

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Jätteenpolton BREF 2006

Petri Vesanto



Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä

Jätteenpolton BREF 2006

Petri Vesanto

Helsinki 2006

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



SUOMEN YMPÄRISTÖ 27 | 2006
Suomen ympäristökeskus

Taitto: Callide/Terttu Halme
Kansikuva: Risto Kuusiniemi (SYKE)
Sisäsivujen kuvat: Aker Kvaerner, Petri Vesanto

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2006

ISBN 952-11-2308-7 (nid.)
ISBN 952-11-2309-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokoj.)

ALKUSANAT

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjan sisällöllisesti valmis luonnos julkaistiin viime vuoden kesällä ja EU:n komissio hyväksynee sen muodollisesti vuoden 2006 aikana. Vertailuasiakirja on informatiivinen tausta-asiakirja, jota käytetään apuna määriteltäessä jätteenpoltoalan parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Koska vertailuasiakirja on hyvin laaja ja monitasoinen, Suomen ympäristökeskus ja jätehuolto- ja energia-alan toimialajärjestöt päättivät yhdessä laatia tämän julkaisun helpottamaan vertailuasiakirjan käyttöä. Tavoitteeksi asetettiin jätteenpolton tämän hetken parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa suomalaisesta näkökulmasta käsittelevä mahdollisimman selkeä kuvaus, joka voisi toimia laitosten suunnittelijoiden, toiminnanharjoittajien ja viranomaisten apuvälineenä.

Julkaisussa päätettiin käsitellä kokonaiskuvan muodostamiseksi suomalaisen ja eurooppalaisen jätteenpolton taustaa ja tämän hetken käytäntöjä myös hieman tekniikkatarkasteluja laajemmin. Tämä toteutettiin käymällä läpi jätteenpolton toimialaa ja sen merkitystä Ruotsissa, Italiassa ja Saksassa. Nämä maat valittiin tarkasteluun, koska poltto on niissä kaikissa merkittävä osa jätehuoltoa ja maiden olosuhteet ja jätteenpolton taustat ovat keskenään erilaisia.

Julkaisussa on käsitelty myös jonkin verran parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsitettä ja käyttöä suunnittelun ja lupaharkinnan tausta-aineistona, sillä sen arvioitiin helpottavan vertailuasiakirjan ja muiden suunnittelua ja lupaharkintaa ohjaavien asiakirjojen suhteiden hahmottamista. Jätteenpolton perusprosessit on myös esitelty lyhyesti ennen varsinaista tekniikoiden käsittelyä.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjat eli BREF:it ovat **ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi** annetun direktiivin eli niin kutsutun IPPC-direktiivin perusteella laadittuja tiedonvaihtoasiakirjoja, joita käytetään apuna arvioitaessa mikä on direktiivin määrittelemillä toimialoilla kulloisessakin tilanteessa ympäristön kannalta parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Vertailuasiakirjan laajaa aineistoa on tiivistetty tämän raportin esitykseen purkamalla asiakirjan monimuotoista viittausrakennetta ja yhdistämällä toisiinsa liittyviä asioita. Käsittelyssä on jätetty vähemmälle huomiolle sellaisia seikkoja, joita voitaneen pitää suomalaisessa toimintaympäristössä itsestäänselvyyksinä tai joiden käyttö olosuhteissamme on epätodennäköistä. Toisaalta joitain suomalaiselle toimintaympäristölle ominaisia tai luonteeltaan uusia asioita on käyty läpi tarkemmin. Joissakin kohdissa on pyritty ottamaan asioihin kuitenkin hieman vertailuasiakirjaa laajempi näkökulma ja sisällyttämään käsittelyyn ympäristönsuojeluasetuksen mukaista itsenäistä parhaan käytettökelpoisen tekniikan arviointia.

Parhaiden käytettävissä olevien tekniikoiden esittelyn jälkeen on tarkasteltu ja arvioitu eri menetelmien ja tekniikoiden soveltamismahdollisuuksia Suomessa. Raportin lopussa on esitelty myös muutamia vertailuasiakirjassa mainitsemattomia uusia tekniikoita, joilla saattaa olla merkitystä jollain aikavälillä suomalaisessa toimintaympäristössä.

Julkaisun laatimista ohjaamaan koottiin laaja Suomen ympäristökeskuksen, viranomaisten ja alan yritysten ja toimialajärjestöjen edustajista koottu ohjausryhmä,

jolle haluamme esittää suuret kiitokset aktiivisesta toiminnasta ja asiantuntevasta kommentoinnista. Erityiskiitokset haluamme esittää ohjausryhmän puheenjohtajana toimineelle Merja Manniselle ja raportin asiantuntijatarkastajille Aarno Kavoniukselle ja Markku Kukkamäelle.

Ohjausryhmän toimintaan osallistuivat ja aineistoa kommentoivat aakkosjärjestyksessä seuraavat henkilöt:

Vesa Heikkonen	Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy
Lassi Hietanen	Lassila & Tikanoja Oyj
Hille Hyytiä	Suomen ympäristökeskus (27.2.2006 saakka)
Timo Jouttijärvi	Suomen ympäristökeskus, SYKE
Aarno Kavonius	Ekokem Oy
Pirkko Kempainen	Suomen ympäristökeskus (3.3.2006 saakka)
Jouni Kinni	Kvaerner Power Oy
Matti Kivelä	Lahti Energia Oy
Markku Kukkamäki	Suomen ympäristökeskus
Teemu Lehikoinen	Uudenmaan ympäristökeskus
Markku Lehtokari	Turun Seudun Jätehuolto Oy
Lauri Luopajarvi	Pohjolan Voima Oy
Merja Manninen	Vaasan hallinto-oikeus
Eeva Mecklin	Hämeen ympäristökeskus
Pertti Mielonen	Fortum
Esa Nummela	Jätelaitosyhdistys ry
Matti Nuutila	Energiateollisuus ry.
Katri Penttinen	Ympäristöyritysten liitto ry
Kristiina Rainio	Lounais-Suomen ympäristökeskus
Seppo Ruonala	Suomen ympäristökeskus, SYKE
Sirpa Silander	Suomen ympäristökeskus, SYKE
Juha-Heikki Tanskanen	Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy
Päivi Vilenius	Hämeen ympäristökeskus
Carl Wilen	VTT

Helsingissä 25.5.2006

Petri Vesanto	Novox
Seppo Ruonala	Suomen ympäristökeskus SYKE
Matti Nuutila	Energiateollisuus ry.

SISÄLLYS

I Jätteenpoltto EU:ssa	9
1.1 Jätteenpolton historiaa ja taustalla vaikuttaneita asioita	9
1.2 Jätteenpolton tämän hetken käytäntö	10
1.2.1 Jätteenpoltto läntisessä Euroopassa	10
1.2.2 Jätteenpoltto Suomessa.....	13
1.3 Esimerkkejä erityyppisistä toimintamalleista	15
1.3.1 Ruotsi	15
1.3.2 Italia	17
1.3.3 Saksa	18
1.3.4 Esimerkkimaiden erojen vertailu	20
2 Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsitteet ja niiden lainsäädännöllinen tausta	21
2.1 IPPC-direktiivi	21
2.1.1 BAT Suomen ympäristönsuojelulainsäädännössä.....	22
2.2 Parhaita käytettävissä olevia tekniikoita kuvaavat BREF-vertailuasiakirjat	23
2.3 Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsitteen ja vertailuasiakirjojen käytön tavoitteet toimintojen suunnittelussa ja luvituksessa	25
3 Jätteenpolton BREF-vertailuasiakirja	27
3.1 Valmistelu.....	27
3.2 Vertailuasiakirjan laajuus.....	27
4 Jätteenpolton BREF:n soveltaminen	28
4.1 Eri vaikutusten huomioiminen (crossmedia-effects).....	28
4.2 BREF:n ja jätteenpoltoasetuksen suhde.....	28
5 Jätteenpoltossa käytettävät perusprosessit	30
5.1 Arinapoltto	30
5.2 Leijupetipoltto	31
5.3 Rumpu-uunit.....	34
5.4 Jätteiden ja tavanomaisten polttoaineiden rinnakkaispoltto.....	35
5.5 Savukaasujen puhdistusprosessit.....	36
5.5.1 Märkä puhdistusprosessi	36
5.5.2 Puolikuiva savukaasujen puhdistus.....	38
5.5.3 Kuiva savukaasujen puhdistus.....	39

6 Vertailuasiakirjassa kuvatut parhaat käytettävissä olevat tekniikat	40
6.1 Kaikkia jätteenpolttolaitoksia koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat (BAT).....	41
6.1.1 Yleiset suunnittelu- ja käyttöperiaatteet	41
6.1.2 Laitoksen huollon ja ylläpidon periaatteet.....	43
6.1.3 Poltettavan jätteen laadun hallinta.....	44
6.1.4 Jätteen varastointi polttolaitoksella.....	46
6.1.5 Tulipalon vaaraan varautuminen, palonilmaisimet ja sammutusjärjestelmät	49
6.1.6 Metallien talteenotto	50
6.1.7 Polton palamisolosuhteet.....	51
6.1.8 Palamisilman esilämmitys	51
6.1.9 Tukipolttimet	51
6.1.10 Kaasutus ja pyrolyysi	51
6.1.11 Lämmönsiirtopintojen kerrostumien hallinta.....	52
6.1.12 Jätteen sisältämän energian talteenoton ja hyödyntämisen tehokkuus.....	52
6.1.13 Laitoksen oman energiankäytön minimointi.....	54
6.1.14 Laitoksen savukaasupäästöjen taso ja puhdistuksen periaatteen valinta	55
6.1.15 Savukaasun typen oksidien määrän hallinta	57
6.1.16 Dioksiini- ja furaaniemissioiden (PCDD/F) minimointi	59
6.1.17 Savukaasun elohopeapäästöjen hallinta	61
6.1.18 Märkien savukaasunpuhdistusprosessien jätevesien käsittely	63
6.1.19 Jätteen loppuunpalamisen varmistaminen.....	65
6.1.20 Laitoksen tuhkien ja savukaasunpuhdistuksen sivutuotteiden ominaisuuksien ja hyödyntämismahdollisuuksien arviointi	69
6.1.21 Pohjatuhkan käsittely	69
6.1.22 Savukaasun puhdistuksen sivutuotteiden käsittely	70
6.1.23 Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä	72
6.2 Yhdyskuntajätteiden polttolaitoksia erityisesti koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat	74
6.2.1 Jätteen pitkäaikaisvarastointi.....	74
6.2.2 Jätteen sekoittaminen ja murskaus.....	74
6.2.3 Polttolaitoksen arinan jäähdytys	74
6.2.4 Energian hyödyntämisen huomioon ottaminen uuden laitoksen sijoituspaikan valinnassa	74
6.2.5 Laitoksen oma sähkönkulutus.....	75
6.3 Käsiteltyä tai erilliskerättyä yhdyskuntajätettä polttavia laitoksia erityisesti koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat	75
6.3.1 Jätteen varastointi	75
6.3.2 Laitoksen energiantuotannon tehokkuus	76
6.3.3 Energian hyödyntämisen ottaminen huomioon uuden laitoksen sijoituspaikan valinnassa	76
6.3.4 Laitoksen oma sähkönkulutus.....	76
6.4 Ongelmajätteiden polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat	77
6.4.1 Poltettavan jätteen laadun hallinta.....	77
6.4.2 Jätteiden sekoittaminen keskenään ja syöttö polttokammioon	77

6.4.3 Tulipesä.....	78
6.4.4 Laitoksen oma sähkönkulutus.....	79
6.4.5 Savukaasujen puhdistus.....	79
6.4.6 Eläinjätteen käsittely ja poltto.....	77
6.5 Yhdyskuntalietteen polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat.....	80
6.5.1 Polttotekniikka.....	80
6.5.2 Lietteen kuivaus.....	80
6.6 Sairaalahäätteen polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat.....	80
6.6.1 Sairaalahäätteen käsittely ja syöttö polttokammioon.....	80
6.6.2 Sairaalahäätteen kuljetus ja varastointi.....	81
6.6.3 Polttotekniikka.....	81
7 Suomalaiseen toimintaympäristöön sopivia jätteenpolton toteutusvaihtoehtoja.....	82
8 Uudet näköpiirissä olevat tekniset ratkaisut.....	85
8.1 Kaksivaiheinen arinapoltto.....	85
8.2 Matalalämpötilakatalyytit.....	86
8.2.1 Dioksiinien katalyyttinen hajoitus.....	86
8.2.2 NO _x -pelkistys matalalämpötilakatalyytillä.....	86
8.3 Leijupetikaasutus, johon on yhdistetty tuotekaasun puhdistus.....	87
8.4 Aktiivihiiltä sisältävät täytekappaleet.....	87
8.5 Tuhkaa sulattava arinapoltto: Syncom.....	88
8.6 Jätteenpolttolaitoksen täydentäminen jälkitulistuskattilalla.....	88
8.7 Yhdistetty savukaasujen pesu ja vesien käsittely.....	89
9 BREF-vertailuasiakirjojen ajan tasalla pitäminen tekniikan kehittyessä.....	91
10 Yhteenveto.....	92
II Executive summary.....	95
Lähteet.....	98
Kuvailulehdet.....	99

1 Jätteenpoltto EU:ssa

1.1

Jätteenpolton historiaa ja taustalla vaikuttaneita asioita

Laitosmainen yhdyskuntajätteiden poltto alkoi Euroopan suurissa kaupungeissa 1800-luvun lopulla, kun huonosti hoidetun jätehuollon ja vakavien kulkutautien yhteys alettiin ymmärtää. Samaan aikaan jätteiden määrä lisääntyi teollistumisen ja kaupunkien kasvun myötä. Euroopan ensimmäinen jätteenpolttolaitos otettiin käyttöön Nottinghamissa Englannissa vuonna 1874. Saksan ensimmäinen polttolaitos rakennettiin laajan koleraepidemian jälkeen Hampuriin 1890-luvun alussa ¹ ja Ruotsin ensimmäinen jätteenpolttolaitos käynnistettiin Tukholmassa vuonna 1903.

Alkuvaiheessa laitosten rakentamisen taustalla oli selkeä tarve parantaa kaupunkien hygieniaa. Energian hyödyntämisellä ja materiaalien talteenotolla ei monastikaan ollut tässä vaiheessa merkitystä, sillä teollistumisen nousua elävissä Euroopan menestyvissä kaupungeissa oli käytettävissä riittävästi kivihiiltä ja materiaaleja. Poikkeuksellisesti kuitenkin Englannissa monet jätteenpolttouunit tuottivat jo 1800-luvun lopulla höyryä viemäriveresippumpujen ja sähkögeneraattoreiden höyrykoneille ².

Toiminnan alkuvaiheissa jätteenpolton savukaasujen haittavaikutuksia ei tunnettu, eikä niistä myöskään oltu huolissaan, vaikka laitosten naapurit valittivat noesta ja kitkeristä hajuista.

1900-luvun alussa jätteiden määrä lisääntyi entisestään ja poltto alettiin nähdä yhä enemmän keinona hävittää jätteitä ³. Tilanne oli luonnollisesti näin ainoastaan suurissa kaupungeissa. Harvaan asutuilla alueilla jätehuollon vaihtoehtojen tarkastelu ei ollut ajankohtainen asia. Maaseudulla ja pienissä kaupungeissa jätteet koottiin takapihojen tunkioille ja syrjäisiin paikkoihin perustetuille kaatopaikoille jopa vielä 1960-luvulla.

Jätteiden kaatopaikkasijoitus jatkui myös useimmissa suurissa kaupungeissa jätteenpolton rinnalla kun hygienian perusasiat oli saatu kuntoon polton, yleisen viemäröinnin ja vesilaitosten perustamisen avulla. Kaatopaikkojen ympäristöhaittojen havaitsemiseen alettiin herätä vasta pitkälti toisen maailmansodan jälkeen. Samoihin aikoihin alkoi myös keskustelu jätteenpolton haitoista ja laitoksia alettiin varustaa ensimmäisillä alkeellisilla puhdistuslaitteilla.

Jätteiden energiasisällön hyödyntäminen muuttui kiinnostavaksi 1970-luvulla tapahtuneen öljyn hinnan nousun myötä. Tässä vaiheessa erityisesti Ruotsissa alettiin rakentaa kaukolämpöverkkoon kytkettyjä jätteenpolttolaitoksia ja Saksan suuriin polttolaitoksiin ryhdyttiin toteuttamaan sähköntuotantoa.

¹ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme AGFW e.V., 2001. Kraft – Wärme – Kopplung mit Müll

² Hampshire City Council, 2006. Integra-project, Englanti; www.integra.org.uk (27.3.2006)

³ Rylander Håkan, Haukohl Jörgen, 2002. Status of WTE in Europe, Waste Management World, May 2002

1980-luvulle tultaessa alettiin saada hälyttäviä tutkimustuloksia jätteenpolton savukaasujen raskasmetalli- ja dioksiinipitoisuuksista. Asiaan reagoitiin voimakkaasti ja useimmissa Euroopan maissa asetettiin jätteenpoltolle uudet, aikaisempaa huomattavasti tiukemmat päästöraajat. Monia laitoksia suljettiin ja uusien rakentamiseen tuli monissa maissa pitkä tauko. Myös Suomessa suljettiin vanhoja polttolaitoksia ja uusien rakentaminen pysähtyi kokonaan.

1980-luvun puolivälistä alkaen jätteenpolton ja savukaasujen puhdistuksen tekniikka kehittyi erittäin nopeasti ja polttolaitosten päästöt vähenivät voimakkaasti. Monien haitta-aineiden päästöt ovat tuon ajan jälkeen loppuneet käytännössä kokonaan tai pienentyneet poltto- ja puhdistusprosessien kehittymisen myötä minimaaliseen osaan aikaisemmasta.

Maakohtaiset vaatimukset ja päästöarajat yhdenmukaistettiin koko EU-alueella vuoden 2000 lopulla valmiiksi saadulla jätteenpolttodirektiivillä, jonka kansallinen käyttöönotto vaihe päättyi viime vuoden lopussa. Direktiivi kiristi EU-maiden jätteenpolttomääräykset jälleen kerran uudelle, maailmanluokassa hyvin tiukalle tasolle.

Tällä hetkellä jätteenpolton kehitystä ohjaavat kaatopaikkojen ympäristöhaittojen vähentämiseksi laaditut direktiivit, materiaalien kierrätys- ja talteenotto tavoitteet sekä myös vahva pyrkimys jätteiden energiasisällön mahdollisimman korkeatasoiseen hyödyntämiseen. Tämän lisäksi aikaisempi tartuntavaaroja vähentävä hygienia-tavoite ja tavoitteet vähentää kaatopaikkojen tilantarvetta ja ympäristöhaittoja ovat edelleen keskeisiä jätteenpolttoa ohjaavia tekijöitä.

1.2

Jätteenpolton tämän hetken käytäntö

1.2.1

Jätteenpolto läntisessä Euroopassa

Jätteiden polton merkitys jätehuollossa on hyvin erilainen eri maissa. Läntisen Euroopan maista jätteenpoltolla on suhteellisesti suurin merkitys Tanskassa ja Sveitsissä, joissa lähes kaikki polttokelpoinen jäte poltetaan. Muita suuren poltto-osuuden maita ovat esimerkiksi Ruotsi ja Alankomaat. Jätteenpolton osuus on erityisen pieni Espanjassa, Suomessa, Puolassa ja Unkarissa. Italiassa polttomäärä on maan kokoon nähden melko alhainen mutta poltto on lisääntymässä voimakkaasti.

Jättemäärien ja polton tilastoinnissa on edelleen jonkin verran maakohtaisia eroja, minkä vuoksi eri lähteistä saadut lukuarvot eivät ole täysin vertailukelpoisia.

Läntisen Euroopan alueella oli vuonna 2003 toiminnassa 409 jätteenpolttolaitosta² ja niissä poltettiin yhteensä noin 50 milj. tonnia jätteitä. Laitokset ja niiden polttamat jättemäärät on esitetty maittain oheisessa taulukossa 1. Ongelmajätteiden polttolaitokset eivät sisälly taulukon lukuihin.

² Stenger Ella, 2005. The European position, Waste Management World 2.11.2005

Taulukko I. Jätteenpolttolaitokset läntisessä Euroopassa vuonna 2003.

Maa	Jätteenpolttolaitosten lukumäärä; kpl	Poltettu yhdyskuntajätteen määrä 2003		Keskimääräinen laitoskoko; t/a
		milj.t	t/asukas	
Ranska	123	11,3	0,19	90 000
Espanja	11	1,9	0,04	170 000
Portugali	3	1,0	0,09	330 000
Britannia	15	3,2	0,05	210 000
Belgia	17	1,6	0,15	90 000
Alankomaat	12	5,2	0,32	430 000
Luxemburg	1	0,1	0,20	-
Sveitsi	29	3,0	0,40	100 000
Italia	49	3,5	0,06	70 000
Itävalta	5	0,9	0,11	180 000
Saksa	58	13,1	0,16	230 000
Tsekki	3	0,4	0,04	130 000
Puola	1	0,04	< 0,01	-
Unkari	1	0,2	0,02	-
Tanska	31	3,3	0,61	110 000
Norja	21	0,8	0,17	40 000
Ruotsi	28	3,1	0,34	110 000
Suomi	1	0,2	0,04	-

Taulukossa esitetty Suomen jätteenpolttomäärä sisältää myös kotitalouksista kerätystä jätteestä valmistetun kierrätyspolttoaineen rinnakkaispolton⁵ (arviolta n. 150 000 t), mutta ei kaupan ja teollisuuden kierrätyspolttoaineita.

Jätteenpolton ennustetaan lisääntyvän Euroopassa voimakkaasti lähivuosina jätteiden kaatopaikkasijoituksen rajoitusten ja jätteiden sisältämän uusiutuvan energian hyödyntämismahdollisuuksien vuoksi. Kaatopaikkoja koskevista rajoituksista keskeisin on vuonna 1999 hyväksytty kaatopaikkadirektiivi. Sen mukaan vuoden 2005 heinäkuusta lähtien kaatopaikoille ei ole enää saanut sijoittaa jätettä, jonka biohajoavasta osasta ei ole erotettu tai jo alunperin kerätty erikseen hyötykäyttöön asteittain kasvavaa osuutta. Direktiivi määrää, että vuonna 2006 maakohtaisesti saa sijoittaa kaatopaikoille biojätettä enintään 75 %, vuonna 2009 enintään 50 % ja vuonna 2016 enintään 35 % vuoden 1994 biojättemäärästä. EU:n jätestrategian pitkän aikavälin tavoitteena on, että kaatopaikoille sijoitettaisiin ainoastaan inerttiä jätettä. Joissain maissa, esimerkiksi Tanskassa, Italiassa ja Ruotsissa, on päätetty edetä rajoituksissa jopa direktiivin määräyksiä nopeammin.

Suoran rajoituksen lisäksi jätteiden kaatopaikkasijoitusta vähentävät kaatopaikoille määrätyt uudet kustannuksia lisäävät tekniset vaatimukset ja kaatopaikkaverot.

⁵ Hietanen Lassi, 2006. Arvio, Lassila & Tikanoja Oyj.

Taulukoon 2 on koottu esimerkkejä eräissä Länsi-Euroopan maissa voimassa olevista kaatopaikkaveroista ja kaatopaikkadirektiiviä tiukemmista rajoituksista ⁶.

Taulukko 2. Esimerkkejä kaatopaikkaveroista ja jätteiden kaatopaikkasijoituksen lisärajoituksista.

Maa	Kaatopaikkaverot; eur/t	Sijoituksen lisärajoitukset	Muuta
Tanska	50	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	
Ranska	9		
Saksa	0	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	
Irlanti	15		
Italia	Inertti jäte 1 – 10 Sekajäte 25 – 50	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto 2007	
Alankomaat	Polttokelpoinen jäte 86	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	
Portugali	0		
Espanja	Joillain alueilla 3 -10		
Ruotsi	47	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	
Suomi	30		Voimalaitostuhat vapautettu verosta
Sveitsi	Polton tuhat 10 -13	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	Ongelmajätteillä vientivero
Britannia	20		
Belgia (Wallonia) ⁷	35		
Belgia (Flanders) ⁸	60	Polttokelpoisen jätteen kaatopaikkakielto	

Rajoitusten ja verojen lisäksi myös energian hyötykäyttömahdollisuus puoltaa voimakkaasti jätteiden polttoa kaatopaikkasijoituksen sijaan. Jätteillä tuotettavasta sähköstä maksetaan useissa maissa uusiutuvan sähkön takuuhintaa tai sille myönnetään uusiutuvan energian sertifikaatteja tai veroetuja, joiden arvo tukee tuotantoa merkittävästi. Tukien, sertifikaattien ja takuuhintojen vaikutus vaihtelee voimakkaasti eri maiden kesken. Suurimmillaan niiden vaikutuksen arvioidaan olevan Italiassa, jossa jätteillä tuotetun sähkön arvon arvioidaan olevan yli 90 – 130 eur/MWh. Pienimmillään arvo on ilmeisesti Saksassa, jossa tämäntyyppinen tuotanto ei saa lainkaan tukia. Saksassa jätteenpoltolla on kuitenkin usein käytännössä monopoliasema ja jätteen porttimaksut ovat korkeita.

⁶ CEWEP, 2006 (päälähte). Confederation of European Waste to Energy Plants, www.cewep.com (24.3.2006)

⁷ SenterNovem, 2006. Eubionet Workshop, Utrecht, Hollanti 2006

⁸ European Compost Network ECN/Orbit e.V., 2006. www.compostnetwork.info/countries/belgium.html (29.3.2006)

Jätteenpoltto Suomessa

Suomessa poltettiin vuonna 2005 arviolta noin 600 000 tonnia jätteitä ja jätteistä valmistettuja kierrätyspolttoaineita⁹. Luku ei sisällä metsäteollisuuden puuperäisten sivutuotteiden kuten kuoren, mustalipeän ja kuitulietteiden polttoa eikä hakkuutoiminnan ja maatalouden kasviperäisten jätteiden polttoa. Tästä määrästä noin 50 000 t oli käsittelemätöntä yhdyskuntajätettä, noin 400 000 t jätteistä valmistettuja kierrätyspolttoaineita ja noin 150 000 t oli ongelmajätteitä.

Suomessa oli vuonna 2004 kierrätyspolttoaineita muun polttoaineen rinnalla hyödyntäviä energiantuotantolaitoksia 21 kpl¹⁰ ja toiminnassa oli yksi yhdyskuntajätteen polttolaitos Turussa. Ongelmajätteiden käsittelyyn erikoistuneella Ekokem Oy:llä oli vuonna 2004 toiminnassa Riihimäellä kolme polttolinjaa. Näiden lisäksi eräissä teollisuuden prosessiuuneissa poltettiin yksittäisiä tuotantojätejakeita, keräysöljyjä, ratapölkkyjä ja kumirouhetta.

Turun jätteenpolttolaitos on kaksilinjainen arinapolttolaitos. Ekokemillä on käytössä kolme rumpu-uunilinjaa, joista kaksi on korkealämpötilaista ja yksi keskilämpötilainen.

Jätteiden energiakäyttö on painottunut Suomessa jätteiden polttamiseen rinnakkaispolttona tavanomaisten polttoaineiden kanssa. Tässä yhteydessä voitaneen myös kuorta, purua ja muita puuperäisiä sivutuotteita pitää tavanomaisina polttoaineina, vaikka ne nykyisen juridisen tulkinnan mukaan ovatkin jätteitä. Useimmilla paikakunnilla tarjolla ollut edullinen mahdollisuus jätteiden kaatopaikkasijoitukseen ja tunnetut esimerkit 1960-luvun polttolaitosten päästöistä lopettivat yhdyskuntajätteiden polton Suomessa 1980-luvulle tultaessa lähes kokonaan. Samaan aikaan voimakkaasti laajentunut kaukolämmön tuotanto toteutettiin yhdistettynä sähkön- ja lämmöntuotantona kaikissa riittävän suurissa kohteissa ja jätteitä hyödyntäviä lämpölaitoksia ei rakennettu. Yhdistetyllä tuotannolla päästiin erittäin hyvään kokonaisyhyötysuhteeseen ja taloudellisesti kilpailukykyiseen toimintamalliin. Yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon on pyritty löytämään kulloiseenkin ajankohtaan ja sijaintipaikkaan edullisimman vaihtoehdon tarjoavia polttoaineita alkaen öljystä, josta pian siirryttiin kivihiileen ja edelleen turpeeseen, maakaasuun ja biopolttoaineisiin.

Puun kuori ja sahausjätteet olivat helposti käyttöönotettavia biopolttoaineita ja niiden rinnalla on ollut luonnollista polttaa myös käytettyjä puuperäisiä pakkausmateriaaleja ja muuta vastaavaa jätettä. Polttotekniikan ja lupien salliessa myös muita puhtaita, polttoon sopivia jätteitä ryhdyttiin murskaamaan ja polttamaan pääpolttoaineiden rinnalla. Tästä ei ollutkaan enää pitkä matka suunnitelmalliseen, hyvälaatuista jätteitä raaka-aineina käyttävään kierrätyspolttoaineiden valmistukseen. Kun eri käyttökohteisiin sopivat kierrätyspolttoaineet oli tarpeen määrittellä laadittiin 2000-luvun alussa kierrätyspolttoaineille standardi, jonka pohjalta alalla on toimittu viime vuodet. Standardi määrittelee kierrätyspolttoaineiden perusominaisuudet ja antaa lähtökohdat niiden laadunvalvonnalle ja kaupalle.

⁹ Saarinen Elina 2006 (päälähde). Kierrätyspolttoaineen hinta romahti, Uusiouutiset 22.3.2006. Muut lähteet: Lassi Hietanen, Lassila & Tikanoja Oyj; Tilastokeskuksen aineisto

¹⁰ Runstén Suvi, Valtsu-seminaari 23.9.2005

Kierrätyspolttoaineiden rinnakkaispoltto on ollut tehokas tapa hyödyntää hyvälaatuisten jätteiden energiasisältöä sähköntuotannossa. Rinnakkaispolton päästöt ovat olleet hyvin hallinnassa, koska polttoon on otettu ainoastaan hyvin palavia, melko haitattomia jätteitä. Toimintamallia on edistänyt se, että jätteiden lajittelu hyötykäyttöä varten on maassamme laajasti käytössä. Myös jätteiden materiaalihyötykäyttöä on voitu edistää pitkälle viedyn lajittelun avulla. Lajitelluille jättejakeille on paperia ja metalleja lukuunottamatta kuitenkin ollut vaikea löytää mittavaa materiaalihyötykäyttöä.

Suomalaisessa toimintamallisissa heikkolaatuiset jätteet, ja hyödyntämiskohteiden puutteen vuoksi myös osa parempilaatuisesta jätteestä, on sijoitettu kaatopaikoille. Osa biojätteistä on useimmilla paikkakunnilla viime vuosina kuitenkin kompostoitu. Maamme ainoa sekajätettä polttava jätteenpolttolaitos toimii Turussa.

Jätteenpoltto on tätä raporttia kirjoitettaessa Suomessa voimakkaassa muutostilassa. Useat pienet energiantuotantolaitokset lopettivat jätteiden rinnakkaispolton vuoden 2005 lopussa uuden jätteenpolttoasetuksen määrätessä rinnakkaispoltoille aikaisempaa tiukemmat vaatimukset. Suurimmat kierrätyspolttoaineiden käyttäjät ovat kuitenkin muuttaneet prosessinsa ja toimintansa uuden asetuksen mukaiseksi ja hakeneet sen mukaisia ympäristölupia. Kaikkia lupahakemuksia ei ole vielä käsitelty loppuun ja monista myönnettyistä luvista on tehty valituksia. Useissa ennen uusien määräysten voimaantuloa toiminnassa olleiden laitosten lupa-asioissa on päädytty ratkaisuun, että laitokset voivat toimia lupahakemusten ja valitusten käsittelyn aikana joko suoraan jätteenpolttoasetuksen tai valitusten alaisten lupaehtojen mukaisesti. Vuoden 2006 keväällä kierrätyspolttoaineita poltettiin Suomessa muun polttoaineen rinnalla noin kymmenessä energiantuotantolaitoksessa yhteensä noin 250 000 t vuosikäyttöä vastaavalla kapasiteetilla. Ongelmajätteiden ja käsittelemättömän yhdyskuntajätteen poltto mukaan lukien jätteiden polttomäärä vastasi noin 450 000 t vuosikapasiteettia. Vähennystä vuoteen 2005 verrattuna on siis vuositasolla noin 250 000 t. Polttokäytännössä tapahtuu kuitenkin koko ajan muutosta ja tätä kirjoitettaessa polttomäärät näyttävät olevan lisääntymässä. Polton lisääntymiseen on vaikuttanut viime aikoina erityisesti sähkön ja CO₂-päästöoikeuksien hintojen nousu. Sähkön ja CO₂-päästöoikeuksien hintojen kehittyminen vaikuttanee jätteiden energiakäyttöön voimakkaasti myös pitkällä aikavälillä.

Yhdyskuntajätteiden polttaminen ja hyödyntäminen energiana on Suomessa useimpiin EU-maihin verrattuna poikkeuksellisen vähäistä. Jätehuollon kannalta poltolle olisi selkeä tarve, koska jätteiden nykyisenkaltaisen kaatopaikkasijoituksen haittoja olisi vähennettävä. Energiataseen kannalta olisi myös järkevää hyödyntää nyt kaatopaikoille kuljetettavan materiaalin energiasisältö.

Suomessa on tällä hetkellä valmisteilla eri vaiheissa yli 20 uutta laitoshanketta, joissa hyödynnettäisiin jätteiden energiasisältöä. Hankkeet ovat kuitenkin kohdanneet voimakasta järjestäytynyttä vastustusta, joka viivyttää tai on pysäyttänyt niiden toteuttamisen. Osa laitoshankkeista on toisilleen vaihtoehtoisia ja kaikkien hankkeiden toteutuminen ei ole pitkälläkään aikavälillä todennäköistä.

Esimerkkejä erityyppisistä toimintamalleista

Ruotsi

Jätteiden energiahyödyntäminen on painottunut Ruotsissa lämmitysenergian tuottamiseen niin, että noin 15 % kaukolämmöstä tuotetaan jätteillä ¹¹. Kun noin puolet Ruotsin rakennuskannasta on kytketty kaukolämpöön tämä merkitsee, että kaikkiaan noin 7 – 8 % rakennusten lämmitystarpeesta hoidetaan Ruotsissa kaukolämmön kautta jaettavalla jätteistä tuotetulla energialla.

Vesivoima, ydinvoima ja teollisuuden vastapainevoima kattavat yhteensä noin 95 % Ruotsin sähköntuotannosta ja vain hyvin pieni osa sähköstä tuotetaan yhteistuotantona kaukolämmön kanssa. Tämä on mahdollistanut Ruotsissa lämpölaitoksilla tapahtuvan varsin laajan jätteiden energiakäytön koska se ei tässä toimintatavassa kilpaile perinteisiä polttoaineita käyttävän korkeampihyötysuhteisen sähköntuotannon kanssa kaukolämpöasiakkaista. Suomessa kokonaissähkömäärästä tuotetaan kaukolämmön yhteydessä noin 21 % (2002).

Jätteiden hyödyntäminen myös sähköntuotannossa on lisääntynyt Ruotsissa viime vuosina selvästi, mutta se on edelleen melko vähäistä. Vuonna 2003 jätteistä peräisin olevan energian osuus Ruotsin sähköntuotannosta oli 0,3 %. Jätteiden energiakäyttöä on tarkoitus ohjata Ruotsissa jatkossa nykyistä enemmän sähköntuotantoon verojen ja tukien avulla.

Ruotsin jätteenpolttolaitokset ovat kansainväliseen tasoon verrattuna yleensä pieniä. Laitosten tekninen konsepti jakaantuu melko tasan arinapolttolaitosten ja leijupetikattiloiden kesken. Ruotsissa on käytössä useita erilaisia alueellisia jätteiden keräysmenettelyjä. Syntypaikkalajittelu on niistä yleisin.

Ruotsissa kotitalousjätteistä poltetaan noin 46 %. Tämä on noin 60 % ruotsalaisten jätteenpolttolaitosten polttamasta jätemäärästä. Loppuosa on kaupan ja teollisuuden ja eri laitosten jätteitä ja pieneltä osin ongelmajätteitä. Ruotsalaisen kotitalousjätteen energiasisällöstä noin 60 % on uusiutuvaa, biomassasta peräisin olevaa energiaa. Tilastoissa jätteen biomassaosuus esitetään Ruotsissa kuitenkin usein painosta laskettuna 85 % osuutena.

Sähköntuotannossa käytettävien jätteiden biomassaosuus hyväksytään Ruotsissa uusiutuvaksi energialähteeksi. Tämä ohjannee jätteiden energiakäyttöä jatkossa nykyistä enemmän sähköntuotantoon painottuvaksi. Ruotsissa on käytössä uusiutuvan energian sertifikaattijärjestelmä, joka velvoittaa sähkön kuluttajat osoittamaan että heidän käyttämästään sähköenergiasta on tuotettu vuosittain kasvava osuus uusiutuvilla polttoaineilla. Osuus oli 7,4 % järjestelmän käyttöönottovuonna 2003 ja se kasvaa niin, että sen arvioidaan olevan noin 17 % vuonna 2010. Sähkön toimittajat huolehtivat uusiutuvan energian kirjanpidosta asiakkaidensa puolesta. Energiain-tensiivinen teollisuus on vapautettu uusiutuvan energian käyttövelvollisuudesta.

¹¹ Svenska Renhållningsverksföreningen 2005. Avfall blir värme och el, en rapport om avfallsförbränning,

Sertifikaattien hintavaikutusta pyritään säätämään vuosittain muuttuvalla minimihinnalla ja sakkohinnalla. Minimihinta on hinta, jonka Ruotsin valtio lupaa maksaa kyseisenä vuonna sertifikaateista. Sertifikaattien hankkimatta jättämisestä seuraava sakkomaksu määrittää käytännössä niiden maksimihinnan. Järjestelmän tukivaikutus uusiutuvalla energialle on ollut suuruusluokkaa 10 eur/MWh.

Jätteiden polttaminen on lisääntynyt Ruotsissa voimakkaasti viimeisten 20 vuoden aikana. Vuonna 1985 jätteitä poltettiin noin 1 400 000 tonnia. Vuonna 1999 määrä oli noin 1,9 milj. tonnia ja vuonna 2003 noin 3,1 milj. tonnia. Vuonna 2003 Ruotsissa oli 28 toimivaa jätteenpolttolaitosta, jotka tuottivat yhteensä 8,6 TWh kaukolämpöä ja 0,7 TWh sähköä. Taulukossa 3 on esitetty jätteenpolton ja poltolla tuotetun energian määrät Ruotsissa vuosina 2000 – 2003.

Taulukko 3. Jätteenpolton ja jätteillä tuotetun energian määrät ¹² Ruotsissa 2000 – 2003.

Vuosi	Poltettu jättemäärä; milj.t/vuosi	Tuotettu sähkömäärä; GWh	MWh sähköä /t jätettä	Tuotettu lämpöenergia; GWh	MWh lämpöä /t jätettä
2000	2,3	250	0,11	6 920	3,0
2001	2,5	320	0,13	7 450	3,0
2002	2,8	620	0,22	8 020	2,9
2003	3,1	700	0,23	8 600	2,8
2004	3,2	740	0,23	8 600	2,7

Renhållningsverksföreningen arvioi jätteenpolton lisääntyvän Ruotsissa lähivuosina voimakkaasti niin, että vuonna 2008 Ruotsissa olisi yhteensä 40 jätteitä energiana hyödyntävää laitosta ja niissä poltettaisiin yhteensä noin 4,9 milj. tonnia jätettä. Ainakin osa lisäyksestä on toteutumassa rakenteilla olevien laitoshankkeiden myötä. Arvion toteutumiseen vaikuttavat voimakkaasti jätteiden kaatopaikkasijoituksen rajoittaminen, ympäristölainsäädäntö ja verotus.

Ruotsin ensimmäinen jätteenpolttolaitos käynnistyi Tukholmassa jo heti 1900-luvun alussa. Jätteenpolttolaitosten yleisempi rakentaminen alkoi kuitenkin vasta 1960-luvulla kun jätteiden määrä lisääntyi ja kaatopaikkojen ja avopolton haitat alettiin tunnustaa. Vielä 1960-luvulle saakka oli yleinen käytäntö ajoittain sytyttää kaatopaikoille kootut jätteet ja polttaa ne avopoltoilla tilantarpeen vähentämiseksi. Myös pienpolto oli yleistä. Kaukolämmityksen yleistymisen ja öljyn hinnan nousu 1970-luvulla herätti Ruotsissa voimakkaan kiinnostuksen jätteiden käyttämiseen lämpölaitosten polttoaineena. Kaukolämpöverkkoihin kytkettyjä jätteenpolttolaitoksia toteutettiin monille paikkakunnille ja vuonna 1985 niitä oli käytössä yhteensä 27 kpl. Jätteen poltto ajautui Ruotsissa kriisiin 1980-luvun alussa kun polton raskasmetalli- ja dioksiinipäästöistä saatiin uusia hälyttäviä tietoja. Tämän seurauksena uusien polttolaitosten rakentaminen kiellettiin Ruotsissa vuonna 1985. Päästöjen vähentämismahdollisuuksista tehtiin perusteelliset selvitykset ja niiden pohjalta jätteenpoltoille asetettiin siihen mennessä tiukimmat tunnetut vaatimukset ja rakentamiskielto poistettiin vuonna 1986. Määräykset olivat monin osin samaa tasoa kuin jätteenpolttodirektiivissä 20 vuotta myöhemmin. Vuonna 1985 käytössä olleista lai-

¹² Svenska Renhållningsverksföreningen 2004. CEWEP Congress, Amsterdam 2004

toksista 20 muutettiin uusien määräysten mukaisiksi ja 7 lopetti toimintansa. Tämän jälkeen Ruotsissa on rakennettu kahdeksan uutta polttolaitosta ja useita laitoslinjoja on uusittu suuremmiksi.

