

Pēc EBE izdalīšanas papildus tika noteiktas koksņē palikušās ar karstu ūdeni ekstrahējamās vielas (WE). Tās pamatā ir rezerves barības vielas – ciete, citi oligo- un polisaharīdi, dažādi sāļi, miecvielas utt. Rezultāti parādīja, ka pētītajā priedes koksņē WE ir robežās no 1,8 līdz 2,7% – tas ir daudz mazāk kā EBE, un arī WE saturs svārstību amplitūda ir salīdzinoši neliela. Arī WE vairāk ir kodolā salīdzinājumā ar aplievu, bet, ja EBE gadījumā kodolā to saturs vidēji ir par 50% lielāks kā aplievā, tad WE gadījumā tikai par 20 – 25% lielāks. WE sadalījumam pa koka stumbru nav tik noteiktas pamattendences kā EBE gadījumā. Bet raksturīgi ir tas, ka, salīdzinot priedes no dažādiem meža tipiem, gan EBE, gan WE saturs viszemākais ir tieši kūdreņos augušām priedēm. Tas ir redzams 6.tabulā, kurā ir apkopoti rezultāti, kādi iegūti, attiecinot EBE un WE saturu priedēm no kūdreņiem pret priedēm no pārējiem pētītajiem mežu tipiem.

Kā redzams, tad WE saturs kūdreņu priedēm vidēji ir par 4% – 6% zemāks kā citu meža tipu priedēm, bet EBE gadījumā – pat par 10% – 17% zemāks.

Veiktajos pētījumos iegūtie rezultāti liek domāt, ka ekstraktvielu saturs priedes koksņē Latvijā galvenokārt ir saistīts ar koka augšanas apstākļiem – ekoloģiski tīrākā vidē zemāks EBE un WE saturs. Tāpat ekstraktvielu saturu priedes koksņē ir zemāks priedēm, kuras augušas kūdras augsnēs – purvajos un it īpaši nosusinātajās kūdras augsnēs – kūdreņos.

Literatūra

1. Meža nozare Latvijā. - Valsts meža dienests, 1999. - 35 lpp.
2. Cīrule D., Lavnikoviča I., Alksne A., Hrolis J. Chemical composition of Latvian pine (*Pinus sylvestris* L.) Proc. Technologia drewna. - Varšava, 16.–18. novembris 1999. 235.–238.lpp.
3. Cīrule D., Lavnikoviča I., Alksne A., Hrolis J. Latvijas priežu (*Pinus sylvestris* L.) koksnes ķīmiskais sastāvs, zinātniski praktiska konference LLU Meža fakultātē. - Jelgava, 22.septembris 1999.g., 56.–58. lpp.

FORSĒTĀ ANAEROBĀ BIODĒKONVERSIJA FORCED ANAEROBIC BIOCONVERSION

Vilis Dubrovskis, inženierzinātņu doktors, SIA DVD valdes priekšsēdētājs
Bauskas rajons, Iecava, Rūpniecības iela 28, LV 3913; tel./fax 3941693

Abstract. Forced bioconversion of solid organic wastes as technology for Latvia conditions is presented. Every inhabitant produces 200–300kg solid wastes, about 0,6 mln.t per year in Latvia. Different technologies are used for utilisation of these wastes. The most popular are: landfilling, sorting and recycling, incineration, composting and anaerobic digestion for organic wastes. As new technology in Latvia is forced bioconversion of municipal solid organic wastes. Approximately 250000 tons solid wastes per year are coming to landfill Getlini. 24% from them are usable for anaerobic digestion. Regulating of temperature and moisture content in wastes gives possibility to optimise process of bioconversion. Forced anaerobic bioconversion proceeds 4–7 times faster as normal bioconversion in landfill. For this technology is necessary less investment for incineration anaerobic digestion in bioreactors and composting in tunnels or halls. It is preferable for smaller landfills in Latvia too. For big landfill, where has sorting, the best solution: approximately 30% recycling, 25% wet organic for forced bioconversion, 45% for incineration.

