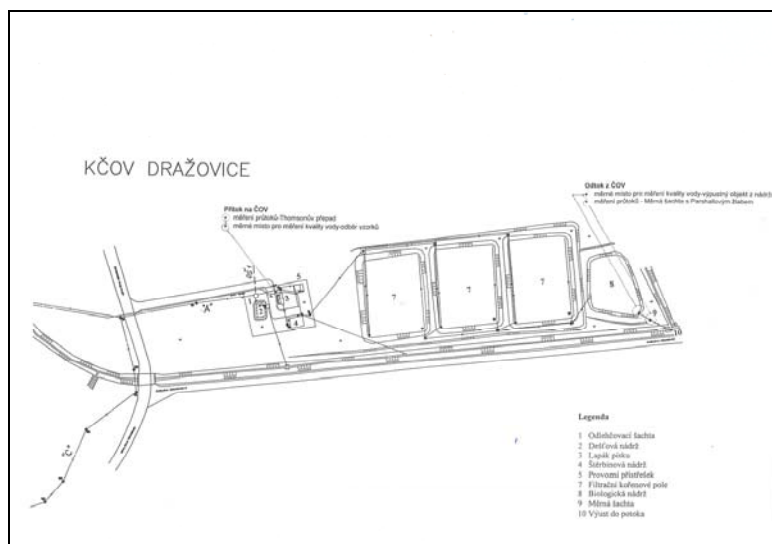
(Zn) – AOX a polychlorované bifenyly (PCB – suma šesti kogenerů). Z živin je sledován dusík (n) a fosfor (P) a dále makroelementů – vápník (ca), draslík (K), hořčík (mg) a sodík (Na).

V následujícím přehledu jsou uvedeny charakteristické údaje k jednotlivých čistírnám. Další popis včetně fotodokumentace uvádí práce [2] a [3]. Na obrázku Obr.1 je uvedeno technologické schéma KČOV s dočišťovací nádrží (DO- dešťový oddělovač, DZ – dešťová nádrž, VKČ – filtrační kořenové pole, RŠ – regulační šachtice).



Obr.1 Technologické schéma KČOV

KČOV v Dražovicích (okr. VY) s projektovanou kapacitou 780 EO zahrnuje stupeň mechanického předčištění sestávající z typizovaného horizontálního štěrbinového lapáku písku s jemnými česlemi a z typizované štěrbinové usazovací nádrže, doplněný o dešťový oddělovač a dešťovou nádrž (DZ). Dále se skládá ze tří kořenových polí s horizontálním podpovrchovým prouděním o celkové ploše 3 900 m², sklonu dna 1,2 %, náplň tvoří kamenivo zrnitosti 6 - 16 mm. Posledním stupněm čištění je stabilizační nádrž s převládajícími aerobními podmínkami o ploše 780 m². Půdorysné schéma KČOV je uvedeno na Obr.2. Projektované zatížení: BSK₅ 319 mg.l⁻¹, předpokládaná účinnost stupně mechanického předčištění 30 %, přítokové koncentrace znečištění na filtrační pole 224 mg.l⁻¹ BSK₅ a hodnoty průtoků Q_{dp} = 1,53 l.s⁻¹, Q_{max} = 2,3 l.s⁻¹.



Obr. 2 Půdorysné schéma KČOV Dražovice

KČOV v *Hostětíně* (okr. UH) je projektována na 275 EO. V současnosti je napojeno 210 obyvatel. Čistírnu tvoří mechanický stupeň složený z česlí, šterbinového horizontálního lapáku písku, usazovací nádrže s boční kalovou komorou – jedná se v podstatě o upravený septik a dešťové nádrže (DZ) s dešťovým oddělovačem (DO). Dále voda přitéká na dvě filtrační pole s horizontálním podpovrchovým průtokem o ploše 690 a 710 (celkem 1400) m². Projektované zatížení: BSK₅ = 212 mg.l-1; Q_{dp} = 0,55 l.s-1. Dočištění probíhá ve stabilizační nádrži (aerobní) o ploše hladiny 830 m² a objemu 800 m³.

