

KESKLAVOR
Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB
Estonian Environmental Research Centre

Tööstuslikest allikatest ja koduahjudest eralduvate välisõhu saasteainete heitkoguste inventuuri- metoodikate täiendamine

Tallinn 2015



Töö nimetus:

Tööstuslikest allikatest ja koduahjustest eralduvate välisõhu saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine

Töö autorid

Marek Maasikmets

Hanna-Lii Kupri

Erik Teinemaa

Keio Vainumäe

Aivo Heinsoo

Tarvo Arumäe

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium

Töö rahastaja:**Töö teostaja:****Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ**

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr: 4-1.1/178

Töö valmimisaeg: 30.01.2015

Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale.

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	6
1.1	Töö kirjeldus.....	6
2	Mõõtemetoodika.....	10
3	Saasteainete eriheidet.....	19
3.1	Sisendandmete töötlemine ja eriheidete leidmine.....	20
4	Jäätmete põletamine koduahjus.....	21
4.1	Põletatud jäätmete kogused.....	27
5	Saasteainete eriheidet.....	39
6	Kokkuvõte.....	44

Joonised

Joonis 1	Umbkoldega ahi.....	14
Joonis 2	EVS-EN 15544-2009 nõuetele vastav ahi	15
Joonis 3	Proovivõtukoht ahjulabori gaaside suitsukäigus.....	16
Joonis 4	Proovivõtukoht Iru jäätmeblokis.....	17
Joonis 5	Proovivõtukoht Kundatsemenditehases, II ahi	17
Joonis 6	Proovivõtukoht EE keevkihi katla suitsukäigust	18
Joonis 7	Proovivõtukoht EE tolmpõletuskatla suitsukäigust.....	19
Joonis 8	Kodumajapidamiste jäätmepõletus inimese kohta ja 3- liikmelises leibkonnas vastavalt Segaalmejäätmete uuringule.	26
Joonis 9	Kodumajapidamiste määramatus +/-20 % põletatud jäätmete kogusest.	34
Joonis 10	Kodumajapidamistes põletatud jäätmete kogus 3-liikmelises leibkonnas aastatel 1990-2013 ning prognoos aastateks 2015, 2020 ja 2030.....	37
Joonis 11	Kasutuses olevate kütteseadmete uue ja vana tehnoloogia osakaal aastate lõikes.....	39
Joonis 12	Kasutatavate kütteleikide osakaal.....	40

Tabelid

Tabel 1	Eesti Rahvaarv ja segaalmejäätmete kogus	21
Tabel 2	Eesti keskmine segaalmejäätmete koostis massiprotsentides ja kogus vastavalt liigile.	21
Tabel 3	Segaalmejäätmete kogus vastavalt liigile lähtudes segaalmejäätmete uuringutest.....	23
Tabel 4	Segaalmejäätmete kogus inimese kohta aastas.	23
Tabel 5	Segaalmejäätmete kogus inimese kohta päevas.	24
Tabel 6	Kodumajapidamiste hinnanguline jäätmepõletus inimese kohta ning 3- liikmelises leibkonnas.	24
Tabel 7	Põletatud segaalmejäätmete kogus vastavalt liigile, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.....	25
Tabel 8	Põletatud segaalmejäätmete kogus inimese kohta aastas, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.....	25
Tabel 9	Põletatud jäätmete kogus inimese kohta ja 3- liikmelises leibkonnas, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.....	25
Tabel 10	1990. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	28
Tabel 11	1995. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	29

Tabel 12	2000. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	30
Tabel 13	2005. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	31
Tabel 14	2010. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	32
Tabel 15	2013. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.....	33
Tabel 16	Jäätmete põletamise määramatus +/-20 vastavalt 2006 IPCC kasvuhoonegaaside inventuuri juhiste.	35
Tabel 17	Eesti leibkonnad elamu tüübi ja aasta lõikes (Statistikaamet).....	35
Tabel 18	Kodumajapidamises põletatud jäätmed 3-liikmelise leibkonna kohta aastas.	36
Tabel 19	Kodumajapidamistes jäätmete põletamisel tekkivate saasteainete heitkogused.....	37
Tabel 20	Kodumajapidamistes kasutatavate küttekollete eriheid (keskmistatud)	40
Tabel 21	Tööstuslike saasteallikate eriheid (keskmistatud)	42

1 Sissejuhatus

Eesti on alates 2007. aastast ületanud Genfi piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni püsivate orgaaniliste saasteainete protokollis kokku lepitud heksaklorobenseeni (HCB) künniskogust. Samuti on alates 2009. aastast osadel aastatel ületatud polüaromaatsete süsivesinike (PAH) künniskogust. Ületamiste peamine põhjus on seotud puidukütte osakaalu suurenemisega väikepõletusseadmetes võrreldes baasaastaga. Künniskoguste ületamiste tõttu algatati ÜRO Genfi konventsiooni sekretariaadi poolt Eesti suhtes rikkumine.

2011. aastal algatati esimene uuring kodumajapidamistes kasutatavate ahjude heitkoguste täpsemaks määramiseks. Selle käigus mõõdeti heitkoguseid umbkoldega ahjust, pliidist ja kaminast. Käesolevas töös on kasutatud selle töö tulemusi ning tehtud lisamõõtmised keskküttekattlast ning jäätmepõletusest eralduvate saasteainete eriheidete määramiseks. Töö käigus koostati terviklik metoodika kodumajapidamistest eralduvate heitkoguste arvutamiseks.

Puitu põletavate katlamajade ja põlevkiviküttel elektriijaamade HCB eriheiteid ei ole seni määratud. Eesti heitkoguste inventuuris kasutatakse hetkel puidule rahvusvahelistest juhendmaterjalidest pärit eriheiteid. Põlevkivile eriheited puuduvad, mistõttu põlevkivi põletamisega seotud heitkoguseid inventuuris ei kajastata. Paljude teiste saasteainete eriheited on vananenud ning vajavad täpsustamist, kuna paljudes suurtes põletusseadmetes kasutatakse uut tehnoloogiat (keevkihis põletus) ning lisaks on käitisi kus kasutatakse põlevkivi ja biomassi koospõletust.

Tallinnas ja muudes Eesti suuremates linnades läbi viidud peente osakeste tervisemõju uuringute aluseks olnud hajumisarvutustest selgus, et kuni pool osakestesaastest võib pärineda eramute kütmisest. Antud uuringutes hinnati peente osakeste mõju inimeste tervisele vaid lähtudes osakeste massikontsentratsioonist välisõhus. Tegelik mõju inimese tervisele määrab ära osakeste suurus ja eri fraktsiooni kuuluvate osakeste keemiline koostis, sealhulgas erinevate toksiliste ja kantserogeensete saasteainete sisaldus. Sellest tulenevalt on tervisemõju täpsemaks hindamiseks vajalik oluliste heiteallikate põhjalik hindamine ja erinevate ohtlike saasteainete heitkoguste mõõtmine. Tervisemõju hinnangud põhinevad õhusaaste mudelarvutustel, mis tagab õhukvaliteedi hindamise piisava ruumilise kaetuse ja lahutuse. Tervisemõju arvutamiseks ja elanikkonna ekspositsiooni hindamiseks võetakse aluseks õhusaaste mudelarvutuste tulemused. Mudelarvutuste täpsuse hindamiseks ja heitkoguste andmebaaside täiendamiseks on võimalik kasutada arvutuslikult saadud saastetasemete võrdlust reaalsete välisõhu mõõtmistega.

1.1 Töö kirjeldus

Koduahjudest ning puitu ja/või põlevkivi põletavatest katlamajadest tekib suur osa Eestis tekkivatest välisõhu saasteainetest, sh püsivatest orgaanilistest saasteainetest (POS). Heitkoguste arvutamiseks kasutatakse valdavalt rahvusvahelistes juhendites esitatud eriheiteid. Nende eriheidete tõttu on puidu, põlevkivi, turbabriketi ja jäätmete põletamisel

tööstuslikest katlamajadest ja koduahjudest eralduvad POSide jt saasteainete heitkogused suure määramatusega ning seega on keeruline hinnata ka nende tegelikku eraldunud kogust ja seega ka kahjulikku mõju inimestevisele ja keskkonnale.

Vastavalt praegustele inventuurimetoodikatele ületab Eesti alates 2007. aastast Genfi konventsiooni POS protokolliga kokkulepitud heite piirkoguseid. Eriheidete mõõtmine ja inventuuri täpsustamine aitab näidata, et eeldatavalt on koduahjude põletamisomaduste paranemisega ning filtrite rakendamisega tööstusallikates heitkogused vähenenud.

Käimas on Euroopa Liidu läbirääkimised klassikaliste saasteainete heite vähendamise eesmärkide kokkuleppimiseks 2030. aastaks ning eeldatavalt muutuvad nõuded heitkoguste piiramiseks üha karmimaks. Eestile sobivate eesmärkide kokkuleppimiseks on vaja saasteainete heidete inventuuris kvaliteetseid ja täpseid andmeid. Inventuurimetoodika täiendamine on väga oluline ka heitkoguste prognooside koostamisel, mis on aluseks riiklike heite vähendamise eesmärkide kokkuleppimiseks.

Töö eesmärgiks oli mõõta POS-de (HCB, PAH, PCDD/PCDF) ja klassikaliste saasteainete (NO_x, SO₂, LOÜ, PM_{2,5}, CH₄, BC) sisaldust koduahjude suitsugaasides ja arvutada vastavad eriheidet. Töötada välja eri ahjutüüpide heitkoguste arvutuse meetodika. Hinnata ahjudes põletatud jäätmete koguseid ning töötada välja meetodika jäätmete põletamisest eralduvate heitkoguste arvutamiseks. Lisaks oli töö eesmärgiks mõõta POSde (HCB, PCDD/PCDF, PAH kokku ning eraldi benzo(a)püreen, benzo(k)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, indeno(1,2,3-cd)püreen) sisaldust tööstuslike allikate suitsugaasides ja arvutada vastavad eriheidet.

Mõõta püsivate orgaaniliste saasteainete (HCB, PCDD/PCDF, PAH kokku ning eraldi benzo(a)püreen, benzo(k)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, indeno(1,2,3-cd)püreen) ja klassikaliste saasteainete (NO_x, SO₂, LOÜ, CH₄, BC, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁) sisaldust suitsugaasides eri kütuste põletamisel järgmistes koduahjudes:

- halupuidu põletamine standardi EVS-EN 15544 nõuetele vastavas ahjus;
- turbabriketi põletamine umbkoldega ahjus;
- jäätmepõletamine umbkoldega ahjus;
- halupuidu ja pelletite põletamine kodumajapidamiste keskküttekattlas.

Hinnata arvutuslikult peenosakeste mõõtetulemuste alusel TSP eriheidet.

Mõõtetükkel küttepuidu kasutamisel sissekütmisest kuni põlemisprotsessi lõpuni.

Orgaaniliste ühendite ja osakeste proovid võetakse kütteseadme sissekütmise ajal (ca 1 tund alates süütamisest) ja stabiilse põlemisprotsessi saavutamisel.

Kokku teostada koduahjudest 12 mõõtmist (3 mõõtmist iga kütuse ja kütteseadme kombinatsiooniga).

Koostada metoodika kodumajapidamistes puidu ja jäätmete põletamisest eralduvate välisõhu saasteainete heitkoguste arvutamiseks. Hinnata igas ahjutüübis (umbkoldega ahi, kamin, pliit, standardile EVS-EN 15544 vastav ahi, kodumajapidamiste keskküttekatel) põletatava puidu osakaalu protsentides aastatel 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ja prognoosida vastavaid osakaalusid aastateks 2015, 2020, 2025, 2030. Hinnata kodumajapidamistes põletatud prügi koguseid ja sellest tekkivaid heitkoguseid (HCB, PAH, PCDD/PCDF, NO_x, SO₂, LOÜ, TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁) aastatel 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ja prognoosida vastavaid põletatud prügi koguseid ning nimetatud saasteainete heitkoguseid aastateks 2015, 2020, 2025, 2030.