Rakennuskiellon jälkeen laitosten päästöjen valvonta on ollut tarkkaa ja päästöt ovat vähentyneet merkittävästi lisääntyneistä polttomääristä huolimatta. Esimerkiksi jätteenpolton elohopea- ja dioksiinipäästöt vähenivät vuosina 1985 – 2005 noin 99 %. Polttolaitosten jätteistä saama porttimaksu oli vuonna 2003 keskimäärin 30 – 60 eur/t¹³.

Ruotsissa tuli 1.7.2006 voimaan veromääräys¹⁴, joka ulottaa energiaveron ja hiilidioksidiveron koskemaan myös poltettavan kotitalousjätteen fossiilista alkuperää olevaa osuutta. Veron perusteeksi on määritelty kotitalousjätteen sisältämän fossiilisen hiilen määrä, jonka arvioidaan olevan 12,6 % jätteen painosta. Tästä fossiilisesta osuudesta on maksettava energiaveroa 150 kr/t ja hiilidioksidiveroa 3 374 kr/t. Verosta annetaan kuitenkin sähköä tuottaville polttolaitoksille merkittävä alennus, joka kasvaa polttolaitoksen sähköntuotannon hyötysuhteen mukaan. Suurimmillaan alennus on 79 % veron määrästä. Veron maksaa jätteenpolttaja ja sen tarkoitus on ohjata jätteiden energiakäyttöä nykyistä voimakkaammin sähköntuotantoon ja pyrkiä vähentämään jätteiden kokonaismäärää.

1.3.2

Italia

Uusiutuvan energian käytön edistämishjelmat ovat vaikuttaneet Italiassa selvästi myös jätteiden hyödyntämiseen energiana. Italiassa jätteet hyväksytään täysimääräisesti uusiutuvaksi energialähteeksi ja tämä on lisännyt voimakkaasti viime vuosina jätteitä hyödyntävää sähköntuotantoa. Vuonna 2003 Italian kotitalousjätteistä poltettiin arviolta noin 15 % ja toiminnassa oli 49 jätteenpolttolaitosta.

Italiassa on ollut käytössä vuodesta 1992 alkaen nimellä Cip6 tunnettu syöttötariffijärjestelmä. Se takaa hyvän hinnan sähkölle, joka syötetään verkkoon uusista, uusiutuvia energiamuotoja hyödyntävistä voimalaitoksista laitosten kahdeksana ensimmäisenä käyttövuonna. Laitosten sähköstä maksetaan korotettua takuuhintaa myös näiden kahdeksan ensimmäisen vuoden jälkeen.

Syöttötariffijärjestelmän rinnalle otettiin käyttöön vuonna 1999 uusiutuvan energian sertifikaattijärjestelmä (laki no. 79/99). Sen mukaan 2 % sähköntuottajien ja maahantuojien myymästä sähköstä on oltava peräisin vuoden 1999 jälkeen käytöön otetusta uusiutuvaa energiaa hyödyntävästä tuotannosta. Tällaiseksi laitokseksi lasketaan laitokset, jotka tuottavat sähköä biomassalla, tuuli-, aalto- tai aurinkoenergialla, vesivoimalla, geotermisellä lämmöllä tai jätteistä peräisin olevalla energialla. Tällaisille uusille laitoksille myönnetään uusiutuvan energian sertifikaatteja kahdeksana ensimmäisenä käyttövuonna, edellyttäen että ne eivät ole liittyneet syöttötariffijärjestelmään. Uudeksi tuotannoksi hyväksytään myös biomassan käyttö polttoaineena laitoksissa, joissa aikaisemmin on tuotettu sähköä fossiililla polttoaineilla.

Syöttötariffijärjestelmän ja sertifikaattijärjestelmän tukivaikutuksen vuoksi jätteillä tuotetun sähkön tuottaja-arvon arvioidaan olevan 90 – 130 eur/MWh. Arvo on erittäin

¹³ CEWEP 2004. Country report Sweden, Amsterdam 2004

¹⁴ Regeringskansliet 2006. Beskatting av viss hushållsavfall som förbrans, proposition 2005/06:125, www.sweden.gov.se (21.4.2006)

korkea kun huomioidaan, että tämän lisäksi laitoshankkeille myönnetään usein myös merkittävää investointitukea ¹⁵.

Jätteiden energiakäyttöä edistetään Italiassa myös jäteveroilla ja jätteiden kaatopaikkasijoituksen rajoituksilla. Polttolaitosten jätteistä saama porttimaksu oli vuonna 2003 keskimäärin 70 – 90 eur/t ¹⁶

Taulukossa 4 on esitetty Italian jätteenpolton ja jätteiden energialla tuotetun sähkön ja lämmön määrät vuosina 2000 – 2002. Vuonna 2003 jätteitä poltettiin 3,5 milj. tonnia ja arvio vuoden 2005 polttomäärästä on 4,7 milj. tonnia. Jätteiden energiahyödyntäminen on Italiassa suuntautunut selvästi sähköntuotantoon ¹⁷.

Taulukko 4. Jätteenpolton ja jätteillä tuotetun energian määrät Italiassa.

Vuosi	Poltettu jätemäärä; milj.t/vuosi	Tuotettu sähkömäärä; GWh	MWh sähköä /t jätettä	Tuotettu lämpömäärä; GWh	MWh lämpöä /t jätettä
2000	2,6	800	0,31	850	0,33
2001	2,9	1 210	0,42	1 140	0,39
2002	3,0	1 430	0,48	1 170	0,39

Jätteiden energiakäytön painottuminen sähköntuotantoon on Italiassa luonnollinen asia, koska lämmitysenergian tarve on lämpimän ilmaston maassa vähäistä. Se sopii myös hyvin Italian sähköntuotannon rakenteeseen, jossa se korvanee käytännössä öljyn tai maakaasun käyttöä. Sähköntuotannon primäärienergian lähteet Italiassa ovat maakaasu, öljy ja vesivoima sekä jonkin verran kivihiili ja lisääntyvässä määrin biomassassa. Jätteiden osuus sähköntuotannon energiasta on edelleen alle 0,5 %.

Tukijärjestelmien ansiosta uusiutuvien energiamuotojen käyttö on lisääntynyt ja lisääntyy Italiassa edelleen voimakkaasti. Teknisenä toteutusratkaisuna monissa tapauksissa ollut kierrätyspolttoaineita käyttävä leijupetikattila mutta myös sähköntuotantoon suuntautuneita keskikokoisia arinapolttolaitoksia on toteutettu viime vuosina. Italiassa jätteenpolttolaitokset on määritelty muista EU-maista poiketen päästökaupan piiriin.

1.3.3

Saksa

Saksassa jätteenpolton tavoite on ollut perinteisesti jätteiden hygieeninen hävittäminen. Ensimmäiset jätteenpolttolaitokset rakennettiin 1800-luvun lopulla Saksan suuriin kaupunkeihin tavoitteena saada huonon jätehuollon myötä leviävät taudit kuriin ¹⁸. Hygienian ylläpitäminen säilyi pitkään laitosten päätehtävänä. Vuosikymmenten myötä sen rinnalle nousi jätteiden loppusijoituksen vaatiman tilan minimointi ja myöhemmin kaatopaikkojen aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentäminen. Viimeisten 20 – 30 vuoden aikana näiden alkuperäisten tehtävien rinnalle on tullut jätteiden energian hyödyntäminen ja myös jätteen sisältämien metallien talteenotto.

¹⁵ ECN 2006. Fact sheet Italy, Renewable Energy Policy.info, www.renewable-energy-policy.info (18.10.2005)

¹⁶ Federazione Italiana servizi pubblici di igiene ambientale, 2004

¹⁷ Federambiente, 2004. Report on waste management in Italy, CEWEP Congress Amsterdam 2004

¹⁸ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme AGFG – e.V., 2001. Kraft-Wärme-Kopplung mit Müll

Lämmön- ja sähköntuotantoon on kiinnitetty myös Saksassa viime vuosina paljon huomiota ja monet laitokset tuottavat nykyään sähköä kohtuullisella hyötysuhteella.

Saksassa oli vuonna 2003 toiminnassa olevia yhdyskuntajätteen polttolaitoksia 58 kpl ja niiden yhteinen polttomäärä oli 13,1 milj. tonnia. Vuonna 2005 määrä oli kaatopaikkarajoituksista johtuen noin 17 milj. tonnia¹⁹. Tämän lisäksi Saksassa poltettiin vuonna 2005 noin 3,5 – 4 milj. tonnia kaupallisissa käsittelylaitoksissa valmistettuja kierrätyspolttoaineita. Nämä polttomäärät eivät sisällä yhdyskuntalietteiden polttoa eivätkä teollisuuskattiloissa ja prosessiuuneissa poltettuja teollisuuden omia jättejä eikä ongelmajätteiden polttoa.

Jätteenpolton määrät ovat Saksassa voimakkaassa nousussa viime vuonna voimaantulleiden EU:n kaatopaikkarajoitusten vuoksi ja rakenteilla ja suunnitteilla on useita uusia polttolaitoksia. Toiminnassa olevia polttolaitoksia oli Saksassa vuoden 2006 alussa 66 kpl. Lukuun sisältyy muutama lietteenpolttolaitos, mutta ei teollisuuden kattiloita ja prosessiuuneja, joissa poltetaan merkittävä määrä tuotantojätteitä ja yksittäisiä jättejä. Laitokset on esitelty yksityiskohtaisesti Saksan jätteenpolttolaitosyhdistyksen sivuilla²⁰. Mainittujen laitosten lisäksi Saksassa toimii 12 alueellista ongelmajätteiden polttolaitosta²¹ ja 18 teollisuuden omaa ongelmajätteiden polttolaitosta. Näiden laitosten yhteenlaskettu ongelmajätteiden polttokapasiteetti on noin 1 milj.t/v.

Saksaa voitaneen pitää Euroopan johtavana jätteenpolttomaana niin laitosten lukumäärän, kapasiteetin kuin perinteisen jätteenpolton korkean teknisen tason perusteella. Yhdyskuntajätteistä poltetaan Saksassa yli 60 %.

Jätteenpolton osuus Saksan sähköntuotannosta on noin 0,6 %²². Pääosa sähköenergiasta tuotetaan Saksassa kivihiilellä (50 %), ydinvoimalla (30 %) ja maakaasulla (15%). Jätteiden biomassaosuus lasketaan Saksassa uusiutuvaksi energialähteeksi, mutta sille ei makseta tukia.

Jätteenpolttolaitokset ovat Saksassa tyypillisesti suuria arinapolttolaitoksia. Tavanomainen kapasiteetti on luokkaa 150 000 – 300 000 t/v. Suurimpien laitosten polttokapasiteetti on 600 000 – 700 000 t/v.

Savukaasujen puhdistukseen ja päästöjen hallintaan on kiinnitetty viimeisten 20 vuoden aikana Saksassa erittäin paljon huomiota. Lupavaatimukset ovat olleet pitkään tiukkoja ja monilla laitoksilla on haluttu osoittaa, että laitosten päästöt ovat käytännössä merkittävästi luvissa määrättyjä arvoja pienemmät. Hyvän julkisuuskuvan vuoksi laitokset antavat toiminnastaan runsaasti tietoja ja ovat aktiivisia yhteiskuntasuhteiden hoitamisessa. Uusien laitosten toteuttamisessa on haettu moderneja, toisinaan jopa liioitellun tuntuisia arkkitehtonisia ratkaisuja. Uutena piirteenä on laitosten päästömittausten julkaiseminen tuoreina päiväkeskiarvoina²³ internetissä.

Jätteenpolttolaitosten veloittamat jätteen porttimaksut vaihtelevat laitoksittain välillä 80 – 200 eur/t.

¹⁹ Henning Friege, 2006. Awista Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung 31.3.2006

²⁰ ITAD - Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V., 2006. www.itad.de (14.3.2006)

²¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reatortsicherheit, 2003. , Daten + Fakten 2003, www.umweltbundesamt.de (14.4.2006)

²² Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen In Deutschlnad e.V. ITAD, 2004. Kongressjulkaisu 2004, www.cewep.com/storage/med/media/creports/11_germany.pdf (28.2.2006)

²³ BKB Hannover, 2006. www.bkbhannover.de (10.4.2006)

Esimerkkimaiden erojen vertailu

Ruotsin, Italian ja Saksan jätteenpolton keskeisiä asioita on verrattu oheisessa taulukossa 5

Taulukko 5. Ruotsin, Italian ja Saksan jätteenpolton vertailu.

Kuvaava ominaisuus	Ruotsi	Italia	Saksa
Poltettu jätemäärä	2003 3,1 milj. tonnia	2003 3,5 milj. tonnia	2005 (arvio) 17 milj. tonnia
Jätteiden energian hyödyntäminen	Painottunut lämmöntuotantoon	Painottunut sähköntuotantoon	Sähkö ja lämpö
Sähköntuotanto	Vesivoima, ydinvoima ja teollisuuden vastapainevoiman tuotanto yhteensä 95 % Jätteet 0,3 %. Erillinen kaukolämmön tuotanto yleistä.	Maakaasu, öljy ja vesivoima yhteensä 85 % Jätteet 0,5 %. Pieni lämmöntarve ja vain vähän yhteistuotantoa.	Kivihiili, ydinvoima ja maakaasu yhteensä 95 % Jätteet 0,6 %. Jonkin verran yhteistuotantoa.
Tukijärjestelmä	Jätteiden biomassaosuus lasketaan uusiutuvaksi energialähteeksi ja sille saa uusiutuvan energian tuet. Uusiutuvan energian sertifikaattijärjestelmä.	Jätteiden koko energiasältö lasketaan uusiutuvaksi energiaksi ja sille saa uusiutuvan energian tuet. Takuuhintajärjestelmä ja uusiutuvan energian sertifikaattijärjestelmän. Laitos voi kuulua näistä jompaankumpaan.	Jätteiden biomassaosuus lasketaan uusiutuvaksi energialähteeksi, mutta sille ei saa uusiutuvan energian tukia. Laitokset käytännössä usein monopoli-asemassa ja porttimaksut korkeita.
Polttolaitokset	28 kpl (2003) Tyypillisesti pieniä ja keskikokoisia	49 kpl (2003) Tyypillisesti pieniä ja keskikokoisia	66 kpl (2006) Tyypillisesti suuria laitoksia.
Laitostyytit	Leijupetikattiloita ja arinapolttolaitoksia.	Leijupetikattiloita ja arinapolttolaitoksia.	Pääosin arinapolttolaitoksia.
Porttimaksujen taso	30 – 60 eur/t (2003)	70 – 90 eur/t (2003)	80 – 200 eur/t (2005)

2 Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsitteet ja niiden lainsäädännöllinen tausta

2.1

IPPC-direktiivi

Vuonna 1996 hyväksyttiin EU:n direktiivi no 96/61 EC, **ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi**. Direktiiviä kutsutaan Suomessa useimmiten sen englanninkielisestä nimestä Integrated Pollution Prevention and Control, johdetulla lyhennellä IPPC-direktiiviksi. Direktiivin päätavoite on tuoda ympäristönsuojeluun liittyvään suunnitteluun ja harkintaan kokonaistarkastelun vaatimus. Toisin sanoen se edellyttää aikaisemman, helposti yksittäisiä asiaryhmiä, kuten vesien- tai ilmansuojelua, korostavan näkökulman sijaan tarkastelemaan ympäristönsuojeluun liittyviä asioita kokonaisuutena. Tavoitteena on myös yhtenäistää ympäristönsuojeluun liittyvien lupien perusteet EU:n alueella määrittämällä luvulle vähimmäisvaatimukset.

Ympäristövaikutusten kokonaistarkastelun keskeinen asia on direktiivin vaatimus parhaan käytettävissä olevan tekniikan käyttämisestä toiminnoissa, jotka saattavat aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Direktiivi määrittelee parhaan käytettävissä olevan tekniikan (Best Available Technique, BAT) tarkoittaen:

- **”parhaalla käytettävissä olevalla tekniikalla** tietyn toiminnan ja siinä käytettävien tapojen tehokkainta ja edistyneintä astetta, jolla voidaan osoittaa olevan sellaiset tekniset ja käytännölliset ominaisuudet, jotka soveltuvat periaatteessa käytännön pohjaksi raja-arvoille, joiden tarkoitus on estää, ja milloin se ei ole mahdollista, vähentää yleisesti päästöjä ja vaikutuksia koko ympäristöön;”
- **”keinoilla** sekä käytettyjä menetelmiä että laitoksen suunnittelua, rakennetta, ylläpitoa, käyttöä sekä tapaa, jolla sen toiminta pysäytetään;”
- **”käytettävissä olevilla** menetelmiä, jotka on kehitetty sellaisessa mittakaavassa, että niiden käyttö kyseisellä teollisuuden alalla taloudellisesti ja teknisesti kannattavalla tavalla, kustannukset ja hyöty huomioon ottaen, on mahdollista; näitä keinoja joko voidaan käyttää tai tuottaa kyseisen jäsenvaltion alueella, jos kyseinen toiminnanharjoittaja voi käyttää niitä kohtuullisin ehdoin;”
- **”parhaalla** menetelmää, jolla tehokkaimmin saavutetaan yleisesti korkea taso koko ympäristön suojelussa.”

Käytännössä parhaan käytettävissä olevan tekniikan taso pyritään määrittelemään direktiivin perusteella laadittavien vertailuasiakirjojen avulla. Vertailuasiakirjoista käytetään myös usein lyhennettä BREF, niiden englanninkielisen nimen Best available techniques reference document, mukaan. Vertailuasiakirjojen laatimisesta vastaa EU:n IPPC-toimisto Espanjan Sevillassa. Työtä on tehty ja tehdään käytännössä kansallisissa työryhmissä, joiden tulokset yhdistetään varsinaisiksi asiakirjoiksi. Suomessa valmistelutyötä johtaa Suomen ympäristökeskus.

BAT Suomen ympäristönsuojelulainsäädännössä

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate on sisällytetty Suomen ympäristönsuojelulakiin, jossa sillä tarkoitetaan:

- ”mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- sekä käyttötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä.”

Ympäristönsuojelulaki velvoittaa siihen, että laitosten lupamääräysten on perustuttava parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan. Toiminnanharjoittajaa ei kuitenkaan velvoiteta tietyn teknisen ratkaisun käyttöön, vaan valinnan vapaus jää hänelle ja laitoksen suunnittelijalle YSL:n 43 § 3 momentin mukaisesti:

- ”Lupamääräyksiä annettaessa on otettava huomioon toiminnan luonne, sen alueen ominaisuudet, jolla toiminnan vaikutus ilmenee, toiminnan vaikutus ympäristöön kokonaisuutena, pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoitettujen toimien merkitys ympäristön kokonaisuuden kannalta sekä tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet toteuttaa nämä toimet. Päästöraja-arvoa sekä päästöjen ehkäisemistä ja rajoittamista koskevien lupamääräysten tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan. Lupamääräyksissä ei kuitenkaan saa velvoittaa käyttämään vain tiettyä määrättyä tekniikkaa. Lisäksi on tarpeen mukaan otettava huomioon energian käytön tehokkuus sekä varautuminen onnettomuuksien ehkäisemiseen ja niiden seurausten rajoittamiseen.”

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan käsite on laaja ja se kattaa tekniikoiden ja menetelmien lisäksi myös niiden käyttötavat. Paras käyttökelpoinen tekniikka ei myöskään rajoitu vertailuasiakirjoissa esitettyihin tekniikoihin, vaan kuvatut tekniikat ovat osa siitä kokonaisinformaatiosta, jonka avulla paras käyttökelpoinen tekniikka määritellään.

Tämä tulee selkeästi esiin myös ympäristönsuojeluasetuksen 37 §:stä, jossa luetaan teknisten ratkaisujen arvioinnin perusteet:

- ”Ympäristönsuojelulain 3 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitettun parhaan käyttökelpoisen tekniikan sisältöä arvioitaessa on otettava huomioon:
 - jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen;
 - käytettävien aineiden vaarallisuus sekä mahdollisuudet käyttää entistä haitattomampia aineita;
 - tuotannossa käytettyjen aineiden ja siinä syntyvien jätteiden uudelleenkäytön ja hyödyntämisen mahdollisuus;
 - muodostuvien päästöjen laatu, määrä ja vaikutus;
 - käytettyjen raaka-aineiden laatu ja kulutus;
 - energian käytön tehokkuus;
 - toimintaan liittyvien riskien ja onnettomuusvaarojen ennaltaehkäisy sekä onnettomuuksien seurausten ehkäiseminen;

- parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöönottamiseen liittyvä aika ja toiminnan suunnitellun aloittamisajankohdan merkitys sekä päästöjen ehkäisemisen ja rajoittamisen kustannukset ja hyödyt;
- kaikki vaikutukset ympäristöön;
- teollisessa mittakaavassa käytössä olevat tuotantoa ja päästöjen hallintaa koskevat menetelmät;
- tekniikan ja luonnontieteellisen tiedon kehitys;
- Euroopan yhteisöjen komission tai kansainvälisten toimielinten julkaisemat tiedot parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta.”

Kriteereissä on mukana ympäristöön suoraan ja välillisesti vaikuttavat asiat, tekniikoiden kehittyminen ja riskit sekä energiankulutus ja kustannukset. Luettelo on kaikkiaan varsin kattava ja kaikkien sen kriteerien tasapainoinen ottaminen huomioon on usein vaativa tehtävä.

Kuten edellä olevasta käy ilmi, IPPC-direktiivin suomenkielisessä käännöksessä ja ympäristönsuojelulaissa ja -asetuksessa käytetään eri termejä. Ne kytkeytyvät kuitenkin yhteen samaksi käsitteeksi ympäristönsuojeluasetuksen viittauksella, jossa ”käyttökelpoinen” -termillä viitataan vertailuasiakirjojen ”käytettävissä oleva” -termiin. Tässä julkaisussa on pyritty noudattamaan IPPC-direktiivin ”käytettävissä oleva” -termiä.

2.2

Parhaita käytettävissä olevia tekniikoita kuvaavat BREF-vertailuasiakirjat

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjat eli BREF:t ovat eurooppalaisia asiakirjoja, jotka harmonisoivat sellaisten alojen käytäntöjä, joiden toimintaan liittyy ympäristön pilaantumisen vaara. Asiakirjat on laadittu IPPC-direktiivin perusteella ja valmistelua johdetaan EU:n IPPC-toimistosta Sevillasta. Valmistelutyö jatkuu edelleen.

Nimensä mukaisesti ne ovat vertailudokumentteja ja niitä käytetään tausta-asiakirjoina arvioitaessa mikä on niiden aihepiiriin kuuluvassa toiminnassa parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Ne eivät määritä mitä tekniikkaa on käytettävä. Ne eivät myöskään määritä laitosten luparajoja, vaan tarjoavat tietoa tarjolla olevista, nykyaikaisista prosesseista, laitteista ja menetelmistä sekä näillä saavutettavissa olevista ympäristöä kuormittavien tekijöiden tasoista.

Täysin valmiita, virallisesti hyväksytyjä vertailuasiakirjoja on tällä hetkellä 16 kpl²⁴. Sisällöllisesti valmiita, mutta komission virallista hyväksyntää odottavia BREF:jä on 9 kpl ja eri luonnosvaiheissa olevia asiakirjoja on 8 kpl. Jätteenpolton BREF on tällä hetkellä sisällöllisesti valmis, mutta odottaa vielä EU:n komission hyväksyntää. Asiakirjojen valmistelun vaihe on nähtävissä Euroopan IPPC-toimiston sivulla osoitteessa <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>. Asiakirjoja ja niiden julkaisutuja luonnoksia voi myös kopioida samoilta sivulta. Aineisto on julkista ja vapaasti

²⁴ European IPPC-Office, 2006. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm> (3.4.2006)

käytettävissä. Suomen ympäristökeskuksen sivuilta <http://www.ymparisto.fi/bat> löytyy suomenkielinen yhteenveto edistymisvaiheesta.

Asiakirjojen laatiminen on varsin aikaavievä prosessi, joka kestää tyypillisesti kokonaisuudessaan 4 – 5 vuotta. Jätteenpolton BREF:n laadinta aloitettiin vuonna 2001 ja komission odotetaan antavan sille virallisen hyväksynnän vuoden 2006 aikana. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjat noudattavat seuraavaa sisältöjako:

Alkusanat ja toimialan raja

Tiivistelmä

1. Yleinen informaatio

2. Sovelletut prosessit ja tekniikat

3. Nykyiset kulutus- ja päästötasot

4. BAT:n määrittelemisessä huomioon otettavat tekniikat ja menetelmät

5. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan kuvaukset

(niin kutsuttu BAT-luku)

6. Uudet kehitteillä olevat tekniikat

7. Johtopäätökset ja suositukset

Liitteet

Vertailuasiakirjojen kohdassa kaksi kuvataan asiakirjan laatimisaikaan EU-alueella käytössä olleet alan prosessit ja tekniikat. Tässä luvussa on siis mukana myös vanhentuneita tekniikoita ja uusia, ehkä vielä vasta yksittäistapauksissa käytettyjä tekniikoita, jotka kaikki eivät ole parhaan käytettävissä olevan tekniikan määritelmän mukaisia. Kohdassa kolme kuvataan asiakirjan laadinnan aikaiset päästötasot ja energian ja raaka- ja apuaineiden kulutustasot.

Kohdassa neljä kuvataan sellaiset käytössä olevat tekniikat, jotka on otettava huomioon kun arvioidaan onko jokin tekniikka tai toimintatapa parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista. Tietty tekniikka tai menettely voi olla BAT:a, mikäli sillä päästään yhtä hyvään tai parempaan tulokseen kuin vastaavilla kohdassa neljä kuvatuilla tekniikoilla tai menetelmillä.

Kohdassa viisi on esitetty tekniikat ja menetelmät, jotka ovat parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisia. Tässä kohdassa määritellään tekniikoiden ja menetelmien pääominaisuudet ja tarkempien määrittelyjen osalta viitataan kohdassa neljä esitettyihin vertailupohjana toimiviin menetelmiin. Kohdassa viisi esitetyt tekniikat ja menetelmät ovat esimerkkejä tekniikoista, jotka ovat BAT:n mukaisia. Luettelo ei ole muita menetelmiä ja tekniikoita poissulkeva, vaan se kuvaa tekniikoita ja menetelmiä, jotka ainakin ovat BAT:n mukaisia. Muutkin menetelmät voivat olla BAT:n mukaisia, mikäli niillä päästään ympäristönsuojelun ja toiminnan kannalta yhtä hyvään tai parempaan kokonaistulokseen kuin esitetyillä menetelmillä.

Kohdassa kuusi kuvataan sellaiset uudet tekniikat ja menetelmät, jotka oletettavasti kehittyvät BAT:n mukaisiksi, mutta eivät vielä vertailuasiakirjan laadinnan aikaan ole sitä olleet. Käytännössä nämä ovat ympäristöllisesti ja teknisesti hyviä, suorituskykyisiä menetelmiä, mutta niistä ei ole vielä vertailuasiakirjan laadinnan aikaan ollut riittävän laajaa kokemusta tai niitä ei ole vielä ollut saatavissa normaalein kaupallisin ehdoin. Ne ovat usein uusia menetelmiä, joille valmistaja ei ole vielä esimerkiksi ollut valmis antamaan kaupallista toimivuustakuuta.

Vertailuasiakirjojen rakenteen taustalla on ollut tarve esittää täsmällisesti asioita, mutta jättää silti samanaikaisesti toiminnanharjoittajalle avoin mahdollisuus toimia jollain muulla, yhtä hyvällä tavalla. Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjan rakenne täyttää hyvin nämä vaatimukset, mutta on valitettavasti monin kohdin varsin epähavainnollinen. Kun tähän yhdistyy se tosiasia, että tekstin tarkkuustaso vaihtelee eri kohdissa, joutuu lukija usein tarkastelemaan asioita eri näkökulmista ennen kuin löytää hakemansa tiedon.

2.3

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsitteen ja vertailuasiakirjojen käytön tavoitteet toimintojen suunnittelussa ja luvituksessa

Kuten edellä on kuvattu parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsite on laaja ja kattaa varsinaisten tekniikoiden lisäksi niiden oikean käytön ja huollon menettelyt. Käsitteeseen on sisällytetty myös laitosten suunnitteluun ja käyttöön liittyvä hyvän insinööriyön ja toiminnan johtamisen käytäntö. Hyvän suunnittelukäytännön käsite ei ole uusi, mutta uutta on kuitenkin sen ympäristönäkökulmaan perustuva toimialakohtainen kuvaaminen tällä tarkkuustasolla.

Vertailuasiakirjan on tarkoitus nimensä mukaisesti antaa vertailupohja, johon laitosten suunnittelijat, käyttäjät ja omistajat sekä laitteiden valmistajat voivat verrata omia teknisiä ratkaisujaan ja toimintamallejaan. Vertailuasiakirja antaa viranomaisille laajaan aineistoon perustuvan taustatiedon siitä miten EU-alueella yleensä toimitaan ja mitä hyvin toimivalta laitokselta voidaan odottaa. Vertailuasiakirja toimii tietolähteenä luonnollisesti myös muille asiasta kiinnostuneille.

Vertailuasiakirjoja käytettäessä on muistettava, että niissä esitettyjä asioita on aina arvioitava paikallisista lähtökohdista. Se mikä on jossain kohteessa parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ei välttämättä ole sitä jossain toisessa kohteessa. Asiaan vaikuttavat ympäristöseikat, energian käyttö ja toiminnan liittyminen muihin toimintoihin ja paikalliseen yhteiskuntaan.

Toiminnanharjoittajien ja suunnittelijoiden kannalta vertailuasiakirjat ovat tavallaan käsikirjoja, joista voi tarkistaa miten toimialan laitokset on tyypillisesti toteutettu ja miten niiden käytössä toimitaan ympäristön kannalta tärkeissä asioissa. Vertailuasiakirjat sisältävät runsaasti melko yksityiskohtaisia kuvauksia asiakirjan laatimisaikajankohdan parhaista käytettävissä olevista tekniikoista. On kuitenkin huomattava, että asiakirjoissa ei ole kuvattu kaikkia tekniikoita ja kuvausten tarkkuustaso vaihtelee varsin paljon. Vertailuasiakirja ei rajaa käytettäviä tekniikoita, vaan suunnittelijalla on aina vapaus valita tai suunnitella itse ratkaisut, joilla hän pääsee ympäristön kannalta samaan tai parempaan lopputulokseen kuin mitä vertailuasiakirjassa on esitetty.

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja on myös viranomaisen kannalta teknisten ratkaisujen käsikirja, jossa on esitetty toimialan eurooppalaiset käytännöt. Asiakirjasta on huomattava, että sen yleistä käytäntöä kuvaavassa alkuosassa on esitetty laajasti kaikkia olemassa oleviin laitoksiin liittyviä teknisiä ratkaisuja. Siis myös jonkin verran jo vanhentuneita tekniikoita ja ratkaisuja, joita ei pidetä BAT:n mukaisina. Asiakirjassa on erikseen määritelty, mitä siinä

esityistä asioista pidetään parhaina käytettävissä olevina tekniikkoina ja mitkä ratkaisut ovat sellaisia, että niiden olisi oltava mukana tarkastelussa, jossa harkitaan onko jokin tietty menetelmä tai toimintamalli parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista.

Asiakirjassa on kuvattu myös parhaan käytettävissä olevan tekniikan avulla normaalioloissa saavutettavissa olevia päästö- ja ominaiskulutustasoja. Näitä arvoja voidaan käyttää apuna arvioitaessa tarjolla olevia, asiakirjassa mainitsemattomia menetelmiä. On kuitenkin erityisesti huomattava, että luvut eivät ole ominaiskulutusten tai päästöjen raja-arvoja. Raja-arvot on aina määriteltävä lupaharkinnassa tapauskohtaisesti jätteenpolttoasetuksen ja paikallisten seikkojen perusteella.

3 Jätteenpolton BREF-vertailuasiakirja

3.1

Valmistelu

Jätteenpolton BREF-dokumentin laatiminen aloitettiin käytännössä joulukuussa vuonna 2001 Sevillassa pidetyllä teknisen työryhmän (TWG) aloituskokouksella. Työn suomalaista osuutta hoitamaan nimettiin jätteenpolton BAT-toimialaryhmä, johon kuului noin 20 viranomaisia, VTT:tä, energiantuotantoa ja jätteenpoltoalaa edustavaa jäsentä. Työryhmä organisoivat suomalaisen tausta-aineiston laatimisen ja toimitti IPPC-toimistoon BREF:n valmistelussa käytettäväksi seuraavat kolme kansallista taustaraporttia:

- Waste to Energy: Recovered fuel used in fluid bed boilers
- Solid recovered fuel gasification for co-combustion in PC-boilers
- Finnish expert report on best available techniques in energy production from solid recovered fuels.

IPPC-toimiston laatima vertailuasiakirjan ensimmäinen luonnos valmistui toukokuussa 2003. Suomen työryhmä antoi luonnokseen noin 30 erillistä kommenttia. Kaikkiaan kommentteja annettiin noin 4 000. BREF-asiakirja muokattiin kommenttien pohjalta sisällöllisesti lähes kokonaan uudeksi ja sen rakenne muutettiin lopulliseen muotoonsa.

Toinen luonnos julkaistiin maaliskuussa 2004. Myös siitä annettiin lähes 4 000 kommenttia, mikä kuvastaa asian herättämää laajaa mielenkiintoa. Vertailuasiakirjan sisällöllisesti valmis versio eli niin kutsuttu Final Draft valmistui heinäkuussa 2005.

3.2

Vertailuasiakirjan laajuus

Jätteenpolton vertailuasiakirja kattaa seuraavat jätteenpolton lajit:

- yhdyskuntajätteen poltto
- vaarallisten jätteiden poltto
- yhdyskuntalietteen poltto
- sairaalajätteen poltto.

Asiakirjasta on rajattu pois jätteiden rinnakkaispoltto ja eläinruhojen ja eläinjätteen poltto. Pyrolyysi ja kaasutustekniikka ovat mukana jätteenpolton BREF:ssä.

4 Jätteenpolton BREF:n soveltaminen

4.1

Eri vaikutusten huomioiminen (crossmedia-effects)

Kaikissa parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjoissa tarkastellaan kunkin tekniikan ja menetelmän yhteydessä myös menetelmän käytöstä aiheutuvia ristikkäisvaikutuksia. Ristikkäisvaikutuksilla tarkoitetaan ympäristösuojelun ja tehokkaan toiminnan kannalta myönteisiä vaikutuksia aikaansaavan toiminnon tai menetelmän aiheuttamia haitallisia vaikutuksia. Esimerkiksi savukaasujen puhdistamisen tehostaminen aiheuttaa lisääntyneitä energian ja materiaalien kulutusta sekä puhdistuksessa savukaasuista poistettavia aineita sisältävien jätteiden muodostumista. Ristikkäisvaikutusten tarkastelun avulla halutaan edistää erästä IPPC-direktiivin keskeistä tavoitetta eli ympäristösuojelun kokonaisvaltaisen tarkastelun käyttöönottoa aikaisemman sektorikohtaisen tarkastelun sijaan. Periaate on erinomainen, vaikka se käytännössä usein johtaakin vaikeisiin arvostuskysymyksiin kun kokonaisvaikutuksen arvioimiseksi on asetettava vertailuun esimerkiksi energiankulutus ja kiinteiden jätteiden muodostuminen tai jonkun tietyn luonnonvaran käyttö ja savukaasujen hiukkaspäästöt. Ristikkäisvaikutusten tarkastelu on myös tärkeä osa lupaehtojen harkintaa ja se nousee jatkossa painoarvoltaan huomattavasti nykyistä keskeisempään asemaan.

4.2

BREF:n ja jätteenpolttoasetuksen suhde

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ja jätteenpolttodirektiivi ovat erillisiä, periaatteessa toisistaan riippumattomia asiakirjoja. Käytännössä niillä on kuitenkin yhteys, sillä molempia laadittaessa on taustalla ollut kutakuinkin samat tiedot jätteenpolton toimialasta ja esimerkiksi erilaisten teknisten ratkaisujen vaikutuksista polttolaitosten päästöihin. Direktiivi sisältää jätteenpolttoa koskevia velvoittavia minimivaatimuksia, joiden tavoitteena on ehkäistä tai rajoittaa jätteiden poltosta ja rinnakkaispoltosta aiheutuvia ympäristöhaittoja ja ympäristön pilaantumista sekä ihmisten terveydelle aiheutuvia vaaroja niin hyvin kuin se on käytännössä mahdollista. Jätteenpolttoasetus sisältää samat vaatimukset suomalaisen säädöksen muodossa ja se on käytännössä direktiivin suomenkielinen käännös. Asetus antaa jätteenpolttolaitoksille ja rinnakkaispolttolaitoksille yksityiskohtaisesti määritellyt päästöraja-arvot, joita ei saa ylittää. Asetus määrää myös miten päästöjä on mitattava ja valvottava. Tämän lisäksi asetus määrittelee velvoittavasti laitosten joidenkin toimintojen teknisen toteutustavan. Toisin sanoen asetus määrää lopputuloksen minimitason ja osan keinoista, joilla se on saavutettava. Muotonsa mukaisesti asetus on osa suomalaista lainsäädäntöä, jota toiminnanharjoittajien ja viranomaisten on noudatettava.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ei ole velvoittava kuten asetus, vaan se on informatiivinen tausta-asiakirja. Vertailuasiakirja määrittelee jätteenpolttoalalla hyväksi havaitut toimintatavat ja kaupallisesti tarjolla olevia teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan päästä jatkuvatoimisesti ja luotettavasti jätteenpoltoasetuksen määrittelemään toimintatasoon. Vertailuasiakirjassa tarkastellaan ympäristövaikutuksia erityisesti laajana kokonaisuutena. Vertailuasiakirja määrittelee myös parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan liittyvät päästötasot (operational emission level ranges associated with BAT). Ollakseen parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista, on tietyn tekniikan tai menetelmän saavutettava kuvattu päästötaso normaaleissa, suunnittelun mukaisissa käyttöolosuhteissa.

Päästötasojen kohdalla on huomattava vertailuasiakirjan ja asetuksen ero: asetuksessa määritellyt arvot ovat suurimpia sallittuja arvoja ja vertailuasiakirjassa esitetyt arvot ovat parhaan käytettävissä olevan tekniikan avulla normaaleissa toimintaolosuhteissa saavutettavissa olevia toiminta-arvoja, eli niin kutsuttuja BAT-arvoja. Luonteensa mukaisesti BAT-arvojen on aina oltava raja-arvoja pienempiä. Vertailuasiakirjan parhaan käytettävissä olevan tekniikan määrittelyissä on otettu huomioon myös ratkaisujen saatavuus. Toisin sanoen määrittelyyn on kelpuutettu vain tavanomaisin kaupallisin ehdoin tarjolla olevia teknisiä ratkaisuja.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjassa käsitetään sana tekniikka hyvin laajasti ja se kattaa myös toimintatapoja ja antaa suosituksia jopa laitosten toimintaan liittyviin sopimusasioihin. Näiden kaikkien mukanaolon tarkoitus on vertailuasiakirjan perustavoitteen mukainen tasapainoinen ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen jätteenpolttolaitosten suunnittelussa ja käytössä.

Vertailuasiakirja on lähtökohtaisesti määrittelyiltään huomattavasti asetusta väljempi. Tietyn teknisen ratkaisun tai toimintatavan määrittely vertailuasiakirjassa parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaiseksi ei estä jonkin toisen yhtä hyvän tai paremman ratkaisun käyttöä. Valinnan vapaus jää aina toiminnanharjoittajalle ja laitoksen suunnittelijalle. Jätteenpolttodirektiivissä määritellyt tekniset ratkaisut sisältyvät kuitenkin sellaisinaan myös vertailuasiakirjaan ja vertailuasiakirja ei missään kohdassa lievennä jätteenpolttodirektiivin tai -asetuksen määräyksiä. Vertailuasiakirjaa käytetään vertailupohjaa antavana taustatietona laitosten toiminnan ja teknisten ratkaisujen suunnittelussa ja ympäristönsuojelulain ja asetuksen mukaisessa lupaehtojen harkinnassa.

IPPC-direktiivi on ylin ympäristönsuojelullisia tavoitteita ja menettelyjä määrittävä säädös ja sen tavoitteet ovat määrääviä mahdollisissa säädösten ristiriitatilanteissa. Erityisesti on huomattava, että BREF-vertailuasiakirjat eivät ole säädöksiä, vaan informatiivisia tausta-asiakirjoja.

