

SKLÁDKA ODPADOV RAJECKÉHO REGIÓNU ZDRUŽENIE

SKLÁDKA ODPADOV ŠUJA

**Monitorovanie
procesu tvorby skládkového plynu**

Správa za rok 2017

Názov úlohy: Skládka odpadov - Šuja – monitorovanie procesu tvorby skládkového plynu

Stupeň: Správa za rok 2017

Objednávateľ: Skládka odpadov Rajeckého regiónu, Združenie, Rajec

Riešiteľská organizácia: RNDr. Zdeněk Potyš – HGS – hydrogeoservis, Žilina

Správu vypracoval: RNDr. Zdeněk Potyš

Dátum vypracovania správy: 28.12.2017



RNDr. Zdeněk Potyš



RNDr. Zdeněk Potyš
HGS-hydrogeoservis
Platanová 3229/23, 010 07 Žilina
IČO: 17862035 IČ-DPH: SK1020536979

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	METODIKA A ROZSAH MONITORINGU	1
3	VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV MONITORINGU SKLÁDKOVÉHO PLYNU	2
3.1	Všeobecne o skládkových plynach	2
3.2	Výsledky meraní zloženia skládkového plynu	3
3.2.1	Rekultivovaná časť skládky odpadov	3
3.2.2	Nová kazeta na odpad	5
4	ZÁVEREČNÉ ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA	10

ZOZNAM PRÍLOH

- 1. Schematická situácia rozmiestnenia zarážaných sond a odplyňovacích šácht**
- 2. Dokumentácia meraní zloženia skládkových plynov**

1 ÚVOD

V predkladanej ročnej správe sú dokumentované a vyhodnotené výsledky monitorovania procesu tvorby a zloženia skládkového plynu v areáli skládky odpadov Šuja za obdobie roka 2017. Prevádzkovateľom predmetnej skládky je Skládka odpadov Rajeckého regiónu, Združenie, Rajec.

Uvedené monitorovanie bolo v roku 2017 vykonávané z dôvodu zabezpečenia plnenia povinností vyplývajúcich z integrovaného povolenia pre prevádzku skládky odpadov Šuja, vydaného Slovenskou inšpekciou životného prostredia, inšpektorátom životného prostredia v Žiline, odborom integrovaného povoľovania a to rozhodnutím č. 1746/770090103/282-Chy zo dňa 28.6.2004. V zmysle tohto rozhodnutia bolo monitorovanie procesu tvorby skládkového plynu pre obdobie prevádzky skládky Rajec - Šuja upravené nasledovne:

- meranie skládkového plynu vykonávať podľa schválených metodík, a to zarážanými sondami do telesa skládky, alebo v záchytných studniach skládkového plynu v kombinácii so zarážanými sondami,
- v skládkových plynch sledovať obsah CH₄, CO₂, O₂, H₂S, H₂,
- frekvencia merania bude nasledovná:
 - pri priemernom obsahu CH₄ v odplyňovacích studniach do 25 obj. % - 2 x ročne,
 - pri priemernom obsahu CH₄ v odplyňovacích studniach od 25 obj. % do 40 % - 4 x ročne,
 - pri priemernom obsahu CH₄ v odplyňovacích studniach nad 40 obj. % - mesačne.

Vyššie uvedené monitorovanie si prevádzkovateľ skládky zabezpečil subdodávateľsky u firmy RNDr. Zdeněk Potyš – HGS-hydrogeoservis, Žilina, a to na základe zmluvy o dielo uzatvorenej dňa 21.6.2003.

2 METODIKA A ROZSAH MONITORINGU

V roku 2017 bolo monitorovanie procesu tvorby a zloženia skládkového plynu v areáli skládky odpadov Šuja vykonávané v polročných intervaloch a to:

- v 20 ručne zarážaných sondách s označením Š-1 až Š-20 do telesa od začiatku augusta 2009 novej aktívnej kazety na odpad a v odplyňovacích šachtách PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6 vybudovaných v telese tejto kazety a
- v odplyňovacích šachtách PŠ-2, PŠ-3, PŠ-5 a PŠ-7, ktoré sú vybudované v už rekultivovanej časti predmetnej skládky odpadov.

Vlastné merania skládkového plynu vo vyššie uvedených sondách a odplyňovacích šachtách boli vykonané v dňoch 17.5.2017 a 13.9.2017. Situácia rozmiestnenia zarážaných sond a odplyňovacích šacht v areáli skládky je znázornená na prílohe 1.

Sondy boli zarážané do hĺbky 1,5 m pod úroveň telesa skládky. V odplyňovacích šachtách bolo meranie realizované v perforovanej PE rúre v hĺbke 2 m pod úrovňou štrkového obsypu. V skládkových plynch zarážaných sond a odplyňovacích šacht bol stanovovaný obsah CO₂, CH₄, O₂, H₂S, H₂. Zároveň bol meraný barometrický tlak a dolná medza výbušnosti metánu. Na meranie CO₂, CH₄, O₂, H₂S, H₂ bol použitý analyzátor skládkových plynov GA 5000. Výsledky meraní sú dokumentované formou prvotnej dokumentácie na protokoloch z meraní zloženia a obsahu skládkových plynov v prílohe 2 a ich súčasťou je aj protokol o platnej kalibrácii prístroja v čase realizácie meraní.

Celkové množstvo jednotlivých skládkových plynov emitované telesom skládky nebolo stanovené, nakoľko nie je ho možné v období výstavby skládky reálne merať. Súvisí to s tým, že skládka odpadov emituje skládkový plyn celým svojím telesom. Stanovenie celkového množstva emitovaných plynov je reálne až po uzavretí a rekultivácii celého telesa

skládky, kedy sa skládka hermeticky utesní a skládkový plyn z nej bude v plnom rozsahu ventilovaný odplyňovacími šachtami.

3 VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV MONITORINGU SKLÁDKOVÉHO PLYNU

3.1 Všeobecne o skládkových plynoch

Tvorba skládkového plynu na skládkach komunálneho odpadu s obsahom biologicky rozložiteľného materiálu je bežným sprievodným javom ukladania odpadov. Zloženie tohto plynu je úzko späté so spôsobom ukladania odpadu a prevrstvovaním odpadu inertným materiálom. Skládkový plyn, v pravom slova zmysle, možno považovať za bioplyn, ktorý vzniká zložitými procesmi. V prvej fáze dochádza vplyvom hydrolýzy pôsobiacej na odpady k rozpadu celulózy, hemicelulózy, bielkovín a polysacharidov na vyššie mastné kyseliny, aminokyseliny, jednoduché cukry a peptidy. Tento proces prebieha v aeróbnych podmienkach. Následne prechádza proces rozkladu do tzv. acetogenetickej fázy, kedy sú vyššie mastné kyseliny, aminokyseliny, jednoduché cukry a peptidy vplyvom acetogenických baktérií rozkladané na alkoholy, mastné kyseliny, kyselinu octovú a vodík a oxid uhličitý. Táto fáza prebieha už v čiastočne anaeróbných podmienkach. Poslednou fázou formovania skládkového plynu resp. bioplynu je fáza tzv. metanogenézy. V tejto fáze dochádza vplyvom pôsobenia metanových baktérií ku vzniku konečného produktu, ktorým je bioplyn zložený z podstatnej časti z metánu a oxidu uhličitého. Fáza metanogenézy prebieha v striktno anaeróbných podmienkach. V prípade, že je táto fáza, čo len v minimálnej miere ovplyvňovaná vzdušným kyslíkom, proces metanogenézy sa spomalí prípadne aj zastaví, nakoľko kyslík je pre metánové baktérie toxický.

Vyššie uvedené procesy prebiehajú vo väčšej alebo menšej miere v každej skládke komunálneho odpadu. Z hľadiska intenzity sú tieto procesy však limitované:

- vlhkosťou v telese skládky,
- teplotou v telese skládky,
- hodnotou pH v telese skládky
- anaeróbnosťou prostredia v telese skládky,
- zložením odpadov,
- spôsobom ukladania odpadov a ich prevrstvovaním inertným materiálom.

Ideálne podmienky pre vznik skládkových plynov vzniknú vtedy, keď sa skládka odpadov hermeticky uzavrie. V období prevádzky skládky však tieto podmienky nebývajú v plnej miere naplnené, nakoľko v súvislosti s ukladáním odpadu vnika do telesa skládky vzduch, ktorý proces metanogenézy spomaľuje.

