



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
MEHAANIKATEADUSKOND

Soojustehnika instituut

Soojusenergeetika õppetool

MSE40LT

Kristiina Klemm

**JÄÄTMED, NENDE TEKE, VÕIMALIKUD
KASUTUSVALDKONNAD, JÄÄTMETEST
ENERGIATOOTMISE ARENGUD EESTIS**

Bakalaureusetöö

Autor taotleb
tehnikateaduste bakalaureuse
akadeemilist kraadi

Tallinn
2015

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis..... juhendamisel

“.....”.....201...a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele.

“.....”.....201...a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”.....201... a.

..... allkiri

BAKALAUREUSETÖÖÜLESANNE

2015. aasta VI semester

Üliõpilane: Kristiina Klemm, 124021

Õppekava: MASB 02/09

Eriala: Soojusenergeetika

Juhendaja: Professor, Aadu Paist

BAKALAUREUSETÖÖ TEEMA:

(eesti keeles) Jäätmed, nende teke, võimalikud kasutusvaldkonnad, jäätmetest energiatootmise arengud Eestis.

(inglise keeles) Waste, origin of waste, possible fields of use, development trends of energy production from waste in Estonia.

Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Teema valik, läbirääkimised juhendajaga	17.02
2.	Materjalide kogumine	10.03
3.	Sisupunkite paika panemine ja vastavalt nendele töö kirjutamine	15.05
4.	Kokkuvõtte kirjutamine ja töö viimistlemine	25.05

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Käsitletud on jäätmepõletusega seotud keskkonnaprobleeme ja vaadeldud nende vähendamise teid ja vahendeid.

Täiendavad märkused ja nõuded:

Töö keel: eesti keel

Kaitsmistaoetus esitada hiljemalt

Töö esitamise tähtaeg.....

Üliõpilane Kristiina Klemm /allkiri/ kuupäev.....

Juhendaja Aadu Paist /allkiri/ kuupäev.....

Konfidentsiaalsusnõuded ja muud ettevõttepoolsed tingimused formuleeritakse pöördel

EESSÕNA

Antud bakalaureusetöö teema kujunes välja autori isiklikust huvist jäätmekütuste vastu, mis tekkis Tallinna Tehnikaülikooli Soojustehnika Instituudis praktikat sooritades. Insituudis tegeleti igapäevaselt kütuste proovide analüüsimisega, mille hulgas olid ka jäätmekütused. Üheks alternatiiviks jäätmete taaskasutamisel on jäätmete energiakasutus. Jäätmepõletus on üle maailma laialt populaarsust kogunud tehnoloogia, millega hakati 2013. aastal tegelema ka Eestis. Lisaks suureneb nõudlus efektiivsema ja ökoloogiliselt puhta jäätmete käitlemise ja neutraliseerimise tehnoloogia järele iga päevaga. Seega tundus autorile jäätmete tekkimise ja taaskasutamise temaatika olevat aktuaalne ja huvitav.

Lõputöö teema pakkus välja Soojustehnika Instituudi professor Aadu Paist. Ühtlasi soovib autor juhendajat tänada igakülgse abi eest. Lisaks soovib autor tänada Eesti Energia peaspetsialisti Sirje Siimu materjalide kogumisel abiks olemise eest.

SISUKORD

BAKALAUREUSETÖÖÜLESANNE.....	3
EESSÕNA	4
SISUKORD	5
SISSEJUHATUS	6
1. JÄÄTMEPOLIITIKA ÕIGUSLIKUD ALUSED	7
1.1 Euroopa Liidu Nõukogu direktiivid.....	7
1.2 Eesti Vabariigi õigusaktid	9
1.3 Eesti Vabariigi jäätmepoliitika	14
2. JÄÄTMED JA NENDE OMADUSED.....	16
2.1 Põlevjäätmete omadused.....	16
2.2 Olmejäätmete teke	16
3. JÄÄTMETE KASUTUSVALDKONNAD	19
3.1 Jäätmepõletus.....	19
3.1.1 Masspõletus (MBT)	21
3.1.2 Jäätmete kasutamine kütusena (RDF).....	22
4. JÄÄTMETEST ENERGIATOOTMISE ARENGUD EESTIS	24
4.1 Masspõletus IRU jäätmejaamas.....	24
4.1.1 Üldiselt.....	24
4.1.2 Jäätmete vastuvõtt ja nende käitlemine.....	26
4.1.3 Põletuskompleks	26
4.2 Jäätmekütuse tootmine	29
5. MÕJU KESKKONNALE	32
5.2 Gaasilised heitmed.....	32
5.2 Vees sisalduvad heitmed.....	35
5.3 Tahked heitmed	35
6. ENERGIA TOOTMISE TULEVIK.....	37
6.1 Plasmatehnoloogiad	37
7. JÄÄTMETE PÕLETAMISE MAJANDUSLIK VÄÄRTUS	40
KOKKUVÕTE	41
SUMMARY	43
KASUTATUD KIRJANDUS.....	45

SISSEJUHATUS

Euroopas on jäätmete kehtes otseselt seotud majanduskasvuga. Mida suurem on majanduskasv, seda enim tekib koos suurenenud tarbimisega ka jäätmeid. Selline tendents ei ole jätkusuutlik ning seos majanduskasvu ja tarbimise vahel ei saa jätkuda.

Üha enam tuleb püüelda säästlikuse poole ning tootmisel tuleb arvestada üha rohkem toodete võimalikult väikese keskkonnamõju ja olelustusükliga. Mõistlik ei ole mitte prügilasse ladestamine, vaid materjalidele uue elu andmine (taaskasutamine, ümbertöötlemine), mille eelduseks on läbimõeldud innovaatilised tootmisviisid.

Jäätmete kasutamine energia saamise eesmärgil on jäätmete taaskasutus. Eestis nagu mujalgi Euroopa Liidus on jäätmete energeetiline kasutamine üks osa jäätmekäitlusest ja jäätmepoliitikast, mida suunavad eurodirektiivid. Jäätmehierarhia kohaselt tuleb eelkõige vähendada jäätmete teket ning suunata neid võimalikult palju korduvkasutusse.

Seoses oluliste Euroopa Liidu Nõukogu ja Parlamendi direktiividega ülekanemisega Eesti õigusaktidesse on Eesti riigil tekkinud suured jäätmete taaskasutuse kohustused. Ilma energiakasutusest ei ole Eesti Vabariigil võimalik täita kohustusi Euroopa Liidu liikmesriigina.

Käesoleva töö näol on tegemist referatiivse uurimustööga, mis koosneb seitsmest peatükist. Esimene peatükk käsitleb jäätmepoliitikaga seotud õiguslikke aluseid, kajastades nii Euroopa Liidu Nõukogu direktiive kui ka Eesti Vabariigi seadusandluse olulisemaid punkte. Teise punktina käsitletakse jäätmeid ja nende omadusi. Järgmisena keskendutakse jäätmete kasutusvaldkondadele ja uuritakse lähemalt jäätmetest energia tootmise arenguid Eesti Vabariigis. Lisaks vaadeldakse jäätmepõletuse mõju keskkonnale, kajastatakse energia tootmise tulevikku ning tuuakse välja jäätmepõletuse majanduslik väärtus.

1. JÄÄTMEPOLIITIKA ÕIGUSLIKUD ALUSED

1.1 Euroopa Liidu Nõukogu direktiivid

Tulenevalt Eesti liitumisest Euroopa Liiduga 2004. aastal oli üheks paljudest uutest lisakohustustest aktiivne osavõtt Euroopa Liidu keskkonnapoliitikas. Sellega kanti Eesti õigusaktidesse mitu olulist Euroopa Liidu Nõukogu ja Parlamendi direktiivi, mis kohustavad Eestit jäätmeid taaskasutama. Nende direktiivide hulka kuuluvad [1]:

- direktiiv jäätmete kohta 2008/98/EÜ;
- direktiiv ohtlike jäätmete kohta 91/689/EÜ.
- direktiiv kasutuselt kõrvaldatud sõidukite kohta 2000/53/EÜ;
- direktiiv prügilate kohta 1999/31/EÜ;
- direktiiv elektri- ja elektroonikaseadmete jäätmete kohta 2002/96/EÜ;
- direktiiv pakendite ja pakendijäätmete kohta 1994/62/EÜ;

Jäätmete põletamist reguleerivad rahvusvahelisel tasandil spetsiifilised õiguaktid, mis on kehtestatud Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivi poolt 4. detsembril 2000. aastal.

Jäätmete põletamiseks järgimisele kuuluvad õiguaktid on järgmised [1]:

- 89/369/EMÜ uutele ehitatavatele jäätmepõletustehastele;
- 89/429/EMÜ olemasolevatele (ehitatud enne 1990. aastat) jäätmepõletustehastele;
- 94/67/EÜ ohtlike jäätmete põletamise kohta (ka koospõletus);
- 2000/76/EÜ jäätmepõletuse kohta (ka koospõletus);
- 2001/80/EÜ suurtest põletusseadmetest õhku eralduvate saasteainete piiramise kohta;
- 2008/1/EÜ saastuse komplekse vältimise ja kontrolli kohta;
- 2010/75/EL tööstusheidete kohta,

kus direktiiv 2010/75/EL koondab suurelt osalt kõik eelnevad kuus direktiivi. Tööstusheidete direktiivi seab miinimumnõuded tööstusheidete vältimisele ja kontrollile. Jäätmepõletuse seisukohalt on antud direktiivi eesmärgiks seada miinimumnõuded emissioonidele, seirele ja teatud protsessiosadele, nagu seda sätestas varasemalt direktiiv 2000/76/EÜ. Direktiivi eesmärk on vältida või võimaluse piires vähendada jäätmete põletamisest ja koospõletamisest

tulenevat kahjulikku mõju keskkonnale, eelkõige õhu, pinnase ning pinna- ja põhjavee saastamist heitmetega ning sellest tulenevaid ohte inimeste tervisele. Eesmärgi saavutamiseks on direktiiviga jäätmete põletus- ja koospõletusrajatistele seatud ranged tingimused ja tehnilised nõuded heitmete piirväärtusele [1].

Direktiiv 2000/76/EÜ sätestab käitamisingimused jäätmepõletustehastele [1]:

- Põletusrajatiste käitamisel saavutatakse selline põlemistase, et räbu ja koldetuha orgaanilise süsiniku kogusisaldus on alla 3% või nende põletuskadu on alla 5% aine kuivmassist. Vajaduse korral kasutatakse sobivaid jäätmete eeltötlusvõtteid.
- Põletusrajatised kavandatakse, varustatakse, ehitatakse ja neid käitatakse nii, et tekkiv gaas kuumeneb pärast viimast põlemisõhu etteannet juhitud ja ühtlaselt isegi ebasoodsaimates tingimustes kaheks sekundiks temperatuurini 850°C mõõdetuna põlemiskambri siseseina juures või mõnes muus pädeva asutuse heakskiidetud esindavas punktis.
- Selliste ohtlike jäätmete põletamisel, mis sisaldavad kloorina väljendatud halogeenitud orgaanilisi aineid üle 1%, tuleb vähemalt kaheks sekundiks saavutada temperatuur 1100°C.
- Iga liin varustatakse vähemalt ühe abipõletiga. See põleti peab ise tööle hakkama, kui põlemisgaaside temperatuur langeb pärast viimast põlemisõhu etteannet alla 850°C või 1100°C, sõltuvalt olukorrast. Samuti kasutatakse seda rajatise käivitamisel ja seiskamisel tagamaks, et sõltuvalt olukorrast säiliks temperatuur 850°C või 1100°C kogu kõnealuste toimingute vältel ja seni, kuni põlemiskambris on veel põlemata jäätmeid.
- Koospõletusrajatised kavandatakse, varustatakse, ehitatakse ja käitatakse nii, et jäätmete koospõletamisel tekkiv gaas kuumeneb juhitud ja ühtlaselt isegi ebasoodsaimates tingimustes kaheks sekundiks temperatuurini 850°C. Selliste ohtlike jäätmete koospõletamisel, mis sisaldavad kloorina väljendatud halogeenitud orgaanilisi aineid üle 1%, tuleb saavutada temperatuur 1100°C.

