

ES "Horizon2020" programmas finansēts projekts
"Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana Centrāleiropā un Austrumeiropā" (KeepWarm),
Granta Līgums Nr. 784966

II. 2.3. Kapacitātes stiprināšana par AER izmantošanu, atkritumiem un siltuma, kā blakusprodukta izmantošanu.

Sadzīves atkritumu un rūpniecības atkritumu izmantošana apkurei pilsētas vidē (2.3.3.): galējo atkritumu produktu dedzināšana un no atkritumiem iegūtais kurināmais.

Asociētā profesore
Dr.sc.ing. Jūlija Gušča

1

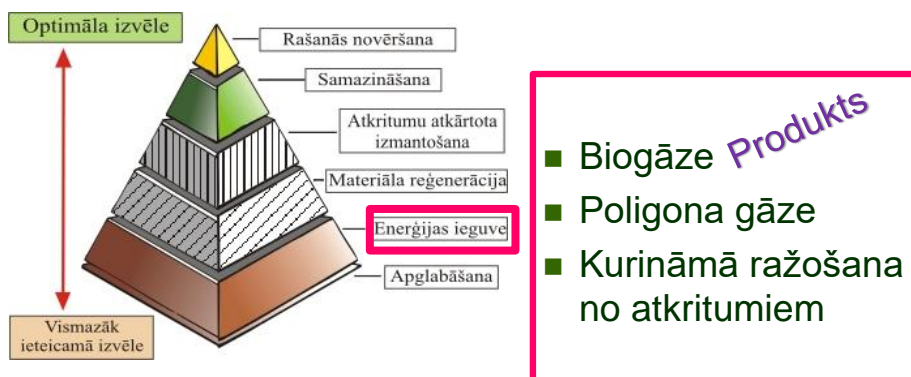
ES "Horizon2020" programmas finansēts projekts
"Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana Centrāleiropā un Austrumeiropā" (KeepWarm),
Granta Līgums Nr. 784966

II. 2.3. Kapacitātes stiprināšana par AER izmantošanu, atkritumiem un siltuma, kā blakusprodukta izmantošanu.

No atkritumiem iegūtais kurināmais

2

Enerģijas iegūšana no atkritumiem



Definīcija (I)

- No atkritumiem iegūtais kurināmais (NAIK)
 - **Heterogēna nebīstamo** atkritumu grupa, kuru, pārveidojot, ir iespējams izmantot enerģijas iegūšanai **bez ievērojamās ietekmes uz vidi** salīdzinājumā ar atkritumu noglabāšanu.
- Angliski – *waste derived fuel (WDF)*, *solid recovered fuel (SRF)*



Definīcija (II)

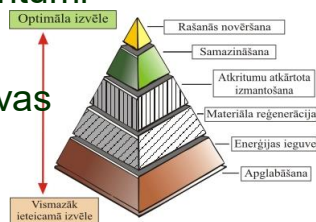
- No atkritumiem iegūtais uzlabotais (apstrādātais) kurināmais (NAIUK)
 - kurināmā masa, kas iegūta no smalcinātiem cietiem sadzīves atkritumu veidiem un kuru raksturo:
 - Izejmateriālu viendabīgums
 - Augsta kaloritāte
 - Nesatur liekos piejaukumus (metāls, stikls, neorganiskie materiāli)
- Ir veikta sākotnējā pirmsapstrāde
- Ir izvirzītas stingrākas kvalitātes prasības
- Angliski – *refused derived fuel (RDF)*

NAIK piemērotās izejvielas

- Nešķirotie sadzīves atkritumi
- Sadzīves atkritumu procesā atlikusī frakcija
- Tirdzniecības un rūpniecības atkritumi
- Zemas kvalitātes mežistrādes atkritumi
- Notekūdeņu attīrīšanas dūņas

