OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus

2021 a. halduslepingu Lisa 6

EKUK

Õhuvaliteedi- ja kliimaosakond

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus

Vahearuanne 2021 a.

Tallinn 2022

Kinnitas:

Erik Teinemaa

Õhu- ja kliimaosakonna juhataja

Aruande koostajad:

Marek Maasikmets

Cris-Tiina Pärn

Hanna-Lii Kupri

Stanislav Štõkov

Kristin Puusepp

Keio Vainumäe

Allan Kaasik

Aser Sikk

Hannes Keernik

Sirly-Ann Meriküll

Reelika Mägi

Peeter Priks

Arkadi Ebber

Magnar Vainumäe

Eva-Maria Veermäe

EKUK

Töö nimetus:

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus, 2021 a. aruanne

Töö autorid:

Erik Teinemaa
Marek Maasikmets
Cris-Tiina Pärn
Hanna-Lii Kupri
Stanislav Štõkov
Kristin Puusepp
Keio Vainumäe
Allan Kaasik
Aser Sikk
Hannes Keernik
Sirly-Ann Meriküll
Reelika Mägi
Peeter Priks
Arkadi Ebber
Magnar Vainumäe
Eva-Maria Veermäe

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium
Narva mnt 7a
Tallinn
Eesti

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ
Marja 4D
Tallinn, 10617
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee

EAK poolt akrediteeritud katselabor registreerimisnumbriga L008.

Tellimuse nr: **HL Lisa 6**
Töö valmimisaeg: **15.01.2022**

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. Labor ei vastuta kliendi esitatud teabe õigsuse eest.

Sisukord

1 Sissejuhatus 14
2 Energeetika valdkonna tegevused 15
2.1 Kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete riigispetsiifiliste eriheitetegurite ajakohastamiseks kasutatavate mõõtesüsteemide täiendamine, sealhulgas mõõtevõimekuse suurendamine (lõpp 2021) 15
2.1.1 2020 a. tegevused 15
2.1.2 2021 a. tegevused 16
2.2 Energeetikasektori KHG ja õhusaasteainete inventuuri kohtkütte sektori ruumilise paiknemise ja sektoris kasutatavate kütteseadmete inventuur (lõpp 2021) 17
2.2.1 2020 a. tegevused 17
2.2.2 2021 a. tegevused 23
2.2.2.1 Uuendatud kohtkütte heitkoguste andmebaasi kasutamine toetusskeemide vähendamismeetmete planeerimisel 23
2.2.2.2 Kondenseeruvad peenosakesed 25
2.3 Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitetegurite kontrollmõõtmised ja andmestike uuendamine KHG ja õhusaasteainete aruandluseks (lõpp 2023) 27
2.3.1 Esialgsete mõõtmistulemuste eriheidete mõju KHG riiklikele heitkogustele 34
2.3.2 Emissioonigaaside mõõteseadmed ja metoodikad 34
2.3.2.1 Suitsugaaside koostis 34
2.3.2.2 Summaarsed tahked osakesed (PM_{sum}) 34
2.3.2.3 Peenosakesed (PM_{10}, $PM_{2.5}$) 34
2.3.2.4 Lenduvad orgaanilised ühendid (CH_4 ja THC) 34
2.3.2.5 Suitsugaaside füüsikalised parameetrid 35
2.3.2.6 BC analüüs 35
2.3.3 Välisõhu mõõtmised 35
2.3.3.1 Seadmed ja metoodika 37
2.3.3.2 Välisõhu mõõtetulemused 37
2.3.3.3 Meteoroloogilised tingimused mõõtepunktis 37
2.3.3.4 Mõõtetulemused 39
2.3.4 Välisõhu mõõtetulemuste kokkuvõte 43
2.3.5 Mõõdetud eriheidete valideerimine 43

2.3.6 Eriheidete arvutused ... 47
3 Kasvuhoonegaaside inventuuri andmetöötluskeskkonna arendamine (lõpp 2023) ... 55
4 Transpordi valdkonna tegevused ... 57
4.1 Transpordisektori KHG inventuuri Exceli arvutuste üleminek COPERTi mudelile arvutustele (lõpp 2021) ... 57
4.2 Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine (lõpp 2021) ... 57
4.3 Transpordisektori KHG ja õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021) ... 77
4.3.1 Sissejuhatus ... 77
4.3.2 Andmebaasid ... 79
4.3.3 Metoodika ... 81
4.3.4 Eriheitetegurid ... 81
4.3.5 Välisõhutingimused ... 84
4.3.6 Eriheitetegurite valik ... 85
4.3.7 Kontrollarvutused ... 85
4.3.8 Transpordisektori KHG ja õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamise kokkuvõte ... 88
4.4 Integreeritud KHG ja õhusaasteainete transpordiprognooside süsteem (lõpp 2023) ... 89
5 Tööstuse valdkonna tegevused ... 90
5.1 Tööstusprotsesside sektori õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021) ... 90
5.1.1 Asfaltsegud ja nende laotamine ... 90
5.1.2 Heited asfaldi laotamisest ... 92
5.1.3 Kirjanduse ülevaade - saasteainete kontsentratsioonid ja eriheited ... 93
5.1.4 Kasutatud mõõtemetoodikad ... 97
5.1.5 Heitkoguste ja heitetegurite määramise metoodika ... 98
5.1.6 Heitetegurite leidmine ... 100
5.1.7 Teostatud mõõtmised ja asfaltsegud ... 100
5.1.8 Tulemused ... 104
6 Põllumajanduse valdkonna tegevused ... 108
6.1 Eesti lauda- ja sõnnikukäitlustehnoloogiate ja nende mõju kaardistamine (lõpp 2021) ... 108
6.1.1 2020 a. tegevused ... 108

6.1.2 2021 a. tegevused 118
6.2 Kariloomade söödaplaanide uuring (lõpp 2022) 126
6.3 Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine (lõpp 2023) 127
6.4 Põllumajanduses kasutatavate anorgaaniliste väetiste algandmete väljaselgitamine (lõpp 2021) 131
6.4.1 2020 ja 2021 a. tegevused 131
6.5 Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest (lõpp 2023) 133
7 LULUCF valdkonna tegevused 135
7.1 Eesti põllumajandusmuldade süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris (lõpp 2023) 135
7.2 Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade (drained organic forest soils) heite ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris (lõpp 2023) 137
8 KHG aruandluse arendustegevuste potentsiaalsed mõjud Eesti kasvuhoonegaaside heitkogustele 2021 a. seisuga 138
8.1 Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitetegurite kontrollmõõtmised ja andmestike uuendamine KHG ja õhusaasteainete aruandluseks 138
8.2 Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine 139
8.3 Kariloomade söödaplaanide uuring 140
8.4 Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine 142
8.5 Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade (drained organic forest soils) emissioonide ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris 143
8.6 Eesti põllumajandusmuldade süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris 144
9 Üldkoordineerimine 146
10 Kasutatud kirjandus 147
11 Lisad 150

Tabelid

Tabel 1 Näidis esitatud EHR väljavõttest 21
Tabel 2. Mõõteseadmed 37

Tabel 3. Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused 37
Tabel 4. Meteoroloogilised parameetrid mõõteperioodil 38
Tabel 5. Välisõhu kvaliteedi mõõtekampaania tulemused 43
Tabel 6 Hakkepuidu katelde eriheited 47
Tabel 7 Põlevkiviõli katelde eriheited 48
Tabel 8 Maagaasi katelde eriheited 49
Tabel 9 Jäätmepõletuskatla eriheited 50
Tabel 10 Turbakatelde eriheited 50
Tabel 11 Pelletikatelde eriheited 51
Tabel 12 Maagaasil töötava asfalditehase eriheited 51
Tabel 13 Põlevkiviõlil töötava asfalditehase eriheited 51
Tabel 14 Ahja moodulahju eriheited 52
Tabel 15 Pilukoldega ahju eriheited 52
Tabel 16 Restkoldega ahju eriheited 53
Tabel 17 Umbkoldega ahju eriheited 53
Tabel 18 Pilukoldega pliidi eriheited 54
Tabel 19 Restkoldega pliidi eriheited 54
Tabel 20 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 1990 – 2020, tk 58
Tabel 21 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 59
Tabel 22 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk 61
Tabel 23 Traktorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 62
Tabel 24 Traktorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, bensiin kilotonni 62
Tabel 25 Eskavaatorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 63
Tabel 26 Ekskavaatorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 64
Tabel 27 Kombainide jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 65
Tabel 28 Kombainide heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 66
Tabel 29 Laadurite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 67
Tabel 30 Laadurite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 68
Tabel 31 Metsatöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 69
Tabel 32 Metsatöömasinate heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 70
Tabel 33 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 71
Tabel 34 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk 71
Tabel 35 Sihtotstarbelise heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 73
Tabel 36 Sihtotstarbelise heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, bensiin kilotonni .. 74
Tabel 37 Teetöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 74
Tabel 38 Teetöömasinate heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni 76
Tabel 39 Olemasolevad eriheitetegurid 2010 - 2019 79
Tabel 40 Olemasolevad eriheitetegurid 2010-2019 79
Tabel 41 Rootsi ja Saksamaa eriheitetegurid sõiduautodele, g/km 82
Tabel 42 Lipasto ja EMEP/EEA 2019 eriheitetegurid sõiduautodele, g/km 82

