

UDRŽATEĽNÉ HOSPODÁRENIE S ČISTIARENSKYM KALOM NA SLOVENSKU

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SEWAGE SLUDGE IN SLOVAKIA

Ing. Kristína Galbová, PhD., Ing. Veronika Gregušová, Ing. Jaroslav Hrudka, PhD.,
doc. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD.

ABSTRAKT

V súčasnosti je v rámci kalového hospodárstva potrebné orientovať sa v smere ďalšieho znižovania kontaminácie kalov, a to aj z pohľadu organickej kontaminácie v zmysle právnej úpravy pripravovanej EÚ. Technológie kalového hospodárstva je potrebné nielen zdokonaľovať, ale súčasne aj optimalizovať a racionalizovať. Tieto požiadavky sa na poli výskumu a vývoja premietajú do zvýšeného záujmu o nové poznatky z oblasti kalového hospodárstva.

Kľúčové slová: čistiarenský kal, produkcia, zhodnocovanie

ABSTRACT

At present, it is necessary to focus on sludge management in the direction of further reduction of sludge contamination, including from the point of view of organic contamination under EU legislation. Sludge management technologies it is necessary not only to improve, but at the same time optimize and rationalize. These requirements are in the field of research and development reflected in the increased interest in new knowledge in the field of sludge management.

Key words: sewage sludge, production, recovery

ÚVOD

Čistiarenské odpadových vôd (ČOV) sú dôležitými zložkami ochrany životného prostredia na celom svete. Kalové hospodárstvo predstavuje dôležitú časť čistenia odpadových vôd. Súčasťou procesu čistenia odpadových vôd je riešenie problému uloženia a následného odstránenia kalov, vznikajúcich pri čistení odpadových vôd. Ich množstvo nie je zanedbateľné [3]. V súlade s princípmi ochrany životného prostredia je očakávaný výrazný nárast produkcie čistiarenských kalov. Spracovanie kalov musí podobne ako samotné čistenie odpadových vôd napĺňať celú radu stále sprísňovaných pravidiel a limitov. Posúdenie funkčnosti kalového hospodárstva je základným podkladom pre efektívne nakladanie a využívanie spracovaného kalu.

Na veľkých čistiarniach odpadových vôd kalové hospodárstvo spotrebovávajú zhruba polovicu prevádzkových nákladov a na druhú stranu predstavuje predaná elektrická energia z bioplynu, okrem stočného, ďalší významný zdroj príjmu prevádzkovateľov. Aj z týchto dôvodov je potrebné technológie kalového hospodárstva nielen zdokonaľovať, ale aj optimalizovať a racionalizovať.

V krajinách EÚ je v súčasnosti využívaných cca 40 – 45% čistiarenských kalov, z ktorých je väčšina z tohoto množstva využívaná v poľnohospodárstve. Z toho je 30 – 35% kalov ukladaných na skládky odpadov, 15 – 20% kalov sa spaľuje a 5 – 10% je využívaných v stavebníctve.

Produkcia a zneškodňovanie čistiarenskeho kalu

Nakladanie s kalmi podľa kritérií, ktorých spoločným menovateľom je ochrana životného prostredia, podlieha v zásade právnym predpisom podľa zákona o vodách, zákona o odpadoch a zákona o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy.

Čistiarenské kaly predstavujú vo všetkých vyspelých krajinách značné objemy a hmotnosti z celkových tokov odpadov, ktoré je potrebné zneškodňovať. V dôsledku budovania verejných kanalizácií a čistiarní odpadových vôd bude produkcia čistiarenských kalov v blízkej budúcnosti rásť. Produkcia čistiarenských kalov v Slovenskej republike predstavuje 50-60 tisíc ton sušiny za rok, Tabuľka 1.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Slovenská republika	54,76	58,72	58,71	57,43	56,88	56,24
Česká republika	196,3	217,9	263,3	260,1	238,59	210,24
Poľsko	526,7	519,2	533,3	540,3	556	568
Maďarsko	170,34	168,33	158,82	170,25	166,52	156,89
Rakúsko	262,8	-	266,3	-	239,044	-

Tab. 1 Celková produkcia čistiarenskeho kalu v EÚ za roky 2010-2015 [tis. ton/rok] Zdroj: EUROSTAT

Medzi najčastejšie spôsoby využitia čistiarenských kalov patrí kompostovanie, jeho priama aplikácia na poľnohospodársku pôdu, rekultivácia, spaľovanie a skládkovanie. Spôsoby zneškodňovania čistiarenskeho kalu v Slovenskej republike, podľa štatistického úradu Európskych spoločenstiev (EUROSTAT) za roky 2010-2014, Tabuľka 2.

