

ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ SE SKLÁDKOVÝM PLYNEM NA SKLÁDKÁCH V REŽIMU INTEGROVANÉ PREVENCE

Karolína Keprtová^a, Jan Kolář^b

^a VŠCHT Praha, Ústav chemie a technologie ochrany prostředí, Technická 5, 166 28 Praha 6, keprtovk@vscht.cz

^b CENIA, česká informační agentura životního prostředí, Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10

Článek je zaměřen na problematiku nakládání se skládkovým plynem na skládkách, které jsou v působnosti zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci. Ačkoliv je skládkování jako způsob nakládání s odpadem na ústupu, následná péče o skládky bude probíhat ještě další desetiletí po jejich uzavření a stejně tak musí probíhat i záchyt skládkového plynu. Článek shrnuje informace o způsobu nakládání se skládkovým plynem získané prostřednictvím informačního systému integrované prevence i pravidla pro nakládání se skládkovým plynem dle platných norem ČSN.

Klíčová slova: skládkový plyn, integrovaná prevence, IPPC, kogenerace

Došlo 04. 01. 2021, přijato 23. 02. 2021

1. Úvod

Skládky představují potenciální zdroje znečištění životního prostředí. Rizikovými emisemi jsou zejména skládkový plyn, který obsahuje skleníkové plyny způsobující globální oteplování a skládkový výluh, který je potenciální hrozbou pro podzemní i povrchové vody. Skládkováním také dochází k záboru půdy, kterou nelze ani po rekultivaci skládky kompletně využít. V neposlední řadě jsou skládkováním znehodnoceny suroviny, které lze využít materiálově nebo energeticky [1]. Nejen z těchto důvodů stanovuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech hierarchii způsobů nakládání s odpady, přičemž odstranění odpadů, kam je zařazeno i skládkování, je nejméně žádoucí variantou [2].

Stejný postoj ke skládkování zastávají i orgány Evropské unie. Mezi členskými státy Evropské unie však existují velké rozdíly, pokud jde o nakládání s komunálním odpadem vytvářeným hlavně v domácnostech, který představuje přibližně 10 % (hmotnostních) celkového odpadu vytvořeného v Evropě. Sedm členských států skládkuje méně než 10 % svého komunálního odpadu, zatímco osm členských států skládkuje více než 70 % svého komunálního odpadu (průměr EU: 28 %). Současná směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů, zavedla zákaz skládkování odděleně sbíraného odpadu a omezuje podíl skládkovaného komunálního odpadu na 10 % do roku 2030. Očekává se, že směrnice přinese ekonomické a environmentální výhody, jako je vytvoření více než 170 000 přímých pracovních míst v EU do roku 2035; omezení emisí skleníkových plynů (více než 600 milionů tun ekvivalentu CO₂ v letech 2015 až 2035); zvýšení konkurenceschopnosti odvětví odpadového hospodářství, recyklace a výroby v EU; snížení závislosti EU na dovozu surovin a snížení administrativní zátěže. Dále by směrnice měla navíc snížit dříve popsané dopady na životní prostředí a lidské zdraví [3].

Přestože je skládkování komunálních odpadů na ústupu nejen z důvodu výše uvedených legislativních kroků, ale také z důvodu naplnění kapacit existujících zařízení, představuje skládkový plyn společně se skládkovým výluhem emise, které jsou produkovány v menším množství i uzavřenou a rekultivovanou skládkou, a jejich zneškodňování bude tedy aktuální i po plošném ukončení skládkování.

Vzhledem k tomu, že skládky ovlivňují životní prostředí jako celek, tedy mohou ovlivnit všechny složky životního prostředí, vztahuje se na provoz skládek, s výjimkou skládek inertního odpadu, a proces skládkování zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).