Mõõta POS-de (HCB, PCDD/PCDF, PAH kokku ning eraldi benso(a)püreen, benso(k)fluoranteen, indeno(1,2,3-cd)püreen) sisaldust suitsugaasides järgmistes käitistes:

- neljas biokütust põletavas eri suurusega katlamajas (<1 MW, 1- 10 MW, 10-50 MW ja >50MW);
 - Tartu Luunja katlamaja >50MWth
 - Võrusoo katlamaja 10,2 MWth
 - Võrusoo katlamaja 6 MWth
 - Võru Laane katlamaja 0,8 MWth
- Narva Elektriijaamades tolmpõletusesel, filtritega tolmpõletusesel, põlevkivi põletamisel keevkihtkatlas ning põlevkivi ja biokütuse põletamisel keevkihtkatlas;
- tsemenditootmisel Kunda Nordic Tsemendis;
- jäätmete põletusel Iru Soojuselektriijaama jäätmeblokis.

Kokku teostada käitistes 30 mõõtmist (3 mõõtmist käitise kohta iga nimetatud kütusega).

Arvutada Kunda Nordic Tsemendis mõõtmistulemuste alusel eriheitel, mida võib rakendada inventuuris 1990 ning 1995 aasta kohta.

Mõõtmiste põhjal arvutada kõigile nimetatud tegevustele Eesti-spetsiifilised eriheitel.

Kõik mõõtmised teostada EVS, CEN, ISO või nende puudumisel samaväärse standardi nõuetele vastavalt.

Kõik pidevmõõtmised teostada ajalise resolutsiooniga vähemalt 30 minutit, ajalise kaetusega vähemalt 90% ja keskmistamisajaga miinimum 1 tund.

Mõõtettsükkel ühe kütuse kasutamisel oli vähemalt keskmiselt 2 tundi (sissekütmisest kuni põlemisprotsessi lõpuni). Orgaaniliste ühendite ja osakeste proovid võeti kütteseadme sissekütmise hetkel (ca 1 tund alates süütamisest) ja stabiilse põlemisprotsessi saavutamisel. Kõik mõõtmised teostati EVS, CEN, ISO või nende puudumisel samaväärse standardi

nõuetele vastavalt. Kõik pidevmõõtmised teostati ajalise resolutsiooniga vähemalt 30 minutit, ajalise kaetusega vähemalt 90% ja keskmistamisajaga miinimum 1 tund.

Eesti Keskkonnauuringute Keskuse labori kvaliteedisüsteem on akrediteeritud vastavalt standardile EVS-EN 17025.

2 Mõõtemetoodika

Saasteainete emissioonigaaside proovid võeti kuumadest suitsugaasidest. Kodumajapidamistes kasutatavate küttekollete emissioonigaaside mõõtmised teostati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ahjulaboris. Küttekolletena kasutati Eestis laialt levinud umbkoldega ahju (Joonis 1) ja standardile EVS-EN 15544 vastavas kamin-ahjus (Joonis 2).

Tööstuslike saasteallikate proovid võeti järgmistest kaitistest:

- Tartu Luunja katlamaja >50MWth
- Võrusoo katlamaja 10,2 MWth
- Võrusoo katlamaja 6 MWth
- Võru Laane katlamaja 0,8 MWth
- Narva Elektriijaamades:
 - toImpõletusel (kõrgete kontsentratsioonide tõttu teostati mõõtmised peale filtreid ning leiti arvutuslikult kontsentratsioonid enne filtreid),
 - filtritega toImpõletusel,
 - põlevkivi põletamisel keevkihtkatlas;
 - põlevkivi ja biokütuse põletamisel keevkihtkatlas;
- tsemenditootmisel Kunda Nordic Tsemendis;
- jäätmete põletusel Iru Soojuselektriijaama jäätmeblokis.

Saasteainete proovivõtul lähtuti standarditest:

- EVS-EN 15259:2007 „Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report“
- EN ISO 11771:2010 „Air quality - Determination of time-averaged mass emissions and emission factors - General approach (ISO 11771:2010)“
- Eesti Keskkonnauuringute Keskuse akrediteeritud standardtööjuhend STJnrÕ112.

Osakeste (TSP, PM10, PM2.5, PM1.0, PM<1) proovide võtmisel lähtuti standarditest:

- EVS-EN 14907 „Välisõhu kvaliteet. Standardne kaalumismeetod suspendeerunud osakeste PM2,5-massifraktsiooni määramiseks“;

- EVS-EN 12341 „Õhukvaliteet. Suspendeerunud osakeste PM10-fraktsiooni määramine. Standardmeetod ja välimõõtmisprotseduur mõõtemetodi võrdväarsuse näitamiseks standardmeetodi suhtes“;
- ISO 9096:2003 „Stationary source emissions -- Manual determination of mass concentration of particulate matter“
- CEN/TS 15883:2009 „Residential solid fuel burning appliances - Emission test methods“
- EN 13284-1:2001 „Stationary source emissions - Determination of low range mass concentration of dust - Part 1: Manual gravimetric method“
- EN ISO 23210:2009 „Stationary source emissions - Determination of PM10/PM2,5 mass concentration in flue gas - Measurement at low concentrations by use of impactors (ISO 23210:2009)“

Üldtolmu (TSP) kontsentratsioon määrati kasutades gravimeetrilist proovivõtuseadmestikku Aquaria ja Sick Gravimat.

Peentolmu kontsentratsiooni määramiseks kasutati impaktor-proovivõtuseadet Dekati ja ELPI (electrical low pressure impactor), mis jagab tolmuproovi vastavalt osakeste suurusele fraktsioonidesse, antud töös klassifitseeriti osakesed: osakesed suurusega 10µm, 2,5µm, 1µm ja osakesed < 500 nm. Iga fraktsioon kogutakse eraldi filtri peale ja analüüsitakse gravimeetriliselt.

Lenduvate orgaaniliste ühendite proovivõtul ja analüüsil lähtuti standarditest:

- CEN/TS 15883:2009 „Residential solid fuel burning appliances – Emission test methods“
- EVS-EN 13649:2002 „Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of individual gaseous organic compounds – Activated carbon and solvent desorption method“
- ISO 16000-6:2011 „Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID“

LOÜ proovid koguti SKC adsorbenttorudele (Tenax®), mida analüüsiti laboris gaaskromatograafil mass-spektromeetilise detektoriga (Varian, SATURN 2200 GC/MS). Proovi koguti kiirusega 50-125 ml/min. Proovi kogus oli kuni 1 liitrit. Kogutud gaasiproovidest määrati summaarne lenduvate orgaaniliste ühendite kontsentratsioon.

PAH-ide analüüsil lähtuti standardist:

- ISO 12884:2000 „Ambient air – Determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons – Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses“
- EN 15980:2011 „Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene“

Laborisse saabunud filtrid ekstraheeritakse tsükloheksaaniga. Ekstrakt aurutatakse kokku rotatsioonaurustiga ja puhastatakse silikageelikolonnis, kontsentreeritakse ja analüüsitakse kromatoomass-spektromeetriga.

Dioksiinide/furaanide ja muude dioksiinilaadsete ühendite proovivõtul ja analüüsil lähtuti standarditest:

- EVS-EN 1948-1:2006 „Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs – Part 1: Sampling of PCDDs/PCDFs“
- EVS-EN 1948-2:2006 „Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs – Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs“

Dioksiinide proov võetakse läbi soojendatava proovivõtusondi, mis asetseb suitsukäigus, ning mille proovivõtuotsiku ots on suunatud analüüsitava gaasivoo vastu. Proovi võetakse isokineetiliselt kindla perioodi vältel, kodumajapidamises kasutatavate küttekollete puhul kuni 4 tundi. Selleks, et tagada dioksiinide keskmise kontsentratsiooni määramine suitsugaasis, tuleb võtta proovi eelnevalt määratud arvu punkidest, mis on jaotatud ühtlaselt üle suitsukäigu risklõike.

Tahked osakesed eraldatakse proovist kasutades kvartsfiiber filtrit, mis asetseb peale proovivõtusondi soojendatud kambris. Peale filtrit läbib gaasivoog spiraaljahuti ja adsorbendi XAD2 kolonni, mis püüab gaasilises faasis olevad dioksiinid. Peale XAD2 läbimist läheb gaas kuivatamisele, proovivõtu isokineetilisuse kontrolli ja gaasikella läbiimetud gaasi mahu määramiseks.

Kogutud proov koosneb eelfiltrist, adsorbent XAD2 kolonnist ja pesulahusest. Seadmestikku läbiva gaasiteekonna puhastamine toimub mõõtepunktis kohapeal või hiljem laboris. Analüüsi tulemusena saadakse dioksiinide/furaanide ja dioksiinilaadsete ühendite koguhulk proovis. Kontsentratsioon arvutatakse jagades määratud dioksiini koguse proovis ja läbiimetud kuiva ja normaliseeritud gaasi mahtkuluga.

Dioksiinilaadsete ühendite (PCDD/F, HCB) analüüs teostati alltöövõtuna vastavat akrediteeringut omava ALS Laboratory Group labori poolt, kasutades selleks HRMS-i (kõrglahutuvusega mass-spektromeeter).

Üldsüsiniku (TOC), elementsüsiniku (EC) ja orgaanilise süsiniku (OC) sisaldus osakeste filtritelt määrati NIOSH termilis-optilise meetodiga ning lähtuti järgmistest standarditest:

- NIOSH 5040,
- CEN/TR 16243:2011 „Ambient air quality - Guide for the measurement of elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) deposited on filters“
- Eesti Keskkonnauuringute Keskuse akrediteeritud standardtööjuhend STJnrÕ134.

TOC, EC ja OC määrati Sunlab OC/EC termo-optilise analüsaatoriga.

Gaasiliste saasteainete määramiseks kasutati multikomponentset ja portatiivset FTIR gaasi analüsaatorit Gasmeter DX-4000 ja EC meetodil põhinevat Testo 360, mille mõõtmiste põhimõtte seisneb Fourieri teisendusega infrapuna (FT-IR), non-dispersive infrapuna (ND-IR) ja elektrokeemiliste rakkude (EC) meetodil.

- FT-IR analüsaator laseb vaadeldavast gaasist läbi infrapunakiirguse, millele gaasis olevad ainegrupid reageerivad kindlal lainepikkuste vahemikus.
- EC töötab ioonselektiivsuse potentsiomeetrilisel põhimõttel. Sensorid on täidetud teatud elektrolüütilise vesilahusega sõltuvalt katsest.
- ND-IR töötab lairibakiirguse põhimõttel. Radiatsioon lastakse läbi suitsugaasi lambi abil ning seejärel siseneb suitsugaas mõõterakku
- Võimekus - Analüsaatorid on võimelised samaaegselt mõõtma kuni 50 erinevat ühendit.
- Analüsaatoritega mõõdetavatest gaasidest on olulisemad: H₂O, CO₂, CO, NO, NO₂, N₂O, SO₂, NH₃, HCl, HF, CH₄. Gasmetiga on võimalik lisaks mõõta mitmeid lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

Temperatuuri mõõtmiseks on Testo 360 varustatud termopaariga, mille mõõtevahemik on - 40 °C – 1200 °C.

Gaasi kiirus määrati dünaamilise rõhu kaudu. Dünaamiline rõhk määratakse kuumades, niisketes ja tahkeid osakesi sisaldavates gaasides Pitot-toruga, mis on ühendatud lateksvoolikute abil mõõteseadmega Testo 400. Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega +/- 5 Pa.