Tabel 43 Eesti eriheitetegurid sõiduautodele, g/km ... 82
Tabel 44 Rootsi, Saksamaa, Norra eriheitetegurid linnaliinibussidele, g/km ... 83
Tabel 45 Lipasto ja EMEP/EEA 2019 eriheitetegurid sõiduautodele, g/km ... 83
Tabel 46 Eesti eriheitetegurid linnaliinibussidele, g/km ... 83
Tabel 47 Rootsi eriheitetegurid kergeveokitele, g/km ... 84
Tabel 48 Saksamaa eriheitetegurid kergeveokitele, g/km ... 84
Tabel 49 Eriheitetegurid raskeveokitele ... 84
Tabel 50 Keskmised välisõhutemperatuurid ... 85
Tabel 51 PMsum mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 94
Tabel 52 PM_{10} mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 95
Tabel 53 $PM_{2.5}$ mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 95
Tabel 54 NMVOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 95
Tabel 55 BC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 96
Tabel 56 VOC ja TOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid ... 96
Tabel 57 Proovivõtu kohad ja parameetrid ... 101
Tabel 58 Pidevmõõtmiste tulemused asfaldi laoturil ... 105
Tabel 59 Mõõdetud taustakontsentratsioonid ... 105
Tabel 60 Heitevood kastimeetodi põhjal I ... 105
Tabel 61 Heitevood kastimeetodi põhjal II ... 105
Tabel 62 NMVOC heitevood ... 106
Tabel 63 Heitetegurid I ... 106
Tabel 64 Heitetegurid II ... 106
Tabel 65 EMEP/EAA Guidebook eriheited ... 112
Tabel 66 PMsum eriheited (kg/looma või linnu kohta aastas) ... 116
Tabel 67 Mõõdetud käitiste koordinaadid ja mõõteajad ... 124
Tabel 68 Mõõdetud veisekasvatuste hoidlatüübid ning loomade andmed ... 124
Tabel 69 Mõõdetud seakasvatuste hoidlatüübid ning loomade andmed ... 124
Tabel 70 Kasutatud substraatide jaotus ja substraatide keskmine kuivaine sisaldus Koksvere biogaasijaamas ... 128
Tabel 71 Biogaasijaamades kasutatud sõnniku kogus loomaliikide lõikes ... 128
Tabel 72 2018. aasta CH_4 heitkogused kodumajapidamiste alamsektoris ... 138
Tabel 73 Näiteid Euroopa Liidu riikide riigispetsiifilistest biomassi CH_4 eriheiteteguritest ning nende potentsiaalsest mõjust Eesti heitkogustele ... 138

Tabel 74 2018. aasta CH_4 ja N_2O heitkogused liikuvatest heiteallikastest (va maanteetransport, siseriiklik lennundus ja laevandus ning raudteetransport) 139
Tabel 75 Näiteid Euroopa Liidu riikide riigispetsiifilistest bensiini ja diisli CH_4 ja N_2O eriheiteteguritest ning nende potentsiaalsest mõjust Eesti heitkogustele 140
Tabel 76 Piimalehmade sööda kuivaine seeduvus Eestis 141
Tabel 77 Piimalehmade sööda kuivaine seeduvus teistes riikides 141
Tabel 78 Piimalehmade seedeprotsessidest pärineva CH4 heide 142
Tabel 79 Eesti potentsiaalne heitkogus Taani näitel 143
Tabel 80 2018. aasta kuivendatud metsamaa turvasmuldadest tulenevad CH_4 ja N_2O heitkogused 144
Tabel 81 Eesti potentsiaalne kuivendatud metsamaa turvasmuldade heitkogus 144
Tabel 82 Eesti potentsiaalne heitkoguse muutus 145
Tabel 83 Muudatused võrreldes esialgse kooskõlastatud katelde nimekirjaga 151
Tabel 84 Adven Eesti AS Kose katlamaja üldandmed 153
Tabel 85 Katel 1 parameetrid mõõtmiste ajal 153
Tabel 86 Katel 2 parameetrid mõõtmiste ajal 154
Tabel 87 AS Viru-Nigula Saeveski üldandmed 155
Tabel 88 Katel Lin-Ka parameetrid mõõtmiste ajal 155
Tabel 89 Katel Justsen parameetrid mõõtmiste ajal 155
Tabel 90 Utilitas Eesti AS Keila katlamaja üldandmed 156
Tabel 91 Hakkepuidu katla parameetrid mõõtmiste ajal 156
Tabel 92 11,2 MW Põlevkiviõlikatla parameetrid mõõtmiste ajal 157
Tabel 93 Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja üldandmed 157
Tabel 94 5,68 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal 158
Tabel 95 11,36 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal 158
Tabel 96 MO-Puit Jõgeva AS üldandmed 159
Tabel 97 Katel AK1000S parameetrid mõõtmiste ajal 159
Tabel 98 Elering Kiili GRJ üldandmed 160
Tabel 99 Gaasiküttekatel A parameetrid mõõtmiste ajal 160
Tabel 100 Gaasiküttekatel B parameetrid mõõtmiste ajal 161
Tabel 101 Toftan AS üldandmed 161
Tabel 102 8 MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal 161
Tabel 103 5MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal 162
Tabel 104 Valio Eesti AS üldandmed 163
Tabel 105 Katel TTK-70 parameetrid mõõtmiste ajal 163
Tabel 106 Katel BOSCH parameetrid mõõtmiste ajal 163
Tabel 107 Tariston Harku ABT üldandmed 164
Tabel 108 Harku ABT parameetrid mõõtmiste ajal 164
Tabel 109 Tariston Raadi ABT üldandmed 165
Tabel 110 Tariston Raadi ABT parameetrid mõõtmiste ajal 165

Tabel 111 UPM-Kymmene Otepää OÜ üldandmed ... 166
Tabel 112 Kihtkoldega katla parameetrid mõõtmiste ajal ... 166
Tabel 113 Enefit Green AS Iru elektrijaama üldandmed ... 167
Tabel 114 Jäätmepõletusploki parameetrid mõõtmiste ajal ... 167
Tabel 115 Anne Soojus AS üldandmed ... 168
Tabel 116 Katel WA02 parameetrid mõõtmiste ajal ... 168
Tabel 117 SW Energia leektorukatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 168
Tabel 118 Tamsalu kalor AS üldandmed ... 169
Tabel 119 Tamsalu kalor AS biokatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 170
Tabel 120 Adven Eesti AS Viruvere katlamaja üldandmed ... 170
Tabel 121 Adven Eesti AS Viruvere aurukatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 170
Tabel 122 Adven Eesti AS Kose-Uuemõisa katlamaja üldandmed ... 171
Tabel 123 Veekatla K-1 parameetrid mõõtmiste ajal ... 171
Tabel 124 Veekatla K-2 parameetrid mõõtmiste ajal ... 172
Tabel 125 Adven Eesti AS Viljandi Ekseko seafarmi üldandmed ... 173
Tabel 126 Biokatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 173
Tabel 127 Katel Vitoplex 200, SA-20 parameetrid mõõtmiste ajal ... 173
Tabel 128 Adven Eesti AS Viru-Nigula katlamaja üldandmed ... 174
Tabel 129 Veekatel nr.2 parameetrid mõõtmiste ajal ... 174
Tabel 130 Anne Soojus AS Anne katlamaja üldandmed ... 175
Tabel 131 Veekatel W01 parameetrid mõõtmiste ajal ... 175
Tabel 132 Veekatel W02 parameetrid mõõtmiste ajal ... 176
Tabel 133 Veekatelde W01 ja W02 peale pesurit parameetrid mõõtmiste ajal ... 176
Tabel 134 Anne Soojus AS Puiestee katlamaja üldandmed ... 177
Tabel 135 100% koormusega gaasikatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 177
Tabel 136 30% koormusega gaasikatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 178
Tabel 137 Anne Soojus AS Aardla katlamaja üldandmed ... 178
Tabel 138 Veekatla parameetrid mõõtmiste ajal ... 179
Tabel 139 Anne Soojus AS Ropka katlamaja üldandmed ... 179
Tabel 140 Katel K-1 parameetrid mõõtmiste ajal ... 180
Tabel 141 Katel K-2 parameetrid mõõtmiste ajal ... 180
Tabel 142 Tootsi Turvas AS Lavassaare katlamaja üldandmed ... 181
Tabel 143 Tootsi Turvas AS Lavassaare katlamaja andmed mõõtmiste ajal ... 181
Tabel 144 Tootsi Turvas AS Mooste katlamaja üldandmed ... 182
Tabel 145 Hakkepuidu katla parameetrid mõõtmiste ajal ... 182
Tabel 146 Utilitas Eesti AS Jõgeva katlamaja üldandmed ... 183
Tabel 147 Biokütuse katla parameetrid mõõtmiste ajal ... 183
Tabel 148 Enefit Green AS Paide Elektrijaama üldandmed ... 184
Tabel 149 HA-40 parameetrid mõõtmiste ajal ... 184
Tabel 150 Katel Wärtsila Biograte parameetrid mõõtmiste ajal ... 184

