

**SADZĪVES ATKRITUMU POLIGONU INFILTRĀTA ATTĪRĪŠANAS
PĒTĪJUMI**
*INVESTIGATIONS OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS LEACHATE
TREATMENT*

Edmunds Teirumnieks

Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Āzenes 14/24, Rīga, Latvija
Rēzeknes Augstskolas Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 76, Rēzekne, Latvija, tālr./fakss: + 371 4625167, e-pasts: edmunds@ru.lv

Līga Bērziņa-Cimdiņa, Juris Mālers, Gatis Pelčers

Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Āzenes 14/24, Rīga, LV 1048, Latvija
Tel.: + 371 7089211, e-mail: rudolfs@ktf.rtu.lv

Ērika Teirumnieka

Rēzeknes Augstskolas Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 76, Rēzekne, Latvija
Tālr./fakss: + 371 4625167, e-pasts: erika.teirumnieka@ru.lv

Abstract. *Municipal solid waste landfills are one of the most dangerous environment "point" polluters. The main polluter in landfills is leachate, which arise mainly of waste moisture and precipitations. Leachate is very contaminated wastewater and all landfills operators have problems in leachate treatment sector, because composition of leachate contaminants and concentrations very changed in time. It is very problematic task for selection of leachate treatment method or methods. Normally, in leachate treatment practice combination of different treatment methods are used. In this paper composition of leachate in two biggest Latvia landfills are described. Leachate treatment investigations were achieved with coagulation and sorbtion methods. In researches leachate with coagulants $Al_2(SO_4)_3$ and $FeCl_3$ and peat as sorbent are treated. Researches showed that peat is very effective sorbent for heavy metals removing from leachate.*

Keywords: *coagulation, leachate, peat, sorbtion, waste landfill.*

Ievads

Latvija vides aizsardzības jomā kā vienu no prioritātēm ir izvirzījusi atkritumu apsaimniekošanu, kas aptver gan atkritumu savākšanas servisa pakalpojumu uzlabošanu, gan atkritumu šķirošanu, gan to apglabāšanu poligonos, nodrošinot apkārtējās vides nepiesārņošanu. Pašreiz galvenais apkārtējās vides piesārņotājs ir atkritumu apglabāšanas vietās – izgāztuvēs / poligonos – radies infiltrāts. Savāktais infiltrāts ir jāattīra, jo tas nevar bezgalīgi tikt savākts un uzkrāts. Infiltrāta attīrīšana ir viena no poligonu apsaimniekotāju aktuālākajām problēmām visā pasaulē un līdz ar to arī Latvijā. Infiltrāts ir ļoti koncentrēts notekūdens, kura sastāvs un attīrīšanas metožu izvēle ir būtiski atkarīga no poligona vecuma, apglabāto atkritumu sastāva, poligona apsaimniekošanas veida un citiem faktoriem. Turklāt tā sastāvs mainās ļoti plašā intervālā gan īsā laika posmā, gan sezonāli, tāpēc ir neiespējami piemērot vienu infiltrāta attīrīšanas tehnoloģiju visiem poligoniem. Eiropas Savienība nosaka stingras prasības infiltrāta attīrīšanai, kuras jaunās dalībvalstis nav spējīgas nodrošināt, neveicot infiltrāta sastāva un tā attīrīšanas izpēti. Tāpēc tika veikti pētījumi, kas saistīti ar Getliņu sadzīves atkritumu (SA) apglabāšanas poligona infiltrāta sastāva analīzēm

pēc pirmās attīrīšanas pakāpes un tā tālāku attīrīšanu līdz normām, kuras ir jāsasniedz, novadot infiltrātu apkārtējā vidē – virszemes ūdeņos. Darbs vērsts uz divu metožu – koagulācijas un sorbcijas – pētījumiem infiltrāta attīrīšanas jomā.