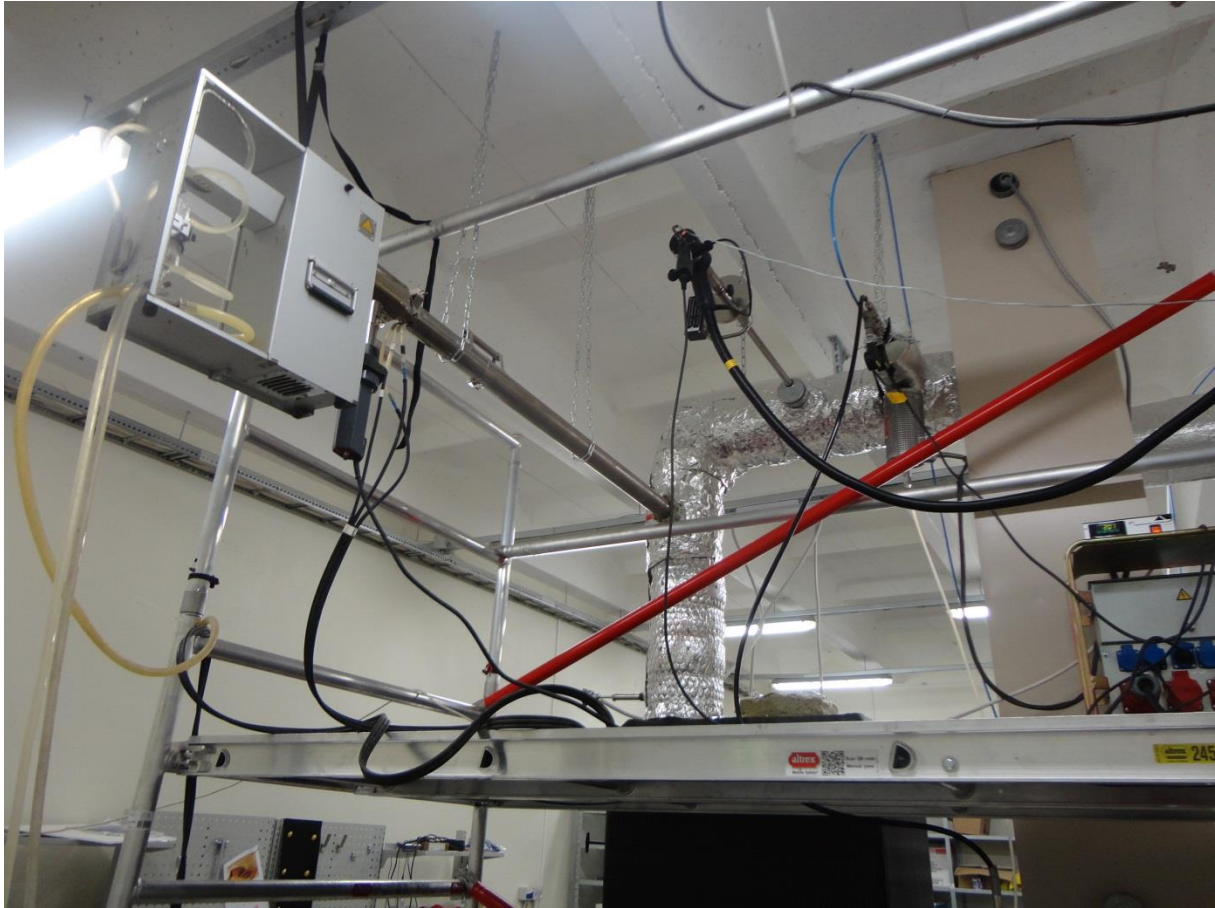
- EN ISO 16911-1:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 1: Manual reference method (ISO 16911-1:2013)“
- EN ISO 16911-2:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 2: Automated measuring systems (ISO 16911-2:2013)“



Joonis 1 Umbkoldega ahi



Joonis 2 EVS-EN 15544-2009 nõuetele vastav ahi



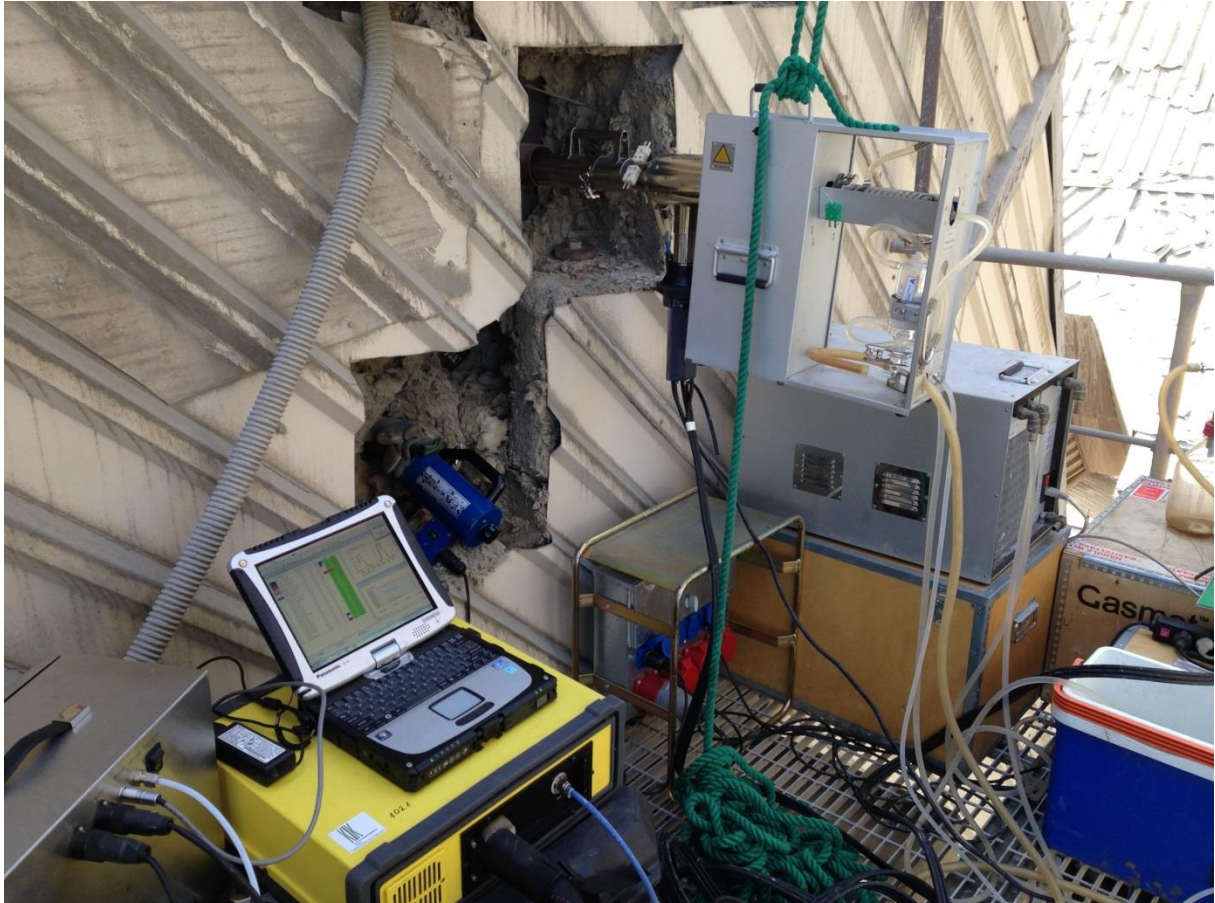
Joonis 8. Proovivõtukoht ahjulabori gaaside suitsukäigus



Joonis 3 Proovivõtukoht ahjulabori gaaside suitsukäigus



Joonis 4 Proovivõtukoht Iru jäätmeblokis



Joonis 5 Proovivõtukoht Kundatsemenditehases, II ahi



Joonis 6 **Proovivõtukoht EE keevkihi katla suitsukäigust**



Joonis 7 Proovivõtukoht EE tolmpõletuskatla suitsukäigust

3 Saasteainete eriheidet

Saasteainete eriheidete leidmiseks kasutati keskkonnaministri määruse nr 99 „Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid“ § 3 toodud eriheidete arvutamise metoodikat:

$$q_i = c_i \times \alpha \times 0,25 \times k, \text{ mg/MJ}$$

Valem 1

kus:

c_i – i-nda saasteaine kontsentratsioon kuivades suitsugaasides, mg/Nm³;

α – liigõhutegur $\alpha = CO_{2max}/CO_2 \approx 20,9/(20,9 - O_2)$;

Q_i^r – kütuse alumine kütteväärtus, MJ/kg;

0,25 – kütuse kuivaine stöhhiomeetrilisel põlemisel tekkiv ligikaudne kogus kuivi suitsugaase energiaühiku kohta, Nm³/MJ;

k – kütuse niiskusest tulenev parandustegur

3.1 Sisendandmete töötlemine ja eriheidete leidmine

Eriheidete leidmiseks teostati järgmised arvutuskäigud:

1. Leitakse mõõdetud saasteaine koguse (ng või mg proovis) põhjal saasteaine kontsentratsioon normaliseeritud kujul (ng või mg/Nm³).

1.1. Selleks jagatakse saasteaine kogus proovis proovi võtmiseks kulunud normaliseeritud mahuga (V, Nm³):

$$c_i = \frac{\text{ng proovis}}{V (\text{Nm}^3)}, \text{ ng/Nm}^3 \quad \text{Valem 2}$$

1.2. Normaliseeritud õhu kogus V_{norm}, Nm³ leitakse järgmiste valemite kaudu:

$$V_{norm} = \frac{(V_{proov} (\text{m}^3) \times 273 \times P(\text{õhus, kPa}))}{(273 + T(\text{gaasikellas, } ^\circ\text{C}) \times 101,325)}, \text{ Nm}^3 \quad \text{Valem 3}$$

1.2.1. Leitakse liigõhutegur α:

$$\alpha = \frac{20.9}{(20.9 - O_2 (\text{suitsugaasides}))} \quad \text{Valem 4}$$

4 Jäätmete põletamine koduahjus

Keeruline on hinnata kui suur hulk Eesti elanikkonnast oma olmejäätmeid kodus põletab. Statistikaameti andmete kohaselt oli aastatel 2000 ja 2005 olmejäätmete kogumissüsteemiga liitunud 79% Eesti elanikkonnast. 2010. aastaks oli kogumissüsteemiga liitunute osakaal tõusnud 90 protsendini ja 2012. aastal olmejäätmete kogumissüsteemiga liitunud 95% Eesti elanikkonnast. Jäätmeseaduset tulenevalt korraldab kohalik omavalitsuse üksus oma haldusterritooriumil olmejäätmete kogumise ja veo ning korraldatud jäätmeveoga liitumine on kohustuslik. Ainult erandjuhul on võimalik taotleda korraldatud jäätmeveoga mitteliitunuks lugemist. Majapidamiste jäätmed, mis ei ole seotud ametliku kogumissüsteemiga, jõuavad eeldatavasti siiski ametlikku kogumissüsteemi (avalikud jäätmemahutid, sh liigitikogumiseks kasutatavad pakendikonteinerid, lihtsalt jäätmete hülgamine metsas jms.). Sellest tulenevalt võib arvata, et korraldatud jäätmeveoga liitunud või mitte liitunud inimesed ei põleta prügi sellest vabanemise eesmärgil, vaid jäätmeid põletatakse harjumusest (jäätmeid kasutatakse tule hakatuseks, kütmiseks vms). Tabel 1 on aastate lõikes välja toodud Eesti rahvaarv ja segaolmejäätmete kogus tonnides, mis on võetud aluseks põletatud jäätmekoguste arvutamisel. Eesti rahvaarv põhineb Statistikaameti andmetel ning segaolmejäätmete kogus IPCC kasvuhooonegaaside inventuuri aruande jäätmemudelil ning KAUR'i Jäätmearuandluse infosüsteemil (JATS).

Tabel 1 Eesti Rahvaarv ja segaolmejäätmete kogus

Aasta	Rahvaarv	Segaolmejäätmete kogus tonnides
1990	1 570 599	382 151
1995	1 448 075	522 097
2000	1 401 250	570 582
2005	1 358 850	465 438
2010	1 333 290	280 929
2013	1 320 174	288 592

Segaolmejäätmete sortimisuuringute tulemused on kajastatud Tabel 2. Segaolmejäätmete sortimisuuringud viidi läbi neljal aastaajal ja uuringupiirkondade valikul arvestati, et piirkonnad hõlmaksid suurlinna Tallinna (Eesti suurim linn ja olmejäätmetekitaja) erinevaid linnaosi, väikelinnu kui ka maapiirkonda. Võib arvata, et uuringu tulemused kajastavad Eesti segaolmejäätmete koostist suhteliselt täpselt. Tabel 3 on kajastatud jäätmete kogus mis on arvutatud kogu tekkinud olmejäätmetest Tabel 1, vastavalt Tabel 2 välja toodud massiprotsentidele.