NAIK nepiemērotās izejvielas

- Bīstamie atkritumi (infekciozie, kancerogēnie, ķīmiskie, radioaktīvie, u.c.), bet dažu valstu standarti ļauj pievienot atstrādātās eļļas
- PVC
- Stikls, metāls, atsijas un akmeņi
- Anaerobai pārstrādei derīgi atkritumi
- Šķirojamie sadzīves atkritumi
- Atkritumi ārpus Atkritumu direktīvas (gāzveida emisijas, notekūdeņi)



NAIK veidi

- Rupjais NAIK (6 x 6 mm)
- Pārslveida NAIK (2 x 2 mm)



NAIK veidi

- Pulverveida NAIK (0,035 x 0,035 mm)



NAIK veidi

- Presētais NAIK
 - Granulētais
 - Briketētais



NAIK ražošana



Kvalitātes prasības NAIK

- **Ar kurināmo saistītās (ekonomiskās)**
 - Kaloritāte
 - Biogēnu (oglekli saturošu) materiālu īpatsvars
 - Mitruma daudzums
- **Ar degšanas procesu saistītās**
 - Hlora daudzums (korozija, izturība)
 - Pelnu daudzums (kušana, saķepe)
 - Īpatnējais blīvums (kurināmā padeve, transportēšana)
- **Ar vides prasībām saistītās**
 - Hlors
 - Dzīvsudrabs
 - Kadmijs
 - Citi smagie metāli

Kvalitāte: biogēnu materiālu daudzums

- Biogēno materiāli NAIK ietver biodegradablu frakciju un to izsaka ar oglekļa C-14 procentuālo daudzumu pret kopējo oglekļa daudzumu NAIK.
- Enerģija no biogēniem materiāliem tiek definēta kā atjaunojamā un vairākās valstīs uz to ir attiecināmas nodokļu atlaides.
- Zinot biogēno materiālu daudzumu ir iespējams noteikt, kāda ietekme uz vidi ir novērsta.

Parametrs	Mērvienība	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Biogēnu materiālu daudzums	%	≥90	≥80	≥60	≥50	<50

Avots: British Standard for SRF - BS EN 15359: 2011

Kvalitāte: zemākais sadegšanas siltums

Parametrs	Mērvienība	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Zemākais sadegšanas siltums	MJ/kg	≥25	≥20	≥15	≥10	≥6,5

Avots: British Standard for SRF - BS EN 15359: 2011

Kvalitāte: mitruma daudzums

Lielāks mitruma daudzums

- palielina dūmgāzu daudzumu uz saražotās enerģijas daudzumu (iekārtu prasības)
- Samazina degšanas temperatūru → lielāks kurināmā daudzums → veidojas lielāks emisiju daudzums
- Ietekmē singāzes kvalitāti (gazifikācijas/pirolīzes tehnoloģijas gadījumā)

Parametrs	Mērvienība	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Mitrums	%	≤10	≤15	≤20	≤30	<40

Avots: British Standard for SRF - BS EN 15359: 2011

Kvalitāte: ar degšanas procesu saistītās

- NAIK fizikālās un ķīmiskās īpašības ietekmē sadedzināšanas iekārtas normālās darbības nosacījumus.
 - Hlora daudzums (korozija, izturība)
 - Pelnu daudzums (kušana, saķepe)
 - Īpatnējais blīvums (kurināmā padeve, transportēšana)
 - *Mitrums (kurināmā aizdegšanās, korozija)*

Kvalitāte: hlora daudzums

- Augsts hlora daudzums izraisa
 - korozijas procesus, izdedžu rašanos, aizķepi.
 - Hlorsaturošo emisiju rašanos (HCl, PCDD, PCDF)
- Hlorsaturošie atkritumu veidi:
 - Organiskie atkritumi, kas satur NaCl un KCl
 - Haloginētie plastmasas maisi
 - PVC produkti (caurules, izolācijas vadi, gumija, līmes, utt.)
 - Balinātais papīrs un kartons
 - Rūpnieciskie šķīdinātāji (attaukotāji, tīrīšanas līdzekļi), u.c.

