



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020

Skládkový workshop Liberec-Žitava 2016

Skládka jako poslední možnost

Aktuální otázky

vyplývající z hierarchie nakládání s odpady

3.-4. listopadu 2016



Deponieworkshop Liberec-Zittau 2016

Deponie als letzte Möglichkeit

Aktuelle Fragen,

die sich aus der Abfallhierarchie ergeben

03.-04. November 2016

12. Skládkový workshop Liberec-Žitava

Skládka jako poslední možnost

Aktuální otázky vyplývající z hierarchie nakládání s odpady

12. Deponieworkshop Liberec-Zittau

Deponie als letzte Möglichkeit

Aktuelle Fragen, die sich aus der Abfallhierarchie ergeben

Podpora

Tato akce je podpořena z prostředků Evropské unie prostřednictvím Programu spolupráce Česká republika-Svobodný stát Sasko 2014-2020 – číslo projektu 100246598.

Förderung

Diese Veranstaltung wird durch das SN-CZ 2014-2020 - Programm der EU zur Förderung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik gefördert – Projektnr.: 100246598.

odborný editor: Lukáš Zedek

technický editor: Kamil Nešetřil

překlady provedl: Sven Dietrich

Sborník byl připraven s využitím typografického systému \LaTeX .

Obsah

Účinnost evropských předpisů	7
<i>Havelka, P.</i> Odpadové hospodářství v ČR ve světle vyhlášené evropské strategie	9
<i>Stock, U.; Bittrich, S.</i> Požadavky na zpracování odpadů, především diskuse o spalování odpadů proti mechanicko-biologickému zpracování odpadů z německého pohledu	11
<i>Hráská, D.</i> Způsoby energetického využívání odpadů	25
<i>Witkowski, W.; Beyer, G.</i> Plánování, stavba a zprovoznění zařízení pro zpracování odpadu s kompostárnou v Marszowě (Polsko)	31
Využití stavebních materiálů pro stavbu skládek	33
<i>Egloffstein T.; Sehrbrock, U.</i> Průkazní zkoušky přírodních, minerálních stavebních materiálů – Požadavky a jejich praktické prosazování v Německu	35
<i>Sandig, F.; Al-Akel, S.; Thiele, R.; Engel, J.</i> Aplikace technických rekultivačních substrátů - možnosti a hranice	39
<i>Hrabčák, M.</i> Štvrtý rozmer skládky	55
<i>Schneider, P.; Müller, M.; Hebner, A.; Kapielski, K.; Schrickel, M.; Fabian, H.</i> Možnosti alternativní izolace skládky pomocí sekundárních minerálních stavebních hmot v tuzemsku a v zahraničí	63
Aplikovaná informatika a měřicí technika	77
<i>Dunger, V.; Müller, M.; Winter, C.; Winter, J.</i> Hydrologie zajištění povrchu v Sasku a změny klimatu	79
<i>Datel, J. V.</i> Zásady geotechnického a environmentálního monitoringu odkališť	93
<i>Weber K.</i> Automatizovaný monitoring skládky během fáze následné péče	111

<i>Kast, G.</i> Měření objemového obsahu vody při využití kontinuálních a diskontinuálních metod měření v hydrologické vrstvě skládky v Bavorsku	117
Techniky následné péče o skládky	119
<i>Drews, R.</i> Nákladově efektivní a nízkoúdržbové systémy odvodnění povrchů skládek s přihlédnutím ke specifickým požadavkům hydrologické vrstvy.	121
<i>Beck-Broichsitter, S.; Fleige, H.; Horner, R.</i> Dlouhodobá účinnost dočasného minerálního zakrytí povrchu	143
<i>Steinbrecht, D.; Rickert, I.</i> Likvidace a energetické využívání skládkových plynů	153
<i>Nešetřil, K.</i> Informační systém pro monitoring skládek	163
Aplikovaná geologie a další témata	165
<i>Zeman, J.</i> Geochemie složitých interakcí odpadů a infiltračních vod na skládkách	167
<i>Hrabal, J.; Kovářová, K.; Ambrožová, V.</i> Čištění skládkových výluhů kombinovanou membránovou technologií s použitím bio- logických systémů předčištění	179
<i>Gerth, A.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schneider, P.</i> Následné využití lokality skládky Gò Cát v Ho Či Minově městě	187
<i>Clemenz, P.; Weber, I.; Dedek, M.; Pabel, R.; Schoenherr, J.I.; Dunger, V.; Schulz, R.; Engel, J.</i> Vývoj environmentálních inženýrských postupů pro udržitelné využití půd	199
<i>Pelantová, V.</i> Problematika černých skládek	207

