

ASOCIÁCIA ČISTIARENSKÝCH EXPERTOV SR

CzWA – ASOCIACE PRO VODU ČR

Oddelenie environmentálneho inžinierstva FCHPT STU Bratislava



Zborník abstraktov
31. konferencie s medzinárodnou účasťou

KALY A ODPADY 2024



Hotel Senec, Senec
21.-22. marec 2024

ASOCIÁCIA ČISTIARENSKÝCH EXPERTOV SR

CzWA – ASOCIACE PRO VODU ČR

Oddelenie environmentálneho inžinierstva FCHPT STU Bratislava



Zborník abstraktov

31. konferencie s medzinárodnou účasťou

KALY A ODPADY 2024

**Hotel Senec, Senec
21.-22. marec 2024**

CzWA
The Czech Water Association

Fontana®

výrobky firmy **FONTANA R, s.r.o.**



rotační válcové síto - RVS



šnekový dopravnik - ŠD



samočistící česle - SČČ, ČOV Prostějov



výrobní areál firmy v Říčanech u Brna



šnekový dopravnik - ŠD, ČOV Modřice



kolejová kontejnerová doprava - KD, ČOV Modřice



šnekový dopravnik - ŠD, ČOV Modřice



vertikální samočistící česle - SČČ, Troubsko



šnekový dopravnik - ŠD, ČOV Frýdek Místek



hygienizace kalu vápnem - HKV, ČOV Lutín



hygienizace kalu vápnem - HKV, ČOV Lednice



hygienizace kalu vápnem - HKV, ČOV Podlívka

**Fontana R, s.r.o.; Příkop 4, 602 00 Brno; tel.: +420 545 175 847 - 855
fax: +420 545 175 852, e-mail: fontanar@fontanar.cz; www.fontanar.cz**



TECHNOLOGIE ODPADNÍCH VOD NA MÍRU

Macerátory, drtiče a čerpadla pro čistírny odpadních vod a stokové sítě

Neustále se zaměřujeme na hospodárnou práci s moderní a spolehlivou technologií a využíváme naše know-how a dlouholeté zkušenosti, abychom podpořili naše zákazníky jako kompetentní partner – mimo jiné inovativními koncepty a sofistikovanou technikou, jako je například **macerátor RotaCut** nebo **drtič odpadních vod XRipper**, které ekonomicky zvládnou individuální aplikace.

VOGELSANG – LEADING IN TECHNOLOGY

Olomoucká 81, Brno | Tel.: +420 511 440 475
vogelsang.info

VOGELSANG



ZASTŘEŠENÍ A SANACE NÁDRŽÍ ČOV

ecodecman
composite expert

ZASTŘEŠENÍ NÁDRŽÍ ČOV



**Likvidace emisí
a polutantů v ovzduší**



**Odstraní zápach
z ČOV**



**Zlepší BOZP obsluhy
čOV**

PLASTCOAT – SANACE NÁDRŽÍ ČOV



**Izolace pro betonové
i ocelové povrchy**



**Excelentní chemická
odolnost**



**Dlouhodobá
životnost až 20 let**

KONTAKT



www.ecodec.cz



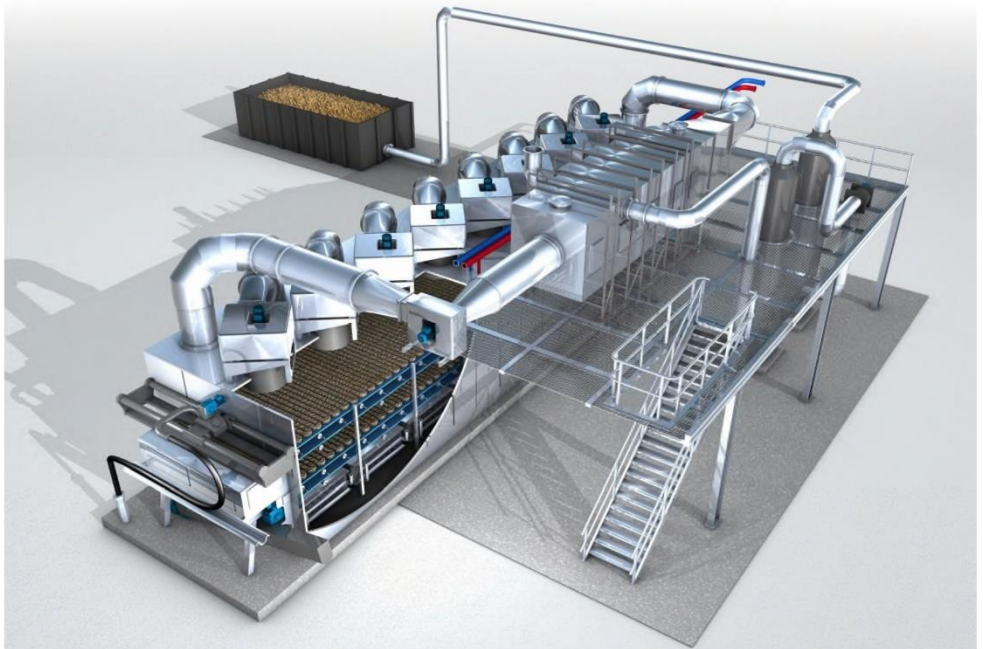
keno@ecodec.cz



+420 602 773 695



Pásová sušárna kalů HUBER Belt Dryer BT



Solární sušárna kalů HUBER SOLSTICE®



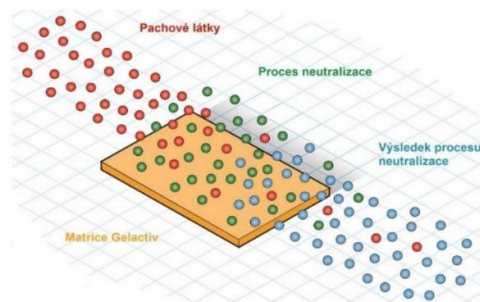
Neutralizace pachových látek a koroze: ČOV, kanalizace a kaly

O společnosti

Regitas s.r.o. je od roku 2014 českým a slovenským regionálním distributorem významné německé společnosti **Biothys™ GmbH**, která se již **30 let** zabývá problematikou neutralizace pachových látek.

Nabízíme ošetření

- **plošných, venkovních zdrojů** (prostorů pro manipulaci s kaly a jejich úložiště včetně ošetření kontejnerů)
- **vnitřních prostor** (prostory lisů, odstředivek čistírenských kalů, česel, ukládání hrubých nečistot apod.)
- **kanalizací** (kanalizační šachty, přetlakové části kanalizačních sítí, přečerpávací stanice apod.)
- **elektroniky v rozvodných skříních proti korozi**



Princip technologie na neutralizaci pachových látek

Technologie společnosti Biothys™ GmbH je založena na principu chemických redoxních reakcí mezi pachovými látkami a aktivními látkami v gelových produktech Gelactiv, Gel-O-Dor a kapalných produktech Sol'Air, Exair a Lagun'Air. Z gelových plátů či kapalin se za pomoci přirozeného nebo řízeného proudění vzduchu uvolňují aktivní látky do prostoru s odpadní vzdušinou, kde po dosažení bodu neutralizace zápach eliminují. Produkty jsou zdravotně nezávadné, biologicky odbouratelné a jsou šetrné k životnímu prostředí. Tato technologie nejčastěji dosahuje **redukce zápachu od 70 do maximálních 95 %**.

Ochrana elektroniky v korozivním prostředí

Pro ochranu elektroniky, která je umístěna v korozivním prostředí, vyvinula společnost Biothys™ GmbH unikátní produkt **Gelactiv CS**.

Gelactiv CS je tvořen polymerní matricí, ze které se pozvolně uvolňují aktivní látky do jejího okolí. Tyto látky následně reagují s plynnými látkami způsobujícími korozi materiálu (oxid siřičitý, uhelnatý, amoniak, aerosoly apod.) a na základě chemických reakcí je neutralizují.

Polymerní matrice je umístěna v plastovém obalu, umožňující snadnou aplikaci pomocí jednoduchého zavěšení do prostoru nebo položení na rovnou plochu.

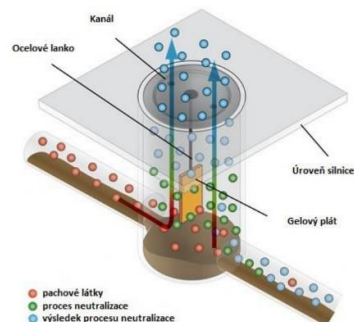
Produkt **Gelactiv CS** se nejčastěji aplikuje do rozvodných skříní, které jsou umístěny v korozivním prostředí se zvýšenou vlhkostí jako např.: v prostorech ČOV, přečerpávacích stanic, kalových zahušťovačů apod. **Aplikuje se 1 gelový plát na 1 rozvodnou skříň. Účinnost cca 6 měsíců.**

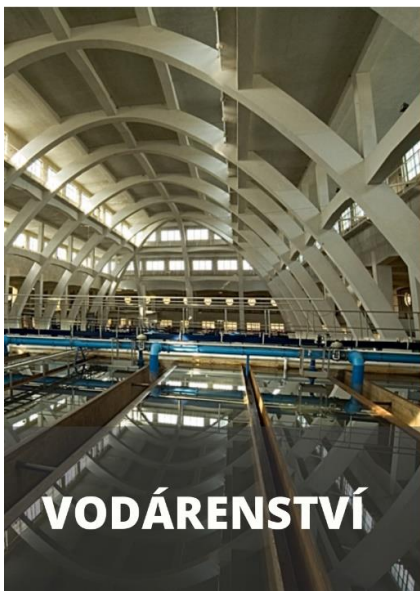


Neutralizace zápachu z kanalizačních šachet, ČOV, přečerpávacích stanic, jímek apod.

Gelactiv SHK je gelový produkt, tvořených polymerní matricí s aktivními látkami, které jsou určeny k neutralizaci sulfanu, amoniaku a dalších látek, vznikajících zejména v **kanalizačních systémech, jímkách, nádržích, ČOV** apod.

Pláty jsou zpevněny kovovou mřížkou a opatřeny okem pro snadné zavěšení do prostoru se zápachem. **Účinnost 4 – 6 měsíců** dle klimatických podmínek.