5 Jätteenpoltossa käytettävät perusprosessit

5.1

Arinapoltto

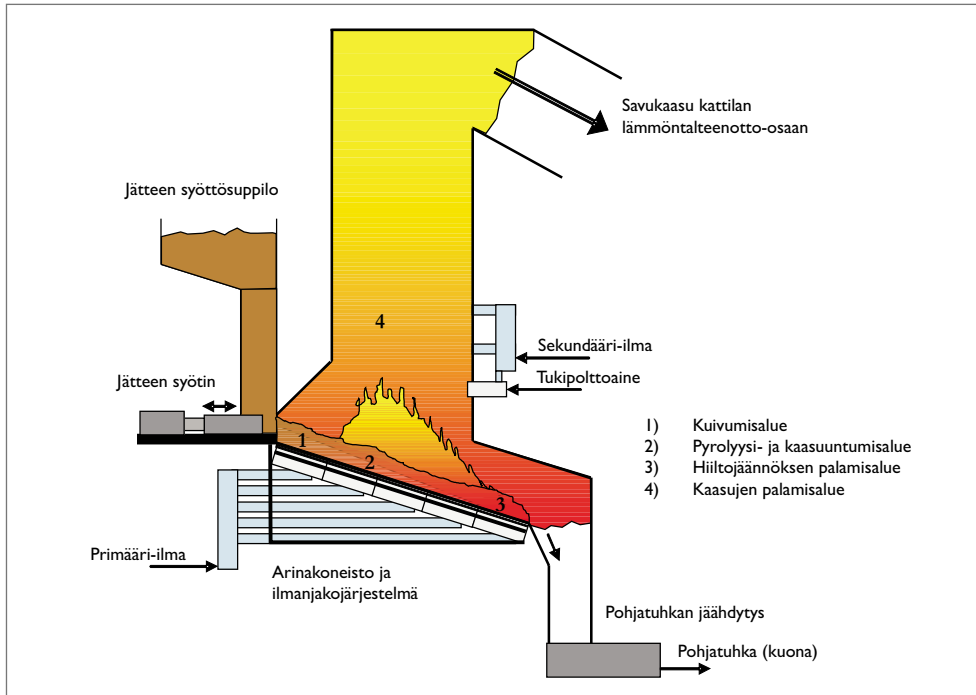
Arinapoltto on hyvin pitkään käytössä ollut kiinteiden jätteiden polton perustekniikka. Arinapoltoissa jäte syötetään kahmarilla syöttösuppilon, josta se syötetään edelleen hydraulitoimisilla työntimillä arinalle. Tulipesässä on tavanomaiset kostean polttoaineen palamisen alueet eli kuivumis-, pyrolyysi- ja kaasuuntumisvyöhykkeet ja lopuksi hiiltojäännöksen palamisalue. Uusien laitosten arinat ovat useimmiten vinoja, eri menetelmin jätettä polton aikana sekoitettavia arinoita, joilla polttoa voidaan ohjata arinan eri osiin syötettävän ilman määrää säätämällä. Tulipesän rakenne pyritään suunnittelemaan sellaiseksi, että arinan eri vyöhykkeillä muodostuneet kaasut sekoittuvat mahdollisimman hyvin ja palavat korkeassa lämpötilassa arinan yläpuolella. Karkea tuhka ja jätteen sisältämät palamattomat materiaalit, kuten metallikappaleet, kivet ja vastaavat poistuvat arinan alapäästä laitoksen pohjatuhkajärjestelmään. Palamisen lopussa lämpötila on yleensä niin korkea, että pohjatuhka on osittain sintrautunutta ja sulanutta.

Savukaasut johdetaan tulipesästä tyypillisesti ensin esijäähdytyskammioon ja siitä lämmöntalteenottokattilaan. Tulipesästä poistuva savukaasu sisältää runsaasti hienojakoista tuhkaa ja tulipesässä höyrystyneitä epäorgaanisia aineita. Höyrystyneet epäpuhtaudet pyritään tiivistämään esijäähdytyksessä kiinteiksi, jotta ne eivät tartu kattilan lämmönsiirtimiin. Osa kiinteytyneistä aineista ja tuhkasta erottuu esijäähdytyskammioissa ja kattilassa niin kutsutuksi kattilatuhkaksi ja poistuu kattilan pohjalta tuhkajärjestelmään. Kattilan jälkeen savukaasut johdetaan puhdistusprosessiin. Kuvassa 1 on esitetty arinatulipesän periaate.

Eri valmistajien tekniset ratkaisut poikkeavat toisistaan esimerkiksi arinoiden liike-mekanismien, tulipesien muodon ja kattiloiden tyyppin osalta. Useimmat valmistajat käyttävät arinoissa rakenteita, joissa liike ja jätteen sekoittuminen saadaan aikaan hydraulisesti kääntyvien ja työntyvien arinan pintakappaleiden avulla. Joissain arinatyypeissä liike ja sekoittuminen tuotetaan värinällä, pyörivillä rullilla tai mekaanisilla sekoittimilla. Arinat voivat olla joko ilma- tai nestejäähdytteisiä. Kattilan rakenne voi olla joko vaaka- tai pystysuora ja se on varustettava tehokkailla nuohouslaitteilla.

Arinatekniikka sopii monenlaisen jätteen polttoon ja tavanomaista yhdyskuntajätettä ei tarvitse esikäsitellä ennen polttoa. Riittää kun hyvin suuret kappaleet rikotaan ja jätteestä poistetaan suuret metalliesineet. Prosessi sietää oikein säädettynä melko hyvin jätteen kosteuden, lämpöarvon ja tuhkapitoisuuden vaihtelua. Menetelmä ei sovellu nestemäisten, jauhemaisten ja sulavien jätteiden polttoon. Arinatulipesässä voidaan polttaa muun jätteen seassa pieniä määriä kuivahkoa yhdyskuntalietettä.

Arinapolttolaitoksissa varaudutaan yleensä polttamaan laadultaan vaihtelevaa jätettä ja niiden rakenne ja lämmöntalteenotto-prosessi suunnitellaan liikaavimman ja eniten korroosiota aiheuttavan jätteen mukaan. Tämä varmistaa laitosten toimivuuden, mutta rajoittaa niiden energiatehokkuutta sähköntuotannossa, kun höyryn korkein lämpötila joudutaan korroosiosyistä pitämään melko matalana.



Kuva 1. Jätteenpolttoon tarkoitettujen arinatulipesän periaate.

Arinatekniikkaan perustuvien polttolaitosten tunnetuimpia toimittajia ovat:

- Martin GmbH
- Von Roll Environmental Technology Ltd.
- Babcock & Wilcox Vølund ApS
- Fisia Babcock Environment GmbH
- Constructions Industrielles de la Mediterranee (CNIM),
- Keppel Seghers / Keppel Integrated Engineering Ltd.

5.2

Leijupetipolttu

Leijupetipoltossa jäte poltetaan ilmvirran avulla leijutettavassa hehkuvan hiekan ja tuhkan muodostamassa kerroksessa eli pedissä. Polttoaine liikkuu ja sekoittuu kerroksessa jatkuvasti ja kaasujen ja lämmön siirtyminen on hyvin tehokasta. Menetelmä on huomattavasti uudempi kuin arinapolttu, mutta on ollut nykyisenkaltaisessa muodossaan teollisessa käytössä jo yli 30 vuotta.

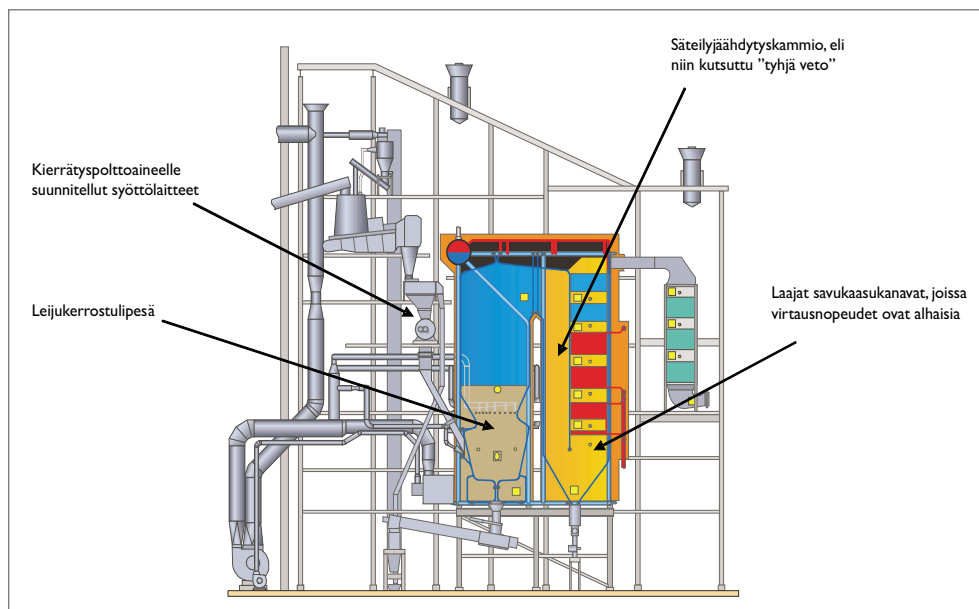
Leijupetipolton teknisessä toteutuksessa on kaksi erilaista päätapaa: kerrosleijutekniikka ja kierto-leijutekniikka. Näistä käytetään myös nimiä kuplapetiteknikka ja kierto-petiteknikka. Kerrosleijutekniikassa tulipesän muoto ja mitoitus valitaan niin, että tulipesästä poistuvan savukaasuvirran nopeus on pieni ja petimateriaalipartikkelit eivät lähde poistuvan kaasuvirtauksen mukaan. Kierto-leijutekniikassa virtausnopeus on suurempi ja pedistä poistuva kaasuvirtaus kuljettaa mukanaan

myös petimateriaalia. Näiden päätoteutustapojen lisäksi tekniikoista on lukuisia erilaisia yhdistelmiä ja versioita.

Leijupoltossa jäte syötetään tulipesään joko pudotustorvella tai ruuvisyöttimellä. Syöttöjärjestelmästä ei saa päästä tulipesään hallitsemattomasti ilmaa, joka sekoittaisi kaasuvirtauksia ja leijutusta. Palamisilmasta pääosa syötetään petiin tulipesän pohjan, eli leijutusarinan kautta. Loput tarvittavasta ilmasta syötetään pedin yläpuolelle sekundääri-ilmana. Pedin perusmateriaalina käytetään hiekkaa tai mineraalimurskeita ja loppuosa materiaalista on polttoaineen tuhkaa. Jätteenpoltossa tuhkan osuus saattaa olla varsin suurikin.

Tulipesän pohjalta poistetaan karkeaa tuhkaa ja jätteessä mukana ollutta palamattomaa materiaalia kuten metalli- ja lasikappaleita. Hienojakoinen tuhka ja jauhautunut petimateriaali kulkeutuvat savukaasun mukana ulos tulipesästä ja erottuvat savukaasusta kattilassa ja savukaasujen puhdistuksessa. Petimateriaalin lisäaineena käytetään toisinaan kalkkikivirouhetta, joka muodostaa lentotuhkaan epäpuhtauksia sitovia aineita.

Jäteperäisille materiaaleille suunnitellussa kerrosleijupoltossa savukaasu johdetaan tulipesästä esijähdytyskammioon, jonka seinät toimivat lämmönsiirtopintoina. Esijähdytyskammion eli niin kutsutun tyhjän vedon tarkoitus on jäähdyttää savukaasua niin paljon, että sen sisältämät höyrystyneet metallit ja epäorgaaniset aineet kiinteytyvät ja erottuvat ainakin osittain ennen kattilan lämmönsiirtimiä. Oheisessa kuvassa 2 on esitetty kerrosleijuperiaatteella toimivan tulipesän ja siihen liitetyn kattilan rakenne.



Kuva 2. Kerrosleijutekniikalla toimivan polttolaitoksen perusrakenne (Aker Kvaerner).

Kuten edellä on kerrottu, kiertoleijutekniikalla toteutetussa polttolaitoksessa savukaasujen virtausnopeus on niin suuri, että petimateriaalia siirtyy merkittävä määrä tulipesästä pois savukaasun mukana. Petimateriaali erotetaan savukaasusta syklo-

nilla ja palautetaan takaisin tulipesään. Savukaasu johdetaan syklonilta esijäähdytyskammion kautta kattilaan samoin kuin kerrosleijutekniikalla toimivissa laitoksissa.

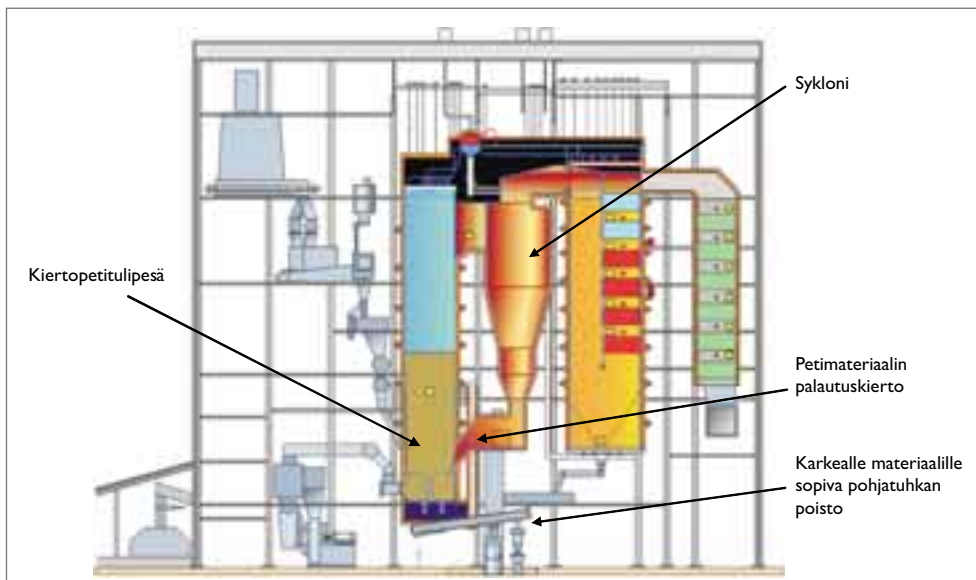
Polttoaineen sekoittuminen on kiertopedissä voimakkaampaa kuin kerrosleijutekniikalla toteutetussa tulipesässä. Hyvin voimakkaan sekoittumisen ansiosta palaminen on erittäin tehokasta ja tulipesän tarvitsema tilavuus on pienempi kuin kerrosleijutekniikkaa käytettäessä. Kiertopetitekniikkaa käytetään tämän vuoksi suuremmissa laitoksissa. Kiertopetilaitoksen oma energiankulutus on suuremmista painehäviöistä johtuen jonkin verran suurempi kuin kerrosleijulaitoksella. Voimakkaasta sekoittumisesta johtuvan hyvän aineen- ja lämmönsiirron ansiosta kiertoleijutekniikka sopii kerrosleijua paremmin hitaammin hapettuville polttoaineille ja jätteille.

Jäte on leijutekniikoita käytettäessä murskattava leijutukseen sopivaan palakokoon. Hyvä murskaus ja metallikappaleiden poisto on keskeistä myös laitoksen tasaisen toiminnan kannalta, koska suuret kappaleet ja erityisesti metalliesineet jumiuttavat helposti syöttö- ja tuhkanpoistolaitteet. Tavallisesti jäte murskataan nykyisin noin 100 mm palakokoon.

Kerrosleijutekniikalla toteutetut polttolaitokset suunnitellaan yleensä noin 400 °C höyryn lämpötilalle korroosion minimoimiseksi. Kiertoleijukattiloissa höyryn lämpötila voi olla korkeampi, koska kuumin tulistin voidaan sijoittaa petimateriaalin palautuskiertoon, jossa polttoaineesta peräisin olevan kloorin määrä on vähäisempi. Kloorikorroosiota voidaan hallita myös tulistimen rakenneratkaisuilla.

Leijupetitulipesän lämpötila pidetään tuhkan ja petimateriaalin sulamispisteen alapuolella, jotta petiin ei muodostu sintrautuneita kappaleita. Käytännössä korkeimmat lämpötilat ovat petimateriaalista ja tuhkan laadusta riippuen luokkaa 800 – 1 000 °C. Helposti sulavaa tuhkaa muodostavia jätteitä poltettaessa lämpötilan säädön on oltava varsin tarkkaa. Matalissa lämpötiloissa sulavaa tuhkaa muodostuu esimerkiksi runsaasti kaliumia tai natriumia sisältävistä jätteistä.

Leijupetitekniikka sopii hyvin myös lietteiden polttoon. Kuvassa 3 on esitetty jätteistä valmistetun kierrätyspolttoaineen polttoon suunnitellun kiertopetikattilan pääosat.



Kuva 3. Kiertopetitekniikalla toteutetun polttolaitoksen periaate (Aker Kvaerner).

Suomalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten osuus on ollut merkittävä leijupetipolton kehittämisen ja maailman kolmesta johtavasta alan laitostoimittajasta kaksi toimii Suomessa. Tunnettuja leijupetipolttolaitosten toimittajia ovat esimerkiksi:

Aker Kvaerner/Kvaerner Power Oy
Foster Wheeler Energia Oy
Austrian Energy & Environment AG
Babcock & Wilcox Inc.

5.3

Rumpu-uunit

Rumpu-uuneja käytetään yleisesti ongelmajätteen polttoon, sillä ne sopivat niin kiinteiden, nestemäisten, pastamaisten kuin kaasumaistenkin materiaalien polttamiseen. Poltettavan jätteen viipymäaika voi rumpu-uunissa olla tarvittaessa pitkä ja uunin lämpötila voidaan suunnitella hyvin korkeaksi. Rumpu-uuni voidaan mitoittaa myös tuhkaa sulattavaksi uuniksi.

Rumpu-uuniin liittyy normaalisti erillinen jälkipalotila, jossa uunissa muodostuneet kaasut poltetaan loppuun. Jätteenpolttolaitoksissa vaadittavat puhtaan polttoaineen tukipolttimet on yleensä asennettu jälkipalotilaan ja riittävän korkea loppulämpötila varmistetaan tarvittaessa niillä. Hyvin toimivassa jälkipalotilalla varustetussa rumpu-uunilaitoksessa tuhkaan ja savukaasuihin ei käytännössä jää juurikaan palamattomia orgaanisia yhdisteitä.

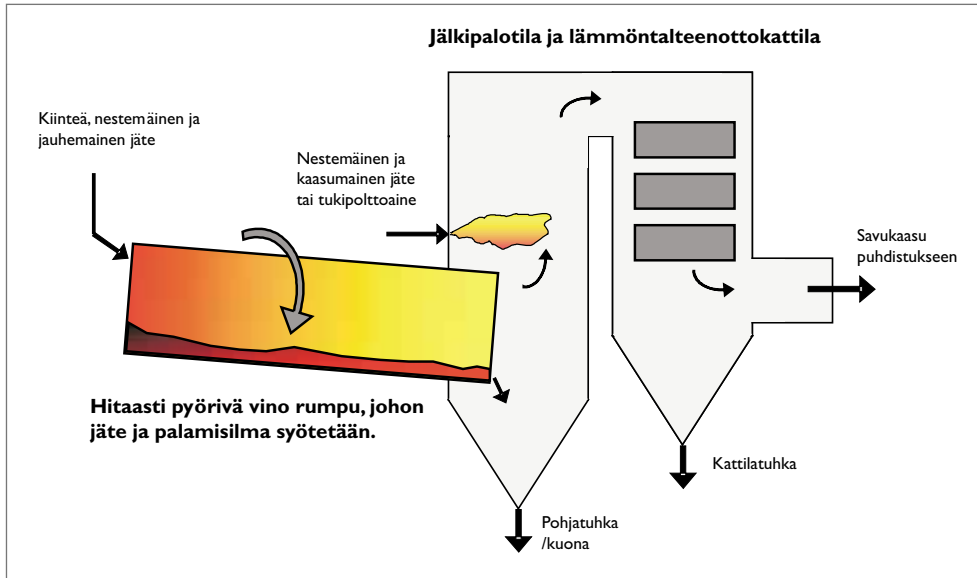
Rumpu-uuni on tyypillisesti 10 – 15 m pitkä loivasti vinoon asennettu rumpu, joka yläpäähän poltettava jäte syötetään. Palamisilma syötetään myös rummun yläpäähän. Syöttölaitteisto voi poltettavan jätteen laadun mukaan olla murskaava sulkusyötin, syöttöruuvi tai suppilo. Laitteistoon voi kuulua myös nesteiden tai kaasujen syöttöön tarkoitetut suuttimet sekä pneumaattinen syöttösuutin jauhemaisia jätteitä varten. Kaasut ja nesteet syötetään kuitenkin usein jälkipalotilaan.

Rumpu-uuni pyörii hitaasti, poltettavan jätteen laadusta riippuen esimerkiksi 5 – 40 kierrosta tunnissa. Pyörimisen ja rummun vinon asennon ansiosta jäte siirtyy rummussa eteenpäin ja sekoittuu samalla tehokkaasti. Rummun vaippaa jäähdytetään joko ilmalla tai vedellä. Vesijäähdytteisessä rummussa voidaan polttaa jätteitä, joiden lämpöarvo on korkea ja se voidaan myös suunnitella tuhkaa sulattavaksi. Kuvassa 4 on esitetty rumpu-uunin toimintaperiaate.

Polttolämpötila voi olla rumpu-uuneissa uunin käyttötarkoituksesta ja rakenteesta riippuen 850 – 1 400 °C. Uunin sisäpinta on tavallisesti vuorattu kuumuutta kestäväillä tiilillä. Tuhkaa sulattavien rumpujen jäähdytys säädetään yleensä niin, että tiilien pinnalle muodostuu suojaava kiinteätyntyt tuhkerakennos.

Palokaasut ja tuhka poistuvat rummun alapäästä jälkipalotilaan. Karkea tuhka poistetaan jälkipalotilan pohjalta joko kiinteänä tai sulana. Savukaasut johdetaan jälkipalotilasta esijäähdytyskammion kautta lämmöntalteenottokattilaan ja sieltä edelleen puhdistusprosessiin.

Rumpu-uunien polttokapasiteetti on tyypillisesti 5 – 10 t/h.



Kuva 4. Rumpu-uunin periaate.

5.4

Jätteiden ja tavanomaisten polttoaineiden rinnakkaispoltto

Rinnakkaispoltolla tarkoitetaan nykyisin jätteiden polttamista voima- tai lämpökattilassa tai prosessiuunissa samanaikaisesti tavonomaisten polttoaineiden kanssa. Poltto-prosessi voi toimia periaatteessa millä tekniikalla tahansa. Suomessa rinnakkaispoltto on käytännössä jätemateriaalien polttoa leijupetikattilassa tai teollisuuden rumpu-uunissa yhdessä tavonomaisten polttoaineiden kanssa. Leijupedissä rinnakkaispoltettavaksi sopii yleensä hyvälaatuinen, melko puhtaasti palava jätemateriaali. Rumpu-uuneissa voidaan prosessista riippuen polttaa myös vaativiakin jätemateriaaleja.

Tyypillisiä leijupetikattiloissa rinnakkaispoltettavia jätteitä ovat purkupuuhä, pakkausjätteet ja erikseen kerätystä polttoon sopivasta materiaalista valmistetut REF I ja II-luokkien kierrätyspolttoaineet. Myös teollisuuden erillisiä tuotantojätteitä ja lietteitä voidaan varsin usein polttaa leijupedissä tavonomaisten polttoaineiden rinnalla. Rinnakkaispolton käytäntöä ja siinä viime aikoina tapahtuneita muutoksia on kuvattu tarkemmin kohdassa 1.2.2.

Hyvälaatuisia jätteitä ja kierrätyspolttoaineita voidaan teknisesti polttaa yleensä häiriöttä puulle, turpeelle tai kivihiilelle suunnitelluissa leijukattiloissa materiaalin laadusta riippuen jopa muutaman kymmenen prosentin polttoaineosuuteen saakka. Tämä edellyttää, että jäteperäisessä materiaalissa ei juurikaan ole mukana metalleja ja että se sisältää vain vähän klooria. Jäte ei saa myöskään sisältää merkittäviä määriä tuhkan ja petimateriaalin sulamispistettä alentavia alkaleja.

Jätteiden ja kierrätyspolttoaineiden rinnakkaispoltossa on kiinnitettävä erityistä huomioita jäteperäisen materiaalin vastaanottoon, varastointiin ja syöttöön, sillä näiden materiaalien käsittelyominaisuudet ovat erilaiset kuin tavonomaisten poltto-

aineilla. Kierrätyspolttoaineet ovat hyvin kevyitä ja kokoonpuristuvia. Niiden tiheys on luokkaa 100 – 300 kg/m³ ja kokoonpuristuvuutensa vuoksi ne holvautuvat helposti siiloihin ja kuljetuslaitteisiin. Kierrätyspolttoaineiden syöttö tulipesään edellyttää tekniikkaa, joka ei purista polttoainetta, vaan säilyttää sen löyhänä ja syöttö tulipesään on tasaista.

Jättemateriaaleja rinnakkaispolttona polttava laitos on varustettava vaatimukset täyttävällä savukaasujen puhdistusprosessilla. Tarkoitukseen riittää useimmiten oikein mitoitettu puolikuiva tai kuiva savukaasujen puhdistus. Ammoniakkiruis-
kutuksen (SNCR) tarve typen oksidien hallintaan riippuu polttoprosessista ja polttoaine yhdistelmästä.

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ei käsittele rinnakkaispolttoa, vaan se on sisällytetty suurten polttolaitosten vertailuasiakirjaan. Rinnakkaispoltto on kuitenkin yhtenäisyyden vuoksi otettu mukaan tähän jätteenpolton parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa käsittelevään raporttiin.

5.5

Savukaasujen puhdistusprosessit

Jätteenpolttolaitoksen savukaasujen puhdistusprosessi koostuu aina useista toisiinsa kytkeytyistä ja toisiinsa vaikuttavista puhdistusvaiheista. Puhdistusprosessin suunnitteluun vaikuttaa poltettavan jätteen laatu ja laadun vaihtelu sekä itse polttoprosessi ja vaadittava savukaasujen puhtaustaso. Savukaasujen puhtauden perustason määrittää nykyisin jätteenpolttodirektiivi ja -asetus, joissa esitetyt raja-arvot savukaasun epäpuhtauspitoisuuksien on alitettava. Koska vaatimukset on täytettävä koko ajan, on prosessin suoritusarvojen ja raja-arvojen välille varattava riittävä häiriö- ja vaihtelumarginaali ja suunnittelun tavoitteena on oltava selvästi asetuksen arvoja puhtaampi savukaasu.

Puhdistusprosessi voidaan toteuttaa useilla vaihtoehtoisilla tekniikoilla ja niiden yhdistelmillä. Käytettävien ratkaisujen valintaan vaikuttavat muun muassa puhdistuksessa muodostuvien jätteiden käsittely- ja sijoitusmahdollisuudet, vaihtoehtoisten puhdistuskemikaalien hinta-arviot sekä lämmön ja sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuudet.

Savukaasunkäsittelyn mahdollisia osaprosesseja ja niiden erilaisia yhdistelmiä on lukuisia. Puhdistusmenetelmät voidaan kuitenkin karkeasti ryhmitellä kolmeen pääryhmään: märkiin, puolikuiviin ja kuiviin puhdistusprosesseihin. Seuraavissa kohdissa on esitelty näiden prosessien pääpiirteet ja ominaisuudet. Menetelmissä käytettäviä yksikköprosesseja ja niiden soveltuvuutta eri tilanteisiin on esitelty tämän raportin luvun 6 asianomaisissa kohdissa.

5.5.1

Märkä puhdistusprosessi

Märässä savukaasujen puhdistusprosessissa savukaasu pestään vedellä tai epäpuhtauksien kanssa reagoivilla liuoksilla. Pesuja ennen savukaasusta poistetaan yleensä pääosa hiukkasista. Prosessin lopussa on yleensä elohopean ja dioksiinien poistovaihe ja mahdollinen typen oksidien pelkistys.

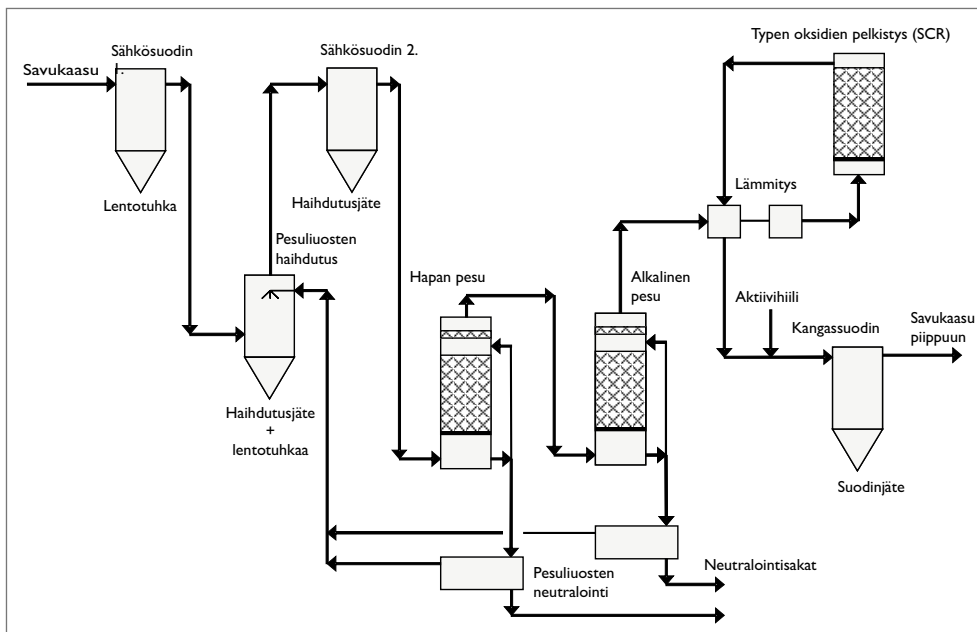
Märän puhdistuksen alussa savukaasusta poistetaan tavallisesti pääosa hiukkasista sähkösuotimella. Seuraava vaihe on savukaasun pesu vedellä pesutornissa. Pesutorni on tyypillisesti täytekappalepesuri, välipohjatyypinen pesuri tai suihkutorni, jossa saadaan aikaan veden ja savukaasun kesken mahdollisimman suuri kosketuspinta ja riittävä kontaktiaika. Vesipesuria kutsutaan myös happamaksi pesuriksi, koska savukaasusta liukenee veteen muun muassa HCl:ää ja pesurissa kiertävä vesi on sen vuoksi voimakkaasti hapanta.

Happaman pesun jälkeen savukaasu pestään niin kutsutulla alkalisella pesulla, jossa pesunesteenä käytetään esimerkiksi kalkkimaitoa tai natriumhydroksidin vesiliuosta. Alkalinen pesu poistaa savukaasusta muun muassa rikin oksidit. Alkalisen pesuvaiheen saostuskemikaalin valinnassa on otettava huomioon savukaasun ominaisuudet ja pesutuotteiden ja -vesien käsittely kokonaisuutena.

Mikäli laitos on tarpeen varustaa katalyyttisellä typen oksidien pelkistyksellä, se sijoitetaan tyypillisesti alkalisen pesun jälkeen. Pesureissa varsin viileäksi jäähtynyt savukaasu on lämmitettävä pelkistyksen vaatimaan noin 220 – 300 °C lämpötilaan ennen sen johtamista katalyyttisyksikköön. Lämmitykseen käytetään kuumia savukaasuja tai erillisiä lämmityspolttimia. Katalyyttiseen pelkistysyksikköön syötetään pelkistyskemikaaliksi ammoniakkaa. Pelkistysyksikön jälkeen savukaasusta otetaan talteen lämpöä ja se jäähdytetään seuraavaa vaihetta varten.

Viimeisenä vaiheena on metallisen elohopean ja dioksiinien poisto. Nämä molemmat voidaan tehdä aktiivihilisuodatuksella. Vaihtoehtoisesti elohopea voidaan myös hapettaa ja poistaa jo happamassa pesussa ja dioksiiniyhdisteet hajoittaa katalyyttisesti. Näitä menetelmiä on kuvattu tarkemmin luvussa 6.

Kuvassa 5 on esitetty märän savukaasunpuhdistusprosessin päävaiheet.



Kuva 5. Tyypillinen suuren jätteenpolttolaitoksen märkä savukaasunpuhdistusprosessi, jossa pesuliuokset haihdutetaan.

Märällä puhdistusprosessilla päästään erittäin hyvään puhdistustulokseen ja sen puhdistuskapasiteetti riittää yleensä hyvin myös poltettavan jätteen laadunvaihtelusta aiheutuvien tilapäisesti korkeiden epäpuhtauspitoisuuksien käsittelemiseen. Menetelmän haittapuolia ovat sen monimutkaisuus ja energian kulutus. Prosessi tuottaa lisäksi jätevesiä, joiden käsittely on vaativaa. Uusissa laitoksissa jätevesien käsittely on usein toteutettu prosessin sisällä ja jätevedet haihdutetaan, jolloin niihin sitoutuneet epäpuhtaudet voidaan siirtää loppusijoitukseen tai jatkokäsittelyyn jauhe- tai pastamaisina.

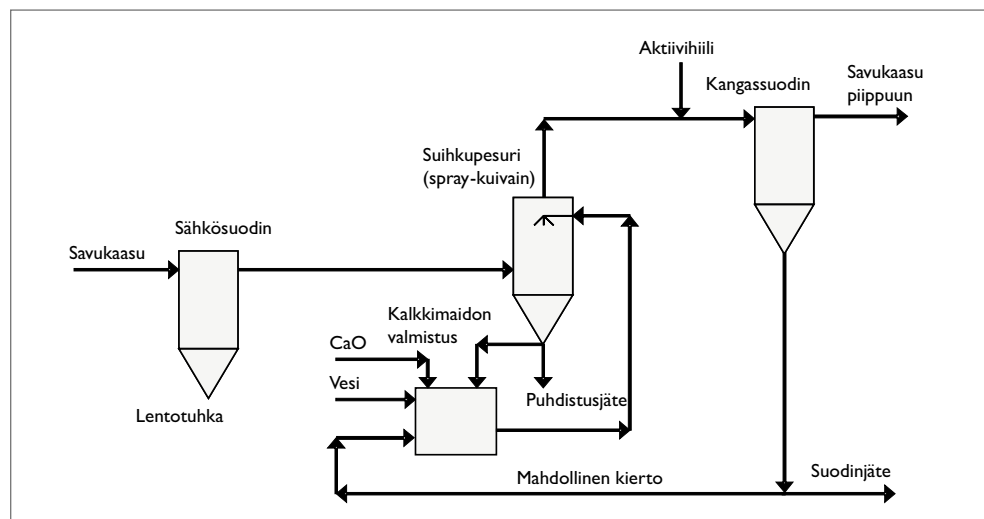
5.5.2

Puolikuiva savukaasujen puhdistus

Puolikuivassa puhdistuksessa savukaasujen happamat yhdisteet ja rikkiyhdisteet sidotaan kalsiumhydroksidi-vesi-lietteeseen eli kalkkimaitoon suihkupesurissa. Prosessi mitoitetaan niin, että liete kuivuu savukaasuvirrassa ja reaktiotuotteet poistuvat pesurista savukaasuvirtaan sekoittuneena pölynä. Pöly erotetaan pesurin jälkeen kangassuotimella. Suodin toimii prosessissa myös kemiallisesti aktiivisena puhdistimena kun savukaasu kulkee suotimessa erottuvan vielä reagoimatonta kalsiumhydroksidia sisältävän pölykerroksen läpi. Menetelmän keskeiset toiminnot on esitetty oheisessa kuvassa 6.

Savukaasuvirtaan puhalletaan monasti ennen suodinta hienojakoista aktiivihiiltä elohopean ja dioksiiniyhdisteiden sitomiseksi. Aktiivihiili voidaan sekoittaa myös pesuriin ruiskutettavaan kalkkimaitoon. Prosessin viimeisenä vaiheena voi olla typen oksidien katalyyttinen pelkistys, mutta yleisemmin puolikuivaa menetelmää käyttävissä laitoksissa typen oksidit hallitaan joko polttoteknisesti tai ne pelkistetään tulipesässä ammoniakkiruiskutuksella. Prosessin alussa voidaan käyttää lentotuhkan esierotukseen sähkösuodinta.

Menetelmä ei tuota lainkaan jätevesiä, mutta kiinteän puhdistusjätteen määrä on selvästi suurempi kuin märkämenetelmissä. Puolikuivaa puhdistusprosessia käytetään



Kuva 6. Puolikuivan savukaasunpuhdistuksen periaate.

tetään yleensä laitoksissa, joissa poltosta tulevan puhdistamattoman savukaasun epäpuhtausmäärät eivät vaihtele kovin paljoa.

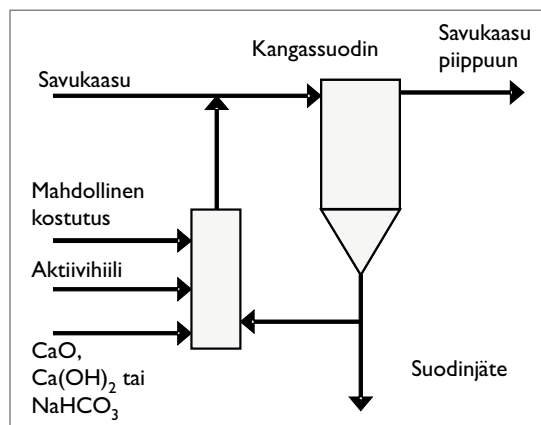
Alstom Environment Control Systemsin NID-prosessissa²⁵ käytetään sorbenttina kalsiumoksidia, joka sekoitetaan suotimelta osittain palautettavaan tuhkan, reagoimattoman sorbentin ja reaktiotuotteiden seokseen ja kostutetaan ennen savukaasuvirtaan syöttämistä. Kostutuksessa kalsiumoksidi reagoi kalsiumhydroksidiksi, joka tässäkin menetelmässä on varsinainen epäpuhtauksien sidonta-aine. Palautuskierron avulla vähennetään sorbentin kulutusta ja pienennetään muodostuvan puhdistusjätteen määrää.

5.5.3

Kuiva savukaasujen puhdistus

Kuivan savukaasunpuhdistuksen periaate on sama kuin puolikuivassa menetelmässä, mutta epäpuhtauksien sidonta-aine sekoitetaan savukaasuun kuivana. Sorbentti puhalletaan periaatteessa yksinkertaisesti savukaasukanavaan ennen kangassuodinta. Puhalluksen aikana sidonta-ainetta kostutetaan, sillä sidonta-reaktiot tapahtuvat sorbenttipartikkelien liukoisessa tilassa olevalla pinnalla. Kuivassa menetelmässä käytetään epäpuhtauksien sidontaan joko kalsiumhydroksidia tai natriumbikarbonaattia. Sorbenttiin voidaan sekoittaa elohopean ja dioksiiniyhdisteiden pidättämiseksi myös hienojakoista aktiivihiiltä. Kuvassa 7 on esitetty kuivan puhdistusmenetelmän periaate.

Kuiva puhdistusmenetelmä on yksinkertainen ja mahtuu pieneen tilaan. Sillä saavutetaan jätteenpolttoasetuksen mukaiset päästöraja-arvot edellyttäen, että poltettava jäte on tasalaatuista. Kalsiumoksidin kulutus on kuivassa menetelmässä tyypillisesti suurempi kuin puolikuivassa menetelmässä. Natriumbikarbonaattia käytetään sorbenttina silloin kun savukaasun lämpötila on puhdistusvaiheessa 150 – 160 °C tai korkeampi, koska kalsiumhydroksidi ei näin korkeassa lämpötilassa reagoi tehokkaasti savukaasun rikki- ja klooriyhdisteiden kanssa. Natriumbikarbonaatti on hinnaltaan kalliimpaa kuin kalsiumoksidi, mutta sen kulutus on useimmiten jonkin verran vähäisempää ja muodostuvan puhdistustuotteen määrä on hieman pienempi kuin kalsiumoksidia käytettäessä.



Kuva 7. Kuivan savukaasunpuhdistuksen periaate.

²⁵ Alstom Environmental Control Systems 2006. www.environment.power.alstom.com (6.4.2006)

6 Vertailuasiakirjassa kuvatut parhaat käytettävissä olevat tekniikat

Parhaat käytettävissä olevat tekniikat on kuvattu vertailuasiakirjan pääluvussa 5 seuraaviin asiaryhmiin jaoteltuina:

- Kaikkia jätteenpolttolaitoksia koskevat asiat
- Yhdyskuntajätteen polton erityisasiat
- Vaarallisten jätteen polton erityisasiat
- Yhdyskuntalietteen polton erityisasiat
- Sairaalahäätteen polton erityisasiat.