Inhaltsverzeichnis

Auswirkung von EU-Richtlinien	7
<i>Havelka, P.</i> Abfallwirtschaft in der Tschechischen Republik angesichts der erklärten europäischen Strategie	9
<i>Stock, U.; Bittrich, S.</i> Anforderungen an die Abfallbehandlung, insbesondere die Diskussion um Abfallverbrennung kontra mechanisch-biologische Abfallbehandlung aus deutscher Sicht	11
<i>Hráská, D.</i> Möglichkeiten einer energetischen Abfallnutzung	25
<i>Witkowski, W.; Beyer, G.</i> Planung, Bau und Inbetriebnahme von Abfall-aufbereitungsanlagen und die Abfallanlage mit Kompostierung in Marszow (Polen)	31
Verwendung von Baustoffen im Deponiebau	33
<i>Egloffstein T.; Sehrbrock, U.</i> Eignungsnachweise nach BQS für natürliche mineralische Baustoffe – Anforderungen und praktische Umsetzung	35
<i>Sandig, F.; Al-Akel, S.; Thiele, R.; Engel, J.</i> Anwendungen für technische Rekultivierungs-Substrate – Möglichkeiten und Grenzen	39
<i>Hrabčák, M.</i> Die vierte Dimension einer Deponie	55
<i>Schneider, P.; Müller, M.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schrickel, M.; Fabian, H.</i> Möglichkeiten alternativer Deponieabdichtungen mit mineralischen Ersatzbaustoffen im In- und Ausland	63
Angewandte Informatik und Umwelt-Messtechnik	77
<i>Dunger, V.; Müller, M.; Winter, C.; Winter, J.</i> Der Wasserhaushalt von Oberflächensicherungen Sachsens im Klimawandel	79
<i>Datel, J. V.</i> Prinzipien des geotechnischen Monitorings und Umweltmonitorings von Klärteichen .	93
<i>Weber K.</i> Automatisierte Deponieüberwachung in der Nachsorgephase	111

<i>Kast, G.</i> Zur Messung des volumetrischen Bodenwassergehaltes bei Einsatz von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Messmethoden in einer Wasserhaushaltsschicht einer Deponie in Bayern	117
Umwelttechnik bei der Nachsorge von Deponien	119
<i>Drews, R.</i> Kostengünstige und nachsorgearme Oberflächenentwässerungseinrichtungen auf Deponien bei Berücksichtigung der besonderen Anforderungen einer Wasserhaushaltsschicht	121
<i>Beck-Broichsitter, S.; Fleige, H.; Horner, R.</i> Langzeitwirkung einer temporären mineralischen Oberflächenabdichtung	143
<i>Steinbrecht, D.; Rickert, I.</i> Entsorgung von und Energiegewinnung aus Deponiegasen	153
<i>Nešetřil, K.</i> Informationssystem für das Monitoring einer Deponie	163
Angewandte Geologie, Sonstiges	165
<i>Zeman, J.</i> Geochemie komplexer Wechselwirkungen des Abfalls und des Sickerwassers auf Deponien	167
<i>Hrabal, J.; Kovářová, K.; Ambrožová, V.</i> Reinigung des Deponiesickerwassers mit Hilfe einer kombinierten membranengestützten Technologie unter Anwendung biologischer Systeme der Vorbehandlung	179
<i>Gerth, A.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schneider, P.</i> Nachnutzung des Deponiestandortes Gò Cát in Ho Chi Minh City	187
<i>Clemenz, P.; Weber, I.; Dedek, M.; Pabel, R.; Schoenherr, J.I.; Dunger, V.; Schulz, R.; Engel, J.</i> Entwicklung umweltingenieurtechnischer Verfahren zur nachhaltigen Bodenressourcennutzung	199
<i>Pelantová, V.</i> Problematik der illegalen Abfallablagerung	207