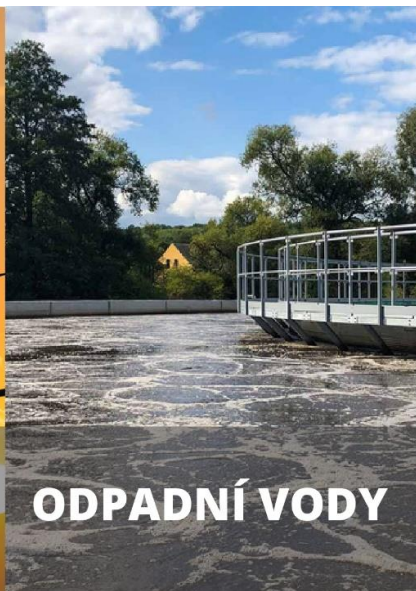
VODÁRENSTVÍ

- jímání, úprava, doprava, distribuce vody
- generely zásobování vodou
- optimalizace systémů



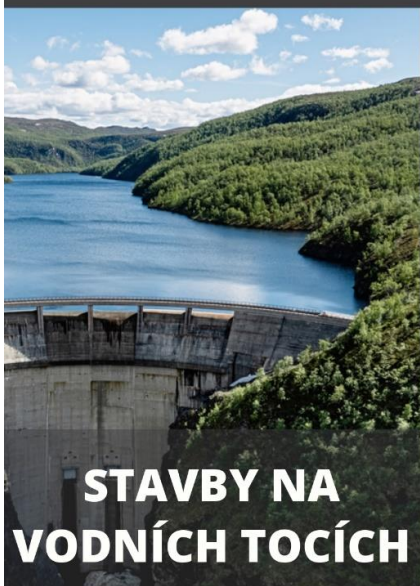
UDRŽITELNÁ ENERGETIKA

- obnovitelné zdroje energie
- trvale udržitelný rozvoj
- energetický management
- hydroenergetika



ODPADNÍ VODY

- čištění odpadních vod
- kanalizace
- nakládání s kaly
- hospodaření s dešťovými vodami



STAVBY NA VODNÍCH TOCÍCH

- přehrady a hráze
- jezy
- krajinné inženýrství
- stavby pro vodní cesty
- protipovodňová ochrana



DIGITALIZACE

- BIM a digitalizace stavebnictví
- technická normalizace
- CDE a datová integrace
- hydroinformatika



ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

- ochrana životního prostředí
- posuzování vlivů na životní prostředí
- rekultivace
- revitalizace toků a ekosystémů
- nakládání s odpady

Projektové, konzultační
a inženýrské služby

SWECO 

PROGRAM KONFERENCIE KALY A ODPADY 2024

Štvrtok 21.3.2024

8,30-10,00 Prezencia

Koncepcné otázky kalového a odpadového hospodárstva

10,00-12,00

Predsedaajúci: Prof. Jeníček, Prof. Hutňan

1. **Studie energetické soběstačnosti ČOV.** K. Hartig, P. Kuba, V. Habr, SWECO, a.s., Praha.
2. **Biologické odstraňování sulfanu z bioplynu jako alternativa k abiotickým procesům.** D. Pokorná, M. Siglová¹, J. Zábranská, ÚTVP VŠCHT v Praze, ¹EPS biotechnology, s.r.o., Kunovice.
3. **Vnos farmak a antibioticky rezistentních organismů v čistírenských kalech na zemědělskou půdu.** J. Bartáček, ÚTVP VŠCHT v Praze.
4. **Energetické porovnání „Termofilní anaerobní stabilizace (TAD)“ a „Teplotně fázované anaerobní stabilizace (TPAD)“.** K. Hartig, SWECO, a.s., Praha.

12,00-14,00 Obed

Špecifické problémy a procesy spracovania kalov a odpadov I.

14,00-15,20

Predsedaajúci: Prof. Bartáček, Ing. Kozáková

5. **Prevádzkové skúsenosti s aeróbnou stabilizáciou kalu.** S. Sedláček¹, M. Tabiš², P. Kubalík³, ¹FERRMONT, a.s., Bratislava, ²StVPS, a.s. Banská Bystrica, ³SEVAK, a.s., Žilina.
6. **Bioaugmentácia kalu v ANSK na ČOV Kežmarok.** J. Ujhelyi, NCH Slovakia, s.r.o., Bratislava.
7. **Optimalizované kalové hospodárství na ČOV Hodonín.** R. Bábíček, VaK, a.s., Hodonín.
8. **Monitorovanie odpadovej vody z fekálnych vozidiel.** M. Ružička, ECM ECO Monitoring, a.s., Bratislava.

15,20-15,40 Prestávka

Špecifické problémy a procesy spracovania kalov a odpadov II.

15,40-16,40

Predsedajúci: Ing Hartig, Doc. Pokorná

9. **Rekonstrukce kalového hospodářství ČOV Brno – Modřice.** P. Kuba, K. Hartig, SWECO, a.s., Praha.
10. **Pásová sušárna BT12 na ČOV Šumperk.** T. Loucký, S. Ház¹, L. Houdková¹, HUBER CS, s.r.o., Brno, ¹KUNST, s.r.o., Hranice.
11. **Zkušenosti s pyrolýzou a sušením kalu v ČR.** J. Fuka, P. Hellmich, HST Hydrosystémy, s.r.o., Teplice.

16,40-17,20

Prezentácie posterov autormi v 5 min. vystúpeniach, diskusia pri posteroch.

19,30 Diskusný večer

Piatok 22.3.2024

Výskum spracovania kalov a odpadov I.

9,00-10,20

Predsedajúci: Ing Chávez Fuentes, Ing. Švehla

12. **Nové přístupy k zahušťování kalů: Výsledky pilotního testování v mlékárenském průmyslu.** J. Pavlík, ASIO TECH, s.r.o., Brno.
13. **Termická hydrolýza termofilního anaerobně stabilizovaného kalu.** P. Jeníček¹, A. Mágrová¹, J.B. Moses¹, J. Rosický², J. Havlík^{1,3}, L. Paclík³, M. Srb³, P. Sýkora³, J. Bartáček¹, ¹ÚTVP VŠCHT v Praze, ²PVS, a.s., Praha, ³PVK, a.s., Praha.
14. **Skúmanie správanja sa liečiv počas pyrolýzy kalu.** D. Varjúová, A. Ház¹, F. Takács, I. Bodík, OEI a ¹ODCP FCHPT STU, Bratislava.
15. **Biologická methanizace CO₂ v přítomnosti externího vodíku metodou in-situ a ex-situ – poloprovozní zkušenosti.** Z. Varga¹, D. Andreides, J. Zábranská, P. Beneš*, D. Pokorná, ÚTVP VŠCHT v Praze, ¹EPS biotechnology, s.r.o., Kunovice.

10,20-10,40 Prestávka

Výskum spracovania kalov a odpadov II.

10,40-11,40

Predsedajúci: Prof. Bodík, Prof. Hutňan,

- 16. Teplotně fázovaná anaerobní stabilizace hydrolyzovaného přebytečného kalu.**
A. Mágrová, P. Jeníček, ÚTVP VŠCHT v Praze.
- 17. Optimalizace procesu mikroaerace s použitím nástrojů matematického modelování.** M. Andreides, J. Bartáček, ÚTVP VŠCHT v Praze.
- 18. Efekt predúpravy lignocelulózovej biomasy digestátom pri dlhodobej prevádzke reaktorov.** B. Jankovičová, M. Sammarah, M. Hutňan, OEI FCHPT STU, Bratislava.

12,00 Ukončenie konferencie, obed

Postery

- 1. Nakladanie s kalmi z komunálnych ČOV v SR.** K. Kozáková, VÚVH, Bratislava
- 2. Zpracování fugátu za účelem racionalizace jeho využití – dosud získané poznatky a plánované směry dalšího výzkumu.** P. Švehla, P. Míchal, P. Tlustoš, KAVR FAPPZ ČZU v Praze.
- 3. Kinetické testy anaeróbného rozkladu kukuričnej slamy po predúprave fermentačným zvyškom.** M. Sammarah, B. Jankovičová, M. Hutňan., OEI FCHPT STU, Bratislava.
- 4. Anaerobní kofermentace čistírenských kalů a potravinářského odpadu.** D. Stránský, P. Jeníček, ÚTVP VŠCHT v Praze.
- 5. Odstraňování per- a polyfluorovaných látek při pyrolýze čistírenských kalů.** M. Hušek^{1,2}, J. Semerád³, J. Moško^{1,2}, T. Cajthaml^{3,4}, M. Pohořelý^{1,2}, ¹ÚE VŠCHT v Praze, ²ÚCHP a ³MÚ AV ČR, Praha, ⁴ÚŽP, PriF UK, Praha.
- 6. Fyzikálně-chemické vlastnosti čistírenských kalů ze sušáren provozovaných na čistírnách odpadních vod v ČR.** J. Moško^{1,2}, J. Farták², M. Hušek^{1,2}, M. Pohořelý^{1,2}, ¹ÚCHP AV ČR, Praha, ²ÚE VŠCHT v Praze.

Postery budú prezentované autormi v 5 min. vystúpeniach vo štvrtok, 21.3.2024 po ukončení prednášok.

Postery budú inštalované v predsáli konferenčnej miestnosti počas celého priebehu konferencie.

Vydal:

© Asociácia čistiarenských expertov Slovenskej republiky, 2024

Editori:

prof. Ing. Igor Bodík, PhD.
Ing. Dóra Varjúová
prof. Ing. Miroslav Hutňan, PhD.

Programový výbor a recenzenti:

prof. Ing. Miroslav Hutňan, PhD. (OEI FCHPT STU, Bratislava)
prof. Ing. Pavel Jeníček, PhD. (VŠCHT, Praha)
Ing. Marián Bilanin, PhD. (StVPS, a.s. Veolia Voda, Banská Bystrica)
doc. Ing. Dana Pokorná, PhD. (VŠCHT, Praha)
prof. Ing. Miloslav Drtil, PhD. (OEI FCHPT STU, Bratislava)
Ing. Juan José Chávez Fuentes, PhD. (Volkswagen Slovakia, a.s., Bratislava)
Ing. Zuzana Imreová, PhD. (OEI FCHPT STU, Bratislava)
Ing. Katarína Kozáková (VÚVH, Bratislava)

Texty uverejnené v tomto materiáli neboli po jazykovej stránke upravované.