- Põletus- ja koospõletusrajatised Jäätmepõletus- ja -koospõletustehased kasutavad isetoimivat süsteemi, mis välistab jäätmete etteandmise järgmistes olukordades :
 - a) käivitamishetkest kas temperatuuri 850°C või sõltuvalt olukorrast 1 100 °C või erandolukorra kohaselt piiritletud kindlaks määratud temperatuuri saavutamiseni;
 - b) siis, kui ei hoita temperatuuri 850°C või sõltuvalt olukorrast 1100°C või erandolukorra jaoks piiritletud temperatuuri;
 - c) siis, kui käesoleva direktiiviga nõutavad pidevad mõõtmised osutavad, et mõnda heitmete piirväärtust on ületatud puhastusseadmete häirete või rikete tõttu.
- Kogu põletamisel või koospõletamisel Jäätmepõletus- ja -koospõletustehastes tekkiv kogu soojus kasutatakse võimalikult suures ulatuses ära.
- Nakkusohtlikud haiglajäätmed tuleks suunatakse otse ahju, neid enne muud liiki jäätmetega segamata ja vahetult käsitlemata.
- Jäätmepõletus- või -koospõletustehast juhivad ja kontrollivad füüsilised isikud, kes on pädevad seda teha juhtima.

Põletus- ja koospõletusrajatised kavandatakse, varustatakse, ehitatakse ja käitatakse nii, et välditaks selliste heitmete pääsemist õhku, mis põhjustavad märkimisväärset õhusaastet maapinna lähedal; eelkõige väljutatakse heitgaasid juhitavalt ja õhu omadusi käsitlevate ühenduse asjakohaste normide kohaselt korstna kaudu, mille kõrgus on selline, et inimeste tervis ja keskkond oleksid kaitstud.

1.2 Eesti Vabariigi õigusaktid

Eesti Vabariigis on jäätmekäitlust reguleerivaks dokumendiks jäätmeseadus, mis jälgib igas paragrahvis Euroopa Liidu kehtestatud nõudeid jäätmekäitlusele. Jäätmeseadus sätestab üldnõuded jäätmete tekke ning neist tulenevate tervise- ja keskkonnaohu vältimiseks, samuti jäätmehoolduse korralduse jäätmete ohtlikkuse vähendamiseks ning vastutab kehtestatud nõuete rikkumise eest. Ka omavalitsuste korraldatud jäätmeveo põhimõtte täpsem ulatus ja tingimused on sätestatud jäätmeseaduses [2].

Eesti Vabariigi seadusandluses sätestab jäätmete ja äraviskamise mõiste jäätmeseaduse §-2, mille kohaselt: jäätmed on mis tahes vallasasi või kinnistatud laev, mille valdaja on ära visanud, kavatseb seda teha või on kohustatud seda tegema. Äraviskamine tähendab vallasasja kasutuselt kõrvaldamist, loobumist selle kasutusele võtmisest või kasutuseta hoidmist, kui selle kasutusele võtmine ei ole tehniliselt võimalik, majanduslikest või keskkonnakaitselistest asjaoludest tulenevalt mõistlik [2].

Õigusaktid, mis lisaks jäätmeseadusele jäätmete kogumise ja sorteerimise korda reguleerivad [2]:

- Pakendiseadus, mis sätestab pakendi kasutamisele ja sellest tekkivate jäätmete vältimise ja vähendamise meetmete nõuded;
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 103 „Jäätmete ohtlike jäätmete hulka liigitamise kord“, mis reguleerib jäätmete liigitamist ohtlike jäätmete hulka, lähtudes nende koostisest, ohtlike ainete sisaldusest ja jäätmeseaduse §-s 8 sätestatud kahjulikust toimest;
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 102 „Jäätmete, sealhulgas ohtlike jäätmete nimistu“, millega kehtestatakse ohtlike jäätmete nimistu.

Jäätmete põletust reguleerib Eesti Vabariigis Tööstusheite seadus, mille eesmärk on saavutada keskkonna kui terviku kaitse kõrge tase, minimeerides saasteainete heite õhku, vette ja pinnasesse ning jäätmetekke, et vältida ebasoodsat mõju keskkonnale. Seadus määrab suure keskkonnaohuga tööstuslikud tegevusvaldkonnad, sätestab nõuded nendes tegutsemiseks ja vastutuse nõuete täitmata jätmise eest ning riikliku järelevalve korralduse [3].

Tööstusheite seaduse kohaselt [3]:

- jäätmepõletustehas jäätmekäitluskoht, mille põhielement on paikne või teisaldatav tehniline kompleks või seade, mis on ette nähtud tahkete või vedelate jäätmete termiliseks töötlemiseks, olenemata sellest, kas põlemisel tekkiv soojus kasutatakse ära või mitte.
- Koospõletustehas on jäätmekäitluskoht, mille põhielement on paikne või teisaldatav tehniline kompleks või seade, mille käitamise peamine eesmärk on energia tootmine või toodete valmistamine ning kus tahkeid või vedelaid jäätmeid kasutatakse põhi- või lisakütusena või töödeldakse termiliselt nende kõrvaldamise eesmärgil. Kui koospõletamine toimub nii, et tehase peamine eesmärk ei ole energia või

materiaalsete saaduste tootmine, vaid üksnes jäätmete termiline töötlemine, siis loetakse seda tehast jäätmepõletustehaseks.

- Jäätmepõletustehas ja koospõletustehas hõlmavad kogu tehnilist kompleksi ja selle asukohta, kaasa arvatud kõik põletus- või koospõletusliine, jäätmete vastuvõttu, ladustamise ja kohapealse eeltötluse seadmeid, jäätme-, kütuse- ja õhutoitesüsteeme, väljuvate gaaside puhastusseadmeid, kohapealseid seadmeid tekkivate jääkide ja reovee töötlemiseks ning hoidmiseks, korstnaagregaate ja põletusprotsesside kontrollsüsteeme ning põlemistingimuste mõõte- ja seiresüsteeme. Jäätmepõletus- ja koospõletustehases toimuvad protsessid hõlmavad nii jäätmete vahetut põletamist oksüdatsiooni teel kui ka muid termilisi protsesse, nagu pürolüüs, utmine, gaasistamine või plasmaprotsessid, juhul kui termilistes protsessides tekkivad ained järgnevalt põletatakse.

Jäätmepõletustehase ja koospõletustehase rajamise, käitamise, jäätmete vastuvõtmise ja käitamisel tekkivate jääkide käitlemise nõuded on üksikasjalikult sätestatud samuti Tööstusheite seaduses „Nõuded jäätmepõletus- ja koospõletustehase rajamisele ja käitamisele“ §-89-§-99. Seadus põhineb Euroopa Liidu ja Nõukogu direktiivil 2000/76/EC ning selles kajastuvad samad käitamistingimused [3].

Tööstusheite seaduse §-89 sätestab, et tehase käitamisel tekkivate jääkide kogust ja ohtlikkust vähendatakse nii palju kui võimalik. Võimaluse korral tuleb võtta jäägid ringlusse. Kuivade tolmsete jääkide, nagu katlatuha ja väljuvate gaaside puhastamisel tekkivate kuivade jääkide vedu ja vaheladustamine peab toimuma nii, et välditaks nende sattumist keskkonda. Enne jääkide kõrvaldamist või ringlusse suunamist teeb käitaja katsed, et määrata kindlaks jääkide füüsikalised ja keemilised omadused, saastavus ning nende kuuluvus ohtlike või tavajäätmete hulka. Analüüsida tuleb jääkide kogu lahustuvat osa ja jääkides sisalduvate raskmetallide lahustuvat osa [3].

Nõuded saasteainete sisalduse regulaarsele mõõtmisele jäätmepõletus- ja koospõletustehasest väljuvates gaasides ning heitvees sätestab keskkonnaministri määrus nr. 39 [4].

Keskkonnaministri määruse §-s 3 on sätestatud nõuded väljuvate gaaside saasteaine sisalduse mõõtmisele. Jäätmepõletus- või koospõletustehasest väljuvates gaasides määratakse pidevalt järgmiste saasteainete sisaldust [4]:

- 1) lämmastikoksiidid, juhul kui lämmastikoksiidide heite piirväärtused on kehtestatud;
- 2) süsinikoksiid;
- 3) tahkete osakeste üldsisaldus;
- 4) orgaanilise süsiniku üldsisaldus (*TOC*);
- 5) vesinikkloriid;
- 6) vesinikfluoriid;
- 7) vääveldioksiid.

Vähemalt kaks korda aastas määrab käitaja raskmetallide, dioksiinide ja furaanide sisalduse väljuvates gaasides, kusjuures esimese 12 käitamiskuu jooksul tehakse mõõtmisi vähemalt iga kolme kuu järel [4].

Lisaks mõõdetakse pidevalt järgmisi käitamisparameetreid [4]:

- jäätmete põletamisel tekkiva gaasi temperatuuri kolde seinas juures või kolde mõnes muus loa andja määratud punktis
- väljuvate gaaside hapnikusisaldust, rõhku, temperatuuri ja veeaurusisaldust. Veeaurusisaldust ei mõõdetata, kui väljuvate gaaside proov enne selle analüüsimist kuivatatakse.

Jäätmete põletamisel tekkiva gaasi koldes viieaega, samuti vähimat temperatuuri ja hapnikusisaldust mõõdab käitaja tehase kasutusse võtmisel ja ebasoodsate käitamistingimuste korral [9].

Jäätmepõletustehase heitvee saasteaine sisalduse mõõtmise nõuded on sätestatud antud määruse §-s 5. Heitvee väljutamiskohas teostatakse järgnevat mõõtmisi [4]:

- mõõdetakse pidevalt pH, temperatuuri ja vooluhulka;
- määratakse heljuvaine sisaldus pistelises proovis või esinduslikus keskmistatud proovis, mida võetakse kord ööpäevas proportsionaalselt ööpäevase vooluhulgaga;
- määratakse vähemalt kord kuus ööpäevase vooluhulgaga proportsionaalses keskmistatud proovis elavhõbeda, kaadmiumi, talliumi, arseeni, kroomi, plii, vase,

nikli ja tsingi sisaldus;

- mõõdetakse vähemalt kord kuue kuu jooksul ja esimese 12 käitamiskuu kestel vähemalt üks kord kolme kuu jooksul dioksiinide ja furaanide sisaldust.

Suublasse juhitava heitenormid suubla väljalaskmekohas või ühiskanalisatsiooniliga liirumise kohas sätestatakse järgnevalt [4]:

- Kui väljuvate gaaside puhastamisel tekkivat reovett puhastatakse tehase ühises reoveepuhastis koos muu kohapeal tekkiva reoveega, mõõdab käitaja reovee saasteainete sisaldust:
 - 1) väljuvate gaaside puhastamisel tekkivas reovees enne selle reovee suunamist ühisesse reoveepuhastisse;
 - 2) muus reovees enne selle reovee suunamist ühisesse reoveepuhastisse;
 - 3) kohas, kus reoveepuhasti heitvesi suublasse lastakse, või ühiskanalisatsiooniga liitumise kohas.
- Vajadusel teeb käitaja massibilansi arvutused, et määrata kindlaks väljuvate gaaside puhastusveest tulenev reovee saasteainete sisaldus. Arvutused esitatakse loa andjale tema nõudmisel.
- Kui väljuvate gaaside puhastamisel tekkiva reovee käitlemise tulemusena tekkivat heitvett puhastatakse väljaspool tehast üksnes seda laadi reovee puhastamiseks mõeldud puhastusseadmes, määratakse saasteainete sisalduse vastavus tööstusheite seaduse § 102 lõike 3 alusel kehtestatud piirväärtustele puhastusseadmest väljuvas heitvees.
- Kui tehasevälises puhastusseadmes puhastatakse ka muud reovett, teeb käitaja vastavad mõõtmised ja massibilansi arvutused, et kindlaks määrata väljuvate gaaside puhastusveest tulenev reovee saasteainete sisaldus. Arvutused esitatakse loa andjale tema nõudmisel.

Heljuvaine sisaldus mõõdetakse vastavalt Vabariigi Valitsuse määrusele nr 99 „Reovee puhastamise ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise kohta esitatavad nõuded, heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed”.