Tabel 151 Jeld-Wen Eesti AS üldandmed 185
Tabel 152 Katel LAKA parameetrid mõõtmiste ajal 185

Joonised

Joonis 1 Prognoositav primaarenergia hulk (MJ/m^2/aastas) aastani 2050 18
Joonis 2 Prognoositav $PM_{2.5}$ heide (g/m^2/aastas) aastani 2050 18
Joonis 3 $PM_{2.5}$ kuupõhine eriheide asulatüüpide lõikes 19
Joonis 4 Väljavõte katastriüksuse kaardikihist, kus on eristatud kohtkütte katastriüksused (1:750 000) 22
Joonis 5 Väljavõte Tallinna piirkonna kohtkütte andmebaasist 22
Joonis 6 PM2.5 aastakeskmised kontsentratsioonid (µg/m^3) kohtkütte sektorist 24
Joonis 7 Rahvastiku ruutkaart modifitseeritud $PM_{2.5}$ lävikontsentratsiooni põhjal 25
Joonis 8 Ahja pilukoldega moodulahi 28
Joonis 9 Pilukoldega ahi 29
Joonis 10 Sooome tüüpi restkoldega ahi 30
Joonis 11 Umbkoldega ahi 31
Joonis 12 Pilukoldega pliit 32
Joonis 13 Restkoldega pliit 33
Joonis 14 Mõõtepunkti asukoht, Valdeku 15, Nõmme, Tallinn 36
Joonis 15. Tuulteroos mõõteperioodil 38
Joonis 16. $PM_{2,5}$ 1h kontsentratsioon 39
Joonis 17. PM_{10} 1h kontsentratsioon 39
Joonis 18. PM_{10} 24h kontsentratsioon 40
Joonis 19. PM_{10} 24h kontsentratsioon gravimeetrilisel meetodil 40
Joonis 20. CO 8h keskmistatud kontsentratsioon 41
Joonis 21. NOx kontsentratsioon 41
Joonis 22. NH_3 kontsentratsioon 42
Joonis 23. BC kontsentratsioon 42
Joonis 24 Kohtkütte sektori heite eraldumise ajaline dünaamika kuude lõikes 44
Joonis 25 Kohtkütte sektori heite eraldumise ajaline dünaamika ööpäeva lõikes 44
Joonis 26 PM2.5 keskmine modelleerimistulemus (µg/m^3) mõõteperioodi (16.11.2021–15.12.2021) kohta 45
Joonis 27 Mõõdetud ja modelleeritud ($PM_{2.5}$ EF = 249.94 mg/MJ) $PM_{2.5}$ tulemused, µg/m^3 46
Joonis 28 Mõõdetud ja modelleeritud ($PM_{2.5}$ EF = 42,06 mg/MJ) $PM_{2.5}$ tulemused, µg/m^3. 46
Joonis 29 II etapi ajakava 2021 55
Joonis 30 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 1990 – 2020, tk 59
Joonis 31 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 60

Joonis 32 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk 61
Joonis 33 Ekskavaatorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 64
Joonis 34 Kombainide jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 66
Joonis 35 Laadurite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 68
Joonis 36 Metsatöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 70
Joonis 37 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 72
Joonis 38 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk 73
Joonis 39 Teetöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk 75
Joonis 40 CH_4 heitkoguste võrdlus 2010-2019 86
Joonis 41 N_2O heitkoguste võrdlus 2010-2019 86
Joonis 42 NO_x heitkoguste võrdlus 2010-2019 87
Joonis 43 NMVOC heitkoguste võrdlus 2010-2019 87
Joonis 44 Kasvuhoonegaaside heitkoguste võrdlus 2010-2019 88
Joonis 45 Kasutatava tehnika põhimõtteskeem 92
Joonis 46 Asfaltsegu laotusprotsess 92
Joonis 47 Kastimeetodi põhimõte (Ortolando, 1985) 99
Joonis 48 Laotusprotsess ja heite mõõtepunktid 102
Joonis 49 Laoturi tasanduslaud ja heide 103
Joonis 50 Mõõtmisprotsess ja analüsaatorid laoturil 103
Joonis 51 Mõõtmine dünaamilise vookambriga 104
Joonis 52 Märja katselaudas olevad mõõteseadmed 109
Joonis 53 ACSM, SMPS (15-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemuste esialgsed korrelatsioonid Märja katselaudas 110
Joonis 54 ACSM ja Picarro poolt mõõdetud parameetrite esialgsed kvantiilid ning keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused Märja katselaudas 111
Joonis 55 Keskmine osakeste suurusjaotus kasutades ruumilist- ja numbrilist kontsentratsiooni 111
Joonis 56 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist vahemikus 22.12.2020 18:00 kuni 25.12.2020 00:00 112
Joonis 57 Picarro mõõdetud parameetrite ööpäevane muutlikkus 118
Joonis 58 Laudas mõõdetud tuule kiiruse, suhtelise õhuniiskuse ja temperatuuri ööpäevane käik 119
Joonis 59 ACSM mõõdetud parameetrite ööpäevane muutlikkus 119
Joonis 60 ACSM mõõdetud parameetrite muutlikkus nädala lõikes 120
Joonis 61 Picarro mõõdetud parameetrite muutlikkus nädala lõikes 120
Joonis 62 ACSM, SMPS (14-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemustel põhinevad korrelatsioonid Märja katselaudas perioodil 22.12.2020 – 01.04.2021 121
Joonis 63 NH_3 ja NH_4^+ vaheline sõltuvus Märja katselaudas perioodil 22.12.2020 – 01.04.2021 122

Joonis 64 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist Märja katselaudas vahemikus 15.01.2021 12:00 - 18.01.2021 122
Joonis 65 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist (võimalik nukleatsioonipuhang) vahemikus 07.10.2021 - 10.10.2021 123
Joonis 66 Keskmine osakeste suurusjaotus Märja katselaudas kasutades normaliseeritud numbrilist- ja ruumilist kontsentratsiooni 123
Joonis 67 Mõõdetud hoidlate asukohad 125

1 Sissejuhatus

KHG heitkoguste vähendamise eesmärgi saavutamise hinnangud tehakse lähtuvalt iga-aastasest KHG inventuurist, mille Eesti esitab nii Euroopa Komisjonile kui ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni sekretariaadile. KHG inventuuri eesmärgiks on saada ülevaadet õhku paisatud KHG kogustest minevikus ja võetud kohustuste täitmisest. Euroopa puhta õhu paketi eesmärk on tagada olukord, kus aastaks 2030 vähendatakse kavandatud meetmete abil õhusaaste kahjulikku mõju inimese tervisele 40% võrreldes aastaga 2005.

Riiklikel KHG ja õhusaasteainete inventuuril on oluline roll ülalmainitud eesmärkide saavutamisel, kuna inventuuri abil hinnatakse riiklikke heitkoguseid, mille juures on määrava tähtsusega inventuuri sisendandmete kvaliteet ning kasutatud eriheidete riigispetsiifilisus. KHG ja õhusaasteainete inventuurist saadud infomatsioon ja selle kvaliteet muutuvad aasta aastalt järjest olulisemaks, mis tähendab, et inventuuri koostamissüsteemi ja algandmete kvaliteet peavad olema väga head ning järjest enam peab tegelema riigispetsiifiliste metoodikate arendamisega. Riikidel on KHG ja õhusaasteainete inventuuri koostamisel võimalik kasutada erineva täpsusastemega metoodikaid (nn Tier 1, Tier 2, Tier 3 metoodikad) ja arvutamisel kasutatavaid eriheitetegureid, mis on kas vaikeväärtused, riigispetsiifilised, või ka ettevõtte spetsiifilised.