Aplikovaná geologie a další témata

Angewandte Geologie, Sonstiges

Čištění skládkových výluhů kombinovanou membránovou technologií s použitím biologických systémů předčištění

Reinigung des Deponiesickerwassers mit Hilfe einer kombinierten membranengestützten Technologie unter Anwendung biologischer Systeme der Vorbehandlung

Jaroslav Hrabal¹, Kateřina Kovářová, Vendula Ambrožová

Abstrakt

Skládkové výluhy jsou po geochemické a mikrobiologické stránce poměrně složitým systémem, který vzniká interakcí mezi srážkovými vodami, skládkovými výluhy perkolujícími ve skládkovém tělese a materiální náplní deponie. Finální chemické složení výluhů je tak relativně rozmanité a závisí i na stáří deponie. Zajištění ekologicky vhodného nakládání se skládkovými výluhy je možno řešit celou řadou technologických postupů. V přednášce je diskutována možnost nasazení technologie vyvíjené v rámci výzkumného úkolu TA ČR. Jedná se o kombinaci biologických metod předčištění s dočištěním za použití membránových separačních technologií. Tímto postupem je možno dosáhnout odstranění nadbilančních vod z deponie a jejich vyčištěním na požadovanou kvalitu umožnit další nakládání s těmito vodami přímo v místě jejich vzniku.

Kurzfassung

Aus geochemischer und mikrobiologischer Sicht ist das Deponiesickerwasser ein relativ komplexes System, das durch Wechselwirkungen zwischen dem Niederschlag, dem im Deponiekörper perkolierenden Sickerwasser und der Füllung der Deponie entstanden ist. Die Endgültige chemische Zusammensetzung des Sickerwassers ist somit relativ mannigfaltig und hängt vom Alter der Deponie ab. Eine ökologisch entsprechende Behandlung des Deponiesickerwassers kann mit Hilfe einer Reihe von technologischen Prozessen gewährleistet werden. In dem Beitrag wird die Möglichkeit diskutiert, eine im Rahmen eines Forschungsauftrages der Technologischen Agentur der Tschechischen Republik entwickelte Technologie einzusetzen. Es handelt sich um eine Kombination biologischer Methoden mit einer Vor- und Nachbehandlung unter Einsatz membranengestützter Separationstechnologien. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann die Beseitigung des die Bilanz übersteigenden Wassers von der Deponie erreicht werden. Daneben kann das Wasser so gereinigt werden, dass die Qualität des Wassers eine Behandlung direkt am Entstehungsort möglich macht.

1 Pohyb skládkových výluhů v deponiích

Obvykle se předpokládá, že deponie TKO se chová jako kolektor, tedy je pro vodu relativně dobře propustný a voda po saturaci odpadu stéká na bázi skládky. Reálná skládková tělesa jsou však mnohem složitější. Odpady charteru TKO jsou hutněny, překrývány zeminami a na mocnějších deponiích se projevuje i litostatický tlak nadloží, který dále zvyšuje kompaktnost materiálu. Jedná se tedy o relativně složitě prostředí. Dalším charakteristickým rysem je vývin

¹MEGA a.s., Pod Vinicí 87, 471 27 Stráž pod Ralskem, jaroslav.hrabal@mega.cz

skládkového plynu, ať již v podmínkách acidogeneze nebo metanogeneze. Plyn stoupá k povrchu, proti směru vsakování vody a může skládkové výluhy vytlačet nebo z nich i stripovat těžké složky. Vznikají tak zavěšené zvodněné horizonty, podmíněné buď nepropustnými vrstvami ve skládce, nebo tlakem plynů. Změnami tlaku plynu tak může docházet i k vertikálním pohybům zavěšených vod. Po poklesu tlaku plynů pak voda stéká k bázi skládky. Výskyt zavěšených zvodněných vrstev sebou přináší i další efekty. Dochází k vyplavování a sedimentaci jemnozrnných materiálů, růstu mikrobiálních filmů až gelových struktur, které dále snižují propustnost vrstvy. Voda z báze skládky může migrovat k povrchu i v plynném skupenství a z vlhkého a teplého plynu při ochlazení v povrchové vrstvě kondenzuje. Pohyb skládkových vod tak může být ovlivněn třeba i jímáním plynu studnami. Absence tlaku plynu v prostoru deponie vede k rychlejšímu pohybu skládkových výluhů.