Tabel 2 Eesti keskmine segaolmejäätmete koostis massiprotsentides ja kogus vastavalt liigile.

Eesti keskmine segaolmejäätmete koostis massiprotsentides			
Uuringu aasta	2002¹	2007/2008²	2012/2013³
Uuringut rakendati arvutustele aastatel	1990 1995 2000	2005	2010 2013
1. Plast	22	18,63	18,1
2. Klaas	9	8,32	5,2
3. Metall	3	2,58	4,7
4. Paber ja papp	23	17,53	13,5
5. Biojäätmed kokku	28	36,65	31,8
5.1 Köögijäätmed	—	30	26,9
5.2 Aiajäätmed	—	5,27	3,8
5.3 Muud biojäätmed	—	1,38	1,1
6. Puit	—	0,44	2
7. Ohtlikud jäätmed	—	0,22	1,4
8. Elektroonikaromu	—	0,58	1,8
9. Muu põlev materjal	—	6,34	12,6
10. Tekstiil ja rõivad	3	4,43	5,1
11. Muu mittepõlev materjal	12	4,28	3,7

¹ Statistical work on developing a methodology for determination of waste generated in non-covered areas by the waste collection system and the estimation of generated municipal waste quantities. 2002 Statistikaamet.

² Eestis tekkinud olemjäätmete koostise ja koguste analüüs. 2008. Keskkonnaministeerium.

³ Eestis tekkinud segaolmejäätmete, eraldikogutud paberi- ja pakendijäätmete ning elektroonikaromu koostise uuring. SEI. 2013.

Tabel 3 Segaolmejäätmete kogus vastavalt liigile lähtudes segaolmejäätmete uuringutest.

Segaolmejäätmete kogus vastavalt liigile (tonni aastas)						
	1990	1995	2000	2005	2010	2013
1. Plast	84073,22	114861,3	125528	86711,1	50848,15	52235,20
2. Klaas	34393,59	46988,73	51352,38	38724,4	14608,31	15006,80
3. Metall	11464,53	15662,91	17117,46	12008,3	13203,66	13563,84
4. Paber ja papp	87894,73	120082,3	131233,9	81591,3	37925,42	38959,96
5. Biojäätmed kokku	107002,28	146187,2	159763	170583	89335,43	91772,35
5.1 Köögijäätmed	—	—	—	139631	75569,91	77631,32
5.2 Aiajäätmed	—	—	—	24528,6	10675,30	10966,51
5.3 Muud biojäätmed	—	—	—	6423,04	3090,22	3174,52
6. Puit	—	—	—	2047,93	5618,58	5771,85
7. Ohtlikud jäätmed	—	—	—	1023,96	3933,01	4040,29
8. Elektroonikaromu	—	—	—	2699,54	5056,72	5194,66
9. Muu põlev materjal	—	—	—	29508,8	35397,06	36362,63
10. Tekstiil ja rõivad	11464,53	15662,91	17117,46	20618,9	14327,38	14718,21
11. Muu mittepõlev materjal	45858,12	62651,64	68469,84	19920,7	10394,37	10677,91

Teades segaolmejäätmete kogust vastavalt liigile on võimalik arvutada jäätmete kogus inimese kohta aastas (Tabel 4) kasutades Tabel 1 kajastatud rahvaarvu. Tabel 5 on kajastatud segaolmejäätmete kogus inimeste kohta päevas.

Tabel 4 Segaolmejäätmete kogus inimese kohta aastas.

Segaolmejäätmete kogus inimese kohta aastas (kg)						
	1990	1995	2000	2005	2010	2013
1. Plast	53,53	79,32	89,58	63,81	38,14	39,57
2. Klaas	21,90	32,45	36,65	28,50	10,96	11,37
3. Metall	7,30	10,82	12,22	8,84	9,90	10,27
4. Paber ja papp	55,96	82,93	93,65	60,04	28,44	29,51
5. Biojäätmed kokku	68,13	100,95	114,01	125,53	67,00	69,52
5.1 Köögijäätmed	—	—	—	102,76	56,68	58,80
5.2 Aiajäätmed	—	—	—	18,05	8,01	8,31
5.3 Muud biojäätmed	—	—	—	4,73	2,32	2,40
6. Puit	—	—	—	1,51	4,21	4,37
7. Ohtlikud jäätmed	—	—	—	0,75	2,95	3,06
8. Elektroonikaromu	—	—	—	1,99	3,79	3,93
9. Muu põlev materjal	—	—	—	21,72	26,55	27,54
10. Tekstiil ja rõivad	7,30	10,82	12,22	15,17	10,75	11,15
11. Muu mittepõlev materjal	29,20	43,27	48,86	14,66	7,80	8,09
Kokku	243,32	360,55	407,20	342,52	210,49	219,11

Tabel 5 Segolmejäätmete kogus inimese kohta päevas.

Segaolmejäätmete kogus inimese kohta päevas (kg)						
	1990	1995	2000	2005	2010	2013
1. Plast	0,147	0,217	0,245	0,175	0,104	0,108
2. Klaas	0,060	0,089	0,100	0,078	0,030	0,031
3. Metall	0,020	0,030	0,033	0,024	0,027	0,028
4. Paber ja papp	0,153	0,227	0,257	0,164	0,078	0,081
5. Biojäätmed kokku	0,187	0,277	0,312	0,344	0,184	0,190
5.1 Köögijäätmed	—	—	—	0,282	0,155	0,161
5.2 Aiajäätmed	—	—	—	0,049	0,022	0,023
5.3 Muud biojäätmed	—	—	—	0,013	0,006	0,007
6. Puit	—	—	—	0,004	0,012	0,012
7. Ohtlikud jäätmed	—	—	—	0,002	0,008	0,008
8. Elektroonikaromu	—	—	—	0,005	0,010	0,011
9. Muu põlev materjal	—	—	—	0,060	0,073	0,075
10. Tekstiil ja rõivad	0,020	0,030	0,033	0,042	0,029	0,031
11. Muu mittepõlev materjal	0,080	0,119	0,134	0,040	0,021	0,022
Kokku	0,667	0,988	1,116	1,282	0,760	0,789

Jäätmete koduahjus põletamise katsete aluseks on Eesti keskmine leibkond. Eesti leibkonnad on väikesed— Statistikaameti andmetel oli leibkondade keskmine suurus 2011 aastal 2,13. Arvutustes võtame arvesse 3- liikmelise leibkonna kui Eesti keskmise.

On keeruline hinnata, milliseid jäätmeid kodumajapidamises täpsemalt põletatakse. Võib arvata, et tegu on plasti, paberi ja papi, puidu, muu põlema materjali ja tekstiili ning rõivastega (Tabel 6).

Tabel 6 Kodumajapidamiste hinnanguline jäätmepõletus inimese kohta ning 3-liikmelises leibkonnas.

Kodumajapidamiste jäätmepõletus (kg)						
	1990	1995	2000	2005	2010	2013
1. Plast	0,147	0,217	0,245	0,175	0,104	0,108
4. Paber ja papp	0,153	0,227	0,257	0,164	0,078	0,081
6. Puit	—	—	—	0,004	0,012	0,012
9. Muu põlev materjal	—	—	—	0,060	0,073	0,075
10. Tekstiil ja rõivad	0,020	0,030	0,033	0,042	0,029	0,031
1 inimene päevas	0,320	0,474	0,535	0,445	0,296	0,307
1 inimene aastas	116,79	173,07	195,45	162,25	108,09	112,14
Leibkond päevas(3 inimest)	0,959	1,4222	1,606	1,333	0,888	0,921
Leibkond aastas (3 inimest)	350,37	519,21	586,35	486,75	324,27	336,42

2002 aastal koostatud segaolmejäätmete koguse uuring annab hinnangu (Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9), milliseid jäätmeid ja kui palju aastal 2002 kodumajapidamistes põletati. Uuringust tulenevat põletatud jäätmete protsenti kodumajapidamises saaks eelkõige

rakendada aastate 1990-2000 segaolmejäätmete andmetele. Võib arvata, et inimeste tarbimise ja käitumisharjumused on aja jooksul muutunud.

Tabel 7 Põletatud segaolmejäätmete kogus vastavalt liigile, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.

Segaolmejäätmete kogus vastavalt liigile (tonni aastas)				
	% põletatud jäätmeid kodumajapidamsies	1990	1995	2000
paber	40	152860,4	208838,8	228232,8
plastik	14	53501,14	73093,58	79881,48
toit	1	3821,51	5220,97	5705,82
tekstiil	20	76430,2	104419,4	114116,4
õli	17	64965,67	88756,49	96998,94

Tabel 8 Põletatud segaolmejäätmete kogus inimese kohta aastas, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.

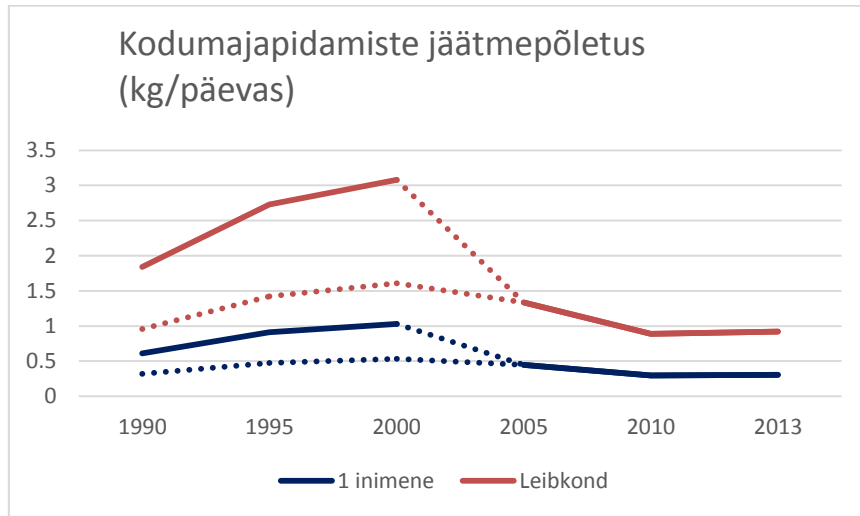
Segaolmejäätmete kogus inimese kohta aastas (kg)			
	1990	1995	2000
paber	97,33	144,22	162,88
plastik	34,06	50,48	57,01
toit	2,43	3,61	4,07
tekstiil	48,66	72,11	81,44
õli	41,36	61,29	69,22

Tabel 9 Põletatud jäätmete kogus inimese kohta ja 3- liikmelises leibkonnas, vastavalt 2002. aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguse uuringule.

Kodumajapidamiste jäätmepõletus (kg)			
	1990	1995	2000
paber	0,27	0,40	0,45
plastik	0,09	0,14	0,16
toit	0,01	0,01	0,01
tekstiil	0,13	0,20	0,22
õli	0,11	0,17	0,19
1 inimene päevas	0,61	0,92	1,03
Leibkond päevas	1,83	2,76	3,09

Joonis 8 on jätkuva joonega kujutatud 1990.- 2000. aasta põletatud jäätmete kogust vastavalt Statistikaameti põletamise uuringule (Tabel 9) ning punktiirjoonega Tabel 6 kajastatud jäätmekogused vastavalt jäätmetekkeprotsendile. Perioodil 2000-2002 on samuti jäätmete põletamine märgitud punktiirjoonega tulenevalt üleminekust korraldatud jäätmeveole, peale mida võib hinnanguliselt öelda, et põletatud jäätmete kogus on olnud langevas trendis. Lähtudes sellest, et 2002. aasta segaolmejäätmete uuringu tulemusel valminud jäätmete

põletamise hinnang võis olla sellel perioodil asjakohane võib siiski arvata, et enne 2000. aastat ja korraldatud jäätmeveoga liitumist oli jäätmete põletamine intensiivsem



Joonis 8 Kodumajapidamiste jäätmepõletus inimese kohta ja 3- liikmelises leibkonnas vastavalt Segaolemejäätmete uuringule.

4.1 Põletatud jäätmete kogused

2002 aasta Statistikaameti põletatud jäätmete koguste uuringut on keeruline jäätmepõletuse katsetesse integreerida, kuna selles on arvestatud õli põletamine. Jäätmete põletamise katsete tegemisel on arvestatud jäätmetekkeprotsendiõhiseid koguseid.