1.3 Eesti Vabariigi jäätmepoliitika

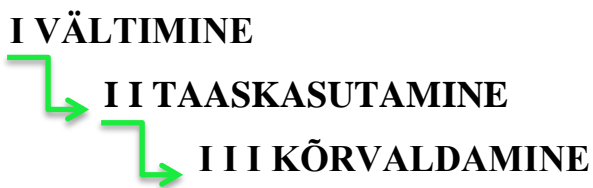
Riigi jäätmekava 2014-2020

Riigi jäätmekava on Eesti jäätmehooldust korraldav ja suunav strateegiline arengukava, mille koostamise kohustus tuleneb Euroopa Liidu jäätmedirektiivist. Seaduse kohaselt tuleb riigi jäätmekava ajakohastada iga viie aasta järel. Kava eesmärgiks on korraldada süsteemne jäätmehooldus kõigil valdkonna tasanditel. Arengukava määrab vastutusosalad kohalikele omavalitsustele, ettevõtjatele, tootjatele ja elanikkonnale. Strateegiliselt on jäätmekava ülesandeks jäätmehierarhia põhimõtte rakendamine ja juurutamine [5].

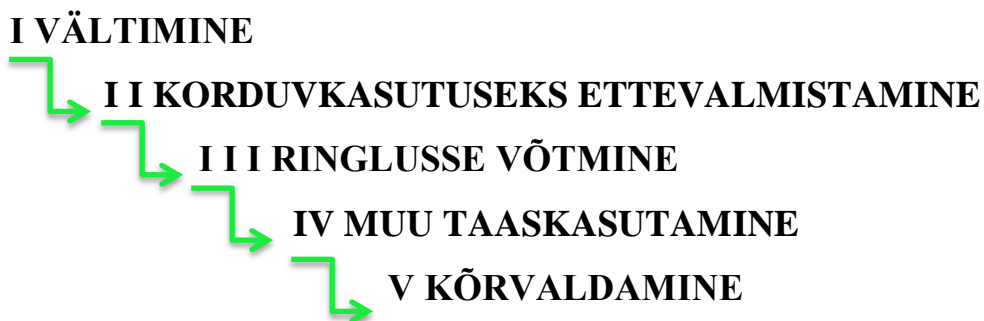
Jäätmehierarhia

Jäätmete raamdirektiivi (2008/98/EÜ) ja Eesti Vabariigi jäätmeseaduse kohaselt tuleb kogu riigi jäätmehoolduses juhinduda jäätmehierarhiast.

Varem kehtinud kolmeastmeline jäätmehierarhia [5]:



On tänaseks direktiivis asendunud viieastmelise hierarhiaga [5]:



Hierarhia kohaselt tuleb esmajärjekorras jäätmeteket vältida ja kui see osutub võimatuks, tuleb jäätmeid nii palju kui võimalik ette valmistada korduskasutuseks, siis ringlusse võtta ja muul viisil taaskasutada, et ladestada prügilasse võimalikult vähe jäätmeid [5]. Tegemist on EL jäätmete raamdirektiivist (2008/98/EÜ) lähtuva põhimõttega, mille järgimist eeldatakse kõigilt liikmesriikidelt.

Vastavalt jäätmeseadusele on jäätmete energiakasutus jäätmete taaskasutuse üks mooduseid. Jäätmete põletamise eesmärgiks on jäätmete kõrvaldamine koos põlemissoojuse ärakasutamisega. Ilma jäätmete energiakasutuseta võib Eesti Vabariigil osutada raskeks täita kohustusi EL liikmesriigina [6].

2. JÄÄTMED JA NENDE OMADUSED

2.1 Põlevjäätmete omadused

Jäätmepõletusjaamade käitamine eeldab üksikasjalikku teavet jäätmete koostise ja omaduste kohta. Jäätmeid kütusena kasutades on oluline teada järgnevaid parameetreid [6]:

- jäätmete keemilist koostist (nt kahjulike ainete kloor, väävel jne sisaldus)
- jäätmete füüsikalist koostist (nt tüki suurus)
- jäätmete soojustehnilisi omadusi (nt kütteväärtus, lendosiste sisaldus)

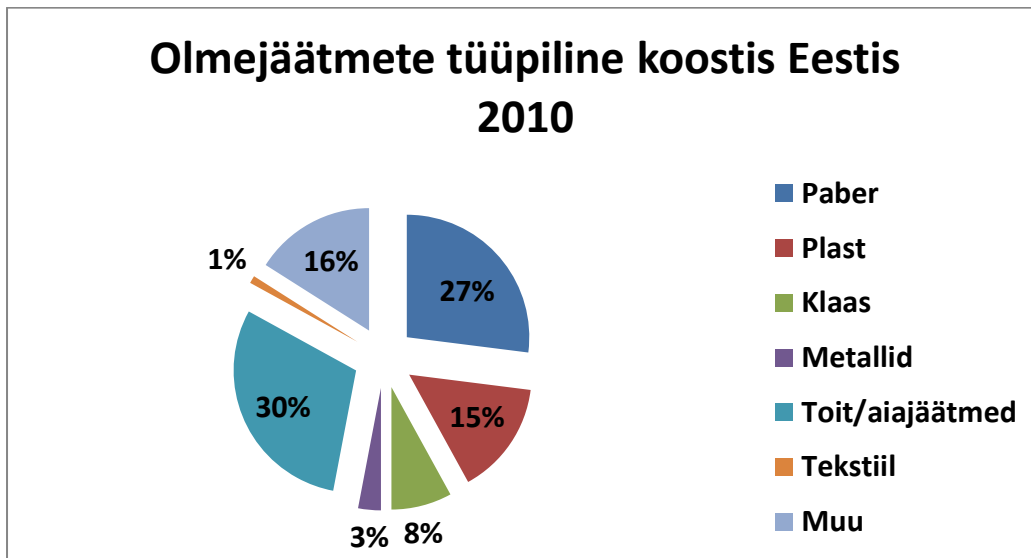
Tegemist on samade suurustega, mida uuritakse fossiilsete kütuste puhul. Proovide võtmisel tuleb lähtuda jäätmete ebaühtlasest ja muutlikust koostisest. Mistõttu tuleb usaldusväärse tulemuse saamiseks uurida suurt kogust materjali. Samade omaduste tõttu on keeruline saada ka ühtlast ja keskmise koostisega 1 g jahvatatud proovikogust. Seetõttu on kasutusel meetod, kus määratakse jäätmete omadused üksikute koostis komponentide (puit, plast, paber, papp jne) omaduste põhjal ning hinnatakse komponentide suhtelisi koguseid. Antud meetodit peetakse efektiivseimaks ja kiireimaks, sest võimaldab enamuse jäätmekomponentide varem laboratoorselt määratud või kirjandusest teadaolevaid omadusi kasutada [2].

2.2 Olmejäätmete teke

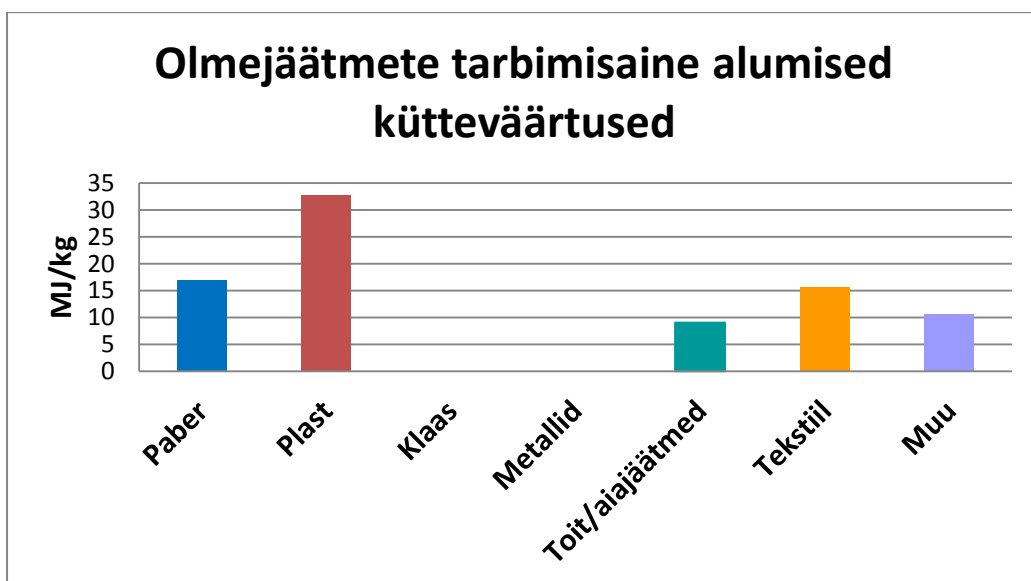
Tänu majanduse ja tarbimise kasvule on jäätmete kogused maailmas pidevalt kasvanud. Eesti suurimaks jäätmetekitajaks on põlevkivil põhinev energia- ja õlitootmine, mis moodustab jäätmetekkest valdava osa (79%). Oluliselt väiksema osakaaluga järgnevad ehitusjäätmed (8%) ja muud tööstusjäätmed (8%). Väikeste mahuosadega järgnevad olmejäätmed (2%), põllumajanduse ja toiduainetööstuse jäätmed (1%) ning muud jäätmed (1%) [5].

Olgugi, et olmejäätmed moodustavad kõikidest tekkivatest jäätmetest vaid 2%, tuleb erilist tähelepanu pöörata just nende jäätmete taaskasutamise elavdamisele ja prügilasse ladestamise vähendamisele. Oluline osa on siin õiguaktidega sätestatud nõuetel ja taaskasutuseesmärkidel [5].

Olmejäätmed on kodumajapidamisjäätmed ning kaubanduses, teeninduses või mujal tekkinud oma koostise ja omaduste poolest samalaadsed jäätmed. Keskkonnaagentuuri jäätmeregistri andmetel tekkis 2011. aastal olmejäätmeid ligikaudu 360kg elaniku kohta [5].



Sele 2.1. Olmejäätmete tüüpiline koostis Eestis, 2010 [5]



Sele 2.2. Olmejäätmete tarbimisaine alumised kütteväärtused [5]

Jäätmetes sisalduvad komponendid omavad erinevaid kütteväärtusi. Kõrge kütteväärtus on iseloomulik plastmaterjalile, suhteliselt kõrge kütteväärtus on ka paberil ja tekstiilil. Juba väiksed kogused plasti jäätmete hulgas suurendavad märkimisväärselt jäätmekogumi üldist kütteväärtust. Kõrge kütteväärtus on omane jäätmetele, mis on sorteeritud tekkekohale võimalikult lähedal ning koosnevad peamiselt paberitoodetest ja plastmaterjalidest. Sellise segu kütteväärtus on tavaliselt 15-20MJ/kg kusjuures võrdluseks olmejäätmete

masspõletamisel on kütteväärtus vahemikus 10,5-11,7 MJ/kg ning kivisöel 30 MJ/kg, kerge kütteõlil 42 MJ/kg, energeetilisel kütteõlil 8,5 MJ/kg [6].

3. JÄÄTMETE KASUTUSVALDKONNAD

3.1 Jäätmepõletus

Tahkete jäätmete käitlemine jäätmepõletuse eesmärgil võimaldab efektiivselt nende mahtu, massi ja ohtlikkust vähendada. Lisaks püütakse või hävitatakse samad ajal jäätmetes leiduvaid ohtlikke aineid, mis eralduvad põlemise käigus. Lisaks annab jäätmepõletusprotsess võimaluse kasutusele võtta jäätmetes oleva keemilise- või mineraalse osa ning energia. Jäätmepõletus on jäätmetes sisalduva põleva aine oksüdeerumine. Põletuse käigus tekib suitsugaas, milles sisaldub suur osa tekkivast energiast soojusena. Jäätmetes sisalduv orgaaniline aine põleb kokkupuutel hapnikuga kohe jõudes vajalikule süttimistemperatuurile. Tegelik põlemisprotsess leiab aset gaasi faasis sekundi murdosa jooksul ning energia vabaneb samaaegselt kui jäätmete kütteväärtus ja hapniku varu protsessis on piisaval tasemel. See tekitab termilise ahelreaktsiooni ja jätkusuutliku põlemisprotsessi, mis tähendab, et lisakütuste kasutamine ei ole vajalik [5].

Kaasaegne jäätmepõletusseade on projekteeritud eesmärgiga vähendada jäätmete mahtu, massi ja ohtlikkust. Seade on seetõttu varustatud koldetuha ning lendtuha käitlemise ja suitsugaaside puhastusseadmetega, garanteerides heitgaaside ning lendtuha efektiivse puhastuse ning jäätmete mahu olulise vähenemise. Kaasaegne jäätmepõletus peab toimima võimalikult väikse keskkonnareostusega. Energiat toodetakse suure kasuteguriga ja seda kasutatakse soojuse ja elektri tootmisel [6].