2. Nakládání se skládkovým plynem

2.1. Skládkový plyn

Skládkový plyn je jedním z produktů rozkladných procesů probíhajících na skládkách. Vzniká zejména působením mikroorganismů, které degradují organické látky přítomné v odpadu na jednodušší sloučeniny, s malou účastí chemických reakcí mezi složkami odpadu. Skládkový plyn vzniká rozkladem komunálního odpadu, zejména jeho biologicky rozložitelné složky, rozkladný proces má aerobní a anaerobní fáze a skládkový plyn je tvořen v anaerobních fázích. Produkce a složení skládkového plynu se liší v závislosti na mnoha faktorech, jako jsou: vlhkost, pH, druh ukládaného odpadu, hutnění odpadu, porozita a stupeň rozkladu odpadů [4]. Mezi hlavní složky skládkového plynu patří metan a oxid uhličitý, a to v různém poměru v závislosti na fázi methanogenního procesu, stáří skládky a její vyčerpanosti. Dále jsou ve skládkovém plynu obsažena stopová množství organických i anorganických sloučenin, jako jsou například kyselina propionová, octová, isomáselná, valerová a také nízkomolekulární merkaptany, lehké aromáty i organokřemičité sloučeniny a stopy sulfanu [4–6].

Skutečné složení a množství skládkového plynu se může významně lišit jak prostorově, tak časově. Hlavním důvodem, proč je skládkový plyn monitorován a nakládání s ním je zakotveno v legislativě a příslušných normách, je skutečnost, že jeho hlavní složky, metan i oxid uhličitý, jsou skleníkové plyny, jejichž negativní dopady na životní prostředí jsou obecně známé, avšak metan je pro klimatické změny podstatně významnější, a proto je jeho odstranění ze skládkového plynu prioritou [7].

2.2. Způsoby nakládání se skládkovým plynem

Technické požadavky na skládky a podmínky jejich provozu jsou uvedeny v § 3 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [8]. Ve vztahu k nakládání se skládkovým plynem uvádí tato vyhláška několik relevantních norem, z nichž nejpodstatnější je ČSN 83 8034 Skládání odpadů – Odplynění skládek. Tato norma uvádí zásadní dělení skládek do kategorií podle vývinu skládkového plynu. Skládky, na které je ukládán odpad bez biologicky rozložitelné složky, jsou normou označeny jako skládky bez tvorby plynu, a proto u nich není vyžadován odplyňovací systém. Skládky s tvorbou plynu jsou rozděleny do tří tříd [9].

Třída I označuje takové skládky, jejichž střední objemový zlomek CH_4 v hloubce 0,4 m má hodnotu $< 0,074$. Pro skládky třídy I není nutné zavedení odplyňovacího systému.

Třída II označuje skládky, jejichž střední objemový zlomek CH_4 v hloubce 0,4 m má hodnotu $0,074 - 0,35$. Pro skládky této kategorie je nutný odplyňovací systém, avšak odplyňovací systém je doporučen pasivní.

Třída III označuje skládky s vysokým středním objemovým zlomkem CH_4 v hloubce 0,4 m, a sice $> 0,35$. Odplynění těchto skládek je nutné a může být pasivní nebo aktivní s podmíněným využitím plynu pro výrobu energie.

Definice pasivního odplynění skládky uvádí, že k odplynění tělesa dochází vlastním přetlakem skládkového plynu. Pasivní odplyňovací systém je tvořen vertikálními nebo horizontálními odplyňovacími drény. Tyto drény svádí plyn do jednotky zneškodňování skládkového plynu, kterou je v případě pasivního odplynění biofiltr (označovaný také jako koksokompostový filtr nebo biooxidační filtr). Biofiltry jsou ekonomicky přijatelnou variantou zneškodňování skládkového plynu v případě aktivních skládek (třída I a II) i v případě následné péče o rekultivovanou skládku [4]. Mohou být instalovány jako zemní biofiltry nebo v mobilních nádobách jako jsou například ocelové kontejnery (viz obr. 1 a obr. 2) [10, 11]. Náplně biofiltrů se liší dle potřeb jednotlivých skládek. Běžně se jedná o náplň z kompostu, koksu a dřevní štěpky případně mulčovací kůry v různých poměrech [4, 10, 11]. V případech, kdy je použita náplň pouze z kompostu, je pro zlepšení proudění plynu náplní vhodné přidání neaktivní složky, jako je například jemnozrný štěrk [10]. Zneškodňování skládkového plynu

v biofiltračních jednotkách probíhá za pomoci mikroorganismů, které jsou přirozeně přítomné v náplni. Zásadní je přítomnost methanotrofních bakterií, které oxidují metan na oxid uhličitý a snižují tak dopady skládkového plynu na životní prostředí. Další bakterie přítomné v náplni odstraňují ze skládkového plynu další sloučeniny, jako jsou například látky obtěžující zápachem [12]. Pro správné fungování biofiltru je nutné zajištění vhodné vlhkosti náplně, avšak přílišné zvlhčení snižuje účinnost systému. Dalším faktorem ovlivňujícím účinnost biofiltru je teplota, která v běžných provozních podmínkách není nijak upravována.