OBSAH

PREDSLOV	7
KONCEPČNÉ OTÁZKY KALOVÉHO A ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA.....	8
K. Hartig, P. Kuba, V. Habr: Studie energetické soběstačnosti ČOV.....	9
D. Pokorná, M. Siglová, J. Zábranská: Biologické odstraňování sulfanu z bioplynu jako alternativa k abiotickým procesům	10
J. Bartáček: Vnos farmak a antibioticky rezistentních organismů11 v čistírenských kalesch na zemědělskou půdu	11
K. Hartig: Energetické porovnání „termofilní anaerobní stabilizace (TAD)“ a „teplotně fázované anaerobní stabilizace (TPAD)“	12
ŠPECIFICKÉ PROBLÉMY A PROCESY SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV I.	13
S. Sedláček, M. Tabiš, P. Kubalík: Prevádzkové skúsenosti s aeróbnou stabilizáciou kalu.....	14
J. Ujhelyi: Bioaugmentácia kalu v ANSK na ČOV Kežmarok.....	15
R. Bábíček: Optimalizované kalové hospodárství na ČOV Hodonín	16
M. Ružička: Monitorovanie odpadovej vody z fekálnych vozidiel	17
ŠPECIFICKÉ PROBLÉMY A PROCESY SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV II.....	18
P. Kuba, K Hartig: Rekonstrukce kalového hospodářství ČOV Brno – Modřice	19
T. Loucký, S. Ház, L. Houdková: Pásová sušárna BT12 na ČOV Šumperk.....	20
J. Fuka, P. Hellmich: Zkušenosti s pyrolýzou a sušením v ČR.....	21
VÝSKUM SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV I.	22
J. Pavlík: Nové přístupy k zahušťování kalů: výsledky pilotního testování v mlékárenském průmyslu.....	23

P. Jeníček, A. Mágrová, J.B. Moses, J. Rosický, J. Havlík, L. Paclík, M. Srb, P. Sýkora, J. Bartáček: Termická hydrolýza termofilního anaerobně stabilizovaného kalu.....	24
D. Varjúová, A. Ház, F. Takács, I. Bodík: Skúmanie správania sa liečiv počas pyrolýzy kalu.....	26
Z. Varga, D. Andreides, J. Zábranská, P. Beneš, D. Pokorná: Biologická methanizace CO₂ v přítomnosti externího vodíku metodou in-situ a ex-situ - poloprovozní zkušenosti	27
VÝSKUM SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV II.....	29
A. Mágrová, P. Jeníček: Teplotně fázovaná anaerobní stabilizace hydrolyzovaného přebytečného kalu	30
M. Andreides, J. Bartáček: Optimalizace procesu mikroaerace s použitím nástrojů matematického modelování.....	32
B. Jankovičová, M. Sammarah, M. Hutňan: Efekt předúpravy lignocelulózovej biomasy digestátom pri dlhodobej prevádzke reaktorov.....	33
POSTERY	34
K. Kozáková: Nakladanie s kalmi z komunálnych ČOV.....	35
P. Švehla, P. Michal, P. Tlustoš: Zpracování fugátu za účelem racionalizace jeho využití – dosud získané poznatky a plánované směry dalšího výzkumu	36
M. Sammarah, B. Jankovičová, M. Hutňan: Kinetické testy anaeróbného rozkladu kukuričnej slamy po predúprave fermentačným zvyškom	37
D. Stránský, P. Jeníček: Anaerobní kofermentace čistírenských kalů a potravinářského odpadu	39
M. Hušek, J. Semerád, J. Moško, T. Cajthaml, M. Pohořelý: Odstraňování per- a polyfluorovaných látek při pyrolýze čistírenských kalů	40
J. Moško, J. Farták, M. Hušek, M. Pohořelý: Fyzikálně-chemické vlastnosti čistírenských kalů ze sušáren provozovaných na čistírnách odpadních vod v ČR.....	42
POZNÁMKY	44

PREDSLOV

Vážené kolegyně, vážení kolegovia,

sme veľmi radi, že sa nám podarilo zorganizovať po ôsmich rokoch konferenciu Kaly a odpady opäť na Slovensku – v poradí už 31. československú edíciu. Napriek tomu, že v oblasti kalov a odpadov sa chystajú podstatné zmeny v legislatíve, ktoré určite výrazne ovplyvnia spôsoby nakladania s kalmi a odpadmi, program našej konferencie sa nám napíňal pomerne pomaly. Dá sa to vysvetliť napríklad tým, že zmeny v legislatíve sa chystajú, avšak ešte stále nie sú v takom stave, aby sa o nich a o ich vplyve na nakladanie s kalmi a odpadmi dalo informovať. Ďalším z možných vysvetlení je fakt, že konferencii a seminárom v našej oblasti je dosť a autori nechcú vystúpiť s rovnakým alebo podobným príspevkom, s ktorým vystúpili na inom podujatí. Naša konferencia sa koná v roku, v ktorom si AČE SR pripomína 25. výročie svojho vzniku. Pripomenieme si ho aj počas tejto konferencie a na spoločenskom večere, ktorý finančne podporila aj AČE SR.

Očakávané zmeny v nakladaní s čistiarenskými kalmi sa týkajú ich aplikácie na pôdu, či už priamej alebo formou kompostu, pri výrobe ktorého bol jedným zo substrátov čistiarenský kal. Jeden z dôvodov, prečo táto aplikácia môže byť obmedzená, je výskyt mikropolutantov z odpadových vôd. Druhý dôvod je požiadavka na energetickú neutralitu ČOV na národnej úrovni, ktorá vyplýva z pripravenej revízie smernice Urban Wastewater Directive. V kaloch aj po stabilizácii je ešte stále veľký podiel organických látok, ktoré vieme energeticky zhodnotiť a zvýšiť tak energetickú neutralitu. Otvárajú sa tu nové možnosti jednak pre získanie tejto energie, resp. pre zvýšenie množstva kalov do kalovej linky ČOV. Ako vyplýva z príspevku Ing. Kozáckovej v tomto zborníku, súčasný stav nakladania s čistiarenskými kalmi u nás aj v EÚ vykazuje veľký podiel kompostovania kalu resp. jeho použitia na poľnohospodársku pôdu. Zásoby kalu pre prípadné termické procesy spracovania a zhodnotenia kalov, napr. spálením alebo pyrolýzou, sú k dispozícii. Tieto technológie vyžadujú okrem iného čo najvyššiu sušinu kalu, takže je potrebné uvažovať aj s technológiami sušenia kalu ako súčasťou kalovej linky (v tomto prípade nielen kvôli prípadnému termickému spracovaniu kalov, ale aj kvôli dopravným nákladom pri ďalšom nakladaní s kalmi a pri využití nadbytočného tepla na ČOV).

Novinky v nakladaní s čistiarenskými kalmi je možné očakávať aj pri znovuzískavaní fosforu. Priamo zo stabilizovaného kalu, z popola po jeho spálení alebo z pyrolýzneho uhlíka po pyrolýze kalu.

Čo sa týka nakladania s odpadmi, určite jednou z najväčších výziev v odpadovom hospodárstve je potreba predúpravy odpadu pred jeho uložením na skládku. Touto predúpravou má byť jeho spracovanie na MBÚ – mechanicko-biologickej úpravnej odpadov. Jej hlavnými výstupnými prúdmi sú ťažká frakcia s vysokým podielom biologicky rozložiteľného odpadu, TAP – tuhé alternatívne palivo s obsahom spáliteľných zložiek (plasty, papier, drevo, textil) a zvyšok, ktorý môže ísť na skládku. Ťažká frakcia môže ísť do kompostu a TAP do zariadení na spoluspaľovanie odpadov, ktorými sú u nás cementárske pece. Na prvý pohľad je to dobrý zámer, keďže tieto cementárske pece spálili v minulom roku viac ako 450 000 ton TAP. Smutné však je, že to bolo TAP zo zahraničia, hlavne z Nemecka, Talianska a Rakúska. Aj keby sa podarilo MŽP nariadiť cementárňam – súkromným firmám, spaľovanie nášho TAP, zvyšovanie jeho podielu pri spoluspaľovaní v cementárňach je otázne. Svedčí o tom príklad, kedy na jeseň minulého roka žiadala cementáreň v Turni nad Bodvou navýšenie množstva spaľovaného TAP a verejná mienka tomu zabránila. Takýto priebeh je možné očakávať aj pri realizácii spaľovni aj pyrolýzy čistiarenských kalov.

Ďalšou veľkou výzvou je zber a spracovanie komunálneho biologicky rozložiteľného odpadu. V SR máme viac ako 100 bioplynových staníc, z ktorých sú len tri prispôbené na predúpravu biologicky rozložiteľných odpadov – drvenie, separácia, hygienizácia... Cena tejto technológie je porovnateľná s cenou bioplynových staníc. Najmä kvôli tomu faktú sa nedarí vo väčšej miere presmerovať kuchynský a ďalší biologicky rozložiteľný odpad na bioplynové stanice, aj keď jeho zber prebieha prakticky od začiatku minulého roka. Som presvedčený, že v blízkej budúcnosti budú o týchto témach viac pojednávať aj príspevky na našich konferenciách.

Viacere z uvedených tém ponúka aj program konferencie Kaly a odpady 2024. Napriek jeho pomalému napĺňaniu môžeme konštatovať v mene celého Organizačného a Programového výboru, že sa nám podarilo pripraviť zaujímavý program a účasť na našej konferencii Vám poskytne nielen skvelý odborný, ale aj spoločenský zážitok.

S pozdravom

Miroslav Hutňan

The background of the page is an aerial photograph of a large, irregularly shaped body of water, likely a lake or a wetland. The water is a deep blue color, and there are several smaller, lighter blue areas scattered throughout, possibly representing smaller ponds or marshes. The overall texture is somewhat grainy, typical of an aerial photograph. The title is centered in the middle of the page.

**KONCEPČNÉ OTÁZKY KALOVÉHO
A ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA**

STUDIE ENERGETICKÉ SOBĚSTAČNOSTI ČOV

Karel Hartig¹, Petr Kuba¹, Vladimír Habr²

¹Sweco a.s., Táborská 31, 140 43 Praha

²BVK a.s. Pisárecká 555/1a, Pisárky, 603 00 Brno

Čistírny odpadních vod pro svoji funkci vyžadují větší množství energie. S ohledem na vzrůst jejich cen a připravovanou legislativu EU je kladen důraz na snížení spotřeby a současně na zvýšení produkce energií. Cílem je zvýšení energetické soběstačnosti ČOV. V důsledku tohoto trendu se budou prosazovat energeticky méně náročné stroje a procesy čištění odpadních vod a stabilizace a zpracování kalů. Cesta k zvýšení energetické soběstačnosti vede nejen přes úspory energií, ale důležitým aspektem je i produkce energií. Do popředí našeho zájmu se dostává použití fotovoltaických panelů k výrobě elektrické energie, tepelná čerpadla k výrobě tepelné energie, rekuperace tepla z vyhnílého kalu, využití kinetické energie vody apod. Použití těchto technologií závisí na lokálních poměrech, jako je umístění ČOV, velikost plochy ČOV, výškovém spádu apod. V přednášce budou diskutovány okrajové podmínky použití zvolených technologií s cílem zajistit co možná nejefektivnější využití energie obsažené v přiváděné odpadní vodě.