KČOV v *Čehovicích* (okr. PV) byla navržena jako soustava tří filtračních polí osázených rákosem obecným, kterým je předsazeno mechanické předčištění. Řešení kořenové čistírny umožňuje paralelní nebo sériový provoz. Vody z filtračních polí jsou ještě dočišťovány ve stabilizační nádrži. Součástí mechanického stupně předčištění je čerpací jímka na přečerpávání odpadních vod, šterbinový lapák písku LPŠ 480 a typizovaná šterbinová nádrž. V současnosti je na KČOV napojeno 530 obyvatel. Projektované zatížení: BSK₅ = 286 mg.l-1; Q_{dp} = 1,1 l.s-1. Dočištění probíhá ve stabilizační nádrži o ploše 900 m².

3 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

3.1. ANALÝZY VZORKŮ KALU A SEDIMENTŮ

V tabulce Tab.1 jsou uvedeny rozpětí zjištěného obsahu vybraných polutantů na hmotu sušiny kalu či sedimentu. Sušina tvořila u kalu z mechanického předčištění v Dražovicích 20 až 92 %, přičemž většina zjištěných hodnot ležela okolo 60 %. V sedimentu z nádrže v Dražovicích byl zjištěn podíl sušiny v rozmezí 29 až 59 % (29 % sušiny byla odchýlená hodnota, mimo ni se podíl sušiny pohyboval v rozmezí 54 až 59 %). Sediment z nádrže v Hostětíně obsahoval 35 až 55 % sušiny. V tabulce jsou uvedeny i limitní hodnoty pro sledované polutanty, jež jsou uvedeny v [1].

Tab.1 Obsah rizikových polutantů v kalech a sedimentech (vše v mg.kg⁻¹ sušiny)

Ukazatel	Dražovice kal z MČ	Dražovice sediment z BN	Hostětín sediment z BN	Přípustné limity (v. 382/2001)
As	2,5 – 15,6	4,1 – 9,3	0,9	30
Cd	0,17 – 0,72	0,19 – 0,3	0,06	5
Cr	25,0 – 48,1	21,4 – 43,5	4,4	200
Cu	64,4 – 298	32,5 – 124	6,1	500
Hg	0,04 – 0,21	0,08 – 0,19	0,01	4
Ni	16,4 – 31,8	24,5 – 32,6	4,7	100
Pb	10,8 – 54,8	12,7 – 24,1	1,1	200
Zn	162 – 2330	73,9 – 237	46	2500
AOX	10 – 17	---	---	500
PCB	0,04 – 0,28	< 0,01	---	0,6

V tabulce Tab. 2 je uveden obsah živin a makroelementů opět vztažený na sušinu kalu, resp. sedimentu.

Tab.2 Obsah živin a makroelementů v kalech a sedimentech (N a P v mg.kg⁻¹ sušiny, ostatní ukazatele v g.kg⁻¹ sušiny)

Ukazatel	Dražovice kal z MČ	Dražovice sediment z BN	Hostětín sediment z BN
N	0,6 – 4,3	0,6 – 4,4	3,1
P	1,5 – 5,1	1,0 – 1,36	1,6 – 2,2
Ca	33,8 – 43,5	30,5	35,5
K	2,2 – 6,6	5,0	3,5
Mg	6,1 – 8,6	8,5	2,8
Na	2,2 – 2,3	0,5	0,5

3.2. BIOMASA OKŘEHKU (*Lemna sp.*)

V rámci výzkumných prací na KČOV Dražovice proběhlo také sledování zaměřené na stanovení podílu vegetace okřehku (*Lemna sp.*) na bilanci dusíku a fosforu ve stabilizační dočišťovací nádrži. Důvodem bylo posouzení možnosti zvýšení účinnosti čištění dané KČOV spočívající v pravidelném sběru biomasy okřehku z hladiny dočišťovací nádrže. Souvislá vrstva okřehku brání během přibližně druhé poloviny vegetačního období (dle vlastních pozorování na dané lokalitě) přestupu kyslíku ze vzduchu do vodního prostředí a podmínky v nádrži přechází do anaerobních (podrobně je to dokumentováno v práci [4]).