[%/rok]	2010	2011	2012	2013	2014
Využitie kalu v poľnohospodárstve	1,68	0,61	2,13	0,91	0
Použitie na kompostovanie a iné využitie	64,44	64,03	62,73	61,31	45,80
Uloženie na skládku odpadov	12,23	14,04	13,30	11,56	7,58
Spaľovanie	0	0	5,45	8,72	28,20

Tab. 2 Spôsoby zneškodňovania kalu za roky 2010-2014 v SR Zdroj: EUROSTAT

Z celkovej produkcie kalov Slovenská republika využíva v poľnohospodárstve najmenšie percento z celkovo vyprodukovaných kalov (Tabuľka 1). V roku 2012 to bolo 2,13 % (najviac za uvedených päť rokov), avšak v roku 2013 a 2014 bola aplikácia čistiarenskeho kalu priamo do poľnohospodárskej pôdy minimálna až nulová. Dôvody, prečo nie sú kaly viac využité do pôdy sú viaceré, je to však najmä prekračovanie povolených limitov vybraných rizikových látok. Nakladanie s kalmi podľa kritérií, ktorých spoločným menovateľom je ochrana životného prostredia, podlieha v zásade právnym predpisom podľa zákona o vodách, zákona o odpadoch a zákona o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy.

Spôsoby zneškodňovania kalov

Členské štáty EÚ používajú rôzne metódy a spôsoby na zhodnocovanie a zneškodňovanie čistiarenských kalov. Preferovaným spôsobom zhodnocovania kalov je ich materiálové alebo

energetické využitie, v prípade čistiarenskeho kalu aj využitie obsahu živín N, P a stopových minerálnych látok aplikáciou do pôdy.

Energetické zhodnocovanie kalov

Pri energetickom zhodnocovaní hovoríme o dvoch metódach – splyňovaní a spaľovaní. Splyňovanie rozdeľujeme na dve základné časti – termochemické (termické splyňovanie) a biochemické (anaeróbne splyňovanie). Termické splyňovanie je endotermický proces, pri ktorom sa spáliteľné zložky paliva premenia na plyn. Tie nasledovne po pridaní vzduchu horia. Pri anaeróbnom splyňovaní získavame vďaka rozloženiu organických látok bioplyn. Ten následne môžeme využiť na výrobu elektrickej energie a tepla [4].

Spaľovanie je exotermický dej, pri ktorom sa energetický obsah kalu mení na teplo horením. Tento spôsob zhodnocovania kalov volíme vtedy, ak sa organický materiál kalu nedá využiť inak. Spaľovaním kalu môžeme dosiahnuť výrazné zredukovanie jeho množstva, kedy produktom spaľovania je už len popol, ktorý je potrebné následne skládkovať. Medzi výhody spaľovania možno zaradiť aj celkové zneškodnenie patogénnych organizmov a rozklad väčšiny toxických látok. Zodpovednou časťou je kvalita exhalátov, ktoré musia byť čistené, aby dosiahli požadované parametre [5].

Z technického hľadiska existujú dva modely spaľovania čistiarenských kalov, a to spaľovanie vysušeného kalu a spaľovanie vlhkého kalu s iným palivom. Spaľovanie kalu je vhodné pre kaly s vyšším obsahom organickej hmoty, ktorá je hlavnou spáliteľnou zložkou. Používa sa pre kaly obsahujúce oleje alebo toxické organické látky. Spaľovanie kalu sa môže realizovať aj spolu so spaľovaním komunálneho odpadu. Pri vyhnievaní kalu vo vyhnievacej nádrži sa časť organickej hmoty premieňa na bioplyn, ktorý je tvorený zmesou metánu (asi 60 - 70%) a 58% oxidu uhličitého. Práve vďaka metánu je bioplyn cennou energetickou surovinou. Najefektívnejší spôsob jeho využitia je pre pohon spaľovacích motorov spojených s agregátom na výrobu elektrickej energie. Tieto zariadenia sa nazývajú kogeneračné jednotky na výrobu elektrickej energie a tepla. Teoreticky môže byť využitie bioplynu viac ako 80% [5]. Pri spaľovaní kalov sa znižuje množstvo ukladaného kalu na skládky odpadov. Tento spôsob zneškodňovania sa v súčasnosti považuje za moderný spôsob likvidácie odpadov. Výhodou spaľovania čistiarenských kalov je značná redukcia ich objemu a hmotnosti v porovnaní s pôvodným množstvom.