NAIK visbiežāk satur hlorsaturošos materiālus, bet ir jāseko līdzi pieļaujamām normām

Kvalitāte: hlora daudzums

Parametr s	Mērvienī ba	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Cl	%	≤0,2	≤0,6	≤0,8	-	-

Avots: British Standard for SRF - BS EN 15359: 2011

- Ja Cl >1 %, jānodrošina dūmgāzu karsēšana virs 1100 C uz vismaz 2 sec. lai novērstu dioksīnu rašanos

Avots: EP direktīva 2000/76/EK

Kvalitāte: pelnu daudzums

- Neorganiskā un nesadegušā minerālā NAIK frakcija, kas nāk no kurināmā vai kurināmā degšanas procesa.
- NAIK pelnu sastāvs
 - Silīcijs, alumīnijs, dzelzs, kalcījs, magnijs, nātrijs, kālijs, sērs, fosfors.
 - Komponentu īpatsvars atkarīgs no NAIK sastāva
- NAIK ar augstu pelnu daudzumu gadījumā
 - Nepieciešamas cieto daļiņu emisiju attīrīšanas sistēmas
 - Zemāka kurināmā kaloritāte
 - Jāpievērš uzmanība degšanas temperatūru regulēšanai, lai novērstu saķepi, izdedžu kušanu, utt.

Parametrs	Mērv.	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Pelni (s.m.)	%	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50

Avots:

- CEN/TR 15508: 2006, 'Key properties on solid recovered fuels to be used for establishing a classification system'
- 'Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives', European Commission, 2003

Kvalitāte: pelnu daudzums

Parametr s	Mērvienī ba	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Pelni (s.m.)	%	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50

Avots:

- CEN/TR 15508: 2006, 'Key properties on solid recovered fuels to be used for establishing a classification system'
- 'Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives', European Commission, 2003

Kvalitāte: īpatnējais blīvums

- NAIK ar zemāku īpatnējo blīvumu (kg/m^3) trūkumi:
 - Kaloritāte uz tilpuma vienību ir zemāka
 - Sarežģītāks degšanas procesa kontroles process
 - Jānodrošina precīzs kurināmā padeves mehānisms
 - Lielizmēra kurtuves
 - Lielākas transportēšanas izmaksas
 - Nepiemērots lietošanās dažās tehnoloģijās

Parametrs	Mērvienība	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Blīvums	kg/m^3	>650	≥450	≥350	≥250	≥100

Avots:

- EN 14961-1: 2010, 'Solid biofuels – Fuel specification and classes – Part 1: General requirements'
- CEN/TS 15401:2010, 'Solid recovered fuels - Determination of bulk density'

Kvalitāte: ar vides prasībām saistītās

- Dažas NAIK sastāvā esošās komponentes termiskās apstrādes rezultātā veido kaitīgas emisijas, piemēram:
 - Dzīvsudrabs
 - Kadmijijs
 - Citi smagie metāli
- Emisiju rašanos un specifiku nosaka:
 - NAIK sastāvs
 - Sadedzināšanas tehnoloģijas specifika

Kvalitāte: dzīvsudraba daudzums

- Dzīvsudraba bīstamība:
 - Gaistošs
 - Plaši pieejams tvaikā
 - Bioakumulācijas spēja
- Parasti dzīvsudrabs ir atrodams
 - Dažādos rūpnieciskos atkritumos
 - Elektriskos un elektroniskos atkritumos

Parametrs	Mērv.	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Dzīvsudrabs	mg/MJ	≤0,02	≤0,03	≤0,06	-	-

Avots: CEN/TR 15508: 2006 'Solid recovered fuels – Key properties on solid recovered fuels to be used for establishing a classification system'



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Kvalitāte: kadmija daudzums

- Kadmija bīstamība:
 - Bioakumulācijas spēja
- Degšanas laikā veidojas hlorīdos un oksīdos
- Parasti kadmiji ir atrodams
 - krāsas un rūpnieciskie šķīdinātāji
 - Elektriskos un elektroniskos atkritumos
 - Metālos (elektroplatēšanas laikā)

Parametrs	Mērv.	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Kadmiji	mg/MJ	≤0,1	≤0,3	≤1,0	≤5,0	≤7,5

Avots: CEN/TR 15508: 2006 'Solid recovered fuels – Key properties on solid recovered fuels to be used for establishing a classification system'



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Kvalitāte: citu smago metālu daudzums

- Antimons (Sb), arsēns (Ar), svins (Pb), hroms (Cr), kobalts (Co), mangāns (Mn), niķelis (Ni), vanādijs (V).
- Gaistošā frakcija, kas rodas degšanas procesā, oksīdu un hlorīdu veidā.