Obr. 1 Zemní biofiltr (zdroj: CENIA)
Fig. 1 Open in-ground biofilter (source: CENIA)



Obr. 2 Kontejnerový biofiltr (zdroj: CENIA)
Fig. 2 Container biofilter (source: CENIA)

Aktivní odplynění skládky je normou definováno jako odplynění pod tlakem, který je vyvíjen v externím zařízení (například čerpací stanice), jež je napojeno na odplyňovací systém. Aktivní systém odplynění je běžně zakončen zneškodňovacím zařízením v podobě vysokoteplotní pochodně (fléry) nebo kogenerační jednotky umožňující energetické využití plynu za současné výroby tepla a elektrické energie (viz obr. 3) [13]. Ve výjimečných případech je zneškodňovacím zařízením výše popsán biooxidační filtr.

V případě, že je skládkový plyn energeticky využíván, může být upravován z důvodu obsahu nežádoucích příměsí. Jedná se především o odstranění vlhkosti, H_2S , siloxanů a dalších minoritních složek, aby bylo zabráněno korozi a mechanickému poškození kogenerační jednotky a souvisejících zařízení při dlouhodobém spalování skládkového plynu [6].



Obr. 3 Příklad řešení kogenerační jednotky na skládce
(zdroj: CENIA)

Fig. 3 Example of cogeneration unit at a landfill
(source: CENIA)

Zařízení na úpravu skládkového plynu jsou používána tam, kde kvalita plynu nevyhovuje požadavkům stanoveným výrobcem instalované kogenerační jednotky. Nejčastěji se zařízení pro úpravu skládkového plynu skládají z kondenzační části odstraňující vlhkost a z náplně aktivního uhlí pro odstranění ostatních složek. Tato zařízení jsou však používána především tam, kde je instalována kogenerační jednotka s vysokými náklady na servis (zejména motory zahraničních výrobců s vyššími výkony). Běžně se lze setkat s kogeneračními jednotkami, kterým není předřazena úprava plynu, neboť oprava případného poškození motoru představuje menší náklady než pořízení a náklady na provoz zařízení na úpravu skládkového plynu. [14–16].

3. Skládky v režimu integrované prevence

3.1. Zákon o integrované prevenci a skládkování

Jedním z právních předpisů přejatých z Evropské unie je i právní úprava integrované prevence a omezování znečištění. Integrovaný přístup k ochraně životního prostředí jako celku, je zakotven ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích IED (z angl. Industrial Emissions Directive). Směrnice byla transponována do českého právního řádu zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). Integrovaná prevence a omezování znečištění, zkráceně IPPC (z angl. Integrated Pollution Prevention and Control) je soubor opatření zaměřených na omezování znečištění, emisí do jednotlivých složek životního prostředí a omezování vzniku odpadů, případně jeho další využití, a to nejen koncovými technologiemi, ale zejména preventivními opatřeními. Zařízení, na která se zákon o integrované prevenci vztahuje, jsou kategorizována dle přílohy č. 1 tohoto zákona.

Výsledkem aplikace integrovaného přístupu je integrované povolení (IP), které nahrazuje jednotlivá složková povolení, jako např. povolení k odběru povrchových vod, povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních, povolení provozu stacionárního zdroje uvedeného v příloze č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší aj. Integrované povolení je vydáváno na dobu neurčitou provozovateli zařízení příslušným krajským úřadem. [17–18].