Kā viens no iespējamajiem risinājumiem sorbcijas pielietošanā tiek apskatīts kūdras sorbentu pielietojums infiltrāta attīrīšanā. Kūdra ir Latvijā plaši izplatīts dabas resurss, turklāt kā sorbents tas ir lēts un viegli pieejams. Kā rāda pētījumi, tad pat bez īpašas apstrādes jau ir iespējams izmantot kūdru kā sorbentu smago metālu aizvākšanai no infiltrāta. Veicot kūdras papildus apstrādi jeb sagatavošanu, tās sorbcijas īpašības iespējams daudzkārt uzlabot [1].

Koagulācijas metodes izmantošanas pētījumi infiltrāta attīrīšanā ir veikti vairākās valstīs, bet, ņemot vērā katra poligona individuālo infiltrāta ķīmisko sastāvu, bez detalizētiem pētījumiem ar šo metodi nav iespējams universāli attīrīt visu SA poligonu infiltrātu. Līdz ar to tika veikti SA poligona „Getliņi” infiltrāta pētījumi ar mērķi noteikt nepieciešamās koagulantu devas infiltrāta attīrīšanai. Pētījumos kā koagulantu izmantoti Fe un Al sāļi.

Materiāli un metodes

Tipiska sadzīves atkritumu apglabāšanas poligona infiltrātam raksturīgs augsts organisko vielu saturs, lielas slāpekļa savienojumu koncentrācijas un paaugstinātas smago metālu (Zn, Fe, Cr, Ni, Cu, Mn, Cd, Pb, Co, Hg) koncentrācijas. Bioloģiskā ūdens attīrīšana veiksmīgi tiek pielietota, lai samazinātu organisko vielu un slāpekļa savienojumu koncentrācijas, taču nespēj no infiltrāta atdalīt smagos metālus. Turklāt to klātbūtne traucē bioloģisko ūdens attīrīšanu, tādēļ tiek pētīta iespēja Latvijas kūdru izmantot kā efektīvu smago metālu sorbentu infiltrāta attīrīšanas procesā.

1.tabula

Piesārņojošo vielu koncentrācijas SA poligona „Getliņi” infiltrātā (gada vidējās vērtības)

[2]

Parametrs	Mērvienība	2003.	2004.	2005.	2006.
pH		6,59	7,78	7,64	7,79
Elektrovadītspēja	μS/cm	9400	17470	10120	20450
Suspendētās vielas	mg/l			109	59
Izšķīdušās vielas	mg/l	11400	15300	9400	14000
ĶSP	mg/l	9200	7900	5500	5450
BSP ₅	mg/l	2200	6400	2800	1800
N _{NH₄⁺}	mg/l	160	1015	750	1400
N _{kop.}	mg/l	245	1290	810	1630
P _{kop.}	mg/l	1,3	3,1	3,6	7,3
Zn	mg/l	3	1,7	0,22	0,19
Fe	mg/l	44	32	10	3,9
Cr	mg/l	0,17	0,19	0,36	0,82
Ni	mg/l			0,085	0,12
Cu	mg/l	0,08	0,04	0,02	0,02
Mn	mg/l	3,8	4,3	0,42	0,55
Cd	mg/l		0,01	0,0028	0,00046
Pb	mg/l			0,0022	0,062
Co	mg/l		0,05	0,023	0,025
Hg	μg/l		0,23	0,1	0,14
Cl ⁻	mg/l	1100	2250	1500	2200