Proces vzniku bioplynu v telese skládky možno považovať z hľadiska skládkovania odpadov za proces priaznivý. V jeho dôsledku totiž dochádza k rozkladu biologických materiálov, čo sa prejavuje hlavne zmenšovaním objemu deponovaného odpadu a s tým súvisiacou vyššou využiteľnosťou kapacity skládky.

Vznik bioplynu v telese skládky má však aj nepriaznivé účinky, tak v období prevádzky skládky, ako aj po jej uzatvorení.

V období prevádzky skládky sa jedná hlavne emisiu bioplynu do okolia skládky, a to jednak z jej povrchu, ako aj horninovým prostredím. Emisia skládkových plynov z jej povrchu negatívne pôsobí na okolité ovzdušie. Odplyn metánu a oxidu uhličitého totiž podporuje výrazne proces vzniku skleníkového efektu v atmosfére a súčasne znehodnocuje senzorické vlastnosti ovzdušia v blízkom okolí skládky (zápach). Okrem toho odplyn metánu z povrchu skládky ohrozuje požiaru bezpečnosť v období prevádzky, nakoľko zmes metánu so vzdušným kyslíkom vytvára výbušnú zmes. Emisia bioplynu horninovým prostredím negatívne pô-

sobí na okolitú vegetáciu, pretože metán vytláča kyslík z oblasti koreňových systémov rastlín, ktoré v dôsledku toho hynú.

V období po uzavretí skládky dochádza vzhľadom na zamedzenie prístupu vzduchu do telesa skládky k zintenzívneniu procesov tvorby bioplynu v jej telese. Táto skutočnosť má za následok zvýšenie tlaku plynov v telese skládky. Ak tieto tlaky nie sú vyrovnávané systémom pre odplynenie skládky, môže dôjsť k porušeniu jej stability, ako aj porušeniu tesniacich prvkov.

Z hľadiska racionálneho skládkovania odpadov je teda žiadúce, aby procesy metanogenézy prebiehali už počas prevádzky skládky, nakoľko postupom času dochádza k ich vznievaniu, a tým aj k skráteniu obdobia po uzatvorení skládky, počas ktorého bude potrebné prevádzkovať systém odplynenia skládky a vykonávať monitoring tvorby skládkových plynov.

3.2 Výsledky meraní zloženia skládkového plynu

Merania zloženia skládkových plynov, ako už bolo spomenuté v kapitole 2, boli v roku 2017 v areáli skládky odpadov Šuja vykonané:

- v ručne zarážaných sondách s označením Š-1 až Š-20 do telesa od začiatku augusta 2009 novej aktívnej kazety na odpad a v odplyňovacích šachtách PŠ-4 a PŠ-6 vybudovaných v telese tejto kazety a
- v odplyňovacích šachtách PŠ-2, PŠ-3, PŠ-5 a PŠ-7, ktoré sú vybudované v už rekultivovanej časti predmetnej skládky odpadov.

Nameraný obsah jednotlivých skládkových plynov, stanovený v ručne zarážaných sondách a v odplyňovacích šachtách, je dokumentovaný v tabuľkách 1 až 3 a na protokolových listoch z meraní v prílohe 2. Pri obsahoch metánu, oxidu uhličitého a kyslíka t.j. pri plynach, ktoré sú pre vyhodnotenie procesu tvorby skládkových plynov najvýznamnejšie, sú ich obsahy aj graficky znázornené na obrázkoch 1, 3, 4 a 6.

Pred vlastným vyhodnotením procesu tvorby a zloženia skládkových plynov je treba uviesť, že základným ukazovateľom intenzity procesu tvorby skládkového plynu je to, aký podiel z celkového zloženia skládkového plynu pripadá na metán a oxid uhličitý a aký podiel na vzdušný kyslík. Súvisí to s tým, že skládkový plyn je v podstate bioplyn, pričom v kvalitnom bioplyne rozhodujúci podiel zo všetkých v ňom sa vyskytujúcich plynov pripadá na metán a oxid uhličitý a obsah kyslíka býva minimálny, prípadne kyslík úplne absentuje.

Ak teda budeme vychádzať pri hodnotení výsledkov monitorovania zloženia skládkových plynov z vyššie uvedeného, potom je zrejmé, že čím vyšší podiel v skládkovom plyne dosahujú metán a oxid uhličitý, tým vyššia je aj intenzita produkcie skládkového plynu. V prípade, že podiel metánu a oxidu uhličitého v skládkovom plyne je nízky, nemusí v danej oblasti skládky dochádzať k tvorbe skládkového, prípadne je proces tvorby skládkového plynu utlmený v dôsledku prítomnosti kyslíka v jej telese.

3.2.1 Rekultivovaná časť skládky odpadov

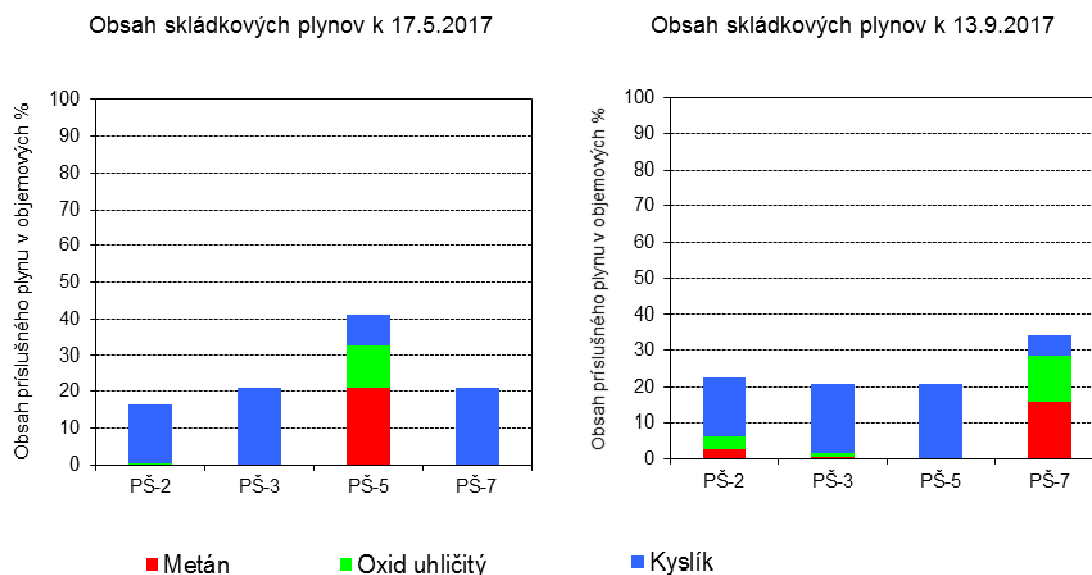
Výsledky meraní zloženia skládkových plynov v odplyňovacích šachtách PŠ-2, PŠ-3, PŠ-5 a PŠ-7, vybudovaných v telese rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja, sú za obdobie roka 2017 dokumentované v tabuľke 1 na nasledujúcej strane. Pri obsahoch metánu, oxidu uhličitého a kyslíka t.j. pri plynach, ktoré sú pre vyhodnotenie procesu tvorby skládkových plynov najvýznamnejšie, sú ich obsahy aj graficky znázornené na obrázku 1 na nasledujúcej strane.

Tab. 1 Výsledky meraní zloženia skládkových plynov emitovaných odplyňovacími šachtami

Objekt	CH ₄ (obj. %)		CO ₂ (obj. %)		O ₂ (obj. %)		H ₂ S (ppm)		H ₂ (ppm)	
	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17
PŠ-2	0,3	2,8	0,3	3,6	15,8	16,4	121	1	127	0
PŠ-3	0,2	0,5	0,1	1,0	20,9	19,5	51	1	35	0
PŠ-5	21,0	0,2	11,7	0,1	8,7	20,7	156	1	1000	0
PŠ-7	0,2	15,9	0,1	12,6	20,9	5,7	35	1	16	0

Z výsledkov meraní v tabuľke 1 vyplýva, že šachty v telese rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja v roku 2017 ventilovali jej teleso. Dôkazom toho bol výskyt metánu a oxidu uhličitého v plyne emitovanom šachtou PŠ-5 v máji 2017 a šachtami PŠ-2 a PŠ-7 v septembri 2017. Uvedená skutočnosť poukazuje na to, že v telese rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja dochádza k tvorbe skládkového plynu.