Jäätmepõletusseadmete üldine liigitus toimub vastavalt [7]:

1. seadme võimsusele;
2. põletatavate jäätmete liigile (jäätmekütus, töötlemata jäätmed);
3. põletusseadmete tüüpidele.

Klassikalise jäätmepõletusprotsessi etappidesse jaotumine [8]:

1. jäätmete hoidmine ja ettevalmistamine põlemisseadme koldesse sisestamiseks;
2. põletamine koldes, mille tulemuseks on kuumad gaasid, lend-ja koldetuhk aga ka sadestised küttepindadel;

3. soojusülekanne katlas, mille tulemusena suitsugaaside temperatuur langeb ja lõpptulemusena toodetakse auru või kuuma vett;
4. kahjulike heitmete eraldamine suitsugaasidelt ehk nn suitsugaaside puhastus;
5. kolde-ja lendtuha käitlemine;
6. puhastatud heitgaaside atmosfääri suunamine ja hajutamine suitsuimeja ja korsna abil;

Kõik jäätme põletusprotsessi etapid on omavahel seotud ja mõjutavad teineteist, mis tähendab, et need etapid võivad toimuda ka üheaegselt. Protsesse on võimalik mõjutada saasteemissioonide vähendamise suundal, kasutades koldesiseid meetodeid, näiteks kolde tehnilised omadused, õhujaotus ja selle kontroll koldes [8].

Jäätmete maht võib põletamisel väheneda kuni 90%. Järelejääv osa on üldjuhul inertne tuhk, mis sisaldab mittepõlevaid komponente, klaasi, metalli jne. Suitsugaasid sisaldavad peale gaasiliste komponentide ka tahkeid osakesi ehk lendtuha. Lendtuha ja kahjulike gaasiliste komponentide keskkonda sattumise vältimiseks suitsugaasid puhastatakse. Suitsugaaside puhastusseadmed koosnevad tsüklonist, multitsüklonist skraberist, kottfiltrist või elektrifiltrist. Tuhk ladestatakse tavaliselt prügilasse. Kui tuhk ei sisalda toksilisi aineid, võib teda kasutada täitematerjalina teedehituses või muul taolisel ehitusel.

Väävli, lämmastiku ja klooriühendite eraldamine suitsugaasidest toimub vastavates puhastusseadmetes. Väävlipüüde seadmetes puhul kasutatakse nii märg kui ka kuivpuhastust [8].

Olmejäätmete põletamisel on laialt levinud kihis põletustehnoloogia. Keevkiht võimaldab põletada suures valikus erinevaid jäätmeid, sealhulgas nii tahkeid olmejäätmeid kui ka tööstusjäätmeid, madalad kolde temperatuurid ja absorbendi lisamise võimalus koldeprotsessis võimaldab oluliselt vähendada kahjulikke heitmeid. Keevkihtseadme oluliseks elemendiks on rest, mille kaudu antakse keevkihi tekitamiseks kütuse põletamiseks õhku.

Kaasaegse jäätme põletuse põhielementideks on [8]:

- jäätmete ladustamispunker;
- jäätmete ettevalmistus süsteem;
- jäätmete etteande süsteem;
- kolderest;
- kolle;

- primaar- ja sekundaarõhu traktid;
- soojusvahetuspinnaid;
- lendtuha püüdurid;
- heitgaaside puhastussüsteem;
- tuhaarastus süsteem.

3.1.1 Masspõletus (MBT)

Masspõletus on jäätmete algsel töötlemata ning sorteerimata kujul põletusseadme koldesse suunamine. Ainult väga suured mittepõlevad komponendid nagu majapidamisest kõrvaldatud tarbetud seadmed ja mahukad esemed eraldatakse enne põletusseadmesse jõudmist. Jäätmekogumis autod tühjendavad oma koormad otse katlamaja territooriumil olevasse süvapunkrisse (jäätmeoidlasse). Haaratsiga varustatud sildkraana abil viiakse jäätmed mehhaanilise kütteseadme laadimispunkrisse. Hüdraulilised söötjad suunavad põletatavad jäätmed mehhaanilisele varbrestile.

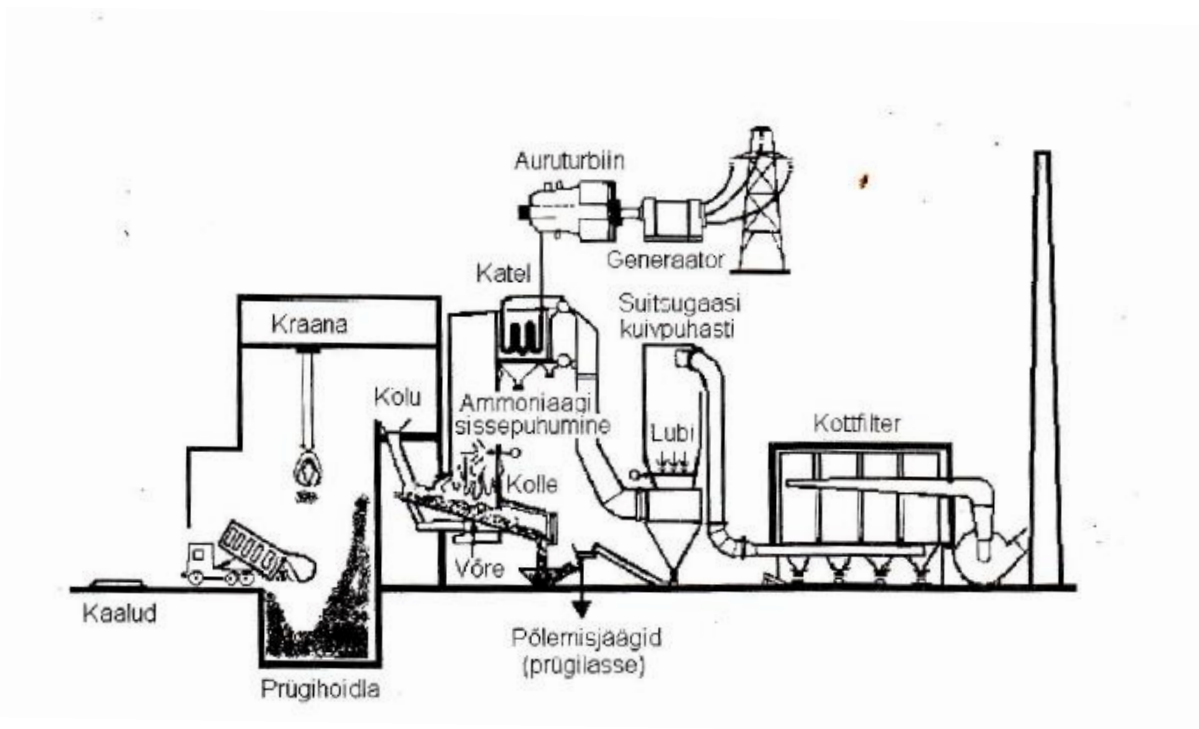
Põlevained põlevad lõplikult ära, tuhk langeb tuhapunkrisse kus ta läheb ümbertöötlemisele või lõpphoiustamisele (matmisele) [6].

Jäätmete masspõletusel kasutatakse erinevat tüüpi restkoldeid, kus koksi põlemine toimub restil ning lendosade põlemine toimub koldemahus. Sekundaar- ja primaarõhu õigete vahetuste hoidmine tagab restile jääva koksi kui ka lendosade täieliku põlemise ja inertse tuha kogumise tuhapunkrisse. Tüüpilisemate seadmete tootlikkused jäävad piiridesse 10-50 tonni jäätmeid tunnis [6].

Kasutusel on ka spetsiaalselt konstrueeritud pöördahjud ja pöördahjud, mis on projekteeritud tsemendi klinkri põletamiseks, erinevaid kaheastmelisi põletusseadmeid ning ka seadmeid vedelate ja gaasiliste jäätmete põletamiseks [6].

Kamberkolletest on jäätmekütuse põletamisel kasutusel ka keeriskolded.

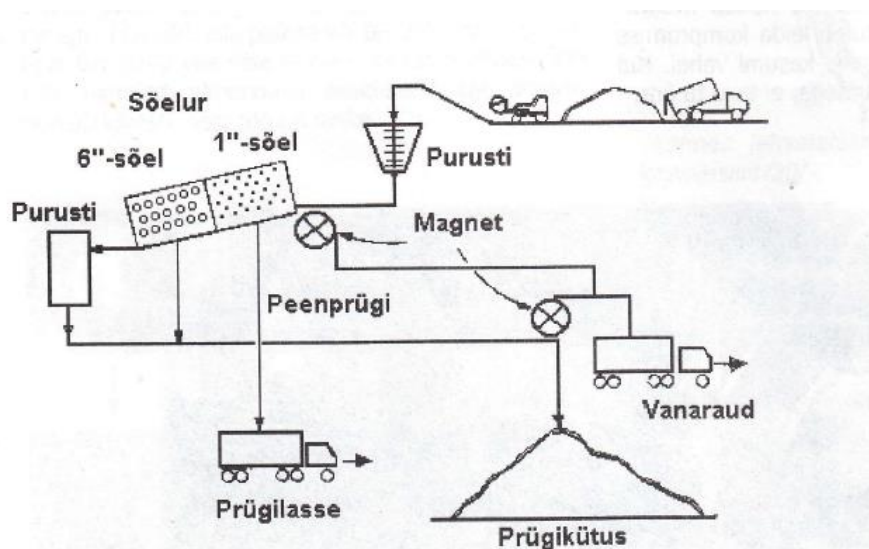
Jäätmekütuse põletusseadmetena kasutatakse ka keevkihtseadmeid, mis leiavad laialdasemalt kasutust keemiatööstuses ja energeetikas [6].



Sele 3.1. Jätmete masspõletustehase skeem [9]

3.1.2 Jätmete kasutamine kütusena (RDF)

Olmejäätmetest on võimalik toota ka jäätmekütust (RDF-refuse derived fuel). Jäätmekütuse tootmiseks on vajalik jäätmete sorteerimine, eraldamaks müümiskõlblikud, kasutuskõlblikud materjalid. Jäätmekütuse tootmiseks sobiv osa eraldatakse ja töödeldakse kuivatamise, pressimise, purustamise ja jahvatamise teel[6].

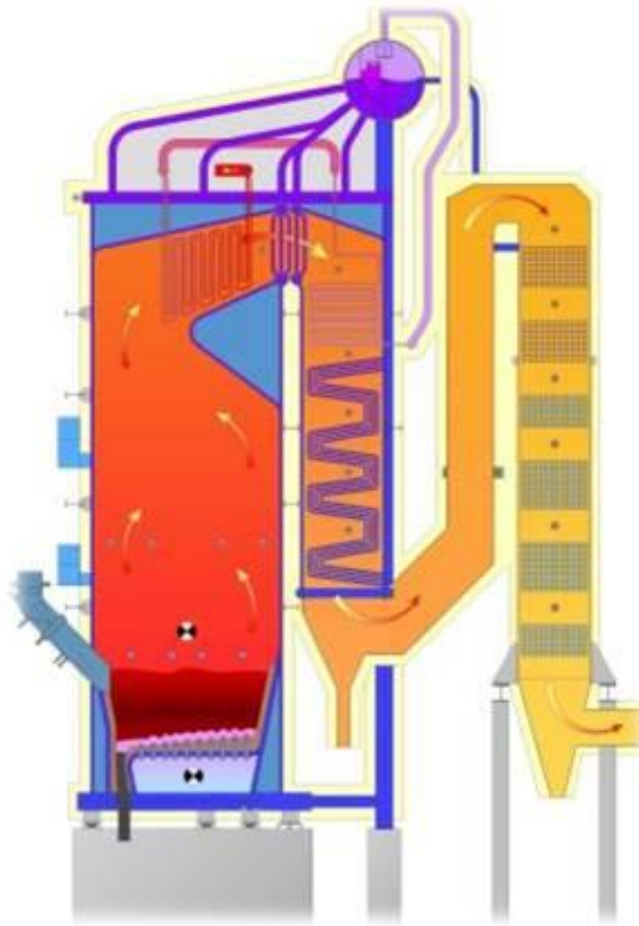


Sele 3.2. Jäätmekütuse tootmise tehnoloogia skeem [9]

Heitgaaside puhastusseadmed jäätmekütuse põletustehastes on masspõletustehastes olevate seadmete taolised. Kasutusel on kuivpuhastid koos kottfiltrite või elektrostaatiliste sadestistega [10].