Je tedy třeba respektovat skutečnost, že skládka TKO není jednoduchým prostředím a nelze uplatňovat zákony pohybu tekutin platné pro průlinově propustné sedimenty. Distribuce a pohyb vody se v průběhu života deponie vyvíjí, stejně tak jak se vyvíjí množství a chemické složení skládkových výluhů.

2 Nakládání se skládkovými výluhy

Obvykle se předpokládá, že deponie TKO bude produkovat skládkové výluhy a tyto budou likvidovány zpětným rozstříkem na aktivní povrch skládky. Standardně je projektována záchytná jímka s čerpací studnou a výtlačným potrubím. Toto řešení je naprosto dostačující na většině skládek. Problémy s nadbilančními vodami mohou nastat na počátku provozu (pokud je skládkováno pouze na části zabezpečené plochy) a pak především při uzavírání skládky. Jestliže je uzavírána skládka, kde byla překročena saturace odpadu srážkovými vodami, tak lze očekávat produkci nadbilančních výluhů i po zatěsnění povrchu a zamezení vsaku srážkových vod. Produkce výluhů se může i během doby zvyšovat ve vztahu k odeznění metanogeneze. Nadbilanční vody je tedy nutno likvidovat i po relativně dlouhou dobu po ukončení skládkování. Složení průsakových vod může být velice různorodé a závisí na typu a stáří skládky, a na množství perkolující průsakové vody. Obecně existuje několik cest nakládání se skládkovými výluhy:

- zpracování výluhů společně s kanalizačními kaly (čerpají se do městských čistíren odpadních vod a zpracovávají společně s domovními kaly). Tato cesta je použitelná hlavně pro skládky, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti městských ČOV odpovídající kapacity, anebo mají připojení na veřejnou kanalizaci. Obecně je takových případů minimum, jelikož skládky jsou zakládány mimo intravilán obcí.
- rozstříkávání po tělesu skládky. Tato cesta řešení problematiky skládkových výluhů je vhodná hlavně pro skládky, které produkují poměrně malé množství vznikající vody. Účinnost takového postupu je velice závislá na počasí a kvalitě vody. Je omezena tlakem územně správních orgánů na snižování aktivní plochy skládky, tj. části skládky, do které se ukládá odpad. Užitečný prostor pro rozstřík je tak zmenšován a navíc koliduje s provozem techniky navážení a kompakce odpadů. Na uzavřených skládkách jsou výluhy nadále po jistou dobu produkovány a jejich zpětná aplikace je technicky problematická, přičemž zvyšuje náklady na uzavírání skládky.
- čištění odpadních vod přímo v místě vzniku. V dnešní době existuje řada metod zpracování znečištěných vod, které lze obecně rozdělit na fyzikálně-chemické a biologické.

V ČR převážná část provozovatelů skládek jde cestou kombinace prvních dvou metod likvidace skládkových výluhů. Znamená to, že v období, kdy vody je relativně málo (suché letní počasí) je voda rozstříkovaná po tělesu skládky. Větší část vody se odpaří a odpady působí jako biologický a fyzikální filtr a tím dochází k likvidaci biologického znečištění. V období

s nepříznivými klimatickými poměry (např. mrazové dny) a při tání sněhu a většího množství srážek (převážně jaro, podzim, přivalové srážky) rozstřikováním přestává být technicky možné nebo přestává být efektivní a dochází k nárůstu objemu skládkových výluhů. Nadbilanční skládkové výluhy jsou obvykle odváženy na biologickou čistírnu odpadních vod. Transport větších objemů skládkových vod je komplikovaný a spojený s vysokými náklady. Čistírenský proces na městských ČOV však obvykle není příliš vhodný na eliminaci znečištění typického pro skládkové výluhy. Z typomorfních kontaminantů je odstraněno ve větší míře pouze znečištění amonnými ionty. Ostatní kontaminanty jsou na ČOV v podstatě jen naředěny vypouštěny do recipientu. Bilanční zatížení vodních toků se tak zvyšuje. Odvoz skládkových výluhů na ČOV tak sice vyhovuje legislativě ČR, avšak neřeší problém zvýšeného zatížení vodních toků anorganických i organickým znečištěním.