Käesoleva ülesandega antavad tegevused panustavad Eesti riikliku KHG ja õhusaasteainete aruandluse edasiarendusse kui ka riigispetsiifiliste metoodikate arendamisse, et saada võimalikult täpseid KHG ja õhusaasteainete heitkoguste hinnanguid, mille põhjal saavad ministeeriumid kujundada efektiivset keskkonna- ja kliimapoliitikat.

Alljärgnevalt on toodud 2021 a. tegevuste kirjeldused ning tulemused. 2021 a. lõppenud tegevuste juurde on lisatud ka 2020 a. tulemused.

2 Energeetika valdkonna tegevused

2.1 Kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete riigispetsiifiliste eriheitetegurite ajakohastamiseks kasutatavate mõõtesüsteemide täiendamine, sealhulgas mõõtevõimekuse suurendamine (lõpp 2021)

Vastutav täitja: Erik Teinemaa

Kaastäitjad: Aivo Heinsoo, Keio Vainumäe

2.1.1 2020 a. tegevused

Käesoleva tegevuse raames kuulutati välja avalikud mõõteseadmete ja heitgaaside mõõtelabori ajakohastamise ehitamise hanked, mis toimusid ajavahemikul juuni kuni september 2020. 31.12.2020 seisuga on kõik 2020 a. tegevustesse plaanitud hanked läbi viidud, seadmed soetatud ja mõõtelabor ettenähtud mahus ajakohastatud. Avalike hangete läbiviimisel ega täitmisel olulisi tõrkeid ei esinenud. Viibib vaid ühe ahju paigaldus (Ahja Moodulahi), kuna tootjal esines tootmisprotsessis tõrkeid. Ahju paigaldus toimub kokkuleppe kohaselt hiljemalt 14.01.2021.

2021 a. hanked on ettevalmistamisel ning need kuulutatakse välja esimesel võimalusel, et vältida ajalist survet nagu seda esines kohati 2020 a. hangete läbiviimisel. KHG ja saasteainete heitkoguste mõõtmiste seadmepark täienes järgmiste seadmetega:

1. FID analüsaator - võimaldab mõõta suitsugaasidest CH_4 ja THC
2. Portatiivne kalibreerimisgaasi generaator/lahjendusseade – võimaldab kalibreerida heitgaaside mõõteseadmeid ka laborist eemal olles ning vajadusel heitgaase lahjendada
3. Muud laboritarvikud (heitgaasi filtrite kaalud ja kaaluruum, kuivatusahi, tõmbkapp) – võimaldab eel- ja järelkaaluda heitgaaside mõõtmistel kasutatavaid filtreid ning seda saab teha heitgaaside mõõtmiste laborimajas
4. Mobiilne eriotstarbeline heitgaaside mõõtelabor – võimaldab teostada pikemaajalisi heitkoguste mõõtmisi
5. Paul Gothe PM (PMsum, PM_{10}, $PM_{2.5}$) proovivõtuseadmed – võimaldavad koguda peenosakeste heiteproove erineva kontsentratsiooniga heiteallikatest
6. Tahkekütuse heitgaaside mõõtelabori ajakohastamine.

Ühe olulise tegevusena ajakohastati tahkekütuse heitgaaside mõõtelaborit, mis asub aadressil Marja 4d, Tallinn. Tööd hõlmasid endas uue ruumi väljaehitamist, mis võimaldab hoida ja hooldada, sh kalibreerida heitgaaside mõõtmistel kasutatavaid mõõteseadmeid ühes ruumis. Varasemalt oli selle tarbeks jagatud pind ahjulaboris, kuid ruumipuudusel ei olnud sealsetes tingimustes võimalik teostada seadmete hooldust, hoiustamist ja kalibreerimist ühes ruumis.

Koostöös MTÜ-ga Eesti Pottsepad valitud vastavat kvalifikatsiooni omavate pottseppade poolt toimus kohtküttes kasutatavate ahjude ja pliitide ehitamine, mille tulemusena valmisid järgmised küttekolded:

1. EVS-EN 15544 nõuetele vastav pilukoldega ahi, vastutav täitja Slepe OÜ
2. ÖNORM B8310 nõuete vastav pilukoldega pliit , vastutav täitja Slepe OÜ
3. Tüüpiline soemüüriga Eesti pliit , vastutav täitja Rakvere Küttesalong OÜ
4. Soome tüüpi kamin-ahi, vastutav täitja Koltsi Kaminad OÜ
5. Ahja moodulahi (seoses tootjapoolse tarneraskustega toimus ahju paigaldus 14.01.2021), vastutav täitja Ahja Moodulahi OÜ
6. Umbkoldega ahi (ehitus toimus jaanuris 2021), vastutav täitja Koltsi Kaminad OÜ. Kuigi hetkel on ahjulaboris olemas toimiv umbkoldega ahi, siis otsustati see lammutada, kuna olemasolev ahi ei ole teisaldatav ning jääb järgnevatele ehitustöödele (lahjendustunneli ehitus) ette.

Kõik ehitatud/ehitatavad ahjud/pliidid on teisaldatavad, mis võimaldab ahjulabori pinda ning valmivat lahjendustunnelit koos mõõtesüsteemidega kõige optimaalsemalt kasutada.

2.1.2 2021 a. tegevused

Käesoleva tegevuse raames kuulutati välja mõõteseadmete hanked ning 31.12.2021 seisuga on kõik planeeritud seadmed soetatud ning mobiilne eriotstarbeline heitgaaside mõõtelabor vajalikus mahus täiendatud. Avalike hangete läbiviimisel olid mõned viivitused seadmete tarnetes seoses seadme komponentide tarneraskustega, mistõttu esines tootjal tootmisprotsessis tõrkeid, kuid sellele vaatamata jõudsid kõik edaspidiseks tööks vajalikud seadmed 2021 a. aasta lõpuks kohale.

Emissioonimõõtmiste seadmepark täienes järgmiste seadmetega

1. Mobiilse eriotstarbelise heitgaaside mõõtelabori soojustamine, varustamine konditsioneeri ning sundventilatsiooniga, - proovivõtuliinide läbiviikudega, - elektriühendustega ja sondikanduritega – täiendused võimaldavad teostada pikemaajalisi emissioonimõõtmisi;
2. Mobiilne referentsmeetoditel põhinev emissioonigaaside pidevseire süsteem-täiendused võimaldavad teostada pikaajalisi emissioonimõõtmisi referents meetoditel (O_2, SO_2, NO_x, CO, CO_2, N_2O);
3. Heitgaaside lahjendustunneli ehitus kondenseeruvate peenosakeste proovivõtuks;
4. NH_3 emissioonigaaside analüsaator;
5. PM välisõhu proovivõtuseade – Seadmega saab täpselt mõõta peenosakeste sisaldust välisõhus eesmärgiga valideerida koduahjude mõõtmiste käigus saadavaid eriheitetegureid;
6. Ahjude kaal – Võimaldab hinnata reaalaajas kütusekulu;
7. CO_2 analüsaator – võimaldab hinnata suitsugaaside lahjendustegurit taustataseme määramise seisukohast.

2.2 Energeetikasektori KHG ja õhusaasteainete inventuuri kohtkütte sektori ruumilise paiknemise ja sektoris kasutatavate kütteseadmete inventuur (lõpp 2021)

Vastutav täitja: Marek Maasikmets
Kaastäitjad: Stanislav Štõkov, Marko Kaasik (TÜ Füüsika Instituut)