Kuvauksessa on käytetty rakennetta, jossa parhaat käytettävissä olevat tekniikat on esitetty näiden ryhmien sisällä toiminnallisina kokonaisuuksina. Teknisiä toteutusratkaisuja on kuvattu vertailuasiakirjan tässä osassa varsin niukasti ja useimpien asioiden kohdalla ainoastaan viitataan asiakirjan päälukuun 4, jossa varsinaiset tekniset ratkaisut on kuvattu.

Tässä raportissa on käytetty vertailuasiakirjan luvun 5 mukaisesti jätteenpolton toiminnallisiin kokonaisuuksiin pohjautuvaa jaottelua. Vertailuasiakirjan viittausrakenne on kuitenkin purettu ja kuhunkin asiaa liittyvät tekniset ratkaisut on kuvattu suoraan kyseisen asian yhteydessä. Vertailuasiakirjan jaottelua on tiivistetty yhdistämällä toisiinsa liittyviä asioita ja jättämällä vähemmälle huomiolle sellaisia seikkoja, joita voitaneen pitää suomalaisessa toimintaympäristössä itsestäänselvyyksinä tai joiden käyttö olosuhteissamme on epätodennäköistä. Toisaalta joitain suomalaiselle toimintaympäristölle ominaisia tai luonteeltaan uusia asioita on käyty läpi tarkemmin kuin vertailuasiakirjassa. Joissakin kohdissa on pyritty ottamaan asioihin vertailuasiakirjaa laajempi näkökulma ja sisällyttämään käsittelyyn myös ympäristönsuojeluasetuksen 37 § mukaista parhaan käytökelpoisen tekniikan arviointia.

Vertailuasiakirjassa esitetyt päästötasot ja ominaiskulutukset ovat parhaan käytettävissä olevan tekniikan tasoa kuvaavia arvoja. Ne eivät ole päästöjen raja-arvoja. Päästöraja-arvot määritetään lupaharkinnassa jätteenpoltoasetuksen ja tarvittaessa mahdollisten paikallisten erityistekijöiden perusteella. Käytettäessä parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa laitoksella voidaan päästä edullisissa olosuhteissa huomattavastikin jätteenpoltoasetuksessa määrättyjä päästöraja-arvoja alhaisempiin päästöihin ja ominaiskulutuksiin. Laitoksen on kuitenkin täytettävä luvassa määrätty raja-arvot olosuhteiden vaihdellessa ja sen vuoksi teknisten ratkaisujen suunnittelussa pidetään tavoitteena raja-arvoja alhaisempia päästöjä. Tämä tulee erityisen selkeästi esiin, kun tarkastellaan eri toimijoiden vastuita. Laitoksen käyttövastuullinen organisaatio vastaa juridisesti siitä, että laitos toimii lupaehtojen mukaisesti. Useimmiten sama organisaatio on laitoksen omistaja, jolla on myös taloudellinen vastuu toiminnasta. Varmistaakseen laitoksen käyttökelpoisuuden kaikissa olosuhteissa omistaja määrittelee sen suunnittelun ja laitteiden toimivuustakuun perustaksi luvassa määrätty päästöraja-arvot, tai pienen toimintamarginaalin varmistakseen, hieman niitä alhaisemmat arvot. Laitetoimittaja, joka joutuu takaamaan laitteille näiden arvojen mukaisen toiminnan asettaa laitteiden suunnittelun ja toteutuksen tavoitteeksi puolestaan hieman takuuarvoja alhaisemmat päästöraja-arvot. Nämä

suunnitteluarvot ovat käytännössä parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan liittyviä toiminta-arvoja ja ne ovat uusille laitteille hyvissä olosuhteissa huomattavasti alhaisempia kuin asetuksen raja-arvot. Käytännön ajotilanteessa mitatut arvot vaihtelevat olosuhteiden mukaan takuuarvojen ala- ja yläpuolella, mutta ne täyttävät kuitenkin huonoimmissakin olosuhteissa luvan raja-arvot. Jos parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaiset arvot määrättäisiin luvassa raja-arvoiksi, siirryttäisiin koko ketjussa uusiin aikaisempaa alhaisempiin arvoihin, joiden saavuttaminen ei ole mahdollista tämän hetken parhaalla käytettävissä olevalla tekniikalla.

6.1

Kaikkia jätteenpolttolaitoksia koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat (BAT)

6.1.1

Yleiset suunnittelu- ja käyttöperiaatteet

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on valita jätteenpolttolaitokseen poltettavalle jätteelle sopiva tekninen prosessi. Polttoprosessin valinta on laitoshanketta toteutettaessa hyvin keskeinen päätös, joka ratkaisee mitä jätteitä laitoksessa voidaan polttaa. Silloin kun poltettavan jätteen koostumus vaihtelee ja siihen ei voida vaikuttaa on valittava prosessi, joka pystyy käsittelemään ominaisuuksiltaan vaihtelevaa jätettä.

Mikäli jätteen laatu tunnetaan ja sitä voidaan valvoa, voidaan prosessi suunnitella tätä jätetyyppiä varten. Polttoprosessi ja poltettavan jätteen laatu vaikuttavat ratkaisevasti myös siihen minkä tyyppinen savukaasujen puhdistusprosessi laitokseen soveltuu. Käytännön esimerkki valinnasta on ratkaisu arinapolttolaitoksen ja leijupetikattilan välillä. Jätteestä valmistettua kierrätyspolttoainetta tai murskattua hyvälaatuista jätettä voidaan käyttää polttoaineena leijupetikattiloissa joko sellaiseenaan tai muun polttoaineen kanssa yhdessä. Arinapolttolaitos taas sopii tyypillisesti sekajätteen tai heikompileatuisen kierrätyspolttoaineen polttoon.

Polttoprosessiin vaikuttavia asioita ovat:

- Jätteen kemiallinen koostumus ja sen vaihtelu
- Jätteen muut ominaisuudet kuten olomuoto, palakoko, kosteus, lämpöarvo ja näiden kaikkien vaihtelu
- Laitokselle asetettu energian hyödyntämistavoite ja -tapa (lämpö ja sähkö)
- Tuhkien ja savukaasunpuhdistustuotteiden käyttö- ja sijoittamismahdollisuudet.

Laitos on suunniteltava niin, että polttotapahtumaa voidaan valvoa ja ohjata. Silloin kun polttoprosessin mallintaminen on mahdollista on polttolaitteisto ja polttotapahtuma optimoitava mallinnuksen avulla.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ei suoraan määrittele monessakaan tapauksessa, minkälainen polttoprosessi on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa eri jätetyypeille. Asiakirjaan on määritelty vain seuraavat perusprosessin valintaa koskevat parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittelyt:

- Yhdyskuntalietteen poltossa on BAT:n mukaista käyttää leijupetiteknikkaa. Yhdyskuntalietettä voidaan kuitenkin polttaa pieniä määriä muun jätteen seassa myös arinapolttolaitoksilla. Lietteitä voidaan polttaa myös rumpu-uuneissa.
- Nestemäisten ja sulavien jätteiden poltossa on BAT:n mukaista käyttää rumpu-uunia. Tällaista jätettä voidaan kuitenkin polttaa pieniä määriä muuhun jätteeseen sekoitettuna myös muun tyyppisissä polttolaitoksissa.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on ottaa polttotekniikan valinnassa huomioon seuraavassa taulukossa 6 esitetyt asiat:

Taulukko 6. Polttolaitoksen prosessin valinnassa huomioitavia asioita. Polttolaitoksessa voidaan käyttää BAT:n mukaisesti myös muita kuin esitettyjä prosesseja.

Prosessi /tekniikka	Tyypillinen käyttö ja soveltuvuus/rajoitukset	Kapasiteetti, uudet yksiköt	Edut	Haitat	Kustannus-kommentti.
Arinatulipesä, ilma-jäähdytteinen	Koostumukseltaan ja kappalekooltaan vaihtelevan jätteen poltto. Yleinen yhdyskuntajätteen poltossa. Poltettavan jätteen lämpöarvo 5 – 15 MJ/kg. Kiinteän yhdyskuntajätteen joukossa voidaan polttaa pieni määrä yhdyskuntalietettä ja sairaalajätettä.	5 – 30 t/h	Jätettä ei tyypillisesti tarvitse esikäsitellä. Pitkäaikainen käyttökokemus	Ei sovellu jauheille eikä nestemäisille tai sulaville jätteille. Sähköntuotannon hyötysuhde matala. Suuri pohjatuhan määrä	Edullinen käyttökustannus Pohjatuha on mahdollisesti käsiteltävä ennen sijoittamista tai hyötykäyttöä.
Arinatulipesä, neste-jäähdytteinen	Poltettavan jätteen lämpöarvo 10 – 20 MJ/kg. Muutoin kuten edellä.	5 – 30 t/h	Polton säätö parempi kuin ilmajäähdytteisellä arinalalla	Teknisesti edellistä vaativampi.	Investointiltaan ilmajäähdytteistä arinaa kalliimpi.
Arinatulipesän ja rumpu-uunin yhdistelmä	Voidaan käyttää hyvin vaihtelevan jätteen polttoon. Melko harvoin käytetty	1 – 10 t/h	Hyvä pohjatuhan laatu.	Kapasiteetiltaan pienempiä kuin arinalaitokset	Kallis investointi ja käyttö.
Kiinteä tasoarina ja mekaaninen sekoituslaitteisto	Soveltuu myös jauhemaisien jätteiden polttoon. Muu jäte on murskattava.	Yleensä pieniä.	Yksinkertainen.	Tukipolttolaitteen tarve jos jätteen lämpöarvo on matala.	Kilpailukykyinen erityiskohteissa.
Rumpu-uuni, ilma-jäähdytteinen	Hyvä palamistulos. Käytetään usein ongelmajätteiden polttoon. Soveltuu myös jauheiden, nestemäisten ja sulavien jätteiden polttoon.	< 10 t/h	Koeteltua tekniikkaa. Soveltuu monilla jätelaaduilla.	Rummun vuorauksia on ajoittain uusittava	Arinalaitoksia korkeammat kustannukset.
Rumpu-uuni, neste-jäähdytteinen	Kuten edellä, mutta poltettavan jätteen lämpöarvo voi olla korkeampi. Voidaan suunnitella myös tuhkaan sulattavaksi.	< 10 t/h	Vuorausten uusinnan tarve edellistä vähäisempi.	Tuhkaa sulattava rumpu-uuni on teknisesti vaativa.	
Kuplapetikattila	Kierrätyspolttolaitosten ja murskatun syntypaikkalajitellun jätteen energiakäyttö. Soveltuu myös lietteiden polttoon Hyvän energiahyötysuhteen ansiosta taloudellinen tavanomaisen polttoaineen ja jätteen rinnakkaispolto.	5 – 20 t/h	Hyvä sähköntuotannon hyötysuhde.	Jäte on murskattava ja suuret metallikappaleet on poistettava.	Jätteen esikäsitteily aiheuttaa kustannuksia ja energiankulutusta.

Prosessi /tekniikka	Tyypillinen käyttö ja soveltuvuus/rajoitukset	Kapasiteetti, uudet yksiköt	Edut	Haitat	Kustannus-kommentti.
Kiertopetikattila	Kuten edellä, mutta tehokkaampi suuremmissa kokoluokissa. Usean polttoaineen yhdistelmäpoltossa voi olla mukana myös varsin alhaisen lämpöarvon jätettä.	15 – 40 t/h	Hyvä sähkötuotannon hyötysuhde.	Jäte on murskattava ja suuret metallikappaleet on poistettava.	Jätteen esikäsitteily aiheuttaa kustannuksia ja energiankulutusta
Tasouunit	Yksinkertaisia tasouuneja on käytetty pitkään pienen kokoluokan jätteenpoltossa. Tämän-tyyppisellä polttotekniikalla on vaikea saavuttaa samanaikaisesti jätteenpoltoasetuksen vaatimia olosuhteita, päästöarvoja ja kunnollista energiatehokkuutta.				
Monitasouunit	Monitasouunit soveltuvat kosteiden, matalissa lämpötiloissa sulavia tuhkia muodostavien lietteiden polttoon.				
Kiinteäpeti-kaasutin	Kierrätyspolttoaineiden ja tavanomaisten polttoaineiden seosten kaasuttaminen. Kaasun puhdistus kattila- tai moottoripolttoaineeksi.	1 – 10 t/h	Voidaan saavuttaa hyvä sähkötuotannon tehokkuus.	Tekniikka on vasta kehityksessä kaupalliselle tasolle.	
Entrain flow –kaasutin	Korkealämpöarvoisten jätetyyppien kaasuttaminen ja ja kaasun poltto energiantuotannossa.	5 -10 t/h	Tuottaa hyvälaatuaista sulatettua tuhkaa.	Teknisesti vaativa prosessi.	Korkeat kustannukset.

Jätteenpolttolaitoksessa ei saa polttaa sellaista jätettä, joka ei sovellu laitoksen prosessiin. Prosessiin soveltumattoman jätteen polttaminen aiheuttaa ongelmia laitoksen toimivuudelle, päästöille ja turvallisuudelle.

Laitoksen käyttö on suunniteltava niin, että sitä voidaan käyttää mahdollisimman tasaisesti ja käynnistysten ja pysäytysten määrät ovat mahdollisimman vähäisiä.

6.1.2

Laitoksen huollon ja ylläpidon periaatteet

Laitoksen yleinen järjestys ja siisteys helpottavat kaikkea toimintaa ja auttavat huomaamaan myös mahdollisia ympäristöön vaikuttavia poikkeamia nopeasti. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ja käytäntöä on laatia laitokselle ennakkohuoltosuunnitelma ja huoltaa ja pitää laitosta kunnossa sen mukaisesti. Laitoksella on kiinnitettävä erityisesti huomiota seuraaviin asioihin:

- Vastanotettavien jätteiden tarkkailu ja mahdollisten riskimateriaalien tunnistaminen
- Pölynmuodostuksen välttäminen ja pölyjen säännöllinen poisto laitoksen tiloista ja laitteistoista
- Jätevesien huolellinen hallinta
- Korroosion hallinta.

Poltettavan jätteen laadun hallinta

Polttolaitokseen syötettävän jätteen laadun hallinta on laitoksen toiminnan ja päästöjen hallinnan kannalta keskeinen asia. Kaikilla polttolaitoksilla on teknisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia, joiden perusteella määräytyy minkälaista jätettä laitos voi ottaa vastaan. Laitoksen ominaisuuksien tunteminen on poltettavan jätteen laadun hallinnan perusta. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on laatia laitoksen ominaisuuksien perusteella spesifikaatiot vastaanotettaville jätteille ja suunnitella toimenpiteet, joilla varmistetaan spesifikaatioiden noudattaminen.

Hyväksyttävän jätteen spesifikaatioon vaikuttavat jätteiden vastaanotto- ja varastointijärjestelyt, laitoksen polttoprosessi ja savukaasujen puhdistusprosessi sekä laitoksen jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntämis- ja sijoitustavat. Näiden perusteella määritetään vastaanotettavalle jätteelle hyväksyttävät:

- Olomuodot, palakoot ja eri jätetyyppien määrät
- Kosteuden ja lämpöarvon vaihteluvälit
- Bromi-, jodi- ja elohopeapitoisuudet
- Kloorin ja rikin sallitut pitoisuudet
- Alkalimetallien, alumiinin ja muiden kerrostumia aiheuttavien aineiden maksimimäärät
- Muut vaadittavat ominaisuudet.

Sallitut pitoisuudet ja jätteen ominaisuudet vaihtelevat suuresti sen mukaan onko kyseessä yhdyskuntajätteen polttolaitos, yksittäistä jättemateriaalivirtaa varten suunniteltu polttolaitos, kierrätyspolttoainekattila vaiko ongelmajätteiden polttoon tarkoitettu laitos.

Vastaanotettavan jätteen laadun määrittely on erityisen tärkeää kierrätyspolttoaineita käyttävien kattiloiden ja vaarallisten jätteiden polttolaitosten osalta. Ensin mainittujen kohdalla siksi, että kierrätyspolttoainekattilat ja niiden savukaasujen puhdistusprosessit suunnitellaan tyypillisesti melko tasalaatuiselle polttoaineelle ja merkittävät poikkeamat aiheuttavat toimintahäiriöitä ja päästöjen lisääntymistä. Ongelmajätteiden polttolaitosten osalta laitoksen rajoitusten tunteminen on taas tärkeää sen vuoksi, että erityisesti kaupallisesti toimiviin polttolaitoksiin tarjotaan hyvin monenlaisia jäte-eriä, joita kaikkia ei voida polttaa ongelmitta kaikissa laitoksissa.

Mahdollisuudet vaikuttaa poltettavan jätteen laatuun ovat hyvin erilaiset eri tapauksissa. Suunniteltaessa polttolaitosta esimerkiksi teollisuuden yhteyteen yksittäistä jätteen tuottajaa varten jäte tunnetaan tarkasti ja sen ominaisuudet voidaan huomioida laitoksen suunnittelussa. Tällaisessa tapauksessa on olemassa jo alun alkaen suora yhteys jätteen tuottajan ja polttajan kesken ja jätteen laatuun voidaan useimmiten vaikuttaa. Myös kierrätyspolttoaineita käyttävien kattiloiden polttoaineille sovitaan laatuvaatimukset polttoaineiden toimitussopimuksissa.

Jalostamatonta yhdyskuntajätettä polttavien laitosten osalta jätteen laadun hallinta on vaikeampaa koska suora yhteys jätteen tuottajan ja polttajan välillä ei ole. Yhdyskuntajätteen keskimääräinen koostumus ja sen vaihtelu eri vuodenaikoina tunnetaan nykyään jo monilla alueilla melko hyvin. Jätteen joukkoon saattaa kuitenkin päätyä siihen kuulumattomia, laatuongelmia aiheuttavia jäte-eriä.

Yhdyskuntajätteen määrään ja laatuun voidaan vaikuttaa, kuten tunnettua, ohjeistuksella ja erilaisten keräysvaihtoehtojen tarjoamisella. Tästä vaikuttamisesta on Suomessa hyviä esimerkkejä muun muassa jätteen elohopeapitoisuuden osalta. Keräämällä elohopeaa ja muita erityisiä raskasmetalleja sisältäviä materiaali, kuten akut, paristot ja kyllästetty puu erillään voidaan näiden metallien pitoisuuksia yhdyskuntajätteessä alentaa merkittävästi. Suomessa useimmilla alueilla pitkälle viety jätteiden syntypaikkalajittelun käytäntö vaikuttaa huomattavasti jätteen laatuun ja mahdollistaa poltettavien jätejakeiden valinnan suoraan keräyksen yhteydessä. Jätteiden lajittelu ja keräyskäytännöt ovat tätä kirjoitettaessa kuitenkin selvästi muutosvaiheessa.

Jätteiden laadun analysointi ja osoittaminen on jatkossa yleistymässä Suomessa ja koko EU:ssa, koska määrittelemättömien jätteiden sijoittamisvaihtoehdot ovat poistumassa tai jo poistuneet. Tämä johtuu uudesta kaatopaikkoja koskevasta lainsäädännöstä, joka edellyttää myös kaatopaikoille sijoitettavien jätteiden tuntemista ja niiden laadun valvontaa.

Jätteenpolton parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja samalla myös parasta käyttökelpoista käytäntöä on valvoa polttolaitokseen vastaanotettavan jätteen laatua taulukon 7 mukaisin tavoin.

Taulukko 7. BAT:n mukaisia polttoon vastaanotettavan jätteen laadunvalvontamenettelyjä.

Jätetyyppi	Valvontamenettely	Huomautukset
Sekalainen yhdyskuntajäte	<ul style="list-style-type: none"> • Visuaalinen tarkastus vastaanottovarastossa • Kuormien erillispurku ja läpikäynti pistokokeina • Tuotavan jätteen punnitus • Radioaktiivisen materiaalin tunnistus 	Yrityksistä tuleviin jätekuormiin on kiinnitettävä erityishuomiota.
Kierrätyspolttoaineet ja energiajätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Visuaalinen tarkastus vastaanottovarastossa • Systemaattinen näytteenotto ja analysointi 	Ominaisuudet määritellään toimitus-sopimuksissa.
Ongelmajätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Visuaalinen tarkastus vastaanottovarastossa • Asiakirjojen tarkastus • Kaikkien säiliökuormien (autot ja junanvaunut) sisällön analysointi • Pienempien erien analysointi pistokokeina • Pakattujen erien purku ja tarkistus • Poltto-ominaisuuksien arviointi • Nesteiden sekoituskokeet ennen varastointia • Varastoitujen jätteiden leimahduspisteiden valvonta • Polttoon syötettävien materiaalien kemiallinen analysointi 	Kattava ohjeistus ja sopimukset ovat erityisen tarpeellisia. Analysointia voidaan vähentää poltto-laitokselle säännöllisesti toimitettavien tunnettujen jätteiden osalta
Yhdyskuntaliete	<ul style="list-style-type: none"> • Vesipitoisuuden säännöllinen analysointi • Koviin kiinteiden kappaleiden poisto ennen pumppausta ja käsittelyä. 	Polttoprosessia on säädettävä lietteen laadun mukaan.
Sairaalajäte	<ul style="list-style-type: none"> • Jätettä koskevien asiakirjojen tarkastus • Radioaktiivisuuden valvonta 	Sairaalajätteen kuljetuspakkauksia ei avata eikä jätteitä analysoida poltto-laitoksella tartuntavaaran vuoksi. Jätteen toimittaja veloitetaan hoitamaan jätteen laadunvalvonta.
Eläinjäte	<ul style="list-style-type: none"> • Jätettä koskevien asiakirjojen tarkastus • Matalariskisen jätteen näytteenotto ja testaus 	Riskimateriaalin kuljetuspakkauksia ei avata eikä jätteitä analysoida poltto-laitoksella tartuntavaaran vuoksi. Jätteen toimittaja veloitetaan hoitamaan laadunvalvonta.

Polttolaitokseen vastaanotettavien jätekuormien radioaktiivisuuden valvonta on parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Radioaktiivisuuden valvonta ei ole kuitenkaan tarpeen, mikäli radioaktiivisen materiaalin mukanaolon mahdollisuus jätteessä arvioidaan pieneksi. Radioaktiivisuuden valvonta-anturit voidaan sijoittaa esimerkiksi kuormien tuloreitille laitoksen sisäänajon yhteyteen. Tyypillisiä jäte-eriä, joissa radioaktiivisuutta esiintyy säännöllisesti ovat sairaala- ja laboratoriojätteet sekä tekniset yritysätteet. Jätteen tuottajien ohjeistuksessa on selvästi kiellettävä toisinaan jopa tahallisesti kustannussyistä tapahtuva radioaktiivisten jätteiden sekoittaminen muuhun jätteeseen.

6.1.4

Jätteen varastointi polttolaitoksella

Jäte on varastoitava polttolaitoksella varastoihin, joissa on tiiviit, kestävät pohjarakenteet ja viemärijärjestelyt, joiden kautta varastoon kertyvä neste poistuu hallitusti. Myös kuormaus- ja purkualueiden on oltava tiiviitä ja viemäroityjä. Oheisessa taulukossa esitetyt varastointitapoja voidaan pitää parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisina 8.

Taulukko 8. BAT:n mukaisia poltettavan jätteen varastointijärjestelyjä.

Jätetyyppi	Varastointijärjestely
Kaikki jätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Haisevien materiaalien varaston poistoilma on käytettävä ensisijaisesti polttolaitoksen palamisilmana. • Varaston alueen viemärointi on merkittävä selkeästi muusta viemäroinnistä erottuvaksi. • Jätteen varastointiaika on rajattava jätteisiin liittyvien riskien mukaan jätetyypeittäin. • Varaston koon on oltava tarkoituksenmukainen. • Joitain jätelaatuja voidaan säilyttää tilapäisvarastossa paalattuina tai muutoin pakattuina, mikäli tällaisesta varastoinnista ei aiheudu riskejä. • Varasto on varustettava asianmukaisella palosuojauksella kuten polttolaitoksen ja varaston välisellä palonkestävällä seinällä.
Kiinteä yhdyskuntajäte ja vaaraton teollisuusjäte	<ul style="list-style-type: none"> • Varastobunkkeri tai -halli, jossa on tiivis, kestävä pohjarakenne. • Varaston on oltava katettu ja siinä on oltava seinät. • Sisätiloissa oleva kuormien purkupaikka. • Suuria, saastuttamattomia yksittäisineiteä voidaan varastoida ilman erityistoimenpiteitä.
Kiinteä esikäsitelty yhdyskuntajäte ja kierrätyspolttoaine	<ul style="list-style-type: none"> • Sisätiloissa oleva kuormien purkupaikka. • Tiivislattiat varastobunkkeri tai varastohalli. • Varaston on oltava katettu ja siinä on oltava seinät. • Paalattua tai muutoin pakattua hyvälaatuista jätettä voidaan varastoida myös ulkovarastossa.
Nestemäiset jätteet ja lietteet	<ul style="list-style-type: none"> • Kestävä kaukaloitu varastosäiliö, jonka liitoslaipat ja venttiilit on sijoitettu kaukaloinnin sisäpuolelle. • Säiliön tuuletus on johdettava polton palamisilmaksi. • Kanavistot ja muut laitteet on varustettava räjähdysuojauksin.
Tynnyreihin tai astioihin pakatut nestemäiset jätteet ja lietteet	<ul style="list-style-type: none"> • Varastoitava katetulla, kaukaloidulla alueella, jonka kaukalointi on kestävä materiaalia.
Ongelmajätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Varastoitava riskinarvioinnin mukaan toisistaan erillisissä tiloissa. • Varastoitava samoin kuin vastaavat kemikaalit. • Varastointiaikaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. • Varastointi ja käsittely on suunniteltava niin, että työntekijät eivät joudu kosketuksiin jätteen kanssa. • Varastossa oltava astioiden ja pintojen pesulaitteistot.
Sairaalajätteet ja biologiset riskijätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Erillinen varastointi. • Biologiselle riskimateriaalille oltava jäädytetty varasto. • Varastointiaikojen minimointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. • Varastointi ja käsittely on suunniteltava niin, että työntekijät eivät joudu kosketuksiin jätteen kanssa. • Varastoitava pakastelämpötilassa, jos varastointiaika on yli 48 tuntia.

Suomalaisen standardin SFS 5875 mukaisia kierrätyspolttoaineita voidaan tyypillisesti varastoida näille polttoaineille suunnitelluissa siloissa. Silovarastointi täyttää parhaan käytettävissä olevan tekniikan vaatimukset. Luokkien REF I ja II mukaisia kierrätyspolttoaineita voidaan varastoida myös varastohallissa. Hallivarastoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että polttoaine on todellisuudessa esitetyn luokan mukaista eikä sisällä esimerkiksi hajaantuvaa biomassaa tai orgaanisia aineita, jotka saattaisivat aiheuttaa kaasunmuodostusta tai palovaaraa.

Jätteen vastaanottoalueita ja varastoa on valvottava joko suoralla näköyhteydellä tai kameroin tapahtuvalla kaukovalvonnalla.

Jätteen varastointiaikaa polttolaitoksella tulisi yleisesti ottaen pyrkiä minimoimaan, jotta vältetään jätteessä tapahtuvilta haitallisilta muutoksilta. Erityisesti on varottava orgaanisen jätteen biologista hajoamista, jonka tuloksena jätevarastoon saattaa muodostua myrkyllisiä, helposti syttyviä kaasuja. Hajoamisreaktiot voivat myös nostaa merkittävästi jätteen lämpötilaa ja lisätä tulipalon tai räjähdysvaaraa. Kosteaa jätteen lämpötilan nousu haihduttaa jätteestä vettä, joka talviolloissa tiivistyy helposti varaston kattorakenteisiin, mikäli niitä ei ole eristetty riittävästi. Tiivistyvä vesi saattaa aiheuttaa korroosiota ja mahdollisesti haittoja varastoon sijoitettujen laitteiden toiminnalle.

Pakattujen jätteiden pakkaukset voivat syöpyä tai muutoin hajota pitkäaikaisessa varastoinnissa ja niiden pakkausmerkinnät voivat haalistua tai irrota. Ongelmajätteiden kemiallisen hajoamisen tai polymeroitumisen riski on tunnettava ja otettava huomioon varastointia suunniteltaessa.

Jätteen varastointi mahdollistaa eri hetkinä toimitettujen jäte-erien sekoittamisen ja sitä kautta laadultaan tasaisemman jätteen syöttämisen polttoon. Tämä on erityisesti hyödyllistä joidenkin ongelmajätteiden kohdalla, mutta parantaa myös kiinteän yhdyskuntajätteen polttoa.

Kiinteitä hyvälaatuisia jätemateriaaleja ja erityisesti jätteistä valmistettuja kierrätyspolttoaineita voidaan paalata pitkäaikaisvarastointia varten esimerkiksi laitoksen kesäkauden seisokkijalla ja käyttää polttoaineena talvikaudella. Hyvälaatuiset kierrätyspolttoaineet säilyvät tiiviisti paalattuina varsin hyvin. Paalit on varastoitava tiiviillä, viemäroidyllä varastoalueella, jonka paloturvallisuudesta huolehditaan asianmukaisesti. Myös paalattu jäte saattaa houkutelaa haittaeläimiä.

Jätevaraston poistoilman johtaminen polttolaitoksen palamisilmaksi on paras käyttökelpoista tekniikka. Tämän järjestelyn avulla vähennetään jätevarastosta ympäristöön pääsevien haihtuvien aineiden ja pölyn määrää ja niihin liittyviä hajuja ja haitallisia aineita. Järjestely edellyttää, että jätevarasto on melko tiivis lukuunottamatta jätteen tuontiaukkoja. Näin varastoon saadaan aikaan alipaine ja leijuvan pölyn ja kaasumaisten aineiden kulkeutuminen hallitsemattomasti ulos varastosta estyy. Menettelyä voidaan käyttää myös säiliö- ja silovarastoissa kytkemällä säiliöiden ja siilojen tuuletusputket kattilan palamisilmajärjestelmään. Menetelmä on erityisen tehokas, kun varastoidaan haihtuvia nestemäisiä jätteitä ja haisevia lietteitä. Kytkeäntöjen suunnittelussa ja toteuttamisessa on huomioitava palo- ja räjähdysvaara ja järjestelmä on varustettava häiriötilanteessa automaattisesti toimivilla sulkua- ja erotuslaitteilla. Jätevaraston ilmanvaihtoon on toteutettava myös poistoilman käsittelyn varajärjestely, joka on käytettävissä silloin kun polttolaitos ei ole toiminnassa.

Erilaisten jäte-erien varastoiminen toisistaan erillään on tarpeen erityisesti ongelmajätteiden polttolaitoksilla, mutta eräissä tapauksissa myös muun jätteenpolton yhteydessä. Erillään varastoinnin avulla voidaan välttää jätteiden keskinäisestä rea-

goinnista johtuvia riskejä. Polttoon syötettävän jätteen ominaisuuksia voidaan myös tasata erillisen varastoinnin avulla kun jätteitä voidaan sekoittaa toisiinsa hallitusti. Taulukossa 9 on esitetty jätteiden erillisen varastoinnin pääpiirteitä.

Taulukko 9. BAT:n mukaisia poltettavien jäte-erien erillään varastoinnin periaatteita.

Jätetyppi	Erillisen varastoinnin periaate
Kiinteä yhdyskuntajäte	<ul style="list-style-type: none"> Jäte-eriä ei tavanomaisesti varastoida toisistaan erillisinä Jotkut erikoisjäte-erät voidaan varastoida erilleen esimerkiksi tiettyyn varaston osaan ja sekoittaa vähitellen muun jätteen joukkoon ominaisuuksiltaan tasaisen syötön aikaansaamiseksi.
Käsittely yhdyskuntajäte ja kierrätyspolttoaineet	<ul style="list-style-type: none"> Eri toimituseriä ei yleensä varastoida erillisinä.
Ongelmajätteet	<ul style="list-style-type: none"> Yhteensopimattomien jätteiden varastointi ja erilläänpito on suunniteltava huolellisesti. Yleisiä ongelmajätteille käytettäviä varastoinnin periaatteita: <ul style="list-style-type: none"> Fosfidit, isosyanaatit ja alkalimetallit varastoidaan vesistä ja vesiliuoksista erillään Syanidit varastoidaan hapoista erillään Palavat aineet ja hapettimet varastoidaan erillään
Yhdyskuntaliete	<ul style="list-style-type: none"> Yleensä ei erillisvarastoinnin tarvetta Jotkin teollisuuden lietteet voidaan varastoida erillään ja sekoittaa polttoon syötettävään lietteeseen vähitellen.
Sairaalajäte	<ul style="list-style-type: none"> Eri erien kosteus ja lämpöarvo voi vaihdella paljon Varastoidaan erillisinä, jotta voidaan syöttää polttoon mahdollisimman tasalaatuisena.

Jätteen tuottajan on pakattava ongelmajätteet ja tartuntavaaralliset jätteet huolellisesti kuljetusta ja käsittelyä kestäviin pakkauksiin. Ongelmajätteille on laadittava pakkauskohtaiset siirtoasiakirjat, joista käy selville seuraavat asiat:

- ongelmajätteen haltijan, kuljetuksen suorittajan ja vastaanottajan nimi ja yhteystiedot
- ongelmajätteen siirron ajankohta sekä pakkaus- ja kuljetustapa
- toiminto ja paikka, jossa ongelmajäte on syntynyt
- ongelmajätteen nimi sekä jätteen koostumus, olomuoto ja määrä
- jäteasetuksessa esitetyt ongelmajätteen pääasialliset ominaisuudet.

Siirtoasiakirja on allekirjoitettava ja allekirjoittajan on vakuutettava tietojen olevan oikeita.

Ongelmajätteet on lisäksi merkittävä maantiekuljetuksen ajaksi VAK-merkinnöin. Kuljetuksen aikana ajoneuvossa on oltava mukana kyseistä jätettä koskeva käyttö-turvallisuustiedote ja siirtoasiakirja.

Suomessa ongelmajätteet on merkittävä seuraavasti ²⁶:

”Jos ongelmajätteellä on jokin jäteasetuksen liitteessä 4 luetelluista ominaisuuksista H 1—8, 10, 11 tai 14, on pakkaukseen jäteasetuksen 6 §:n 1 momentissa säädettyjen tietojen lisäksi merkittävä jätteen pääasiallisia vaarallisia ominaisuuksia aiheuttavat aineet sekä varoitusmerkit ja niiden nimet samoin kuin vaaraa ja turvallisuustoimenpiteitä osoittavat standardilausekkeet (R ja

²⁶ Valtioneuvoston päätös ongelmajätteistä annettavista tiedoista sekä ongelmajätteiden pakkaamisesta ja merkitsemisestä (659/96))

S-lausekkeet) siten kuin niistä on säädetty tai määrätty kemikaalilain (744/89) nojalla.

Jos jäte ei koostumukseltaan ja ominaisuuksiltaan olennaisesti poikkea siitä aineesta, josta jäte on pääosin muodostunut, ja jäte säilytetään aineen alkuperäisessä pakkauksessa, voidaan myös käyttää pakkauksessa ennestään olevia varoitusmerkintöjä täydentämällä niitä muilla jäteasetuksen 6 §:n 1 momentissa säädetyillä tiedoilla.

Jos ongelmajätteen koostumusta ei voida kohtuudella selvittää, tulee pakkauksessa olla merkintä ”Myrkyllistä jätettä, koostumus tuntematon”. Varoitusetiketissä tulee tällöin olla varoitusmerkit T (myrkyllinen) ja F (helposti syttyvä) sekä R-lausekkeet 11-23/24/205 ja S-lausekkeet 1-3/7/9-36/37/39.”

Merkintöjä ja lyhenteitä ei ole tässä käyty tarkemmin läpi. Niitä koskevia tietoja löytyy muuan muassa jäteasetuksesta ja ongelmajätteiden kuljetusohjeista. Suomessa käytetään eräissä yhteyksissä ongelmajätteistä myös nimitystä vaarallinen jäte. Tässä raportissa on kuitenkin pyritty käyttämään systemaattisesti termiä ongelmajäte.

6.1.5

Tulipalon vaaraan varautuminen, palonilmaisimet ja sammutusjärjestelmät

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on laatia laitokselle paloturvallisuussuunnitelma. Suunnitelman on katettava tulipalon vaaraa vähentävät ja mahdollisen palon leviämistä rajoittavat asiat sekä palonilmaisu- ja sammutusjärjestelmät. Suunnitelmassa on huomioitava erityisesti:

- Jätteiden käsittely- ja varastointialueet
- Jätteen syöttölaitteet
- Sähkö- ja automaatiotilat
- Savukaasun puhdistusjärjestelmän kangassuodattimet ja aktiivihiilisuodattimet.

BAT:n mukaista on sisällyttää suunnitelmaan myös sammutussuunnitelmat.

Vertailuasiakirja mainitsee suositeltavaksi varustaa edellä mainitut neljä laitosaosaa automaattisilla palonilmaisimilla ja harkinnan mukaan automaattisilla sammuttimilla. Lisäksi asiakirjassa esitetään sammutusputkistojen ja suuttimien asentamista jätevarastoon ja jätteen syöttösiilon yläpuolelle. Käytännössä mainitut toimenpiteet eivät useinkaan ole riittäviä, vaan jätteen vastaanottotilat, esikäsitteilyjärjestelmät, varastot ja kuljettimet on varustettava tehokkailta automaattisilla sammutusjärjestelmillä. Järjestelmässä on usein tarpeen käyttää rinnakkain erityyppisiä palonilmaisimia, kuten lämmön, kipinän tai hiilimonoksidin tunnistukseen perustuvia ilmaisimia. Erityisen tarkasti harkittavia riskikohtia ovat jätteen murskaus- ja seulontalaitteet, kuljettimet ja kohdat, joissa jätteen joukossa olevat kappaleet voivat aiheuttaa kipinöintiä. Näiden kohtien suojaamiseen kannattaa ainakin kuivia jätteitä ja kierrätyspolttoaineita käsiteltäessä harkita nykyisin tarjolla olevia nopeita kipinäntunnistukseen perustuvia sammutuslaitteita. Järjestelmän tekninen taso on harkittava kussakin kohteessa riskin perusteella.

Kierrätyspolttoaineiden käsittelyssä on koko käsittelyketjussa kiinnitettävä huomiota palovaaraan ja palontorjuntaa. Laitoksen pitäminen puhtaana polttoainepölystä ja mahdollisesti laiteistoista ulos päässeestä kierrätyspolttoaineesta on yksi palosuojelun peruslähtökohta.

Orgaanista materiaalia sisältävän jätteen varastokasat ovat erityisen herkkiä syttymään, koska niissä muodostuu helposti syttyviä kaasuja ja kasojen lämpötila nousee mikrobien toiminnan seurauksena.

Laitoksen suunnittelussa ja käytössä on otettava huomioon, että aktiivihiili on herkästi palavaa. Aktiivihiiltä sisältävien laitteiden sisäpuoliseen sammutukseen kannattaa harkita höyry- tai typpisammutusjärjestelmää.

Laitokselle on tehtävä tarpeellinen palo-osastointi.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista on toteuttaa laitos niin, että mahdolliset palonsammutusvedet eivät pääse hallitsemattomasti ympäristöön tai viemärijärjestelmän kautta vesistöön.

Hyvän suunnittelukäytännön mukaista on keskustella laitoksen teknisistä palosuojeluratkaisuista ja sammutussuunnitelmista paikallisten paloviranomaisten kanssa jo suunnittelun alkuvaiheessa.

6.1.6

Metallien talteenotto

Tavanomaisissa poltto- ja kaasutusprosesseissa perusmetallit kuten rauta, ruostumaton teräs, kupari, alumiini ja messinkiseokset hapettuvat vain vähän ja päätyvät metallisessa muodossa polton pohjatuhkaan. Tuhkan metallin määrä riippuu melko suoraan poltettavan jätteen sisältämästä romumetallin määrästä. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on erottaa pohjatuhkasta hyötykäyttöön metalleja silloin kuin tuhka sisältää niitä merkittävässä määrin ja erottaminen on taloudellisesti mielekästä. Pohjatuhkasta voidaan erottaa rautametalleja magneettierottimella ja muita metalleja pyörrevirtaerottimella (eddy current separation). Magneettisessa erotuksessa tuhka levitetään ohueksi kerrokseksi voimakkaan magneetin ali kulkevalle kuljettimelle. Magneetti vetää rautametallikappaleet tuhkakuljettimelta magneettisyksikön kuljettimelle, joka siirtää ne erilliseen varastoon tai kuljetuslavalle. Tehokas raudanerotus edellyttää yleensä kaksivaiheista magneettierotusta, jonka vaiheiden välillä tuhka murskataan ja seulotaan, sillä osa metallikappaleista on tyyppillisesti kiinni tuhkasinttereissä.

Pyörrevirtaerotuksessa tuhkan ei-magneettisiin metallikappaleisiin indusoidaan pyörivien magneettien avulla sähköisiä varauksia, jotka singahduttavat nämä metallikappaleet muusta tuhkasta erilleen. Erotus voidaan käytännössä tehdä ainoastaan rautametallien erottamisen jälkeen. Pyörrevirtaerotuslaitteistot ovat ainakin toistaiseksi varsin kalliita.