Obr. 1 Zloženie skládkových plynov v odplyňovacích šachtách PŠ-2, PŠ-3, PŠ-5 a PŠ-7 z pohľadu obsahu metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka (rok 2017)

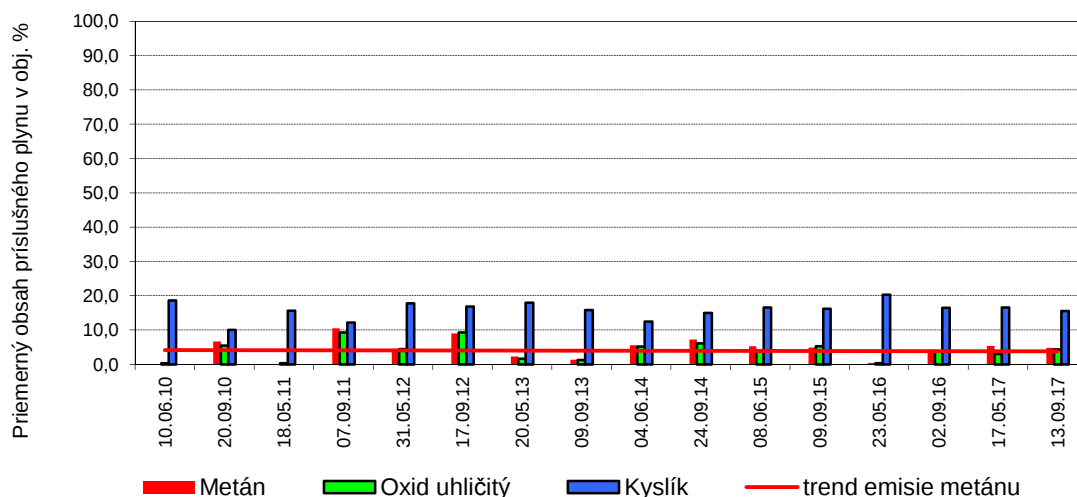


Významnejšia emisia metánu bola v máji 2017 zaznamenaná zo šachty PŠ-5 a v septembri 2017 zo šachty PŠ-7. Obsah metánu v šachte PŠ-5 v máji 2017 dosahoval 21,0 obj. % a v šachte PŠ-7 v septembri 2017 úroveň 15,9 obj. %. Ostatné šachty v roku 2017 emitovali metán na úrovni maximálne do 2,8 obj. %. Uvedený stav v emisii skládkových plynov sa prejavil tým, že rekultivovaná časť skládky odpadov Šuja v máji 2017 emitovala skládkový plyn s priemerným obsahom metánu na úrovni 5,43 obj. % a v septembri 2017 na úrovni 4,85 obj. %. To znamená, že rekultivovaná časť skládky patrila v roku 2017 do kategórie skládok s veľmi slabou emisiou skládkových plynov resp. metánu. Ako je možno vidieť na obrázku 2 na nasledujúcej strane, v roku 2017 oproti septembru 2016 emisia skládkových plynov telesom rekultivovanej časti predmetnej skládky odpadov z pohľadu priemerného obsahu metánu a oxidu uhličitého mierne stúpla, pričom z dlhodobého hľadiska (roky 2010 až 2017) má emisia metánu telesom rekultivovanej časti skládky mierne regresívny trend.

V súvislosti s možnou využiteľnosťou skládkového plynu resp. jeho likvidáciou je nutné uviesť, že využívanie resp. riadené likvidovanie metánu z telesa rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja nie je zatiaľ reálne, nakoľko vybudovanými odplyňovacími šachtami neuniká z jej telesa skládkový plyn s takým priemerným obsahom metánu, že by ho bolo možné likvidovať spaľovaním resp. využívať na výrobu energie.

Z pohľadu požiarnej bezpečnosti je však potrebné upozorniť na to, že obsah metánu nameraný v roku 2017 v odplynovacích šachtách PŠ-5 a PŠ-7 (pozri tab. 1) bol na vyššej úrovni ako dolná medza výbušnosti metánu (viac ako 5 obj. %). Z toho dôvodu hrozí aktuálne riziko vzniku požiaru na skládke. Vzhľadom na to odporúčame pri vykonávaní prác v okolí odplynovacích šacht dôsledne dodržiavať požiaro-bezpečnostné predpisy.

Obr. 2 Priemerný obsah metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka v skládkových plynoch emitovaných z telesa rekultivovanej časti skládky (roky 2010 až 2017)



3.2.2 Nová kazeta na odpad

Výsledky meraní zloženia skládkových plynov v zarážaných sondách Š-1 až Š-20 do telesa od začiatku augusta 2009 novej aktívnej kazety na odpad skládky odpadov Šuja a v odplynovacích šachtách PŠ-4 a PŠ-6 vybudovaných v telese tejto kazety sú za obdobie roka 2017 dokumentované v tabuľkách 2 a 3. Pri obsahoch metánu, oxidu uhličitého a kyslíka t.j. pri plynách, ktoré sú pre vyhodnotenie procesu tvorby skládkových plynov najvýznamnejšie, sú ich obsahy v zarážaných sondách aj graficky znázornené na obrázkoch 3 a 4 na strane 7.

Prieskum telesa novej aktívnej kazety na odpad skládky odpadov Šuja, vykonaný v roku 2017 zarážanými sondami preukázal, že v jej telese, dochádza k tvorbe skládkového plynu. Prejavom produkcie skládkového plynu bol výskyt metánu a oxidu uhličitého – hlavných skládkových plynov prakticky vo všetkých zarážaných sondách. Ako dokumentujú grafy na obrázkoch 3 a 4 na strane 7, bola však koncentrácia uvedených plynov v skládkovom plyne v jednotlivých sondách v roku 2017 z priestorového aj časového hľadiska variabilná.

Proces rozkladu biologického odpadu v štádiu stabilnej metanogenézy prebiehal v máji 2017 v telese novej kazety na odpad v okolí sond Š-15, Š-16 a Š-18. V skládkovom plyne týchto sond obsah metánu dosahoval úroveň 45,5 až 56,4 obj. %, obsah oxidu uhličitého úroveň 34,9 až 43,2 obj. % a obsah kyslíka úroveň 3,70,8 až 1,8 obj. %. Vzhľadom na nízky obsah kyslíka v skládkovom plyne sa dá predpokladať, že máji 2017 v okolí vyššie uvedených sond bolo prostredie v telese skládky takmer anaeróbne. Okrem procesu metanogenézy v okolí sond Š-15, Š-16 a Š-18 prebiehal v máji 2017 aj rozklad biologického odpadu v štádiu hydrolýzy, na čo poukazuje zvýšený obsah sírovodíka až nad 1000 ppm.

Rozklad biologického odpadu v štádiu metanogenézy prebiehal v máji 2017 v telese novej kazety na odpad aj v okolí sond Š-1 až Š-15, Š-17, Š-19 a Š-20. V skládkovom plyne týchto sond obsah metánu dosahoval úroveň 0,2 až 37,9 obj. %, obsah oxidu uhličitého úroveň 2,7 až 51,0 obj. % a obsah kyslíka úroveň 3,9 až 17,6 obj. %. Zvýšený obsah kyslíka

v skládkovom plyne sond Š-1 až Š-15, Š-17, Š-19 a Š-20 naznačuje, že v ich okolí bolo prostredie v telese novej kazety na odpad v máji 2017 viac alebo menej aerobizované v dôsledku prisávania kyslíka k odpadom či už z jej povrchu alebo hrán. Okrem procesu metanogenézy v okolí sond Š-6, Š-8 a Š-20 prebiehal v máji 2017 aj rozklad biologického odpadu v štádiu acetogenézy, na čo poukazuje zvýšený obsah vodíka na úrovni 421 až 963 ppm a v prípade sond Š-4, Š-7, Š-11, Š-12 a Š-20 vyšší obsah sírovodíka (102 až nad 1000 ppm) naznačoval, že v okolí týchto sond v máji 2017 prebiehala aj hydrolýza biologického odpadu.