Ievads

Tiek uzskatīts, ka katrs iedzīvotājs gadā izdala ap 200–300 kg cieta sadzīves atkritumu, tātad Latvijā kopā ap 0,6 milj. t. To savākšana, apstrāde un otrreizēja lietderīga izmantošana prasa lielus kapitālieguldījumus. Latvijā atkritumus visbiežāk deponē izgāztuvēs un tās nav tā izveidotas, lai būtu videi nekaitīgas. Tā kā nav neaurlaidīga pamata seguma, tad infiltrāts iekļūst gruntsūdeņos, bet, organiskajām vielām biokonversējoties, atmosfērā izplūst gāzes. Viskaitīgākā ir metāna gāze, kas noārda ozona slāni. Latvija tuvākajā laikā vēlas kļūt par Eiropas Savienības dalībvalsti, un ir steidzami jāsakārto atkritumu saimniecība atbilstoši tās prasībām. Šīs prasības nepieļauj nekontrolētu organiskās vielas sadalīšanos un metāna izplūšanu. Latvijā ir steidzami jāievieš tās apstākļiem optimālākās organisko atkritumu utilizācijas tehnoloģijas.

1. Cieta sadzīves atkritumu utilizācija.

Praksē tiek izmantotas vairākas atkritumu utilizācijas tehnoloģijas. Visbiežāk pielieto šādas tehnoloģijas: atkritumu deponēšana izgāztuvē bez šķirošanas; atkritumu deponēšana izgāztuvē vispirms atšķirojot otrreizējai izmantošanai derīgos materiālus; atkritumu sadedzināšana; organisko atkritumu kompostēšana kaudzēs vai tuneļos; organisko atkritumu anaerobā biokonversija.

1.1. Deponēšana izgāztuvē bez šķirošanas ir visvienkāršākā metode no atkritumu apsaimniekošanas viedokļa, un tādēļ tā Latvijā tika visu laiku izmantota. Tomēr tā nav ekonomiski izdevīga, jo netiek atšķiroti un izmantoti otrreiz daudzi derīgi materiāli, piemēram, metāli, papīri, kartons utt. Arī no dabas draudzīguma viedokļa šī metode nav pieņemama turpmāk, ja nekontrolē kaitīgās izplūdes gāzes un infiltrātu.

1.2. Atkritumu šķirošana, metālu, papīru u.c. derīgo materiālu nosūtīšana otrreizējai izmantošanai, pārējo atkritumu deponēšana izgāztuvē. Turpmākā atkritumu izgāztuvju ekspluatācija bez atkritumu šķirošanas vairs nav iedomājama. Galvenā tendence – pēc iespējas vairāk izmantot atkārtoti, pēc iespējas mazāk deponēt izgāztuvē. Tā, piemēram, Eiropas Savienības direktīvas paredz salīdzinājumā ar izgāztuvēs noguldīto atkritumu daudzumu 1995.g. samazināt atkritumu deponēšanu līdz līmenim

max.	75%	no 1995.g.	5 gados	
max.	50%		8 gados	
max	35%		15 gados	(1)

1.3 .Atkritumu sadedzināšana.

Otrreizējai izmantošanai neizmantojamus atkritumus var sadedzināt. Tie ir ievērojams enerģijas avots ar siltumspēju 8 – 10 GJ/t. Tāpēc daudzas attīstītas un bagātas valstis šo tehnoloģiju pielieto. Piemēram, Dānijā ir šāda atkritumu apsaimniekošanas tendence (2). 31 sadedzināšanas uzņēmumi ar kapacitāti 2,2 milj. t gadā vai 335 t/st.

	1985	1995	Plāns 21
Šķirošana ar otrreizēju izmantošanu	35%	62%	64%
Deponēšana	39%	18%	12%
Sadedzināšana	26%	20%	24%

1.4. Organisko atkritumu kompostēšana.

Organiskos atkritumus, kurus var noārdīt, kompostējot pēc tradicionālās tehnoloģijas kaudzēs un tās pārjaucot, vai arī ar citām skābekļa pievadīšanas metodēm. Pēdējā laikā izmanto arī slēgtās tuneļu tipa kompostēšanas iekārtas, kur, uzturot optimālus temperatūras, mitruma un skābekļa režīmus, var sasniegt ātru biokonversiju. Pēdējai metodei liela priekšrocība ir tā, ka gāzu emisija tiek kontrolēta. Izgāztuvēs

kompostēšanai izmanto vispirms dārzu un citu augu valsts produktu atlikumus, kuri nav piesārņoti ar kaitīgām vielām. Šādu kompostu var izmantot kā labu mēslojumu.