Jak již bylo zmíněno, vzhledem ke značnému vlivu skládek na všechny složky životního prostředí, je skládkování zahrnuto mezi kategorie činností v příloze č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci. Přesná definice kategorie zahrnující skládky komunálního odpadu dle přílohy č. 1 je „5.4. Skládky, které přijímají více než 10 t odpadu denně nebo mají celkovou kapacitu větší než 25000 t odpadu, s výjimkou skládek inertního odpadu.“ Integrované povolení pro skládky je platné i v případě, že je ukončen proces skládkování a skládky jsou uzavřeny a rekultivovány, tedy i po celou dobu trvání následné péče o skládku.

3.2. Informační systém integrované prevence

Zákon o integrované prevenci mimo jiné stanovuje povinnost zveřejňování rozhodnutí o vydání a změnách integrovaného povolení a stejně tak i zveřejňování zpráv o plnění podmínek integrovaného povolení a dalších údajů spojených s procesem integrované prevence, a to za použití informačního systému integrované prevence (dle § 5a zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci).

Informační systém integrované prevence je celostátní informační systém veřejné správy, který spravuje Ministerstvo životního prostředí ČR a je dostupný na webových stránkách <https://www.mzp.cz/ippc>. Systém umožňuje vyhledávat zařízení v působnosti zákona, a to na základě různých kritérií, jako jsou například provozovatel, kraj, povodí a kategorie činností dle přílohy č. 1 zákona o integrované prevenci [19].

Použitím kritéria kategorie 5.4, které zahrnuje skládky komunálního odpadu, lze zjistit počet zařízení v působnosti zákona o integrované prevenci. Vzhledem ke skutečnosti, že nové skládky několik let nevznikají, neboť je skládkování považováno za nejméně vhodný způsob nakládání s odpady z pohledu legislativy, nelze očekávat navýšení počtu zařízení, který je v současnosti 156, přičemž jedna ze skládek je v tomto seznamu uvedena třikrát, a to na základě odděleného povolení pro různé etapy skládky. Všechna zařízení, která tímto způsobem systém vyhledá, mají vlastní odkaz v systému, na kterém jsou uložena znění integrovaných povolení a jejich změn. Dále zde najdeme zprávy o plnění podmínek integrovaného povolení, která obsahují i kontaktní informace na zpracovatele zprávy o plnění podmínek integrovaného povolení a zprávy o kontrolách příslušným inspektorátem České inspekce životního prostředí. Veškeré informace zde uložené jsou veřejně dostupné.

4. Analytická část

Za použití informačního systému integrované prevence byla shromážděna data o celkových projektovaných kapacitách jednotlivých skládek kategorie 5.4 a o způsobu nakládání se skládkovým plynem.

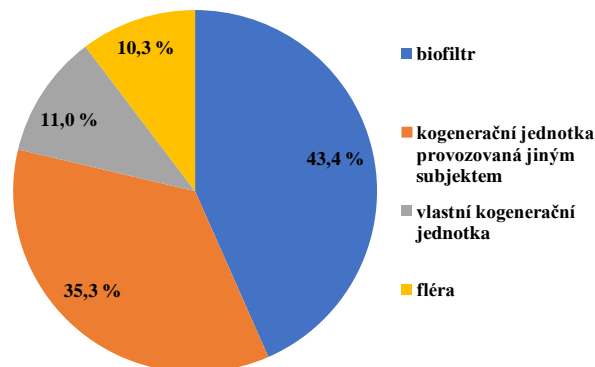
Prakticky se jednalo o manuální zpracování jednotlivých dokumentů (integrovaných povolení, jejich změn a zpráv o plnění podmínek integrovaného povolení), na jejichž základě byla vytvořena databáze přiřazující každému zařízení, skládce, projektovanou kapacitu v m³, krajskou příslušnost a způsob nakládání se skládkovým plynem. V případech, kdy nebyly informace v takto získaných podkladech dostupné (např. nebylo popsáno nakládání se skládkovým plynem, neboť je zajišťováno smluvně mimo podmínky integrovaného povolení), byli provozovatelé skládek kontaktováni přímo, těchto případů bylo méně než 10 %.