Metallien erotus voidaan tehdä myös jo jätteen esikäsittelyn yhteydessä. Poltettaessa jätteitä leijupetiprosesseilla on ainakin suurin osa rautametalleista erotettava teknisistä syistä ennen polttoa. Menetelmä toimii samoin kuin edellä kuvattu tuhkan rautametallien erottaminen. Samoin ei-magneettisten metallien erotus tapahtuu edel-

lä kuvatulla tavalla. Jätteestä ennen polttoa erotettu metalliromu on tarpeen mukaan pestävä ja desinfioitava ennen jatkokäsittelyä tartuntavaarojen vähentämiseksi.

6.1.7

Polton palamisolosuhteet

Jätteenpolttoasetuksessa ja jätteenpolttodirektiivissä määrättyjen polton lämpötilojen ja viipymäaikojen mukainen poltto on yleisesti ottaen parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Näiden lämpötilojen ja viipymäaikojen ylittäminen ilman erityistä tarvetta ei useimmiten ole BAT:n mukaista, koska siitä aiheutuu tarpeettomia ympäristökuormituksia.

Jätteen polttaminen direktiivissä määritellyä alemmassa lämpötilassa ja lyhyemmällä viipymäajalla voi myös joissain tapauksissa olla parasta käyttökelpoista tekniikkaa, mikäli näissä olosuhteissa saavutetaan yhtä hyvä tai parempi palamistulos kuin direktiivin määrittelemissä olosuhteissa.

6.1.8

Palamisilman esilämmitys

Palamisilman esilämmitys on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa poltettaessa kosteita jätteitä. Palamisilman lämmittäminen ennen sen syöttämistä palotilaan on myös useimmissa tapauksissa normaalin hyvän suunnittelukäytännön mukaista.

6.1.9

Tukipolttimet

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on varustaa laitos puhdasta polttoainetta käyttävillä tukipolttimilla, joilla varmistetaan polttokammion riittävä lämpötila laitoksen käynnistysten ja pysäytysten yhteydessä sekä tarvittaessa myös jätteenpolton aikana. Tukipolttimien vaatimus sisältyy myös jätteenpolttoasetukseen.

6.1.10

Kaasutus ja pyrolyysi

Käytettäessä jätteiden termisessä käsittelyssä pyrolyysi- tai kaasutusprosessia on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista yhdistää prosessiin polttovaihe, jossa muodostunut kaasu poltetaan ja vapautuva lämpöenergia otetaan talteen. Poltto on toteutettava niin, että sen savukaasupäästöt eivät ylitä parhailla käytettävissä olevilla tekniikoilla saavutettavaa tyypillistä tasoa. Parasta käytettävissä olevaa tekniikka on myös ottaa kaasutuksen tai pyrolyysin tuotteet (kaasut, kiinteät tai nestemäiset) talteen erikseen tapahtuvaa hyödyntämistä varten.

Kierrätyspolttoaineen kaasuttaminen leijupetireaktorissa ja kaasutuksen tuotekaasun puhdistaminen kattilapolttoaineeksi on tämän mukainen prosessi. Samoin kokeiluvaiheessa oleva suomalainen tekniikka, jossa kierrätyspolttoaine kaasutetaan kiinteäpetikaasuttimessa ja kaasu puhdistetaan moottoripolttoaineeksi.

Lämmönsiirtopintojen kerrostumien hallinta

Jätteenpolttokattilan lämmönsiirrinpinnoille kertyy helposti lämmönsiirtoa heikentäviä kerrostumia. Paksuntuessaan kerrostumat haittaavat myös savukaasujen virtausta ja aiheuttavat savukaasukanaviston tukkeutumista. Kerrostumien hallinta on keskeinen asia jätteenpolttolaitoksen hyvän käytettävyyden saavuttamisessa. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on suunnitella ja toteuttaa kattila noudattaen seuraavia periaatteita:

- Tulipesän on oltava riittävän suuri, jotta kaasuvirran mukaan lähtevät partikkelit ehtivät palaa loppuun ennen kuin ne poistuvat tulipesästä
- Tulipesän ja lämmönsiirrinten välissä on oltava riittävän suuri avoin jäähdytyskanava, eli niin kutsuttu ”tyhjä veto”, jonka seinät toimivat lämmönsiirtiminä. Savukaasu jäähdytetään tässä kanavassa niin paljon, että sen sisältämä tuhka ei ole enää kanavan jälkeen tahmeaa ja merkittävä osa kondensoituvista yhdisteistä ehtii kiinteytyä ja erottua pois savukaasusta. Tyypillisesti savukaasun lämpötilan tulisi olla kanavan jälkeen alle 650 °C.
- Avoimen kanavan jälkeen ensimmäiseksi sijoitettavan tulistimen rakenteen on oltava sellainen, että savukaasun epäpuhtaudet eivät tuki sitä helposti. Tässä kohdassa käytetään usein tulistinrakennetta, jossa on kaasun virtausuuntaan asennetut levymäiset, harvaväliset lämmönsiirrinpinnot (niin kutsuttu Platten-rakenne).
- Savukaasukanavistojen muodon on oltava sellainen, että kaasun virtausnopeus on mahdollisimman tasainen.
- Jäähdyttimien vesi- ja höyryvirtojen on oltava mahdollisimman tasaisia, jotta jäähdyttimien pinnoille ei muodostu ylikuumia kohtia.
- Kattila on varustettava tarkoitukseen sopivalla nuohoimella. Nuohointyyppin valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Näiden teknisten ratkaisujen lisäksi kattilaan kertyneet kerrostumat on tyypillisesti puhdistettava vähintään kerran vuodessa.

Jätteen sisältämän energian talteenoton ja hyödyntämisen tehokkuus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on optimoida jätteenpolttolaitoksen energian talteenotto ja toimittaminen hyötykäyttöön sekä laitoksen oma energiatehokkuus yhtenä kokonaisuutena. Optimointi olisi tehtävä mahdollisimman pitkää aikaväliä tarkastellen ja siinä olisi huomioitava esimerkiksi hyödynnettävän energian kysynnän kausivaihtelut ja kysynnän kehittyminen tarkastelujakson aikana. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on sijoittaa polttolaitos sellaiseen paikkaan, että talteen otetulle energialle on mahdollisimman tasainen, jatkuva kysyntä. Polttolaitoksen sijoittaminen paikkaan, jossa energia voidaan hyödyntää tasaisesti ja tehokkaasti vaikuttaa yleensä hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseen enemmän kuin yksittäiset tekniset ratkaisut. Laitospaikkaa valittaessa on otettava huomioon myös mahdollisuus varmistaa energian kysyntä pitkäaikaisin sopimuksin.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ei määrittele jätteiden energiasisällön hyödyntämisessä lämmön- ja sähköntuotannon keskinäistä paremmuutta, vaan tarkastelee asiaa poltossa vapautuvan entalpian hyödyntämisen kannalta. Sähköä voitaneen kuitenkin käytännössä pitää lämpöä arvokkaampana energiamuotona niin fysikaalisesti kuin kauppa-arvonkin kannalta.

Polttolaitoksella talteen otettavan energian hyödyntämisen kannalta laitos olisi hyvä sijoittaa esimerkiksi jatkuvatoimisen, ympäri vuoden lämpöä tarvitsevan teollisuusprosessin tai laajan kaukolämpöverkon yhteyteen. Laitos voidaan suunnitella tällaiseen kohteeseen tuottamaan energian käyttäjän tarpeen mukaan sähkön lisäksi joko höyryä tai kaukolämpöä tai molempia. Suomen oloissa on kuitenkin huomattava, että meillä on olemassa mainitun tyyppisissä kohteissa usein pitkälle kehittyneitä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksia, ja jätteenpolttolaitoksen olisi oltava näihin nähden kilpailukykyinen. Useat yhteistuotantolaitokset hyödyntävät jo nyt jätteistä valmistettuja kierrätyspolttoaineita rinnan peruspolttoaineina käytettävien metsäteollisuuden ja metsätalouden sivutuotteiden kanssa.

Hyvän sähköntuotannon aikaansaamiseksi jätteenpolttolaitos olisi suunniteltava niin, että sen kattilan tuottaman höyryn lämpötila olisi mahdollisimman korkea. Korkeaa höyryn lämpötilaa rajoittaa kuitenkin voimakkaasti useimmissa tapauksissa poltettavan jätteen sisältämä kloori, jonka aiheuttama korrosio on korkeilla höyrynarvoilla hyvin voimakasta. Tämän vuoksi useimmilla jätteenpolttolaitoksilla höyryn tulistuspöytätila on korkeintaan luokkaa 450 – 480 °C. Teknisten erikoisratkaisujen avulla voidaan joissain tapauksissa käyttää jonkin verran korkeampia lämpötiloja.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on myös tuottaa ainoastaan sähköä silloin kun lämmölle ei ole kysyntää. Tässä tapauksessa arvokasta tuotetta eli sähköä saadaan enemmän, mutta laitoksen entalpiahyötysuhde jää alhaisemmaksi.

Laitoksen tuottamaa lämpöä voidaan käyttää myös jäähdytysjärjestelmien käyttövoimana tai sitä voidaan hyödyntää kosteiden biopolttoaineiden kuivaukseen.

Vertailuasiakirjassa on kuvattu yhdistettyä sähkön ja lämmöntuotantoa ja sen energiatehokkuutta laajasti, mutta koska kuvatut asiat eivät liity erityisesti jätteenpolttoon, niitä ei ole käsitelty tässä tarkastelussa. Kuten jo aiemmin on todettu, yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto on Suomessa yleisesti käytössä.

Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tapahtuvan energian talteenoton tasona pidetään vertailuasiakirjan mukaan taulukossa 10 esitettyjä jätteenpolttolaitoksen kattilassa veteen tai höyryyn siirtyviä polttoaineen energiaosuuksia:

Taulukko 10. BAT:n mukaisia energian talteenoton tasoja.

Jätetyyppi	Kattilassa veteen tai höyryyn siirtyvän energian osuus jätteen kokonaisenergiämäärästä
Kiinteä yhdyskuntajäte	• 80 % tai enemmän
Käsitelty yhdyskuntajäte ja kierrätyspolttoaineet	• 80 – 90 % kun jäte poltetaan leijupetikattilassa
Korrosiota aiheuttavat ongelmajätteet	• 60 – 70 % tai enemmän
Muut jätteet	• 60 – 90 %

Käytettäessä jätteen termiseen käsittelyyn kaasutus- tai pyrolyysiprosessia ja kaasu poltetaan kattilassa, on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista toteuttaa

prosessi niin, että kaasun energiasisällöstä saadaan talteen 80 % tai enemmän. Vaihtoehtoisesti kaasu voidaan myös polttaa kaasumootorissa tai se voidaan muutoin hyödyntää.

Taulukossa 11 on vertailtu erilaisten laitostekniikoiden sähköntuotannon hyötysuhteita.

Taulukko II. Jätteenpolttolaitosten sähköntuotannon hyötysuhteita.

Terminen perusprosessi	Sähköntuotannon hyötysuhde	Erityistä
Arinapoltto	20 – 25 %	Hyvin koeteltu tekniikka, joka sopii koostumukseltaan vaihtelevalle jätteelle. Ei edellytä jätteen esikäsitteilyä. Lentotuhkan määrä vähäisempi kuin leijutekniikoilla.
Leijupetikattilat	25 – 30 %	Polttoaine on esikäsiteltävä.
Kaasutus ja siihen liitetty kaasun puhdistus	30 – 40 %	Hyötysuhde riippuu kaasua polttavan voimalaitoksen hyötysuhteesta. Polttoaine on esikäsiteltävä.

6.1.13

Laitoksen oman energiankäytön minimointi

Jätteenpolttolaitoksen oma energiankulutus koostuu laitoksen käyttämistä polttoaineista ja sähköstä. Merkittävimmät sähköenergiaa kuluttavat laitteistot ovat ilma- ja savukaasupuhaltimet, mahdolliset polttoainemurskaimet ja määrän savukaasun puhdistusprosessin pumput. Laitoksen polttoaineen kulutus muodostuu puhtaan polttoaineen käytöstä käynnistysten ja pysäytysten aikana, mahdollisesta tukipoltosta sekä mahdollisesta savukaasujen uudelleenlämmityksestä.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista on pitää nämä kulutukset mahdollisimman pienenä laitoksen päästöjä lisäämättä ja hyvää polttotulosta vaarantamatta. Laitoksen energiakäyttö on optimoitava kokonaisuutena eikä laite- tai osaprosessikohtaisesti. Konkreettisia keinoja laitoksen energiankäytön vähentämiseksi ovat esimerkiksi:

- puhaltimien, pumppujen ja kuljettimien varustaminen säätökäyttöillä (inverttereillä)
- savukaasujen puhdistusprosessin suunnittelu niin, että savukaasun lämmityksestä ei aiheudu energiahäviötä
- tukipolttoaineen käytön välttäminen sekoittamalla tarvittaessa eri jätelaatuja riittävän korkealämpöarvoisen polttoseoksen aikaansaamiseksi.

Laitosta ja sen mahdollisia muutoksia suunniteltaessa on otettava huomioon, että energiankulutus lisääntyy yleensä merkittävästi kun laitoksen ominaispäästöjä alennetaan. Tämän vuoksi mahdollisesti toteutettavaa päästöjen erityistä rajaamista on tarkasteltava yhdessä sen aiheuttaman lisääntyvän energiankulutuksen kanssa. Saksalaisilla jätteenpolttolaitoksilla on olemassa useita esimerkkejä erityistapauksissa

toteutetun hyvin alhaisen päästötason aiheuttamasta voimakkaasti lisääntyneestä energiankulutuksesta.

6.1.14

Laitoksen savukaasupäästöjen taso ja puhdistuksen periaatteen valinta

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja ei määrittele mitään tiettyä savukaasujen puhdistusmenetelmää, jota jätteenpolttolaitoksilla olisi käytettävä. Asiakirja sen sijaan luettelee seikkoja, jotka on otettava huomioon kun savukaasujen puhdistusmenetelmää valitaan. Lisäksi asiakirjassa määritellään joukko yksityiskoh- tia koskien puhdistuksen erityisasioita. Nämä on esitetty tämän raportin asianomaisia toimintoja käsittelevissä kohdissa.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on varustaa jätteenpolttolaitos savukaasujen puhdistusprosessilla, jolla on mahdollista saavuttaa seuraavassa tau- lukossa 12 kuvatut normaalin käytön aikaiset savukaasupäästöjen tasot:

Taulukko 12. BAT:n mukaista tekniikkaa käyttävien laitosten mitattuja normaalin käytön aikaisia päästötasoja (BAT associated level ranges).

Päästö / Pitoisuus; mg/Nm ³ , (O ₂ 11 % kuiva sk.)	Yksittäismittaus	Puolen tunnin keskiarvo	24 tunnin keskiarvo	Erityistä
Hiukkaset		1 – 20	1 – 5	Vaihteluvälien alimpiin arvoihin päästään kangassuotimilla. Hiukkaspäästöjen pitäminen alhaisina vähentää tehokkaasti myös metallien päästöjä.
Kloorivety (HCl)		1 – 50	1 – 8	Jätteen laadun pitäminen tasaisena sekoituksen avulla vähentää puhdistuslaitteistoon tulevan savukaasun pitoisuusvaihteluja ja vähentää hetkellisten ylitysten mahdollisuutta
Fluorivety (HF)		< 2	< 1	
Rikkidioksidi (SO ₂)		1 – 150	1 – 40	Vaihteluvälien alimpiin arvoihin päästään yleensä vain määrillä puhdistusprosesseilla.
NO ja NO ₂ (NO ₂ :ksi laskettuna) Laitokset, joissa SCR		40 – 300	40 – 100	SCR:n käyttö lisää energiankulutusta ja kustannuksia merkittävästi.
NO ja NO ₂ (NO ₂ :ksi laskettuna) Laitokset ilman SCR:ää		30 – 350	120 – 180	Näihin arvoihin päästään tyypillisesti käyttämällä SNCR-tekniikkaa.
Kaasumaiset orgaaniset yhdisteet (TOC)		1 – 20	1 – 10	Laitoksen polttotekninen toimivuus määrää näiden päästöjen suuruuden. Savukaasujen puhdistusprosessit eivät juurikaan vaikuta näihin päästöihin.
Hiilimonoksidi (CO)		5 – 100	5 – 30	
Elohopea (Hg)	< 0,05	0,001 – 0,03	0,001 – 0,02	Elohopeapäästöjä voidaan hallita puhdistusprosessien avulla, mutta ympäristön kannalta olisi useimmiten tehokkainta pyrkiä vähentämään jätteen sisältämän elohopean määrää.
Kadmium ja tallium yhteensä (Cd + Tl)	0,005 – 0,05			Päästöjen hallinta perustuu hyvään hiukkaserotukseen ja hiilipitoisiin adsorptioaineisiin (aktiivihili).
Muut raskasmetallit yhteensä (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	0,005 – 0,5			Nämä metallit ovat savukaasussa yleensä hiukkasiin sitoutuneina ja hyvä hiukkasten erotus vähentää tehokkaasti näitä päästöjä.
Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)	0,01 – 0,1 (ngTEQ/Nm ³)			PCDD/F-yhdisteet hajoavat hyvissä poltto-olosuhteissa. Yhdisteiden muodostumiseen savukaasujen jäähtyvissä vaiheissa on kiinnitettävä huomiota. PCDD/F-yhdisteitä voidaan sitoa savukaasun puhdistuksessa hiilipitoisilla adsorptioaineilla. Yhdisteitä voidaan hajoittaa myös katalyyttisesti.

Päästö / Pitoisuus; mg/Nm ³ , (O ₂ 11 % kuiva sk.)	Yksittäismittaus	Puolen tunnin keskiarvo	24 tunnin keskiarvo	Erityistä
Ammoniakki (NH ₃)	< 10	1 – 10	< 10	SNCR- menetelmää käytettäessä on kiinnitettävä huomiota sen vaikutukseen laitoksen ammoniakkipäästöihin. SCR-menetelmät vähentävät ammoniakkipäästöjä. Savukaasujen ammoniakki sitoutuu määrissä puhdistusprosessissa hyvin
Bents(a)pyreeni PCB-yhdisteet PAH-yhdisteet Dityppioksidi (N ₂ O)	Näiden aineiden pitoisuudet ovat hyvin toimivissa laitoksissa yleensä alhaisia.			Yhdisteet hajoavat hyvissä poltto-olosuhteissa. Jäännöspitoisuudet sitoutuvat hiilipitoisiin adsorptioaineisiin. Dityppioksidin muodostuminen minimoituu yli 900 °C polttolämpötiloissa. Urean käyttö SNCR-aineena lisää dityppioksidin muodostumista.

Savukaasujen puhdistusprosessi on valittava niin, että poltto- ja puhdistusprosessit yhdessä muodostavat hyvin toimivan kokonaisuuden. Puhdistusprosessit koostuvat osaprosesseista, jotka vaikuttavat toistensa toimintaan ja myös ne on valittava ja suunniteltava toimimaan kokonaisuutena. Valinnoissa on kiinnitettävä erityistä huomiota prosessien energiankulutukseen ja muodostuvien sivutuotteiden ja jätteiden määriin ja laatuun sekä kokonaisprosessin luotettavaan toimintaan kyseisessä kohteessa.

Savukaasujen puhdistusjärjestelmä on suunniteltava niin, että sen energiatasapaino on mahdollisimman hyvä ja lämpötilatasot on optimoitu. Puhdistusjärjestelmässä tulisi välttää kokoonpanoja, jotka edellyttävät jo jäädytetyn savukaasun uudelleen lämmittämistä. Jos savukaasu joudutaan kuitenkin lämmittämään on lämmitys tehtävä mahdollisimman pitkälle prosessin eri vaiheiden savukaasuvirtoja hyödyntämällä, jotta vältetään muun energian kuluttaminen lämmitykseen.

Puhdistusjärjestelmän painehäviöt on minimoitava ja järjestelmä on suunniteltava niin, että savukaasu ei joudu kulkemaan kuin yhden kangassuodattimen läpi.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista on ohjata puhdistusprosessia reaaliaikaisia mittauksia (esimerkiksi HCl ja/tai SO_x) hyödyntävien säätöjen avulla sekä kierrättää puhdistusreagensseja.

Puhdistusprosessia valittaessa on huomioitava taulukossa 13 esitetyt asiat.

Taulukko 13. Savukaasujen puhdistusprosessia valittaessa huomioitavat asiat.

Kriteeri	Puhdistusprosessin tyyppi				Erityistä
	Märkä	Puolikuiva	Kuiva; Ca(OH) ₂	Kuiva; NaHCO ₃	
Ilmapäästöjen taso	+	±	-	±	Myös kuivalla Ca(OH) ₂ -menetelmällä voidaan saavuttaa hyvä päästötaso.
Puhdistuksen jätteet ja sivutuotteet	+	±	-	±	Eräitä märkämenetelmiä ja kuivaa bikarbonaattimenetelmää käytettäessä on mahdollista ottaa puhdistustuotteista talteen materiaaleja. Talteenoton taloudellisuus on kuitenkin harkittava tapauskohtaisesti.

Kriteeri	Puhdistusprosessin tyyppi				Erityistä
	Märkä	Puolikuiva	Kuiva; Ca(OH) ₂	Kuiva; NaHCO ₃	
Vedenkulutus	±	±	+	+	Märkämenetelmien vedenkulutus vaihtelee eri prosesseilla ja riippuu myös poltettavan jätteen kosteudesta.
Jätevedet	-	+	+	+	Märkämenetelmien jätevedet on joko haihdutettava kuiviksi tai käsiteltävä muilla tavoin. Vesien käsittelyn vaatavuus vaihtelee eri märkämenetelmillä ja riippuu myös poltettavan jätteen laadusta.
Energiankulutus	±	±	±	±	Märkämenetelmien energiankulutus vaihtelee eri menetelmillä ja se on arvioitava tapauskohtaisesti.
Apuaineiden kulutus	+	±	-	±	Kuivan Ca(OH) ₂ -menetelmän apuainekulutus on muita suurempi, mutta Ca(OH) ₂ on materiaalina edullista.
Polton vaihteluiden sietokyky	+	±	-	±	Kuivaa Ca(OH) ₂ -menetelmää voidaan säätää reaaliaikaisella HCl-mittauksella ja näin lisätä järjestelmän tehokkuutta polton vaihtelujen suhteen.
Savukaasun näkyvyys	-	±	+	+	Savukaasujen vesihöyryn näkyvyyttä voidaan vähentää märkämenetelmien yhteydessä savukaasun kuivauksen tai lämmityksen avulla. Tämä lisää kuitenkin energiankulutusta. Vesihöyryn määrä ja näkyvyys vähenee myös, jos viimeisen pesuvaiheen veden lämpötila on alhainen, esim. 40 °C ja pisaramuotoisen veden pääsy ulospuhallettavan savukaasuun pystytään estämään.
Prosessin monimutkaisuus	-	±	+	+	
Investointikustannus	Korkea	Keskitaso	Edullinen	Edullinen	
Käyttökustannus	Edullinen	Edullinen	Keskitaso	Keskitaso	Kustannukset riippuvat voimakkaasti paikallisista tekijöistä, muassa puhdistuksen sivutuotteiden käsittelyn ja sijoittamisen kustannuksista.

6.1.15

Savukaasun typen oksidien määrän hallinta

Savukaasuihin muodostuu typen oksideja eli niin kutsuttuja NO_x:ja polttoaineen sisältämien typpiyhdisteiden reaktioiden ja palamisilman typen osittaisen hapettumisen seurauksena. NO_x:ien muodostumiseen liittyy useita toisistaan ja lämpötilasta voimakkaasti riippuvia tasapainoreaktioita. Jätteenpoltossa voidaan käytännössä vain harvoin vaikuttaa poltossa läsnä olevan typen määrään. Palamisen eri vaiheiden lämpötiloihin voidaan sen sijaan vaikuttaa merkittävästikin ja parhaimmillaan poltoteknisellä optimoinnilla voidaan saavuttaa jatkuva alle 100 mg/Nm³ typen oksidien päästötaso. Paras NO_x:ien poltoteknisen minimoinnin lämpötila-alue on tyypillisesti kuitenkin kapea, vain muutamien kymmenien asteiden lämpötila-alue 800 – 900 °C välillä. Silloin kun NO_x:ien riittävä minimointi poltto-olosuhteiden optimoinnilla on mahdollista, on se myös parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista.

Jätteenpoltossa joudutaan usein muiden tekijöiden vuoksi toimimaan NO_x -ien muodostumisen kannalta optimaalisen lämpötila-alueen ulkopuolella ja silloin on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista vähentää savukaasun typen oksidien määrää erillisellä NO_x -ien pelkistyksellä. Pelkistys voi olla joko katalyyttinen tai ilman katalyyttiä toimiva kemiallinen pelkistys.

Katalyyttinen typen oksidien pelkistys (SCR, Selective Catalytic Reduction) on prosessi, jossa savukaasuvirtaan syötetään ammoniakkia ja ammoniakkipitoinen savukaasu kulkee katalyyttimateriaalia sisältävän laitteiston läpi. Ammoniakki reagoi katalyytin läsnäollessa savukaasun NO_x -ien kanssa hajoittaen ne vedeksi ja typpikaasuksi. Katalyytteinä käytetään tyypillisesti keraamisiin aineisiin sidottuja vanadiinin, wolframmin ja rhodiumin yhdisteitä ja platinaa. Fyysisesti katalyytin rakenne on kennosto, joka voi olla joko täysin keraaminen tai se voi olla koottu teräsrunkoisista katalyyttilevyistä.

Ammoniakki syötetään prosessiin höyrynä. Ammoniakkihöyry voidaan valmistaa joko ammoniakkin vesiliuoksesta tai nestemäisestä ammoniakista.

Pelkistyskatalyytit toimivat 180 – 450 °C lämpötila-alueella. Nykyään varsin tavanomainen lämpötila-alue on 230 – 300 °C. Jätteenpolttolaitosten savukaasujen puhdistuksessa katalyytti on yleensä asennettava happamien kaasujen ja hiukkasten poistoyksiköiden jälkeen prosessin loppuun, koska katalyytit ovat herkkiä hiukkasten, raskasmetallien ja alkalien aiheuttamille häiriöille. Tässä vaiheessa savukaasun lämpötila ei kuitenkaan yleensä ole katalyytin toiminnalle riittävän korkea ja kaasu on lämmitettävä reaktiolämpötilaan. Lämmityksen ja lämmön talteenoton optimointi on tärkeää, jotta laitoksen energiatalous ei heikkene kohtuuttomasti katalyytin käytön vuoksi.

Pelkistyskatalyyttien teho laskee käytön aikana kun katalyytin aktiiviselle pinnalle tarttuu raskasmetalleja ja muita epäpuhtauksia. Pinnalle muodostuu usein myös ammoniakkin aiheuttamissa sivureaktioissa syntyviä suoloja. Katalyyttejä voidaan puhdistaa käytön aikana määräajoin tehtävillä ilmapuhalluksilla ja kuumennuksilla. Puhdistuksista huolimatta katalyytin käyttöikä on rajallinen ja se joudutaan yleensä vaihtamaan 3 – 5 vuoden välein. Käytännössä koko katalyyttimäärää ei vaihdeta kerralla, vaan siitä korvataan vuosittain osa niin, että esimerkiksi 5 vuotta vanhempaa katalyyttiä ei ole käytössä. Katalyyttisellä NO_x -pelkistyksellä päästään hyvään, reilusti yli 90 % typen oksidien vähennysasteeseen. Saavutettava pelkistysteho riippuu prosessin mitoituksesta ja katalyytin kunnosta. Katalyyttikennosto lisää savukaasujärjestelmän virtausvastusta ja lisää sen vuoksi savukaasupuhaltimien energiankulutusta.

SCR-katalyytin käyttö on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa erityisesti suurissa jätteenpolttolaitoksissa. On kuitenkin huomattava, että se ei ole ainoa tarjolla oleva BAT:n mukainen vaihtoehto NO_x -päästöjen hallitsemiseksi.

Ammoniakkia voidaan käyttää typen oksidien pelkistämiseen myös ilman katalyyttiä. Tällöin lämpötilan on oltava huomattavasti korkeampi kuin katalyyttiä käytettäessä. Menetelmää kutsutaan yksinkertaisesti ammoniakkiruiskutukseksi tai englanninkielisen lyhenteen mukaan SNCR:si (Selective Non-Catalytic Reduction). Reagoivana aineena voidaan ammoniakkin ohella käyttää myös ureaa. Ammoniakki toimii ilman katalyyttiä typen oksideja tehokkaasti pelkistävänä lämpötila-alueella 850 – 950 °C ja urea alueella 700 – 1 000 °C. Useimmiten kumpikin reagenssi ruiskutetaan tulipesän yläosaan. Menetelmä on katalyyttistä pelkistystä yksinkertaisempi

ja edullisempi. Saavutettava pelkistysaste jää kuitenkin katalyyttimenetelmää alhaisemmaksi ja on käytännössä tyypillisesti 50 – 60 %. Hyvä pelkistysaste edellyttää teoreettiseen menekkiin nähden runsasta ammoniakkimäärää, josta osa kulkeutuu reagoimattomana savukaasuun. Rajoittavaksi tekijäksi muodostuu savukaasuun reagoimattomana jäävän ammoniakin määrä, eli niin kutsuttu ”slippi” (ammonia slip). Kun ammoniakin pitoisuus ulostulevassa savukaasussa ylittää 5 – 10 ppm tason on ammoniakin haju jo selvästi havaittavissa. Jäännösammoniakki haittaa helposti myös tuhkien mahdollista hyötykäyttöä.

Ilman katalyyttiä tapahtuvassa pelkistyksessä ammoniakin ja NO_x:ien välille muodostuu lämpötilasta riippuva tasapaino, joka on pelkistyksen kannalta edullisimmillaan mainitussa 850 – 950 °C lämpötilassa. Alemmissa lämpötiloissa merkittävä osa ammoniakista jää reagoimatta ja yli 1 000 °C lämpötiloissa jäännös-NO_x:ien osuus kasvaa nopeasti. Yli 1 200 °C lämpötiloissa NO_x:it eivät enää lainkaan vähene, vaan niitä muodostuu ammoniakista savukaasuun lisää.

Kuten edellä on mainittu, käytettäessä reagenssina ureaa, suotuisa lämpötila-alue on laajempi, mutta yli 1 000 °C lämpötiloissa alkaa muodostua runsaasti dityppioksidia (N₂O), joka on voimakas ilmastomuutosta aiheuttava kaasu.

Pelkistysreagenssin valinnassa on otettava huomioon taulukossa 14 esitetyt seikat.

Taulukko 14. Ammoniakin ja urean ominaisuuksien vertailu.

Reagenssi	Edut	Haitat
Ammoniakki	Hieman tehokkaampi Pienemmät dityppioksidin päästöt	Kapea toimintalämpötila-alue Vaatii erikoisvaraston Hinta Herkempi aiheuttamaan ammoniakkipäästöjä savukaasuun ja tuhkiin
Urea	Laaja lämpötila-alue Helppo varastointi	Dityppioksidin runsas muodostuminen savukaasuun korkeissa lämpötiloissa. Korroosion vaara.

Ilman katalyyttiä toimivalla NO_x-pelkistyksellä päästään edullisissa olosuhteissa NO_x-tasoihin, jotka ovat alle 100 mg/Nm³. Katalyyttisellä menetelmällä saavutetaan parhaimmillaan noin 10 – 20 mg/Nm³ NO_x-taso. Ilman katalyyttiä tapahtuva typen oksidien pelkistys on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukainen menetelmä polttotekniseen typen oksidien hallintaan yhdistettynä pienissä ja keskisuurissa laitoksissa.

6.1.16

Dioksiini- ja furaaniemissioiden (PCDD/F) minimointi

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista on käyttää PCDD/F-yhdisteiden päästöjen rajoittamiseen useita samanaikaisia menettelyjä ja tekniikoita. Näistä prosessijärjestyksessä ensimmäinen on poltettavan jätteen tunteminen ja valvonta, joilla varmistetaan, että jäte on polttolaitokseen sopivaa ja jätteen laadun liiallinen vaihtelu ei aiheuta häiriöitä polttoprosessiin.

Laitoksen polttoteknisen toteutuksen on oltava sellainen, että siinä saavutetaan olosuhteet, joissa jätteen sisältämät dioksiini- ja furaaniyhdisteet sekä näiden niin kutsutut esiasteyhdisteet hajoavat. Erityisesti polttotapahtuman loppuvaihe on järjestettävä

niin, että palamiskaasut viiptyvät tarpeeksi kauan hapettavissa olosuhteissa riittävän korkeassa lämpötilassa. Vertailuasiakirjassa ei suoraan esitetä parhaalta käytettävissä olevalta tekniikalta PCDD/F-yhdisteiden hajottamiseksi edellytettäviä viipymäaikoja ja lämpötiloja. Toisaalla asiakirjassa edellytetään poltossa lähtökohtaisesti käytettävän jätteenpolttodirektiivin mukaisia viipymäaikoja ja lämpötiloja, joten ainakin niitä voitaneen tällä hetkellä pitää BAT-vaatimuksen mukaisina olosuhteina.

Eräs jätteenpolton erityisasia on PCDD/F-yhdisteiden uudelleen muodostuminen savukaasujen jäähtymisen aikana. Yhdisteiden muodostuminen on runsasta, jos savukaasussa on hapettavissa oloissa 250 – 400 °C lämpötilassa näiden yhdisteiden esiasteyhdisteitä ja klooria sekä katalyyttinä toimivaa metallista kuparia. Jätteenpolttolaitoksen suunnittelussa on pyrittävä siihen, että savukaasu viiptyy tällä lämpötila-alueella mahdollisimman lyhyen ajan. Hiukkaserottimia ei pitäisi yleensä sijoittaa tälle alueelle, sillä kaasun virtausnopeus on niissä muuhun prosessiin verrattuna alhainen ja viipymäaika pitkä. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisena ratkaisuna pidetään kaasun jäähtyttämistä alle 250 °C, ja mieluiten alle 200 °C lämpötilaan ennen hiukkasten erotusta.

Laitokset, joissa PCDD/F-yhdisteiden muodostumisen riski on erityisen suuri, kuten esimerkiksi PCB- jätteitä käsittelevissä ongelmajätteiden polttolaitoksissa, savukaasujen jäähtyminen voidaan tehdä vesisuihkutuksella tulipesän jälkeisestä lämpötilasta suoraan alle 100 °C lämpötilaan. Vesisuihkujäähtyminen on tehokas tapa välttää dioksiinien ja furaanien muodostuminen, mutta sitä käytettäessä menetetään mahdollisuus ottaa jätteiden polton energia talteen hyvällä, korkealla lämpötilatasolla. Menetelmä kuluttaa myös runsaasti vettä ja tuottaa hankalasti käsiteltäviä lietteitä ja jätevesiä.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisina menetelminä dioksiini- ja furaaniyhdisteiden poistamiseksi savukaasuista pidetään sekä näiden yhdisteiden sitomista hiilipitoisiin aineisiin että niiden katalyyttistä hajoittamista. PCDD/F-yhdisteet, kuten useimmat suuret orgaaniset molekyylit, tarttuvat herkästi aktiiviselle hiilipinnalle. Näin tapahtuu savukaasussa myös ilman erityisiä toimenpiteitä ja merkittävä osa PCDD/F-yhdisteistä on savukaasussa hiilipitoisiin tuhka- ja hiukkasiin sitoutuneena. Tämä osa yhdisteistä erottuu savukaasusta pois tehokkaalla hiukkasten erotuksella. Hiiliadsorptiota voidaan tehostaa syöttämällä ennen partikkelierotusta savukaasuvirtaan jauhemaista aktiivihiihtä joko sellaisenaan tai sekoitettuna kalkkiin tai natriumbikarbonaattiin.

Adsorptio voidaan toteuttaa myös johtamalla savukaasu kiinteän hiilipitoisen suodinkerroksen läpi. Kerroksen materiaalina käytetään joko aktiivihiihtä tai suodinkoksia. Markkinoilla on myös aktiivihiihtä sisältäviä suotimiin tarkoitettuja muovisia täytepappaleita. Näitä on esitelty tarkemmin kohdassa 8.4.

NO_x-ien pelkistykseen käytetyt katalyytit katalysoivat myös PCDD/F-yhdisteiden hajoamista. Tätä ilmiötä voidaan hyödyntää kaasumaisessa muodossa olevien PCDD/F-yhdisteiden hajottamiseen. Katalyyssi on kuitenkin melko epäherkkä ja katalyyttiä tarvitaan runsaasti. Vasta 2 – 3 kerroksista NO_x-katalyyttireaktoria pidetään BAT:n mukaisena menetelmänä dioksiinien ja furaanien käsittelyyn. Tarjolla on myös erityisesti PCDD/F-yhdisteiden hajottamiseen suunniteltuja katalyyttimateriaaleja, joiden käytöstä on jo teollista kokemusta. Tämä vaihtoehto on esitelty tarkemmin kohdassa 8.2.1.

BAT:n mukaista on myös käyttää PCDD/F-yhdisteiden hajoittamiseen pussisuo-
timia, joiden suodinkangas sisältää näitä yhdisteitä hajoittavaa katalyyttiä. Tällä
hetkellä tarjolla olevia katalyyttimateriaaleja käytettäessä suodatuslämpötilan on
oltava yli 190 °C.

Mikäli savukaasun puhdistukseen käytetään märkäpesureita, on pesureihin ker-
tyneiden PCDD/F-yhdisteiden mahdollisesta ajoittaisesta vapautumisesta tehtävä
arvio ja ryhdyttävä toimenpiteisiin tällaisen dioksiinien ja furaanien vapautumisen
(eli niin kutsutun muisti-ilmiön) estämiseksi. Arviossa ja toimenpiteissä on kiinnitet-
tävä erityistä huomiota ilmiön mahdolliseen esiintymiseen laitoksen käynnistysten
ja pysäytysten yhteydessä.

6.1.17

Savukaasun elohopeapäästöjen hallinta

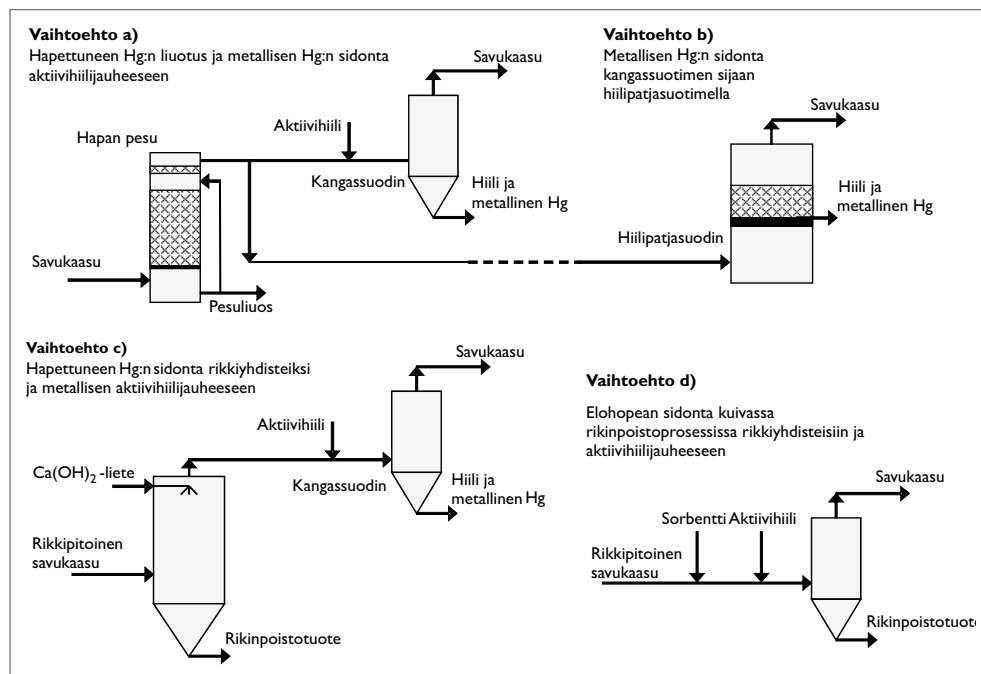
Elohopea ja sen yhdisteet höyrystyvät polttolämpötiloissa käytännössä kokonaan ja
jätteen sisältämä elohopea siirtyy savukaasuun. Tulipesän kuumissa osissa (> 700 °C)
elohopea on oletettavasti pääosin höyrystyneenä metallina²⁷. Metallinen elohopea
hapettuu savukaasujen jäähtyessä, jos läsnä on voimakasta hapetinta kuten klooria.
Jos poltettava materiaali sisältää riittävästi klooria, hapettuu pääosa elohopeasta
Hg²⁺-muotoon elohopeakloridiksi. Hapen reaktiivisuus riittää yleensä hapettamaan
vain pienen osan elohopeasta.

Metallinen ja hapettunut elohopea käyttäytyvät savukaasun puhdistuksessa hy-
vin eri tavoin ja tämä on otettava huomioon prosessin suunnittelussa. Hapettunut
elohopea on liukoista ja se voidaan puhdistaa savukaasusta happamalla pesulla.
Metallinen elohopea sen sijaan ei liukene pesurin veteen, mutta se sitoutuu melko
helposti hiilipitoisiin adsorptioaineisiin. Hapettuneen elohopean sitoutuminen hii-
leen on vähäistä. Se näyttää kuitenkin reagoivan rikinpoistoprosesseissa kiinteiksi
sulfaateiksi ja sulfideiksi.