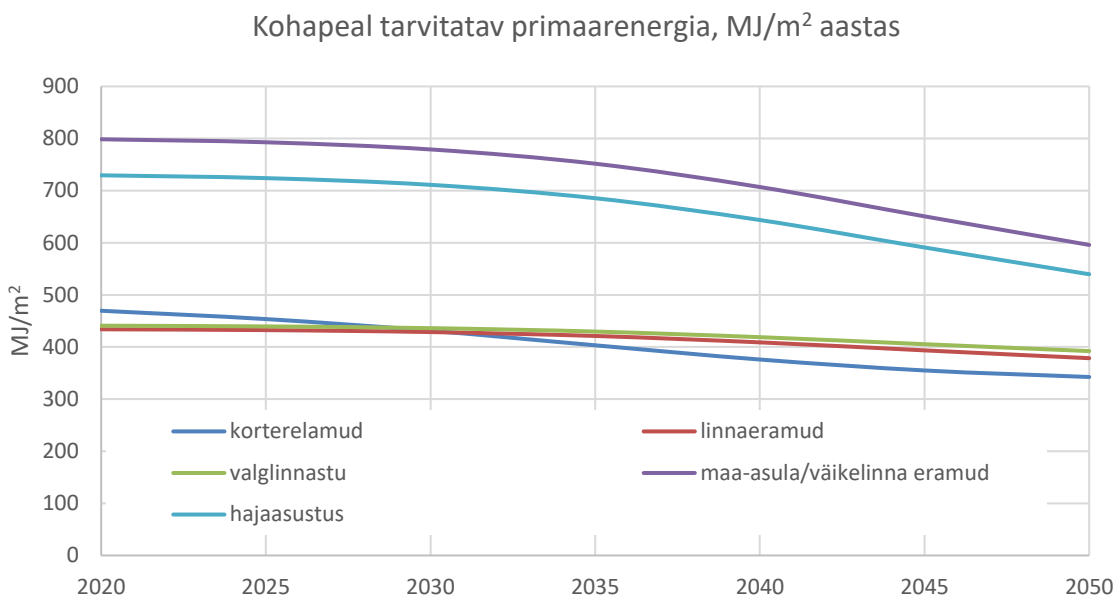
2.2.1 2020 a. tegevused

Tegevuse raames hinnati kohtkütte sektoris kasutatavate kütteseadmete paiknemist ja nende seisukorda ning inimeste kütmisharjumusi. Teostati küsitlused 136-s majapidamises. Töö tulemusel saadi uuendatud ülevaade Eesti kohtküttesektori kütteseadmetest, täpsustati varasemaid hinnanguid, hinnati olemasolevat olukorda ja teostati prognoos kuni aastani 2050. Esitati heitmete prognoos elamispinna ruutmeetri kohta kuni 2050. aastani. Heitmete prognoosimisel lähtuti ettevaatlikust stsenaariumist, et renoveerimisel väheneb majapidamiste energiatarve proportsionaalselt kõigis primaarenergia liikides, sh. elektri osas, mille tarvet (nii küte, kui boilerid kui muud majapidamisriistad) hinnati Statistikaameti andmete põhjal. Küsitlusest ilmnes, et paljud soovivad soetada soojuspumpasid. Siiski säilitatakse enamasti soojuspumba kõrval ka puuküte. Palju pööratakse tähelepanu ahjude ja pliitide uuendamisele, seega massilist loobumissoovi küsitlusest ei ilmne. Leidub neidki majapidamisi, kus tahetakse üle minna gaasile. Kaugküttest on huvitatud vähesed majapidamised.

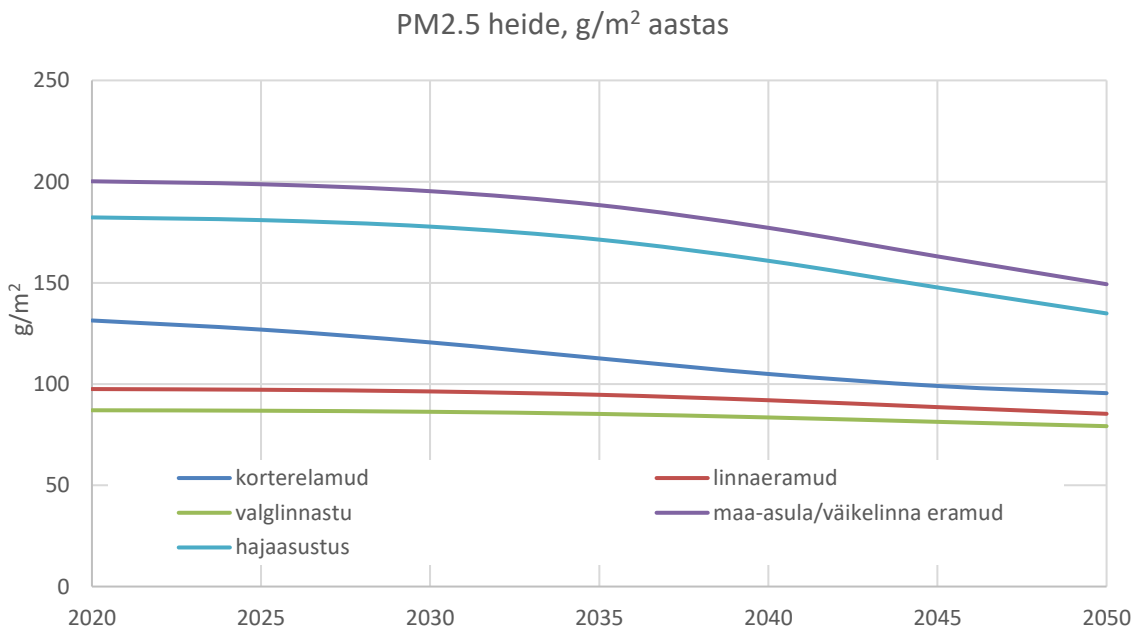
Küsitluse põhjal koostatud metoodika on väga detailiderohke, kuid üldine lähenemine põhines energiamärgise C lävendil 160 kWh aastas eramutele ja 150 kWh aastas kortermajadele, mis teisendati arvutustes SI ühikutesse. Energiatarve, mis on üle selle lävendi, väheneb ajas vastavalt renoveeritud elamispinna osakaalule, mis on saadud Tallinna Tehnikaülikooli koostatud arengukavast [1]. Antud töös pakutud stsenaariumi, et pool eramutest läheb keskküttele ja pool soojuspumpadele, ei ole arvestades Eesti hajusat asustust ning hetkeolukorda arvesse võttes, maapiirkondades kuigi tõenäoline. Arengukavas toodud eluruumide tühjenemise prognoosidega hetkel ei ole arvestatud, kuna see vajab GIS-i põhist analüüsi ning seda saaks teostada peale ehitisregistri põhjal valmiva uuendatud kohtkütte andmebaasi kasutuselevõttu. TalTech-i poolt koostatud arengukavas konstanteeritakse, et 2050.a. võib ääremaadel tühjeneda 80% eluruumidest, samal ajal kui keskustes praktiliselt olukord ei muutu. Kuna aga õhusaaste probleem on just tihedamalt asustatud kohtades, siis praktilises mõttes on tegemist olulise detailiga, mis vajab edasist analüüsi.

Valminud töö põhjal uuendati kohapeal tarvitatava primaarenergia hulka aastas pinnaühiku kohta (Joonis 1) ning selle põhjal tuletatud PM2.5 heidet (Joonis 2). Saadud tulemuste põhjal on võimalik laiendada heitmete hinnangut ka KHG-le ja õhusaasteainetele ning hinnata KHG ja õhusaasteainete aasta, nädala ja ööpäevakeskmist dünaamikat (Joonis 3).

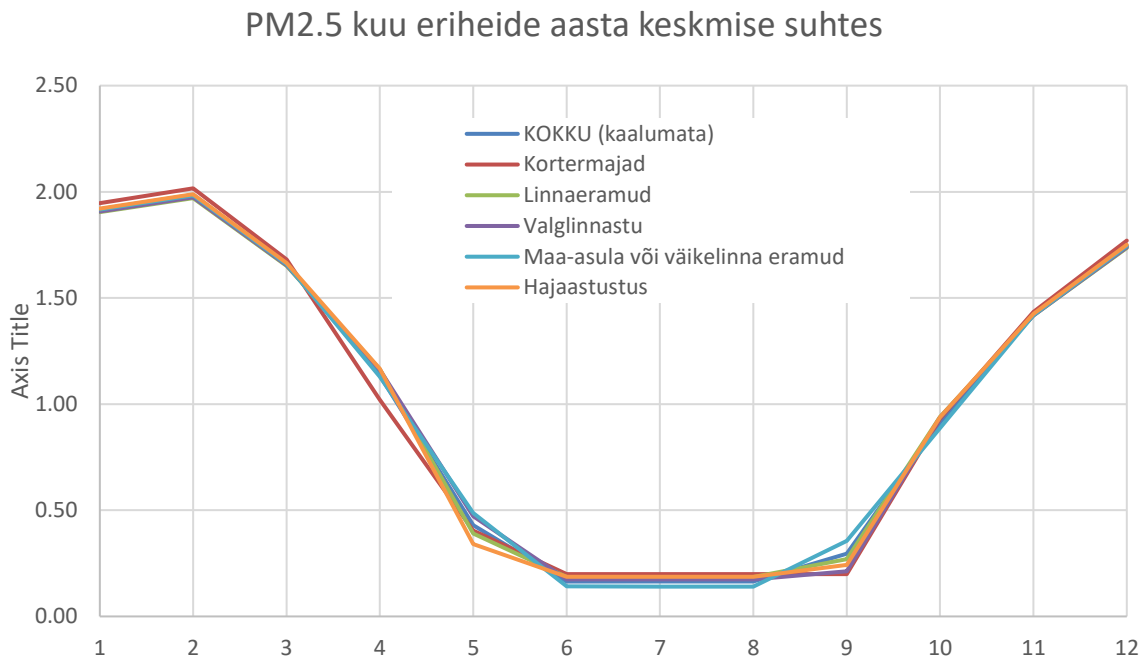
[1] Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia. Tallinna Tehnikaülikool, 2020