BIOLOGICKÉ ODSTRAŇOVÁNÍ SULFANU Z BIOPLYNU JAKO ALTERNATIVA K ABIOTICKÝM PROCESŮM

Dana Pokorná, Martina Siglová, Jana Zábranská*

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
*EPS biotechnology, s.r.o. V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice

Klíčová slova: bioplyn, sulfan, biologické odsiřování, poloprovoz

Bioplyn může v případě anaerobního zpracování některých zemědělských a průmyslových odpadů a odpadních vod obsahovat významné množství sulfanu. Ten do bioplynu přechází z přítomných siřných sloučenin, které jsou v anaerobním prostředí redukovány činností sulfát-redukujících bakterií (SRB) na sulfidickou síru. Koncentrace sulfanu v bioplynu pak může dosahovat velmi významných hodnot, což způsobuje nejen vážné senzorické a toxické problémy, ale působí korozivně i na betonové a ocelové konstrukce a významně zkracuje životnost kogeneračních jednotek. To je důvod, proč je nutno sulfan z bioplynu odstranit před jeho energetickým využitím. Způsobů odstranění sulfidů z kapalné fáze, případně přímo sulfanu z bioplynu, je celá řada. Vedle zavedených chemických a fyzikálně-chemických patří biologické metody mezi nejrozšířenější pro své nízké investiční a provozní náklady. Proces biologického odsiřování bioplynu je založen na činnosti sulfid oxidujících bakterií (SOB) a může být provozován v jednostupňovém nebo dvoustupňovém technologickém uspořádání a se suspenzní nebo imobilizovanou kulturou. Výhodou dvoustupňového uspořádání – pračka bioplynu a externí bioreaktor - je možnost řídit zvláště každý z procesů, z nichž každý vyžaduje odlišné provozní podmínky, zejména teplotu. Je možné také snáze regulovat průtočné rychlosti bioplynu a vyrovnávat kolísání koncentrace sulfidů v produkovaném bioplynu.

Příspěvek je zaměřen na proces vývoje externího dvoustupňového zařízení a procesní parametry poloprovozní pračky plynu a bioreaktoru.

VNOS FARMAK A ANTIBIOTICKY REZISTENTNÍCH ORGANISMŮ V ČISTÍRENSKÝCH KALECH NA ZEMĚDĚLSKOU PŮDU

Jan Bartáček

Ústav technologie vody a prostředí, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Technická 5, 116 28 Praha 6, Česko

Key words: kaly, aplikace na půdu, anaerobní fermentace, mikropolutanty, antibiotická rezistence

Tento příspěvek je zaměřený na význam vnosu vybraných „nových“ polutantů, zejména antibiotik a antibioticky rezistentních organismů, na zemědělskou půdu cestou aplikace čistírenských kalů. Zvláštní pozornost bude věnována porovnání s dalšími materiály aplikovanými v zemědělství, zvláště se statkovými hnojivy. Prezentovaná data budou představovat kombinaci vlastních experimentálních výsledků a literárních dat a hlavním cílem je nabídnout kontext pro debatu o vhodnosti aplikace čistírenských kalů na zemědělskou půdu.

ENERGETICKÉ POROVNÁNÍ „TERMOFILNÍ ANAEROBNÍ STABILIZACE (TAD)“ A „TEPLOTNĚ FÁZOVANÉ ANAEROBNÍ STABILIZACE (TPAD)“

Karel Hartig

Sweco a.s., Táborská 31, 140 43 Praha

Energetická bilance ČOV je důležitým faktorem provozu ČOV. Anaerobní stabilizace kalů je hlavním spotřebičem tepelné energie na ČOV. Spotřebu tepelné energie vyhřívacích nádrží ovlivňuje rozdíl teplot surového kalu a pracovní teploty vyhřívacích nádrží, dále ztráty tepla do okolí z vyhřívacích nádrží, a to včetně trubních propojení a v neposlední řadě i velikost rekuperace a tím i využití tepla vyhřívacího kalu. Při zpětném využití tepla kalů jsme vázáni technologickými podmínkami procesu a možnostmi výměníků. V přednášce budou porovnány možnosti a technická omezení využití tepla pomocí výměníků pro procesy termofilní anaerobní stabilizace a teplotně fázované anaerobní stabilizace. Porovnání bude provedeno pro letní a zimní provoz.



**ŠPECIFICKÉ PROBLÉMY A PROCESY
SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV I.**

PREVÁDZKOVÉ SKÚSENOSTI S AERÓBNOU STABILIZÁCIOU KALU

Stanislav Sedláček, Matúš Tabiš**, Peter Kubalík****

*FERRMONT a.s., Pestovateľská 8, Bratislava;

** Stredoslovenská vodárenská prevádzková spoločnosť, a.s, Partizánska cesta 5,
Banská Bystrica;

*** Severoslovenské vodárne a kanalizácie, a. s., Bôrická cesta 1960, Žilina

Key words: Aeróbná stabilizácia kalu, účinnosť stabilizácie, potreba vzduchu, využitie kyslíka

Príspevok bude zameraný na prevádzkové skúsenosti s aeróbnou stabilizáciou kalu na ČOV Handlová, Veľký Krtíš a Krásno nad Kysucou a to najmä na porovnanie reálnej účinnosti stabilizácie kalu s teoretickou účinnosťou. Ďalej bude príspevok pojednávať o vplyve teploty kalu, výšky kalu v nádrži a zložení kalu na stanovenie množstva vzduchu potrebného na odstránenie organického podielu kalu, na stanovenie využitia kyslíka a na stanovenie koeficientu alfa. Na záver bude spracované porovnanie vybraných nameraných a vypočítaných parametrov s parametrami uvažovanými pri navrhovaní aeróbnej stabilizácie kalu.

BIOAUGMENTÁCIA KALU V ANSK NA ČOV KEŽMAROK

Jozef Ujhelyi

NCH Slovakia, sro, Drieňová 34, 82102 Bratislava

Key words: bioaugmentácia; Bioamp; Freeflow Extreme

Štúdia sa zaoberá sledovaním efektivity vyhnívania kalu v ANSK na COV Kežmarok. V období od 1.1.2018-31.12.2022 boli sledované technologické parametre (celkom 12 parametrov) pri vyhnívaní zmesi surového mliekarenského kalu z mliekárne TAMI as a zahusteného prebytočného kalu z COV v kalovom hospodárstve na ČOV Kežmarok.,v jednoreaktorovom prevedení..

V období od 25.7.2019 -1.2.2022 bola vstupná zmes surového a zahusteného prebytočného kalu augmentovaná zmesou baktérií, pripravených zo substrátu FREEFLOW EXTREME v biotechnologickom zariadení BIOAMP, s 2 rôznymi koncentraciami augmentačného činidla s následným vyhodnotením efektivity vyhnívania. Zároveň bol sledovaný vplyv zloženia kalovej zmesi augmentovanej (počas 25.7.2019-1.2.2022) na proces vyhnívania a porovnanie s obdobím pred augmentáciou (od 1.1.2018-25.7.2019) a po augmentácii (od 1.2.2022-31.12.2022).

Počas celého času trvania štúdie bol zaznamenávaný vplyv zloženia krmnej dávky na plynotvorbu augmentovanej aj neaugmentovanej zmesi.

Zároveň bola počas celého času trvania štúdie sledovaná sušina kalu po odvodnení, s cieľom overiť vplyv bioaugmentácie na proces odvodnenia anaeróbne stabilizovaného kalu.

Záver-vhodne nastavená bioaugmentácia môže vplývať pozitívne na celý proces vyhnívania a odvodnenie anaeróbne stabilizovaného kalu, čo môže priniesť nemalé úspory nákladov spojených s odvozom a likvidáciou vyhnitého kalu príp. významné zvýšenie tvorby bioplynu pre kogeneráciu, čo pri odpočítaní nákladov na bioaugmentáciu robí celý projekt vysoko ziskovým.

OPTIMALIZOVANÉ KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ NA ČOV HODONÍN

Bábíček Richard

Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s., Purkyňova 2933/2, 695 11 Hodonín

Key words: kalové hospodářství, optimalizace, bioplyn, energetická soběstačnost

Dobře fungující, optimalizované kalové hospodářství se do budoucna jeví jako velmi dobrý pomocník ve snaze dosáhnout plné energetické soběstačnosti na čistírnách odpadních vod nad 10 000 EO. Asi všichni tuší, že to sebou ponese nemalé investiční náklady. Než se k těmto vysokým investicím provozovatel přistoupí, měl by mít jistotu, že je jeho kalové hospodářství optimalizované.

Příspěvek prezentuje výsledky dlouholeté optimalizace kalového hospodářství na ČOV Hodonín. Na této čistírně odpadních vod se podařilo skoro ztrojnásobit vývin bioplynu a to i v době výrazného poklesu reálného zatížení čistírny. Postupnou optimalizací a následnými investicemi se podařilo dosáhnout 62 % energetické soběstačnosti.

Výsledky této optimalizace jsou v příspěvku uváděny v reálných provozních hodnotách. Tyto hodnoty se mohou, čistírnu od čistírny měnit, ale příspěvek může sloužit jako základní inspirace pro provozovatele, kteří stojí na počátku procesu optimalizace. Může být pro provozovatele jakýmsi základním návodem jak s optimalizací začít.

MONITOROVANIE ODPADOVEJ VODY Z FEKÁLNYCH VOZIDIEL

Michal Ružička

ECM ECO Monitoring, a.s., Nevädzová 5, 821 01 Bratislava

Kľúčové slová: analýza odpadových vôd, fekálne vozidlá, ČOV

Opadová voda vypúšťaná z fekálnych vozidiel do ČOV má spĺňať zmluvné koncentračné limity.

Kompaktný systém automaticky monitoruje CHSK a ďalšie parametre vzorky vypúšťanej vody a pri prekročení limitnej hodnoty odoberie vzorku pre následnú analýzu v akreditovanom laboratóriu. On-line komunikácia s riadiacim systémom ČOV zabezpečuje identifikáciu vozidla a informuje obsluhu.