3 Výzkumný projekt „Čištění skládkových výluhů kombinovanou membránovou technologií s použitím biologických systémů předčištění“ TH01030661

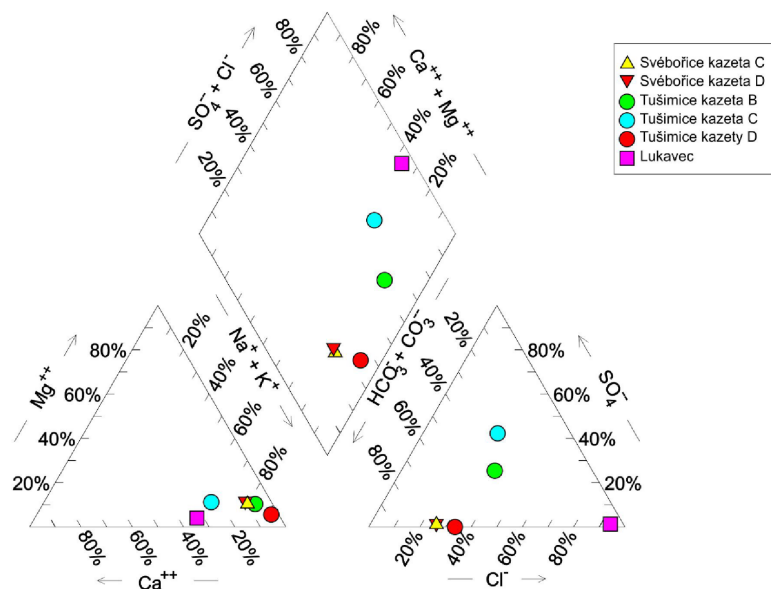
Zajištění ekologicky vhodného nakládání se skládkovými výluhy v místě vzniku je možno řešit řadou technologických postupů. V dnešní době jsou nabízeny na českém trhu následující metody:

- fyzikálně – chemické, které zahrnují koagulaci, filtraci a selektivní srážení nejvíc rizikových látek
- termické – odpařování nadbilančních vod na odparkách
- biologické, které nabízejí kompaktní biologické reaktory buď v podobě MBR, anebo imobilizované biomasy na kompaktních nosičích
- anaerobně oxidační procesy, zaměřené na odstranění obtížně rozložitelných organických látek
- membránové technologie na základě reverzní osmózy, nanofiltrace, elektrodiálýzy, membránové destilace

Nevýhodou biologických procesů je, že jsou zaměřeny především na odstranění organických látek, případně snížení koncentrace amoniakálního dusíku a ostatních nutrientů. Pouze termické, membránové procesy a částečně chemické metody nabízejí možnost odstranění salinity, nebezpečných látek - jako jsou těžké kovy a ostatní mikropolutanty.