Joonis 1 Prognoositav primaarenergia hulk (MJ/m²/aastas) aastani 2050



Joonis 2 Prognoositav $PM_{2.5}$ heide (g/m²/aastas) aastani 2050



Joonis 3 $PM_{2.5}$ kuupõhine eriheide asulatüüpide lõikes

Kohtkütte sektoris kasutatavate kütteseadmete osas kasutati MKM-i poolt hallatavat digitaalset ehitisregistrit (https://www.ehr.ee/) ning töö raames loodi esmased võimalused ehitisregistrist vajalike andmete operatiivseks ülekandmiseks inventuuri ja õhusaasteainete modelleerimissüsteemi töötabelitesse. 27.09.2019 toimus MKM-i, KKM ja EKUKi vaheline koosolek, kus täpsustati ehitisregistri hetkeseisu ning osapoolte huvisid. KHG ja õhusaasteainete inventuuri ja prognooside seisukohast on olulised järgmised sisendandmed: köetava pinna suurus, energiamärgis, kasutatavad kütteseadmed ning need seotakse katastriüksuse kaardikihiga, et oleks võimalik saada kütteseadmete ruumiline jaotus. MKM-i poolt (Taavi Jakobson) toodi välja järgmised arendustööd:
Ehitisregistrisse auditite andmed lisada, E-ehituse platvorm hakkab tulevikus käsitlema kogu ehitise elukaart (e-ehituse roadmap), tehtud E-ehituse teemaveeb ja 3D kaksiku uuring, 3D kaksik programmis ruumiliselt hooned, nt sobivad katused PV-le jm ruumianalüüsi võimekus. Ehitisregister lubade menetlemise süsteem ehk pärast ehitusluba jääb info seisma. Heal juhul pooled soojuspumbad sisse kantud. Päästeametiga korstnapühkimise aktide andmebaasiga sidumine ja selle põhjal ehitusregistrit uuendada. TTJA-ga gaasiseadmete andmebaasi uuendamine arutlusel. Poole aasta jooksul loome võimalused. Korstnapühkijatel 5a välp, gaasiseadmetel 4a välp, see aasta peaks suur osa saama sisse kantud. Soojuspumpasid ei kontrolli keegi. Uusarendustes pangalaenudega seoses inimestel endal huvi andmete sisestamisega. Ehitisregistri ehitame ümber, see aasta (st 2019) lõpp andmete elektrooniline esitamisteatis viiakse sisse KOV-dega ja siis kampaaniad, et inimesed sisestaks andmed. Eestil 1000 erinevat andmekogu, ei peaks juurde neid tegema. Teeme ümber menetluskeskkonda nii, et saab lisada menetlusi, hetkel ehitisregistris ei saa täiendusi teha, kõik jupid saavad

olema sõltumatud. E-ehituse platvormi eesmärk ehituse elukaarega seotud standardiseeritud ja usaldusväärne info liigub kõigi osapoolte pool kadudeta. Halvimal juhul täna ehitusettevõtja ja KOV ametnik suhtleb täna 32 erineva registriga. PWC tegi analüüsi uue menetluskeskkonna jaoks, kvantifitseeris ülemineku võitu, so 90 000 tundi aastas. 3D kaksik on ehitiste tasandil ja hetkel maa alla ja kõrgustesse ei lähe, kuid edaspidi on võimalik arendada. Mikroteenused avatud koodiga ja taaskasutatav. BIM põhine lubade menetluse arendus. Võrgurajatiste andmebaasi funktsionaalsuse arendamine. REGRELII rahvastikupõhine andmeloendus ja andmete parandus 2021. Ehitisregister riiklik, kuid KOV menetluskeskkond, andmed KOV-de omad. Ülelennul saadud andmed 300 000 objekti, sh mõnikümmend tuhat elamut on KOV töö. Paljud objektid ei pruugi olla hooned, hoopis kaetud puuriidad, 25% neist objektidest sees. Arenduste rahastus struktuurifondidest. Päästeameti arendused põhiliselt riigieelarvest leiame. Arendustepipelinesse saame veel lisada teemasid, aga 2021 alguseks lõppevad kõige intensiivsemad arendused. Põhiprobleem andmekorje ja kvaliteet. Oluline, et Päästeamet hakkaks õiget infot koguma. Andmete ajakohastamiseks tuleb leida eraldi raha. 1/3 elamutest puudub ehitusaasta, vaja ajalooliste ortofotode võrdlus saamaks teada ehitusvahemiku. Ehitusregistri andmed praegu ei valideeru ülelendudega, vaid olemasoleva dokumentatsiooni baasil. Nt Tallinnas kord aastas vähemalt ülelend, neil korralik 3D kaksik ja võimalik teha visuaalne võrdlus ehk poolautomaatne järelevalve. Tahaks minna reaalajas andmeseiresse, et jälgida andmeid reaalajas. Järgmine aasta lõpuks kogu Eesti kuubikutena kaardistatud, all maa-ameti 3D kaart.

06.10.2020 seisuga on MKM-i andmetel ehitisregistri arendustööd järgmises faasis:

2020. lõpus/2021. alguses muudetakse tehniliste andmete koosseisu ja energiamärgis(t)e andmekoosseisud samaks. Muuhulgas tuuakse sisse primaarse/sekundaarse kütteallika mõiste (või täpsema jaotuse – hetkel otsustamisel). Muuhulgas võimaldab see automatiseerida mitmed energiamärgiste koostamise tegevused ja uuendada EHRi andmekoosseisu;

Hetkel on muu hulgas arendamisel projekt, mille tulemusena hakkab EHR koguma ka dünaamilisi andmeid: elektrienergia ja kaugküte. Selle tulemusena võiks 2021. aasta jooksul tekkida hea ülevaade suure osa Eesti ehitiste reaalsest energiatarbimisest („täisautomaatsed reaalaja energiamärgised“). Kohalikud kütteseadmed valikus ei ole.

Päästeametist ettekirjutuste ja korstnapühkija aktide põhjal informatsiooni ehitisregistrisse kopeerimine info uuendamiseks on plaanis, kuid ajakava ei ole Päästeameti/SMITiga lukus. Ilmselt algavad tegevused aastast 2021 või hiljem. Kahjuks on Päästeameti arendustes võetud objekti identifitseerimiseks aluseks aadressiandmete identifikaator (ADS-OID), mis ei identifitseeri hoonet üheselt – erinevalt EHR koodist ja pole selge kuidas andmevahetuse lahendatud saadakse.

Seejärel teostati päring MKM-i hallatavast ehitisregistrist järgmiste näitajate osas:

1. Väljavõte olemasolevast ehitisregistrist kõikide kodumajapidamiste kohta kus on kasutusel lokaalkütte allikas.
2. Päritavad andmeväljad:

a. EHR kood Nimetus Staatus Tase1_ID Maakond Tase2_ID Linn/vald Tase3_ID Linnaosa/alev/küla Katastritunnus Suletud_kp Kasulik pind ehitises Köetav pind Põhilise kasutusotstarbe kood Põhiline kasutusotstarve Esmane kasutusaasta Tehnilise näitaja Kood Tehnilise näitaja nimetus

Päringu tulemusena esitas MKM ligikaudu 800 000 infokirjega väljavõtte, mis edastati EKUKi 5 Exceli tabeli näol (Tabel 1).