Parametrs	Mērv.	1. klase	2. klase	3. klase	4. klase	5. klase
Citu smago metālu summa	mg/MJ	≤15	≤30	≤50	≤100	≤190

Avots: BS EN 15359:2011

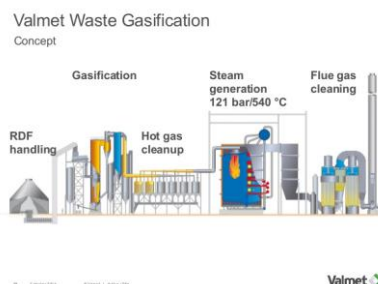


Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



NAIK izmantošana (I)

- Verdošā slāņa tehnoloģija un kustīgo ārdū tehnoloģija
 - Nodrošina efektīvu degšanas procesu
 - Piemērojams cietiem kurināmā veidiem
 - Nehomogēnie kurināmā veidi
 - Līdzīgi standarti ar ogļu sadedzināšanas iekārtām
- Uzlabotās termiskās apstrādes metodes, piemēram,
 - Gazifikācija (singāze)
 - Pirolīze (kokogle)



Valmet

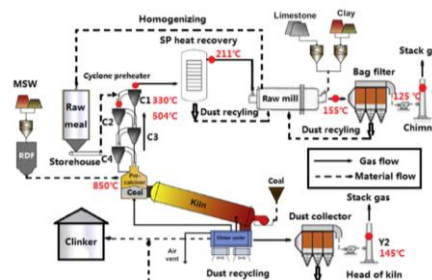


Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



NAIK izmantošana (II)

- Cementa ražošanas rūpnīcas
 - Ir spējīgas apstrādāt lielu daudzumu bīstamo un nebīstamo atkritumu
 - Līdzdedzināšanas iespējas
- Ogļu sadedzināšanas stacija (Nīderlande, Somija, Dānija, Vācija, Zviedrija)
 - Līdzdedzināšanas iespējas
 - Tehnoloģiski piemērojams
 - Fosilo energoresursu aizstāšana



Avots:

- Emission and distribution of PCDD/Fs and CBzs from two co-processing RDF cement plants in China.
- Usage of RDF and Alternative Fuel in Cement Industry in India

Galējo atkritumu produktu dedzināšana

Asociētā profesore
Dr.sc.ing. Jūlija Gušča

Enerģijas iegūšana no atkritumiem



Enerģija no atkritumiem

- Enerģija no atkritumiem (angliski – «**Waste-to-Energy**», **WtE**) ir koncepts, kurā sadzīves atkritumus izmanto kā kurināmo enerģijas ražošanas uzņēmumos, ražojot siltumenerģiju vai elektroenerģiju
- WtE ietver: biogāzes stacijas, sadedzināšanas stacijas, gazifikācijas/pirolīzes stacijas, plazmas tehnoloģijas
- Saskaņā ar Eiropas asociācijas datiem, šobrīd Eiropā tiek apstrādāti virs 50milj. atkritumu gadā šāda veida energostacijās.