Kun otetaan huomioon edellä kuvattu, poltossa mukana olevista muista aineista
riippuva, elohopean kemiallis-fysikaalinen käyttäytyminen, on parhaan käytettävissä
olevan tekniikan mukaista käyttää savukaasujen elohopeapäästöjen vähentämiseksi
jotain seuraavista puhdistusmenetelmistä:

- Savukaasun pesu happamalla pesuliuksella (pH < 1) ja sen jälkeinen jään-
nöselohopean sitominen savukaasuun syötettävään aktiivihiihijauheeseen,
joka suodatetaan savukaasusta kangassuotimella (Kuva 8, vaihtoehto a), tai
- Savukaasun pesu happamalla pesuliuksella (pH < 1) ja sen jälkeinen savu-
kaasun suodatus aktiivihiihipeidin läpi (vaihtoehto b), tai
- Savukaasun puhdistus puolikuivalla menetelmällä, jossa savukaasuun syöte-
tään aktiivihiihiltä ennen kangassuodinta (vaihtoehto c), tai
- Savukaasun puhdistus kuivalla menetelmällä, jossa savukaasuun syötetään
aktiivihiihiltä joko sellaisenaan tai muuhun sorbenttiin sekoitettuna (vaihtoehto d).

²⁷ VTT Prosessit 2003. Elohopeapäästöt fossiilisiin polttoaineisiin ja jätteisiin perustuvassa energian-
tuotannossa, VTT tiedotteita no. 2212, Espoo 2003



Kuva 8. Hg-sidontamenetelmät.

Eri menetelmien käyttöä harkittaessa on kiinnitettävä huomioita myös seuraaviin asioihin:

- Metallisen elohopean sitoutuminen happamassa pesussa tehostuu, jos pesun lämpötila on alhainen. Sitoutuminen perustuu höyrystyneen elohopean kondensoitumiseen pesuliuokseen. Elohopea päätyy tällöin pesun sakkaan. Merkittävän sitoutumisen saavuttamiseksi pesuliuoksen lämpötilan olisi oltava alle 40 °C.
- Happaman pesun liuokseen on mahdollista lisätä hapettimia (esim. kloriittia tai vetyperoksidia), jotka hapettavat metallista elohopeaa ja parantavat pesun tehokkuutta. Lisäaineena voidaan käyttää myös rikkiyhdisteitä, jotka sitovat elohopeaa. Aineiden kustannus ja vaikutukset puhdistusjätteisiin ja sivutuotteisiin rajoittavat kuitenkin niiden käyttömahdollisuuksia.
- Pesuliuokseen lisätty aktiivihili sitoo metallista elohopeaa. Liuoksessa mukana oleva kiintoainne saattaa hankaloittaa prosessin toimivuutta.
- Metallisen elohopean hapettumista elohopeakloridiksi voidaan lisätä polttamalla elohopeapitoisen jätteen kanssa samaan aikaan klooripitoista jätettä. Sama vaikutus on havaittu olevan myös bromipitoisella jätteellä ja bromia sisältävän lisäaineen syötöllä polttoon.
- Hiilipitoiset adsorptioaineet sitovat tehokkaasti myös dioksiineja, furaaneja ja muita orgaanisia yhdisteitä. Käytetyt sidonta-aineet voidaan PCCD/F-yhdisteiden kannalta hävittää riittävän hyvissä palamisolosuhteissa polttamalla. Polttaminen voidaan kuitenkin tehdä laitoksen omassa tulipesässä vain, jos

elohopealle on olemassa sellainen reitti ulos prosessista, että se ei rikastu savukaasu – adsorptioaine-kiertoon ja päädy lopulta ulos menevään savukaasuun. Silloin kun laitoksen omia hiilipitoisia PCCD/F-adsorptioaineita poltetaan laitoksilla, on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista varmistaa, että elohopean rikastumista ei tapahdu.

Seuraavassa taulukossa 15 on esitetty elohopeapäästöjen hallintatavan suunnittelussa huomioitavia elohopean pidätysprosessien ominaisuuksia.

Taulukko 15. Elohopeapäästöjen hallintatapojen vertailu.

Prosessi/menettely	Mitattu BAT-taso	Huomautukset
Hapan pesu (pH < 1) Kun poltettavan jätteen Hg-pitoisuus on 3 – 4 mg/kg (sekajäte)	<ul style="list-style-type: none"> Hapettuneen elohopean sidonta ≥ 95 % Metallisen elohopean sidonta 0 – 10 % Saavutetut päästötasot luokkaa 50 - 80 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 	<p>Metallinen elohopea sitoutuu lähinnä kondensoitumalla ja sitoutumisen taso riippuu pesun lämpötilasta.</p> <p>Ei riitä jätteenpoltoasetuksen raja-arvon saavuttamiseen sekajätteen poltossa.</p>
Hapan pesu lisäaineita käytettäessä (pH < 1), Kun poltettavan jätteen Hg-pitoisuus on 3 – 4 mg/kg (sekajäte)	<ul style="list-style-type: none"> Hapettuneen elohopean sidonta ≥ 95 % Metallisen elohopean sidonta 20 - 30 % Menetelmällä on saavutettu päästötasoja, jotka ovat pienempiä kun 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 	<p>Mahdollisia lisäaineita: kloriitit, vetyperoksidi, rikkiyhdisteet, aktiivihiili</p> <p>Jätteenpoltoasetuksen mukainen päästöraja-arvo on 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$</p>
Hapan pesu (pH < 1) yhdistettynä aktiivihiili-injektioon tai hiilisuodatukseen Kun poltettavan jätteen Hg-pitoisuus on 3 – 4 mg/kg (sekajäte)	<ul style="list-style-type: none"> Menetelmällä on saavutettu päästötasoja, jotka ovat pienempiä kun 5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 	<p>Jätteenpoltoasetuksen mukainen päästöraja-arvo on 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$</p>
Aktiivihiili-injektio puolikuiivan tai kuivan rikinpoiston yhteydessä Kun poltettavan jätteen Hg-pitoisuus on 3 – 4 mg/kg (sekajäte)	<ul style="list-style-type: none"> Hapettuneen elohopean sidonta noin 95 % Menetelmällä on saavutettu päästötasoja, jotka ovat luokkaa 30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 	<p>Prosessia on säädettävä hyvän tuloksen saavuttamiseksi polttoaineen laadunvaihtelujen mukaan.</p> <p>Jätteenpoltoasetuksen mukainen päästöraja-arvo on 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$</p>

Suomalaisen kotitalousjätteen elohopeapitoisuus on tyypillisesti pienempi kuin taulukossa esitetty pitoisuus 3 – 4 mg/kg. Kierrätyspolttoaineen elohopeapitoisuus on yleensä merkittävästi taulukon arvoa alhaisempi.

6.1.18

Märkien savukaasunpuhdistusprosessien jätevesien käsittely

Silloin kun jätteenpolttolaitoksen määrän savukaasunpuhdistuksen jätevesiä ei käsitellä haihduttamalla on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista käsitellä ne polttolaitoksen alueella menetelmillä, joilla voidaan saavuttaa taulukon 16 mukainen puhdistustulos.

Taulukko 16. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa käyttävien jätteenpolttolaitoksen jätevesien mitattuja haitta-ainepitoisuuksia ja ominaisuuksia.

Haitta-aine tai ominaisuus	Parhaalla käytettävissä olevalla tekniikalla saavutettavissa oleva toimintataso (BAT associated emission level ranges)
Kiintoaineen kokonaismäärä	10 – 30 mg/l 95 % näytteistä 10 – 45 mg/l 100 % näytteistä
Kemiallinen hapenkulutus	50 – 250 mg/l
pH	6,5 – 11
Elohopea (metallinen ja yhdisteissä oleva), Hg	0,001 – 0,03 mg/l
Kadmium (metallinen ja yhdisteissä oleva), Cd	0,01 – 0,05 mg/l
Tallium (metallinen ja yhdisteissä oleva), Tl	0,01 – 0,05 mg/l
Arseeni (metallinen ja yhdisteissä oleva), As	0,01 – 0,15 mg/l
Lyijy (metallinen ja yhdisteissä oleva), Pb	0,01 – 0,1 mg/l
Kromi (metallinen ja yhdisteissä oleva), Cr	0,01 – 0,5 mg/l
Kupari (metallinen ja yhdisteissä oleva), Cu	0,01 – 0,5 mg/l
Nikkeli (metallinen ja yhdisteissä oleva), Ni	0,01 – 0,5 mg/l
Sinkki (metallinen ja yhdisteissä oleva), Zn	0,01 – 1,0 mg/l
Antimoni (metallinen ja yhdisteissä oleva), Sb	0,005 – 0,85 mg/l
Koboltti (metallinen ja yhdisteissä oleva), Co	0,005 – 0,05 mg/l
Mangaani (metallinen ja yhdisteissä oleva), Mn	0,02 – 0,2 mg/l
Vanadiini (metallinen ja yhdisteissä oleva), V	0,03 – 0,5 mg/l
Tina (metallinen ja yhdisteissä oleva), Sn	0,02 – 0,5 mg/l
PCDD/F-yhdisteet (ekvivalenttipitoisuus TEQ)	0,01 – 0,1 ng/l

Laitoksen happamat ja alkaliset jätevedet on käsiteltävä erillisinä, mikäli erillisellä käsittelyllä päästään parempaan puhdistustulokseen kuin jätevesien yhdistetyllä käsittelyllä. Erillään käsiteltäessä jätevesistä voidaan ottaa talteen kloorivetyä (HCl) tai kipsiä (CaSO₄), mikä samalla vähentää myös jätevesien suola- ja sulfaattikuormitusta.

Märän savukaasunpuhdistusprosessin jätevesien käsittelyyn voidaan käyttää esimerkiksi fysikaalis-kemiallista puhdistusprosessia, joka koostuu seuraavista päävaiheista:

- Jäteveden neutralointi
- Haitta-aineiden saostus
- Veden selkeytys
- Selkeyttimen lietteen vedenpoisto.

Neutralointiin käytetään tavanomaisesti kalsiumoksidia, joka saostaa vedestä samalla erityisesti sulfiitteja ja sulfaatteja. Mikäli sulfiittien ja sulfaattien johtaminen vesistöön, esimerkiksi mereen, on sallittua, voidaan neutralointiin käyttää natriumhydroksidia. Tässä tapauksessa neutraloinnissa muodostuu huomattavasti vähemmän kiintoainetta.

Raskasmetallit muodostavat pH:n noustessa hydroksideja, joiden liukoisuus on tyypillisesti alhaisimmillaan pH-alueella 9 – 11. Hydroksidien saostumista tehoste-

taan yleensä apuaineilla (flokkausaineilla). Neutralointi on tehtävä tyypillisesti kahdessa vaiheessa, joiden välillä on sopiva viipymäaika. Saostunut kiintoaine erotetaan vedestä joko lamellierottimissa tai flotaatiolla. Raskasmetallien erottumista voidaan tehostaa erillisillä komplekseja muodostavilla saostusaineilla ja sulfideilla. Sulfidien myrkyllisyys on otettava huomioon laitoksen suunnittelussa ja käytössä.

Jätevesien käsittelylaitokselle on varattava riittävän suuret käsittelemättömän veden varastosäiliöt, joiden avulla voidaan tarvittaessa tasata puhdistusprosessin kuormitusta. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on kierrättää savukaasupesurien vesiä tarvittavan tuorevesimäärän minimoimiseksi. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on valvoa pesurikiirroissa olevien vesien laatua johtokykymittauksella.

Laitoksilla, joilla käytetään typen oksidien pelkistykseen ammoniakkiruiskutusta voidaan pesurien jätevesien ammoniakkipitoisuutta alentaa haihduttamalla vesistä ammoniakkaa. Haihdutuksessa muodostuu ammoniakkin ja vesihöyryn seosta, joka voidaan lauhduttaa ammoniakkivedeksi ja kierrättää takaisin NO_x -pelkistykseen.

Jätevesien haihduttaminen on myös parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista edellyttäen, että laitoksen savukaasupäästöt eivät haihdutuksen vuoksi ylitä parhaalle käytettävissä olevalle tekniikalla ominaista tasoa ja että kiinteät ja pasta-maiset haidutustuotteet käsitellään asianmukaisesti.

Jätteenpolttolaitoksen jätevesien käsittelyprosessien käyttö on prosessien herkkyyden vuoksi yleensä vaativa tehtävä, johon on kiinnitettävä erityistä huomioita.

6.1.19

Jätteen loppuunpalamisen varmistaminen

Polttoaineen tai jätteen palamisen astetta arvioidaan tuhkiin jäävän hiilen ja orgaanisten aineiden määrien perusteella. Näiden aineiden määrää tuhkassa kuvataan tavallisesti joko tuhkan sisältämän orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC, Total Organic Carbon) tai tuhkan hehkutushäviönä (LOI, Loss on Ignition). Näistä TOC kuvaa orgaanisten yhdisteiden sisältämää hiilimäärää, johon kuitenkin sisältyy myös alkuainemuodossa olevan hiilen määrä, vaikka periaatteelliselta kannalta tarkasteltuna se voitaisiin ehkä jättää TOC:n ulkopuolelle. Karbonaattien sisältämän hiilen määrä sen sijaan ei ole mukana TOC:ssä.

LOI kuvaa hapettavan kuumennuksen aiheuttamaa kuivan näytteen massan muutosta. Siihen kuuluu siis tuhkan sisältämien aineiden palamisen ja mahdollisten karbonaattien hajoamisen vaikutus.

Jos jätteenpolton tuhka sisältää runsaasti orgaanisia aineita, osa niistä on oletettavasti ympäristö- ja terveysriskejä aiheuttavia yhdisteitä ja ääritapauksessa mukana on mahdollisesti myös eläviä mikrobeja. Orgaaniset yhdisteet lisäävät joissain tilanteissa myös eräiden raskasmetallien, kuten kuparin liukenemista tuhkasta.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää laitoksella sellaisia teknisiä menetelmiä, että tuhkan TOC on pienempi kuin 3 %. Tämän hetken BAT-tekniikalla päästään noin 1 – 2 % TOC-arvoihin. Tämä taso voidaan saavuttaa useilla eri tekniikoilla kunhan ne toteutetaan oikealla tavalla. Kaikissa tapauksissa on lähtökohtaisesti tärkeää, että jätteen laatu on laitokselle sopivaa ja laitoksen suunniteltua kuormitusta ei ylitetä. Seuraavassa on esitetty menettelyjä ja teknisiä ratkaisuja, joilla on merkitystä tuhkan jäännöshiilen määrän minimoinnissa.

Jätteen murskaus

- Jätteen palakoon on oltava sellainen, että jätekappaleet ehtivät palamaan prosessissa kokonaan. Suurista, tiiviistä kappaleista jää helposti pohjatuhkaan päätyviä palamattomia osia. Liian hienojakoisesta jätteestä saattaa osa joissain tulipesätyypeissä karista vajaasti palamattomana arinan rakojen läpi ilmanjakotilaan. Se voi myös nousta leijumaan savukaasuvirtaan ja palaa häiriöitä aiheuttaen kattilan konvektio-osassa.
- Arinapoltossa jätteen murskaustarve on vähäinen.
- Leijupetiprosesseissa jäte on tyypillisesti murskattava 50 – 100 mm palakokoon.
- Poltettavan jätteen palakoko määräytyy usein polttoaineen syöttölaitteiden vaatimusten mukaan.
- Jätteen murskauslaitteiden investointikustannukset ovat usein korkeat ja niiden käyttö kuluttaa runsaasti energiaa.
- Murskauslaitteiden huoltotarve on usein melko suuri.
- Jätteen murskaus- ja esikäsitteilyprosessin suunnitteluun ja toteutukseen on kiinnitettävä yleensä erityistä huomiota.

Jäte-erien sekoittaminen tasalaatuiseksi

- Polttoprosessin säädöt toimivat parhaiten kun poltettava jäte on mahdollisimman tasalaatuista. Jos jätteen laatu vaihtelee, tulipesään saattaa muodostua kohtia, jossa palamisilman määrä on liian vähäinen, kosteus liian korkea tai jätteen lämpöarvo liian alhainen. Näissä kohdissa osa jätteestä saattaa päätyä pohja- tai lentotuhkaan vajaasti palaneena. Vajaan palamisen alueella palamislämpötila saattaa jäädä suunniteltua alhaisemmaksi ja seurauksena on päästöjen lisääntyminen.
- Vajaan palamisen alueilla saattaa esiintyä pelkistävien ja hapettavien olosuhteiden vuorottelua ja voimakasta korroosiota.
- Polttoaineen laadun vaihtelu saattaa aiheuttaa tulipesään myös tavanomaista voimakkaamman palamisen alueita, joissa lämpötila nousee liian korkeaksi. Korkea lämpötila saattaa aiheuttaa NO_x-päästöjen lisääntymistä, tuhkan sulumista ja korroosiota.
- Jätteen sekoittaminen tehdään yhdyskuntajätteen polttolaitoksissa useimmiten kahmarinosturin avulla jätebunkkerissa.
- Kierrätyspolttoaineen valmistuksessa jäte-erät sekoittuvat tehokkaasti ja polttolaitoksella ei tarvita lisäsekoitusta.
- Ongelmajätteiden poltossa sekoittaminen suunnitellaan eri jäte-erien analysoitujen tai muutoin tunnettujen koostumusten ja ominaisuuksien perusteella.
- Vaarallisten jätteiden sekoittaminen on aina suunniteltava turvallisuusseikat huomioiden. Tartuntavaaralliset jätteet poltetaan astioineen tähän tarkoitukseen suunnitelluissa polttolaitteistoissa.
- Lietteitä ja nestemäisiä jätteitä voidaan rajoitetusti polttaa muuhun jätteeseen sekoitettuna arinapolttolaitoksissa. Leijupetiprosessit ja rumpu-uunit soveltuvat tyypillisesti arinakattiloita paremmin näiden jätteiden polttamiseen.

Palamisilman määrän ja syöttökohtien optimointi

- Palamisilman oikea määrä riippuu poltettavan jätteen ominaisuuksista ja käytettävästä polttoprosessista. Ilman määrän on oltava riittävä ja se on tuotava tehokkaan palamisen saavuttamiseksi tulipesän oikeisiin kohtiin.
- Liian pienen ilmamäärän käyttö lisää laitoksen päästöjä, heikentää tuhkien laatua ja aiheuttaa helposti toimintahäiriöitä prosessiin.
- Liian suuri ilmamäärä lisää savukaasujen määrää ja nostaa niiden puhdistuksesta aiheutuvia kustannuksia. Suuri ilmamäärä lisää myös laitoksen muita kustannuksia ja heikentää prosessin energiatehokkuutta.
- BAT:n mukaista on käyttää arinapolttolaitoksella sellaista arinaa, jonka jäähdyttämiseksi ei tarvitse syöttää arinan alueelle ilmaa enempää kuin mitä tehokkaan palamisen kannalta on tarpeen.
- Palamisilman syöttäminen ja säätäminen prosessin eri vaiheiden ilmantarpeen mukaan on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista. Tämä saavutetaan jakamalla ilmansyöttö primääri- ja sekundääri-ilman syöttöihin ja ne edelleen tarpeen mukaan useaan erikseen säädettävään syöttökohtaan. Polttoaineen kuivumiseen, pyrolyysiin, kaasuuntumiseen ja kaasujen palamiinseen saadaan näin kunkin vaiheen tarvitsema oikea ilmamäärä.
- Tulipesän toiminnan mallintaminen ja eri kohtiin syötettävien ilmamäärien mitoittaminen tulipesämallinnuksen avulla uutta polttolaitosta tai merkittävää prosessimuutosta toteutettaessa on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa silloin kun laskentamalleja on käytettävissä.
- Ilmansyöttöjen suunnittelu niin, että typen oksidien muodostuminen minimoituu on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa.

Jätteen sekoittaminen polton aikana tulipesässä

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää jätteen polttamisessa menetelmiä, joissa poltettava jäte liikkuu ja sekoittuu polton aikana polttokammiossa. Sekoittaminen parantaa palamisilman kontaktia poltettavaan materiaaliin ja tehostaa palamista.

Liike ja sekoittuminen voidaan saada aikaan joko mekaanisesti tai ilmavirran ja kaasuvirran avulla. Mekaaninen sekoitus tapahtuu esimerkiksi liikkuvien tai värähtelevien arinarakenteiden tai sekoitusharojen avulla. Rumpu-uunissa jäte sekoittuu palaessaan pyörivän rumpun sisällä. Leijupedissä poltettava materiaali taas leijuu ja sekoittuu ilman ja palamisreaktioissa syntyvien kaasujen kannattelemassa hehkuvasa hiekkakerroksessa, jossa lämmön- ja aineensiirto on erittäin tehokasta.

Polttoaineen sekoittaminen ja virtausten voimistaminen lisää savukaasuun siirtyvän kiintoaineksen määrää. Tämän vuoksi laitteistot on suunniteltava niin, että polttoaineesta erkaantuva palamaton aines ehtii palamaan tulipesän sekundääri-osassa hyvin ja vajaan palanutta polttoainetta ei päädy hallitsemattomasti lentotuhkaan ja savukaasunpuhdistukseen.

Tulipesän lämpötilojen ja viipymäaikojen optimointi

Jätteenpolttoprosessin suunnittelussa on tärkeää mitoittaa polttokammion jälkiosa sellaiseksi, että palavasta jätteestä kaasuvirtaukseen siirtyvät ainesosat reagoivat palamisilman kanssa mahdollisimman täydellisesti ennen poistumistaan tulipesästä. Kiinteän tai leijuvan jätekerroksen päältä lähtevässä kaasuvirtauksessa on mukana

kiinteitä partikkeleja ja höyrystyneitä ja reaktioiden tuloksena muodostuneita yhdisteitä, joiden palamisesta on varmistuttava.

Jätteenpolttoasetus määrittelee tulipesän jälkiosan suunnittelulle seuraavat vaatimukset:

- Savukaasujen lämpötilan on oltava viimeisen ilmanlisäyksen jälkeen vähintään 2 sekunnin ajan
 - yli 850 °C, tai
 - yli 1 100 °C mikäli poltetaan ongelmajätettä, joka sisältää orgaanisia halogenoituja aineita yli 1 %.

Määriteltyjen arvojen mukaisella polttoprosessilla päästään tyypillisesti hyvään BAT:n mukaiseen polttotulokseen ja savukaasu viipyy riittävän kuumissa, hapettavissa olosuhteissa niin kauan, että hiilen ja orgaanisten aineiden hapettuminen ehtii tapahtua loppuun saakka.

BAT:n ja jätteenpolttoasetuksen mukaiseen polttotulokseen ja päästöihin on tapauskohtaisesti mahdollista päästä myös mainittuja lämpötiloja ja viipymäaikoja pienemmillä prosessiarvoilla. Jos typen oksidien muodostuminen vähenee alempien lämpötilojen ansiosta, voidaan alemmilla arvoilla päästä jopa kokonaispäästöiltään parempaan lopputulokseen kuin korkeammilla arvoilla. Palamisen tehokkuuteen vaikuttaa lämpötilan ja viipymäajan lisäksi voimakkaasti myös reaktioihin tarjolla olevan hapen määrä ja kaasujen sekoittumisen tehokkuus. Voimakas turbulenssi tehostaa orgaanisten aineiden loppuun palamista savukaasuissa selvästi esimerkiksi leijupetiteknikkaa käytettäessä.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on tarkastella päästöjä kokonaisuuden kannalta ja käyttää jätteenpolttoasetuksessa määriteltyä mahdollisuutta noudattaa määriteltyjä arvoja pienempiä prosessiarvoja, mikäli se johtaa kokonaisuutena parempaan lopputulokseen kuin esitetyt arvot.

Arinatippeiden kierrätys takaisin polttoon

- Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on suunnitella arina niin, että arinan alapuoliseen ilmalaatikkoon eli primääri-ilman jakotilaan karisee mahdollisemman vähän polttoainetta tai tuhkaa.
- Poltettaessa arinalla hyvin hienojakoista jätettä tai sulavia muoveja, saattaa osa jätteestä karista tai valua vajaasti palaneena arinan läpi. Jos arinan läpi pääsee merkittävä määrä vajaasti palanutta jätettä on BAT:n mukaista palauttaa se takaisin polttoon sen sijaan että se siirrettäisiin tuhkan joukkoon.
- Nestemäisiä ja sulavia jätteitä voidaan polttaa arinatulipesässä vain pieniä määriä muuhun jätteeseen sekoitettuna, jotta vältetään niiden valuminen arinan läpi. Rumpu-uunit soveltuvat arinatulipesiä paremmin nestemäisten ja sulavien jätteiden polttoon.
- Jos arinan läpi karissut, osittain palanut jäte palautetaan jätebunkkeriin tai syöttöjärjestelmään on se palovaaran välttämiseksi ensin sammutettava ja jäädytettävä.
- Vajaasti palaneiden arinatippeiden palautukseen on kiinnitettävä erityistä huomioita tartuntavaarallisia jätteitä poltettaessa sen varmistamiseksi, että tuhkiin ei päädy eläviä mikrobeja.

Laitoksen tuhkien ja savukaasunpuhdistuksen sivutuotteiden ominaisuuksien ja hyödyntämismahdollisuuksien arviointi

Jätteenpolttolaitoksen tyypilliset kiinteät jäännöstuotteet ovat pohjatuhka, kattilatuhka, lentotuhka ja savukaasun puhdistustuotteet. Jätteenpolton tuhkat ja savukaasujen puhdistustuotteet ovat jäteluettelon ²⁸ mukaan joko tavallisia jätteitä tai ongelmajätteitä sen mukaan sisältävätkö ne vaarallisia aineita. Tuhkien ja sivutuotteiden vaarallisuus on arvioitava tapauskohtaisesti poltettavan jätteen, käytettävien poltto- ja puhdistusprosessien ja analyysien perusteella. Arviointikriteerit on määritelty jäteasetuksessa ²⁹ ja mahdollisen kaatopaikkasijoituksen perusteet kaatopaikkoja ja jätteiden kaatopaikkakelpoisuutta koskevassa asetuksessa ³⁰.

Pohjatuhkalle on yleensä helpompi löytää hyötykäyttöä kuin muille kiinteille jäännöstuotteille, varsinkin jos se on hyvin loppuun palanut ja siinä ei ole runsaasti metalleja. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käsitellä pohjatuhka muista jäännöstuotteista erillään, jotta sen käyttökelpoisuutta tai loppusijoitusominaisuuksia ei heikennetä sekoittamalla siihen hallitsemattomasti muita tuhkia tai savukaasun puhdistustuotteita. Tämän varmistamiseksi pohjatuhka on käsiteltävä ja varastoitava muista jäännöstuotteista erillään.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista on myös olla selvillä tuhkien ja jäännöstuotteiden ominaisuuksista ja koostumuksista ja arvioida sen perusteella niiden sopivuus hyötykäyttöön. Tämän perusteella voidaan harkita olisiko lentotuhka ja kattilatuhka käsiteltävä savukaasun puhdistustuotteista erillisenä vai voidaanko ne sekoittaa puhdistustuotteisiin. Lento- ja kattilatuhkan käsitteleminen puhdistustuotteista erillään mahdollistaa myös niiden palauttamisen tulipesään PCDD/F-yhdisteiden hajottamista ja jäännöshiilen polttoa varten. Tuhkien palauttamista harkittaessa on otettava huomioon, että tuhkat saattavat aiheuttaa tulipesän likaantumista ja mahdollisesti joidenkin aineiden rikastumista tuhkakiertoon.

6.1.21

Pohjatuhkan käsittely

Jätteenpolton pohjatuhkan koostumus riippuu voimakkaasti poltettavan jätteen laadusta ja poltto-olosuhteista. Yhdyskuntajätteen polton pohjatuhka sisältää yleensä aina metallisessa muodossa olevia metalleja, vaikka niitä erottaisiin jätteestä pois jo ennen polttoa. Myös kierrätyspolttoaineet sisältävät jonkin verran metalleja, jotka päätyvät poltossa pohjatuhkaan. Tuhkan ominaisuuksiin vaikuttavat voimakkaasti myös sen hiilipitoisuus ja sen sisältämät metallisen alumiinin ja alkalisten oksidien määrät. Samat tekijät vaikuttavat myös ongelmajätteiden polton pohjatuhkien ominaisuuksiin. Ongelmajätteiden polton tuhkia on aina kuitenkin arvioitava tapauskohtaisesti ja niitä ei tässä käsitellä tarkemmin.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on erottaa yhdyskuntajätteen polton pohjatuhkasta metalleja hyötykäyttöön silloin kun se on taloudellisesti mielekästä. Tämä on kuvattu edellä kohdassa 6.1.6.

²⁸ Asetus yleisempien jätteiden sekä ongelmajätteiden luettelosta (1129/2001)

²⁹ Jäteasetus 1390/1993 muutoksineen

³⁰ Valtioneuvoston asetus jätteiden hyväksymisestä kaatopaikolle (202/2006)

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on myös käsitellä pohjatuhka niin, että se täyttää hyötykäytön tai kaatopaikkasijoituksen vaatimukset. Mahdollisia pohjatuhkan käsittelytapoja ovat esimerkiksi:

- Pohjatuhkan vanhentaminen kostutettuna niin, että sen alkalisuus vähenee ja siinä oleva alumiini ehtii reagoida stabiilimpaan muotoon. Vanhentamisen aikana tuhka karbonisoituu kun sen sisältämät alkaliset oksidit reagoivat kostutettuna ilman hiilidioksidien kanssa karbonaateiksi.
- Pohjatuhkan murskaus ja seulonta, jolla erotetaan pohjatuhkasta hyötykäyttöön sopiva osa.

Tuhkan vanhentaminen kestää tyypillisesti 6 – 20 viikkoa ja sitä on kasteltava ja sekoitettava vanhentamisen aikana. Tuhkasta liukenee vanhennuksessa kasteluveteen metallisuoloja ja erottuva vesi on sen vuoksi käsiteltävä asianmukaisesti. Tuhkan haitallinen pölyäminen on myös estettävä.

Vertailuasiakirjassa esitetään myös muita vaihtoehtoisia pohjatuhkan käsittelytapoja, mutta niiden suuren energiankulutuksen ja niistä aiheutuvien ylimääräisten savukaasujen ja jätevesien käsittelytarpeiden vuoksi niiden käyttö ei ole kovin todennäköistä Suomen olosuhteissa.

Pohjatuhkan hyötykäyttömahdollisuuksia harkittaessa kannattaa ottaa huomioon, että jätteenpolton tuhkan käyttö maanrakennusmateriaalina edellyttää Suomessa käytön turvallisuuden ja haitattomuuden osoittamista ja tapauskohtaista lupaa. Ilmoitusmenettelyn perusteella voidaan maanrakennuskäytössä hyödyntää ainoastaan tyyppihyväksytyjä puhtaiden polttoaineiden tuhkia.

6.1.22

Savukaasun puhdistuksen sivutuotteiden käsittely

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käsitellä savukaasun puhdistuksen sivutuotteet niin, että ne täyttävät niiden loppusijoitukselle tai hyötykäytölle asetetut vaatimukset. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirja esittää harkittavaksi esimerkiksi seuraavissa kappaleissa kuvattujen menetelmien käyttämistä.

Stabilointi sementin avulla

Yleisin käytössä oleva savukaasunpuhdistuksen sivutuotteiden käsittelymenetelmä on sivutuotteiden stabilointi sementin avulla. Menetelmässä sivutuotteeseen sekoitetaan sementtiä ja vettä ja seos joko valetaan harkoiksi tai sijoitetaan loppusijoitusalueelle kovettumaan. Joissain tapauksissa stabilointiin käytetään sementin sijaan sementin ja kivihiilen lentotuhkan seosta. Sivutuotteiden liukoisuus alenee stabiloinnin avulla merkittävästi koska haitta-aineita liuottavan veden pääsy kosketukseen sivutuotepartikkelien kanssa rajoittuu pääasiassa stabiloidun harkon tai valoksen ulkopintoihin. Osa sivutuotteen sisältämistä metalleista reagoi stabiloinnissa hydroksideiksi ja karbonaateiksi, mikä vähentää niiden liukoisuutta. Menetelmä estää sivutuotteen pölyämisen käytännössä kokonaan. Sementtistabilointi ei kuitenkaan poista eikä sido kemiallisesti sivutuotteen sisältämiä klorideja vaan ne ovat stabilaattissa lähinnä mekaanisti sidottuina. Tämän vuoksi stabilaatti ei kestä pitkäaikaista vuorovaikutusta veden kanssa. Kymmenien vuosien aikana vesi liuottaa vähitellen

suoloja kappaleen pinnalta alkaen ja ajan myötä liukeneminen siirtyy syvemmälle stabilaattimatriisiin sisälle ja rakenne hajoaa. Tämän vuoksi stabiloitu materiaali on sijoitettava niin, että se ei ole pitkäaikaisessa kosketuksessa veden kanssa.

Sivutuotteiden vitrifointi

Sivutuotteiden sulattaminen kuonan tai lasin kaltaiseksi tiiviiksi massaksi vähentää haitta-aineiden liukoisuuden erittäin alhaiseksi. Liukenevuus alenee kolmen eri tekijän ansiosta:

- Osa haitta-aineista reagoi liukenemattomaan muotoon
- Veden kontakti materiaalin kanssa rajoittuu käytännössä kappaleiden pintoihin
- Suuri osa sivutuotteiden sisältämistä klorideista hajaantuu sulatuksessa ja koori haihtuu materiaalista pois.

Sulatuksessa tarvittava kuumennus voidaan tehdä joko sähköllä tai jotakin sopivaa polttoainetta polttamalla. Sulatusprosesseista on useita kymmeniä erilaisia variaatioita. Niitä ei kuitenkaan käsitellä tässä tarkemmin, sillä ne kaikki kuluttavat runsaasti energiaa ja tuottavat hankalasti puhdistettavia kaasuja. Sulatusprosesseja käytetään yleisesti jätteenpolton tuhkien käsittelyyn Japanissa. Sulatusmenetelmien käyttö tähän tarkoitukseen Suomessa on lyhyellä aikavälillä varsin epätodennäköistä.

Lentotuhkan pesu happamalla pesuliuksella

Jätteenpolton lentotuhkan käsittelyyn on kehitetty useita menetelmiä, joissa tuhka pestään liukenevia aineita pois märän savukaasunpuhdistuksen happamalla pesuliuksella. Hapan pesuliuos on märän savukaasunpuhdistuksen sivutuote ja se liuottaa hyvin tuhkan sisältämiä metalleja ja klorideja. Prosesseissa on jonkin verran eroja, mutta niiden kaikkien periaate on kuitenkin sama. Käytettävä pesuliuos valmistetaan happaman pesurin liuoksesta poistamalla ensin pääosa liuoksen sisältämästä elohopeasta joko aktiivihieillä tai ioninvaihtohartsilla ja säätämällä sen jälkeen liuoksen pH sopivaksi. Tämän jälkeen tuhka ja pesuliuos sekoitetaan ja sopivan viipymäajan jälkeen liukenematon kiintoaines erotetaan nauhasuotimella. Lopuksi kiintoaines pestään puhtaalla vedellä. Pesty kiintoaines sijoitetaan yleensä kaatopaikalle. Suodoksesta erotetaan raskasmetallit joko neutraloimalla tai sulfidisaostuksella, jonka jälkeen se johdetaan jätevesien käsittelyyn.

AES-nimellä tunnetussa prosessiversiossa liuenneet raskasmetallit saostetaan kiinteiksi sulfideiksi ennen suodatusta. FLUWA³¹-prosessissa happaman pesuliuoksen pH:n säätöön käytetään kalsiumhydroksidia, jonka avulla osa liuoksen sulfaateista saadaan saostumaan kipsinä. Joissain prosessiversioissa saostettu kiintoaines palautetaan laitoksen tulipesään tai se käsitellään rumpu-uunissa polttamalla.

Kuivan natriumbikarbonaattimenetelmän lopputuotteen kierrätys

Menetelmässä klorideja, sulfaatteja, bikarbonaattia ja raskasmetallipitoista tuhkaa sisältävä kuivan natriumbikarbonaattimenetelmän lopputuote sekoitetaan veteen, jolloin muodostuu alkalinen klorideja sisältävä liuos, jossa kiintoaine on suspensiona. Merkittävä osa raskasmetalleista reagoi liuoksessa hydroksideiksi ja sulfaatit saostetaan kalsiumhydroksidilisäyksellä kipsiksi. Hydroksidit, kipsi, liukenematon tuhka

³¹ Von Roll Environmental Technology, 2006. www.vonrollnova.ch (7.4.2006)

ja mahdollinen aktiivihiili erotetaan seoksesta suodattamalla. Suodatettu kiintoaines on vähäliukoista ja se sijoitetaan kaatopaikalle. Suolaliuos puhdistetaan hienosuodatuksella, aktiivihiilellä ja ioninvaihtohartsilla. Tämän jälkeen liuos palautetaan natriumkarbonaatin (soodan) valmistukseen. Puhdas suolavesi voidaan vaihtoehtoisesti johtaa myös mereen.

Joissain prosessiversioissa saostettu kiintoaines stabiloidaan vielä sementillä ennen sen sijoittamista kaatopaikalle.

6.1.23

Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on laatia polttolaitokselle sen koko toiminnan kattava ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ja noudattaa sitä. Menettelyjen ja hallintajärjestelmän on oltava sopuosinnussa laitoksen ja toiminnan vaativuuden, laajuuden ja toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten ja riskien kanssa. Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä on ympäristöjohtamisen väline, joka toimii parhaiten silloin kun se on kytketty kiinteäksi osaksi laitoksen ja toiminnan yleistä johtamisjärjestelmää ja otettu aidosti käyttöön kaikilla organisaatiotasoilla. Ympäristöasioiden hallintajärjestelmän on katettava toiminnan organisaatorakenne, vastuut, käytännöt ja menettelyt sekä ympäristöasioiden kehittämisen, ylläpidon ja valvonnan edellyttämät menettelyt ja resurssit.

Ympäristöasioiden hallinta voidaan järjestää usealla vaihtoehtoisella tavalla. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on sisällyttää siihen seuraavat asiat:

- Toiminnan ympäristöpolitiikka eli ympäristöasioihin liittyvät periaatteet ja yleisen tason tavoitteet.
- Korkeimman johdon sitoutuminen ympäristöpolitiikan noudattamiseen.
- Menettelyt tarvittavien ohjeiden laatimiseksi ja ajan tasalla pitämiseksi
- Ohjeiden käyttöönotto ja käyttö, painottaen erityisesti seuraavia asioita:
 - Vastuut ja organisaation toiminta
 - Tietoisuus toiminnan vaikutuksista, tehtävien pätevyysvaatimukset ja koulutustarpeet
 - Tiedonkulku
 - Työntekijöiden sitoutuminen
 - Asioiden dokumentointi
 - Laitoksen prosessien tehokas valvonta
 - Laitoksen huolto ja kunnossapito
 - Valmius toimia hätätilanteissa
 - Ympäristölainsäädännön vaatimusten noudattaminen
- Toiminnan valvonta ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet, antaen erityistä painoa seuraaville asioille:
 - Seuranta ja mittaukset
 - Korjaavat ja virheitä ennalta ehkäisevät toimenpiteet
 - Huolehtiminen mittaus- ja valvontatulosten tallentamisesta
 - Riippumattomat (niin pitkälti kuin mahdollista) sisäiset tarkastukset, joilla todetaan noudatetaanko suunniteltuja ympäristöasioiden hallintamenettelyjä.
- Korkeimman johdon suorittamat katselmukset.

Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä voidaan toteuttaa kansainvälisesti käytössä olevan standardin mukaisena, jolloin ulkopuolisten on helppo arvioida sen laajuutta ja vaikuttavuutta. Tällaisia kansainvälisiä standardeja ovat esimerkiksi EMAS ja ISO 14001. Paras käytettävissä oleva tekniikka ei kuitenkaan välttämättä edellytä kansainvälisen standardin mukaan laadittua järjestelmää.

Ympäristöasioiden hallintajärjestelmän vaikuttavuutta voidaan tukea myös seuraavilla tavoilla:

- Sisällyttämällä järjestelmään ulkopuolisen, mahdollisesti akkreditoitun tarkastajan tai tarkastuslaitoksen auditoinnit
- Laatimalla ja julkaisemalla säännöllisesti ympäristökatsauksia, joissa esitetään kaikki merkittävät toimintaan liittyvät ympäristöasiat ja joista voi seurata ympäristötavoitteiden saavuttamisen tasoa eri vuosina. Katsauksiin voidaan myös sisällyttää toteutuneen toiminnan vertailu alan yleiseen toimintatasoon. Ympäristökatsausten painoarvoa voidaan lisätä vahvistuttamalla ne ennen julkaisua ulkopuolisella tarkastajalla.