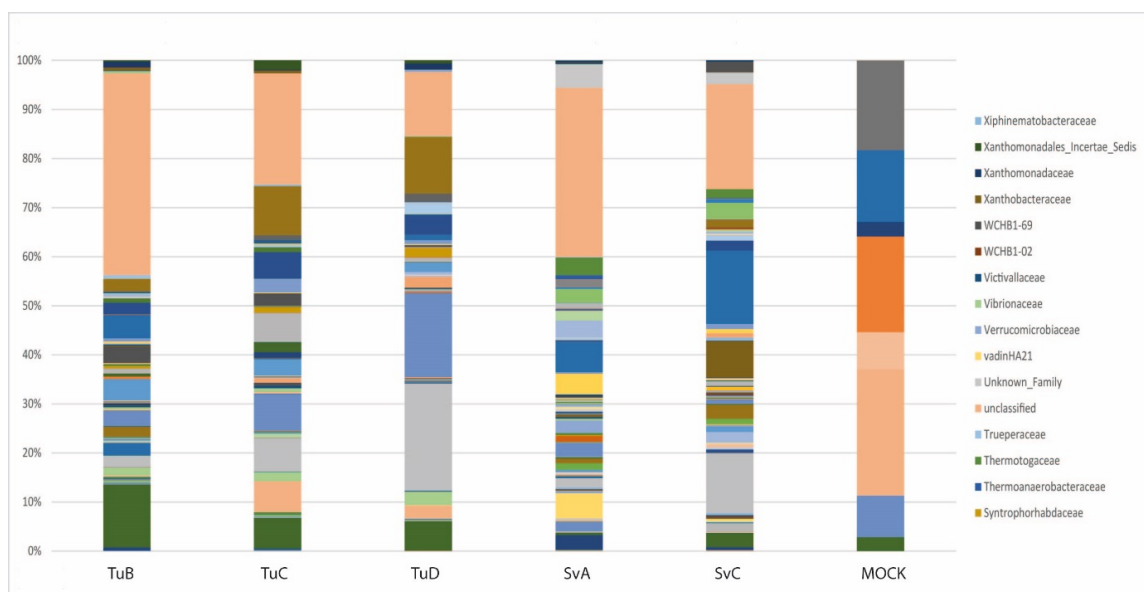
Výzkumný projekt si dal za cíl vytvoření konceptu nakládání se skládkovými výluhy na místě jejich vzniku. Jedná se o kombinaci přírodně blízkých geochemických a mikrobiologických metod v prvním stupni úpravy skládkových výluhů s koncovým stupněm na bázi membránových technologií (reverzní osmóza v kombinaci s elektrodiálýzou). Membránové technologie jsou dosud poněkud znevýhodněny tím, že nejsou příliš odolné natolik vysokým koncentracím organických látek, které jsou běžné pro skládkové výluhy. Vyžadují tak relativně náročnou předpravu, která je obvykle dosud realizována fyzikálně chemickou úpravou. Tento krok obnáší provozování chemických technologií s nutností odborného řízení procesu a ve své podstatě i další vnášení chemikálií do upravované vody.

V roce 2015 proběhl výběr vhodných skládek, cílem bylo vybrat 3 referenční skládky nebo samostatné kazety, které by reprezentovaly možné cílové skupiny skládkových výluhů. Byly provedeny podrobné analýzy výluhů na několika skládkách s rozdílnou náplní i dobou skládkování. Výsledky základních chemických analýz jsou zpracovány formou Piperova diagramu. Je zřejmý poměrně značný rozptyl hodnot. Pro další sledování byly vybrány skládky Svěbořice (kazeta C reprezentuje uzavřenou skládku a kazeta D skládku TKO provozovanou) a kazeta C na skládce Tušimice (kazeta s ukládáním nebezpečných odpadů).



Obrázek 1: Základní chemismus skládkových výluhů.

Vedle podrobného rozboru chemizmu skládkových výluhů (a to včetně perzistentních látek) byly provedeny i molekulárně-biologické studie diverzity mikrobiálních komunit ve skládkových výlužích. Zaměřili jsme se na detekci následujících skupin: síran-redukující bakterie, denitrifikační bakterie a bakterie degradující chlorované uhlovodíky. Mimo to byla sledována i celková bakteriální biomasa pomocí genu 16S rRNA. NGS sekvenace byla provedena na přístroji Ion Torrent (Life Technologies, USA). Profil bakteriálního osídlení byl studován pomocí ampikonového sekvenování cíleného na variabilní oblasti V4-V5 16S rDNA genu. Sekvence primerů byly zvoleny s ohledem na co největší pokrytí bakteriální říše (archea a bakterie). Druhým kritériem při výběru primerů je co nejnižší pokrytí eukaryotického genomu, tak aby byly sekvenovány pouze genomy prokaryotické. Vybrané primery byly testovány na čistých bakteriálních kulturách pomocí PCR a Sangerova sekvenování, tak aby byla potvrzena jejich specifita.