WtE mērķi

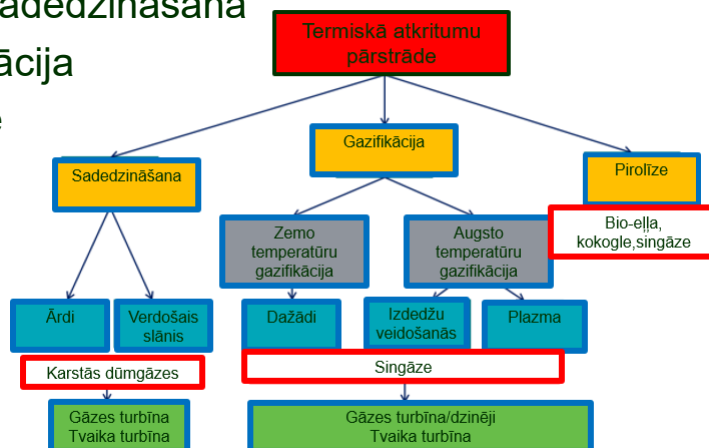
- Samazināt radīto atkritumu apjomu un samazināt noglabājamo atkritumu daudzumu
- Samazināt noglabājamo biodegradablu atkritumu daudzumu līdz nulles līmenim
- Radīt pievienotas vērtības produktu (elektroenerģija/siltumenerģija)

WtE tehnoloģiju izvēles kritēriji

- Tehnoloģija
- Energoefektivitāte
- Atkritumi
- Atkritumu apsaimniekošana
- Kapitālizmaksas
- Eksploatācijas izmaksas
- Pieejamība
- Gaisa piesārņojuma novēršana

Atkritumu sadedzināšana: pārskats par tehnoloģijām

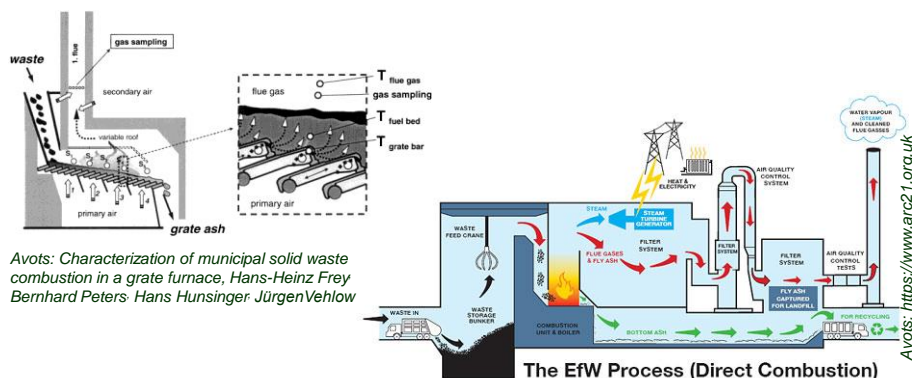
- Tiešā sadedzināšana
- Gazifikācija
- Pirolīze



Tiešā sadedzināšana (I)

- Degšana skābekļa /gaisa klātbūtnē
- Parasti izmanto galējo (neapstrādāto) atkritumu sadedzināšanai
- Termiskā efektivitāte: 15-25%
 - Kurināmā zemā kaloritāte
 - Neviendabīgums
- Termiskā efektivitāte - virs 30 % - koģenerācijas iekārtu gadījumā
- Sadeg biogēnā atkritumu daļa - pelnos paliek inertā atkritumu daļa (parasti 20-30% no sākotnējā atkritumu svara)
- Atkritumu apjoma samazinājums – līdz 90%
- Atkarībā no normatīvo aktu prasībām – pelni bīstami, reciklējami u.c.

Tiešā sadedzināšana: ārdū tehnoloģija



- Visplašāk izmantojamā tehnoloģija Eiropā
- Nereciklējamu atkritumu sadedzināšana

Verdošā slāņa tehnoloģija

- + Vienmērīgas degšanas apstākļi
- + Piemērotība nehomogēniem atkritumu veidiem
- + Iespēja kontrolēt degšanas enerģijas blīvuma intensitāti → piemērots dažādas kaloritātes kurināmā veidiem
- Lai nodrošinātu verdošo slāni, ir jāveic kurināmā priekšāpstrāde
 - Smalcināšana
 - Šķeldošana
- Slāņa temperatūras noturēšana ap 850 C, lai novērstu kušanu