1.5. Anaerobā biokonversija.

Anaerobā biokonversija (metānrūgšana) ir dabīgs process, kas notiek baktēriju darbības rezultātā anaerobos apstākļos. Atkritumu izgāztuvē zemākajos slāņos, kad aerobie mikroorganismi ir izmantojuši skābekli, hidrolītisko un acetogēno mikroorganismu (MO) darbības produktus, ja izveidojas labvēlīgi apstākļi, izmanto metanogēni un sāk strauji vairoties. Biogāze, kas sastāv galvenokārt no CH₄ un CO₂ ir MO metabolisma produkts. Atkritumu izgāztuvēs atkarībā no deponētās organiskās vielas daudzuma iegūst 50 – 150m³/t biogāzes, bet potenciāls ir līdz 300 m³/t (1). Gāzes ekstrakcijas sistēmas ir ierīkotas daudzās valstīs. Tā, piemēram, Zviedrija biogāzi iegūst no 72 izgāztuvēm.

2. Forsētā anaerobā biokonversija (FAB).

Atkritumu izgāztuvēs organiskās vielas biokonversijas process ilgst 5 – 20 gadus atkarībā no organiskās vielas sastāva un apstākļiem, kādos tās atrodas. Procesu var forsēt, ja rada tam labvēlīgus apstākļus. Galvenie faktori, kas ietekmē MO darbību ir temperatūra un mitrums. Normāli atkritumu izgāztuvē atkritumos ir daudz gaisa un to saviem dzīvības un atkritumu biokonversijas procesiem patērē aerobie MO. Process notiek ar temperatūras paaugstināšanos. Tā sasniedz 60⁰C un dažreiz pat vairāk. Ja atkritumos ir augsts mitrums, tad iespējama strauja organiskās vielas sadalīšanās. Anaerobiem MO vajadzīga temperatūra zem 60⁰C un mitrums pat līdz 98%. Par optimālu izgāztuvēs uzskata (4) 70–85% mitruma. Forsētās anaerobās biokonversijas metodes pamatā ir optimālu apstākļu radīšana MO darbībai. Atkritumos jāuztur pastāvīga temperatūra (35 – 40⁰C) un mitruma režīms. Anaerobās biokonversijas pielietošanas iespējas parādītas uz Rīgas atkritumu izgāztuves bāzes.

2.1. Atkritumu sastāvs.

Rīga ir daudzstāvu pilsēta, un tās iedzīvotāji galvenokārt dzīvo daudzdzīvokļu mājās un tikai ap 50% viendzīvokļa mājās. Izgāztuvē nonāk 205000 t sadzīves un 45000 t industriālo atkritumu. Apmēram 24% no tiem ir iespējams biokonvertēt. Arī Rīgā tāpat kā visā pasaulē atkritumos pieaug plastmasas īpatsvars. Atkritumu sastāva novērtējums Rīgā parādīts 1. tabulā.