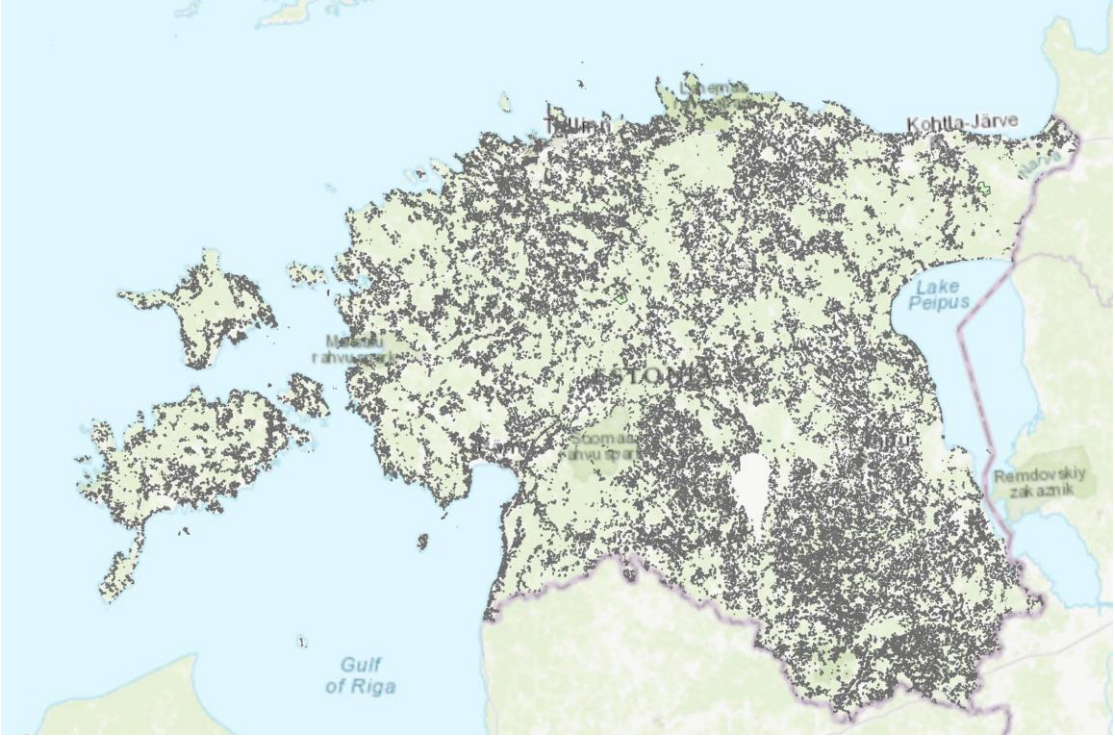
Tabel 1 Näidis esitatud EHR väljavõttest

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	ehr_kood	nimetus	seisund	taisaadress	katastritunnus	suletud_netopind	koetav_pind	peamise_kasutusot	peamise_kasutusotstarbe_nimetus	esmane_kasutus	kl_kood	teh_nait_kood	teh_nait_nimetus	
2	120197016	elamu	EHITIS_SEISUND_EHITAM_LUI	Harju maakond, Saue vald, Vatsla küla,	72702:007:0010	165.9	148.5	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOJUSA	2503	katel	
3	120197016	elamu	EHITIS_SEISUND_EHITAM_LUI	Harju maakond, Saue vald, Vatsla küla,	72702:007:0010	165.9	148.5	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_ENERGIA	2603	vedelkütus	
4	120197016	elamu	EHITIS_SEISUND_EHITAM_LUI	Harju maakond, Saue vald, Vatsla küla,	72702:007:0010	165.9	148.5	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOJAVLIIK	2404	lokaalküte	
5	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, Tartu linn, N	79517:078:0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOJUSA	2508	elektriotseküte	
6	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, Tartu linn, N	79517:078:0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOJAVLIIK	2405	kohtküte	
7	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, Tartu linn, N	79517:078:0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
8	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2609	õhusoojus + elekter	
9	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOJUSA	2504	soojuspump	
10	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
11	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOJUSA	2508	elektriotseküte	
12	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOJAVLIIK	2405	kohtküte	
13	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
14	120213322	väikeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laoki	29501:009:0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2606	tahke (puit, turvas, bri	
15	120213325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laula	29501:007:2720	129.8	129.8	11103	Suvila, aiamaja	2003	TEHNO_SOOJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
16	120213325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laula	29501:007:2720	129.8	129.8	11103	Suvila, aiamaja	2003	TEHNO_SOOJUSA	2508	elektriotseküte	
17	120213325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laula	29501:007:2720	129.8	129.8	11103	Suvila, aiamaja	2003	TEHNO_SOOJAVLIIK	2405	kohtküte	
18	120213325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laula	29501:007:2720	129.8	129.8	11103	Suvila, aiamaja	2003	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
19	120213325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laula	29501:007:2720	129.8	129.8	11103	Suvila, aiamaja	2003	TEHNO_ENERGIA	2606	tahke (puit, turvas, bri	
20	120213336	aiamaja	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Saku vald, Metsanurme	71808:001:0140	65.7	29.8	11103	Suvila, aiamaja	1989	TEHNO_SOOJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
21	120213336	aiamaja	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Saku vald, Metsanurme	71808:001:0140	65.7	29.8	11103	Suvila, aiamaja	1989	TEHNO_SOOJAVLIIK	2405	kohtküte	

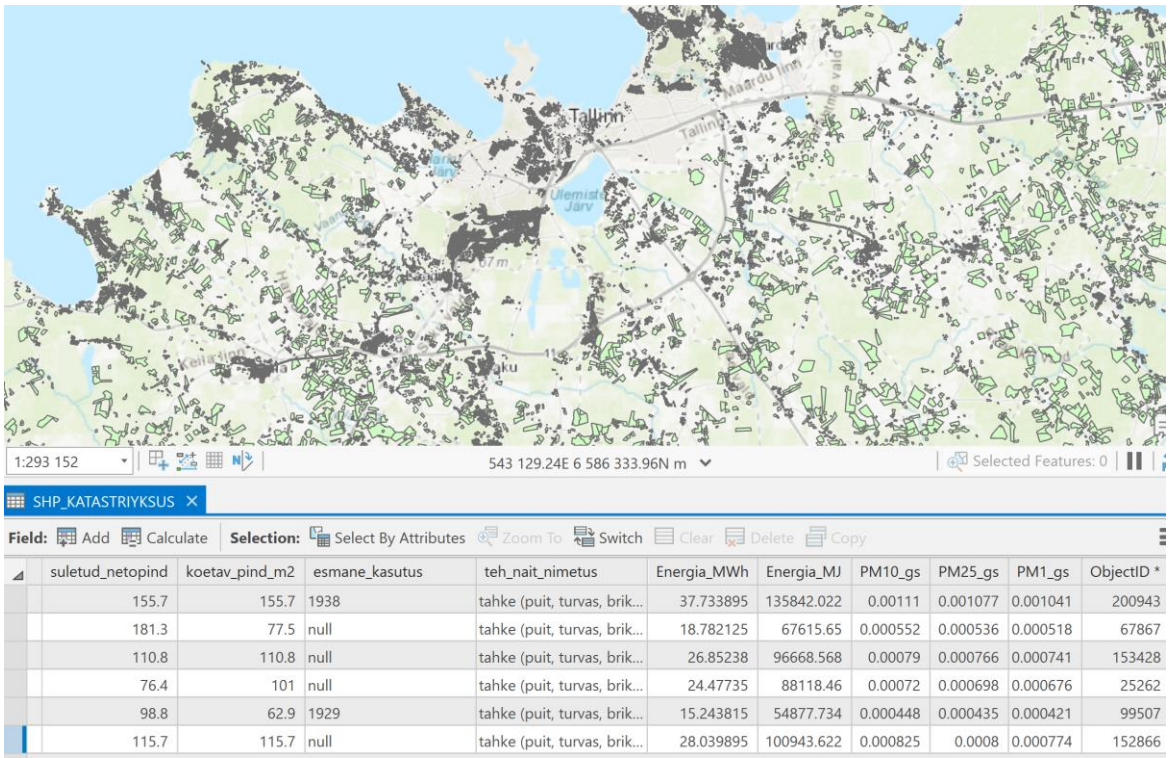
Seejärel tulemused konsolideeriti, valiti välja lokaalkütet ja tahkekütust kasutavad majapidamised (ca 215 000 kirjet), arvutati välja iga konkreetse majapidamise peenosakeste heitkogus vastavalt köetava pinna suurusele, kasutades pinnaühikule kuluvat keskmist energiakulu (242,35 kWh/m^2), leiti energiakogus MJ ning peenosakeste heitkoguste arvutamisel kasutati järgmisi (vana ahjutüüp) eriheiteid:

PM10 257,63 mg/MJ
PM2.5 249,94 mg/MJ
PM1.0 241,77 mg/MJ

Seejärel ühendati andmed Maaameti avaliku katastriüksuse kaardikihiga ning selekteeriti katastriüksused millel asub EHR-i andmetel lokaalne tahket kütust kasutav kütteseade (Joonis 4, Joonis 5). Tahkeküttel seadmete paiknemise andmestik on GIS formaadis ning prognoosandmed kütteseadmete võimaliku jaotumuse osas (TÜ uuring) Exceli formaadis.