Gazifikācija

- Ogleklis un skābeklis no atkritumu masas termiskās apstrādes rezultātā daļējā oksidācijas procesā tiek pārvērsti līdz gāzveida stāvoklim (singāzei), 20 % gazifikācijas atlikumi – inertā atkritumu daļa
- Pielietojama NCAIK un NAIUK
- Temperatūru režīmi:
 - 900-1100 C gaisa vidē (zemo temperatūru gazifikācija)
 - $Q_z^d=4-6 \text{ MJ/Nm}^3$
 - 1000-1600C-skābekļa vidē (augsto temperatūru gazifikācija)
 - $Q_z^d=10-15 \text{ MJ/Nm}^3$
 - Izdedžu izkušana
- Singāzes sastāvs: CO, H₂, CH₄, oglekļa putekli, CO₂ un N₂

Atkritumu gazifikācijas priekšrocības

- Plašs lietojums saražotai singāzei
- Labākas iespējas optimizēt degšanas procesu un samazināt radītās emisijas kontrolējot gāzveida kurināmā sadedzināšanu nevis cietā kurināmā sadedzināšanu.
- Plašākas iespējas uzstādīt emisiju attīrīšanas sistēmas

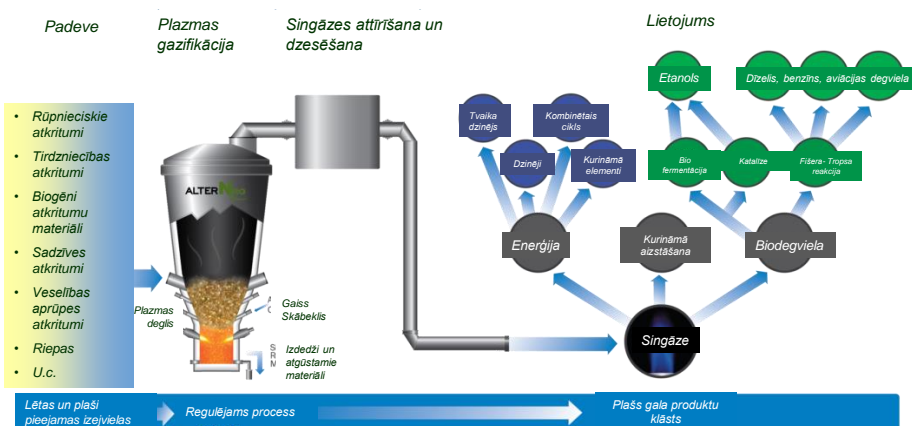
Izdedžu gazifikācija

- Gazifikācija+ neorganiskās daļas (pelni un metāli) kušana
- Plaši izmanto Japānā, ar mērķi:
 - Samazināt noglabājamo atkritumu apjomu
 - Veicināt atkārtoto izmantošanu- izkausēto masu izmanto ceļu būvē
- Tehnoloģiskais process
 - Skābekļa pievade
 - 1400-1600 C
- Augstas ekspluatācijas izmaksas

Plazmas gazifikācija

- Izmanto ļoti augstas temperatūras skābekļa trūkuma vidē, lai sadalītu atkritumus līdz pamatmolekulām. Augstās temperatūras un skābekļa trūkums veido pirolīzes un gazifikācijas reakcijas, kuru rezultātā rodas singāze.
- Kā siltumavotu izmanto plazmas gāzi, kura uzkarst līdz 3000-8000 °C, savukārt temperatūra reaktorā ir starp 1000 un 2000°C.
- Dažos procesos izmanto plazmas degļus tikai, lai nodrošinātu izdedžu kušanu. Iespējams apvienot plazmas degšanu ar tiešo sadedzināšanu (plaši izmanto Japānā).
- Izdala trīs plazmas gazifikācijas veidus:
 - Tiešā sadegšana plazmas deglī (izmanto augstas bīstamības atkritumu veidiem)
 - plazmas asistētā gazifikācija
 - Plazmas singāzes attīrīšanai