Materiálové zhodnocovanie kalov

Najčastejšími metódami materiálového zhodnocovania kalu sú kompostovanie, rekultivácia a aplikácia do pôdy. V poslednej dobe sa kal začal využívať ako materiál, z ktorého sa vyrábajú rôzne výrobky, alebo tvorí prísadu vo výrobkoch, (napríklad ako tlmiača zložka pri stavbe ciest).

Kompostovanie je spôsob využitia biodegradabilných odpadov k výrobe organického hnojiva – kompostu. Premenu organickej hmoty odpadov na humusové zložky pri kompostovaní zabezpečujú väčša aeróbne mikroorganizmy. Základnou podmienkou aeróbného procesu je prívod vzduchu. Jedná sa o analogické procesy ako napr. pri premene hmoty v prírodnom prostredí [4].

Rekultivácia je druhom krajinného plánovania, pri ktorom dochádza k navracaniu poškodenej alebo úplne zničenej krajiny do pôvodného stavu. Jej hlavným cieľom je dosiahnuť stav, čo najviac podobný pôvodnému stavu, a zmierňovať dopady na životné prostredie zmenami fyzických, chemických alebo biologických vlastností. Snahou je vytvoriť podmienky pre sebestačný ekosystém, ktorý je biologicky aj esteticky prijateľný [4]. Najčastejšími objektmi rekultivácie sú skládky odpadov, kontaminované územia, lomy, pieskovne, doly, atď...

Kaly sa najviac využívajú pri vytváraní rekultivačných substrátov, kde sa miešajú s odpadovými zeminami, popolčekom zo spaľovania hnedého uhlia a ďalšími odpadovými látkami. Cieľom je vytvorenie zmesi, ktorá bude vhodným podkladom pre rast rastlín. Táto zmes sa vytvára kompostovaním pri kontrole jej fyzikálnych a chemických vlastností – vlhkosť, obsah živín, pH. Výsledná zmes musí spĺňať limity určené zákonmi o nakladaní s odpadom a o aplikácii odpadových látok do pôdy. Medzi ne patrí napr. obsah ťažkých kovov, negatívny výskyt patogénnych organizmov ako napr. Salmonela a tak isto výskyt rôznych nepriaznivých baktérií. Výsledná zmes by sa teda mohla používať aj ako organické hnojivo pre poľnohospodárske účely, no vo väčšine prípadov sa využíva len k rekultivácii plôch, kde sa už nikdy nebudú pestovať poľnohospodárske plodiny (sklárky odpadov, rekultivácie odkalísk, ...) [4].

Aplikácia kalov do pôdy - pri tomto spôsobe zhodnocovania kalov platia prísne podmienky pre kvalitu aplikovaného kalu. Aplikovať je možno len stabilizovaný a hygienizovaný kal, pretože surový kal obsahuje veľké množstvo nebezpečných látok a mikroorganizmov škodlivých ako pre človeka, tak aj pre zvieratá [5]. Pri nedostatočnom obsahu organických látok v kale je možné použiť ho v zmesi s inými hnojivami. Pri kompostovaní a rekultivácii sú kaly aplikované do pôdy vo forme zmesí alebo substrátov, ktoré prešli procesom kompostovania. Aplikovanie kalu do pôdy je ošetrené zákonom č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (Príloha č.2).

Ukazovateľ	Limitné hodnoty koncentrácie [188/2003/Z.z.] (mg/kg sušiny)	Limitné hodnoty koncentrácie [86/278/EEC] (mg/kg sušiny)
Arzén	20	-
Kadmium	10	20 - 40
Chróm	1 000	-
Meď	1 000	1 000 - 1750
Ortuť	10	16 - 25
Nikel	300	300 - 400
Olovo	750	750 – 1 200
Zinok	2 500	2 500 – 4 000

Tab. 3 Limitné hodnoty koncentrácie rizikových látok v čistiarenskom kale [1,6]

Analýza čistiarenskeho kalu musí obsahovať stanovenie najmä:

- obsahu sušiny, organického podielu,
- hodnoty pH (určuje sa podľa pestovaných plodín),
- celkového obsahu dusíka, fosforu, draslíka a horčíka,
- obsahu ťažkých kovov (Arzén, Kadmium, Chróm, Meď, Ortuť, Nikel, Olovo a Zinok),
- mikrobiologických parametrov [6].