Jäätmekütust, mille kütteväärtus on 12-16MJ/kg on võimalik saada 55-85% ulatuses sisestatud olmejäätmete massist [11].

Jäätmekütus suunatakse kütuse etteandesüsteemi ja sealt erinevate sөөtjate kaudu koldesse kett-või liikuvale kaldrestile, pöördahju, keevkihti jne. Enim põletatakse jäätmekütust keevkihis, kuid kasutatakse ka osaliselt restil ning lendosised kolderuumis varianti. Kütuse korralikul peenestamisel on seda võimalik ka koos tahkete energeetiliste kütustega keevkihis põletada. RDF-i võib kasutada ka olemasolevates biokütuse kateldes lisakütusena [6].



Sele 3.3. Keevkihtkatla tööskeem [12]

4. JÄÄTMETEST ENERGIATOOTMISE ARENGUD EESTIS

4.1 Masspõletus IRU jäätmejaamas

4.1.1 Üldiselt

2013. aastal võttis Eesti Energia Iru elektrijaamas kasutusele jäätmed energia tootmiseks. Avati kaasaegne ja efektiivne jäätmeplokk, mis toodab elektrit ja soojust segaolmejäätmetest. Iru jäätmeploki valmimisega lõppes Eestis suuremahuline segaolmejäätmete ladestamine prügilatesse. Esmakordselt Eestis võeti kütusena kasutusele varasemalt prügilatesse viidud olmejäätmed [13].

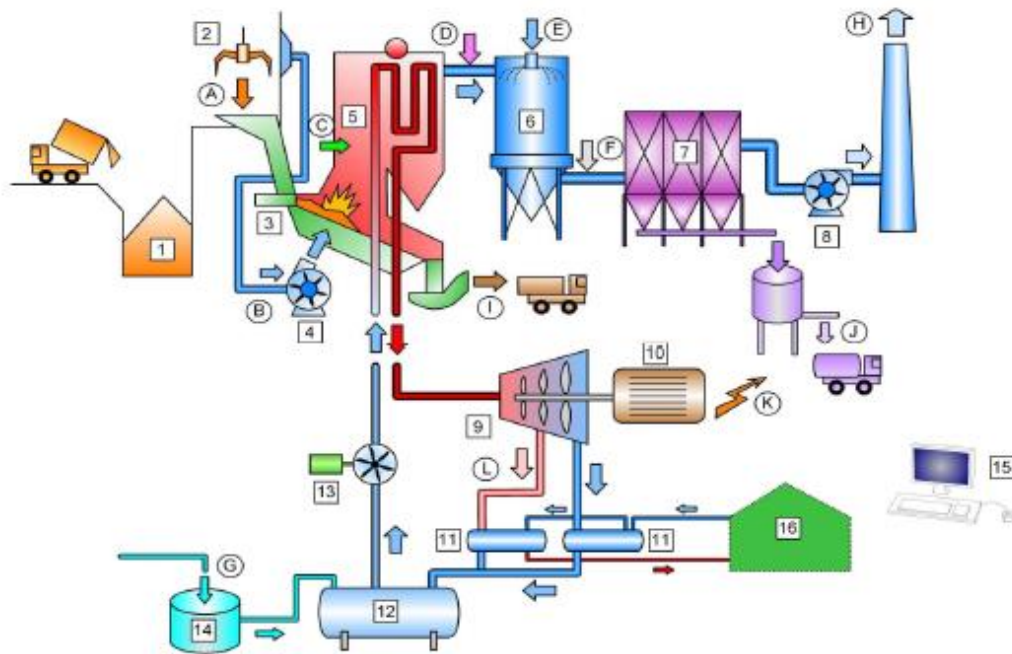
Jäätmenegiaploki elektriline võimsus on 17 MW_e ja soojuslik võimsus on 50 MW_s. Aastas kasutab ühe põletusliiniga jäätmeplokk energia tootmiseks ca 220 000 tonni sorteerimata segaolmejäätmeid, mille keskmine kütteväärtus on 10,5 MJ/kg (kõikudes piirides 8-15 MJ/kg), elektri toodang kuni 136 000MWh aastas. Selline tootmisviis asendab aastas ligi 70 miljoni m³ maagaasi kasutamist [13].

Elektriks ja soojuseks muundatakse Iru ligi 82% jäätmetes sisalduvast energiast. Jäätmeplokis kasutuses olev tehnoloogia sobib mitmesugust liiki olmejäätmete põletamiseks ning ei vaja segaolmejäätmete põletamiseelset sorteerimist, purustamist ega sõelumist [13].

Iru jäätmeploki elektritoodang vastab umbes Paide linna ja selle lähiümbruse elektritarbimisele. Soojust edastab Eesti Energia Tallinna ja Maardu elanikele Tallinna Küte kaugküttevõrgu kaudu. Iru jäätmeploki osakaal piirkonna soojusturul on umbes 20% [13].

Jäätmeploki põhilised elemendid [17] :

1. automaatne jäätmete etteandmise ja segamise süsteem;
2. MARTIN-tüüpi liikuvate restidega kolle;
3. ülekuumendi, ökonomaiserid ning õhuelsoojendi plokid;
4. põlemisgaaside puhastussüsteem;
5. turbiin elektri tootmiseks;
6. soojusvahetid soojuse edastamiseks kaugkütte süsteemi .



Sele 4.1. IRU jäätmejaama tehnoloogiline skeem [17]

Seletus:

Seadmed:

1. Jäätmete punker
2. Jäätmete transpordiliin ning tõsteseade
3. MARTIN GmbH tüüpi jäätmete põleti
4. Põlemiseks vajaliku õhuvõt süsteem
5. CNIM soojusvaheti
6. Pool-kuiv filter-süsteem
7. Peenfiltrite süsteem
8. Induktsioon-ventilaator
9. Auruturbiin
10. Generaator
11. Kaugkütte soojusenergia tootmise plokk
12. Deaeraator ja ringlusvee mahuti
13. Ringlusvee pump
14. Ringlusvee töötlemise plokk
15. Juhtimiskeskus, kontrollkeskus
16. Kaugkütte võrk-süsteem

Sisendid:

- A. Jäätmed
- B. Õhk
- C. Ammoniaak-töötlus
- D. Aktiivsüsi
- E. Lubjapiim
- F. Kustutatud lubi
- G. Toorvesi

Väljundid

- H. Puhastatud põlemisgaas
- I. Põhjatuhk (klinker)
- J. Lenduv tuhk ja põlemisgaasi jäägid
- K. Elekter
- L. Aur kaugkütte-süsteemi soojusvahetisse

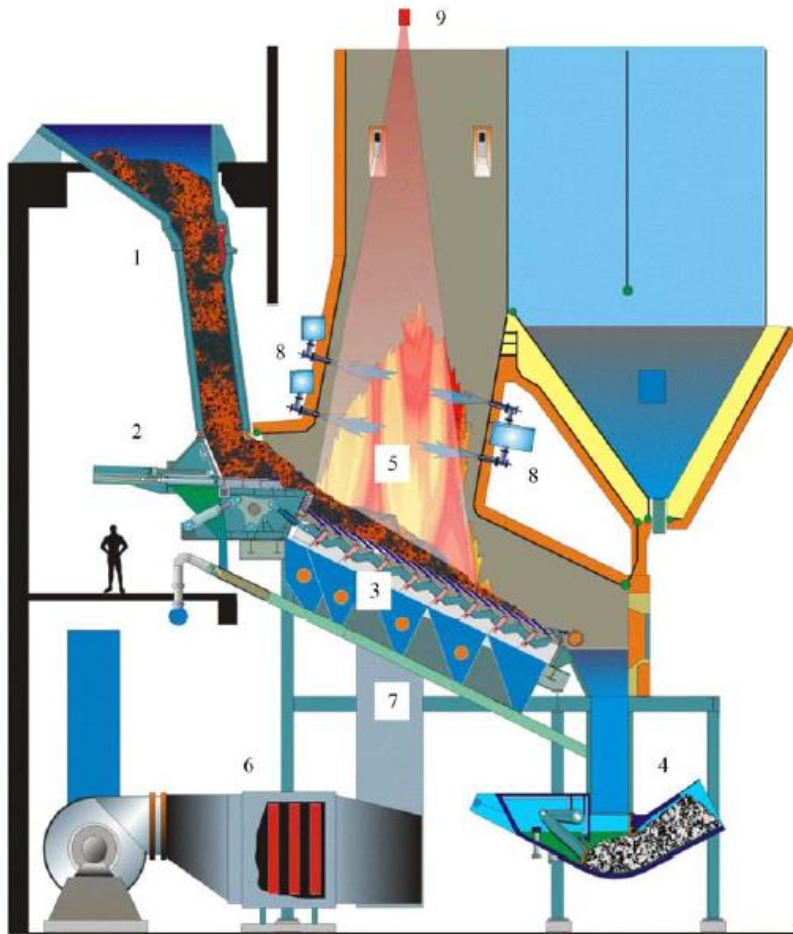
4.1.2 Jäätmete vastuvõtt ja nende käitlemine

Jäätmeid vedavaid veokeid kontrollitakse ja kaalutakse automaatselt nende sisenemisel kui ka väljumisel jaama territooriumile. Turvameetmena on kasutusel ka radioaktiivsete materjalide detektor, mis väldib võimalike radioaktiivsete ainete sattumist energiaplokki. Pärast kontrolli valatakse jäätmed kinnises jäätmete vastuvõtuhallis jäätmete punkrisse. Jäätmete liigutamiseks on ettenähtud kaks erikonstruktsiooniga kraanat, mida kasutatakse jäätmete segamiseks jäätmepunkris ja konveierile etteandmiseks. Kraanaoperaatori ülesanne on jäätmete segamine võimalikult homogenseks ja võimalikult ühtlase kütteväärtusega massiks enne selle tõstmist konveierile. Kogu opereerimistegevust jälgitakse kesksest juhtimiskeskusest kaameratega, mis on paigutatud nii jäätmepunkrisse kui ka jäätmete eeltöötusplokki ning seega võimaldavad üheaegselt jälgida kogu jäätmeploki tööd [14].

Jäätmepunkri kooniline kuju tagab jäätmete vajumise võimalikult õhutihedaks massiks, mis tagab põlemiskambrisse kontrollitava õhu juurdevoolu ning põlemiskambrist eralduvate gaaside koosseisule võimalikult hea kontrollitavuse. Jäätmepunkri kaldpind lükkab segatud jäätmed purustus-segamissõlmele võimalikult lähedale. Jäätmete punkrisse kallutamise ala ja jäätmepunker asuvad suletud ruumis ning on varustatud kiir-rull uksega. Ruumis on pidev alarõhk vältimaks võimaliku haisu teket ning tolmu levimist väljapoole hoonet. Korraliste ülevaatuste, kontrollide ning remontide perioodil tühjendatakse punker jäätmete minimaalse koguseni ja peatatakse jäätmete juurdevedu [14].

4.1.3 Põletuskompleks

MARTIN liikuvate restidega põletussüsteem on kogu katelseadme peamine komponent mis koosneb 26 kraadise nurga all paiknevatest liikuvatest restilülidest. Igal resti osal on oma ajam ning automaatselt reguleeritav veokiirus. Restide lülid on valmistatud kulumis-ja temperatuurikindlast materjalist (CrFe). Liikuvate restide sammu ja kiiruse valikuga tagatakse võimalikult efektiivne ning ohutu põlemisprotsess [13].



Sele 4.2. MARTIN restkolde tehnoloogiline skeem [13]

1. Punkrisuue
2. Toitesead
3. MARTIN liikuvrest
4. MARTIN tuhapunker
5. Põlemiskamber
6. Õhuelsoojendi
7. Alumine õhujaotus torustik
8. Ülemine õhujaotus süsteem
9. Infrapuna kaamera

Kasutusel on unikaalne “tagurpidi“ restpõletuse süsteem mis tagab kütuse segamise ja hea süsiniku väljapõlemise. Lendosa põlemise toimub resti kohal. Selline resti töö tagab ka põletusrestide pideva kaetuse kaitsvate jäätmete või tuha kihiga, vältides resti paljaks põlemist andes restilülidelle pika eluea. Antud tehnoloogia ei vaja vesijahutust isegi väga kõrgete kütteväärtustega jäätmete korral [13].