Plazmas gazifikācija

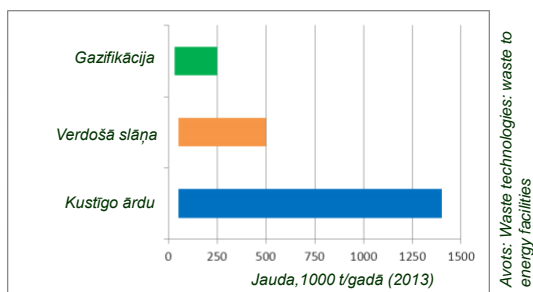


Avots: http://www.alternrg.com/waste_to_energy/

Pirolīze

- Pirolīzes process (atkritumu termiskā apstrāde bezskābekļa vidē) – nav komerciāli plaši izplatīta, jo nav iespējams sasniegt nepieciešamos emisiju līmeņus.
- Eksistējošie projekti – vērsti uz cieto sadzīves atkritumu sadedzināšanu.

Pieejamās jaudas (esošo projektu pārskats)



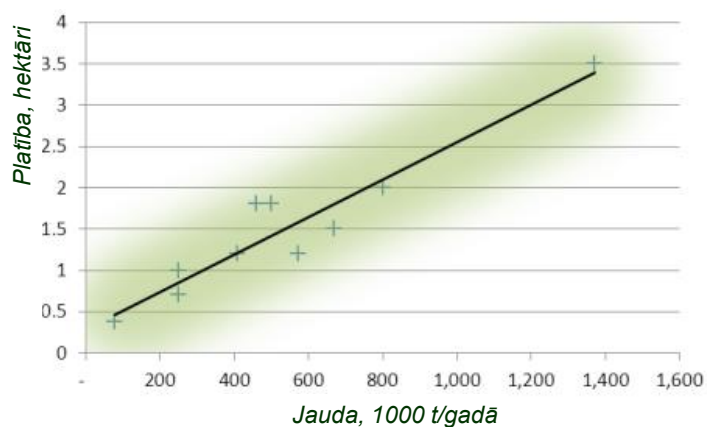
- Lielākā
 - AEB Amsterdam – 1400000 t/gadā
 - Kustīgo ārdus tehnoloģija
 - Lietderības koeficients (elektriskais)- 30%

Atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju salīdzinājums (esošās stacijas)

Tehnoloģija	Neto efektivitāte	
	Tipiskā	Labākā
Tiešā sadedzināšana	15-25 %	30 %
Gazifikācija (tvaika turbīna)	10-27%	>30 %
Uzlabotā tipa gazifikācija (gāzes dzinējs/gāzes turbīna)	30-40 %	40-50 % ir iespējams sasniegt ar gāzes turbīnu

Avots: Waste technologies: waste to energy facilities

Sakarība starp aizņemto platību un uzstādīto jaudu



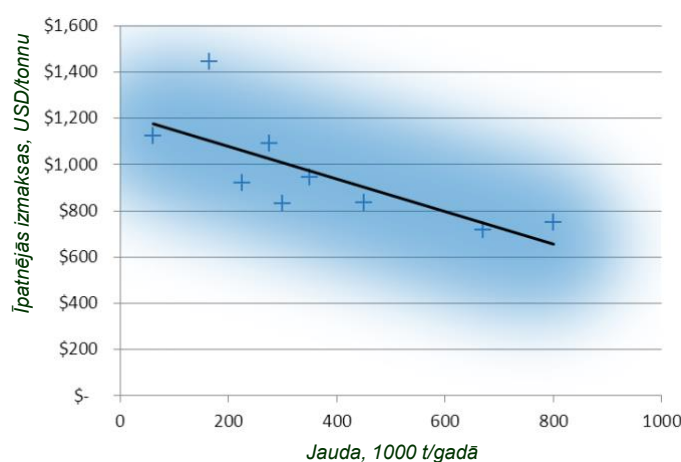
Avots: Waste technologies: waste to energy facilities



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju kapitālizmaksas



Avots: Waste technologies: waste to energy facilities



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju kapitālizmaksas

	Palaišanas gads	Jauda, t/gadā	Īpatnējās izmaksas, AUD/tonnu
Lakeside (UK)	2010	410 000	660
Issy Les Moulineaux (Francija)	2008	460 000	1500
Gazifikācija	-	-	1350

*Verdošā slāņa tehnoloģijām ir nepieciešams atkritumu priekšapstrādes modulis, kas paaugstina kapitālieguldījumus. Ārdu kurtuvēm nav nepieciešams.