Izanalizējot 1.tabulā attēlotos rezultātus, redzams, ka infiltrāta ķīmiskais sastāvs laika gaitā diezgan būtiski mainās. KSP un BSP_5 vērtībām ir tendence samazināties, kas norāda uz organisko vielu satura krišanos infiltrātā. Vienlaikus pakāpeniski pieaug hlorīdu un slāpekļa savienojumu saturs, kas varētu liecināt par atkritumu pilnīgāku sadalīšanos. Kopumā infiltrātā samazinās arī izšķīdušo vielu saturs, kas norāda, ka viegli šķīstošie un sadalāmie atkritumi tiek izskaloti pirmo pāris gadu laikā pēc noglabāšanas, bet turpmākajos gados notiek atkritumu sadalīšanās un sliktāk šķīstošo savienojumu iznese. Turklāt izšķīdušo vielu saturs infiltrātā krasi svārstās pa sezonām. Ievērojami augstākas vērtības ir konstatētas vasaras sezonā pēc ilgāka sausuma, kā arī ziemā pēc ilgstoša aukstuma, kad nenotiek sniega kušana. Zināmu ietekmi uz infiltrāta sastāvu nenoliedzami rada jauno atkritumu šūnu pieslēgšana infiltrāta savākšanas sistēmai un nedaudz atšķirīga sastāva infiltrāta no jaunajām šūnām pieplūde sistēmā [2].

2.tabula

Infiltrāta sastāvs SA poligonā „Daibe”

Parametrs	Mērvienība	2006. gada 8. marts
As	$\mu\text{g/l}$	649
BSP_5	mg/l	9400
Ca	mg/l	1026
Cd	$\mu\text{g/l}$	3,9
Cl^-	mg/l	5000
Cr	mg/l	0,8
Cu	mg/l	0,4
Elektrovadītspēja	$\mu\text{S/cm}$	24900
$\text{Fe}_{\text{kop.}}$	mg/l	24
Hg	$\mu\text{g/l}$	0,46
K	mg/l	1637
Co	$\mu\text{g/l}$	14
Mg	mg/l	1008
Mn	mg/l	7,6
NH_4^+	mg/l	958
Na	mg/l	2193
Ni	$\mu\text{g/l}$	121
$\text{N}_{\text{kop.}}$	mg/l	757
Pb	$\mu\text{g/l}$	58
$\text{P}_{\text{kop.}}$	mg/l	15,4
Zn	mg/l	2,1
pH		6,47
KSP	mg/l	15800

Salīdzinot SA poligonu „Getliņi” un „Daibe” (skat. 1. un 2.tabulu) infiltrāta sastāvu, redzams, ka dažādu infiltrāta parametru izmaiņas ir ļoti lielas, piemēram, KSP vērtības 2006.gadā „Daibes” poligonā ir gandrīz 3 reizes augstākas nekā „Getliņu” poligonā. Turklāt BSP_5 vērtībās starpība ir vēl lielāka. Tas izskaidrojams ar poligonu vecumu un apglabāto atkritumu daudzumu. SA poligons „Getliņi” infiltrātu savāc gan no vecās atkritumu krātuves, gan no jaunajām atkritumu apglabāšanas krātuvēm, kur gala rezultātā bioloģiskās attīrīšanas iekārtās infiltrāts nonāk jau savā starpā sajaucies. Toties SA poligona „Daibe” gadījumā runa ir par tā saukto „jauno” infiltrātu, jo poligons darbu ir uzsācis tikai 2004.gadā un tieši „jaunajam” infiltrātam ir raksturīgs organisko vielu saturs tajā. Arī smago metālu koncentrācijas „Daibes” poligonā ir augstākas nekā

„Getliņos”, ko varētu izskaidrot ar dažādo apglabājamo atkritumu saturu, kas katrā no reģioniem ir stipri vien atšķirīgs.

Dotais poligonu, arī Latvijas robežās, infiltrātu salīdzinājums uzskatāmi parāda, cik ļoti dažāds var būt infiltrāts un cik liela individuālā vērtība to attīrīšanā ir jāpievērš poligona apsaimniekotājam. Šajos pētījumos izmantots SA poligona „Getliņi” infiltrāts.