**ŠPECIFICKÉ PROBLÉMY A PROCESY
SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV II.**

REKONSTRUKCE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV BRNO – MODŘICE

Petr Kuba, Karel Hartig

Sweco a.s., Táborská 31, 140 43 Praha

Technologický návrh kalového hospodářství ČOV Brno – Modřice řeší rekonstrukci a dostavbu kalového hospodářství při posouzení vzájemných vazeb jednotlivých technologických celků, optimalizaci nakládání s energiemi při využití mezofilního vyhnívání a sušení kalu, provozní spolehlivost procesu při optimalizaci nákladů na provoz a současně řeší dodržení legislativních požadavků v oblasti kalového hospodářství (likvidace kalů po roce 2019). Navržená opatření v rámci kalového hospodářství odpovídají stávající kapacitě ČOV, s výhledem do roku 2035. Součástí technického řešení je zpracována dokumentace pomocí kompletních 3D modelů (BIM) pro technologickou, stavební a architektonickou část projektu.

PÁSOVÁ SUŠÁRNA BT12 NA ČOV ŠUMPERK

Tomáš Loucký¹, Lucie Houdková², Stanislav Ház², Jiří Musil¹

¹ HUBER CS spol. s r.o., Cihlářská 19, 602 00 Brno

² KUNST, spol. s r. o., Palackého 1906, 753 01 Hranice

Instalace a provoz technologie nízkoteplotního sušení odvodněných kalů a předřazené linky odvodnění kalu. Sušení kalů zabezpečuje pásová sušárna HUBER BT12, odvodnění pak dvojice šnekových lisů HUBER Q-PRESS® 440.2. Zařízení je navrženo pro zpracování jak místního kalu z ČOV Šumperk, tak i dováženého odvodněného kalu z blízkých provozoven.

Presentation of the project of the implementation and operation of a low-temperature sludge drying plant HUBER BT12 in the area of the Šumperk WWTP for processing of local and imported dewatered sludge. The new sludge dewatering line at the Šumperk WWTP is made by two screw presses HUBER Q-PRESS® 440.2.

ZKUŠENOSTI S PYROLÝZOU A SUŠENÍM V ČR

Jaroslav Fuka, Petr Hellmich

HST Hydrosystémy, na Bramši 3374, 415 01 Teplice, Česká republika

Klíčová slova: Pyrolýza, sušení, biochar

Příspěvek popisuje zkušenosti z provozu kalové koncovky na ČOV Trutnov Bohuslavice, která je v trvalém provozu od října 2021. Pro hygienizaci kalu je použita technologie nízkoteplotního sušení odvodněného kalu a následná středněteplotní pyrolýza v zařízení PYREG. Součástí příspěvku je popis přípravy projektu, legislativy a popis provozování včetně základních bilancí. Dále je popsána příprava dalšího projektu sušení a pyrolýzy na AČOV Tábor, kde probíhá výstavba. Příspěvek se dále věnuje i uplatnění produktu pyrolýzy, biocharu (karbocharu), z Trutnovské čistírny, který byl zaregistrován u ÚKZÚZ jako pomocná půdní látka a tedy byl vyjmut z režimu odpadu jako výrobek. Jsou zde popsány vlastnosti a způsoby uplatnění ve spolupráci s akademickou i komerční sférou v různých oblastech.



VÝSKUM SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV I.

NOVÉ PŘÍSTUPY K ZAHUŠŤOVÁNÍ KALŮ: VÝSLEDKY PILOTNÍHO TESTOVÁNÍ V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU

Jan Pavlík, Jakub Tobiáš

ASIO TECH, spol. s r.o., Kšišova 552/45, 619 00 Brno

Tato prezentace představuje jeden z přístupů k zahušťování kalů v mlékárenském průmyslu a prezentuje výsledky pilotního testování nového zařízení navrženého k efektivní manipulaci s kalem z čistírenských procesů nejen v mlékárenském průmyslu.

V průběhu prezentace budou diskutovány klíčové aspekty nového zařízení, včetně jeho konstrukce, technických parametrů a schopnosti efektivního zahušťování kalů. Zvláštní důraz bude kladen na výsledky pilotního testování, které poskytnou detailní pohled na účinnost zařízení v reálném provozu. Data z testování budou prezentována ve formě grafů a srovnání se současným postupem nakládání s kalem, což poskytne účastníkům konference ucelený obraz o výhodách a možnostech implementace této technologie v jejich podnikání.

Výsledky prezentace by měly poskytnout podněty pro další výzkum a implementaci inovativních řešení v oblasti zpracování odpadů v čistírenství odpadních vod a pomoci dosáhnout udržitelnějšího a efektivnějšího řízení odpadů v tomto odvětví.

TERMICKÁ HYDROLÝZA TERMOFILNÍHO ANAEROBNĚ STABILIZOVANÉHO KALU

*Pavel Jeníček¹, Anna Mágrová¹, John Budatala Moses¹, Jiří Rosický²,
Jan Havlík^{1,3}, Ladislav Paclík³, Martin Srb³, Petr Sýkora³, Jan Bartáček¹*

¹Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav technologie vody a prostředí, Praha
Technická 5, 166 28 Praha 6

²Pražská vodohospodářská společnost a.s., Praha 6

³Pražské vodovody a kanalizace a.s.

Keywords: Odvodnitelnost, specifická produkce bioplynu, termofilní anaerobní stabilizace, termická hydrolýza, specifická produkce bioplynu

Intenzifikace anaerobní stabilizace (AS) je jednou z možností, jak zlepšit energetickou účinnost čistírenských procesů. Termická hydrolýza (THP) je technologie, která je založena na vystavení kalu vysokým teplotám (160-170 °C) a tlakům (6-7 bar) díky nimž dochází k vysoce účinné dezintegraci a stabilizaci kalu. Toho je možné využít jednak při předúpravě kalu před vstupem do AS, ale také po AS jako post-treatment, před odvodněním kalu. Takto upravený kal, je jednak hygienizovaný, lépe odvodnitelný, ale především díky recirkulaci fugátu z odvodnění zpět do AS je možné využít nově uvolněných organických látek k produkci bioplynu (Barber, 2020). Tato možnost tak představuje možné řešení pro kalové koncovky, které již mají velmi efektivní AS s vysokou specifickou produkcí bioplynu a vysokou účinností odstranění organických látek, ale potřebují zlepšit hygienizaci kalu, odvodnitelnost, nebo chtějí redukovat geny antibiotické rezistence.

V jednorázových laboratorních testech byla testována biologická rozložitelnost fugátu termofilně anaerobně stabilizovaného kalu, který byl hydrolyzován na poloprovozním zařízení THP po dobu 30 min při 160 °C a 6 bar. Hydrolyzovaný anaerobně stabilizovaný kal byl po termické hydrolýze odvodněn za přidání flokulantu na mobilní odstředivce. Rozložitelnost fugátu byl pak testována v přítomnosti termofilního inokula. Pro správné vyhodnocení navýšení specifické produkce bioplynu byl použit bilanční výpočet veškerých organických látek (VL_{org}) vycházející ze stávající specifické produkce bioplynu (SSP). Analýza VL_{org} byla provedena dle standardních metod (APHA, 2005)

V jednorázových testech bylo dosaženo specifické produkce 0,18 L/g. VL_{org} , s vysokou kvalitou bioplynu, v průměru 77,24 % CH_4 . Po bilančním výpočtu došlo k navýšení produkce bioplynu o 9,5 %. Současně bylo dosaženo významného zlepšení odvodnitelnosti takto upraveného kalu o 4,5procentního bodu.

Ověření hygienizace a odstranění genů antibiotické rezistence není možné provést přímo, protože termofilní anaerobní stabilizace odstraňuje patogenní mikroorganismy a přispívá

k redukcii genů. Je ale na podkladě získaných výsledků z hydrolýzy směsného surového kalu možné říci, že THP redukuje výskyt indikátorových organismů pod mezi detekce, současně THP redukuje výskyt genů antibiotické rezistence o 1.5-2.5 logaritmických jednotek.

Reference:

APHA (2005). Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, Amer Public Health Assn, Washington, D.C.

Barber, W. (2020). Sludge thermal hydrolysis: Application and potential (First publish). IWA Publishing.

SKÚMANIE SPRÁVANIA SA LIEČIV POČAS PYROLÝZY KALU

Dóra Varjúová¹, Aleš Ház², Filip Takács¹, Igor Bodík¹

¹Oddelenie environmentálneho inžinierstva, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava,
Slovenská republika

²Oddelenie dreva, celulózy a papiera, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava,
Slovenská republika

dora.varjuova@stuba.sk

Kľúčové slová: antibiotiká; čistiarenský kal; rozklad; teplota; termogravimetria

Termické procesy, vrátane sušenia, pyrolýzy a spaľovania, sa považujú za sľubné metódy na nakladanie s čistiarenskými kalmi. Čistiarenské kaly však obsahujú rôznorodú škálu znečisťujúcich látok, ktoré sa do kalov dostali/nasorbovali v priebehu procesu čistenia odpadových vôd. Takými sú napríklad aj farmaceutické látky. Cieľom tejto štúdie bolo určiť stabilitu štyroch vybraných farmaceutických zlúčenín v čistiarenských kaloch pomocou termogravimetrickej analýzy. Táto analytická technika zahŕňa monitorovanie rozkladu látok pri zvyšovaní teploty, pričom súčasne analyzuje výsledné plynné produkty rozkladu. V laboratórnych podmienkach boli termogravimetrickej analýze podrobené antibiotiká azitromycín, ciprofloxacín, klindamycín a sulfametoxazol. Hmotnostné spektrá vznikajúcich produktov boli porovnané s elektronickými knižnicami a výsledné dáta boli ďalej spracované. Do úvahy boli brané len produkty, ktoré vykazovali minimálne 90 %-nú zhodu s údajmi z elektronických knižníc. Degradáciou liečiva sulfametoxazol v teplotnom rozsahu 220-260 °C vznikali štyri produkty, z ktorých tri preukázali možné riziko vplyvu na životné prostredie. Pri pyrolýze azitromycínu v teplotnom rozmedzí 240-270 °C vzniklo celkovo 14 zlúčenín. Z týchto produktov bolo osem identifikovaných ako rizikových. Ciprofloxacín sa pôsobením teplotného rozmedzia 300-330 °C rozkladal na 14 produktov. Je pozoruhodné, že z týchto zlúčenín má až 11 negatívny vplyv na životné prostredie. Pyrolýza liečiva klindamycín v teplotnom rozmedzí 170-220 °C viedla ku vzniku 13 produktov, z ktorých až 7 vykazovalo potenciálne riziko.