1.tabula

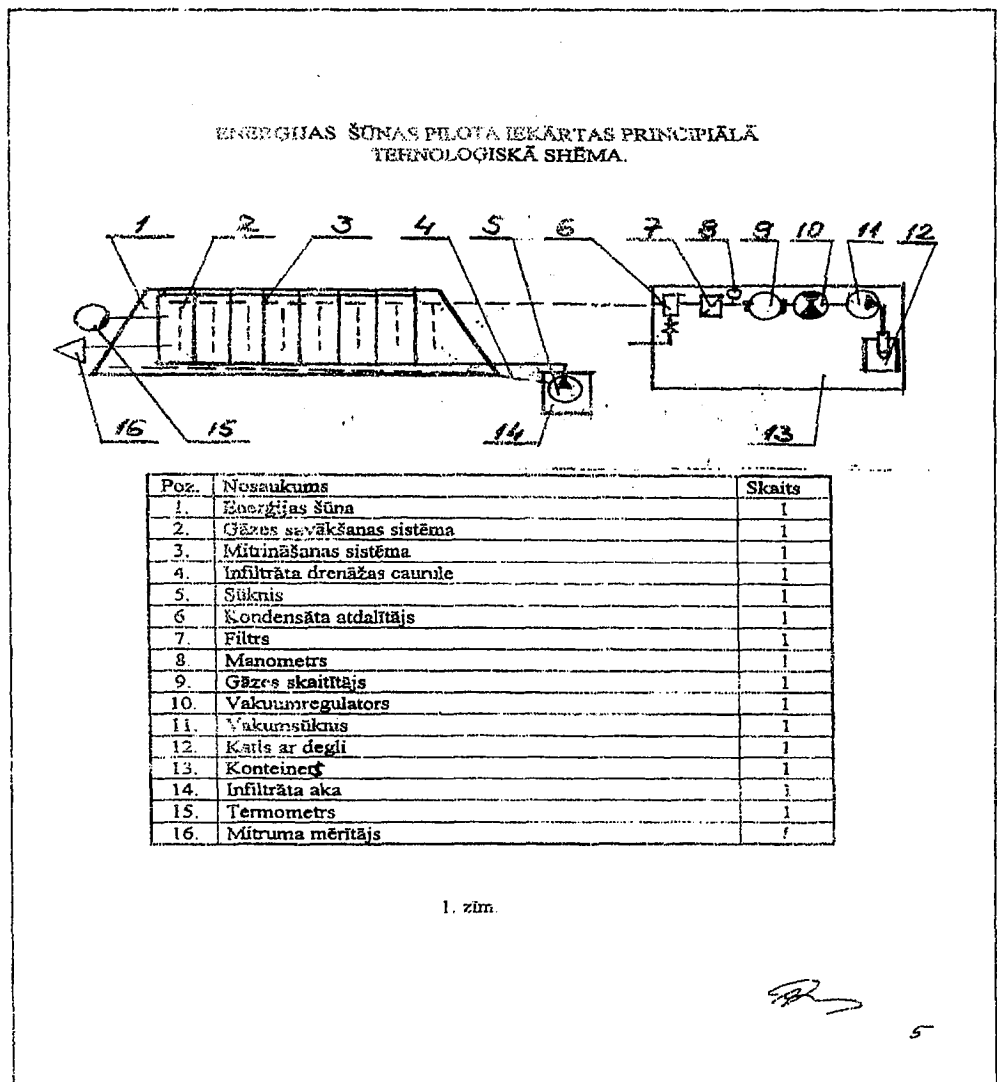
Rīgas atkritumu sastāvs

N.p.k.	Atkritumu grupas	1990.g. % no svara	2000.g. aprēķini		1996.g. praktiskie rezultāti.(3)	
			Sadzīves atkritumi %no svara	Industriālie atkritumi %no svara	Sadzīves atkritumi %no svara	Industriālie atkritumi %no svara
1.	Papīrs	32.3	16	10	16	
2.	Kartons		5	12	4	22
3.	Āda, spalvas, kauli, gumija	2.5	1	2	1	
4.	Tekstils	4.0	2	2	2	
5.	Dārza, koksne	2.1	10		11	
6.	Pārtikas	32.1	25		26	
7.	Metāls	3.4	3	9	3	10
8.	Stikls, keramika	3.5+1	8	3	10	
9.	Plastmasa	4.6	7	6	6	7
10.	Smiltis, būvgruži	13.4	20	26	17	19
11.	Koks			27	2	35
12.	Dažādi degošie	0.6			1	7
13.	Bīstamie	0.5	3	3	1	

Forsētajai biokonversijai ir lietderīgi izmantot, ieguldot šūnā, tikai organiskos biodegradablos atkritumus. Citi atkritumi būs tikai lieks balasts, kas sadārdzinās tehnoloģiskās izmaksas, jo pēc organiskās vielas sairšanas būs kopā ar tās atlikumiem jātransportē uz citu deponēšanas vietu.

2.2. Šūnas skice un tehnoloģija.