Järgnevas kuues tabelis on välja toodud katses põletatud jäätmete kogused 3- liikmelise leibkonna kohta. 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ja 2013 aasta prügikoguste kohta tehti kokku 18 katset— 3 iga aasta kohta.

Tabel 10 1990. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

1990. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuit (kg)	4.04		4.12	4.1	4.06
Plast (g)	441				
pehme plast (12%)	52.92				
	läbipaistev kilekott	10.584	10.43	10.71	10.99
	toidukile	10.584	10.62	10.497	11
	piimakile	10.584	10.17	10	11
	LPDE	10.584	10.21	10.63	10.5
	värviline kilekott	10.584	10.73	11	10.4
kõva plast (88%)	388.08				
	PP	97.02	98.3	98	97.017
	PET või PETE	97.02	97.5	97	98
	muu plastik	97.02	47.3	48	47
	HDPE		49.24	18.93	49
	PS	97.02	97.4	97	97
Paber ja papp (g)	459				
vanapaber (59,1%)	271				
	ajalehed	90.33243	90.3	91	91
	ajakirjad	90.33243	90.8	91	90.54
	raamatud	90.33243	89.84	91	90.95
pehmepaber (38,3%) (majapidamispaber)	176		176	176	177
muu paber papp kartong (2,6%)	12				
	tapeet	6	6.078	6.6	6.35
	papp	6	6.79	6	6
Tekstiil ja rõivad (g)	60				
looduslik kiud (13,7%)	8.22		8.96	8.15	8.38
tehiskiud (86,3%)	51.78				
	polüester	25.89	25	25.038	25.322
	nailon	25.89	26	25.43	25
Jäätmete kogus kokku (g)	960		961.668	931.985	966.509

Tabel 11 1995. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

1995. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuit (kg)	3.578		3.56	3.58	3.5
Plast (g) (1)	651				
pehme plast (12%)	78.12				
	läbipaistev kilekott	15.624	16	15.1	15.6
	toidukile	15.624	15.5	15.4	15.7
	piimakile	15.624	15.8	16	15.2
	LPDE	15.624	15.21	15.65	15.07
	värviline kilekott	15.624	15.59	15.5	16
kõva plast (88%)	572.88				
	PP	143.22	142.98	143.083	143.376
	PET või PETE	143.22	143	143.591	143.212
	muu plastik	143.22	72.7	71.087	71.461
	HDPE		71.26	71.296	71.89
	PS	143.22	143.99	143.608	143.738
Paber ja papp (g)	681				
vanapaber (59,1%)	402				
	ajalehed	133.9987	134.76	134	134
	ajakirjad	133.9987	133	133.649	133.582
	raamatud	133.9987	133	134	134
pehmepaber (38,3%) (majapidamispaber)	261		262	261	260
muu paber papp kartong (2,6%)	18				
	tapeet	9	9	9.101	9.07
	papp	9	9	9.055	9.1
Tekstiil ja rõivad (g)	90				
looduslik kiud (13,7%)	12.33		12.1	12.3	12.6
tehiskiud (86,3%)	77.67			77.862	77.073
	polüester	25.88974	25.67		
	nailon	25.88974	27		
	viskoos	25.88974	26		
Jäätmete kogus kokku (g)	1422		1423.56	1421.282	1420.672

Tabel 12 2000. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

2000. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuit (kg)	3.395		4.57	4.69	4.3
Plast (g)	735				
pehme plast (12%)	88.2				
	läbipaistev kilekott	17.64	17.2	17.3	17.9
	toidukile	17.64	17.56	18	17.34
	piimakile	17.64	17.25	18	17.56
	LPDE	17.64	17.62	17.8	18
	värviline kilekott (suur)	17.64	18	18	18
kõva plast (88%)	646.8				
	PP	161.7	163	161.957	161.877
	PET või PETE	161.7	167.1	161.822	161.948
	muu plastik	161.7	81.69	80.34	80.041
	HDPE		80.18	80.056	80.162
	PS	161.7	162.5 8	161.22	161.537
Paber ja papp (g)	771				
vanapaber (59,1%)	456				
	ajalehed	151.998 5	152.6	152	154
	ajakirjad	151.998 5	152	152	151.612
	raamatud	151.998 5	150.2 6	151	150
pehmepaber (38,3%) (majapidamisepaber)	295		297	298	295
muu paber papp kartong (2,6%)	20				
	tapeet	10	10	10.3	10.4
	papp	10	11	10.048	10.1
Tekstiil ja rõivad (g)	99				
looduslik kiud (13,7%)	13.563		14	13.6	13.86
tehiskiud (86,3%)	85.437		85	86	86
Jäätmete kogus kokku (g)	1605		1615	1607.44 3	1605.33 7

Tabel 13 2005. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

2005. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuit (kg)	3.665		3.72	3.65	3.63
Plast (g)	525				
pehme plast (12%)	63				
	läbipaistev kilekott	12.6	12.412	12.8	13
	toidukile	12.6	12.54	13	13
	piimakile	12.6	12.87	12.62	12.601
	LPDE	12.6	12.46	11.9	12
	värviline kilekott (suur)	12.6	12.74	12.2	13
kõva plast (88%)	462				
	PP	115.5	116	115.459	115.882
	PET või PETE	115.5	115.37	115.513	115.502
	muu plastik	115.5	56.76	57.764	57.8
	HDPE		56.026	57.8	57.759
	PS	115.5	115.322	115.339	115.523
Paber ja papp (g)	492				
vanapaber (59,1%)	291				
	ajalehed	96.99903	96.619	97	97
	ajakirjad	96.99903	96.87	97	97
	raamatud	96.99903	97	97	97
pehmepaber (38,3%) (majapidamisepaber)	188		189.36	188.9	118.459
muu paner papp kartong (2,6%)	13				
	tapeet	6.5	6.33	6.5	6.35
	papp	6.5	6.93	6.4	6.47
Puit (g)	12			4.801	
	puitpakend (40%)	4.8	4.59	7	4.886
	muu puit (60%)	7.2	8		7
Muu põlev materjal (g)	180				
	mähkmed (30%)	54	340	170	290
	tetrapakend (30%)	54	55.59	53.9095	53.955
	vatt (10%)	18	18.26	18.003	18.004
	jalanõud (10%)	18	20.556	17.985	18
	kumm (20%)	36	35.8	36.032	36.026
Tekstiil ja rõivad (g)	126				
looduslik kiud (13,7%)	17.262		17.23	17	18
tehiskiud (86,3%)	108.738				
	polüester	54,369	54	58.708	58.332
	nailon	54,369	54	51.642	51.023
Jäätmete kogus kokku (g)	1335		1628.052	1455.926	1507.202

Tabel 14 2010. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

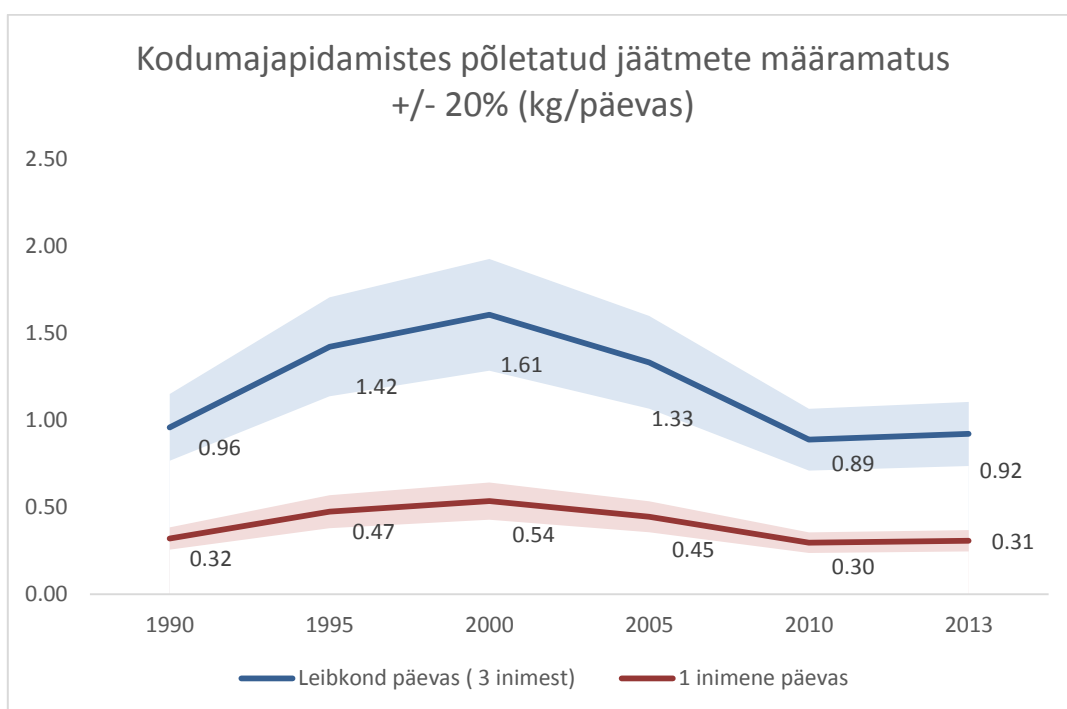
2010. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuut (kg)	4.112		4.42	4.29	4.17
Plast (g)	312				
pehme plast (12%)	37.44				
	läbipaistev kilekott	7.488	7.969	7.116	7.178
	toidukile	7.488	8	7.41	8.15
	piimakile	7.488	8.246	7.64	7.293
	LPDE	7.488	7.989	7.919	7.37
	värviline kilekott (suur)	7.488	8.706	7	7.69
kõva plast (88%)	274.56				
	PP	68.64	68.05	68.82	68.173
	PET või PETE	68.64	68.43	69	69
	muu plastik	68.64	35.15	35.38	34.926
	HDPE		35.48	35	35.93
	PS	68.64	68	67.192	68.669
Paber ja papp (g)	234				
vanapaber (59,1%)	138.294				
	ajalehed	46.09754	47.156	46	46
	ajakirjad	46.09754	47.3	46	46
	raamatud	46.09754	46.259	47	47
pehmepaber (38,3%) (majapidamispaper)	89.622		90	90	89.245
muu paber papp kartong (2,6%)	7				
	tapeet	3.5	3.9	4	4.5
	papp	3.5	4	3.52	3.58
Puit (g)	36				
	puitpakend (40%)	14.4	14.5	15	14.86
	muu puit (60%)	21.6	21.5	20	22.5
Muu põlev materjal (g)	219				
	mähkmed (30%)	65.7	230	230	150
	tetrapakend (30%)	65.7	67.079	65.3	66
	vatt (10%)	21.9	22	21.53	21.83
	jalanõud (10%)	21.9	21.817	22.7	22.8
	kumm (20%)	43.8	43	43.1	44.6
Tekstiil ja rõivad (g)	87				
looduslik kiud (13,7%)	11.919		11.7	11.6	11.8
tehiskiud (86,3%)	75.081				24.24
	polüester	37,54	37	36.58	38
	nilon	37,54	37,3	37	37
Jäätmete kogus kokku (g)	888.91		1062.041	1051.807	1004.334

Tabel 15 2013. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.