BIOLOGICKÁ METHANIZACE CO₂ V PŘÍTOMNOSTI EXTERNÍHO VODÍKU METODOU *IN-SITU* A *EX-SITU* - POLOPROVOZNÍ ZKUŠENOSTI

Zdeněk Varga*, Dominik Andreides, Jana Záborská, Petr Beneš*, Dana Pokorná

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
*EPS biotechnology, s.r.o. V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice

Klíčová slova: biomethan, hydrogenotrofní methanogeneze, externí vodík, ex-situ, in-situ

Výroba bioplynu je zavedený proces pro současnou výrobu energie a zpracování organických kalů a odpadů. Rostoucí zájem o využití bioplynu jako náhrady zemního plynu nebo jeho využívání jako palivo pro dopravní prostředky je stále větší a otevřel nové cesty ve vývoji technik pro zušlechťování bioplynu na biomethan.

Příspěvek zahrnuje přehled hlavních fyzikálně-chemických a chemických metod zušlechťování bioplynu s porovnáním s biologickou metodou využívající hydrogenotrofní methanogeny. Přídavek externího vodíku pro biologickou redukci CO₂ lze realizovat jeho přímým dávkováním do anaerobního fermentoru (*in-situ*) nebo do externího biofiltru osídleného hydrogenotrofními methanogeny (*ex-situ*). Na základě příznivých výsledků provozu laboratorních reaktorů byly oba procesy ověřovány v poloprovozním měřítku pro reálný bioplyn na ČOV v Hradci Králové. Klíčovým parametrem procesu biomethanizace se ukázalo zatížení bioreaktoru bioplynem a odpovídajícím množstvím vodíku.

V případě externího bioreaktoru, realizovaného jako zkrápěná náplňová kolona s biofilmovou kulturou, se jako optimální ukázalo zatížení H₂ 31,1 L/(L·d) a zatížení bioplynem 15,4 L/(L·d). Účinnost biokonverze H₂ dosáhla v ustáleném stavu 98,7 ± 1,0 % a CO₂ 94,0 ± 2,5 %. Zušlechtěný bioplyn obsahoval 90,1 % CH₄, 1,9 % CO₂, 2,0 % H₂, mimo inertní plyny z bioplynu (3 %) a vodní páru.

Simultánní fermentace organického substrátu a přídavku vodíku *in-situ* má určité limity objemového zatížení fermentoru vodíkem vzhledem k paralelnímu rozkladu substrátu za přítomnosti vodíku, který některé fáze rozkladu inhibuje. V poloprovozním fermentoru byly simulovány reálné podmínky anaerobního zpracování kalu na ČOV HK a dávkování vodíku bylo realizováno pomocí směrových trysek.

Konverze CO₂ a H₂ bez inhibice procesu anaerobní fermentace byla pozorována při zatížení systému vodíkem 1,44 L/(L·d). Účinnost biokonverze v ustáleném stavu byla 97,6 ± 2,5 % pro H₂ a zušlechtěný bioplyn měl následující složení: 72,1 % CH₄, 18,6 % CO₂, 5,5 % H₂.

Oba poloprovozní pokusy prokázaly schůdnost biokonverze CO₂ z bioplynu na CH₄ s přídatným vodíkem. Klíčový je ovšem zdroj elektřiny pro výrobu vodíku, aby výsledný CH₄ mohl být biomethanem.



VÝSKUM SPRACOVANIA KALOV A ODPADOV II.

TEPLOTNĚ FÁZOVANÁ ANAEROBNÍ STABILIZACE HYDROLYZOVANÉHO PŘEBYTEČNÉHO KALU

Anna Mágrová, Pavel Jeniček

Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav technologie vody a prostředí, Praha
Technická 5, 166 28 Praha 6

Keywords: Inhibice amoniakem, intenzifikace anaerobní stabilizace, termická hydrolyza, specifická produkce bioplynu

Termická hydrolyza (THP) je jednou z technologií, která prokázala schopnost zvyšovat anaerobní rozložitelnost organických látek čistírenských kalů v mezofilní anaerobní stabilizaci (Barber, 2020). THP je založena na vystavení kalu vysokým teplotám a tlakům díky těmto podmínkám a následnému prudkému uvolnění vysokého tlaku dochází k vysoce účinné dezintegraci a solubilizaci kalu. Termická hydrolyza byla jako metoda předúpravy kalu před vstupem do termofilní anaerobní stabilizace v minulých letech testována v pilotním provozu na ÚČOV Praha, kde v kontextu této čistírny neprokázala významné navýšení specifické produkce bioplynu (Jeniček a kol., 2023). Jedním z problémů byla nestabilita termofilní anaerobní stabilizace při rozkladu směsi primárního a hydrolyzovaného přebytečného kalu. Tento experiment se tento problém snaží překonat skrze vícestupňový proces teplotně fázované anaerobní stabilizace (TPAD), který má potenciál zajistit stabilitu procesu a jeho vysokou technologickou variabilitu (Lanko et al., 2021). TPAD je také známá svou vysokou adaptabilitou při krátké době zdržení a vyloučením negativních vlivů na metanogeny, jako jsou vysoké koncentrace amoniaku nebo nenasycených mastných kyselin (Ruffino et al., 2020). V tomto experimentu se zaměřujeme na kombinaci THP s TPAD při krátké době zdržení (10 dní) a porovnáváme její specifickou produkci bioplynu, rozklad organické hmoty a produkci bioplynu s jednostupňovou mezofilní anaerobní stabilizací.

Sestava TPAD se skládala ze dvou reaktorů, první termofilní reaktor (R1) byl provozován při 55 °C a HRT 2,3 dne, druhý mezofilní reaktor (R2) byl provozován při 40 °C a době zdržení 7,7 dne. Referenční mezofilní reaktor (R3) byl provozován při 40 °C s dobou zdržení 10 dní. Do reaktorů byla 3× denně přiváděna směs primárního a hydrolyzovaného přebytečného aktivovaného kalu. Všechny reaktory byly kontinuálně míchány, průběžně bylo sledováno pH, teplota a produkce bioplynu. Parametry, tj. veškeré a veškeré organické látky (VL , VL_{org}), nerozpuštěné a nerozpuštěné organické látky (RL , RL_{org}), rozpuštěné a celkové ChSK ($CHSK$, $CHSK_{RL}$), celkový amoniakální dusík, fosfáty a složení bioplynu byly měřeny podle standardních metod (Rice et al., 2017) v pravidelném intervalu.

Výsledky naznačují, že kombinace THP následovaná dvoustupňovou TPAD může zkrátit požadovanou dobu zdržení v anaerobní stabilizaci na 10 dní a zároveň zvýšit specifickou produkci bioplynu ve srovnání s jednostupňovou mezofilní anaerobní stabilizací (0,54 a

0,40 L/g $V_{L_{org}}$). Koncentrace amoniaku navíc nepřekročila inhibiční úroveň 1500 mg/l. Průměrná kvalita bioplynu v mezofilním reaktoru byla podobná jako v TPAD, zatímco mezi R1 a R2 TPAD byl významný rozdíl (64,6 % a 70,5 %). Lze tedy konstatovat, že v reaktorech TPAD ani mezofilní anaerobní stabilizaci nedocházelo k inhibici amoniakem a provoz TPAD se směsí hydrolyzovaného přebytečného aktivovaného kalu a primárního kalu se jeví jako stabilní a schopný překonat mezofilní anaerobní stabilizaci při extrémně krátké době zdržení 10 dní.

Reference:

- APHA (2005). Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, Amer Public Health Assn, Washington, D.C.
- Barber, W. (2020). Sludge thermal hydrolysis: Application and potential (First publish). IWA Publishing.
- Jeníček, P., Rosický, J., Mágrová, A., Havlík, J., Paclík, L., Srb, M., Sýkora, P. (2023). Intenzifikace termofilní anaerobní stabilizace kalů jejich termickou hydrolyzou. Sborník příspěvků 15. bienální konference CzWA 2023, Asociace pro vodu ČR z.s., Traťová 574/1, 61900 Brno, s. 436-443.
- Lanko, I., Hejnic, J., Říhová-Ambrožová, J., Ferrer, I., & Jenicek, P. (2021). Digested sludge quality in mesophilic, thermophilic and temperature-phased anaerobic digestion systems. *Water*, 13(20), 2839.
- Ruffino, B., Campo, G., Cerutti, A., Scibilia, G., Lorenzi, E., & Zanetti, M. (2020). Comparative analysis between a conventional and a temperature-phased anaerobic digestion system: Monitoring of the process, resources transformation and energy balance. *Energy Convers. Manag.*, 223, 113463.

OPTIMALIZACE PROCESU MIKROAERACE S POUŽITÍM NÁSTROJŮ MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ

Markéta Andreides, Jan Bartáček

Ústav technologie vody a prostředí, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Technická 5,
116 28 Praha 6, Česko

Keywords: Mikroaerace, bioplyn, sulfan, matematické modelování, anaerobní fermentace

Tento příspěvek shrnuje čtyřletý výzkum zaměřený na optimalizaci *in-situ* biologického odstraňování sulfanu z bioplynu v procesu mikroaerace. Hlavní důraz byl kladen na vliv přenosu hmoty, režimu míchání fermentoru a geometrie plynového prostoru na účinnost odstranění sulfanu. Pro tento výzkum byla použita kombinace dlouhodobých laboratorních experimentů a matematického modelování s použitím biokinetických modelů a CFD modelů (computed fluid dynamics).

Hlavními výstupy výzkumu jsou (1) identifikace nejdůležitějších procesů, které hrají roli při odstranění (plocha biofilmu, rychlost přenosu hmot, tj. desorpce bioplynu), (2) popsání vlivu intenzity míchání a možností optimalizace režimu míchání a (3) návrh možných úprav uspořádání bioplynového prostoru, které mohou zásadně vylepšit účinnost mikroaerace a zamezit negativním vlivům sirných depositů v technologii.