Lai izprastu un novērtētu kūdras kā sorbenta īpašības, sākotnēji ar kūdras paraugiem tika veiktas analīzes, izmantojot modeļšķīdumus. Kūdras sorbcijas spēju novērtēšanai tika izmantoti $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ modeļšķīdumi ar Fe^{3+} jonu koncentrāciju 100 mg/l un 200 mg/l ar pH robežās 2,5-2,6. Lai tuvinātu šķīdumu reāliem apstākļiem, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ šķīdināšanai netika izmantots destilēts ūdens, bet gan NaCl ūdens šķīdums ar koncentrāciju 0,1 mol/l. Eksperimenti notika kā statiskos, tā arī dinamiskos apstākļos.

Statiskos apstākļos mēģinājumi veikti ar divu dažādu kūdras purvu paraugiem: no Līvānu purva un Lielā Aknīstes purva. Kūdras paraugiem ar masu 0,1 g tika pievienoti 10 ml Fe^{3+} šķīduma ar koncentrāciju 100 mg/l. Sagatavotā sistēma uz vienu stundu tika ievietota maisītājā, pēc tam nofiltrēta un fotometriski noteikta Fe^{3+} koncentrācija.

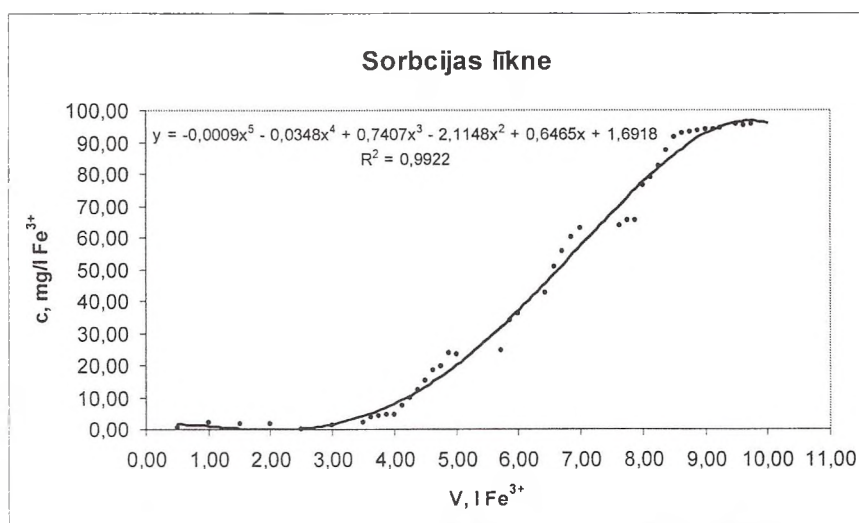
Dinamiskās sorbcijas pētīšana tika veikta kolonnas tipa iekārtā, sorbenta (kūdras) masa 32 g, tilpums 157 cm³. Modeļšķīduma plūsma (Fe^{3+}) kolonnā tika ieregulēta ātrumam 1 l/h.

Infiltrāta attīrīšanā ar koagulācijas metodi izmantotie koagulantī bija $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ un FeCl_3 . Eksperimentos izmantotās koagulantā $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ koncentrācijas bija no 3 līdz 10%, bet koagulantam FeCl_3 – 2,5 līdz 4%. Infiltrāta attīrīšanas efektivitāte ar koagulantiem tika noteikta neattīrītam infiltrātam uzreiz pie koagulantu dažādām koncentrācijām un tilpumiem [3]. Koagulācijas efektivitātes izvērtēšanai tika analizēts ĶSP pirms un pēc infiltrāta attīrīšanas.