Lai realizētu forsēto anaerobo biokonversiju ir vispirms jā sagatavo šūnas pamata virsma. Šūnas pamatnē jābūt izklātam necaurļaidīgam materiālam atbilstoši ES normām. Jāizveido vajadzīgie slīpumi uz infiltrāta savākšanas drenu un infiltrāta aku. Atkritumus iekļājot, tos jāblīvē, jo tas saīsina biokonversijas procesus. Pēc atkritumu izvietošanas ierīko gāzes savākšanas un mitrināšanas sistēmas. Tad nosedz ar necaurļaidīgu slāni. Tas varētu būt arī smilšmāls 0,5m biezumā. Principiālā tehnoloģiskā shēma parādīta 1.zīmējumā. Pastāvīgi jākontrolē temperatūra, mitrums un infiltrāta daudzums. Ja atkritumi ir sausi, tad palaišanas stadijā mitrumu pievada ar sūkni pa mitrināšanas sistēmu. Kad sākas temperatūras paaugstināšanās, sākas infiltrāta ievērojama palielināšanās, un, kad tas pārsniedz pievadīto mitruma daudzumu, cirkulāciju var samazināt. Aerobie procesi, kas rada temperatūras paaugstināšanos, beigsies, un metanoģenēze notiks pie zemākas temperatūras, bet pārseguma un pašu atkritumu siltumietilpība nodrošinās diezgan stabilu temperatūras režīmu. Aukstajā gadalaikā, ja ir slikts šūnas pārklājums, var būt nepieciešama uzsiltināta infiltrāta cirkulācija.



2.3. Atkritumu stāvokļa analīze.

Lai labāk izvērtētu atkritumos notikušos procesus, tika analizēti atkritumu paraugi no urbuma dažādos dziļumos. Rezultāti apkopoti 2.tabulā.

2.tabula

Atkritumu stāvokļa analīze

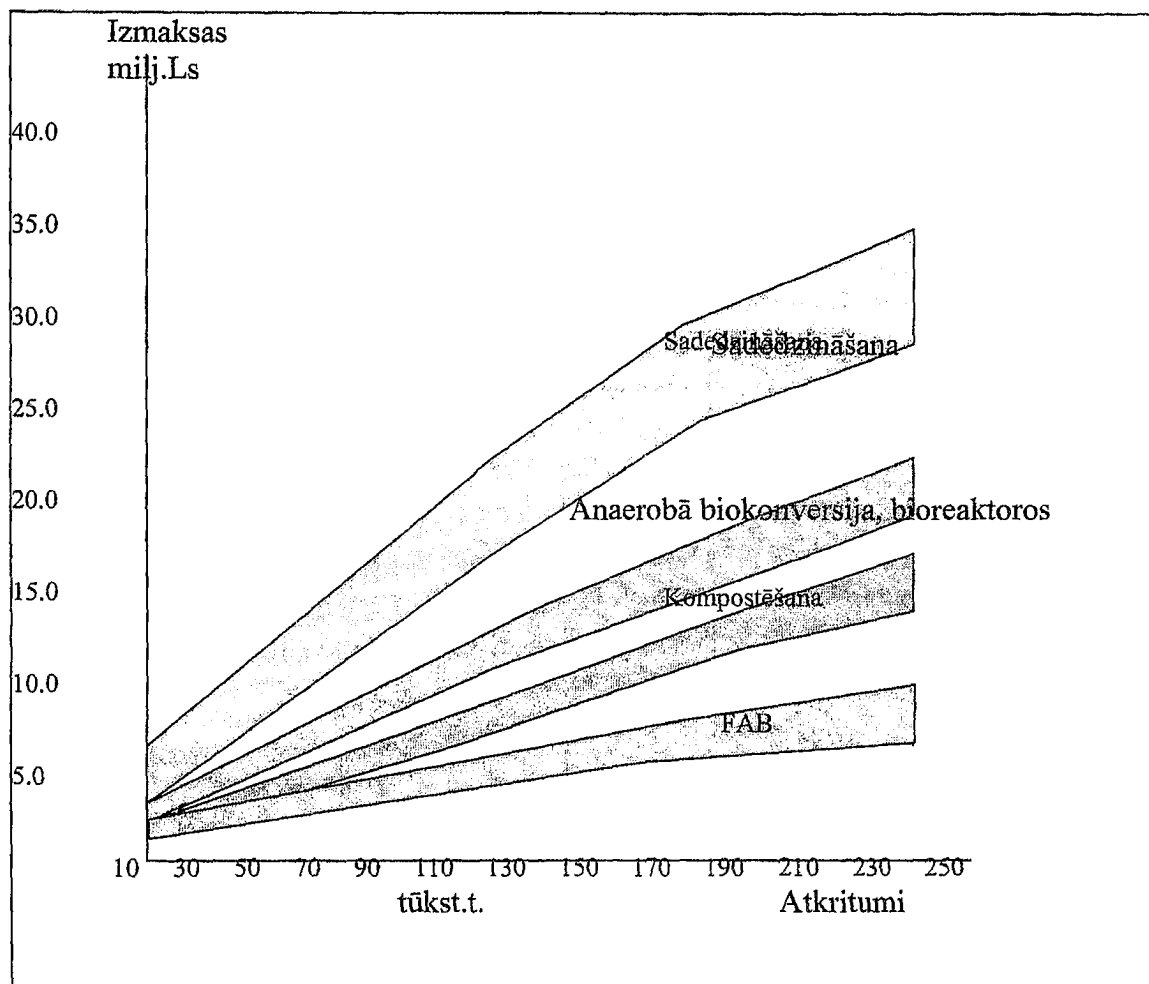
ziļums, m	°C	itrums%	rāsa	marža	rganisko atkritumu stāvoklis	eorganiko atkritumu stāvoklis
2	13	30	Katram pamatkrāsa	Atkritumu	Uz pārtikas pelējumi un citas sadalīšanās pazīmes	Dabīgs
4	22	35	Pelēki	Atkritumu	Pārtika sadalījusies pelēki melna, uz papīra baktērijas	Bez redzamām izmaiņām.
6	42	40	Pelēki melni	Biogāzes	Šķidrāki un melnāki, papīrs sairst, koksne nē	Bez redzamām izmaiņām.
7	39	40	Melni	Biogāzes	Pārtika un cita organika pārvērtusies melnos slāņos, koksne nē.	Plastikāts nosmērēts melnos dubļos.
8	50	45	Melni	Biogāzes	Organika sadalījusies, neorganikas pārsvars.	Gumijā vērojamas plaisas
9.5	36	50	Melni	Biogāzes	Organiskie atkritumi sadalījušies, uz koksnes virskārtas baktēriju kolonijas.	Gumijā vērojamas plaisas
10.1	34	30-60	Melni un gaiši brūns slānis	Biogāzes	Pārtikas atkritumi sadalījušies pilnīgi, koksne mitrāka, virskārta kļūst irdenāka. Tekstils satrunējis	Plastikāts netīrs bet nesadalījies
11.0	30	50-65 ūdens slānis	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melni dubļi, tekstils satrunējis, koksne daļēji satrunējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
12.5	29	50	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi kā smiltis, melnas un mitras. Koksne vidū vēl nav pilnīgi satrunējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
13.3	28	50	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melnas smiltis, koksne vidū vēl nav satrudējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
15.2	43	45	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melnas smiltis, koksne vidū vēl nav satrudējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.