EFEKT PREDÚPRAVY LIGNOCELULÓZOVEJ BIOMASY DIGESTÁTOM PRI DLHODOBEJ PREVÁDZKE REAKTOROV

Barbora Jankovičová, Mikhael Sammarah, Miroslav Hutňan

Oddelenie environmentálneho inžinierstva, Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Kľúčové slová: bioplyn, kukuričný odpad, metán, predúprava

Lignocelulózová biomasa je charakteristická zložitou a pevnou štruktúrou, ktorá je anaeróbnymi mikroorganizmami ťažko rozložiteľná. Z tohto dôvodu je nutné lignocelulózové materiály predupraviť pred ich použitím ako substrátu na produkciu bioplynu v procese anaeróbného rozkladu. Správnym výberom metódy predúpravy je možné eliminovať bariéry spôsobujúcich odolnosť tejto biomasy voči degradácii a zvýšiť tým jej rozložiteľnosť. Na predúpravu lignocelulózového materiálu, konkrétne kukuričného odpadu, bola v tejto práci zvolená metóda namáčania v kvapalnej časti fermentačného zvyšku z bioplynových staníc, resp. v digestáte, pri laboratórnej teplote po dobu 1 dňa. Tento vedľajší produkt anaeróbného rozkladu obsahuje množstvo mikroorganizmov a enzýmov, ktoré by mohli byť potenciálne použité ako mikrobiálne látky na predúpravu lignocelulózovej biomasy a tým zvýšiť produkciu bioplynu pri spracovávaní takýchto substrátov. Pri preukázaní efektívnosti tejto metódy, by takéto spôsob predúpravy biomasy mohol predstavovať veľmi výhodnú alternatívu predúpravy z ekonomického ale aj z environmentálneho hľadiska. Na zhodnotenie vplyvu využitia tejto metódy bola sledovaná dlhodobá prevádzka laboratórneho modelu reaktora na anaeróbne spracovanie takto predupraveného kukuričného odpadu ako ko-substrátu k najbežnejšie používanému substrátu na bioplynových staniciach – kukuričnej siláži. Reaktor bol prevádzkovaný pri podmienkach približujúcich sa reálnym bioplynovým staniciam, teda pri objemovom zaťažení 1,5 kg SŽ/m³/d až 2 kg SŽ/m³/d a pri pomere dávkovanej kukuričnej siláže ku kukuričnému odpadu 1:1 a neskôr 1:2 (vzhľadom na SŽ). Dlhodobé sledovanie prevádzky reaktora spočívalo v sledovaní produkcie bioplynu, zloženia bioplynu a v sledovaní zmien v parametroch kalu a kalovej vody ako pH, celková sušina, strata žiháním, chemická spotreba kyslíka, koncentrácia amoniakálneho dusíka, fosforečnanového fosforu a nižších mastných kyselín. Výsledky sledovania prevádzky reaktora preukázali pozitívny vplyv takejto metódy na predúpravu kukuričného odpadu a vhodnosť využitia takto predupraveného kukuričného odpadu ako ko-substrátu ku kukuričnej siláži. Dosiagnuté hodnoty špecifickej produkcie bioplynu pri objemovom zaťažení reaktora 2 kg SŽ/m³/d, 447 ml/g SŽ pri pomere ko-substrátov 1:1 a 451 ml/g SŽ pri pomere ko-substrátov 1:2, preukazujú vhodnosť nahradenia značnej časti používanej kukuričnej siláže na bioplynových staniciach práve takto predupraveným kukuričným odpadom.

The background of the page is a soft, abstract watercolor wash in various shades of light blue and cyan. The colors are blended together, creating a textured, painterly effect. The word "POSTERY" is centered in the middle of the page.

POSTERY

NAKLADANIE S KALMI Z KOMUNÁLNYCH ČOV

Katarína Kozáková

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49
Bratislava

Key words: kal z komunálnych ČOV, nakladania s kalmi

Kaly z čistenia odpadových vôd sú potenciálnym zdrojom cenných látok, no s ohľadom na zdravotné riziká je jediný prísne usmerňovaný odpad v Európe so špecifickými požiadavkami na kvalitu, monitoring a hlásenie. Nakladanie s kalmi z čistenia komunálnych odpadových vôd v SR upravuje legislatíva platná pre odpadové hospodárstvo.

Príspevok sa zaoberá problematikou kalu z komunálnych ČOV, produkciou a praktizovanými spôsobmi nakladania s ním v SR.

ZPRACOVÁNÍ FUGÁTU ZA ÚČELEM RACIONALIZACE JEHO VYUŽITÍ – DOSUD ZÍSKANÉ POZNATKY A PLÁNOVANÉ SMĚRY DALŠÍHO VÝZKUMU

Pavel Švehla, Pavel Míchal, Pavel Tlustoš

KAVR, FAPPZ, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchdol

Key words: fermentační zbytek, ztráty dusíku, nitrifikace, tepelné zahušťování, stripování

Nakládání s fermentačním zbytkem vznikajícím při provozu zemědělských bioplynových stanic představuje významný problém. Zvláště problematické je hledání cest k racionálnímu využití kapalné frakce fermentačního zbytku, tzv. fugátu. Při manipulaci s ním dochází k ohrožování životního prostředí a zároveň ke snížení efektivity recyklace živin v zemědělských systémech. Na pracovišti KAVR ČZU byla vyvinuta metoda zpracování fugátu postupem nitrifikace a následného tepelného zahuštění nitrifikovaného fugátu. Aplikovatelnost této metody v praxi je dlouhodobě testována. Po prvotních laboratorních experimentech proběhlo úspěšné poloprovozní ověření postupu.

V rámci příspěvku budou shrnuty dosavadní poznatky v dané oblasti a zároveň budou představeny plánované navazující aktivity. Ty spočívají zejména v zařazení stripování amoniaku před nitrifikační reaktor. Předpokládá se, že kombinace stripování a nitrifikace povede k minimalizaci spotřeby chemických činidel při zpracování fugátu a k získání dalšího cenného produktu – koncentrované amonné soli využitelné ve výživě rostlin. Je plánováno také ověření vyvíjených postupů jako metody zpracování neseparovaného fermentačního zbytku, které by mohlo minimalizovat ztráty dusíku nejen při manipulaci s kapalnou frakcí (fugátem), ale také při nakládání s pevnou frakcí fermentačního zbytku, resp. digestátu – separátem.

KINETICKÉ TESTY ANAERÓBNEHO ROZKLADU KUKURIČNEJ SLAMY PO PREDÚPRAVE FERMENTAČNÝM ZVÝŠKOM

Mikhael Sammarah, Barbora Jankovičová, Miroslav Hutňan

Oddelenie environmentálneho inžinierstva, Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Kľúčové slová: metán, kukuričný odpad, lignocelulózoová biomasa, predúprava

Lignocelulózoová biomasa predstavuje sľubný a výdatný zdroj obnoviteľnej energie s neustálym úsilím o vývoj efektívnych a udržateľných procesov na jej premenu na biopalivá, týka sa materiálov rastlinného pôvodu, ktoré obsahujú komplexnú sieť celulózy, hemicelulózy a lignínu. Tieto tri zložky tvoria bunkové steny rastlín, čo dáva tejto biomase odolnosť proti degradácii anaeróbnymi mikroorganizmami. Lignocelulózoová biomasa sa však preukázala ako vhodný substrát na výrobu biometánu po aplikácii vhodnej metódy predúpravy. Efektívna premena lignocelulózovej biomasy na biometán čelí výzvam, vrátane odolnosti lignínu a potreby nákladovo efektívnych vhodných metód predúpravy. V predchádzajúcich prácach sme preukázali efektívnosť namáčania tejto biomasy vo vode na zvýšenie rozložiteľnosti biomasy a tým aj zvýšenie produkcie biometánu. Ďalšou skúmanou metódou, ktorej sa venujeme v tejto práci je namáčanie v kvapalnej časti fermentačného zvyšku z bioplynových staníc, ktorý je vedľajší produkt k procesu. Týmto spôsobom ušetríme vodu potrebnú na namáčanie ale aj využijeme prítomné mikroorganizmy, mikro aj makro nutrienty v tomto médiu. Ušetríme taktiež likvidovanie vedľajšieho produktu z bioplynových staníc chemickými prostriedkami alebo fyzikálnymi zmenami. Na posúdenie efektívnosti tejto metódy predúpravy sme zvolili kukuričný odpad, ktorý sa skladá z pozberových zvyškov rastliny okrem zrna, pričom boli použité 2 frakcie s rôznou veľkosťou častíc (2mm, 1-3cm) pre posúdenie vplyvu veľkosti častíc pri použitej metóde. Metóda bola skúmaná prostredníctvom testu biometánového potenciálu, kedy sme porovnávali vplyv namáčania kukuričného odpadu v digestáte s namáčaním v čistej vode a to pri troch rôznych dobách namáčania (1 deň, 2 dni, 5 dní). Pri porovnaní špecifickej produkcie metánu (ŠPM) strihanej frakcie kukuričného odpadu namáčanej vo vode 1 deň s hodnotou ŠPM 146 mL/g SŽ došlo k 8% nárastu v ŠPM pri použití strihanej frakcie kukuričného odpadu namáčanej v digestáte s hodnotou ŠPM 157 mL/g SŽ. Taktiež sa preukázal pozitívny vplyv dlhšej doby namáčania v digestáte v prípade použitia strihanej frakcie, kde pri dobe namáčania 2 dni bola dosiahnutá hodnota špecifickej produkcie metánu (ŠPM) 197 mL/g SŽ, teda došlo k nárastu v produkcii metánu o 25% v porovnaní s dobou namáčania 1 deň v

digestáte. Pri dobe namáčania 5 dní došlo k nárastu ŠPM už len o 17% v porovnaní s dobou namáčania 1 deň, dosiahnutá hodnota ŠPM bola 183 mL/g SŽ. Pri dobe namáčania 5 dní mohlo dôjsť už k vyprodukovaní množstva metánu aktivitou mikroorganizmami prítomnými v digestáte ešte pred samotným spustením testu. Pri použití mletej frakcie materiálu boli pri dobe namáčania 1 deň, 2 dni a 5 dní dosiahnuté hodnoty ŠPM 200 mL/g SŽ, 183 mL/g SŽ a 184 mL/g SŽ. Použitie menších frakcií materiálu má pozitívny efekt oproti strihanej frakcii, ktorá je spojená s väčším prístupovým špecifickým povrchom pre menšie časti, avšak predĺženie doby namáčania pre túto frakciu sa ukázalo ako negatívny vplyv, čo by mohlo byť spôsobené tým, že mletá frakcia bola okamžite prístupná pre anaeróbne mikroorganizmy prítomné v digestáte a mohlo dôjsť k vyprodukovaní metánu ešte pred začatím testu.