Informace o celkových projektovaných kapacitách skládek byly sjednoceny do čtyř kategorií, a sice skládky s kapacitou do 300 000 m³, 300 001 m³ až 500 000 m³, 500 001 m³ až 1 000 000 m³ a více než 1 000 001 m³. Dále byla sloučena data ze tří integrovaných povolení, která však zahrnují jednu skládku v jednom areálu, neboť rozdělení této skládky je pouze administrativní. Z celkového počtu 154 skládek je 14 zařízení zařazeno do třídy I dle normy ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – Odplynění skládek, pro které není vyžadován systém nakládání se skládkovým plynem a není na skládkách instalován. Další 3 skládky nemají v současnosti žádný systém nakládání se skládkovým plynem, ale je zde plánována instalace biofiltru. Jediná ze skládek odvádí čerpaný skládkový plyn do externí teplárny, vzhledem k ojedinělosti případu nebyla tato skládka taktéž zařazena do seznamu relevantních zařízení. U ostatních zařízení byly informace popisující nakládání se skládkovým plynem v případě, že se jedná o pasivní odplynění za použití biofiltru, bez ohledu na druh biofiltru, označeny jako „biofiltr“. V případě, že se jedná o aktivní odplynění bez využití energie, je způsob nakládání označen jako „fléra“. Pokud se jedná o spalování s využitím energie, je způsob nakládání rozlišen na „vlastní kogenerační jednotku“ a na „kogenerační jednotku provozovanou jiným subjektem“. Celkový počet zařízení, která byla dále uvažována jako relevantní z hlediska nakládání se skládkovým plynem pro tuto publikaci, je 136 skládek. Data byla získána v průběhu července až listopadu 2020.

5. Výsledky a diskuse

Z celkového počtu 136 skládek, jejichž způsob nakládání s plynem je uvažován jako relevantní, má biofiltr instalováno 59 skládek, kogenerační jednotku provozovanou jiným subjektem 48 skládek, vlastní kogenerační jednotku má 15 skládek a 14 skládek má instalovanou fléru. Důvodem, proč provozovatelé skládek upřednostňují provozování kogenerační jednotky smluvním subjektem, je v první řadě zjednodušení provozních požadavků areálu skládky a zároveň se v případě smluvního

provozovatele nevztahuje na provoz kogenerační jednotky integrované povolení a nejsou pro kogenerační jednotku stanoveny závazné podmínky provozu zařízení. Procentuální zastoupení jednotlivých způsobů nakládání se skládkovým plynem je znázorněno na obrázku 4.



Obr. 4 Procentuální zastoupení jednotlivých způsobů nakládání se skládkovým plynem

Fig. 4 Percentage of individual methods of landfill gas management

Skládek s relevantním způsobem nakládání se skládkovým plynem a s kapacitou do 300 000 m³ bylo identifikováno celkem 41, skládek s kapacitou 300 001 m³ až 500 000 m³ bylo identifikováno 17, skládek s kapacitou 500 001 m³ až 1 000 000 m³ bylo identifikováno 30 a skládek s kapacitou více než 1 000 001 m³ bylo identifikováno celkem 48.

Kapacitní rozdělení dle jednotlivých způsobů nakládání se skládkovým plynem je znázorněno v tabulce 1. Nejpočetnější kategorie, tedy použití biofiltru, je nejvíce zastoupena na skládkách s nejnižší kapacitou. V případech, kdy je biofiltr použit na skládkách s vysokou kapacitou (nad 1 000 001 m³), se může jednat o skládky, na nichž je dosud využit jen zlomek projektované kapacity nebo se naopak jedná o skládku, která je již rekultivována a produkce plynu klesla pod hodnotu, při níž je ekonomický provoz např. kogenerační jednotky.

Tab. 1 Rozdělení způsobů nakládání se skládkovým plynem podle projektovaných kapacit skládek

Tab. 1 Distribution of landfill gas management methods according to the projected landfill capacities

Projektovaná kapacita [m ³]	Způsob nakládání se skládkovým plynem [počet skládek]			
	Biofiltr	Kogenerační jednotka provozovaná jiným subjektem	Vlastní kogenerační jednotka	Fléra
Do 300 000	38	-	-	3
300 001 až 500 000	9	1	1	6
500 001 až 1 000 000	8	19	2	1
Více než 1 000 001	4	28	12	4

Další variantou, kdy je na skládkách s velkou kapacitou instalován biofiltr, je případ ukládání průmyslového nebo nebezpečného odpadu, neboť příloha č. 1 zákona o integrované prevenci nerozlišuje skupiny pro skládkování ostatního a nebezpečného odpadu.