2013. aasta põletatud jäätmete kogus 3- liikmelise leibkonna kohta.					
	arvutuslik jäätmete kogus		I katse	II katse	III katse
Küttepuut (kg)	4.079		4.34	4.15	4.25
Plast (g)	324				
pehme plast (12%)	38.88				
	läbipaistev kilekott	7.776	6.93	7.965	7.6
	toidukile	7.776	8.27	7.84	7.7
	piimakile	7.776	7.68	7.68	7.7
	LPDE	7.776	8	7.5	8
	värviline kilekott (suur)	7.776	8.21	7.35	8
kõva plast (88%)	285.12				
	PP	71.28	71.25	72	71.241
	PET või PETE	71.28	71.71	72	71.742
	muu plastik	71.28	37.95	35.492	37.96
	HDPE		35.87	35.67	37
	PS	71.28	71.11	72	71.965
Paber ja papp (g)	243				
vanapaber (59,1%)	143.613				
	ajalehed	47.87052	47.98	47.9	48
	ajakirjad	47.87052	48.71	47	47.78
	raamatud	47.87052	48.373	48	47
pehmpaber (38,3%) (majapidamisepaber)	93.069		93	93.757	94
muu paber papp kartong (2,6%)	6.318				
	tapeet	3.159	3.8	3.23	3.23
	papp	3.159	3.45	3.3	3.4
Puit (g)	36				
	puitpakend (40%)	14.4	15.2	14.1	14.653
	muu puit (60%)	21.6	22.57	21.102	21.75
Muu põlev materjal (g)	225				
	mähkmed (30%)	67.5	390	340	250
	tetrapakend (30%)	67.5	68	68	67.4
	vatt (10%)	22.5	23.4	21.77	22.5
	jalanõud (10%)	22.5	23	22.517	22.69
	kumm (20%)	45	45.69	45.8	45.8
Tekstiil ja rõivad (g)	93				
looduslik kiud (13,7%)	12.741		12.16	12.633	12.34
tehiskiud (86,3%)	80.259				
	polüester	40.1295	41	40.836	40.32
	nailon	40.1295	40	40.572	40.323
Jäätmete kogus kokku (g)	921		1257.653	1200.164	1114.344

Segaolmejäätmete koguse tõusev trend on põhjustatud inimeste tarbimisharjumustest, impordi elanemisest ja kaupade pakendamisest. Jäätmete koostis võib varieeruda vastavalt proovivõtmine toimumise ajale ning piirkonnale.

2006 IPCC kasvuhoonegaaside inventuuri juhiste jäätmesektori tahkete jäätmete ladestamise punktis (2006 IPCC; 5. raamat; peatükk 3; lk 3.27; tabel 3.5) kirjeldatakse jäätmete koostise määramatust +/-10%, juhul kui tehakse regulaarseid jäätmete koostise uuringuid ning +/- 30% juhul kui uuringuid tehakse perioodiliselt. Sellest tulenevalt võib hinnata, et kodus põletatud jäätmete kogus võib lähtuvalt kuivkaalu määramatusest varieeruda +/-20%. Tabel 8 on välja toodud 2005-2013 kodumajapidamiste määramatuse graafik. Punktiirjoonega on märgitud korraldatud jäätmeveoga ülemineku periood.



Joonis 9 Kodumajapidamiste määramatus +/-20 % põletatud jäätmete kogusest.

Tabel 16 Jäätmete põletamise määramatus +/-20 vastavalt 2006 IPCC kasvuhoonegaaside inventuuri juhistele.

Jäätmete põletamise määramatus +/-20% (kg)						
	1990	1995	2000	2005	2010	2013
Leibkond aastas (3 inimest) +20%	1.15	1.71	1.93	1.60	1.07	1.11
Leibkond aastas (3 inimest)	0.96	1.42	1.61	1.33	0.89	0.92
Leibkond aastas (3 inimest) -20%	0.77	1.14	1.28	1.07	0.71	0.74
1 inimene aastas +20%	0.38	0.57	0.64	0.53	0.36	0.37
1 inimene aastas	0.32	0.47	0.54	0.45	0.30	0.31
1 inimene aastas -20%	0.26	0.38	0.43	0.36	0.24	0.25

Ahi- või kaminküte on Eestis kasutusel pereelamutes, ridaelamutes ja ka korterelamutes, millest valdav enamus on pereelamutes ja ridaelamutes.

Statistikaameti andmetel elas 2012. aastal 32.3% Eesti elanikkonnast pereelamus või ridaelamus ning 67,7 % korterelamus või mõnes muus elamutüübis (Tabel 17). Antud töö raames on jäätmete potentsiaalseteks koduahjus põletajateks pereelamus ja ridaelamus elavad inimesed.

Tabel 17 Eesti leibkonnad elamu tüübi ja aasta lõikes (Statistikaamet).

Eesti leibkonnad		
	Pereelamu või ridaelamu (%)	Korterelamu või muu elamu (%)
2000	20,3	70,7
2001	19,1	70,9
2002	20,3	70,2
2003	21,1	69,7
2004	20,7	69,9
2005	19,9	70,5
2006	19,5	70,5
2007	19,6	71
2010	31,9	68,1
2011	32,2	67,8
2012	32,3	67,7

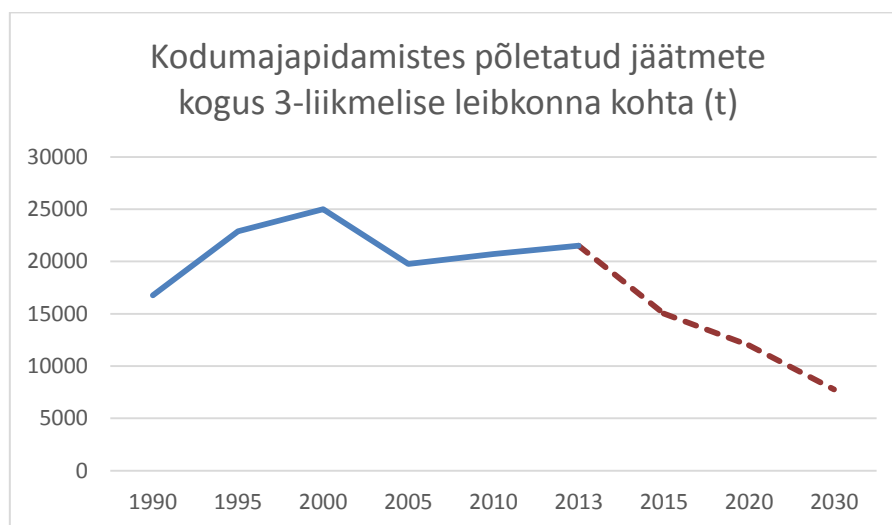
Väga keeruline on hinnata kui mitmed leibkonnad oma jäätmeid pereelamus või ridaelamus põletavad. Küsitluste läbiviimine on keeruline, kuna tegu on keelatud tegevusega. Inimestelt uurides mida koduahjudes põletatakse on enamus vastused stiilis: „ Mina jäätmeid ei põleta, aga olen näinud kuidas naaber seda teeb.“ Samas nenditakse jutu lõpus, et jäätmeid siiski pannakse ahju.

MTÜ Eesti Korstnapühkijate Koja hinnangul põletatakse Eesti kodudes lisaks paberile ja papile ka tetrapakendeid, mähkmeid, hügieenisidemeid, erinevad kilepakendeid, jalatseid, riidejääke jne. MTÜ Eesti Korstnapühkijate Koja arvates on jäätmete kodune põletamine tänu kasvavale teadlikkusele ning uuenenud tehnoloogiale kütteseadmetes langevas trendis. Inimesi motiveerib jäätmeid mitte põletama ka see, et jäätmetega küttes kuluvad küttekehad kiiremini ning nende hooldamine/remont on kallim.

Hinnanguliselt võib öelda, et ~45% eramajapidamistes elavatest leibkondadest võivad jäätmeid põletada (Tabel 18, Joonis 10). Võib arvata, et kasvava teadlikkuse ja pideva teavituse abil on ahjus põletatavate jäätmete kogused langevas trendis.

Tabel 18 Kodumajapidamises põletatud jäätmed 3-liikmelise leibkonna kohta aastas.

Kodumajapidamises põletatud jäätmed 3-liikmelise leibkonna kohta aastas		
	Leibkonnas tekkinud jäätmed (tonnides)	Hinnanguline põletatud kogus (tonnides)
1990	37239.53053	16757.79
1995	50857.88552	22886.05
2000	55546.70603	24996.02
2005	43921.53104	19764.69
2010	45998.60982	20699.37
2013	47782.06752	21501.93
2015		15009.04
2020		11988.42
2030		7765.231



Joonis 10 Kodumajapidamistes põletatud jäätmete kogus 3-liikmelises leibkonnas aastatel 1990-2013 ning prognoos aastateks 2015, 2020 ja 2030.

Tabel 19 Kodumajapidamistes jäätmete põletamisel tekkivate saasteainete heitkogused

Aasta	PCDD/F, g	HCB, g	PAH, g	TSP, t	PM1, t	PM2.5, t	PM10, t	NOx, t	SO2, t	NM VOC, t
1990	0.0083	5.475	2283.809	91.259	12.089	22.015	82.963	58.802	1.371	21.539
1991	0.0091	5.991	2499.082	99.861	13.228	24.090	90.783	64.344	1.500	23.569
1992	0.0098	6.464	2696.181	107.737	14.271	25.990	97.943	69.419	1.618	25.428
1993	0.0103	6.790	2832.139	113.170	14.991	27.300	102.882	72.919	1.700	26.711
1994	0.0108	7.131	2974.477	118.858	15.745	28.672	108.052	76.584	1.785	28.053
1995	0.0113	7.478	3118.989	124.632	16.509	30.065	113.302	80.305	1.872	29.416
1996	0.0115	7.549	3148.711	125.820	16.667	30.352	114.382	81.070	1.890	29.696
1997	0.0116	7.634	3184.245	127.240	16.855	30.694	115.673	81.985	1.911	30.031
1998	0.0118	7.749	3232.209	129.156	17.109	31.157	117.415	83.220	1.940	30.484
1999	0.0119	7.855	3276.566	130.929	17.344	31.584	119.026	84.362	1.967	30.902
2000	0.0124	8.167	3406.543	136.123	18.032	32.837	123.748	87.709	2.045	32.128
2001	0.0118	7.806	3255.773	130.098	17.233	31.384	118.271	83.827	1.954	30.706
2002	0.0113	7.447	3106.185	124.121	16.442	29.942	112.837	79.975	1.864	29.295
2003	0.0108	7.121	2970.210	118.687	15.722	28.631	107.897	76.474	1.783	28.013
2004	0.0103	6.783	2829.144	113.050	14.975	27.271	102.773	72.842	1.698	26.682
2005	0.0098	6.458	2693.599	107.634	14.258	25.965	97.849	69.352	1.617	25.404
2006	0.0102	6.713	2799.879	111.881	14.820	26.989	101.710	72.089	1.681	26.406
2007	0.0104	6.863	2862.579	114.386	15.152	27.594	103.987	73.703	1.718	26.998
2008	0.0105	6.926	2888.834	115.435	15.291	27.847	104.941	74.379	1.734	27.245
2009	0.0105	6.895	2876.065	114.925	15.224	27.724	104.477	74.050	1.726	27.125
2010	0.0103	6.763	2820.981	112.724	14.932	27.193	102.476	72.632	1.693	26.605
2011	0.0104	6.854	2859.054	114.245	15.134	27.560	103.859	73.612	1.716	26.964
2012	0.0105	6.949	2898.375	115.817	15.342	27.939	105.288	74.625	1.740	27.335

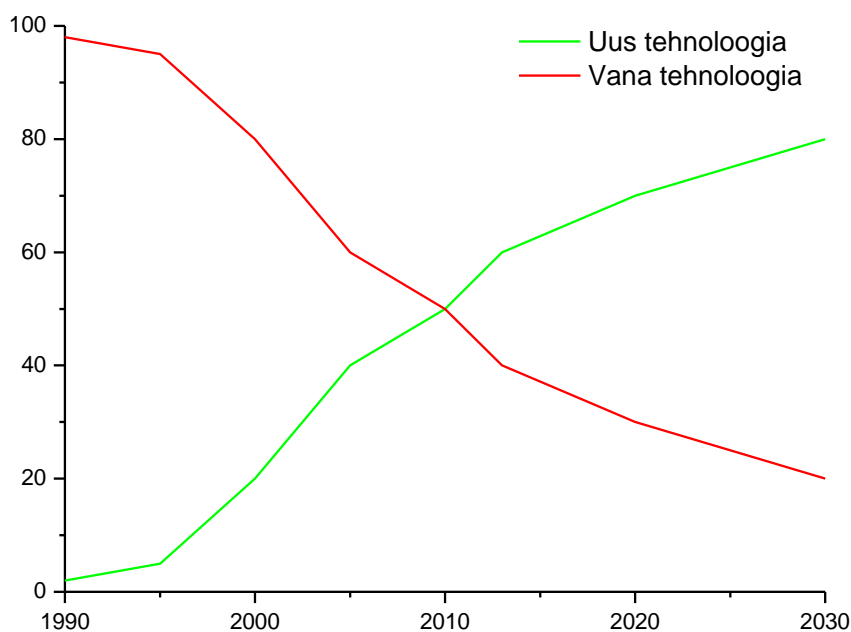
Aasta	PCDD/F, g	HCb, g	PAH, g	TSP, t	PM1, t	PM2.5, t	PM10, t	NO _x , t	SO ₂ , t	NMVOc, t
2013	0.0107	7.025	2930.356	117.095	15.511	28.247	106.450	75.448	1.759	27.637
2015	0.0074	4.904	2045.483	81.736	10.827	19.717	74.305	52.665	1.228	19.291
2020	0.0059	3.917	1633.823	65.286	8.648	15.749	59.351	42.066	0.981	15.409
2030	0.0038	2.537	1058.272	42.288	5.602	10.201	38.443	27.247	0.635	9.981