Izvērtējot atkritumu stāvokli dažādos dziļumos, redzams, ka augšējos slāņos notiek aerobo mikroorganismu darbība (līdz 4m), un pie salīdzinoši maza mitruma nav liela atkritumu sadalīšanās. Dziļumā 4-6m ir jau mikroaerofili apstākļi, te notika hidrolīze, skābju veidošanās un vietās, kur izveidojas anaerobi apstākļi, sākas arī CH₄ ģenēze. Šajā dziļumā izteikta gāzes veidošanās. Dziļāk 7-10m biogāze tiek ražota arvien vairāk, par ko liecina atkritumu krāsa un raksturīgā biogāzes smarža. 10m dziļumā urbumā trāpījās gaiši brūns slānis, ļoti blīvs, kas sastāvēja no cieti saspīestām zāģu skaidām. Tam sekoja ūdens ieslēgums, kas samitrināja visu paraugu. Šajā un arī līdz 15,2m dziļumam koksnes (dēļu gali, sprunguļi) tomēr vēl nebija pilnīgi satrudējusi. To

var izskaidrot ar nepietiekošu mitruma saturu. Augstākā temperatūra urbumā bija 8m dziļumā, un te notika visaktīvākie procesi. Neorganiskā vielā sevišķas destrukcijas pazīmes, atskaitot plaisas gumijā, netika novērotas. Plastikas plēves maisiņi, vāciņi utt. palika netīri, acīm redzot uz tiem immobilizējās mikroorganismi.