ANAEROBNÍ KOFERMENTACE ČISTIŘENSKÝCH KALŮ A POTRAVINÁŘSKÉHO ODPADU

Dominik Stránský^{1,2}, Pavel Jeníček¹

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

² Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Ke Kablu 971, 102 00 Praha 10

Klíčová slova: kofermentace, čistírenský kal, potravinářské odpady

Z důvodu nárůstu populace byla zaznamenána vyšší produkce odpadů jako jsou čistírenské kaly a potravinářské odpady. Pro jejich likvidaci se hledají efektivní a ekologicky šetrné způsoby, které zároveň dokážou využít jejich energetický potenciál. Jedním z těchto způsobů je anaerobní fermentace, která je běžně využívána pro zpracování čistírenských kalů přímo v areálu čistíren odpadních vod. Pomocí působení mikroorganismů v anaerobních podmínkách je přeměněn čistírenský kal na bioplyn a stabilizovaný produkt. V případě čistírenského kalu se jedná o substrát s obsahem těžce rozložitelných látek, jejichž rozklad může být stimulován přidávkem snadno rozložitelného substrátu. Tím se synergicky podpoří celý proces anaerobního rozkladu, jež se nazývá anaerobní kofermentace. Anaerobní kofermentace je již hojně implementovanou technologií pro zpracovávání biologicky rozložitelných odpadů. Zpracování potravinářských odpadů kofermentací s čistírenskými kaly má však řadu rizik jako jsou omezená kapacita fermentačních nádrží, nedostupnost vhodné technologie pro zpracovávání daných odpadů, nestabilita a inhibice procesu z důsledku acidifikace a zvýšené koncentrace amoniakálního dusíku, proměnlivé složení biologicky rozložitelných odpadů a nebezpečí emisí methanu. Tato rizika se však dají eliminovat nebo omezovat vhodným technologickým uspořádáním anaerobní kofermentace a postupem při dávkování biologicky rozložitelného odpadu. Pro čistírny odpadních vod může být kofermentace čistírenských kalů a potravinářských odpadů reálnou cestou k energetické soběstačnosti a minimalizaci uhlíkové stopy čistírenského procesu. Cílem tohoto příspěvku je zaměřit se na inovativní přístupy k technologickému uspořádání anaerobní kofermentace čistírenského kalu a potravinářských odpadů a vyzdvihnout trendy výzkumu anaerobní kofermentace v tomto směru.

ODSTRAŇOVÁNÍ PER- A POLYFLUOROVANÝCH LÁTEK PŘI PYROLÝZE ČISTIŘENSKÝCH KALŮ

*Matěj Hušek^{a,b}, Jaroslav Semerád^c, Jaroslav Moško^{b,a}, Tomáš
Cajthaml^{c,d}, Michael Pohořelý^{a,b,*}*

^aÚstav energetiky, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

^bÚstav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135/1, 165 00 Praha 6

^cMikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i., Vídeňská 1083, 142 00 Praha 4

^dÚstav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Benátská 2,
128 01 Praha 2

korespondenční autor: michael.pohorely@vscht.cz

Klíčová slova: čistírenský kal, PFAS, organofluorované polutanty, pyrolýza, sludge-char

Per- a polyfluorované látky (dále PFAS) jsou perzistentní organické chemické látky s vysokou chemickou a tepelnou stabilitou využívající se napříč všemi průmyslovými odvětvími. Nalezneme je v elektronice, plastech, hasicích pěnách, impregnacích, polovodičích, či ve sportovním vybavením. Jejich široké uplatnění vede k jejich šíření prostřednictvím odpadních toků jako jsou odpadní vody nebo čistírenské kaly do životního prostředí, konkrétně mají schopnost se hromadit v různých částech rostliny v závislosti na jejich typu (Ghisi et al., 2019). Případná přítomnost PFAS v lidském těle může vést ke vzniku rakoviny (játra, ledviny, močový měchýř), ovlivnit hladinu cholesterolu nebo plod v těle matky (Fenton et al., 2021). Z důvodu nebezpečných vlastností byly určité typy PFAS omezeny Stockholmskou úmluvou, ale vzhledem k jejich širokému uplatnění a variabilitě se však v odpadních kalcích stále nacházejí, a to i ve výších stovkách $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$, což se potvrdilo i v českých kalcích (Semerád et al., 2020). Z důvodu jejich vysoké perzistence je nutné pro jejich odstranění z kalů termické zpracování: mono-spalování nebo pyrolýza. Na rozdíl od tradičního mono-spalování, pyrolýza čistírenských kalů v oblasti odstranění organických polutantů stále skýtá několik mezer včetně většího pochopení chování PFAS (Hušek et al., 2022).

V naší práci jsme se zaměřili na stanovení minimální pyrolýzní teploty pro bezpečné odstranění PFASs z pyrolyzovaného materiálu: čistírenského kalu a uměle kontaminovaného písku. Na základě našeho měření jsme určili minimální bezpečnou teplotu pro jejich odstranění – 400 °C. Naše výsledky jsme verifikovali pomocí měření obsahu organického fluoru, který by byl přítomen v případě, že by se molekuly PFASs nerozkládaly úplně, ale pouze částečně štěpily na jiné organofluorované látky. Spolu s PFAS a jejich rozkladnými produkty lze pomocí analýz organického fluoru změřit i další organické látky obsahující organofluor jako jsou některá léčiva nebo pesticidy. Získané

laboratorní výsledky byly následně validovány na komerční pyrolýzní jednotce na ČOV Bohuslavice-Trutnov provozované při teplotě nad 600 °C.

Poděkování

Práce vznikla díky finanční podpoře projektu AV21 – Udržitelná energetika a v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1_FTOP_2023_001.

Reference

- Fenton, S.E., Ducatman, A., Boobis, A., DeWitt, J.C., Lau, C., Ng, C., Smith, J.S., Roberts, S.M., 2021. Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research. *Environmental Toxicology and Chemistry* 40, 606–630. <https://doi.org/10.1002/etc.4890>
- Ghisi, R., Vamerli, T., Manzetti, S., 2019. Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review. *Environmental Research* 169, 326–341. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.023>
- Hušek, M., Moško, J., Pohořelý, M., 2022. Sewage sludge treatment methods and P-recovery possibilities: Current state-of-the-art. *J Environ Manage* 315, 115090. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115090>
- Semerád, J., Hatasová, N., Grasserová, A., Černá, T., Filipová, A., Hanč, A., Innemanová, P., Pivokonský, M., Cajthaml, T., 2020. Screening for 32 per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) including GenX in sludges from 43 WWTPs located in the Czech Republic - Evaluation of potential accumulation in vegetables after application of biosolids. *Chemosphere* 261, 128018. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128018>

FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI ČISTIŘENSKÝCH KALŮ ZE SUŠÁREN PROVOZOVANÝCH NA ČISTIŘNÁCH ODPADNÍCH VOD V ČR

Jaroslav Moško^{a, b}, Josef Farták^b, Matěj Hušek^{a, b}, Michael Pohorelý^{a, b}

^a Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135/1, 165 00 Praha 6
korespondenční autor: mosko@icpf.cas.cz

^b Ústav energetiky, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6
korespondenční autor: michael.pohorely@vscht.cz

Klíčové slova: čistiřenský kal, sušení, mono-spalování, pyrolýza, fosfor

Abstrakt

Kontinuální produkce čistiřenských kalů (ČK) představuje výzvu při zpracování tohoto odpadu, který je podstatnou částí nákladů čistiřen odpadních vod. Konvenční zpracování kalů aplikací na půdu (přímo nebo ve formě kompostu), ačkoli se zdá být rozumné díky obsahu organické hmoty a živin, vyvolává obavy zejména kvůli znečišťujícím látkám přítomným v kalech (např. těžké kovy, patogeny, persistentní organické látky, farmaka, mikroplasty, apod.), které představují riziko nejen pro půdní prostředí, ale i pro zdraví zvířat a lidí. Uvedené je jedním z důvodů rostoucího významu termických metod pro materiálové a energetické využití čistiřenských kalů (primárně spalování).¹ V ČR se čistiřenské kaly zpracovávají kompostováním (40 %), přímou aplikací na půdu, dále se využívají k rekultivacím (32 %) a jen cca 13 % je odstraňováno spalováním (stěžejně spolu-spalováním v cementárnách a teplárnách).²

Spalováním ČK dochází k významnému snížení objemu i hmotnosti tohoto odpadu, hygienizaci, stabilizaci, a hlavně k odstranění/destrukci organických polutantů a patogenů. Současně při spalování ČK dochází v popelu k zakoncentrování fosforu, který je kritickou komoditou v EU. Proto by mělo být preferováno mono-spalování ČK, aby nedocházelo k jeho ředění či kontaminaci při spolu-spalování ČK s uhlím, odpadem či jinými palivem, a byla tak umožněna jeho následná regenerace.

Pro zajištění stability procesu mono-spalování kalů je nezbytné kaly nejdříve vysušit tak, aby byl obsah vlhkosti maximálně 20 hm. %. Přestože v průběhu roku 2022 došlo k deregulaci limitů na obsah patogenních organismů na původní mírnější hodnoty, došlo k výstavbě a zprovoznění několika sušáren čistiřenských kalů primárně za účelem hygienizace kalu a redukce jeho množství. Tyto sušárny tak pravděpodobně umožňují změnu způsobu nakládání s ČK, kdy preferovanými termochemickými procesy zpracování by mělo být mono-spalování či pyrolýza, pro které je nezbytná znalost základních palivo-energetických vlastností čistiřenských kalů.

Posterová prezentace představuje hlavní palivo-energetické a strukturální vlastnosti čtyř vzorků sušených čistiřenských kalů a jednoho pyrolyzovaného kalu, které jsou předmětem

zájmu řešení projektu TAČR – Fluidní technologie pro decentralizované energetické využití vysušených čistírenských kalů (TK05020001).

Poděkování

Práce vznikla díky finanční podpoře projektu Fluidní technologie pro decentralizované energetické využití vysušených čistírenských kalů – TK05020001, projektu AV21 – Udržitelná energetika, a v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1_FTOP_2023_001.

Literatura

¹Hušek, M., Moško, J., Pohořelý, M., 2022. Sewage sludge treatment methods and P-recovery possibilities: Current state-of-the-art. J Environ Manage 315, 115090. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115090>

²Český statistický úřad. Vodovody, kanalizace a vodní toky - 2022. Dostupné online: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2022> (zobrazeno 14. 12. 2023).



POZNÁMKY