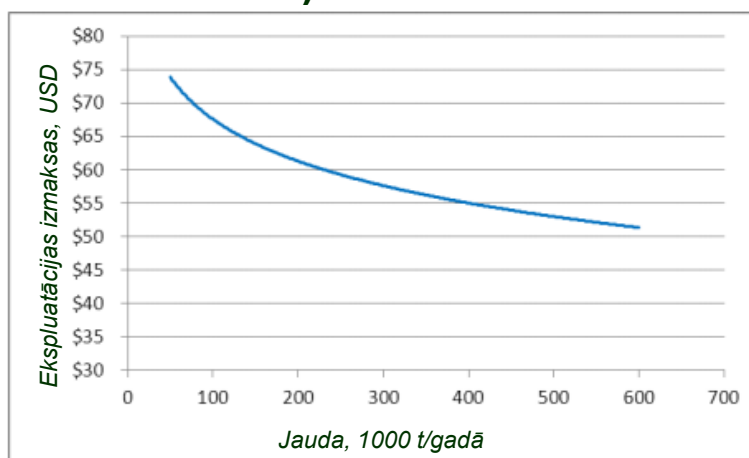
Avots: Waste technologies: waste to energy facilities



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju ekspluatācijas izmaksas (tiešās sadedzināšanas)



Avots: Waste technologies: waste to energy facilities



Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju ekspluatācijas izmaksas (tiešās sadedzināšanas tehnoloģija)

- Slēgtā tipa gazifikācijas stacijām darbināšanas izmaksas ir līdzīgas tiešās sadedzināšanas staciju izmaksām.
- Augsto temperatūru gazifikācijas stacijām-augstākas, dēļ gāzu attīrīšanas sistēmu.
- Izdedžu un plazmas gazifikācijas – augstākas dēļ energopatēriņa un skābekļa patēriņa

Vides aizsardzības prasības

- WtE stacijām tiek izvirzītas visstingrākās vides prasības, iesk.
 - CO, CO₂, NO_x, PM, dioksīnu un smago metālu emisiju samazinājums
- Aprīkotas ar gaisa emisiju kontroles sistēmām
 - Sausā, pussausā un mitrā skruberu sistēma
 - Izvēle balstās uz izmantoto sadedzināšanas tehnoloģiju, atkritumu sastāvu, emisiju limitiem valstī u.c.

Atkritumu sadedzināšanas staciju emisiju limiti (ES)

Tehnoloģija		PM10	SO ₂	CO	NO _x	HCl	HF	TOC	Hg	Cd & Tl	Dioksīni, furāni
		10 mg/m ³	50 mg/m ³	100 mg/m ³	200 mg/m ³	10 mg/m ³	2 mg/m ³	10 mg/m ³	0.05 mg/m ³	0.05 mg/m ³	0.1 ng/m ³
Tiesā sadedzi nāšana	Ārdi	0.2-3.33	0.1-12.9	1.72-33	28-180	0.3-7.1	0.097-0.13	0.79	0.0009-0.03	0.0005-0.01	0.003-0.021
		12	9	10	60	35	4	8	16	6	9
	Verdošais siānis	68	9	44	76	77	1	31	-	-	-
Gazifikācija	Ārdi	1.0	59.8	1.7	38.3	40.0	25.0	-	0.1	0.07	1.5
	Gazifikācija	<10	<5.8	2.5	14.9	<16	-	-	-	-	7.3
	Plazmas gazifikācija	42	2	19.7	18.5	64.8	-	-	-	-	-

Avots: Waste technologies: waste to energy facilities