Rezultāti un to izvērtējums

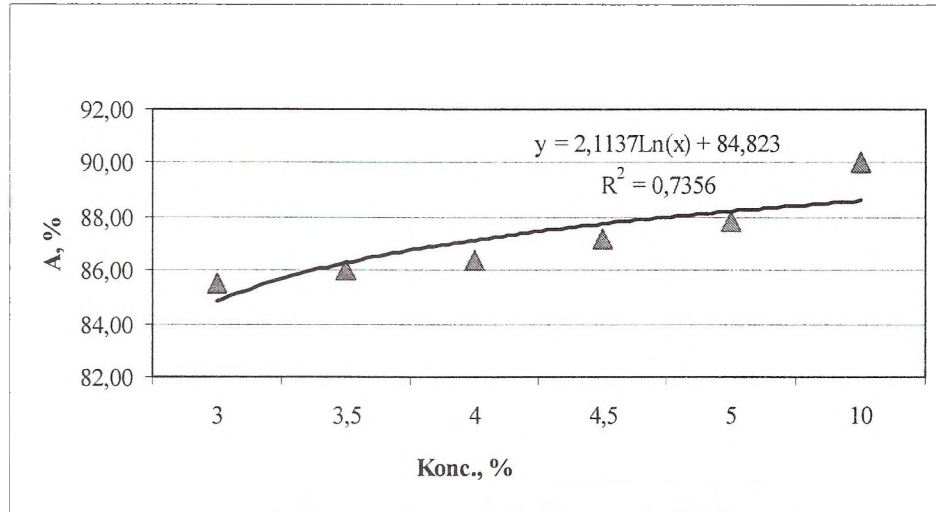
Pēc statiskās sorbcijas metodes veiktajiem pētījumiem, Fe^{3+} jonu koncentrācija Līvānu purva kūdras paraugā bija 19,14 mg/l un Lielā Aknīstes purva kūdras paraugā – 7,28 mg/l jeb adsorbēti attiecīgi 80,86 % un 92,72 % no sākotnējā Fe^{3+} daudzuma. Rezultāti ļāva noteikt kūdras sorbcijas spēju, kas attiecīgi ir 8,1 un 9,3 mg Fe^{3+} /g kūdras.

Veicot eksperimentālos pētījumus dinamiskajā sorbcijas režīmā, iegūtā sorbcijas līkne (skat. 1.att.) ļāva noteikt sorbenta pilno dinamisko kapacitāti (PDK). Veicot aprēķinus, PDK ir 13,2 mg Fe^{3+} /g kūdras.



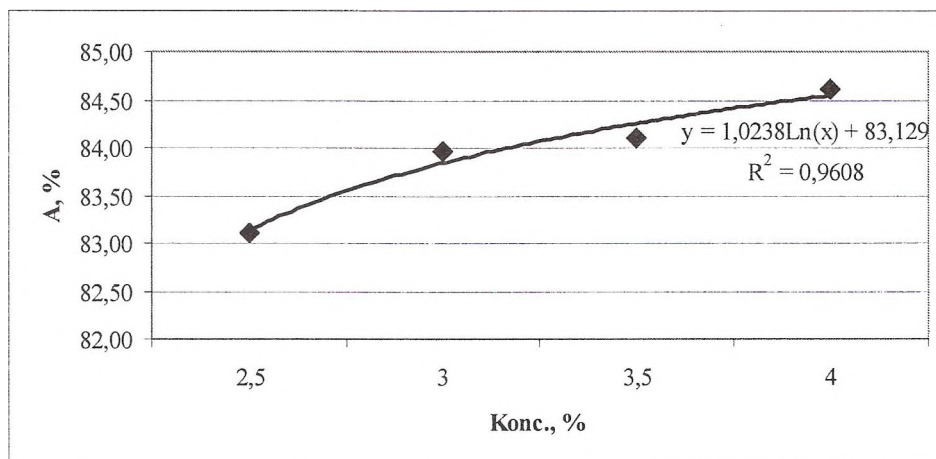
1.attēls. Kūdras sorbcijas spējas dinamiskā režīmā

Lai izvērtētu koagulācijas metodes pielietojumu infiltrāta attīrīšanā un novērtētu izplatītāko koagulantu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ un FeCl_3 efektivitāti, visos eksperimentos tika ņemts vienāds daudzums koagulanta un tas sastādīja 550 ml. Visos paraugos infiltrāta sākotnējā KSP vērtība bija 4627 mg/l.