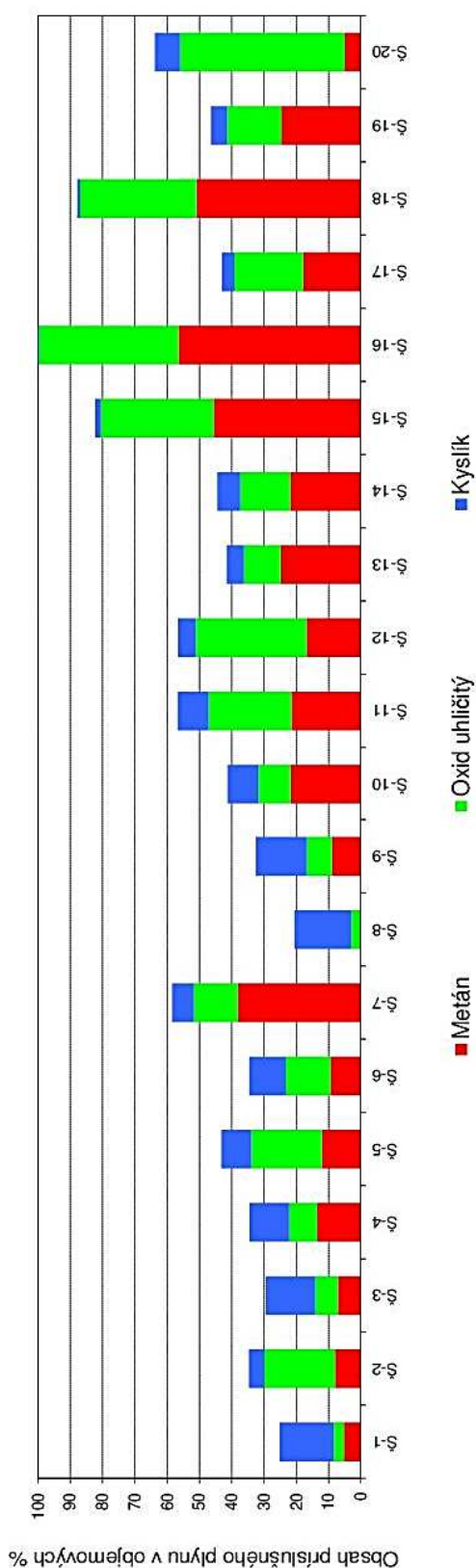
Tab. 2 Výsledky meraní zloženia skládkových plynov v zarážaných sondách Š-1 až Š-20

Objekt	CH ₄ (obj. %)		CO ₂ (obj. %)		O ₂ (obj. %)		H ₂ S (ppm)		H ₂ (ppm)	
	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17
Š-1	5,2	0,4	3,1	0,6	16,8	20,2	2	18	69	103
Š-2	7,9	8,3	21,9	18,1	4,8	4,4	11	12	166	141
Š-3	7,0	6,8	7,0	6,0	15,5	13,8	16	10	308	121
Š-4	13,5	24,8	8,6	13,4	12,3	4,4	102	145	91	31
Š-5	12,0	6,4	21,8	3,5	9,4	18,4	6	10	46	45
Š-6	9,4	9,1	13,8	4,5	11,3	17,4	9	9	462	131
Š-7	37,9	23,1	13,7	20,2	6,8	0,4	164	332	66	34
Š-8	0,2	0,4	2,7	2,2	17,6	15,4	7	4	421	181
Š-9	8,9	17,7	7,8	6,4	15,8	14,0	14	23	121	295
Š-10	21,7	11,7	9,9	5,2	9,6	13,8	80	17	43	206
Š-11	21,4	13,5	25,7	8,8	9,6	14,7	157	58	238	23
Š-12	16,8	1,5	34,2	1,3	5,6	19,7	281	1	193	4
Š-13	24,8	31,2	11,3	24,8	5,4	5,6	62	78	181	181
Š-14	21,8	18,1	15,4	15,4	7,2	10,8	47	28	192	51
Š-15	45,5	52,2	34,9	35,8	1,8	0,3	>1000	>1000	243	24
Š-16	56,4	57,0	43,2	40,3	1,4	1,0	>1000	955	264	97
Š-17	17,8	24,5	21,3	22,8	3,9	7,0	19	81	204	112
Š-18	50,8	52,4	36,1	33,9	0,8	1,0	>1000	263	91	85
Š-19	24,6	20,8	16,7	13,1	5,1	6,9	98	38	146	56
Š-20	4,9	16,2	51,0	29,2	7,9	6,1	>1000	245	963	11

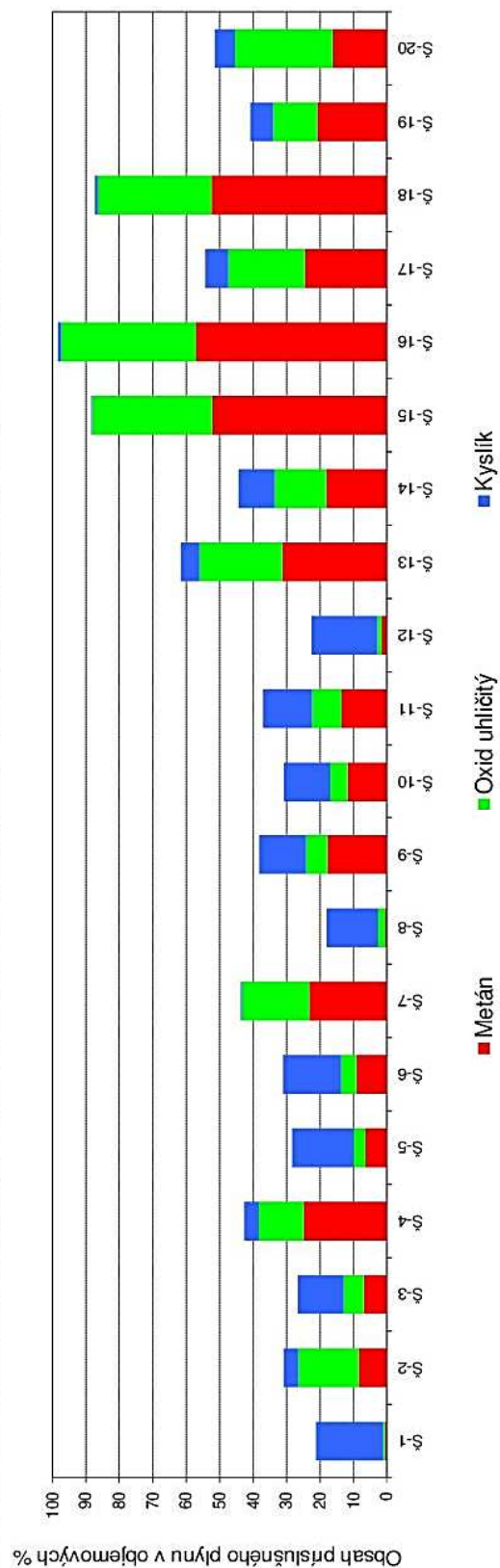
V septembri 2017 takmer anaeróbne prostredie bolo v telese novej kazety na odpad dokumentované v okolí sond Š-7, Š-15, Š-16 a Š-18. V skládkovom plyne týchto sond obsah metánu dosahoval úroveň 23,1 až 57,0 obj. %, obsah oxidu uhličitého úroveň 20,2 až 40,3 obj. % a kyslík sa vyskytoval v nízkej koncentrácii na úrovni 0,3 až 1,0 obj. %. Vzhľadom na nízky obsah kyslíka v skládkovom plyne sa dá predpokladať, že septembri 2017 v okolí vyššie uvedených sond prebiehal proces rozkladu biologického odpadu v štádiu stabilnej metanogenézy. Okrem procesu metanogenézy v okolí sond Š-11 až Š-1 Š-7, Š-15, Š-16 a Š-18 prebiehal v septembri 2017 aj rozklad biologického odpadu v štádiu hydrolýzy, na čo poukazuje zvýšený obsah sírovodíka na úrovni 263 až nad 1000 ppm.

Rozklad biologického odpadu v štádiu metanogenézy tiež prebiehal v septembri 2017 v telese novej kazety na odpad aj v okolí sond Š-1 až Š-7, Š-8 až Š-15, Š-17, Š-19 a Š-20. V skládkovom plyne týchto sond obsah metánu dosahoval úroveň 0,4 až 31,2 obj. %, obsah oxidu uhličitého úroveň 0,6 až 29,2 obj. % a obsah kyslíka úroveň 4,4 až 20,2 obj. %. Zvýšený obsah kyslíka v skládkovom plyne sond Š-1 až Š-7, Š-8 až Š-15, Š-17, Š-19 a Š-20 naznačuje, že v ich okolí bolo prostredie v telese novej kazety na odpad v septembri 2017 viac alebo menej aerobizované v dôsledku prisávania kyslíka k odpadom či už z jej povrchu alebo hrán. Okrem procesu metanogenézy v okolí sond Š-4 a Š-20 prebiehal v septembri 2017 aj rozklad biologického odpadu v štádiu hydrolýzy, na čo poukazuje zvýšený obsah sírovodíka na úrovni 145 až 245 ppm.