Põlemisõhk jagatakse kaheks [13]:

1. restialuseks põlemisõhuks, mis juhitakse piki põletusrestide aluspinda;
2. restipealseks õhuks, mis juhitakse põlemiskambrisse, restide pealsesse ruumi.

Põletusrestide alune õhk jaotatakse eraldi tsoonideks, võimalus on reguleerida nii õhu temperatuuri kui ka rõhku. Restialune õhk hoiab põletusrestid puhtad ning väldib nende liikumist takistavaid ummistusi. Põlemisgaasides sisalduvad lämmastikoksiidid (NO_x) neutraliseeritakse Selective Non Catalytic Reduction (SNCR) DeNO_x süsteemis [13].

Soojus, mis jäätmete põletamisel vabaneb, kantakse aurustusküttepindades üle veele. Küttepinnad on vertikaalsed ning ülalt toestatud. Tegemist on loomuliku ringlusega trummelkatlaga, mille ülekuumendi küttepinnad paiknevad verikaalses gaasikäigus [13].

Ülekuumendist väljuv siseneb turbiini, mis on ühendatud generaatoriga (turbogeneraatoriplokk) (TG). Soojusvahetitest väljuv vesi on ette nähtud nii kaugkütte süsteemi varustamiseks kui ka omatarbeks (kütteõhu eelsoojendus, deaereerimine jms) Juhul kui ülekuumendatud auru suunamine turbogeneraatorisse on mingil põhjusel takistatud või võimatu, suunatakse ülekuumendatud aur soojusvahetisse. Seda on tarvis selleks, et kindlustada kolde normaalsed tööparameetrid, ning tagamaks kaugküttesüsteemide normaalse töö [13].

Põlemisgaaside poolkuiv puhastus koos kottfiltritega tagab keskkonnanõuetele vastavad heitmed. Väljuvad põlemisgaasid puhastatakse lisaks HCl, HF, SO₂ ka raskemetallidest, tahketest osakestest, jms, mis kaasnevad olmejäätmete põletamisega. Poolkuiv gaaside puhastusprotsess nõuab põlemisgaaside kontakti reagentiga (lubjapiim) mis leiab aset reaktoris (puhastussüsteemi osa). Lenduvad happelised komponendid neutraliseeritakse puhastusseadmesse doseeritava leelisega. Puhastussüsteemis vajaminevad reaktiivid pihustatakse reaktori ülaossa vastava pihustusseadmega, sellega tagatakse põlemisgaasidele vajalik kontakt kemikaalidega. Põlemisgaasid läbivad peale gaasipuhastust reaktoris veel kottfiltrid ning suunatakse korstnasse läbi suitsuimeja. Dioksiidid, raskemetallid jms. neutraliseeritakse aktiivsöega enne puhastusreaktorit [13].

4.2 Jäätmekütuse tootmine

Eestis tegelevad jäätmekütuse massilise tootmisega Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse AS ja Ragn-Sells AS.

Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse AS käivitas oma jäätmekütuse tootmise liini jõudlusega 120 000 t/a aastal 2010. Jäätmekütuse tootmine toimub Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse territooriumil [15].

Lisaks avati 2012. aastal Suur-Sõjamäel jäätmekäitlusettevõtte Ragn-Sells uus jäätmekütusetehas, mis on samuti võimeline käitlema kuni 120 000 tonni jäätmeid aastas. Käideldavatest jäätmetes on võimalik 85% taaskasutusse võtta. Jäätmekütusetehases on ca 8700 m² netopinda ning selle tehase teeninduspiirkond on kuni 150 kilomeetrit Tallinnast [16].

Jäätmekütust toodetakse segaolmejäätmetest, mis saabuvad prügilasse pressautodega. Jäätmekütuse tootmiseks vajalikust olmejäätmetest eraldatakse vajadusel käsitsi suuregabriidilised ja nähtavad võimalikud ohtlikud jäätmed. Eelnevalt käsitsi välja sorteeritud jäätmed kogutakse konteinerisse ning suunatakse ladestusele, taaskasutusse või antakse üle vastavat luba omale käitlejale [15].

Edasi tõstetakse jäätmed frontaallaaduriga eelpurustisse, mis purustab kõik jäätmed (k.a. kottidesse pakitud jäätmed). Pärast purustamist sõelutakse jäätmed trummelsõelaga, mille käigus eraldatakse orgaanilised jäätmed, mis suunatakse ladestamisele või kompostimisele. Sõela peale jääv fraktsioon (näiteks paber, plast, kumm, puit, kile jne) on jäätmekütus, mida töödeldakse täiendavalt metalli eraldamise ja purustamisega vastavalt vajadusele. Saadud jäätmekütus viiakse võimaluse korral koheselt tarbijale. Valmis kütus ladustatakse kogumispunkrisse, mis asub samas hallis [15].



Sele 4.3. Jäätmekütus [17]

Ohtlikud jäätmed võetakse välja esimesel võimalusel pärast nende avastamist ja need antakse üle käitlemiseks AS-ile Kesto, kes omab ohtlike jäätmete kogumispunkt Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse territooriumil [15].

Jäätmekütuse tootmine võimaldab vähendada ladestatavate jäätmete hulka ja toob kaasa senisest olulisemalt väiksemad saastetasud, mis aitab jäätmekäitluse hinda kontrolli all hoida. Prügi mehhaanilis-bioloogilise töötlemise protsess on kooskõlas Euroopas tunnustatud jäätmekäitlusnormidega ja asub jäätmekäitluse hierarhias kõrgemal jäätmete ladestamisest ja masspõletamisest [15].

Tootmisprotsess Tallinna Ragn-Selli tehase näitel [16].

Fe-magneti kasutamine, mis eraldab jäätmevoost mustmetallid. Purustatud jäätmed liiguvad sõelale, kus toimub suurema Diameetriga jäätmete orgaanilise aine eraldamine

↳ **Orgaaniliste jäätmete kuivatamine**, mis on vajalik nende niiskussisalduse vähendamiseks tagamaks põletusprotsessi. Kuivatamisel tuleb tagada piisav hapniku ja niiskuse kontsentratsioon. Kuivatamine viiakse läbi spetsiaalsetes kuivatustunnelites, mille temperatuuri, hapnikusisaldust ja niiskustaset juhib automaatika. Kuivatusprotsess kestab 8–14 päeva.

↳ **Anorgaaniliste jäätmete töötlemine**, kus eelpurusti läbinud jäätmed suunatakse ballistilisse eraldajasse, kus eraldatakse kerge ja raske fraktsioon. Infrapuna-eraldaja abil eemaldatakse veel kloori sisaldavad materjalid ja taaskasutuseks

kõlblikud materjalid. Keerisvoolu-eraldaja eemaldab jäätmevoost värvilised metallid ja allesjäänud kerge fraktsioon on sobilik jäätmekütuse tootmiseks.



Kasutuskõlblik jäätmekütus saadakse eelnevalt kuivatatud orgaaniliste jäätmete ja töödeldud anorgaaniliste jäätmete järelpurustisse suunamise tulemusena. Eelneva töötlemise käigus eraldatud metallijäätmed ja inertsed jäätmed suunatakse taaskasutusse.

Tabel 4.1. Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse ASi Jäätmekütuse analüüsitulemused [15]

Parameetrid	Tulemused
Alumine kütteväärtus	15,9 MJ/kg
Niiskus	19,3 %
Tuha sisaldus	14,4 %
Väävli sisaldus	0,15 %
Kloori sisaldus	0,34 %
Puiste tihedus	0,175 t/m ³
Osakeste mõõdud mahuvad piiridesse	70 x 70 x 5 mm

Toodetud jäätmekütus läheb koostöötlemisrežiimis taaskasutamiseks ettevõttesse Kunda Nordic Tsement, kus seda kasutatakse tsemendi tootmises põlevkivi asendajana. Jäätmetest toodetava kütuse kütteväärtus on põlevkivi omast kaks korda kõrgem. 2012. aastal oli Kunda Nordic Tsemendi poolt tsemendiklinkri tootmiseks kasutatud kütusest 26% jäätmekütus. Praktiliselt kogu kasutatud tahke jäätmekütus oli toodetud Eestis [15].

5. MÕJU KESKKONNALE

5.1 Üldised keskkonnaprobleemid

Jäätmed ja nende käitlemine kujutavad endast suurt keskkonnaprobleemi ning jäätmepõletuse eesmärgiks on vähendada jäätmete mahtu, massi ja ohtlikkust. Hoolimata sellest tekib ka jäätmetepõletamisel ohtlikke keskkonnaheitmeid, mis vastavalt keskkonna nõuetele ka puhastatakse.

Keskkonna mõjud võib jäätmepõletustehase puhul üldistavalt jagada kaheks [18]:

- Otsesed ehk kontrollitavad keskkonnamõjud, mis on seotud elektri-ja soojusenergia tootmisega (nt. õhuheide; veeheide; tahkete ja muude, eelkõige ohtlike jäätmete tekitamisest hoidumine ning vedu ja kõrvaldamine);
- Kaudsed ehk otseselt kontrollimatud tegurid, mis on seotud peatöötlevõtjate, alltöötlevõtjate ja tarnijate keskkonnategevuse ja selle tulemuslikkusega (nt. transport, jäätmete eeltöötlus).

Tabel 5.1 Jäätmepõletusega seotud globaalsed keskkonnaprobleemid ja nende põhjustajad [8]

Probleem	Põhjustajad
Kasvuhoonegaaside teke	CO₂, N₂O ja CH₄
Hapestumine	SO₂, NO_x, HCl
Maapinnalähedases kihis osooni teke	CH₄, CO (lenduvad orgaanilised ühendid, NO_x)
Veekvaliteedi halvenemine	P, N, NO_x, NH₃

5.2 Gaasilised heitmed

Vältimaks jäätmete põletamise kahjulikku mõju keskkonnale, tuleb rangelt jälgida põletusrežiimi, mis tagab protsessi soodsa kulgemise ja põlemise piisava täiuslikkuse. Hoolimata sellest, et tänapäevased jäätmepõletusseadmed varustatakse kaasaegsete suitsugaaside puhastusseadmetega, on jäätmete põletusprotsessi suurimaks keskkonnaprobleemiks endiselt õhusaaste.

Peamised korstnast väljuvad tahked ja gaasilised heitmed on järgmised[8]:

- Peenosakesed;
- Happed ja muud gaasid HCl, HF, HBr, HI, SO₂, NO_x, NH₃;
- Raskmetallid – näiteks Hg, Cd, Tl, As, Ni, Pb;
- Süsinikuühendid – näiteks CO, VOCs;

NO_x koondab endas järgmisi lämmastiku ühendeid, (N₂O, NO, N₂O₂, N₂O₃, NO₂, N₂O₄ ja N₂O₅). Nenede emissioonide hulk sõltub põletatavatest jäätmetest ja heitgaaside puhastamise seadmetest. Samadest teguritest sõltuvad ka gaasilised ühendid nagu HCl, HF, ja raskmetallid. Vesinikkloriid tekib peamiselt jäätmetes sisalduva PVC materjali põlemisel [18].

Dioksiinide ja furaanide puhul on tegemist keemiliselt ja bioloogiliselt sarnaste kemikaalidega mis tekivad reoveepuhastite muda ning kloori sisaldavate olmejäätmete põletamisel [8].