3. FAB salīdzinājums ar citām atkritumu utilizācijas tehnoloģijām.

Forsētā anaerobā biokonversija kā municipālo atkritumu utilizācijas tehnoloģija var sekmīgi konkurēt ar citām atkritumu pārstrādes tehnoloģijām. Salīdzinājums parādīts 2.zīmējumā (4).



2.zīmējums. Kopējie kapitālieguldījumi dažādu tehnoloģiju atkritumu pārstrādes uzņēmumu būvei

FAB izmaksas novērtējumam izmantoti arī zviedru firmas SWECO projekta dati par gāzes ekstrakcijas sistēmas un energobloka būvniecības izmaksām. Vērtējot kompostēšanas izmaksas, jāņem vērā, ka zīmējumā parādītās izmaksas attiecas tikai uz slēgta tipa kompostēšanas iekārtām, jo kompostēšana kaudzēs var tikt pielietota tikai ierobežotam organisko atkritumu daudzumam – dārza atkritumiem un arī Latvijā, kad tā būs ES, būs tāpat. Vides efektivitāti var novērtēt pēc šāda FAB un sadedzināšanas salīdzinājuma (5).

Vides efekts

3.tabula

Vides kritērijs	Mērvienība	FAB	Sadedzināšana
Enerģijas ražošana	(GJ)	0.88	0.92
CO ₂ emisijas samazināšana	(kg)	200	-20
Telpas aizņemšana	m ³	0.6	0.15

4. FAB priekšrocības un trūkumi.

Priekšrocības.

1. Lētās izmaksas salīdzinājumā ar kompostēšanu un sadedzināšanu.
2. Salīdzinot ar deponēšanu izgāztuvē daudz īsāks organiskās vielas biokonversijas laiks un telpas ekonomija.
3. Kaut arī prasa lielākus kapitālieguldījumus kā deponēšana izgāztuvē, tomēr ar gāzes iegūšanu tie atmaksājas.
4. Var izmantot arī ar mitrumu >60% un daļēji sairusus un ar smiltīm un būvgružiem samaisītus atkritumus, kurus dedzināt nav ekonomiski izdevīgi.
5. Mazāka gāzu emisija.

Trūkumi.

1. Salīdzinot ar deponēšanu izgāztuvē prasa lielākus kapitālieguldījumus.
2. Nepieciešams kvalificēts apkalpojošais personāls.
3. Salīdzinot ar kompostēšanu garāks apstrādes laiks.
4. Salīdzinot ar dedzināšanu FAB, tā pat arī kompostēšanai vajadzīga nedegradabla, it sevišķi plastmasas izvākšana vai vismaz maisiņu saplēšana.

Secinājumi

Forsētā anaerobā biokonversija kā municipālo atkritumu utilizācijas metode var tikt sekmīgi pielietota arī Latvijas apstākļos. Tā ievērojami saīsina apstrādes laiku un ekonomē izgāztuvju telpu. To var izmantot arī nelielās atkritumu izgāztuvēs, jo iekārta nav sarežģīta. Ja izgāztuve ir neliela, tad gāzi var sadedzināt un iegūto siltumu izmantot tehnoloģiskām vajadzībām. Lielās izgāztuvēs, kur var nodrošināt efektīgu šķirošanu un izvākt no OV polietilēna maisiņus un citus degošus materiālus, līdztekus FAB lietderīgi uzstādīt atkritumu sadedzināšanas iekārtu. No visiem atkritumiem, kas nodoti šķirošanai, apmēram 30% varētu tikt atgriezti otrreizējai izmantošanai, 25% ieklāti FAB šūnās un 45% nodoti tiešai sadedzināšanai.

Literatūra

1. Ronnols E. Eiropas Savienības direktīvas par atkritumu izgāztuvēm – semināra referāts. - Rīga 2000.g. 10-12.04.
2. Ontenblad H. Waste Combustion in Denmark. Energy from Waste and Biomass. - Tallin 9-10.11.1998. - 191-193 p.
3. Investigations of Waste Quantities and Composition. Solid waste demonstration projects in Riga. Carl Bro Enviroment a/s 1996.
4. Bjorn Dahlroth. Waste not-Burn it! Energy from Waste and Biomass. - Tallin 9-10.11.1998. p.195-212.
5. Hans Woelders et.all. Treatment of mechanically separated organic residue in a landfill bioreactor. Proceedings Sardinia, 1999.