Počty skládek v jednotlivých krajích České republiky rozdělené podle kapacit jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2 Počty skládek v jednotlivých krajích České republiky podle kapacit

Tab. 2 Number of landfills in counties of the Czech Republic by capacity

	Projektovaná kapacita skládky [m ³]			
	Do 300 000	300 001 až 500 000	500 001 až 1 000 000	Více než 1 000 001
Hlavní město Praha	-	-	-	1
Jihočeský kraj	11	2	5	2
Jihomoravský kraj	1	-	3	5
Karlovarský kraj	1	-	-	3
Kraj Vysočina	2	2	5	-
Královéhradecký kraj	1	1	1	3
Liberecký kraj	-	1	2	2
Moravskoslezský kraj	1	4	-	8
Olomoucký kraj	6	-	-	4
Pardubický kraj	5	1	2	3
Plzeňský kraj	6	1	2	2
Středočeský kraj	3	4	4	8
Ústecký kraj	1	-	4	6
Zlínský kraj	3	1	2	1

Nejvyšší počet skládek s nejnižší kapacitou je v Jihočeském kraji, zároveň je v tomto kraji i celkově největší počet skládek. Důvodem této skutečnosti může být fakt, že Jihočeský kraj je kraj s největší rozlohou, ale s celorepublikově nejnižší hustotou zalidnění, proto by založení jedné skládky s velkou projektovanou kapacitou nebylo efektivní, neboť by nemuselo dojít k jejímu dostatečnému využití z důvodu dostupnosti. Větší počet skládek s nižší kapacitou rozmístěných přibližně rovnoměrně na území kraje zajišťuje dostupnost tohoto způsobu nakládání s odpady pro celý kraj.

Druhý nejvyšší počet skládek nalezneme na území Středočeského kraje, kde se však na rozdíl od Jihočeského kraje nachází nejvíce skládek s nejvyšší projektovanou kapacitou. Ačkoliv se rozlohou tyto dva kraje příliš neliší, zásadní rozdíl je v hustotě osídlení, přičemž Středočeský kraj má takřka dvojnásobnou hustotu zalidnění, a proto není pro takto velká zařízení problematické získání dostatečného množství skládkovaného odpadu.

Celkově nejnižší množství skládek se nachází v rozlohou druhém nejmenším kraji, a sice Karlovarském,

avšak nachází se zde tři skládky s velkou projektovanou kapacitou, které jsou právě z důvodu malé rozlohy kraje dobře využitelné.

6. Závěr

Ačkoliv je skládkování z ekologických i legislativních důvodů na ústupu, jedná se z historického hlediska o nejrozšířenější způsob odstraňování odpadů. Pro zajištění snížení dopadů skládkování na životní prostředí je skládkování zahrnuto v příloze č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci. Tento zákon umožňuje mimo jiné veřejnosti nahlížet do dokumentů vydávaných na základě tohoto zákona prostřednictvím informačního systému integrované prevence.

Za použití informačního systému integrované prevence byla získána data o kapacitách skládek v režimu integrované prevence, včetně způsobu nakládání se skládkovým plynem. Celkem bylo identifikováno 154 skládek v režimu integrované prevence (156 zařízení s vydaným integrovaným povolením), přičemž jako relevantní z důvodu vývinu plynu a nakládání s ním bylo vybráno 136 skládek. Nejvíce z těchto skládek má kapacitu více než 1 000 001 m³. Nejčastěji je jako způsob nakládání se skládkovým plynem používána kogenerační jednotka, tedy spalování skládkového plynu s využitím energie, které je i přes omezení skládkování a eliminaci nových skládek nejvýhodnějším způsobem nakládání se skládkovým plynem. Následuje použití biofiltru, který je aplikován zejména na skládkách s malou projektovanou kapacitou a nejméně často je využíváno spalování skládkového plynu flérou. V případě využití skládkového plynu za použití kogenerační jednotky jsou tyto jednotky většinou provozovány jiným subjektem, než je provozovatel skládky. Při zohlednění krajské příslušnosti jednotlivých skládek se v kraji s největší rozlohou nachází největší množství skládek s nejmenší kapacitou.