Obrázek 2: Mikrobiální diverzita studovaných vzorků skládkových průsakových vod.

Analýza ukázala jasné rozdíly mezi jednotlivými vzorky (Tab. 4). V aktivně používaných kazetách je nápadné množství indikátorů metanogeneze a prostředí obsahujících uhlovodíky nebo jiné vydatné zdroje uhlíku. Zřejmě zde probíhal redoxní cyklus síry (nalezení známí oxidátoři i reducenti, např. r. *Defluvitoga*, *Sulfurovum*, *Desulfuromonas*). V chudších kazetách na skládce Tušimice (TuB a TuC) byl opět podobný charakter mikroorganismů, často šlo o typické obyvatele různých typů povrchových vod (od pitné vody po odpadní) a půdy. Vyskytuje se i zvýšený podíl organismů žijících v symbióze s živočichy nebo člověkem. Vzorek z aktivní části skládky Svěbořice i při manuální analýze nápadně připomíná směs aktivní a rekultivované kazety. Zajímavý je vůbec nejvyšší podíl bakterií z prostředí asociovaných s mnohobuněčnými organismy. Často šlo o genotypy nalezené v asociaci s nejrůznějšími organismy od korálu po člověka a žijící na různých stanovištích od střevního obsahu po vajíčka. Nejde tedy o specifické symbionty, spíše o organismy rozkládající např. zbytky proteinů na površích různých epitelů (což mohou být i u člověka např. metylotrofní bakterie jinak známé z podzemních vod). Pravděpodobně tedy jde o poměrně heterogenní skupinu nepříliš extrémofilních organismů. Ve všech třech kazetách byly nalezeny bakterie indikující redukci dusičnanů a naopak chyběly nebo téměř chyběly známky redoxního cyklu síry.

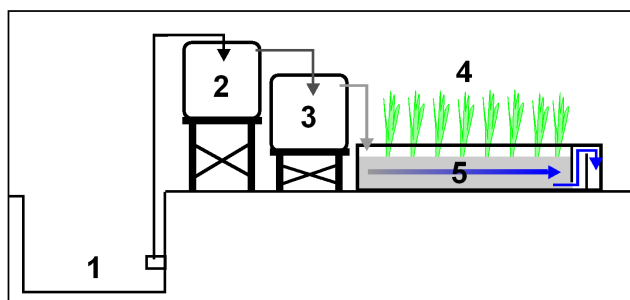
Provedeny byly také laboratorní experimenty simulující biologicko-geochemické pochody v režimu anaerobní reaktor – aerobní reaktor – pískový filtr (mokřadní systém). Výsledkem provedených experimentů bude určení nutných dob zdržení v každém uvažovaném systému. Tato informace byla zohledněna při návrhu pilotního řešení na lokalitě. Fotografie experimentální aparatury je uvedena na přiložené fotografii.



- 1 – chladič box
- 3 – anaerobní reaktor
- 4 – aerobní reaktor
- 5,2,7 – peristaltické čerpadlo
- 6 – řízení hladiny přepadem
- 8 – mokřadní systém

Obrázek 3: Fotografie laboratorní aparatury modelu mokřadního systému.

V roce 2016 byla realizována poloproduční jednotka a to jak mokřadního systému, tak i membránové technologie. Základem mokřadního systému je mělká nádrž vyplněná substrátem (směs písku a jílu) o rozměrech 2 x 4 m a užitém objemu 4 m³. Nádrž je vybavena dvěma přepážkami pro jímání filtrátu. Systém je dále tvořen dvěma 1m³ nádržemi. Skládkový výluh je čerpán peristaltickým čerpadlem o řízeném průtoku do první nádrže (anaerobní), která je utěsněna kvasnou zátkou. Z anaerobní nádrže je gravitačně skládkový výluh převeden do aerobní nádrže s aktivním provzdušňováním. Přetok z aerobní nádrže přes rozdělovací potrubí natéká na povrch mokřadu osázeného vegetací. Odtok z mokřadu je zajištěn perforací dělicí přepážky ve spodní části profilu. Přes přelivovou přepážku je potom veden do zásobního prostoru. Schéma technologie je uvedeno na obrázku.