Význam obsahu sušiny je praktický aj ekonomický, má dôležitú úlohu pri transporte, skladovaní a manipulácii s kalmi.

možnosti	výhody	obmedzenia
Materiálové zhodnocovanie kalov poľnohospodárstvo rekultivácia lesné hospodárstvo záhradníctvo	obsahu živín N, P a stopových minerálnych látok organické látky – kompost nízka cena/nenáročná technológia rekultivačné substráty	kontrola zraniteľnosť variabilný dopyt kvalita - obsah ťažkých kovov konkurencia
Energetické zhodnocovanie kalov splyňovanie spaľovanie doplnkové palivo	„zelená“ energia náklady na dopravu kontinuálny proces	obsahom organickej hmoty vnímanie verejnosti kontrola plánovania náklady emisie zneškodňovanie popolčeka
Zneškodňovanie kalov skládkovanie	nízke náklady nenáročná technológia „naplniť a zabudnúť“	emisie plynov priesakové kvapaliny znečistenie vôd a pôdy záber pôdy

Tab. 4 Hlavné možnosti spracovania a likvidácie kalu

Dostupné možnosti zhodnocovania a zneškodňovania kalov a ich praktické výhody a obmedzenia možno zhrnúť v Tabuľke 4. Pri hodnotení týchto možností by sa mali zohľadniť všetky vstupné a výstupné toky na základe hodnotiacich kritérií, napríklad:

- Právne - miestne, národné, medzinárodné
- Stratégia - politická, sociálna
- Životné prostredie - vzduch, voda, hluk, ekológia, bezpečnosť, energia
- Plánovanie - krajina, priestor, infraštruktúra
- Technické - flexibilita, zložitosť, spoľahlivosť
- Finančné - kapitálové a prevádzkové náklady, externé náklady

Trvalo udržateľný rozvoj a hierarchia odpadov si vyžaduje materiálovú integráciu tam, kde je to možné a preto je potrebné hľadať, optimalizovať a modifikovať technológie a postupy [2].

ZÁVER

V súčasnosti sú spôsoby zhodnocovania a zneškodňovania čistiarenských kalov aktuálnym ekonomickým a hygienickým problémom. Čistiarenské kaly v tekutom, mierne zahustenom, odvodnenom alebo vysušenom stave sa často používajú k priamej aplikácii na poľnohospodárske a lesnícke pôdy, ako aj pri rekultivácii a výrobe kompostu. Pred ich použitím je nevyhnutná stabilizácia a hygienizácia rôznymi prostriedkami a metódami. Jednou z najmenej záťažovou je jeho hygienizácia termickým efektom. Hlavnou požiadavkou pre využívanie čistiarenských kalov v poľnohospodárstve je ich nezávadnosť, a to z hľadiska možného vnesenia cudzorodých látok do pôdy a z hľadiska hygienického. Preto je potrebné hľadať, vyhodnocovať a voliť postupy, ktoré sú technicky a ekonomicky dosiahnuteľné a v bežných terénnych podmienkach realizovateľné. Súčasne musia byť spoľahlivé a pôsobiť v čo najširšom spektre. Pri nakladaní s kalmi z komunálnych ČOV je pri voľbe technológie zhodnocovania kalov potrebné postupovať tak, aby sa minimalizovali účinky negatívnych dosahov na životné prostredie.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV na základe zmluvy č. VEGA-1/0631/15 riešenej na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Literatúra

- [1] Council of the EU. Council Directive 86/278/EEC on the Protection of the Environment, and in Particular of the Soil, when Sewage Sludge is Used in Agriculture, 1986.
- [2] Hall, J.: Ecological and economical balance for sludge management options. Workshop on problems around sludge. Session 3: Technology and innovative options related to sludge management. EUR 19657 EN p.155, Stresa, Italy 2000.
- [3] Hing, C.L., Zenz, D.R. and Kuchenrither, R.:Municipal sewage sludge management - processing, utilization and disposal. Water Quality Management Library, Vol. 4, Technomic Publ., Lancaster 1992.
- [4] Lyčková, B., Fečko, P., Kučerová, R.: Zpracování kalů. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009. ISBN 978-80-248-1921-1.
- [5] Zborník konferencie: Kaly a odpady 2008, ISBN 978-80-98088-62-1
- [6] Zákon č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.