Závěrem je nutné zdůraznit, že zařízení k zneškodňování skládkového plynu zůstává v provozu i po ukončení skládkování a rekultivaci, avšak po uzavření skládky klesá produkce skládkového plynu a může docházet ke změně ve způsobu nakládání se skládkovým plynem.

Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1_FTOP_2021_003.

Literatura

1. Kuraš M.: Odpady a jejich zpracování, Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s.r.o., 2014.
2. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
3. Simona Bonafè, European Parliament (20. 11. 2019), Legislative train 11.2020 <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-new-boost-for-jobs-growth-and-investment/file-jd-landfill-directive>, staženo 30. září 2020.

4. Vondráková, K.: Následná péče o skládky a biooxidační filtry, *Chemické listy*. 109 (11), 836-840 2015.
5. Martinec, M., Chumchalová, J., Renkerová, P., Kubal, M.: Continuous monitoring of landfill gas, *Paliva* 11, (2) 57-61 2019.
6. Procházková, A., Vrbová, V., Ciahotný, K., Hlinčík T.: Organokřemičité sloučeniny v bioplynu a jejich negativní vliv na motory kogeneračních jednotek, *Paliva* 4, 55-60 2012.
7. Vaverková, M. D.: Landfill Impacts on the Environment, *Geosciences*, 9(10), 2019, 431.
8. Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
9. Česká technická norma ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – Odplynění skládek.
10. Fjelsted, L., Scheutz, C., Christensen, A. G., Larsen, J. E., Kjeldsen, P.: Biofiltration of diluted landfill gas in an active loaded open-bed compost filter, *Waste Manage.*, 103, 2020, 1-11.
11. Thomasen, T. B., Scheutz, C., Kjeldsen P.: Treatment of landfill gas with low methane content by biocover systems, *Waste Manage.*, 84, 2019, 29-37.
12. Pecorini, I., Rossi, E., Iannelli, R.: Mitigation of Methane, NMVOCs and Odor Emissions in Active and Passive Biofiltration Systems at Municipal Solid Waste Landfills, *Sustainability*, 12(8), 2020, 3203.
13. Bove, R., Lunghi, P.: Electric power generation from landfill gas using traditional and innovative technologies, *Energy Convers. Manage.*, 47(11-12), 2006, 1391-1401.
14. Omar, H., Rohani, S.: Treatment of landfill waste, leachate and landfill gas: A review, *Front. Chem. Sci. Eng.*, 9(1), 2015, 15-32.
15. Popov, V.: A new landfill system for cheaper landfill gas purification, *Renewable Energy*, 30(7), 2005, 1021-1029.
16. Vyjádření zástupce společnosti TEDOM a.s. Radka Šabackého.
17. Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).
18. Keprtová K., Kolář J.: Integrovaná prevence jako nástroj pro efektivní a ekologicky šetrnou výrobu, *Chemagazín* 6 / XXIX (2019).
19. Internetová stránka
<https://www.mzp.cz/ipcc/ipcc4.nsf/search.xsp#>.

Summary

Methods of landfill gas treatment in landfills in integrated prevention system

Karolína Keprtová, Jan Kolář

The article focuses on the issue of landfill gas management in landfills, which are within the scope of Act No. 76/2002 Coll., on integrated prevention. Although landfilling as a way of disposing of municipal waste is in decline, the subsequent care of landfills will continue for another decade after their closure, and landfill gas must be captured even then. The article summarizes information on the method of landfill gas management obtained through the information system of integrated prevention as well as the rules for landfill gas management according to the valid Czech technical standards. According to data obtained from the public database of the integrated prevention system, 136 relevant landfills were identified. The application of a cogeneration has the largest share in the way of landfill gas management. If a cogeneration unit is installed at the landfill, it is in most cases operated by a company other than the landfill operator. It was also found that the region with the lowest population density has the largest number of landfills with low capacity. Due to the fact that the production of landfill gas decreases over time, it is possible that there will be changes in the way landfill gas is handled at individual landfills.