5 Saasteainete eriheitel

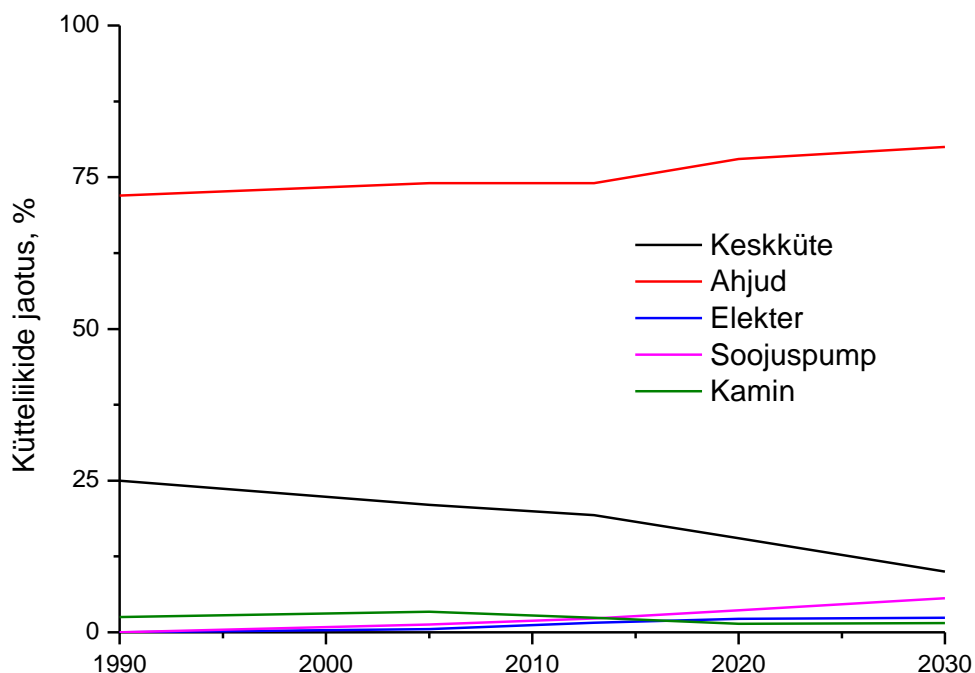
Vastavalt töö lähteülesandele mõõdeti erinevate sektorite saasteainete eriheitel, mis on toodud Tabel 20 ja Tabel 21. Lisaks leiti kütmiseks kasutatavate tehnoloogiate ja küteliikide osakaalud (vastavalt Joonis 11 ja Joonis 12) alates 1990 kuni 2030. Tulevikutrendide leidmisel võeti aluseks Tartu Ülikooli teaduri M.Kaasiku töö „Tallinna piirkonna ja Tartu kohtkütte energiatarve, saasteainete heitmed ja tendentsid aastatel 1990 – 2020“, mille tulemusi laiendati kogu Eestile. Eeldati, et uue ja vana tehnoloogia muutused on sarnased nii tööstus kui ka kodumajapidamissektoris.

Kodumajapidamiste puhul toetutakse eelkõige erinevate aktiivselt tegutsevate pottseppade arvamusele, kelle hinnangul oli aastal 1990 kasutusel valdavalt (98%) umbkoldega ahjud ning uuele tehnoloogiale (nn soome tüüpi ahjud e. EVS-EN 15544 vastavad ahjud) vastavate ahjude osakaal oli ca 2%. Aastal 2010 oli antud suhe hinnanguliselt vastavalt 50% ja 50% ning aastaks 2030 peaks antud suhe muutuma vastavalt 20% ja 80%. Küteliikide osakaalud on toodud Joonis 12, mille kohaselt on täheldatav, et tulevikus tõuseb teatud määral koduahjudes kasutatava puitkütuse osakaal ning väheneb keskkütte osakaal. See on tingitud peamiselt hinnasurvest ning elanikkonna soovist toota soojusenergiat võimalikult odavalt ning isiklikest soovidest lähtuvalt.

Narva Elektri jaamade tolmpõletustehnoloogia nõ ajalooliste eriheitmete (osakaal sõltub uute filtrite paigaldamisest) arvutamisel lähtuti eeldusest, et tänapäevased puhastusseadmed tagavad kuni 90% ulatuses efektiivsema saasteainete vähendamise.



Joonis 11 Kasutusel olevate kütteseadmete uue ja vana tehnoloogia osakaal aastate lõikes



Joonis 12 Kasutatavate küteliikide osakaal

Tabel 20 Kodumajapidamistes kasutatavate küttekollete eriheid (keskmistatud)

Küttekolde tüüp	Euro-ahi	Euro-ahi	Pelleti-katel	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Halukatel, 35 kW	Halukatel
Kütus/eriheid	puut	Puit-brikett	pellet	puut+ jätmed, 1990	puut+ jätmed, 1995	puut+ jätmed, 2000	puut+ jätmed, 2005	puut+ jätmed, 2010	puut+ jätmed, 2013	kuiv halupuu	puidu gaasistamine
PCDD/F, ng/MJ	0.003	0.007	0.011	0.0004	0.014	0.049	0.002	0.004	0.001	0.015	0.0005
HCb, ng/MJ	2.741	8.537	7.806	0.308	2.730	39.112	0.963	2.367	0.952	8.333	0.260
PAH, ng/MJ	1.43E+05	3.55E+05	3.38E+06	3.08E+04	2.93E+05	1.30E+05	1.81E+05	1.09E+05	3.12E+05	7.50E+07	4.46E+03
BaP, ng/MJ	1184.651	2941.792	22270.868	127.948	1730.967	1075.568	1119.719	502.889	1271.972	489007.883	37.029
BkF, ng/MJ	568.883	1412.681	7283.716	52.127	965.347	562.229	469.560	221.863	520.352	358864.367	17.782
BbP, ng/MJ	890.833	2212.165	13084.151	130.317	2762.889	1540.018	1095.639	502.889	1040.705	433050.829	27.845
Indeno, ng/MJ	878.330	2181.117	14128.707	85.298	1364.801	708.897	782.599	281.026	450.972	591640.228	27.454
TSP, mg/MJ	10.732	26.651	7612.691	15.985	102.813	86.637	41.109	108.954	418.376	341.703	10.681
PM1, mg/MJ	9.952	24.713	677.331	7.114	2.852	1.911	0.788	1.683	88.162	19.542	0.611
PM2.5, mg/MJ	10.194	25.315	1169.826	14.490	11.292	5.614	3.988	8.170	143.130	51.570	1.612
PM10, mg/MJ	10.221	25.382	6920.628	14.532	93.466	78.760	37.372	99.049	380.342	310.639	9.710
CO, mg/MJ	515.598	135.211	1848.282	508.798	407.041	570.542	269.854	486.641	182.078	24264.871	758.454
N2O,	1.051	0.002	1.574	0.318	0.118	0.164	0.247	0.145	0.080	1.576	0.049

Küttekolde tüüp	Euro-ahi	Euro-ahi	Pelletikatel	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Ahi	Halukatel, 35 kW	Halukatel
mg/MJ											
NO, mg/MJ	19.435	1.394	281.081	18.538	17.481	22.183	9.592	17.858	6.019	217.474	6.798
NO ₂ , mg/MJ	7.815	4.515	2.454	36.952	27.915	30.640	24.233	31.771	9.735	1109.349	34.675
NO _x , mg/MJ	62.144	10.991	716.077	108.015	90.404	106.817	64.336	97.731	31.331	2383.816	74.512
SO ₂ , mg/MJ ⁴	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NH ₃ , mg/MJ	0.985	0.084	5.871	0.140	0.066	0.152	0.020	0.401	0.015	9.860	0.308
HCl, mg/MJ	0.367	0.059	8.543	0.297	1.138	5.172	0.056	0.334	0.128	20.376	0.637
HF, mg/MJ	0.002	0.000	0.074	0.012	0.082	0.039	0.030	0.069	0.003	0.308	0.010
CH ₄ , mg/MJ	12.390	5.712	9.639	25.086	14.279	22.414	14.305	22.360	10.137	1928.555	60.281
VOC, mg/MJ	60.678	26.464	46.968	128.170	87.546	118.127	81.378	115.640	54.427	8204.466	256.449
NM VOC, mg/MJ	16.961	6.859	13.044	37.717	30.740	35.994	26.777	34.508	16.915	1851.820	57.883
BC, ug/MJ			506.115	13.028	8.260	6.609	3.593	23.487	8.582		

⁴ Leitud arvutuslikult puidu väävlisisalduse järgi

Tabel 21 Tööstuslike saasteallikate eriheid (keskmistatud)