Ympäristöasioiden hallintajärjestelmässä on suositeltavaa ottaa huomioon myös seuraavat asiat:

- Laitoksen tai sen osan käytöstä poistamiseen ja purkuun liittyvien ympäristönäkökohtien arviointi jo uuden laitoksen tai yksikön suunnitteluvaiheessa.
- Ympäristön kannalta parempien, uusien menetelmien kehittymisen ottaminen huomioon.
- Toiminnan säännöllinen vertaaminen alan yleisiin käytäntöihin ja toimintatasoihin erityisesti seuraavien asioiden osalta:
 - Energiatehokkuus
 - Apuaineiden käyttö
 - Päästöt ilmaan ja veteen
 - Vedenkulutus ja toiminnasta aiheutuvat jätteet.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on, että uudelle laitokselle tai laitostyksikölle laaditaan jo laitoksen suunnitteluvaiheessa ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, joka kattaa seuraavat asiat:

- Uuden yksikön käyttöönottosuunnitelmien laatiminen
- Koulutustarpeiden arviointi ja laitoksen käynnistysvalmistelun aikana toteutettavan koulutuksen suunnittelu
- Lakien ja määräysten edellyttämät työterveyteen ja turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat ja dokumentit
- Riittävän teknisen dokumentaation olemassa olon ja laadun varmistamisen ennen laitoksen käynnistyksen aloittamista
- Häätätilasuunnitelmat seuraavia tilanteita varten
 - Merkittävä tulipalo
 - Merkittävä räjähdys
 - Sabotaasi ja pommiuhkaus
 - Ulkopuolisten tunkeutuminen laitokselle
 - Vakavat loukkaantumiset ja kuolemantapaukset
 - Liikenneonnettomuudet
 - Varkaudet

- Ympäristövahingot
- Sähkökatkot
- Suunnitelmat edellä lueteltujen hätä- ja onnettomuustilanteiden ennalta ehkäsemiseksi
- Arvio laitoksen käyttöönotto- ja viritysvaiheen epätavallisista päästöistä ja suunnitelma niiden välttämiseksi.

Henkilökunnan säännöllisestä koulutuksesta huolehtiminen on keskeinen tekijä ympäristö- ja turvallisuustavoitteiden saavuttamisessa.

6.2

Yhdyskuntajätteen polttolaitoksia erityisesti koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat

6.2.1

Jätteen pitkäaikaisvarastointi

Jos jätettä joudutaan varastoimaan tavanomaista pidempään, on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista että jäte paalataan tai muutoin käsitellään hajujen, roskaantumisen, haittaeläinten, suotautumisen ja tulipalon vaaran hallitsemiseksi.

6.2.2

Jätteen sekoittaminen ja murskaus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on sekoittaa jätettä varastobunkkerissa jätteen laadun tasaamiseksi. Suuret jätekappaleet on murskattava.

6.2.3

Polttolaitoksen arinan jäähdytys

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää arinarakennetta, jonka jäähdytys on järjestetty niin, että palamisilmaa riittää myös polton säätöön. Hyvin suunniteltuja ilmajäähdytteisiä arinoita voidaan käyttää silloin kun poltettavan jätteen lämpöarvo on korkeintaan noin 15 MJ/kg. Kun jätteen lämpöarvo on tätä suurempi on käytettävä vedellä tai muulla nesteellä jäähdytettyä arinaa.

6.2.4

Energian hyödyntämisen huomioon ottaminen uuden laitoksen sijoituspaikan valinnassa

Uudet jätteenpolttolaitokset on sijoitettava paikkoihin, jotka mahdollistavat laitoksen tuottaman energian mahdollisimman hyvän hyötykäytön. Laitokset olisi sijoitettava kohteisiin, jossa laitokselta voidaan toimittaa ulkopuolelle energiaa vähintään:

- 1,9 MWh/t jätettä, kun poltettavan jätteen keskimääräinen lämpöarvo (LHV) on 2,9 MWh/t.

Silloin kun laitosta ei ole mahdollista sijoittaa niin, että edellä mainittu energian kokonaistoimitusmäärä täyttyy, on laitos suunniteltava täyttämään jompikumpi seuraavista energiantuotantovaatimuksista:

- laitoksen tuottama sähkön määrä on vuosikeskiarvona vähintään 0,4 – 0,65 MWh/t jätettä ja laitos toimittaa ulkopuolelle lämpöä samanaikaisesti niin paljon paikalliset olosuhteet huomioon ottaen on mahdollista. Tuotantomäärän perustana on jätteen keskimääräinen lämpöarvo (LHV) on 2,9 MWh/t, tai
- laitoksen on tuotettava sähköä se määrä, jonka se itse kuluttaa. Laitoksen kuluttamaa sähkömäärää laskettaessa otetaan mukaan myös laitoksen yhteydessä olevan jätteen esikäsittelyn sähkönkulutus.

Jätteiden sisältämän energian tehokas hyötykäyttö on Suomessa yleensä yksi keskeisistä suunnittelua ohjaavista tekijöistä ja nämä vaatimukset täyttyvät tyypillisessä tapauksessa ilman erityistoimenpiteitä.

6.2.5

Laitoksen oma sähkönkulutus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on suunnitella jätteenpolttolaitos niin, että sen sähkönkulutus ilman jätteen esikäsittelyprosesseja ja kiinteiden jäänöstuotteiden jälkikäsittelyä on pienempi kuin 0,15 MWh/t jätettä.

6.3

Käsiteltyä tai erilliskerättyä yhdyskuntajätettä polttavia laitoksia erityisesti koskevat parhaat käytettävissä olevat tekniikat

6.3.1

Jätteen varastointi

BAT:n mukaista on varastoida jäte suljetuissa siiloissa tai katetuissa rakennuksissa, joissa on tiiviit viemäroidyt pohjat.

Jos jätettä joudutaan varastoimaan tavanomaista pidempään, parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on paalata jäte tai käsitellä se muutoin niin, että hajut, roskaantuminen, haittaeläimet, suotautuminen ja tulipalon vaara ovat hyvin hallinnassa.

Suomalaisen standardin SFS 5875 mukaisia kierrätyspolttoaineita voidaan tyypillisesti varastoida näille polttoaineille suunnitelluissa siiloissa. Siilovarastointi täyttää hyvin parhaan käytettävissä olevan tekniikan vaatimukset. Luokkien REF I ja II mukaisia kierrätyspolttoaineita voidaan varastoida myös varastohallissa. Hallivarastoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että polttoaine on todellisuudessa esitetyn luokan mukaista eikä sisällä esimerkiksi biomassaa tai orgaanisia aineita, jotka saattaisivat aiheuttaa kaasunmuodostuksesta johtuvaa palovaaraa tai työterveysriskiä.

Polttoaineen pölyämisestä ja mahdollisesta kaasujen muodostumisesta aiheutuva räjähdysvaara on otettava huomioon laitteistoja suunniteltaessa.

6.3.2

Laitoksen energiantuotannon tehokkuus

BAT:n mukaista on, että laitos tuottaa energiaa vähintään:

- sähköä vuosikeskiarvona vähintään 0,6 – 1,0 MWh/t poltettavaa jätettä, kun jätteen lämpöarvo on keskimäärin 4,2 MWh/t, tai
- Sähköä oman kokonaiskulutuksensa verran. Kulutukseen lasketaan mukaan myös laitosalueella tapahtuva polttoaineen esikäsitely ja tuhkien käsittely.

6.3.3

Energian hyödyntämisen ottaminen huomioon uuden laitoksen sijoituspaikan valinnassa

BAT:n mukaista on valita uuden laitoksen sijoituspaikka niin, että laitos tuottaa:

- sähköä vuosikeskiarvona vähintään 0,6 – 1,0 MWh/t poltettavaa jätettä ja samanaikaisesti lämpöä 0,5 -1,25 MWh/t poltettavaa jätettä, kun jätteen lämpöarvo on keskimäärin 4,2 MWh/t, tai
- jos laitos ei tuota sähköä se toimittaa lämpöenergiaa vähintään 3 MWh/t poltettavaa jätettä, kun jätteen lämpöarvo on keskimäärin 4,2 MWh/t.

Jätteiden sisältämän energian tehokas hyötykäyttö on Suomessa yleensä yksi keskeisistä suunnittelua ohjaavista tekijöistä ja nämä vaatimukset täyttyvät jalostettua jätettä tai kierrätyspolttoaineita käyttävässä polttolaitoksessa tyypillisesti ilman erityistoimenpiteitä.

Kierrätyspolttoaineita muun polttoaineen rinnalla käyttävissä leijupetiteknikalla toteutetuissa yhdistetyn tuotannon voimalaitoksissa päästään useimmiten parhaan käytettävissä olevan tekniikan vaatimusta parempaan sähköntuotannon tehokkuuteen. Kierrätyspolttoaineiden kaasutuksen ja kaasun puhdistuksen avulla voidaan saavuttaa vielä tätäkin korkeampi sähköntuotannon hyötysuhde. Parhaimmillaan kaasutukseen ja kaasunpuhdistukseen perustuva jätteiden energiakäyttö voi ylittää tämän hetken tekniikalla noin 40 % sähköntuotannon hyötysuhteeseen.

6.3.4

Laitoksen oma sähkönkulutus

BAT:n mukaista on suunnitella laitos niin, että sen sähkönkulutus ilman jätteen esikäsitelyprosesseja ja kiinteiden jäännöstuotteiden jälkikäsitelyä on pienempi kuin 0,2 MWh/t poltettavaa jätettä.

Ongelmajätteiden polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat

Poltettavan jätteen laadun hallinta

Ongelmajätteen poltossa on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista noudattaa kohdassa 6.1.3 esiteltyjä poltettavan jätteen laadun hallintaan liittyviä parhaita käytettävissä olevia tekniikoita. Tämän lisäksi on BAT:n mukaista laatia ongelmajätteen poltolle riskinarviointiin perustuva jätteen laadun hallintasuunnitelma. Suunnitelman on katettava jätteen alkuperä, merkinnät, tarkastukset, näytteenotto ja testaus.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on myös että ongelmajätteen polttolaitoksella on jätteen laadun varmistamiseksi tarpeelliset ohjeet ja ammattitaitovaatimuksiltaan hyväksytty henkilöstö, joka toimii ohjeiden mukaisesti.

Ongelmajätteiden poltossa on tunnettava riittävästi jätteen:

- Lämpöarvo
- Leimahduspiste
- PCB-pitoisuus
- Halogeeni- ja rikki-pitoisuudet
- Raskasmetallipitoisuudet
- Reaktiivisuus ja sopivuus laitokselle.

Jos nämä ominaisuudet eivät ole riittävällä tarkkuudella tiedossa ne on selvitettävä mittauksin ja analyysin avulla ennen polttoa.

Jätteen mahdollinen radioaktiivisuus on mitattava mieluiten jo laitokselle tuottaessa.

Jätteen laadun tunteminen on erittäin tärkeää, koska eräiden vaarallisten ominaisuuksien toteaminen analyttisesti polttolaitoksella on vaikeaa. Tällaisia vaarallisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi jätteen huomattava myrkyllisyys tai korkea tartuntavaara.

Jätteiden sekoittaminen keskenään ja syöttö polttokammioon

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on sekoittaa laitokseen syötettäviä jätteitä keskenään ennen polttoa niin, että syötettävän jätteen lämpöarvo ja palamisominaisuudet ovat mahdollisimman tasaisia. Jätteiden laadun tunteminen on ongelmajätteiden poltossa erittäin tärkeää, jotta voidaan välttää jätteiden reagointi

hallitsemattomasti sekoituksen yhteydessä. Pakattujen nestemäisten ja kiinteiden jätteiden sekoittaminen voidaan tehdä murskaamalla pakkaukset inerttikaasulla suojatussa murskaimessa. Murskauksessa muodostuva seos voidaan syöttää polttouuniin esimerkiksi mäntäpumpuilla. Muovipakkaukset voidaan murskata niin pieneen kappalekokoon, että ne niistä muodostuva murske voi olla mukana polttoon pumppavassa seoksessa. Metallipakkauksista muodostuva murske voidaan joko erottaa seoksesta ennen polttoa ja pestä materiaalin uudelleenkäyttöä varten tai johtaa seoksen mukana polttoon. Kiinteän ja nestemäisen materiaalin suhdetta on säädettävä niin, että seos on koko ajan pumppauskelpoista. Tarvittaessa murskaimeen voidaan syöttää seosta ohentavia öljy- ja liuotinjätteitä tai sitä voidaan sakeuttaa syöttämällä mukaan irtotoimituksena vastaanotettuja kiinteitä jätteitä.

Tasalaatuiseksi sekoitetun jätteen palaminen ja muodostuvien savukaasujen määrä ja ominaisuudet ovat vakaampia kuin poltettaessa vaihtelevaa jätettä. Tämä helpottaa koko laitoksen säätöä ja vähentää prosessihäiriöiden määrää. Tukipolttoaineen ja savukaasujen puhdistuskemikaalien määrät ovat myös useissa tapauksissa pienempiä kuin poltettaessa vaihtelevaa jätettä. Myös polttouunissa tapahtuvien räjähdysten ja uunin vuorausten vahingoittumisen vaara vähenee kun pakkaukset murskataan ennen niiden syöttämistä uuniin.

Kiinteitä polttoaineita voidaan sekoittaa myös esimerkiksi järeiden sekoittavien syöttöruuvien avulla. Järjestelmä on varustettava sopiviin kohtiin sijoitetuilla sulkusyöttimillä, joiden avulla estetään mahdollisen takatulen pääsy sekoitusruuveihin ja syöttösuppiloon.

Kaasumaisia ja nestemäisiä jätteitä voidaan syöttää polttoon myös suoraan kuljetussäiliöstä. Menetelmässä kuljetussäiliö kytketään suoraan uuniin johtavaan putkilinjaan ja jäte poltetaan sitä mukaan kun kuljetussäiliötä tyhjennetään. Järjestelmä voi toimia joko poltettavan kaasun omalla paineella, typpipaineistuksen avulla tai pumppaamalla. Suoraan syötettävän materiaalin poltto voidaan ajoittaa tapahtuvaksi samanaikaisesti muun sopivan jätteen polton kanssa.

Säännöllisesti poltettavia kaasuja ja nesteitä varten voidaan laitokselle rakentaa omat, vain näille jätteille käytettävät syöttölinjat. Suoran syötön avulla vältetään kyseisen jätteen käsittely ja varastointi polttolaitoksella kokonaan. Menetelmästä on suurin hyöty poltettaessa esimerkiksi erityisen myrkyllistä tai haisevaa jätettä.

6.4.3

Tulipesä

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää ongelmajätteiden polttoon tiivistä tulipesää tai polttokammiota, jossa jäte sekoittuu tehokkaasti polton aikana. Jätteen on myös siirryttävä tulipesässä eteenpäin polton kuluessa niin, että tulipesästä poistuvaan tuhkaan ei sekoitu palamatonta tai vajaasti palanutta jätettä. Nämä vaatimukset voidaan täyttää esimerkiksi polttamalla ongelmajäte rumpu-uunissa. Rumpu-uuni voi olla joko ilma- tai vesijäähdytteinen. Vesijäähdytteiset uunit sopivat erityisesti jätteelle, jonka lämpöarvo on korkea (yli 15 MJ/kg) sekä sellaisiin polttoprosesseihin, joissa jätteen sisältämien haitta-aineiden hajoittamiseen tarvitaan erityisen korkea lämpötila (yli 1 100 °C). Korkealämpötilainen poltto voidaan myös suunnitella tuhkaan sulattavaksi.

Rumpu-uunin vesijäähdytys voidaan toteuttaa esimerkiksi vesisuuttimilla, joilla ruiskutetaan vettä rumpun ulkopintaan. Suuttimien määrän on oltava melko suuri tasaisen jäähdytyksen aikaansaamiseksi. Vesi voidaan koota rumpun alla oleviin altaisiin, joista se edelleen valuu pumppaussäiliöön. Vesi pumpataan tästä säiliöstä jäähdyttimen ja suodattimen kautta uudelleen ruiskutus-suuttimille. Kiertoon on lisättävä haihtuvan veden tilalle tarvittava määrä uutta vettä. Kiertoveden jäähdytyslämpö voidaan ottaa talteen esimerkiksi kaukolämmöksi. Vesiruiskutuksen avulla rumpun ulkopinta voidaan pitää esimerkiksi 80 – 100 °C lämpötilassa, jolloin rumpun seinämän läpi kulkeva lämpövirta on riittävä jäähdyttämään rumpun sisävuorausmateriaalia tarpeeksi myös tuhkaan sulattavissa rummuissa.

Nestemäisiä ja kaasumaisia ongelmajätteitä voidaan polttaa myös tarkoitusta varten suunnitelluissa kiinteissä polttokammiotulipesissä.

6.4.4

Laitoksen oma sähkönkulutus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on toteuttaa ongelmajätteiden polttolaitos niin, että sen oma sähköenergian kulutus ilman jätteen esikäsitteilyä ja kiinteiden jäännöstuotteiden käsittelyä on pienempi kuin 0,3 - 0,5 MWh/t poltettavaa jätettä. Suurilla laitoksilla kulutuksen olisi oltava lähellä esitetyn vaihteluvälin alarajaa. Pienillä laitoksilla ominaiskulutus on yleensä suurempi ja silloin vaihteluvälin yläpää kuvaa korkeinta parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista kulutustasoa.

6.4.5

Savukaasujen puhdistus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää laadultaan vaihtelevia ongelmajätteitä polttavan laitoksen savukaasujen puhdistukseen märkää puhdistusmenetelmää. Märkämenetelmällä päästään tyypillisesti pienempiin päästöarvoihin kuin kuivilla menetelmillä. Märkämenetelmän kyky käsitellä nopeasti vaihtelevia savukaasun epäpuhtausmääriä on parempi kuin kuivilla menetelmillä.

Mikäli laitoksella poltetaan erityisesti jodia tai bromia sisältäviä jätteitä on parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista lisätä määrän savukaasunpuhdistusprosessin alkaliseseen pesuvaiheeseen reagenssia, joka sitoo savukaasujen sisältämän jodin ja bromin. Sidontareagenssina voidaan käyttää esimerkiksi natriumtiosulfaattia tai natriumbisulfitia.

6.4.6

Eläinjätteen käsittely ja poltto

Tavanomaisen eläinjätteen ja riskialttiin eläinjätteen polton tekniikoita ei erityisesti käsitellä jätteenpolton BREF:ssä eikä tässä julkaisussa. Eläinjätteen käsittelyssä ja hävittämisessä toimitaan asiaa koskevien erityismääräysten mukaisesti. Lyhyesti voidaan kuitenkin todeta, että laitteistojen korroosioon ja kerrostumien hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota mikäli eläinjätteen osuus poltettavassa jätteessä on suuri. Luonnollisesti myös eläinperäisen jätteen käsittelyn ja varastoinnin sekä

erityisesti laitteistojen huollon hygieniavaatimukset on otettava huomioon ennen polton aloittamista.

6.5

Yhdyskuntalietteen polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat

6.5.1

Polttotekniikka

Leijupetitekniikkaa voitaneen pitää useimmissa tapauksissa parhaana käytettävissä olevana tekniikkana laitoksissa, jotka on ensisijaisesti tarkoitettu yhdyskuntalietteen polttoon. Leijupetitekniikalla saavutetaan yleensä muita menetelmiä parempi palamistulos ja muodostuvien savukaasujen määrä on pienempi kuin muilla menetelmillä.

Käytettäessä leijupetitekniikkaa yhdyskuntalietteiden polttoon on kiinnitettävä erityistä huomioita pedin sintraantumisesta johtuviin häiriöihin. Poltettavan lietteen koostumus vaikuttaa voimakkaasti sintraantumisherkyyteen. Ilmiötä voidaan hallita lämpötilan säädön ja petimateriaalin valinnan avulla.

6.5.2

Lietteen kuivaus

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on kuivata poltettava liete niin, että poltossa ei normaalin toiminnan aikana tarvitse käyttää tukipolttoaineita. Normaali-toiminnalla tarkoitetaan tässä yhteydessä laitoksen stabiilia toimintaa. Käynnistykset, pysäytykset ja muut erikoistilanteet eivät sisälly tässä tarkoitettuun normaalitoimintaan. Kuivaukseen olisi mieluiten käytettävä lietteen poltosta saatavaa lämpöä.

Tukipolttimien ja puhtaan polttoaineen käyttö on kuitenkin välttämätöntä laitoksen käynnistysten, pysäytysten ja muiden erikoistilanteiden aikana riittävän korkean polttolämpötilan varmistamiseksi.

6.6

Sairaalajätteen polttolaitoksiin erityisesti liittyvät parhaat käytettävissä olevat tekniikat

6.6.1

Sairaalajätteen käsittely ja syöttö polttokammioon

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on järjestää jätteen käsittely ja syöttäminen polttokammioon niin, että siinä ei ole käsin tehtäviä työvaiheita.

6.6.2

Sairaalajätteen kuljetus ja varastointi

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää sairaalajätteen kuljetukseen ja varastointiin riittävän vahvoja suljettuja säiliöitä, jotka eivät rikkoonnu tai muutoin vuoda kuljetuksen, käsittelyn tai varastoinnin aikana.

Sairaalajätteen varastointiin ja kuljetukseen on käytettävä kertakäyttöisiä astioita, jotka syötetään avaamattomina polttolaitteistoon. Jätteenpolton vertailuasiakirja mainitsee myös uudelleenkäytettävät astiat ja niiden puhdistuksen, mutta tätä toimintatapaa pidetään suomalaisesta näkökulmasta katsottuna vanhentuneena.

6.6.3

Polttotekniikka

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on käyttää sairaalajätteen polttoon mahdollisimman tiivistä tulipesää, jossa jätteen siirtyminen ja sekoittuminen on tehokasta. Tällainen rakenne on esimerkiksi rumpu-uunissa.

Jos sairaalajätteen polttoon käytetään arinatulipesää on arinan järjestelmän tiiviyteen ja hygienian hallintaan kiinnitettävä erityistä huomioita. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista on myös tällöin käyttää arinarakennetta, jonka jäähdytys on järjestetty niin, että palamisilmaa riittää myös polton säätöön.

7 Suomalaiseen toimintaympäristöön sopivia jätteenpolton toteutusvaihtoehtoja

Polton osuus on Suomen jätehuollossa hyvin vähäinen verrattuna useimpiin Länsi-Euroopan maihin. Tähän on keskeisesti vaikuttanut tarjolla ollut mahdollisuus sijoittaa jätteet edullisesti kaatopaikoille ja ennen 1980-lukua toimineiden laitosten päästöongelmista virinnyt voimakas jätteenpolton vastustus. Edullinen kaatopaikkasijoitus on uusien kaatopaikkoja koskevien vaatimusten ja rajoitusten sekä sopivien kaatopaikka-alueiden niukkuuden vuoksi nykyään historiaa ja jätteiden käsittelylle ollaan hakemassa uusia toimintamalleja. Jätehuollossa on muutosvaiheen näkemyseroista huolimatta löydettävä lähivuosina, mieluiten jo varsin nopeasti, uudet ympäristönsuojelun vaatimukset ja EU-tason määräykset täyttävät toimintatavat. Poltolla ja energiahyödyntämisellä on tässä ratkaisussa myös Suomessa todennäköisesti selkeä merkitys. Ottamatta kantaa periaatteellisiin ympäristö- ja paikallispoliittisiin näkemyksiin jätteenpolton hyväksyttävyydestä voidaan todeta, että ratkaisuihin vaikuttavat Suomessa erityisesti seuraavat asiat:

- Laajasti toteutettu korkeahyötysuhteinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto
- Jättemäärien pienuus verrattuna tiheästi asuttujen maiden jätemääriin
- Pitkät kuljetusetäisyydet
- Lähes koko maassa käytössä oleva jätteiden syntypaikkalajittelu
- Ensisijainen tavoite hyödyntää jätteet materiaalina mieluummin kuin energiana
- Lämmön ja sähkön kysynnän voimakas kausivaihtelu
- Sähkön hinta
- Hiilidioksidin päästöoikeuksien hinta.

Näistä ensimmäinen rajoittaa kaukolämpöön kytkettyjen, sähköntuotannon kannalta matalahyötysuhteisten polttolaitosten toteuttamista. Tämä on yksi hyvin keskeinen laitosten suunnittelua ohjaava tekijä, sillä jos olemassa olevaan yhteistuotantoon hyödyntävään kaukolämpöverkkoon kytketään vain vähän tai ei ollenkaan sähköä tuottava jätteenpolttolaitos järjestelmän sähköntuotannon hyötysuhde alenee. Vaikutus on konkreettisesti sähköntuotantoa vähentävä, jos polttolaitoksen lämmöllä korvataan verkkoon voimalaitoksilta tuotavaa lämpöä. Jos taas laajenevaan verkkoon toteutetaan tällainen laitos, jää hyötysuhde-eroa vastaava sähköntuotantomahdollisuus toteutumatta. Tämä on oleellinen syy siihen miksi maassamme ei ole rakennettu jätteitä hyödyntävää lämmöntuotantoa. Kaukolämpöverkkoon kytketyn jätteiden energiakäytön sähköhyötysuhteen olisi oltava mahdollisimman lähellä voimalaitoksen hyötysuhdetta, jotta menetelmä olisi kilpailukykyinen. Tähän päästään esimerkiksi polttamalla jätteitä rinnakkaispolttona voimakattilassa. Jätteistä valmistetun puhdistetun polttoainekaasun poltto voimalaitoskattilassa tai kaasumoottorissa tarjoaa myös ratkaisun hyötysuhdeongelmaan ja sopii eräisiin tapauksiin rinnakkaispolttoa paremmin.

Suomen melko pienet jätemäärät ja pitkät kuljetusetäisyydet puoltavat myös kierrätyspolttoaineen käyttöä tavanomaisten polttoaineiden rinnalta, koska tässä vaihtoehdossa voidaan hyödyntää täysikokoisten laitosten etuja ilman, että poltettavan jätemäärän tarvitsee olla kovin suuri. Leijukattiloissa rinnakkaispoltettavaksi sopii parhaiten melko vähän epäpuhtauksia sisältävä tasalaatuinen jättemateriaali, kuten lähinnä pakkausmateriaaleista ja muoveista valmistettu REF I ja II luokkien kierrätyspolttoaine.

Silloin kun kierrätyspolttoaine sisältää runsaammin epäpuhtauksia, mutta on kuitenkin tasalaatuista sitä voidaan polttaa kierrätyspolttoaineille suunnitelluissa leijupetikattiloissa, joissa jätteen rinnalla voidaan polttaa myös tavanomaisia polttoaineita. Näillä laitoksilla ei saavuteta aivan samaa sähköntuotannon hyötysuhdetta kuin puhtaita polttoaineita ja parhaita kierrätyspolttoaineita käytävillä kattiloilla, mutta kuitenkin selvästi sekajätteen polttoa parempi sähköntuotanto. Tämä toimintamalli sopii Suomeen hyvin myös teknisesti, sillä maassamme on erittäin hyvä leijupetitekniikan osaaminen ja useita alan laitevalmistajia. Leijupetikattiloiden suomalaisista valmistajista kaksi kuuluu alan maailman johtavaan kärkiryhmään ja ne ovat toimittaneet Suomen ulkopuolelle lukuisia tämäläisiä laitteita.

Suomessa yleisesti hyväksytty ja myös lainsäädäntöön sisällytetty tavoite ehkäistä jätteiden syntyä ja hyödyntää jätteet mahdollisimman pitkälle materiaaleina ja vasta sen jälkeen energiana tukee myös osaltaan hyvälaatuisten jätteiden valmistamista kierrätyspolttoaineiksi. Polttoaineen valmistuksen yhteydessä jätteestä voidaan erottaa esimerkiksi metallit materiaalihyötykäyttöön.

Kierrätyspolttoaineen valmistus kuluttaa energiaa ja aiheuttaa kustannuksia, jotka on pystyttävä kattamaan paremman hyötysuhteen ja polttoprosessin muiden etujen avulla. Tilanteissa, joissa kierrätyspolttoaineen valmistuksen vaatimia energia- ja kustannuspanoksia ei pystytä saamaan takaisin polttovaiheessa, kannattaa harkita jätteen polttamista vähemmän esikäsiteltynä arinapolttolaitoksessa. Arinalaitos sallii huomattavasti leijupetitekniikkaa suuremman jätteen laadun vaihtelun kunhan laitos on varustettu riittävällä savukaasujen puhdistusprosessilla. Suomen oloissa arinapolttolaitokset olisivat pienistä jätemääristä ja pitkistä etäisyyksistä johtuen oletettavasti kansainvälisen mittapuun mukaan pieniä tai korkeintaan keskisuuria. Myös tämäläistyyppinen laitos on sijoitettava paikkaan, jossa sen tuottaman energian hyödyntäminen on mahdollista.

Arinapolttolaitos sopii materiaalina vaikeasti hyödynnettävän jätteen hyödyntämiseen energiana erityisesti tasaisesti läpi vuoden lämpöä tarvitsevien toimintojen yhteydessä. Tällaisia lämpöä tarvitseviä toimintoja ovat esimerkiksi prosessi- tai kuivauslämpöä käyttävät teollisuuslaitokset ja biopolttoaineen kuivaus.

Suomen energiajärjestelmälle on hyvin tyypillistä lämmön ja sähkön kysynnän suuri kausivaihtelu. Tämä johtuu luonnollisesti talviajan lämmitystarpeesta. Kausivaihtelua voimistaa lisäksi jonkin verran kesän lomakauden aikainen tuotantotoiminnan hiljeneminen. Yhdyskuntajätettä muodostuu kuitenkin melko tasaisesti ympäri vuoden. Tämän vuoksi energiantuotantoon painotettujen jätteenpolttolaitosten suunnittelussa on tarkasteltava myös mahdollisuutta varastoida jätettä kesäkaudella talven suurempaa energiankulutusta varten. Sekajätteen varastointi on hygienia- ja turvallisuussyistä erittäin vaativaa ja sitä ei pidetä parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisena. Jätteestä valmistettuja kierrätyspolttoaineita voidaan sen sijaan

varastoida esimerkiksi paalattuna. Hyvälaatuisen kierrätyspolttoaineen varastointi onnistuu myös siilossa ja varastohallissa.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan näkökulmasta suomalainen jätteenpoltto voisi jakautua jätteen synnyn ehkäisyyn ja jätteiden materiaalihyötykäytön tavoitteiden huomioon ottamisen jälkeen esimerkiksi seuraavasti:

- Parhaat kierrätyspolttoainelaadut voitaisiin polttaa rinnakkaispolttona lämmöntuotantoon yhdistetyssä sähkön tuotannossa.
- Alempilaatuiset kierrätyspolttoaineet (kuten REF III ja RDF) voitaisiin polttaa tätä tarkoitusta varten suunnitelluissa leijukattiloissa tai pienissä vakioituissa arinapolttolaitoksissa tai kaasuttaa puhdistetuksi polttoaineakaasuksi.
- Polttokelpoinen jäte, jota ei ole mielekästä valmistaa REF III- tai RDF-tasoa vastaavaksi kierrätyspolttoaineeksi jätteen laadun, valmistusprosessin energiankulutuksen tai hyötysuhteen vuoksi voitaisiin polttaa arinapolttolaitoksissa
- Polttokelpoiset ongelmajätteet poltettaisiin niille suunnitelluissa polttolaitteistoissa tai tarkoitukseen sopivissa teollisuusuneissa.
- Esikäsitellyt yhdyskuntalietteet voitaisiin polttaa REF III- tai RDF-tason kierrätyspolttoaineille suunnitelluissa leijupetikattiloissa yhdessä näiden kierrätyspolttoaineiden kanssa.
- Sairaalahäätöjäte voitaisiin polttaa ongelmajätteiden polttolaitoksissa tai tarkoitukseen sopivissa arinapolttolaitoksissa.
- Teurasjäte ja tartuntavaarallinen eläinjäte voitaisiin polttaa muun jätteen oheispolttona tarkoitukseen sopivissa arinapolttolaitoksissa.

Polttolaitosten tuhkien ja sivutuotteiden käsittelylle saattaisi olla tarpeen toteuttaa keskitetyt ratkaisut. Yksittäiset polttolaitokset ovat Suomen oloissa oletettavasti niin pieniä, että laitospöytäisten tuhkien ja sivutuotteiden käsittely-yksiköiden toteuttaminen ei ole teknisesti ja taloudellisesti mielekästä.

8 Uudet näköpiirissä olevat tekniset ratkaisut

8.1

Kaksivaiheinen arinapoltto

Kaikessa kostean materiaalin poltossa pyritään aikaansaamaan polttoaineen kuivumiselle, pyrolyysille, kaasuuntumiselle ja kaasujen palamiselle mahdollisimman sopivat olosuhteet. Yleensä tulipesässä on näille vaiheille suunnitellut alueet tai vyöhykkeet. Tarjolla on myös useita tekniikoita, joissa vaiheet on eriytetty erillisiin laitteistoihin. Norjalaisessa Energos³²-tekniikassa jako on tehty niin, että siinä on poltettavan jätteen kuivumista ja kaasuuntumista varten pitkä vaakasuora arina ja arinalla muodostuvat kaasut poltetaan erillisessä arinan yläpuolelle sijoitetussa polttokammiossa. Periaate on sama kuin arinatulipesissä yleensäkin, mutta vaiheiden fyysisellä eriyttämisellä estetään niiden välinen vapaa kaasujen ja lämmön siirtyminen, mikä helpottaa prosessin säätöä.

Menetelmä on suunniteltu polttamaan karkeasti murskattua, homogeeniseksi sekoitettua jätettä, jonka lämpöarvo on 8 – 18 MJ/kg ja kosteus 35 – 60 %. Energoksen laitoksessa jäte syötetään tasaimien avulla arinalle ohuehkoksi kerrokseksi. Arina on kiinteä ja jätteen siirtäminen ja sekoittaminen palamisen aikana hoidetaan hydraulisten siirtimien avulla. Arinan läpi syötetään alistokiömeterinen määrä ilmaan, joka kuivaa ja kaasuttaa jätteen. Arina on nestejäähdytteinen. Kuivumista ja kaasuuntumista ohjataan arinan eri kohtiin puhallettavan ilmaa määrää säätämällä. Arinan loppupään ilmamäärä pidetään sellaisena, että tuhkan TOC saadaan alhaiseksi. Jätteestä muodostunut kaasu johdetaan arinan yläpuolella olevaan pitkään polttokammioon, jossa siihen lisätään ilmaa ja lämpötila nousee jätteenpoltoasetuksen edellyttämällä tavalla 2 sekunnin ajaksi yli 850 °C. Polttokammioista savukaasu johdetaan lämmöntalteenottokattilaan ja edelleen kuivaan puhdistusprosessiin.

Energoksen kuivassa savukaasujen puhdistuksessa käytetään adsorptioaineina kalsiumoksidia ja aktiivihiiltä. Toteutetuilla laitoksilla on päästy jätteenpoltoasetuksen vaatimusten mukaisiin NOx-arvoihin pelkillä polton säädöillä ilman pelkistyskemikaaleja. Polttoaineen tasainen laatu on tärkeä tekijä hyvien päästöarvojen saavuttamisessa.

Tällä tekniikalla toteutettuja laitoksia on tätä kirjoitettaessa käytössä 5 kpl Norjassa ja yksi Saksassa. Näistä ensimmäinen otettiin käyttöön Norjassa 1997. Esitetyllä tavalla toteutettua kaksivaiheista polttolaitosta voidaan pitää parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisena.

³² ENER.G Combined Power Ltd, 2006. www.energ.co.uk (4.4.2006)

Matalalämpötilakatalyytit

Dioksiinien katalyyttinen hajoitus

Kuten kohdassa 6.1.16 on kuvattu dioksiiniyhdisteitä voidaan hajoittaa katalyyttisesti joko NO_x :ien pelkistykseen tarkoitetuilla katalyyteillä tai erillisillä dioksiinien hajoittamiseen suunnitelluilla katalyyteillä. SDDS-katalyytti on Shellin tutkimuskeskuksen kehittämä matalissa lämpötiloissa toimiva dioksiinien hajoituskatalyytti. Lyhenne nimi tulee sanoista Shell Dioxin Destruction System. Katalyytti on metalleja sisältävää raamaista huokoista materiaalia. Katalyyttiyksikkö on tätekappaleperiaatteella toteutettu reaktori, jossa savukaasu virtaa pystysuorien tulo- ja poistokanavien välissä olevien katalyyttikerrosten läpi vaakasuorassa suunnassa. Katalyyttiä markkinoi Shellin tytäryhtiö CRI Catalyst Company UK. Ltd.³³.

SDDS-katalyytin vaikutuksesta dioksiiniryhmän yhdisteet reagoivat savukaasun hapen kanssa muodostaen vettä, hiilidioksidia ja kloorivetyä. Menetelmässä ei käytetä apuaineita. Katalyytin suositeltu toimintalämpötila-alue on 160–230 °C. Valmistajan mukaan menetelmä toimii kuitenkin myös selvästi laajemmalla lämpötilavälillä. SDDS-katalyytti, kuten katalyyttiset puhdistusyksiköt yleensäkin, sijoitetaan mieluiten puhdistusprosessin loppupäähän kohtaan, jossa savukaasussa on mahdollisimman vähän katalyytin toimintaa heikentäviä raskasmetalleja ja pölyä.

Menetelmän etu hiiliadsorptioon perustuviin PCCD/F-yhdisteiden sitomismenetelmiin verrattuna on, että adsorptioaineen jälkikäsitteilyä tai sijoittamista ei tarvita. Valmistajan mukaan SDDS-katalyytti on huomattavasti tehokkaampi kuin katalyyttiset suotimet. Katalyytti toimii ammoniakkaa reagenssina käytettäessä myös NO_x :en pelkistyskatalyyttinä tyypillisiä SCR- katalyyttejä alemmassa lämpötilassa.

Kaupallisesti toimitettuja SDDS-katalyyttiyksiköitä on ollut jätteenpolttokäytössä vuodesta 1999 alkaen. Tätä kirjoitettaessa menetelmää käyttäviä jätteenpolttolaitoksia on yli 30 kappaletta, muun muassa Belgiassa, Italiassa, Hollannissa, Japanissa ja Ranskassa. Osassa näistä laitoksista katalyyttiyksikön ensisijainen käyttötarkoitus on NO_x -pelkistys.

Menetelmää voi pitää parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisena dioksiinien hallintamenetelmänä.

NO_x -pelkistys matalalämpötilakatalyytillä

Edellä kuvattu dioksiinien hajoamista katalysoiva materiaali katalysoi myös ammoniakkin ja typen oksidien välisiä reaktioita tyypillisiä SCR-katalyyttejä alemmassa lämpötilassa. NO_x -pelkistykseen tarvittava viipymäaika ja katalyyttimäärä on selvästi suurempi kuin mitä tarvitaan dioksiinien hajoittamiseen, joten jos katalyyttiyksikkö mitoitetaan NO_x -pelkistystä varten, toimii se myös tehokkaana PCCD/F-yhdisteiden hajoittamisyksikkönä.

³³ CRI/Criterion Inc., 2006. www.cricatalyst.com (6.4.2006)

Valmistajan mukaan katalyyttiyksikön tilantarve on huomattavasti pienempi kuin perinteisillä SCR-katalyyteillä. NO_x-konversio saadaan halutuksi käyttämällä sopivaa reaktorin mitoitus ja sitä voidaan säätää muuttamalla käytettävän ammoniakin määrää. NO_x-päästö voidaan saada runsaalla ammoniakin käytöllä erittäin pieneksi. Sallitun ammoniakkipäästön, slipin määrä rajoittaa ammoniakkiylimäärän ylärajan tässäkin menetelmässä.

Matalassa lämpötilassa toimivia Shell de-NO_x-katalyyttiyksiköitä on valmistajan mukaan tätä kirjoitettaessa käytössä 12 jätteenpolttolaitoksella. Osa näistä kohteista sisältyy edellisessä kohdassa lueteltuihin SDDS-katalyyttireferensseihin.

Menetelmää voi pitää parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisena NO_x-päästöjen hallintamenetelmänä.

8.3

Leijupetikaasutus, johon on yhdistetty tuotekaasun puhdistus

Suomessa on tätä kirjoitettaessa käytössä kaksi ilmanpaineista leijupetiteknikaan perustuvaa jätemateriaalien kaasutuslaitosta. Molemmista on hyvät käyttökokemukset usean vuoden ajalta. Toinen laitoksista on Lahti Energia Oy:n kierrätyspolttoaineiden kaasutuslaitos Kymijärvellä ja toinen Varkaudessa sijaitseva Corenso Oy:n kierrätetyn nestepakkauskartongin rejektiä kaasuttava laitos. Molemmat tuottavat kattilapolttoaineena käytettävää kaasutuskaasua leijupedissä tapahtuvan polttoaineen osittaisen hapetuksen avulla. Corenson laitos erottaa lisäksi polttoainemateriaalin mukana olevan alumiinin uusiokäyttöön. Laitokset toimittanut Foster Wheeler Energia Oy on kehittänyt tekniikkaa edelleen yhdessä VTT:n, Pohjolan Voima Oy:n ja Vapo Oy:n kanssa ja liittänyt siihen kaasunpuhdistusprosessin, jonka avulla jätteistä valmistettu kaasutuskaasu voidaan puhdistaa tavanomaisten polttoaineiden puhtaustasolle. Menetelmä perustuu kaasun epäpuhtauksien sitomiseen polttoaineen ja petimateriaalin sisältämällä kalsiumpohjaisilla aineilla ja sorbentilla sekä höyrystyneiden epäorgaanisten aineiden kondensoimiseen vaiheittaisessa jäähdytyksessä. Sidotut epäpuhtaudet poistetaan kaasusta lopuksi suodattamalla. Tekniikan toimivuus on osoitettu puoliteollisen mittakaavan kokeissa. Puhdistettu kaasu sopii kattilapolttoaineeksi tavanomaisten polttoaineiden tavoin.