Obr. 3 Zloženie skládkových plynov v sondách Š-1 až Š-20 z pohľadu obsahu metánu, oxidu uhličitého a kyslíka k 17.5.2017

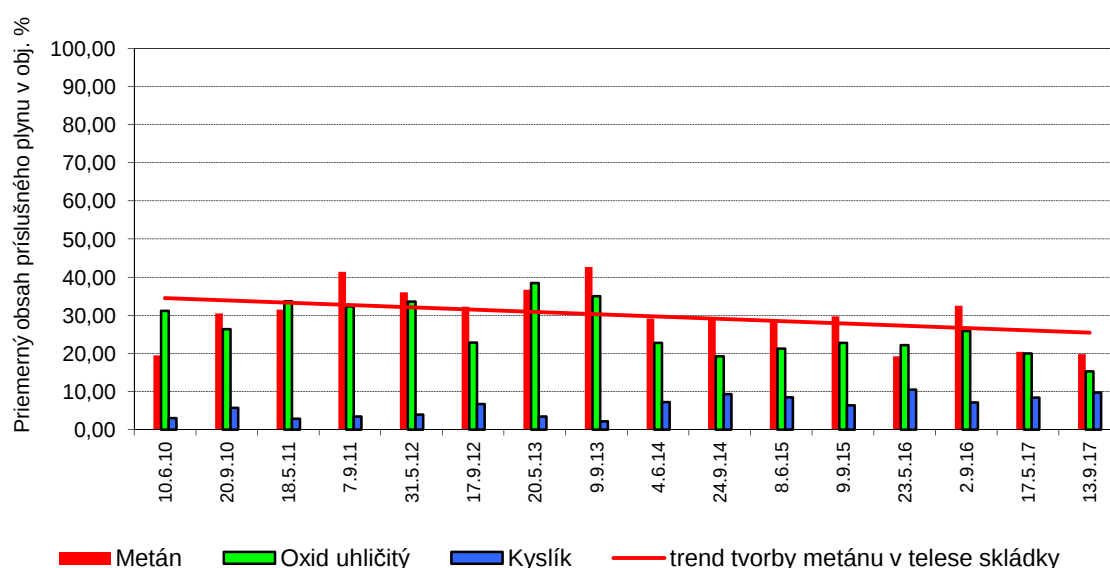


Obr. 4 Zloženie skládkových plynov v sondách Š-1 až Š-20 z pohľadu obsahu metánu, oxidu uhličitého a kyslíka k 13.9.2017



Na základe výsledkov meraní zloženia skládkových plynov v zarážaných sondách do telesa novej kazety na odpad možno teda konštatovať, že v jej telese dochádzalo v roku 2017 k tvorbe skládkového plynu. Tento stav sa prejavil tým, že priemerný obsah metánu produkovaný telesom novej kazety na odpad dosahoval v máji 2017 úroveň 20,43 obj. % a v septembri 2017 úroveň 19,81 obj. %. Z hľadiska priemerného obsahu metánu v skládkovom plyne produkovanom telesom skládky patrila v období roka 2017 nová kazeta na odpad do kategórie skládok so slabou produkciou skládkových plynov resp. metánu, pričom v roku 2017 tvorba metánu v telese novej kazety oproti septembru 2017 poklesla. Z dlhodobého aspektu má v období rokov 2010 až 2017 tvorba metánu touto kazetou degresívny trend. Názorne túto skutočnosť dokumentuje graf na obrázku 5, na ktorom sú za obdobie rokov 2010 až 2017 zobrazené priemerné obsahy metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka v skládkových plynach v telese novej kazety na odpad skládky odpadov Šuja.

Obr. 5 Priemerný obsah metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka v skládkových plynach v telese novej kazety na odpad skládky odpadov Šuja (roky 2010 až 2017)



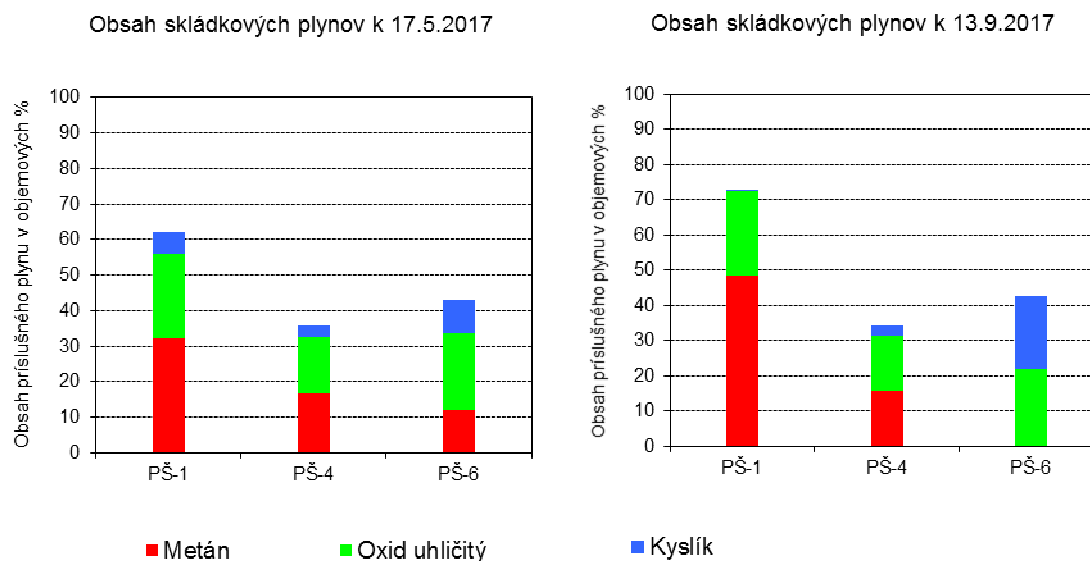
Výsledky meraní zloženia skládkových plynov v odplyňovacích šachtách PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6, ktoré sú vybudované v telese novej kazety na odpad skládky odpadov Šuja, sú za obdobie roka 2017 dokumentované v tabuľke 3. Pri obsahoch metánu, oxidu uhličitého a kyslíka sú ich obsahy v odplyňovacích šachtách aj graficky znázornené na obrázku 6 na nasledujúcej strane.

Tab. 3 Výsledky meraní zloženia skládkových plynov emitovaných odplyňovacími šachtami

Objekt	CH ₄ (obj. %)		CO ₂ (obj. %)		O ₂ (obj. %)		H ₂ S (ppm)		H ₂ (ppm)	
	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17	17.5.17	13.9.17
PŠ-1	32,2	48,6	23,9	30,4	6,2	0,2	>1000	189	89	27
PŠ-4	16,9	15,7	15,7	13,1	3,4	2,8	251	198	5	14
PŠ-6	12,0	0,2	21,8	0,1	9,4	20,7	6	4	46	9

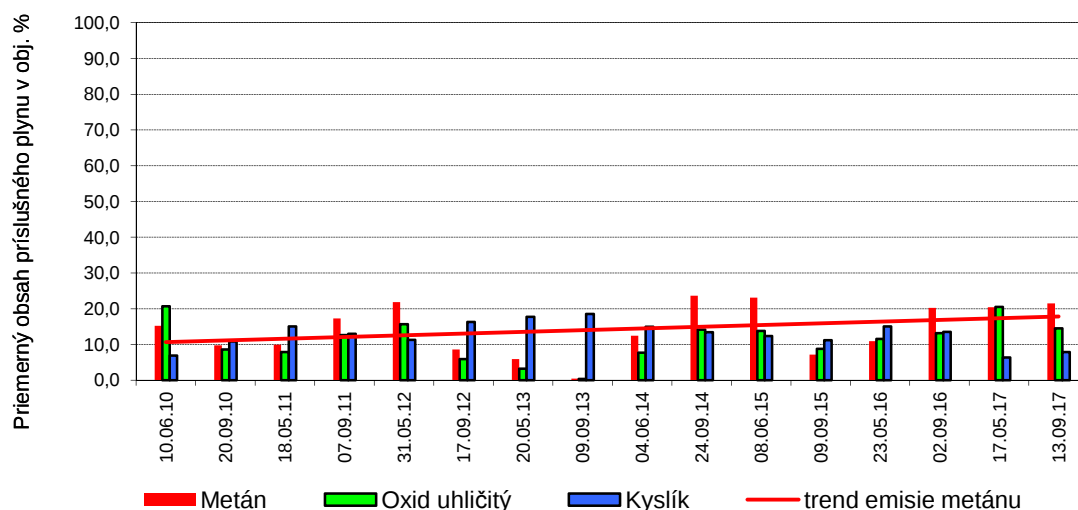
Z výsledkov meraní v tabuľke 3 vyplýva, že tvorba skládkového plynu v telese novej kazety na odpad sa v roku 2017 prejavila aj jeho emisiou z odplyňovacích šacht. Dôkazom toho bol výskyt vyšších obsahov metánu a oxidu uhličitého v plyne emitovanom v máji 2017 zo šacht PŠ-1, PŠ-4 až PŠ-6 a v septembri 2017 zo šacht PŠ-1 a PŠ-4 (pozri obr. 6). V prípade šachty PŠ-6 sa v septembri 2017 sa oproti máju 2017 emisia metánu a oxidu uhličitého výrazne znížila, pričom táto šachta v septembri 2017 metán a oxid uhličitý takmer neemitovala.