2.attēls. Infiltrāta attīrīšana ar $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Eksperimentāli iegūtie dati koagulācijas efektivitātes (A, %) izvērtējumam infiltrāta attīrīšanā parādīti 2. un 3.attēlā. No iegūtajiem rezultātiem redzams, ka $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dotajā gadījumā ir efektīvāks koagulants nekā FeCl_3 . Tomēr gan viena, gan otra koagulanta devas ir ļoti lielas, un tāpēc tiešai infiltrāta attīrīšanai šī metode ir ļoti dārga. Tāpēc pirms koagulācijas pielietojuma infiltrāta attīrīšanai ir jāveic infiltrāta priekšattīrīšana.



3.attēls. Infiltrāta attīrīšana ar FeCl_3

Secinājumi

1. Smago metālu un bioloģiski grūti noārdāmo organisko savienojumu aizvākšana no infiltrāta ir viena no aktuālākajām problēmām visos atkritumu apglabāšanas poligonos.
2. Veiktie eksperimenti pierāda, ka kūdra pat bez īpašas apstrādes var tikt izmantota kā efektīvs smago metālu sorbents, kas arī redzams no pētījumos iegūtajiem rezultātiem, kur statistiskās sorbcijas metodes izpētē adsorbēti ap 90% no Fe^{3+} jonu sākotnējās koncentrācijas šķīdumā.
3. Dinamiskajā sorbcijas režīmā kūdras pilnā dinamiskā kapacitāte sastādīja 13,2 mg Fe^{3+} /g.
4. Koagulācijas metode, kur kā koagulantu izmantoti $Al_2(SO_4)_3$ un $FeCl_3$, var tikt pielietota tikai jau iepriekš daļēji attīrītam infiltrātam, pretējā gadījumā koagulantu devas ir ļoti lielas un metode, skatoties no ekonomiskā viedokļa, kļūst neizdevīga.
5. Pie infiltrāta sākotnējās $ḲSP$ vērtības 4627 mg/l un vienāda izmantotā koagulanta daudzuma 550 ml pie dažādām koagulantu koncentrācijām efektīvāks koagulants bija $Al_2(SO_4)_3$, kuram infiltrāta attīrīšanas efektivitāte sastādīja 86-88%. Mazāk efektīvs koagulants bija $FeCl_3$, kuram infiltrāta attīrīšanas efektivitāte sastādīja 83-84,5%.

Summary

Normally, in leachate treatment practice combination of different treatment methods are used. The main methods are biological oxidation (mostly - sequence batch reactor (SBR)), reverse osmosis and some chemical methods. Mainly all these methods separately are only pretreatment methods and leachate required treated with other methods to concentrations that in legislations are prescribed. Usually, leachate after pretreatment contains high level of COD and heavy metals. Results of investigations shows that in using different concentrations of coagulants and peat as sorbent, is possible to remove pollutants until parameters what in legislations are prescribed. At this moment peat in Latvia is low-cost and commercially available material that have good sorbtion property. In combination with other leachate treatment methods, this one is very perspective. Peat as sorbent and coagulation are leachate treatment methods that can be very effective for small landfills and also as tercial treatment methods.

Pateicība

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu Nacionālās programmas „Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem” projekta „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros.



Literatūra

1. Teirumnieka, Ē., Teirumnieks, E. Kūdras izstrāde Latgalē un tās izmantošanas perspektīvas.// Starptautiskās zinātniskās konferences „Tautsaimniecības attīstības iespējas un problēmas” materiāli. Rēzekne, 2006. 469.-477.lpp.
2. Sadzīves atkritumu poligona „Getliņi” 2005.-2006.gada pārskats. Rīga: SIA „Geo Consultants”, SIA „Eko Getliņi”, 2006. 63 lpp.
3. Teirumnieks, E., Cimdiņš, R., Bērziņa-Cimdiņa, L., Teirumnieka, E. Leachate Treatment Investigations of Municipal Solid Waste Landfill.// Second Ain Shams University International Conference on Environmental Engineering. Cairo, Egypt, 2007. pp. 308.-312.