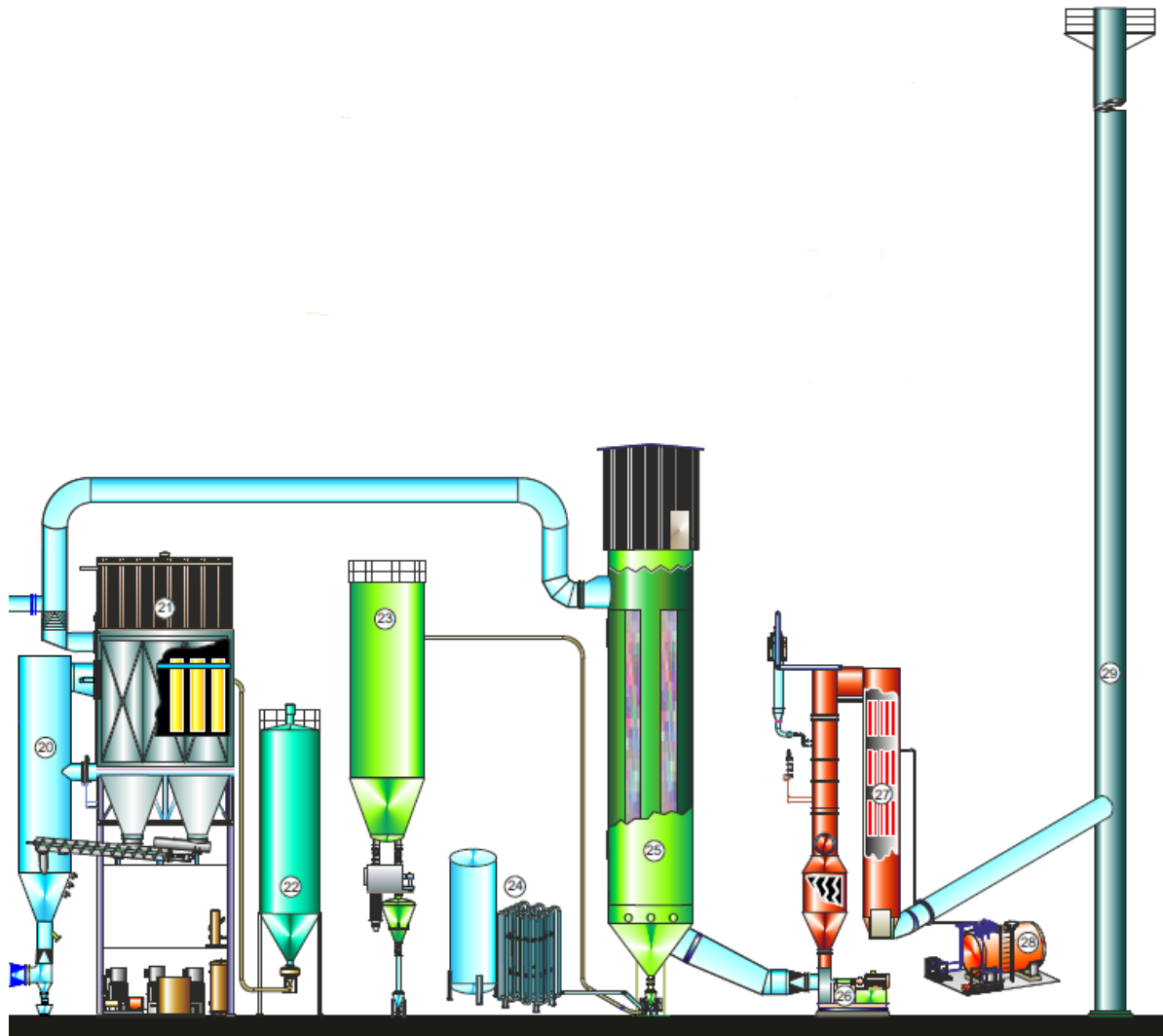
Süsinikuühendite kogused sõltuvad peamiselt põlemisprotsessi tehnilistest omadustest ja põletatavate ainete omadustest. CO tekib peamiselt süsinikku sisaldavate ainete mittetäieliku põlemise tulemusena. CO kogus võimaldab määrata põlemisprotsessi efektiivust. CO emissiooni madala taseme juures on põletusprotsess väga efektiivne ja toksiliste emissioonide kogused on samuti madalad [10].

Jäätmete ladustamise ja lagunemise tulemusena võivad õhku sattuda ka hais, kasvuhoonegaasid ja tahked osakesed. Tahkete osakest hulk sõltub enim heitgaaside puhastusseadmest [8].

Peenosakeste sisaldus suitsugaasides sõltub põletatavate jäätmete koostisest, kolde tehnilistest parameetritest ning temperatuurist. Harilikult on peenosakeste läbimõõt ~10 mikronit. Tänapäeval kasutusel olev tehnoloogia võimaldab 99% heitgaasides sisalduvatest peenosakestest eemaldada [8].

Keskkonnale ohtlike jääkainete õhku paiskamise vältimiseks on kasutusel suitsugaaside puhastamiseks mõeldud seadmed. Puhastuseadmete valik sõltub kütusest ja ka

infrastruktuurist. Tahked osakesed eemaldatakse suitsugaasidest peamiselt kottfiltreid kasutades, mis on hetkel lihtsaim ja tõhusaim tehnoloogia. Niisugune kottfiltrite süsteem sisaldab filterkottide paljusust, mis eraldavad gaasivoolust tahked osakesed. Harikult on filtrid lamedad või torujad . Sellised filtrid peavad olema valmistatud kuumakindlast materjalist. Märgade ja poolkuivade filtrite kasutamine võimaldab suitsugaasidest eemaldada nii gaasilisi kui ka tahkeid saasteprodukte. Süsteemi tööpõhimõte seisneb gaaside pesemises aluselistes vedelikega [8].



Sele 5.1. MARTIN tüüpi katla suitsugaaside puhastussüsteem [20]

Selgitused:

20 – Reaktor

21 – Kottfilter

22 – Jääkainete silo

23 – Aktiivsöe silo

24 – Lämmastiku separaator

25 – Aktiivsöe filter

26 – Suitsuimeja

27 – Lämmastikoksiidide vähendamine

28 – Ammoniaagi mahuti

29 – Korsten

Atmosfääri juhitavates suitsugaasides peab jääkainete sisaldus olema nulli lähedane ja tavapäraste optiliste ja gravimeetriliste mõõteriistadega väga raskesti mõõdetav. Harilikult toimub saasteainete mõõtmine gaasikäigus, kuhu paigutatakse tolumõõdjad. Lisaks kuuluvad süsteemi koosseisu analüsaatorid, määramaks O₂ sisaldust kuivadest suitsugaasides, NO_x, SO₂, HCl, HF, NH₃, CO, H₂O kontsentratsioone märgades suitsugaasides, TOC kontsentratsiooni suitsugaasides [18].

5.2 Veeseisaldavad heitmed

Tulenevalt tööprotsessi suure hulgalisest vee tarbimisest, väljutatakse keskkonda vett, mis on keskkonnale kahjulik [8]:

- gaasipuhastusseadmetest tulenev heitvesi (soolad, raskmetallid);
- kogu protsessi heitveed;
- katlavesi;
- jahutusvesi (sisaldab soolasid ja biotsiide);
- teedelt ja muudelt pindadelt kogutud nõrgvesi;
- jäätmete ladustamiselt tekkivad nõrgveed;
- toorme (kemikaalide ja reagentide) hoiustamisest;
- protsessi jääkide käitlemisest.

Protsessi käigus tekkivas reovees võib sisalduda väga lai valik erinevaid saasteaineid olenevalt reovee päritolust. Heitvee omadused sõltuvad kasutatavast puhastus- ja kontrollsüsteemist [8].

5.3 Tahked heitmed

Puistes järele jäänud jäätmete maht, mida peaks põletamise tulemusena järele jääma maksimaalselt 10%, võimaldab hinnata kogu protsessi efektiivsust. Üldistatult oleneb segaolmejäätmete põletamisel tekkivate jääkide jääkide koostis, omadused ja ohtlike ainete jaotumine kahest faktorist: jäätmete koostisest ja koldele seatud põletamistingimustest.

Põlemisel tekkivate jäätmete üldine liigitus [8]:

- katla koldetuhk, räbu, põhjatuhk – põletamisel tekkiv heterogeenne ja gravimeetriliselt raskem tahke põlemisjääk, mis koosneb inertsetest jääkidest, klaasist, metallist ja kuni 10%-lisest süsinikust;

- lendtuhk – põletamisel tekkiv gravimeetriliselt kergem ja suitsugaasidega kaasa kantav homogeensem tahke põlemisjääk, mis koosneb peentest mineraalosakestest, sooladest ja tahketest ohtlikest ainetest;
- teised heitgaaside puhastamisel tekkivad jäägid (nt. suitsugaaside pesujääk, lubi, süsinik);
- Reovee töötlemisel tekkivad setted.

Jäätmepõletusseadmes tekkiv lendtuhk ja põhjatuhk võivad olla ohtlikud keskkonnale ja tervisele. Põhiline tervise- ja keskkonnarisk on raskmetallide (sh Hg, Cd, Tl, As, Ni, Pb, jt) sisaldus tuhas. Raskmetallid satuvad tuhka põletusprotsessi käigus kui hävinevad materjalid (näiteks paber ja plastid), mis enne raskmetalle endaga sidusid ja takistasid keskkonda sattumast. Jäätmepõletusel tekkiva tuha koostis sõltub enim põletatavatest jäätmetest. Harilikult tahked jäätmed maetakse või leitakse taaskasutusvõimalused [8].

6. ENERGIA TOOTMISE TULEVIK

Nõudlus efektiivsema ja ökoloogiliselt puhta jäätmete käitlemise ja neutraliseerimise tehnoloogia järele järjest suureneb, tehakse tehakse pidevaid katsetusi uute arengute suunas. Üheks neist on plasmatehnoloogia.

6.1 Plasmatehnoloogiad

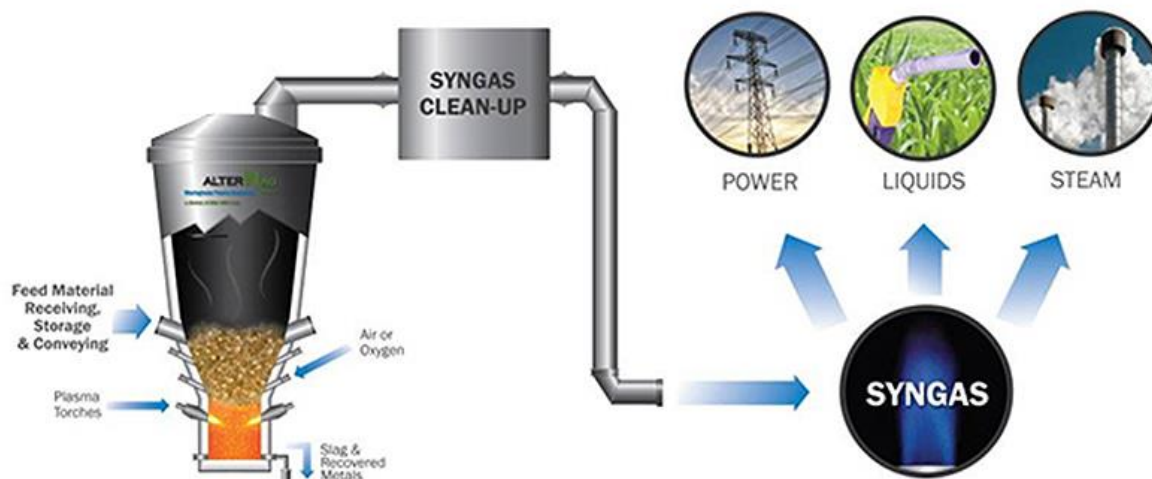
Plasma gaasistamise tehnoloogia on jäätmete käitlemise meetod, mis põhineb elektrienergia ja kõrge temperatuuri (2000-6000°C) kasutamisel. Tehnoloogia baseerub reaktoril, kus elektrodide vahele tekitatud kaarleegist juhitakse läbi plasma tootmiseks sobilik gaas ja selle tulemusena tekib kõrgetemperatuuriline plasma [21].

Plasma on aine eriline olek, mille puhul on aatomituumade ümbert nende elektronkatted osaliselt või täielikult ära rebitud ning neutraalsete aatomite asemel on tegu üksteise vahel sagivate positiivsete ionide või tuumade ja negatiivsete elektronide pilvega. Mida kõrgem on plasma temperatuur, seda suuremad on osakeste kiirused [22].

Plasma toomisel on gaasi koostis äärmiselt oluline, sest see määrab kaarleegi efektiivsuse ja ka elektrodide eluea. Üldjuhul on sobivaimaks gaasiks õhk või lämmastik [22].

Protsessi eripära seisneb jäätmete süttimise ärahoimises. Jäätmed gaasistamine toimub kontrollitud hapniku keskkonnas sulanud soolade vannis kõrge temperatuuri. Põlemise asemel lagunevad jäätmed kõrge temperatuuri toimel üksikuteks keemilisteks ühenditeks, millest peamisteks on veeaur, vesinik, süsinikoksiid ja süsinikdioksiid. Antud keemilised ühendid moodustavad sünteetilise gaasi [21].

Protsess ei tekita emissioone, haisu ega ohtlikku tuhka, mis on tüüpilisteks probleemideks jäätmete masspõletusel [21].