Z rozborů byl zjištěn průměrný obsah živin v sušině biomasy 14,3 g.kg⁻¹ fosforu a 27,7 g.kg⁻¹ dusíku. Z 0,27 m² plochy stabilizační nádrže v Dražovicích bylo odebráno 1,3 až 2,5 kg mokré čerstvé biomasy okřehku. Podíl vody po vysušení vzorků při 105°C tvořil 95 %. Tomu odpovídá 5 % obsah sušiny v biomase.

Podle získaných dat tak bylo v nádrži, při dolní hranici obsahu čerstvé biomasy 1,3 kg na 0,27 m², obsaženo 3,89 t čerstvé biomasy při celkové ploše

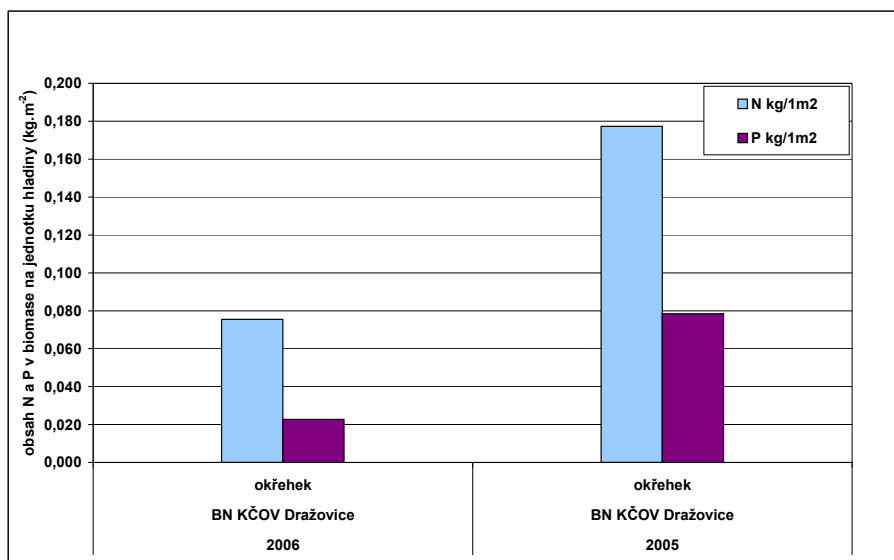
nádrže 780 m². Při 95 % obsahu vody v biomase okřehku tak v ní bylo vázáno 27,9 kg fosforu a 54,0 kg dusíku.

Průměrná denní bilance nutrientů ve stabilizační dočišťovací nádrži byla v období 2005 – 2006 následující:

- celkový fosfor – přítok 665 g.den⁻¹ – odtok 589 g.den⁻¹
(v nádrži zůstává 76 g.den⁻¹)
- anorganický dusík – přítok 4600 g.den⁻¹ – odtok 3840 g.den⁻¹
(v nádrži zůstává 760 g.den⁻¹)

V období srpen 2007 až únor 2008 proběhlo podrobné sledování čistícího účinku dočišťovací stabilizační nádrže, která je součástí KČOV Čehovice. Z výsledků uvedených v práci [2] vyplývá, že za dané období bylo ve vodním prostředí nádrže zachyceno v průměru 121 g.den⁻¹ anorganického dusíku (rozpětí hodnot 52 – 372 g.den⁻¹). Celkového fosforu bylo v nádrži zachyceno v průměru 94 g.den⁻¹ (rozpětí hodnot 3 – 435 g.den⁻¹).

V následujícím obrázku (Obr.3) je znázorněn podíl dusíku a fosforu v biomase okřehku na konci vegetační sezóny vztahovaný na jednotku plochy dočišťovací nádrže v Dražovicích. V roce 2006 byl zjištěn prakticky dvojnásobně vyšší obsah dusíku a až čtyřnásobně vyšší obsah fosforu v biomase okřehku na 1m² hladiny než v roce 2005.