Obr. 6 Zloženie skládkových plynov v odplyňovacích šachtách PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6 z pohľadu obsahu metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka (rok 2017)



Vyššie uvedený stav v emisii skládkových plynov sa prejavil tým, že nová kazeta na odpad v máji 2017 emitovala skládkový plyn s priemerným obsahom metánu na úrovni 20,37 obj. % a v septembri 2017 na úrovni 21,50 obj. %. To znamená, že táto kazeta na odpad patrila v roku 2017 do kategórie skládok so slabou emisiou skládkových plynov resp. metánu. Ako je možno vidieť na obrázku 7, má emisia skládkových plynov telesom novej kazety na odpad z pohľadu priemerného obsahu mierne progresívny charakter.

Obr. 7 Priemerný obsah metánu, oxidu uhličitého a vzdušného kyslíka v skládkových plynoch emitovaných z telesa novej kazety na odpad (roky 2010 až 2017)



V súvislosti s možnou využiteľnosťou skládkového plynu resp. jeho likvidáciou je nutné uviesť, že využívanie resp. riadené likvidovanie metánu z telesa novej kazety na odpad nie je zatiaľ reálne, nakoľko vybudovanými odplyňovacími šachtami neuniká z jej telesa skládkový plyn s takým obsahom metánu, že by ho bolo možné likvidovať spaľovaním resp. využívať na výrobu energie. Okrem toho by vybudovanie odplyňovacích zariadení v oblasti novej kazety na odpad značne obmedzilo ukladanie odpadu do jej telesa.

Z pohľadu požiarnej bezpečnosti je však potrebné upozorniť na to, že obsah metánu nameraný v roku 2017 takmer vo všetkých zarážaných sondách do telesa novej kazety na

odpad (pozri tab. 2) bol na vyššej úrovni ako dolná medza výbušnosti metánu (viac ako 5 obj. %). Z toho dôvodu hrozí aktuálne riziko vzniku požiaru na skládke. Vzhľadom na to odporúčame pri vykonávaní prác na predmetnej kazete dôsledne dodržiavať požiaro-bezpečnostné predpisy.

4 ZÁVEREČNÉ ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA

V predkladanej správe sú za obdobie roka 2017 dokumentované a vyhodnotené výsledky monitorovania zloženia skládkových plynov:

- v odplyňovacích šachtách PŠ-2, PŠ-3, PŠ-5 a PŠ-7, ktoré sú vybudované v už rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja a
- v telese od začiatku augusta 2009 novej, aktívnej kazety na odpad skládky odpadov Šuja a v zarážaných sondách Š-1 až Š-20 a v odplyňovacích šachtách PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6, ktoré sú vybudované v telese tejto kazety.

Z výsledkov vyššie vykonaných monitorovacích prác vyplýva, že v hodnotenom období roka 2017 bol dokumentovaný nasledovný stav:

- teleso rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja produkovalo v roku 2017 skládkový plyn, čoho dôkazom bol v roku 2017 výskyt hlavných skládkových plynov (metán a oxid uhličitý) v odplyňovacích šachtách, ktoré sú vybudované v jej telese. Významnejšia emisia metánu bola v máji 2017 zaznamenaná zo šachty PŠ-5 a v septembri 2017 zo šachty PŠ-7. Obsah metánu v šachte PŠ-5 v máji 2017 dosahoval 21,0 obj. % a v šachte PŠ-7 v septembri 2017 úroveň 15,9 obj. %. Ostatné šachty v roku 2017 emitovali metán na úrovni maximálne do 2,8 obj. %. Uvedený stav v emisii skládkových plynov sa prejavil tým, že rekultivovaná časť skládky odpadov Šuja v máji 2017 emitovala skládkový plyn s priemerným obsahom metánu na úrovni 5,43 obj. % a v septembri 2017 na úrovni 4,85 obj. %. To znamená, že rekultivovaná časť skládky patrila v roku 2017 do kategórie skládok s veľmi slabou emisiou skládkových plynov resp. metánu, pričom z dlhodobého aspektu (roky 2010 až 2017) má emisia metánu telesom rekultivovanej časti skládky mierne regresívny trend,
- v telese novej kazety na odpad skládky odpadov Šuja dochádzalo v roku 2017 k tvorbe skládkového plynu v štádiu metanogenézy. Prejavilo sa to tým, že priemerný obsah metánu produkovaný telesom novej kazety na odpad dosahoval v máji 2017 úroveň 20,43 obj. % a v septembri 2017 úroveň 19,81 obj. %. Z hľadiska priemerného obsahu metánu v skládkovom plyne produkovanom telesom skládky patrila v období roka 2017 nová kazeta na odpad do kategórie skládok so slabou produkciou skládkových plynov resp. metánu, pričom z dlhodobého aspektu má v období rokov 2010 až 2017 tvorba metánu touto kazetou regresívny trend,
- tvorba skládkového plynu v telese novej kazety na odpad skládky odpadov Šuja sa v roku 2017 prejavila aj jeho emisiou z odplyňovacích šácht PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6, ktoré sú vybudované v jej telese. Dôkazom toho bol výskyt vyšších obsahov metánu a oxidu uhličitého v plyne emitovanom v máji 2017 zo šácht PŠ-1, PŠ-4 a PŠ-6 a v septembri 2017 zo šácht PŠ-1 a PŠ-4. Uvedený stav v emisii skládkových plynov sa prejavil tým, že nová kazeta na odpad v máji 2017 emitovala skládkový plyn s priemerným obsahom metánu na úrovni 20,37 obj. % a v septembri 2017 na úrovni 21,50 obj. %. To znamená, že táto kazeta na odpad patrila v roku 2017 do kategórie skládok so slabou emisiou skládkových plynov resp. metánu, pričom v období rokov 2010 až 2017 má emisia skládkových plynov telesom novej kazety na odpad z pohľadu priemerného obsahu mierne progresívny charakter.

V súvislosti s možnou využiteľnosťou skládkového plynu resp. jeho likvidáciou je nutné uviesť, že využívanie resp. riadené likvidovanie metánu z telesa rekultivovanej časti

skládky odpadov Šuja a z telesa novej kazety na odpad nie je zatiaľ reálne, nakoľko vybudovanými odplyňovacími šachtami neuniká z ich telies skládkový plyn s takým priemerným obsahom metánu, že by ho bolo možné likvidovať spaľovaním resp. využívať na výrobu energie. Okrem toho by vybudovanie odplyňovacích zariadení v oblasti novej kazety na odpad značne obmedzilo ukladanie odpadu do jej telesa

Odporúčania:

Vzhľadom na preukázanie tvorby skládkového plynu odporúčame prevádzkovateľovi skládky:

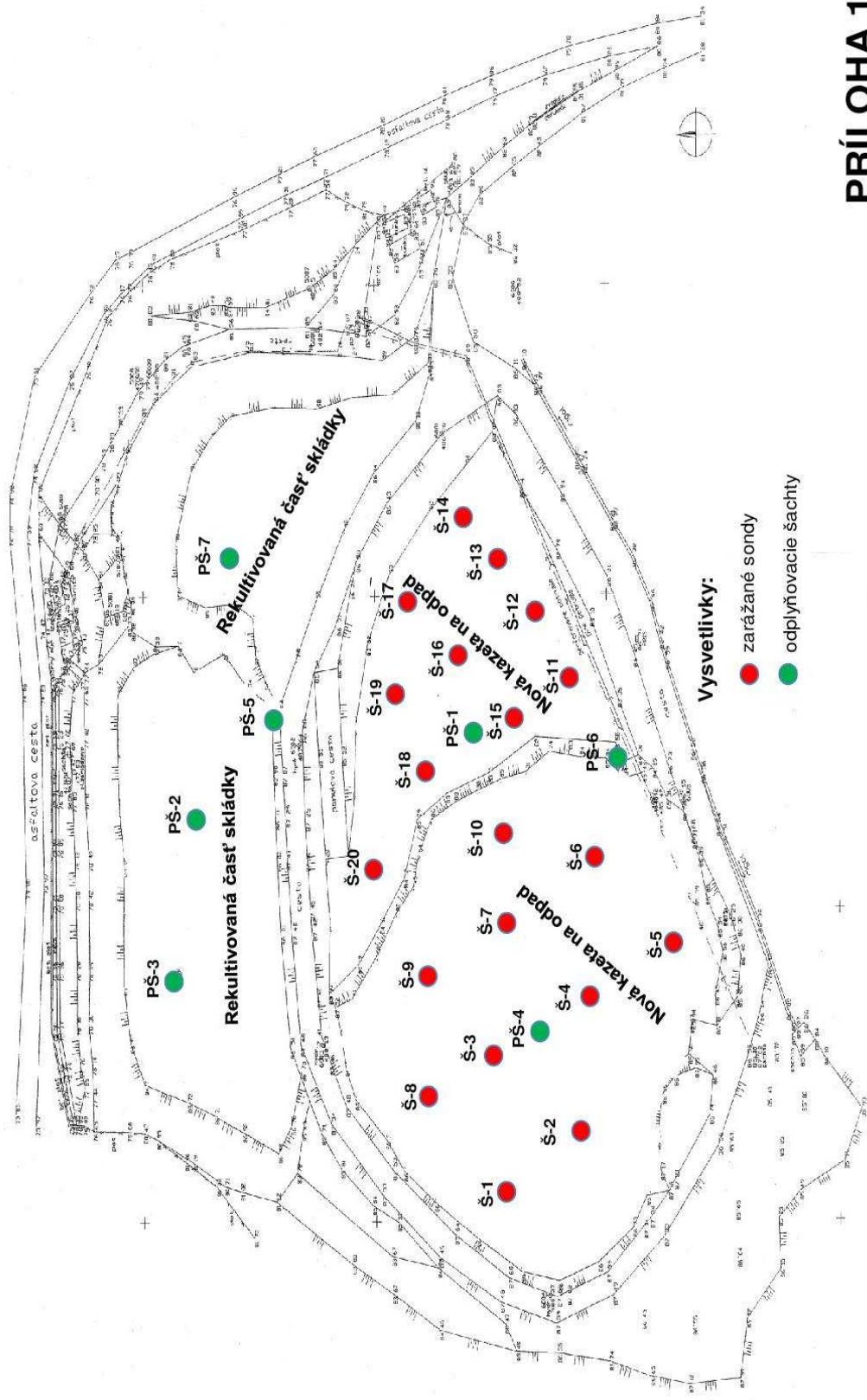
- vykonávať monitoring skládkových plynov v súlade s podmienkami integrovaného povolenia, a to jednak v odplyňovacích šachtách vybudovaných v rekultivovanej časti skládky odpadov Šuja a novej kazety na odpad, ale súčasne v zmysle STN 83 8108 (Skládkový plyn) aj prostredníctvom zarážaných sond do telesa novej kazety na odpad, nakoľko odplyňovacie šachty v období prevádzky skládky nemusia v plnej miere odzrkadľovať proces tvorby a zloženie skládkového plynu v jej telese,
- do novej kazety na odpad ukladať odpady takým spôsobom, aby proces metanogenézy prebiehal už počas jej výstavby. Dosiahnuť je to možné predovšetkým eliminovaním prístupu kyslíka k odpadom, a to jednak minimalizovaním plochy zavážanej odpadom, jeho dôkladným zhutňovaním a prevrstvovaním inertným materiálom, ako aj utesňovaním hrán skládky inertným materiálom. Proces rozkladu biologického odpadu prostredníctvom metánových baktérií už počas výstavby skládky je totiž z hľadiska skládkovania odpadov proces priaznivý, nakoľko v jeho dôsledku dochádza k zmenšovaniu objemu deponovaného odpadu, čo má pozitívny dopad na využiteľnosť kapacity skládky,
- v areáli skládky odpadov Šuja dôsledne dodržiavať požiaro-bezpečnostné predpisy, nakoľko nemožno vylúčiť, že k odplynú metánu bude dochádzať aj netesnosťami na hranách a povrchu novej kazety na odpad, ako aj z odplyňovacích šacht v rekultivovanej časti skládky odpadov.

V Žiline, dňa 28.12.2017

Správu vypracoval: RNDr. Zdeněk Potyš



SCHEMATICKÁ SITUÁCIA ROZMIESTNENIA ZARÁŽANÝCH SOND A ODPLYŇOVACÍCH ŠÁCHT



**DOKUMENTÁCIA MERANÍ
ZLOŽENIA SKLÁDKOVÝCH PLYNOV**

Protokol z merania obsahu skládkových plynov

Miesto merania: Skládka odpadov Rajec - Šuja
Prevádzkovateľ: Skládka odpadov Rajeckého regiónu – združenie, Rajec
Dátum merania: 17.05.2017
Spôsob merania: V ručne zarážaných sondách
Druh meracieho prístroja: GA 5000
Kalibrácia prístroja platná do: 13.02.2018

Presnosť merania: Plyn

CH ₄	0-70 %	±0,5 %	70–100%	±1,5 %
CO ₂	0-60 %	±0,5 %	60–100%	±1,5 %
O ₂	0-25 %	±1,0 %		
H ₂ S	1000 ppm	±2,0 %		
H ₂	2000 ppm	±2,0 %		

Výsledky merania:

Objekt	CH ₄ (obj. %)	CO ₂ (obj. %)	O ₂ (obj. %)	H ₂ S (ppm)	H ₂ (ppm)	CH ₄ miera výbušnosti (%)	Barometrický tlak mbar
Š-1	5,2	3,1	16,8	2	69	>100	964,86
Š-2	7,9	21,9	4,8	11	166	>100	962,81
Š-3	7,0	7,0	15,5	16	308	>100	950,18
Š-4	13,5	8,6	12,3	102	91	>100	961,82
Š-5	12,0	21,8	9,4	6	46	>100	959,67
Š-6	9,4	13,8	11,3	9	462	>100	949,21
Š-7	37,9	13,7	6,8	164	66	>100	959,14
Š-8	0,2	2,7	17,6	7	421	>100	963,66
Š-9	8,9	7,8	15,8	14	121	>100	958,72
Š-10	21,7	9,9	9,6	80	43	>100	960,18
Š-11	21,4	25,7	9,6	157	238	>100	968,12
Š-12	16,8	34,2	5,6	281	193	>100	959,28
Š-13	24,8	11,3	5,4	62	181	>100	946,27
Š-14	21,8	15,4	7,2	47	192	>100	940,13
Š-15	45,5	34,9	1,8	>1000	243	>100	968,47
Š-16	56,4	43,2	1,4	>1000	264	>100	956,98
Š-17	17,8	21,3	3,9	19	204	>100	968,12
Š-18	50,8	36,1	0,8	>1000	91	>100	954,19
Š-19	24,6	16,7	5,1	98	146	>100	961,89
Š-20	4,9	51,0	7,9	>1000	963	98	968,36

Meranie vykonali: RNDr. Zdeněk Potyš
 František Sklenár

Protokol vystavil: RNDr. Zdeněk Potyš

V Žiline dňa: 22.05.2017



RNDr. Zdeněk Potyš
 HGS-hydrogeoservis
 Platanová 3229/23, 010 07 Žilina
 IČO: 17862035 IČ-DPH: SK1020536979

Protokol z merania obsahu skládkových plynov

Miesto merania: Skládka odpadov Rajec - Šuja
Prevádzkovateľ: Skládka odpadov Rajeckého regiónu – združenie, Rajec
Dátum merania: 13.09.2017
Spôsob merania: V ručne zarážaných sondách
Druh meracieho prístroja: GA 5000
Kalibrácia prístroja platná do: 13.02.2018

Presnosť merania:

Plyn				
CH ₄	0-70 %	±0,5 %	70-100%	±1,5 %
CO ₂	0-60 %	±0,5 %	60-100%	±1,5 %
O ₂	0-25 %	±1,0 %		
H ₂ S	1000 ppm	±2,0 %		
H ₂	2000 ppm	±2,0 %		

Výsledky merania:

Objekt	CH ₄ (obj. %)	CO ₂ (obj. %)	O ₂ (obj. %)	H ₂ S (ppm)	H ₂ (ppm)	CH ₄ miera výbušnosti (%)	Barometrický tlak mbar
Š-1	0,4	0,6	20,2	18	103	>100	952,84
Š-2	8,3	18,1	4,4	12	141	>100	954,18
Š-3	6,8	6,0	13,8	10	121	>100	947,99
Š-4	24,8	13,4	4,4	145	31	>100	959,18
Š-5	6,4	3,5	18,4	10	45	>100	954,83
Š-6	9,1	4,5	17,4	9	131	>100	958,75
Š-7	23,1	20,2	0,4	332	34	>100	953,55
Š-8	0,4	2,2	15,4	4	181	>100	956,28
Š-9	17,7	6,4	14,0	23	295	>100	953,67
Š-10	11,7	5,2	13,8	17	206	>100	947,92
Š-11	13,5	8,8	14,7	58	23	>100	961,28
Š-12	1,5	1,3	19,7	1	4	>100	959,84
Š-13	31,2	24,8	5,6	78	181	>100	948,96
Š-14	18,1	15,4	10,8	28	51	>100	951,18
Š-15	52,2	35,8	0,3	>1000	24	>100	960,00
Š-16	57,0	40,3	1,0	955	97	>100	950,18
Š-17	24,5	22,8	7,0	81	112	>100	952,40
Š-18	52,4	33,9	1,0	263	85	>100	958,12
Š-19	20,8	13,1	6,9	38	56	>100	958,61
Š-20	16,2	29,2	6,1	245	11	>100	947,27

Meranie vykonali: RNDr. Zdeněk Potyš
František Sklenár

Protokol vystavil: RNDr. Zdeněk Potyš

V Žiline dňa: 18.09.2017



RNDr. Zdeněk Potyš
HGS-hydrogeoservis
Platanová 3229/23, 010 07 Žilina
IČO: 17862035 IČ-DPH: SK1020536979

Protokol z merania obsahu skládkových plynov

Miesto merania: Skládka odpadov Rajec - Šuja
Prevádzkovateľ: Skládka odpadov Rajeckého regiónu – združenie, Rajec
Dátum merania: 17.05.2017
Spôsob merania: V odplyňovacích šachtách
Druh meracieho prístroja: GA 5000
Kalibrácia prístroja platná do: 13.02.2018

Presnosť merania:

Plyn				
CH ₄	0-70 %	±0,5 %	70–100%	±1,5 %
CO ₂	0-60 %	±0,5 %	60–100%	±1,5 %
O ₂	0-25 %	±1,0 %		
H ₂ S	1000 ppm	±2,0 %		
H ₂	2000 ppm	±2,0 %		

Výsledky merania:

Objekt	CH ₄ (obj. %)	CO ₂ (obj. %)	O ₂ (obj. %)	H ₂ S (ppm)	H ₂ (ppm)	CH ₄ miera výbušnosti (%)	Barometrický tlak mbar
PŠ-1	32,2	23,9	6,2	>1000	89	>100	962,45
PŠ-2	0,3	0,3	15,8	121	127	6	970,70
PŠ-3	0,2	0,1	20,9	51	35	4	970,79
PŠ-4	16,9	15,7	3,4	251	5	>100	970,81
PŠ-5	21,0	11,7	8,7	156	1000	>100	970,56
PŠ-6	12,0	21,8	9,4	6	46	>100	971,01
PŠ-7	0,2	0,1	20,9	35	16	4	970,88

Meranie vykonali: RNDr. Zdeněk Potyš
František Sklenář

Protokol vystavil: RNDr. Zdeněk Potyš

V Žiline dňa: 22.05.2017



RNDr. Zdeněk Potyš
HGS-hydrogeoservis
Platanová 3229/23, 010 07 Žilina
IČO: 17862035 IČ-DPH: SK1020536979

Protokol z merania obsahu skládkových plynov

Miesto merania: Skládka odpadov Rajec - Šuja
Prevádzkovateľ: Skládka odpadov Rajeckého regiónu – združenie, Rajec
Dátum merania: 13.09.2017
Spôsob merania: V odplyňovacích šachtách
Druh meracieho prístroja: GA 5000
Kalibrácia prístroja platná do: 13.02.2018

Presnosť merania:

Plyn				
CH ₄	0-70 %	±0,5 %	70–100%	±1,5 %
CO ₂	0-60 %	±0,5 %	60–100%	±1,5 %
O ₂	0-25 %	±1,0 %		
H ₂ S	1000 ppm	±2,0 %		
H ₂	2000 ppm	±2,0 %		

Výsledky merania:

Objekt	CH ₄ (obj. %)	CO ₂ (obj. %)	O ₂ (obj. %)	H ₂ S (ppm)	H ₂ (ppm)	CH ₄ miera výbušnosti (%)	Barometrický tlak mbar
PŠ-1	48,6	30,4	0,2	189	27	>100	959,96
PŠ-2	2,8	3,6	16,4	1	0	56	959,39
PŠ-3	0,5	1,0	19,5	1	0	10	959,28
PŠ-4	15,7	13,1	2,8	198	14	>100	958,17
PŠ-5	0,2	0,1	20,7	1	0	4	958,62
PŠ-6	0,2	0,1	20,7	4	9	4	959,47
PŠ-7	15,9	12,6	5,7	1	0	>100	958,14

Meranie vykonali: RNDr. Zdeněk Potyš
František Sklenár

Protokol vystavil: RNDr. Zdeněk Potyš

V Žiline dňa: 18.09.2017



RNDr. Zdeněk Potyš
HGS-hydrogeoservis
Platanová 3229/23, 010 07 Žilina
IČO: 17862035 IČ-DPH: SK1020536979

CERTIFICATION OF CALIBRATION

Date Of Calibration: 13-Feb-2017 Certificate Number: G501775_2/17909



Geotech

ISSUED BY: GEOTECHNICAL INSTRUMENTS (UK) LTD

Customer: RNDr. Zdenek Potys -
HGS - hydrogeoservice Platanova 3229/23 010 07 Zilina
Slovakia

Description: Gas Analyser

Model: GA5000

Serial Number: G501775

UKAS Accredited results:

Results after adjustment :

Methane (CH ₄)		
Certified Gas (%)	Instrument Reading (%)	Uncertainty (%)
5.1	5.1	0.41
15.0	15.0	0.64
50.0	49.3	0.94

Carbon Dioxide (CO ₂)		
Certified Gas (%)	Instrument Reading (%)	Uncertainty (%)
5.1	4.9	0.43
15.1	14.9	0.70
50.0	50.1	1.1

Oxygen (O ₂)		
Certified Gas (%)	Instrument Reading (%)	Uncertainty (%)
21.0	21.1	0.31

The inwards assessment was carried out 08-Feb-2017.

The maximum adjustment was less than the inwards assessment uncertainty.

Inwards assessment data is available if requested.

All concentrations are molar.

CH₄, CO₂ readings recorded at : 30.0 °C ± 1.5 °C

O₂ reading recorded at : 20.9 °C ± 1.5 °C

Barometric Pressure : 1016 mbar ± 3 mbar

Method of Test : The analyser is calibrated in a temperature controlled chamber using a series of reference gases, in compliance with procedure LP004.

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service. It provides traceability of measurement to the SI system of units and/or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Page 1 of 2 | LP015GIUKAS-2.2

Geotechnical Instruments (UK) Ltd

Sovereign House, Queensway, Leamington Spa, Warwickshire, CV31 3JR



geotechuk.com



service@geotech.co.uk



+44 (0)1926 338111

CERTIFICATION OF CALIBRATION

Date Of Calibration: 13-Feb-2017 Certificate Number: G501775_2/17909



Geotech

ISSUED BY: GEOTECHNICAL INSTRUMENTS (UK) LTD

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor of $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with UKAS requirements.

Calibrations marked 'Non-UKAS Accredited results' on this certificate have been included for completeness.

Non-UKAS Accredited results:

Barometer (mbar)		
Reference	Instrument Reading	
1016	1015	

Additional Gas Cells		
Gas	Certified Gas (ppm)	Instrument Reading (ppm)
H ₂	1040	1041.2
H ₂ S	259	259.1

Approved by Signatory

Graham Ingles

Laboratory Inspection

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service. It provides traceability of measurement to the SI system of units and/or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Page 2 of 2 | LP015GIUKAS-2.2

Geotechnical Instruments (UK) Ltd

Sovereign House, Queensway, Leamington Spa, Warwickshire, CV31 3JX

geotechuk.com

service@geotech.co.uk

+44 (0)1926 338111