Tööstus	Tehnoloogia, kütus	PCDD/F, ng/MJ	HCb, ng/MJ	PAH, ng/MJ	BaP, ng/MJ	BkF, ng/MJ	BbP, ng/MJ	Indeno, ng/MJ	PM1, mg/MJ	PM2.5, mg/MJ	PM10, mg/MJ	CO, mg/MJ	N2O, mg/MJ	NO, mg/MJ	NO2, mg/MJ	NOx, mg/MJ	SO2, mg/MJ	NH3, mg/MJ	HCl, mg/MJ	HF, mg/MJ	CH4, mg/MJ	VOC, mg/MJ	NMVOC, mg/MJ
Eesti Elektriijaam	toimpõletus, põlevkivi	0.007	8.737	9465.573	21.844	14.562	32.765	19.659	9.267	10.330	23.699	2.238	0.275	242.336	1.057	615.622	983.619	4.986	8.614	0.789	0.633	5.594	4.658
Eesti Elektriijaam I	toimpõletus, põlevkivi	0.005	3.681	5812.219	9.687	9.687	9.687	9.687	0.429	2.719	7.584	1.294	0.083	329.679	0.139	835.358	851.253	2.059	7.570	0.105	0.084	17.858	11.494
Eesti Elektriijaam II	toimpõletus, põlevkivi	0.007	3.307	4195.174	12.339	9.871	9.871	11.845	2.620	3.586	7.309	0.020	0.000	220.957	1.292	561.854	93.953	2.509	3.274	0.348	0.279	1.843	1.658
Eesti Elektriijaam I	toimpõletus, põlevkivi	0.005	4.456	5270.163	14.373	9.582	9.582	16.290	21.841	3.137	6.395	0.243	0.247	236.317	2.567	602.870	698.632	2.436	3.699	0.255	0.204	4.537	3.239
Eesti Elektriijaam II	toimpõletus, põlevkivi	0.006	5.503	4997.413	18.978	12.652	12.652	12.652	54.046	54.773	56.124	0.520	0.000	221.945	0.164	562.492	414.734	2.070	2.842	1.347	1.080	0.687	2.319
Eesti Elektriijaam	toimpõletus, põlevkivi	0.004	4.256	12768.104	11.607	7.738	7.738	8.899	0.393	1.023	1.495	1.582	2.248	201.429	2.162	513.823	331.416	1.640	4.039	0.471	0.378	2.513	2.256
Balti Elektriijaam	põlevkivi+10% hakkepuut	0.015	9.450	21734.850	18.900	23.625	23.625	23.625	133.511	154.512	165.388	38.158	25.509	583.414	0.039	1477.944	0.000	4.659	51.236	0.589	0.473	3.228	2.875
Balti Elektriijaam I	põlevkivi+10% hakkepuut	0.011	8.019	15546.334	28.638	20.456	20.456	20.456	30.412	46.233	53.968	35.715	20.405	640.887	1.589	1626.092	0.933	7.448	59.794	0.078	0.063	10.626	6.862
Balti Elektriijaam II	põlevkivi+10% hakkepuut	0.014	7.669	12483.807	133.755	22.293	22.293	22.293	10.098	20.195	26.590	2.682	7.658	700.512	0.193	1774.825	0.000	3.921	32.162	0.058	0.046	19.833	12.684
Balti Elektriijaam I	põlevkivi 100%	0.013	5.833	10531.228	50.226	20.252	20.252	20.252	18.956	25.064	27.592	53.540	6.673	481.608	8.651	1234.283	0.000	4.494	31.952	0.502	0.403	3.162	2.712
Balti Elektriijaam II	põlevkivi 100%	0.011	5.905	9842.420	31.317	22.369	22.369	22.369	18.678	26.682	32.285	37.367	7.300	465.240	5.498	1187.608	0.046	2.648	35.028	1.512	1.212	7.953	7.167
Balti Elektriijaam III	põlevkivi 100%	0.015	5.825	8463.881	31.853	20.022	22.752	22.752	24.361	31.909	41.859	35.462	7.364	465.846	2.402	1184.028	0.000	2.655	36.637	2.020	1.620	5.644	6.410
KNC 4, Ahi I	põlevkivi, kivisöe segu + RDF	0.476	5.717	214405.4836	1548.484	809.976	3096.968	583.659	60.862	72.796	81.945	985.805	13.274	1861.256	0.109	4715.031	833.063	29.469	22.037	0.004	0.003	231.715	147.251
KNC 3, Ahi I	põlevkivi, kivisöe segu + RDF	6.894	8.953	161162.3443	1522.089	1163.950	3491.851	411.859	3.545	4.587	5.213	662.178	3.551	2811.968	0.000	7123.153	1254.151	51.071	86.215	4.263	3.418	438.837	284.818
KNC 3, Ahi II	põlevkivi, kivisöe segu + RDF	14.753	26.556	255720.7146	1573.666	1573.666	4819.352	934.364	10.217	16.387	24.098	662.178	3.551	2811.968	0.000	7123.153	1254.151	51.071	86.215	4.263	3.418	438.837	284.818
IRU	Jäätmed	0.009	3.150	4396.613	25.592	22.311	45.279	24.280	-	-	-	4.105	0.000	681.688	2.697	1731.277	-	-	-	-	-	-	-
IRU I	Jäätmed	0.005	1.918	3111.027	6.741	6.741	11.407	8.296	-	-	-	18.613	0.000	454.687	2.446	1155.834	-	-	-	-	-	-	-
IRU II	Jäätmed	0.008	2.934	5518.536	33.530	15.368	40.516	49.597	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
Anne Soojus	Hakkepuut + 10% turvas	0.012	2.901	8159.625	22.666	11.786	22.666	20.852	-	-	-	223.435	0.000	729.566	5.243	1856.767	-	-	-	-	-	-	-
Anne Soojus	Hakkepuut + 10% turvas	0.037	11.574	19787.557	37.335	28.001	56.003	37.335	-	-	-	423.269	0.000	718.519	3.612	1835.041	-	-	-	-	-	-	-
Anne Soojus	Hakkepuut + 10% turvas	0.010	2.230	6064.400	4.459	4.459	8.918	4.459	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
Võru Laane Katlamaja	Hakkepuut	0.003	1.190	1799.195	4.982	4.152	7.750	4.152	34.201	37.442	37.442	172.289	0.000	146.989	0.699	373.500	-	-	-	-	-	-	-
Võru Laane Katlamaja I	Hakkepuut	0.004	1.164	3092.887	3.326	3.326	5.654	4.989	28.763	36.956	39.223	296.478	0.000	146.775	4.366	379.018	-	-	-	-	-	-	-
Võru Laane Katlamaja II	Hakkepuut	0.001	0.329	786.704	1.287	0.715	1.645	1.073	36.543	45.176	48.369	115.847	0.000	155.757	3.731	400.722	-	-	-	-	-	-	-

Eesti Keskkonnauringute Keskus OÜ

Tööstus	Tehnoloogia, kütus	PCDD/F, ng/MJ	HCB, ng/MJ	PAH, ng/MJ	BaP, ng/MJ	BkF, ng/MJ	BbP, ng/MJ	Indeno, ng/MJ	PM1, mg/MJ	PM2.5, mg/MJ	PM10, mg/MJ	CO, mg/MJ	N2O, mg/MJ	NO, mg/MJ	NO2, mg/MJ	NOx, mg/MJ	SO2, mg/MJ	NH3, mg/MJ	HCl, mg/MJ	HF, mg/MJ	CH4, mg/MJ	VOC, mg/MJ	NMVOC, mg/MJ	
VõruSoo Katlamaja 6 MW I	Hakkepuit	0.007	1.241	2563.903	12.406	4.135	8.271	4.135	139.721	145.916	147.063	95.618	0.000	320.470	7.652	824.444	-	-	-	-	-	-	-	-
VõruSoo Katlamaja 6 MW II	Hakkepuit	0.005	1.525	3150.638	11.688	12.704	29.474	9.147	86.600	105.175	107.399	43.156	0.000	338.109	9.304	871.855	-	-	-	-	-	-	-	-
VõruSoo Katlamaja 6 MW I	Hakkepuit	0.003	0.959	2124.259	7.880	8.566	19.872	6.167	225.775	247.723	250.104	378.581	0.000	297.105	6.734	763.740	-	-	-	-	-	-	-	-
Võru Katlamaja 10 MW I	Hakkepuit	0.007	1.265	3921.828	6.326	6.326	14.549	6.326	19.292	21.101	4.421	97.517	0.000	526.416	26.492	1377.266	-	-	-	-	-	-	-	-
Võru Katlamaja 10 MW II	Hakkepuit	0.013	1.349	4442.826	22.214	15.867	39.668	11.900	153.257	212.436	216.077	85.385	0.000	557.209	23.589	1450.471	-	-	-	-	-	-	-	-
Võru Katlamaja 10 MW III	Hakkepuit	0.014	1.610	4106.736	22.547	16.105	40.262	12.079	19.805	28.491	2.780	124.793	0.000	576.599	40.998	1528.353	-	-	-	-	-	-	-	-

6 Kokkuvõte

Töö raames teostati mõõtmiste põhjal arutati väikepõletusseadmete jaoks uuringuga hõlmatud saasteainete eriheited, mille põhjal on hiljem võimalik arvutuslikult hinnata heitkoguseid eramupiirkondadest, mis võimaldab Keskkonnaministeeriumi Keskkonnateabe Keskusel arvutada riiklikke heitkoguseid ja koostada nende põhjal asjakohaseid emissioonide andmebaase, mida kasutatakse omakorda välisõhu kvaliteedi arvutuslikul hindamisel ja direktiividest 2008/50/EÜ ja 2004/107/EÜ tulenevate kohustuste täitmisel. **Projekti raames leiti Eesti spetsiifilised eriheited olulistele saasteainetele, mida võiks võtta aluseks heitkoguste aruandluse koostamisel.**

Saasteainete emissioonigaaside proovid võeti kuumadest suitsugaasidest. Kodumajapidamistes kasutatavate küttekollete emissioonigaaside mõõtmised teostati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ahjulaboris. Küttekolletena kasutati Eestis laialt levinud umbkoldega ahju (Joonis 1) ja standardile EVS-EN 15544 vastavas kamin-ahjus (Joonis 2).

Tööstuslike saasteallikate proovid võeti järgmistest kütistest:

- Tartu Luunja katlamaja >50MWth
- Võrusoo katlamaja 10,2 MWth
- Võrusoo katlamaja 6 MWth
- Võru Laane katlamaja 0,8 MWth
- Narva Elektriijaamades:
 - tolmpõletusel (kõrgete kontsentratsioonide tõttu teostati mõõtmised peale filtreid ning leiti arvutuslikult kontsentratsioonid enne filtreid),
 - filtritega tolmpõletusel,
 - põlevkivi põletamisel keevkihtkatlas;
 - põlevkivi ja biokütuse põletamisel keevkihtkatlas;
- tsemenditootmisel Kunda Nordic Tsemendis;
- jäätmete põletusel Iru Soojuselektriijaama jäätmeblokis.

Pottseppadelt kogutud informatsiooni kohaselt oli aastal 1990 kasutusel valdavalt (98%) umbkoldega ahjud ning uuele tehnoloogiale (nn soome tüüpi ahjud e. EVS-EN 15544 vastavad ahjud) vastavate ahjude osakaal oli ca 2%. Aastal 2010 oli antud suhe hinnanguliselt vastavalt 50% ja 50% ning aastaks 2030 peaks antud suhe muutuma vastavalt 20% ja 80%.

Statistikaameti andmete kohaselt oli aastatel 2000 ja 2005 olmejäätmete kogumissüsteemiga liitunud 79% Eesti elanikkonnast. 2010. aastaks oli kogumissüsteemiga liitunute osakaal tõusnud 90 protsendini ja 2012. aastal olmejäätmete kogumissüsteemiga liitunud 95% Eesti elanikkonnast. Sellest tulenevalt võib arvata, et korraldatud jäätmeveoga

liitunud või mitte liitunud inimesed ei põleta prügi sellest vabanemise eesmärgil, vaid jäätmeid põletatakse harjumusest (jäätmeid kasutatakse tule hakatuseks, kütmiseks vms). Jäätmete koduahjus põletamise katsete aluseks on Eesti keskmine leibkond. Eesti leibkonnad on väikesed— Statistikaameti andmetel oli leibkondade keskmine suurus 2011 aastal 2,13. Arvutustes võtame arvesse 3- liikmelise leibkonna kui Eesti keskmise.

On keeruline hinnata, milliseid jäätmeid kodumajapidamises täpsemalt põletatakse. Võib arvata, et tegu on plasti, paberi ja papi, puidu, muu põlema materjali ja tekstiili ning rõivastega (Tabel 6). MTÜ Eesti Korstnapühkijate Koja hinnangul põletatakse Eesti kodudes lisaks paberile ja papile ka tetrapakendeid, mähkmeid, hügieenisidemeid, erinevad kilepakendeid, jalatseid, riidejääke jne. MTÜ Eesti Korstnapühkijate Koja arvates on jäätmete kodune põletamine tänu kasvavale teadlikkusele ning uuenenud tehnoloogiale kütteseadmetes langevas trendis. Inimesi motiveerib jäätmeid mitte põletama ka see, et jäätmetega küttes kuluvad küttekehad kiiremini ning nende hooldamine/remont on kallim.

Vastavalt töö lähteülesandele mõõdeti erinevate sektorite saasteainete eriheid, mis on toodud Tabel 20 ja Tabel 21. Lisaks leiti kütmiseks kasutatavate tehnoloogiate ja kütтелиikide osakaalud (vastavalt Joonis 11 ja Joonis 12) alates 1990 kuni 2030. Tulevikutrendide leidmisel võeti aluseks Tartu Ülikooli teaduri M.Kaasiku töö „Tallinna piirkonna ja Tartu kohtkütte energiatarve, saasteainete heitmed ja tendentsid aastatel 1990 – 2020“, mille tulemusi laiendati kogu Eestile. Eeldati, et uue ja vana tehnoloogia muutused on sarnased nii tööstus kui ka kodumajapidamissektoris.

Antud töö raames mõõdetud eriheidid saab kasutada edaspidistes saasteainete heitkoguste inventuurides ja seda nii tööstuslikest allikatest ja kodumajapidamistest pärinevate saasteainete heitkoguste hindamisel. Antud töö tulemusi saab kasutada kodumajapidamissektori nn uue tehnoloogia heitkoguse hindamisel ning aruande „Genfi piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni püsivate orgaaniliste saasteainete protokollinõuete täitmine“ eriheidid nn vana tehnoloogia heitkoguse hindamisel.