Obr. 3 Obsah Na P v biomase okřehku na 1m² hladiny dočišťovací nádrže

4 ZÁVĚR

Z provedených rozborů kalu a sedimentů odebraných na zmíněných KČOV vyplývá, že nejsou překračovány limitní hodnoty uvedené v [1]. Většina změřených hodnot je řádově nižší než předepsané limity. Je to dáno i tím, že v obcích se nenachází žádný průmysl. Obsah sledovaných ukazatelů je v dočišťovacích nádržích jsou v maximech nižší než obsah v primárních kalech z mechanického předčištění. Zejména to platí pro Zn, Cu. Tyto kovy jsou poměrně dobře vázány i v anaerobním prostředí filtračních kořenových polí, jak uvádí [6]. Po splnění hygienických požadavků lze kaly i sedimenty využít v zemědělství jako zdroj cenných živin.

Podle rozborů biomasy okřehku a bilance dusíku a fosforu ve vodním prostředí dočišťovacích nádrží je patrné, že tato biomasa by mohla vázat v průběhu roku poměrně významné množství fosforu a dusíku. Nutná je však při pravidelné sklizeň biomasy v průběhu vegetačního období. Pravidelná sklizeň by přispěla i k eliminaci stavů vyčerpání kyslíku v nádrži v důsledku souvislého pokrytí hladiny porostem okřehku – viz [4]. Odstraňování plovoucích makrofyt je však především u větších nádrží obtížné a při ruční sklizni i poměrně časově náročné (vyklizení nádrže v Dražovicích zabralo 2 až 3 týdny) a znamená pro provozovatele zvýšení nákladů na obsluhu čistírny s obdobnou nádrží.

Rozdíl v hodnotách obsahu dusíku a fosforu na plochu hladiny nádrže v Dražovicích je způsoben činiteli ovlivňujícími fyzikálně-chemické poměry vodního prostředí (teplotu vody, pH, koncentrace kyslíku ve vodě, množství živin a inhibujících látek, atd.) a rozvoj biomasy. Jedná se jak o klimatické činitele, tak i o vlastnosti přitékajících vod. Z tohoto důvodu mohou být výsledky přepočtu množství biomasy na plochu nádrže velice odlišné.

Z uvedených výsledků a analýz vyplývá, že odpadní materiály z KČOV využívaných na čištění odpadních vod z menších obcí pravděpodobně nepředstavují riziko z hlediska výskytu uvedených polutantů. Naopak je možné je řadit mezi hodnotné zdroje z hlediska obsahu živin. využití mohou nalézt v zemědělství jako hnojivo, případně i při výrobě kompostů, nebo mohou být využity při výrobě energie z biomasy (výroba bioplynu).

LITERATURA

- [1] Vyhláška č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, 2001.
- [2] POSPÍŠILOVÁ, S.: Studie zhodnocení nakládání s odpadními vodami v obci Čehovice. Diplomová práce. MZLU AF. Brno, 2008. 71 s.
- [3] ROZKOŠNÝ, M.: Hodnocení účinnosti vegetačních kořenových čistíren a návrhy na zlepšení jejich funkce. Doktorská disertační práce. VUT FAST. BRNO, 137 s. a přílohy
- [4] ŠÁLEK, J., ROZKOŠNÝ, M., KRIŠKA, M.: Poznatky z průzkumu kořenových čistíren odpadních vod v moravských krajích a částí kraje Vysočina. Výzkumná zpráva pro MŽP OOV. VÚV T.G.M. BRNO, 2008. 40s.
- [5] ŠÁLEK, J., TLAPÁK, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod, ČKAIT. Praha, 2006. 283 s. ISBN 80-86769-74-7.
- [6] ŠVEHLA, J. a kol.: Stopové prvky v sedimentech kořenových čistíren. In: KRÖPFELOVÁ, L., VYMAZAL, J. (eds.): Monitoring těžkých kovů a vybraných rizikových prvků při čištění odpadních vod v umělých mokřadech. ENKI. Třeboň, 2008. s. 69-77. ISBN 978-80-254-3059-0.