Sele 6.1. Plasmatehnoloogia skeem [22]

Plasmatehnoloogia eeliseks on järgnevate jäätmete kasutamisevõimalus [21]:

- Olmejäätmed, biomass;
- Biomeditsiinilised jäätmed;
- Keemilised jäätmed:
- Asbesti sisaldavad jäätmed;
- Madala radioaktiivsusega jäätmed;
- Elektroonika jäätmed.

Lisaks on võimalik masspõletusel tekkiv ohtlik tuhk muuta plasmatehnoloogiat kasutades keskkonnale ohutuks [21].

Plasmatehnoloogia kasutamise peamiseks riskiks on ohutuse tagamine väga kõrgete temperatuuridega töötamisel. Lisaks on plasma gaasitamise tehnoloogia kasutuselevõtt kapitalimahukas ja nõuab pidevat kõrgkvaliteedilist süsteemihooldust, et olla nõuetele vastavuses [21].

Plasmatehnoloogiate kasutajad [22]:

- Alter NRG Corporation, Plasco Energy Group– Canada;
- Westinghouse Plasma Corporation, Eco Treatments, InEnTec, S4 Energy Solutions, ECP GlidArc Technologies, Florida Syngas LLC, Solena Group – USA;
- Europlasma – Belgia;

- Advanced Plasma Power – Inglismaa;
- ScanArc Plasma Technologie – Rootsi.

7. JÄÄTMETE PÕLETAMISE MAJANDUSLIK VÄÄRTUS

Jäätme põletusprotsessi majanduslikud aspektid sõltuvad oluliselt tehnilis-majanduslikest võimalustest antud piirkonnas, kuhu rajatis planeeritud on. Määravaks saab ka konkreetse riigi jäätme käitluspoliitika ja jäätme põletusele esitatavad nõuded [8].

Üldiselt mõjutavad jäätme põletuse tasuvust järgnevad aspektid [8]:

- Kinnivara hind;
- Rajatise suurus;
- Arhitektuurilised nõuded;
- Heitveele ja suitsugaasidele kehtestatud piirnormid (sh võib olla nõutud tehnoloogiaid, mis olulist kapitali lisa vajavad);
- Heitkoguste maksustamine;
- Taaskasutustoetuste määramine antud rajatisele;
- Väravatasud;
- Ümbruskonna infrastruktuuri areng (rajatisele ligipääsetavus, jäätmete üleandmise võimalus);
- Jaama jäätme käitlusvõimekus;
- Tuha taaskasutuse võimalused;
- Energia müügihind;
- Välja sorteeritavate metallide kasutusvõimalused;
- Heitkoguste hulk;
- Ehituskulud;
- Kindlustusmaksed;
- Tööjõu maksumus.

Jäätme põletus ettevõtetele makstatakse nende käsitletava kütuse eest. Ettevõtetal on võimalus toota ja müüa soojus-ja elektrienergiat. Samuti on võimalik realiseerida väljasorteeritud metalle ning leida tuhale otstarbekas kasutusvaldkond [8].

KOKKUVÕTE

Jäätmete põletamine energeetilisel eesmärgil ei ole võimalik ilma nõutud seadusandlusele vastamata. Reguleerivateks õiguslikeks aluseteks on Euroopa Liidu Nõukogu direktiivid ja Eesti Vabariigi seadusandlus. Antud õigusaktide eesmärgiks on reguleerida kogu soojusmajadust (sh jäätmepõletustehaste ja koospõletustehaste rajamise, käitamise, jäätmete vastuvõtmise ja käitamisel tekkivate jääkide käitlemise nõudeid).

Jäätmepõletusjaamade käitamine eeldab üksikasjalikku teavet jäätmete keemiliste-, füüsikaliste-ja soojustehniliste omaduste kohta. Olmejäätmete puhul on tegemist erinevate materjalide seguga, mille omaduste määramisel tuleb arvesse võtta üksikkomponentide (paber, plast, klaas, metallid, toit, aiapäätmed, tekstiil jne) sisaldust. Olmejäätmeid tekkis Eestis 2013.aastal Keskkonnaistituudi andmetel 220 kg elaniku kohta. Erilist tähelepanu pöörata just nende jäätmete taaskasutamise elavdamisele ja prügilasse ladestamise vähendamisele. Siinkohal mängivad olulist rolli õigusaktidega sätestatud nõuded ja taaskasutuseesmärgid.

Jäätmete kasutamine energia saamise eesmärgil on jäätmete taaskasutus, mis võimaldab efektiivselt nende mahtu, massi ja ohtlikkust vähendada. Jäätmepõletusprotsess annab võimaluse kasutusele võtta jäätmetes oleva keemilise energia. Kaasaegne jäätmepõletusseade on projekteeritud eesmärgiga toota energiat võimalikult suure kasuteguriga. Põlemisel eralduvat soojust kasutatakse nii kaugküttes kui elektri tootmisel.

Antud tööst selgub, et Eesti täidab edukalt oma taaskasutuseesmäärke. Viimastel aastatel on intensiivselt arendatud eelkõige jäätmete energiakasutusele suunatud segaolmejäätmete käitluslahendusi. 2015. aasta seisuga töötab Eestis kaks suuremat jäätmekütuse tootmisele orienteeritud mehhaanilis-bioloogilise töötlemise(MBT) käitist. Nendeks on Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse ja AS Ragn Sells tootmisliinid, mõlemad koguvõimsusega 120 000 tonni jäätmeid aastas. Lisaks alustas 2013. aastal tööd Iru Elektri jaama jäätmeenergiaplokk sisendvõimsusega 220 000 tonni segaolmejäätmeid aastas. Antud rajatised on suurelt kaasa aidanud olmejäätmete ladestamise vähendamisele Eestis

Hoolimata sellest, et jäätmete põletamise üheks eesmärgiks on vähendada jäätmete ohtlikkust, tekib ka põletusprotsessi käigus ohtlikke keskkonnajäätmeid. Neist peamisteks on

emissioonid õhku ja vette ning põlemise tulemusena tekkivad tuhad. Saasteainete koguste piiramiseks on kasutusel seadusandlikud nõuded, mida jäätmekäitlustehased täidavad kasutades kaasaegset tehnoloogiat.

Maaailma üha suurenev energia tarbimise vajadus tekitab nõudlust efektiivsema ja ökoloogiliselt puhta jäätmete käitlemise ja neutraliseerimise tehnoloogia järele. Üheks potentsiaalseks tulevikutehnoloogiaks on plasmatehnoloogia, mis baseerub elektrienergia ja kõrge temperatuuri kasutamisel.

Jäätmepõletus-või koospõletustehase rajamist kindlasse piirkonda mõjutavad oluliselt tehnilis-majanduslikud võimalused. Rajatise käitamisel on olulisteks aspektideks investeering kaasaegsesse tehnoloogiasse, heitkoguste maksumäär, energia müügihind ning tuha ladestamise võimalused.

SUMMARY

Waste incineration for energetic purposes is not possible without adherence to applicable legislation. The relevant regulative legal bases include directives by the Council of the European Union and legislation of the Republic of Estonia. The objective of the above legal acts is to regulate the heating business as a whole (incl. requirements applied to establishment and operation of waste incineration plants and waste co-incineration plants, and processing of residues generated in waste reception and handling).

Operating a waste incineration plant presupposes detailed knowledge related to the chemical, physical, and thermal properties of waste. Consumer waste constitutes a mixture of different materials; in determining properties of such waste, the content of individual components (paper, plastic, glass, metal, food, garden waste, textile etc.) thereof must be considered. According to the Institute of Environmental Science, 220 kg of consumer waste per resident was generated in Estonia in 2013. Special attention is to be paid on the animation of recovery of such waste and reduction of storing such waste in landfills. Requirements and recovery objectives provided by legislation play an important part here.

Use of waste for the purposes of generating energy constitutes waste recovery that enables efficient reduction of the volume, mass, and hazardous nature of such waste. The waste incineration process provides for the opportunity to utilize the chemical energy encompassed in waste. Modern waste incineration installations are designed with the objective of producing energy with as high as possible efficiency. The heat generated by the incineration process is used in both district heating as well as electricity production.

The paper at hand indicates that Estonia is successfully performing its recovery goals. In recent years, energy use of waste related processing solutions for mixed consumer waste have undergone intensive development. As of 2015, Estonia accommodates two larger mechanical biological treatment (MBT) plants producing waste fuel. Such plants include the production lines of Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskus AS and AS Ragn Sells, both adhering to a total capacity of 120000 tons of waste a year. In addition, in 2013, Iru Power Plant's waste-to-energy power unit started operation with an input power of 220000 tons of mixed consumer waste a year. These facilities have made a significant contribution to reducing consumer waste deposits in Estonia.

Regardless of the fact that one of the objectives of waste incineration is to achieve reduced hazardousness of waste, hazardous environmental waste is also created during the incineration process. Principal such waste includes emissions into air and water, and ash derived from incineration. To limit the amounts of pollutants, legislative requirements apply; waste handling plants perform such requirements, using contemporary technology.

The world's continuously increasing energy consumption needs give rise to demand for a more efficient and ecologically clean waste handling and neutralization technology. A potential future technology here is plasma technology that is based on the use of electric power and high temperatures.

Establishment of waste incineration plants and waste co-incineration plants in a specific geographic area is influenced by significant technical-economic means. Investment in contemporary technology, rate of taxation applied to emissions, sales price of energy and ash disposal opportunities emerge as important aspects in operating the relevant facilities.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] EUR-Lex kodulehekül, juurdepääs Euroopa Liidu õigusaktidele [WWW]
<http://eur-lex.europa.eu/> (30.03.2015)
- [2] Eesti Vabariigi jäätmeseadus [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/> (30.03.2015)
- [3] Eesti Vabariigi tööstuseite seadus [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/> (30.03.2015)
- [4] Keskkonnaministri määrus nr 39, nõuded saasteainete sisalduse regulaarsele mõõtmisele jäätme põletus- ja koospõletustehastest väljuvates gaasides ning heitvees, 20.06.2013
- [5] Keskkonnaministeeriumi kodulehekül [WWW]
<http://www.envir.ee> (01.03.2015)
- [6] Paist, A., Poobus, A. Soojusgeneraatorid. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2009.
- [7] Davis, L., Cornvwell, A. Introduction To Environmental Engineering, Fifth Edition, The McGraw-Hill International Edition, 2013.
- [8] Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration (2006), European Commission, 602 lk.
- [9] Kriipsalu, M. Jäätmeraamat. Ehitame, 2001
- [10] G. Tchobanoglus, F. Kreith. Handbook of Solid Waste Managment, Second Edition, McGraw Hill, 2002.
- [11] V.Vares, Biomassi tehnoloogiauringud ja tehnoloogiate rakendamine Eestis – Lõpparuanne, Tallinn, 2008
- [12] Tallinna Elektriijaama kodulehekül
<http://www.elektriijaam.ee> (28.03.2015)
- [13] Eesti Energia kodulehekül [WWW]
<https://www.energia.ee> (26.03.2015)
- [14] OÜ Keskkonnakorraldus, Sixten Kerge, Tallinna Suur-Sõjamäe 31A territooriumile rajatava jäätme kütuse tehase keskkonnamõju hindamine, Tallinn, 2010
- [15] Jäätmete Taaskasutuskeskuse kodulehekül [WWW]
<http://tjt.ee/jaatmekutus/jtmektus> (10.04.2015)
- [16] AS Ragn Sells kodulehekül [WWW]
www.ragnsells.ee/ (11.05.2015)
- [17] Fine Art America kodulehekül [WWW]

<http://fineartamerica.com/> (1.06.2015)

[18] Eesti Energia, Iru Elektriijaama Keskkonnaaruanne, 2013

[19] International Solid Waste Association, Alternative Waste Conversion Technologies, 2013

[20] MARTIN GmbH kodulehekülg [WWW]

www.martingmbh.de/ (12.05.2015)

[21] Plasma Waste Disposal kodulehekülg [WWW]

<http://www.plasmawastedisposal.com> (28.04.2015)

[22] High Temperature Technologies Corp, Advanced Plasma Solutions for Waste Management kodulehekülg [WWW]

<http://www.httcanada.com/products.html> (12.05.2015)

[23] P. T. WILLIAMS, Waste Treatment and Deposal, Department of Fuel and EnergyThe University of Leeds, 1998