Puhdistetun kaasutuskaasun jatkokäsittely katalyyttisesti ³⁴ niin kutsutuksi ultrapuhtaaksi kaasutuskaasuksi on myös kehitteillä. Ultrapuhdasta kaasua voitaisiin käyttää moottoripolttoaineena tai esimerkiksi niin kutsutun toisen sukupolven biodieselin raaka-ainekaasuna.

8.4

Aktiivihiiltä sisältävät täytekappaleet

Monissa märkämenetelmän kaasupuhdistusprosesseissa pesuritornit on täytetty kaasun ja nesteen kosketuspinnan lisäämiseksi täytekappaleilla, joiden pinnoille neste jakautuu ohueksi kalvoksi. Muoveista valmistettuja täytekappaleita käytettäessä on

³⁴ Kurkela Esa ja McKeough, 2005. Novel ultra-clean gas concepts of biomass gasification for liquid fuels, Synbios-conferenssi, Tukholma, toukokuu 2005

prosessista ulos tulevan savukaasun dioksiinipitoisuuksissa havaittu voimakkaita vaihteluita. Ilmiö johtuu dioksiinien sitoutumisesta täytekappaleiden muovimateriaaliin, joista ne prosessiolosuhteiden sopivasti vaihdellessa vapautuvat kohdassa 6.1.16 kuvatulla tavalla.

Ruotsalainen Götaverken Miljö Ab on kehittänyt ilmiön välttämiseksi märkä-pesureihin tarkoitetun Adiox-kauppanimellä kutsutun täytekappaletyypin, jossa täytekappaleiden muovimateriaaliin on sekoitettu aktiivihiihtä. Täytekappaleiden perusmateriaali on polypropeenimuovia, jonka sisällä dioksiinit diffusoituvat, eli liikkuvat hitaasti kuin hyvin jähmeässä nesteessä. Kun PCDD/F-yhdisteiden molekyyli saavuttaa muovin sisällä olevan hiilipartikkelin, se kiinnittyy siihen voimakkaasti eikä enää irtoa tavanomaisten prosessivaihteluiden aikana. Muovi suojaa hiilipartikkeleja epäpuhtauksilta ja myös raskasmetallien kiinnittymiseltä. Tästä on se hyöty, että materiaali pystyy sitomaan runsaasti PCDD/F-yhdisteitä ja se voidaan hävittää käytön jälkeen polttamalla. Materiaalia voidaan käyttää myös dioksiinien sitomiseen kaasusta kuivana adsorptiosuodattimen tavoin.

Adiox täytekappaleilla on valmistajan mukaan yli 20 teollisen kokoluokan referenssiä ja menetelmää voi pitää parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisena.

8.5

Tuhkaa sulattava arinapoltto: Syncom

Syncom-polttoprosessi on saksalaisen Martin GmbH:n³⁵ yhdessä Mitsubishi Heavy Industryn kanssa kehittämä hapella rikastettua palamisilmaa käyttävä korkealämpötilainen arinapolttoprosessi. Menetelmän on haluttu kaikkiaankin edustavan uuden sukupolven jätteenpolttotekniikkaa ja siinä on toteutettu jätteenpoltossa harvoin käytetty lämpötilojen säätöä helpottava savukaasujen takaisinkierrätys ja uusi infra-punakuvaukseen perustuva palamisen säätöjärjestelmä.

Kaasujen kierrätyksen ja palamisilman rikastuksen ansiosta prosessin savukaasu saadaan tavanomaista väkevämmäksi ja sen määrä noin 40 % pienemmäksi kuin arinapoltossa yleensä. Tämä puolestaan pienentää vastaavasti kattilan, puhaltimien ja savukaasunpuhdistuslaitteiden kokoa ja helpottaa savukaasun puhdistamista.

Menetelmässä suurin osa kattilatuhkasta kierrätetään takaisin tulipesään ja se päättyy sulana ulos otettavaan pohjatuhkaan. Pohjatuhka jäädytetään kiinteäksi vedellä. Sen jälkeen se murskataan, seulotaan ja pestään. Pohjatuhkasta käsittelyssä erottuva hienoaines palautetaan tulipesään. Prosessissa tuhka erotetaan myös metalleja hyötykäyttöön. Jäljelle jäävä karkea sintrautunut tuhka sopii valmistajan mukaan sora korvaavaksi rakennusmateriaaliksi.

Martin GmbH on toteuttanut kaksi Syncom-prosessia käyttävää täysimittakaavaista jätteenpolttolaitosta, toisen Arnoldsteiniin Itävaltaan ja toisen Sendaihin Japaniin.

8.6

Jätteenpolttolaitoksen täydentäminen jälkitulistuskattilalla

Jätteenpolttolaitosten sähköntuotannon hyötysuhde on voimalaitosten hyötysuhdetta alempi erityisesti sen vuoksi, että niissä ei korroosiosyistä voida käyttää yhtä korkeita

³⁵ Martin GmbH, 2006. www.martingmbh.de (28.3.2006)

höyryn lämpötiloja kuin voimalaitoksissa. Ongelmaa on pyritty ratkaisemaan erilaisilla materiaali- ja rakennevalinnoilla sekä esimerkiksi kaasutuksen ja kaasunpuhdistuksen avulla. Eräs mahdollinen toimintavaihtoehto on hyväksyä jätteenpolttolaitoksen alhaiset höyryparametrit ja tulistaa höyry puhdasta polttoainetta käyttävässä kattilassa. Menetelmä on käytössä muutamissa jätteenpolttolaitoksissa.

Hollannin Moerdijkissa on toiminnassa 640 000 t yhdyskuntajätettä vuodessa poltettava laitos³⁶, jonka tuottama höyry johdetaan viereiselle maakaasukombilaitokselle. Jätteenpolttokattilan höyry yhdistetään kombilaitoksen omaan höyryyn ja tulistetaan lämmöntalteenottokattilassa. Kytkenän avulla tuotetaan 100 bar/520 °C höyryä kombilaitoksen höyryturbiiniin ja jätteiden energiaa käyttävän prosessiosuuden sähköntuotannon hyötysuhteen raportoidaan olevan 30%. Tavanomaisilla jätteenpolttokattilan höyryn arvoilla 40 bar /400 °C hyötysuhde olisi tyypillisesti luokkaa 22 %. Laitos on ollut käytössä vuodesta 1997.

Tämäntyyppisen kytkennän mitoituksen on oltava hyvin tarkka ja laitoksen käyttö esimerkiksi käynnistys- ja säätötilanteissa on ilmeisen vaativaa. Jälkitulistus voidaan toteuttaa yksikertaisemmin erillisellä, ainoastaa lisätulistukseen käytettävällä kattilalla, jos tämän kattilan ylimäärälämmölle on tarjolla hyötykäyttöä. Moerdijkin höyrynarvoihin on mahdollista päästä erikoismateriaaleja käyttäen myös suoraan jätteenpolttokattilassa kuten on tehty esimerkiksi Mannheimin ja Stuttgartin jätteenpolttolaitoksilla.

8.7

Yhdistetty savukaasujen pesu ja vesien käsittely

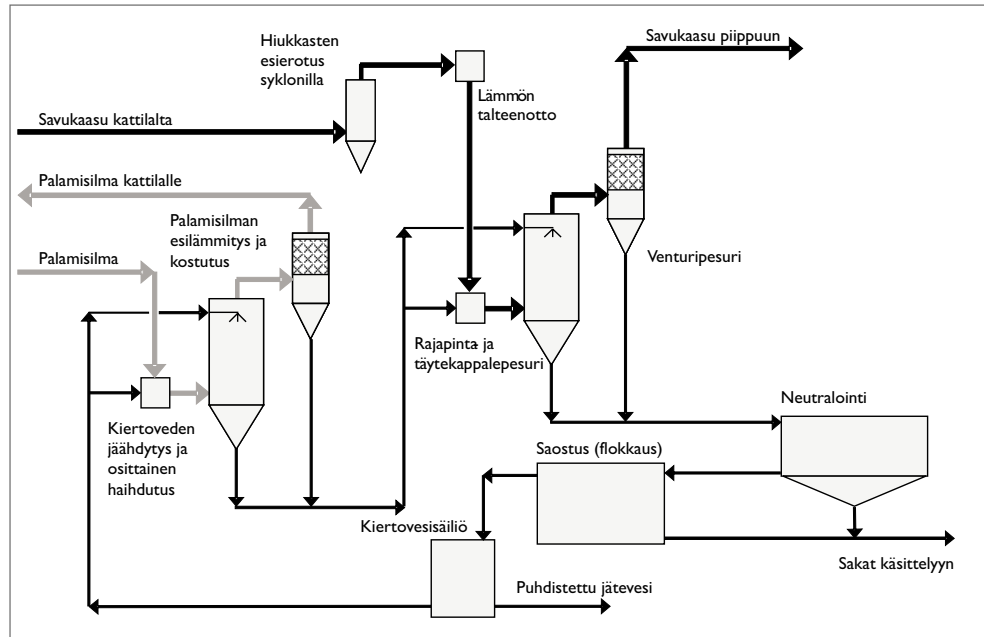
Suomalainen Wiser Oy³⁷ on kehittänyt uuden rajapinta- ja liuotuspesuun perustuvan savukaasujen puhdistusprosessin, johon on integroitu pesuvesien käsittely ja jäähdytys. Menetelmässä savukaasusta poistetaan ensin pääosa hiukkasista kaksoisvirtausykyklonilla. Sen jälkeen kaasua jäähdytetään lämmönvaihtimella ja lämpö otetaan talteen esimerkiksi kaukolämmöksi. Tämän jälkeen savukaasu johdetaan rajapintapesuriin, täytekappalepesuriin ja lopuksi venturityyppiseen jälkipesuun, josta se johdetaan tehokkaan erikoisrakenteisen pisaranerotin kautta piippuun. Kaasun pesuissa käytetään pesunesteinä neutraloitua, puhdistettua kiertovettä. Pesujen kaasua puhdistava vaikutus perustuu tehokkaaseen hiukkasten sitomiseen ja kaasun sisältämien happamien yhdisteiden liukenemiseen pesuveteen. Lisäksi pesuveden lämpötila pidetään niin alhaisena, että pääosa höyrystyneistä liukenevammista yhdisteistä kondensoituu pesunesteeseen.

Pesureista poistuva hapan pesuneste neutraloidaan kalkkikivellä neutralointireaktorissa. Neutraloitu vesi johdetaan reaktorista flokkausprosessiin. Puhdistettu vesi jäähdytetään kattilan palamisilmaa käyttäen kontaktipesurissa ja täytekappaletorinissa ennen sen kierrättämistä uudelleen savukaasun pesuun. Pesuveden jäähdytys lämmittää samalla kattilan palamisilman.

Kuvassa 9 on esitetty prosessin päävaiheet yksinkertaistettuina. Laitteistot perustuvat kokonaan Wiserin omaan tekniikkaan.

³⁶ Essent Energie BV 2006. NV Afvalverbranding Zuid-Nederland (AZN).

³⁷ Tiusanen Asko, Wiser Oy, 2006.



Kuva 9. Wiser-puhdistusprosessin periaate.

Menetelmä on tällä hetkellä testausvaiheessa. Sen osaprosessien ja komponenttien käytöstä on olemassa pitkäaikaista kokemusta prosessiteollisuuden kaasujen puhdistuksessa. Arvion mukaan menetelmällä voidaan poistaa tehokkaasti savukaasun hiukkaset, happamat kaasut ja kondensoituvat epäpuhtaudet. Menetelmän selkeä etu on lämmön talteenotto savukaasusta kattilan palamisilmaan ja sitä kautta säästettävä polttolaitoksen lämpöhyötysuhteen paraneminen. Integroidun pesuveden käsittelyn ja osittainen haihdutuksen ansiosta prosessista poistuvan jäteveden määrä on vähäinen

9 BREF-vertailuasiakirjojen ajan tasalla pitäminen tekniikan kehittyessä

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjat päivitetään säännöllisesti vastaamaan tekniikan kehittymistä. Ensimmäisinä valmistuneiden asiakirjojen päivitys on jo aloitettu ja jätteenpolton vertailuasiakirjan päivitys on suunniteltu aloitettavaksi vuonna 2010.

10 Yhteenveto

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjan sisällöllisesti valmis luonnos julkaistiin viime vuoden kesällä ja EU:n komissio hyväksyy sen vuoden 2006 aikana. Vertailuasiakirjat ovat ympäristönsuojelun vaatimusten yhtenäistämiseksi annetun IPPC-direktiivin mukaisia tiedonvaihtoasiakirjoja, joita käytetään informatiivisena taustamateriaalina määriteltäessä eri toimialojen parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Jätteenpolton vertailuasiakirja on hyvin laaja ja monitasoinen dokumentti ja sen vuoksi Suomen ympäristökeskus ja jätehuolto- ja energia-alan toimialajärjestöt päättivät laatia tämän asiaa suomalaisesta näkökulmasta tarkastelevan raportin. Tavoitteeksi asetettiin suunnittelijoiden, toiminnanharjoittajien ja viranomaisten käyttöön tarkoitettun jätteenpolton parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa käsittelevän selkeän kuvauksen tuottaminen.

Raportin alussa on käsitelty kokonaiskuvan muodostamiseksi suomalaisen ja eurooppalaisen jätteenpolton taustaa ja tämän hetken käytäntöjä myös hieman tekniikkatarkasteluja laajemmin. Jätteiden poltto on tällä hetkellä Suomessa vähäisempää kuin useimmissa muissa EU-maissa. Yleisen vertailun lisäksi raportissa on käyty läpi Suomen, Ruotsin, Italian ja Saksan jätteenpolton tämän hetken käytäntöjä ja niiden taustalla vaikuttaneita tekijöitä. Poltolla on kaikkien kolmen maan jätehuollossa oleellinen merkitys. Ruotsissa jätteitä käytetään laajasti kaukolämmön energialähteenä, Italiassa jätteenpoltto on painottunut sähkön tuotantoon ja perinteisessä jätteenpolton johtavassa maassa, Saksassa, polton keskeinen tavoite on jätteiden tehokas ja hygieninen hävittäminen. Ruotsissa kehityksen taustalla on talvikauden suuri lämmöntarve ja sähkön tuotannosta erillinen kaukolämmön tuotanto. Italiassa polttoa on poliittisilla tukiratkaisuilla lisätty viime vuosina voimakkaasti ja sitä on ohjattu tuottamaan erityisesti sähköä. Saksassa jätteenpoltolla on puolestaan ollut pitkään hyvin keskeinen asema suurten kaupunkien jätehuollossa ja toiminta on keskittynyt suuriin, pääosin kuntien ja kaupunkien omistamiin laitoksiin.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjat eli BREF-dokumentit, kuten niitä usein kutsutaan, ovat tausta-asiakirjoja, joita käytetään määriteltäessä niiden aihepiirin parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Ne eivät määrää laitokselle tiettyä tekniikkaa tai luparajoja, vaan antavat tietoa tarjolla olevista, nykyaikaisista prosesseista, laitteista ja menetelmistä sekä näillä saavutettavissa olevista ympäristöä kuormittavien tekijöiden tasoista. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käsite on laaja ja kattaa varsinaisten tekniikoiden lisäksi niiden oikean käytön ja huollon. Käsitteeseen on sisällytetty myös hyvä suunnittelukäytäntö ja toiminnan johtaminen.

Tekniikan kelpoisuutta on aina arvioitava paikallisista lähtökohdista. Se mikä on jossain kohteessa parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ei välttämättä ole sitä jossain toisessa kohteessa. Asiaan vaikuttavat ympäristöseikat, energiankäyttö, toiminnan liittyminen muihin toimintoihin ja paikalliseen yhteiskuntaan. Tämä on pyritty ottamaan huomioon vertailuasiakirjoihin sisällytetyn ristikkäisvaikutus-käsitteen avulla. Ristikkäisvaikutuksilla tarkoitetaan ympäristönsuojelun ja tehokkaan toiminnan kannalta myönteisen menetelmän aiheuttamia, useimmiten välillisiä, haitallisia vaikutuk-

sia. Esimerkiksi savukaasujen puhdistamisen tehostaminen aiheuttaa lisääntyntä energian ja materiaalien kulutusta sekä puhdistuksessa poistettavia aineita sisältävien jätteiden muodostumista. Ristikkäisvaikutusten tarkastelun avulla halutaan edistää IPPC-direktiivin keskeistä kokonaisvaltaisen tarkastelun tavoitetta. Periaate on erinomainen, vaikka se käytännössä usein johtaakin vaikeisiin arvostuskysymyksiin.

Toiminnanharjoittajien ja suunnittelijoiden kannalta BREF-asiakirjat ovat tavallaan käsikirjoja, joissa on esitetty miten toimialan laitokset on tyypillisesti toteutettu ja miten niiden käytössä toimitaan ympäristön kannalta tärkeissä asioissa. Asiakirjasta on huomattava, että sen yleistä käytäntöä kuvaavassa alkuosassa on esitetty laajasti kaikkia olemassa oleviin laitoksiin liittyviä teknisiä ratkaisuja. Vasta tämän jälkeen on erikseen määritelty, mitä esitetyistä asioista pidetään parhaina käytettävissä olevina tekniikkoina. Omaan kohtanaan on myös esitetty mitkä ratkaisut ovat tasoltaan sellaisia, että niiden olisi oltava mukana tarkasteluissa, joissa harkitaan onko jokin tietty menetelmä tai ratkaisu parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaista.

Vertailuasiakirja määrittelee myös parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan liittyvät päästötasot (operational emission level ranges associated with BAT), jotka tietyn tekniikan tai menetelmän on saavutettava normaaleissa käyttöolosuhteissa, jotta se olisi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Laitoksen suunnittelijalla on tältä pohjalta vapaus valita tai suunnitella laitoksessa käytettävät ratkaisut.

Parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan liittyvät päästötasot eivät ole raja-arvoja, vaan raja-arvot määritetään lupaharkinnassa jätteenpoltoasetuksen ja tarvittaessa paikallisten erityistekijöiden perusteella. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa käytävällä laitoksella voidaan päästä hyvissä olosuhteissa huomattavastikin jätteenpoltoasetuksessa määrättyjä päästöraja-arvoja alhaisempiin päästöihin, mutta koska laitoksen on toimittava raja-arvoja alemmalla päästötasolla myös epäedullisissakin olosuhteissa, on raja-arvojen oltava BAT-arvoja korkeampia.

Vertailuasiakirjan laajaa parhaita käytettävissä olevia tekniikoita kuvaavaa aineistoa on tiivistetty tämän raportin esitykseen purkamalla asiakirjan monimuotoista viittausrakennetta ja yhdistämällä toisiinsa liittyviä asioita. Ennen varsinaista tekniikoiden käsittelyä on myös esitelty kokonaiskuvan muodostamiseksi jätteenpolton perusprosessit. Käsittelyssä on jätetty vähemmälle huomiolle asioita, joita voitaneen pitää suomalaisessa toimintaympäristössä itsestäänselvyyksinä tai joiden käyttö olosuhteissamme on epätodennäköistä. Toisaalta joitain suomalaiselle toimintaympäristölle ominaisia tai luonteeltaan uusia asioita on käyty läpi tarkemmin. Joissakin kohdissa on pyritty ottamaan myös hieman vertailuasiakirjaa laajempi näkökulma ja sisällyttämään käsittelyyn ympäristönsuojeluasetuksen mukaista parhaan käyttökelpoisen tekniikan arviointia.

Parhaiden käytettävissä olevien tekniikoiden esittelyn jälkeen on tarkasteltu ja arvioitu eri menetelmien ja tekniikoiden soveltamismahdollisuuksia Suomessa. Raportin lopussa on esitelty myös muutamia vertailuasikirjassa mainitsemattomia uusia tekniikoita, jolla saattaa olla merkitystä jollain aikavälillä suomalaisessa toimintaympäristössä.

Yleistasolla jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisiin ratkaisuihin vaikuttavat Suomessa seuraavat asiat:

- Jättemäärien pienuus verrattuna tiheästi asuttujen maiden jättemääriin
- Pitkät kuljetusetäisyydet

- Ensisijainen tavoite hyödyntää jätteet materiaalina mieluummin kuin energiana
- Laajasti toteutettu korkeahyötysuhteinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto
- Lämmön ja sähkön kysynnän voimakas kausivaihtelu
- Lähes koko maassa käytössä oleva pitkälle viety jätteiden syntypaikkalajittelu
- Sähkön hinta
- Hiilidioksidin päästöoikeuksien hinta.

Yksityiskohtaisella tasolla ratkaisujen BAT:n mukaisuuteen vaikuttavat myös monet muut tekijät ja niiden ristikkäisvaikutukset. Näitä ovat esimerkiksi poltossa muodostuvien sivutuotteiden ominaisuudet ja sivutuotteiden hyödyntämis- ja sijoitusmahdollisuudet, tarvittavien apuaineiden määrät ja laadut ja työterveyteen ja jätehuollon hygieniaan liittyvät asiat sekä energian tuotannon ja kulutuksen hyötysuhteet. Näitä kaikkia ja myös yksityiskohtaisempia tekijöitä on käsitelty raportin asianomaisissa kohdissa.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan näkökulmasta suomalainen jätteenpolttovoisi jakautua jätteen synnyn ehkäisyyn ja jätteiden materiaalihyötykäytön tavoitteiden huomioon ottamisen jälkeen esimerkiksi seuraavasti:

- Parhaiden kierrätyspolttoaineiden poltto rinnakkaispolttona lämpöä ja sähköä tuottavissa leijupetiteknikkaa käyttävissä voimalaitoksissa.
- Alempilaatuisten kierrätyspolttoaineiden (REF III ja RDF) poltto tarkoitusta varten suunnitelluissa leijukattiloissa tai pienissä vakioituissa arinapolttolaitoksissa tai näiden polttoaineiden kaasuttaminen puhdistetuksi polttoainekaasuksi.
- Polttokelpoinen jäte, jota ei ole mielekästä valmistaa REF III- tai RDF-tasoa vastaavaksi kierrätyspolttoaineeksi jätteen laadun, valmistusprosessin energiankulutuksen, hyötysuhteen tai hygieniasyiden vuoksi, voitaisiin polttaa arinapolttolaitoksissa
- Polttokelpoisten ongelmajätteiden poltto niille suunnitelluissa polttolaitteistoissa tai tarkoitukseen sopivissa teollisuusuneissa.
- Esikäsitellyt yhdyskuntalietteet voitaisiin polttaa REF III- tai RDF-tason kierrätyspolttoaineille suunnitelluissa leijupetikattiloissa yhdessä kierrätyspolttoaineiden kanssa.
- Sairaalahäte voitaisiin polttaa ongelmajätteiden polttolaitoksissa tai tarkoitukseen sopivissa arinapolttolaitoksissa.
- Teurasjäte ja tartuntavaarallinen eläinjäte voitaisiin polttaa tarkoitukseen sopivissa arinapolttolaitoksissa.

Kunkin laitostyyppin yksityiskohtaisessa toteutuksessa ja käytössä on luonnollisesti otettava huomioon tätä laitostyyppiä koskevat määräykset ja rajoitukset ja laitokset on toteutettava käyttäen kullekin laitostyypille ominaista parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa.

Polttolaitosten tuhkien ja sivutuotteiden käsittelylle saattaisi olla tarpeen toteuttaa keskitetyt ratkaisut. Yksittäiset polttolaitokset ovat Suomen oloissa oletettavasti niin pieniä, että laitospöytäisten tuhkien ja sivutuotteiden käsittely-yksiköiden toteuttaminen ei ole teknisesti ja taloudellisesti mielekästä.

11 Executive summary

The final draft of the Best Available Techniques Reference Document (BREF) for Waste Incineration was published in July 2005 and it is anticipated to be formally approved by the European Commission by the end of 2006. BREFs are issued under the Integrated Pollution Prevention and Control Directive (IPPC directive) in order to exchange information on the Best Available Techniques (BAT) on the areas specified in the directive. The documents contain environmental performance information on European industrial techniques and practices and specify the operational performance levels that are considered to be associated with best available techniques. The documents also present technologies that are considered to be BAT at the time of compiling the BREFs. The listing and presentation of techniques is however not exclusive. Other techniques can also be BAT provided that they can reach the same or better environmental performance and are available commercially.

Waste incineration BREF is a large document and contains specific information on a variety of processes, plants and practices as well as on the consumption and emission levels of the operating plants. The Finnish Environment Institute (SYKE) together with national associations of waste management and energy producers decided to produce this summary report document on the essential aspects of the BREF to support the implementation of the waste incineration BREF in Finland. The purpose of this report is to be an informative summary of the contents of the BREF highlighting the items that are likely to be the most important in Finland. This is not a translation of the reference document and the readers are always recommended to refer to the original BREF for complete information.

In the beginning of the report there is a general presentation of the status of waste incineration in the EU-area and a comparison of waste incineration status, background and practices in Sweden, Italy, Germany and Finland. At present the share of waste incineration in waste management is very low in Finland compared to the general average in the EU-countries. In Sweden waste is widely used as energy source in district heating and amount of incineration has increased steadily. In Italy the relative importance of incineration in waste management is lower than in Sweden but its share is growing fast. The generation of electricity at waste utilisation is strongly supported in Italy. In Germany incineration is a very important part of the waste management of large cities and incineration is well established. Most incineration plants in Germany are large capacity units.

The environmental performance of a technique shall always be evaluated at the conditions and in the location where it is to be used. A technique that is BAT in a specific location is not necessarily BAT in some other location. What is BAT depends on application conditions, energy consumption and on the relation of the technique at that application to other activities and local society. The evaluation of the interacting actions and properties on the environmental performance of a technique has been incorporated in the concept of cross-media effects in BREFs. Cross-media effect evaluation takes into account the non-desired consequential effects caused by a good

environmental technique. For example the improvement of flue gas cleaning causes increased energy and material consumption and produces wastes or by-products that contain the harmful compounds removed from the flue gases. The concept of the cross-media effects has been included in the BREFs to enhance the IPPC directive's essential target of balanced environmental evaluation. The concept is excellent although it often leads to challenging evaluations between different environmental aspects.

The basic incineration and flue gas cleaning processes have been presented and described in this report before the BAT descriptions to give the reader an overview of the industry. The BAT descriptions contain the most essential techniques in a condensed presentation giving most weight on the techniques that were assessed to be most likely in Finland. After the descriptions there is a section handling the main features that have effects on the waste incineration industry in Finland. These are:

- Small total amounts of waste compared to densely populated countries
- Long transport distances
- National policy to utilise waste as material rather than as energy source
- Widely applied combined heat and power production
- Large variation of the demand of heat and electricity between winter and summer
- Widely applied source separation of waste
- Expected price development of electricity
- Expected price development of CO₂-emission rights.

These have a clear effect on any specific incineration case through cross-media effects. The local possibilities to utilise ashes, by-products and the heat generated at incineration effect also on the BAT in specific cases. These and also issues like occupational health and safety and hygiene requirements have been handled in the report. When taking into account the national features and general BAT the waste incineration industry could develop in Finland from the environmental point of view along the schemes listed below. The avoidance of waste and material utilisation have however always the first priority over any incineration alternative.

- The high quality recovered fuels (REF I and II) would be utilised as co-firing fuels in CHP fluid bed boilers
- Lower quality recovered fuels (RDF and REF III) could be utilised in specific CHP fluid bed boilers or in small integrated CHP grate units or alternatively be gasified with gas cleaning to produce cleaned flue gas
- Burnable waste that cannot be processed into recovered fuels because of the waste quality, energy consumption, efficiency or hygienic reasons could be burned in CHP incineration plants utilising grate firing
- Burnable hazardous waste should be incinerated in CHP integrated hazardous waste incineration units or in industrial furnaces suitable for this application
- Pre-treated sewage sludge could be fired in specific CHP fluid bed boilers together with low quality recovered fuels
- Clinical waste should be fired in hazardous waste incineration units or at suitable grate incineration plants
- Animal waste and high risk animal waste could be fired at grate incinerating plants suitable for this application.

The construction and operation of each plant shall naturally be done according to the specific requirements of that plant type utilising the BAT of that plant type.

It could be feasible to consider some centralised treatment of ashes and by-products when such is necessary because it could be more feasible from the environmental and economical point of view than construction and operation of small scale treatment units.

There is also a section in this report where emerging techniques have been presented.

LÄHTEET

- Alstom Environmental Control Systems 2006. www.environment.power.alstom.com (6.4.2006)
- Arbeitsgemeinschaft Fernwärme AGFG – e.V., 2001. Kraft-Wärme-Kopplung mit Müll
- Arbeitsgemeinschaft Fernwärme AGFW e.V., 2001. Kraft – Wärme – Kopplung mit Müll
- Asetus yleisempien jätteiden sekä ongelmajätteiden luettelosta (1129/2001)
- BKB Hannover, 2006. www.bkbhannover.de (10.4.2006)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2003. , Daten + Fakten 2003, www.umweltbundesamt.de (14.4.2006)
- CEWEP 2004. Country report Sweden, Amsterdam 2004
- CEWEP, 2006 (päälähde). Confederation of European Waste to Energy Plants, www.cewep.com (24.3.2006)
- CRI/Criterion Inc., 2006. www.cricatalyst.com (6.4.2006)
- ECN 2006. Fact sheet Italy, Renewable Energy Policy.info, www.renewable-energy-policy.info (18.10.2005)
- ENER.G Combined Power Ltd, 2006. www.energ.co.uk (4.4.2006)
- Essent Energie BV 2006. NV Afvalverbranding Zuid-Nederland (AZN).
- European Compost Network ECN/Orbit e.V., 2006. www.compostnetwork.info/countries/belgium.html (29.3.2006)
- European IPPC-Office, 2006. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm> (3.4.2006)
- Federambiente, 2004. Report on waste management in Italy, CEWEP Congress Amsterdam 2004
- Federazione Italiana servizi pubblici di igiene ambientale, 2004
- Hampshire City Council, 2006. Integra-project, Englanti; www.integra.org.uk (27.3.2006)
- Henning Friege, 2006. Awista Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung 31.3.2006
- Hietanen Lassi, 2006. Arvio, Lassila & Tikanoja Oyj.
- Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen In Deutschland e.V. ITAD, 2004. Kongressjulkaisu 2004, www.cewep.com/storage/med/media/creports/11_germany.pdf (28.2.2006)
- ITAD - Interessengemeinschaft der termischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V., 2006. www.itad.de (14.3.2006)
- Jäteasetus 1390/1993 muutoksineen.
- Kurkela Esa ja McKeough, 2005. Novel ultra-clean gas concepts of biomass gasification for liquid fuels, Synbios-conferenssi, Tukholma, toukokuu 2005
- Martin GmbH, 2006. www.martingmbh.de (28.3.2006)
- Regeringskansliet 2006. Beskatting av viss hushållsavfall som förbrans, proposition 2005/06:125, www.sweden.gov.se (21.4.2006)
- Runstén Suvi, 2005. Valtsu-seminaari 23.9.2005
- Rylander Håkan, Haukohl Jörgen, 2002. Status of WTE in Europe, Waste Management World, May 2002
- Saarinen Elina 2006 (päälähde). Kierrätyspolttoaineen hinta romahti, Uusiouutiset 22.3.2006. Muut lähteet: Lassi Hietanen, Lassila & Tikanoja Oyj; Tilastokeskuksen aineisto
- SenterNovem, 2006. Eubionet Workshop, Utrecht, Hollanti 2006
- Stenger Ella, 2005. The European position, Waste Management World 2.11.2005
- Svenska Renhållningsverksföreningen 2004. CEWEP Congress, Amsterdam 2004
- Svenska Renhållningsverksföreningen 2005. Avfall blir värme och el, en rapport om avfallsförbränning,
- Tiusanen Asko, Wiser Oy, 2006.
- Valtioneuvoston päätös ongelmajätteistä annettavista tiedoista sekä ongelmajätteiden pakkaamisesta ja merkitsemisestä (659/96)
- Valtioneuvostoon asetus jätteiden hyväksymisestä kaatopaikolle (202/2006)
- Von Roll Environmental Technology, 2006. www.vonrollinova.ch (7.4.2006)
- VTT Prosessit 2003. Elohopeapäästöt fossiilisiin polttoaineisiin ja jätteisiin perustuvassa energiantuotannossa, VTT tiedotteita no. 2212, Espoo 2003

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisu-aika	Elokuu 2006
Tekijä(t)	Petri Vesanto		
Julkaisun nimi	Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä, Jätteenpolton BREF 2006		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 27/2006		
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	www.ymparisto.fi/julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjan sisällöllisesti valmis luonnos julkaistiin viime vuoden kesällä ja EU:n komissio hyväksynee sen vuoden 2006 aikana. Tässä raportissa tarkastellaan vertailuasiakirjassa kuvattuja tekniikoita suomalaisen toimintaympäristön näkökulmasta. Kokonaiskuvan muodostamiseksi raportin alussa on käsitelty suomalaisen ja eurooppalaisen jätteenpolton taustaa ja tämän hetken käytäntöjä myös hieman tekniikatarkasteluja laajemmin. Yleisen vertailun lisäksi raportissa on käyty tarkemmin läpi Suomen, Ruotsin, Italian ja Saksan jätteenpoltoa.</p> <p>Vertailuasiakirjassa esitellyjä parhaita käytettävissä olevia tekniikoita on kuvattu tiivistetysti. Ennen varsinaista tekniikoiden käsittelyä on kokonaiskuvan muodostamiseksi esitelty myös jätteenpolton perusprosessit. Käsittelyssä on jätetty vähemmälle huomiolle asioita, joita voitaneen pitää suomalaisessa toimintaympäristössä itsestäänselvyyksinä tai joiden käyttö olosuhteissamme on epätodennäköistä. Toisaalta joitain suomalaiselle toimintaympäristölle ominaisia tai luonteeltaan uusia asioita on käyty läpi tarkemmin. Joissakin kohdissa on pyritty ottamaan myös hieman vertailuasiakirjaa laajempi näkökulma ja sisällyttämään käsittelyyn ympäristönsuojeluasetuksen mukaista parhaan käyttökelpoisen tekniikan arviointia.</p> <p>Parhaiden käytettävissä olevien tekniikoiden esittelyn jälkeen on tarkasteltu ja arvioitu eri menetelmien ja tekniikoiden soveltamismahdollisuuksia Suomessa. Raportin lopussa on esitelty myös muutamia vertailuasiakirjassa mainitsemattomia uusia tekniikoita, joilla saattaa olla merkitystä jollain aikavälillä suomalaisessa toimintaympäristössä.</p>		
Asiasanat	jätteenpolto, jätteiden energiakäyttö, paras käytettävissä oleva tekniikka, BAT, vertailuasiakirja, BREF, päästöt, polttolaitokset		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus		
	ISBN 952-11-2308-7 (nid.)	ISBN 952-11-2309-5 (PDF)	ISSN 1238-73112 (pain.)
	Sivuja 99	Kieli suomi	ISSN 1796-1637 (verkkoj.) Hinta (sis. alv 8 %) 12 e
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy., PL 800, 0043 EDITA puh. 20 450 05, telefax + 358 20 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki		
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2006		

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum	Augusti 2006	
Författare	Petri Vesanto			
Publikations titel	Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä, Jätteenpolton BREF 2006 (Användning av bästa användbara teknik (BAT) referensdokument för avfallsförbränning i Finland, Avfallsförbrännings BREF 2006)			
Publikatserie och nummer	Miljön i Finland 27/2006			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	www.ymparisto/julkaisut			
Sammandrag	<p>Ett utkast till BAT-referensdokument angående avfallsförbränning publicerades sommaren 2005. EU-kommissionen kommer förmodligen at godkänna det innehållsmässigt färdiga utkastet år 2006. I rapporten granskas i referensdokumentet beskrivna tekniker sett från en finsk verksamhetsomgivnings synvinkel. För att ge en helhetsbild över situationen har man i början av rapporten lite utförligare beskrivit den finska och europeiska avfallsförbrännings bakgrund och situation i dag. I tillägg till det allmänna jämförandet, har man i rapporten gått igenom avfallsförbränning i Finland, Sverige, Italien och Tyskland.</p> <p>De i referensdokumentet presenterade BAT-teknikerna beskrivs i korthet. Före själva teknikgranskningen har man, för att ge en bättre helhetsbild, även presenterat grundläggande processer för avfallsförbränning. Mindre vikt har lagts vid detaljer, som kan anses vara självklarheter i den finska verksamhetsomgivningen eller vars användning i våra förhållanden är osannolik. I stället har man noggrannare granskat några för den finska verksamhetsomgivningen utmärkande eller nya saker. På sina ställen har man i rapporten strävat till att se på saker från en lite bredare synvinkel än i referensdokumentet och inkluderat i behandlingen inkluderat en bedömning av bästa användbara teknik i enlighet med miljöskyddsförordningen.</p> <p>Efter presentationen av de bästa användbara teknikerna har man granskat och värderat de olika metodernas och teknikernas tillämpningsmöjligheter i Finland. I slutet av rapporten nämns även några nya tekniker som ej finns med i referensdokumentet men som på sikt kan ha betydelse för den finska verksamhetsomgivningen på sikt.</p>			
Nyckelord	bästa användbara teknik, BAT, avfallsförbränning, referensdokument, BREF, förbränningsanläggningar, utsläpp			
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral			
	ISBN 952-11-2308-7 (hft.)	ISBN 952-11-2309-5(PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637(online)
	Sidantal 99	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 12 EUR
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ltd., P.O. Box 800, FIN-0043 EDITA, Finland telefon +358 20 450 05, telefax + 358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckninsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2006			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)	<i>Date</i>	August 2006
<i>Author(s)</i>	Petri Vesanto		
<i>Title of publication</i>	Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä, Jätteenpolton BREF 2006 (The Use of Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration in Finland, Waste Incineration BREF 2006)		
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 27/2006		
<i>Theme of publication</i>	Environment Protection		
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	www.ymparisto.fi/julkaisut		
<i>Abstract</i>	<p>The final draft of the Best Available Techniques Reference Document (BREF) for Waste Incineration was published in July 2005 and it is anticipated to be formally approved by the European Commission by the end of 2006. This report is an informative summary of the contents of the BREF highlighting the items that are likely to be the most important in Finland. This is not a translation of the reference document and the readers are always recommended to refer to the original BREF for complete information.</p> <p>In the beginning of the report there is a general presentation of the status of waste incineration in the EU-area and a comparison of waste incineration and its background in Sweden, Italy, Germany and Finland.</p> <p>The basic incineration and flue gas cleaning processes have been presented and described in this report before the BAT descriptions to give the reader an overview of the industry. The BAT descriptions in this report contain the most essential parts of the BREF in a condensed presentation giving most weight on the techniques that were assessed to be most relevant in Finland. After the descriptions there is a section handling the main features that have effects on the waste incineration industry in Finland. Cross-media effects that are considered typical to local conditions in Finland are highlighted. At the end of the report there is also a section where emerging techniques have been presented</p>		
<i>Keywords</i>	waste incineration, waste to energy, best available techniques, BAT, reference document, BREF, combustion plants, emissions		
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute		
	ISBN 952-11-2308-7 (pbk.)	ISBN 952-11-2309-5(PDF)	ISSN 1238-7312 (print)
	No. of pages 99	Language Finnish	Restrictions Public
			ISSN 1796-1637 (online) Price (incl. tax 8 %) 12 EUR
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd., P.O. Box 800, FIN-0043 EDITA, Finland Phone +358 20 450 05, telefax + 358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket		
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland		
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd., Helsinki 2006		

Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan vertailuasiakirjan sisällöllisesti valmis luonnos julkaistiin viime vuoden kesällä ja EU:n komissio hyväksynee sen vuoden 2006 aikana. Tässä raportissa tarkastellaan vertailuasiakirjassa kuvattuja tekniikoita suomalaisen toimintaympäristön näkökulmasta. Raportin alussa on käsitelty myös suomalaisen ja eurooppalaisen jätteenpolton taustaa ja tämän hetken käytäntöjä.

Vertailuasiakirjassa esiteltyjä parhaita käytettävissä olevia tekniikoita on kuvattu painottaen suomalaiselle toimintaympäristölle ominaisia tai luonteeltaan uusia asioita. Joissakin kohdissa tarkasteluun on otettu myös hieman vertailuasiakirjaa laajempi näkökulma ja käsittelyyn on sisällytetty ympäristönsuojeluasetuksen mukaista parhaan käytettävissä olevan tekniikan arviointia. Tekniikoiden ja menetelmien esittelyn jälkeen on arvioitu niiden soveltamismahdollisuuksia Suomessa ja lopuksi on esitelty myös muutamia uusia tekniikoita, joilla saattaa olla merkitystä suomalaisessa toimintaympäristössä.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy
 PL 800, 00043 EDITA
 Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
 Edita-kirjakauppa Helsingissä:
 Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 952-11-2308-7 (nid.)

ISBN 952-11-2309-5 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkoj.)