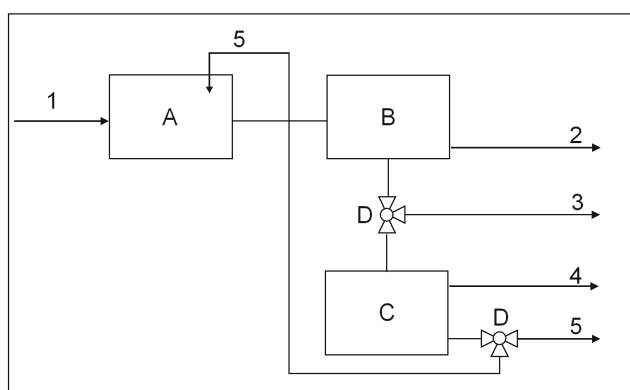


- 1 – nátok skládkových výluhů ze záchytné jímky
- 2 – anaerobní reaktor
- 3 – aerobní reaktor
- 4 – mokřad
- 5 – substrát

Obrázek 4: Schéma poloprovozní jednotky mokřadního systému.

Mokřad je provozován s plánovanou dobou zdržení cca 20 dní, což v daném případě představuje průtok přibližně 50 l za den. Ve vegetačním období probíhala stabilizace mokřadního systému. Relevantní vzorky budou k dispozici na konci vegetační doby roku 2016 a především v roce 2017.

S předstihem byla připravena poloprovozní jednotka membránové technologie. Schéma technologie je uvedeno na dalším obrázku.



- 1 – nátok z biologického předčištění
- 2 – permeát z reverzní osmózy
- 3 – retentát z reverzní osmózy
- 4 – koncentrát z elektrodialýzy
- 5 – diluát z elektrodialýzy
- A – retenční nádrž
- B – reverzní osmóza
- C – elektrodialýza
- D – ventily

Obrázek 5: Schéma poloprovozní jednotky membránových technologií.

Permeát z reverzní osmózy a diluát z elektrodialýzy lze vypouštět do vodoteče nebo zasakovat do horninového prostředí. Diluát lze použít i pro úpravu vody zpracovávané na reverzní osmóze v případě, že nátok bude příliš koncentrovaný. Je možné jej využít i pro další technologické operace, především jako oplachové vody. Koncentrát z obou technologií je možné zpětně zasakovat do deponie nebo dále zpracovat například na odparce. Na technologii byly dosud provedeny pouze zkušební testy. Jako vstupní médium, vzhledem k dosud nestabilizovanému provozu biologického předčištění, byly použity skládkové výluhy upravené flotací a koagulací, což mělo simulovat předčištění na biologickém stupni.

4 Závěr

Nakládání s nadbilančními skládkovými výluhy je u některých skládek poměrně závažná komplikace již při provozu skládky, ale především při jejím uzavírání a následné péči. Stabilizace skládkového tělesa je dlouhodobý proces a vznikající skládkové výluhy je nutno likvidovat, obvykle na externích zařízeních. To představuje poměrně značné náklady na dopravu a další zátěž životního prostředí, především povrchových vod, při likvidaci výluhů na ČOV. Největší potenciál uplatnění by měla taková technologie, která by umožnila úpravu skládkových vod na místě vzniku, a která by nejen technicky dosáhla vytčeného cíle, ale dovolovala by a dosáhla co nejnižších provozních nákladů. Nasazení anaerobně oxidačních přírodě blízkých procesů s předčištěním v mokřadu v prvním stupni je prvkem, který významně sníží organické znečištění a umožní nahradit obvykle používanou předúpravu. Podle dosažené kvality upravených vod v prvním stupni a požadavku na finální kvalitu vod je pak možno optimalizovat membránové technologie.

Poděkování

Práce je řešena s finanční podporou TA ČR v rámci projektu TH01030661 Čištění skládkových výluhů kombinovanou membránovou technologií s použitím biologických systémů přečištění.