Joonis 4 Väljavõte katastriüksuse kaardikihist, kus on eristatud kohtkütte katastriüksused (1:750 000)



suletud_netopind	koetav_pind_m2	esmane_kasutus	teh_nait_nimetus	Energia_MWh	Energia_MJ	PM10_gs	PM25_gs	PM1_gs	ObjectID *
155.7	155.7	1938	tahke (puit, turvas, brik...	37.733895	135842.022	0.00111	0.001077	0.001041	200943
181.3	77.5	null	tahke (puit, turvas, brik...	18.782125	67615.65	0.000552	0.000536	0.000518	67867
110.8	110.8	null	tahke (puit, turvas, brik...	26.85238	96668.568	0.00079	0.000766	0.000741	153428
76.4	101	null	tahke (puit, turvas, brik...	24.47735	88118.46	0.00072	0.000698	0.000676	25262
98.8	62.9	1929	tahke (puit, turvas, brik...	15.243815	54877.734	0.000448	0.000435	0.000421	99507
115.7	115.7	null	tahke (puit, turvas, brik...	28.039895	100943.622	0.000825	0.0008	0.000774	152866

Joonis 5 Väljavõte Tallinna piirkonna kohtkütte andmebaasist

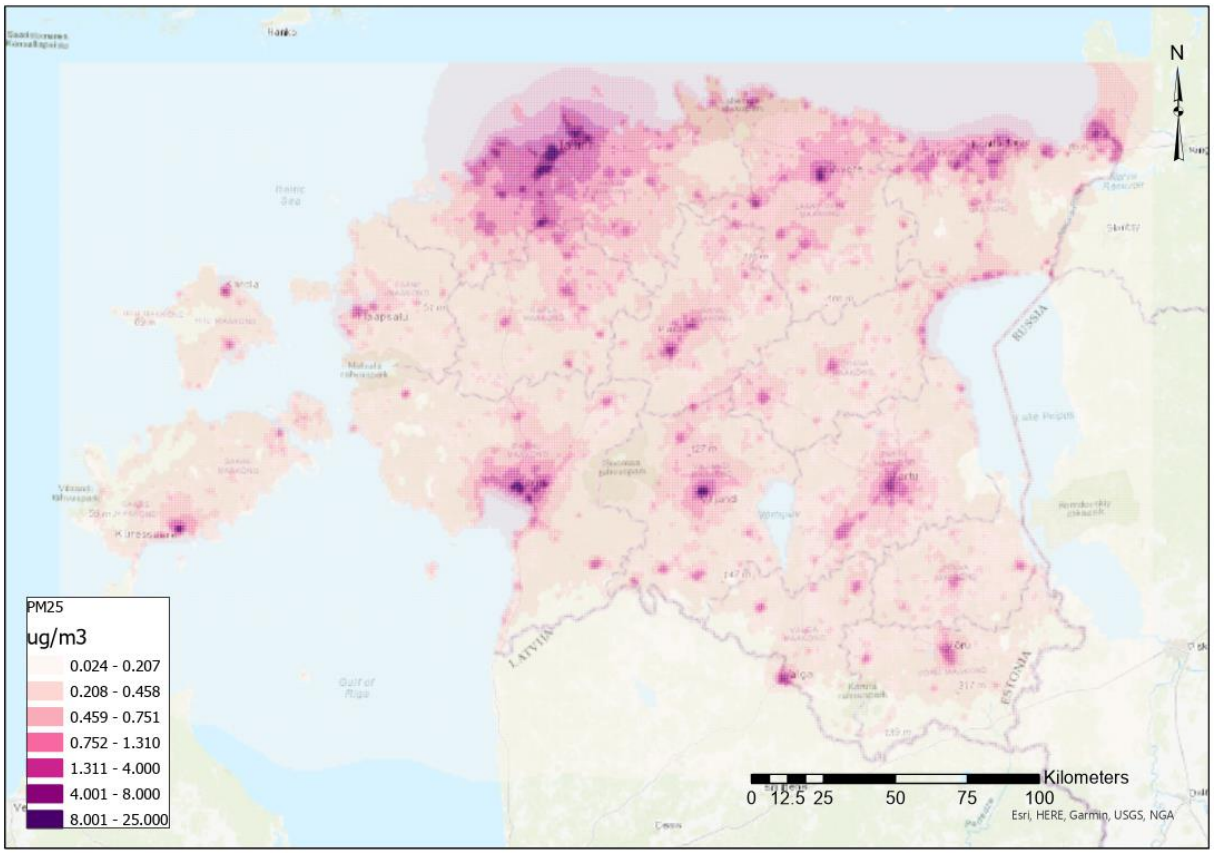
2.2.2 2021 a. tegevused

2021 a. jätkati 2020 a. alustatud tegevustega ning põhirõhk oli ehitusregistrist (EHR) saadud andmete üleviimine Airviro heitkoguste andmekogusse, mis võimaldab teostada antud töö kontekstis kohtküttesektori õhukvaliteedi hajumisarvutusi ja ka analüüsida kohtküttesektoris kasutatavate küttekollete ruumilist paiknemist.

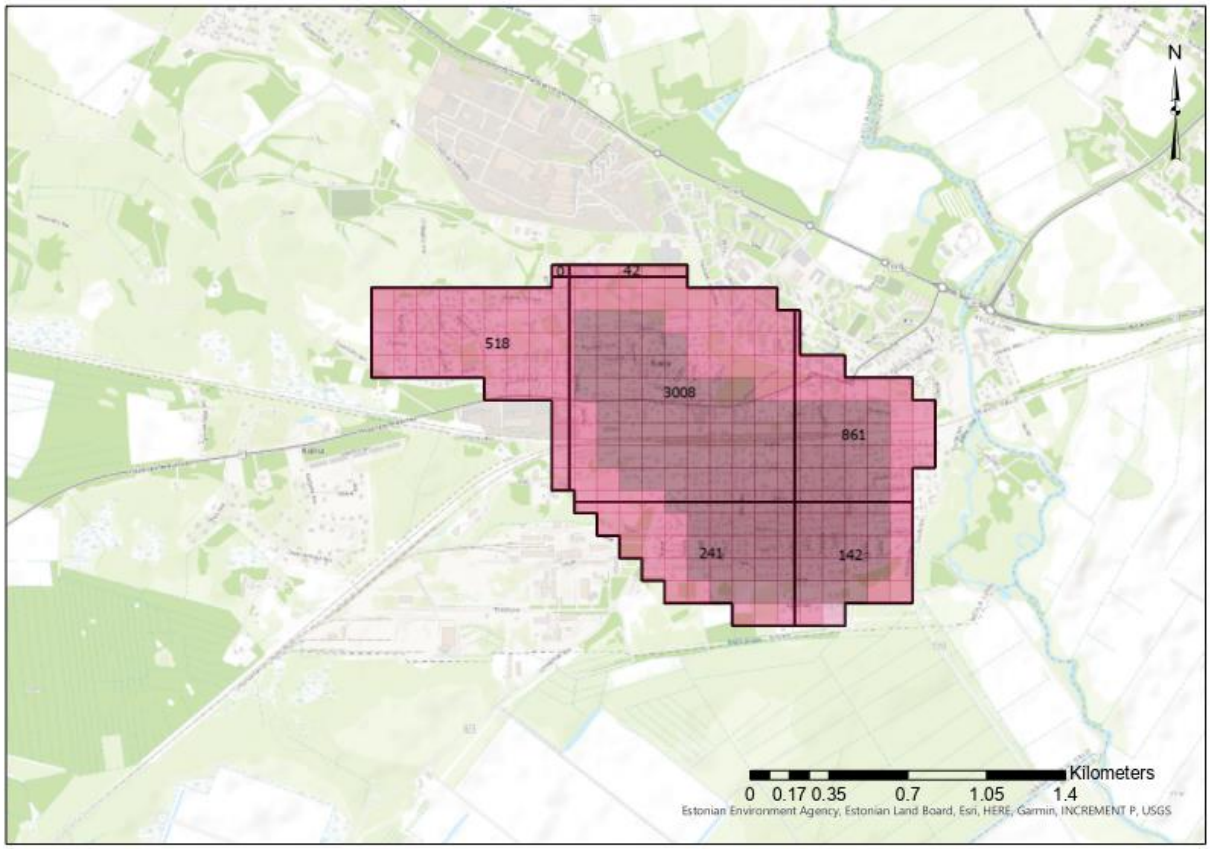
2020 a. tegevuse tulemusena saadi uuendatud ülevaade Eesti kohtküttesektori kütteseadmetest kuni aastani 2050 ning 2021 a. alustatakse saadud alusandmete kasutuselevõttu kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete prognooside koostamisel ja samuti saab antud andmeid kasutada valdkondlike poliitikate kujundamisel kütteseadmete uuendamiseks, sh võimalike toetusskeemide või vähendamismeetmete väljatöötamisel lokaalsel tasemel. Uuendatud andmete põhjal saab täpsustada KHG ja välisõhu saasteainete inventuuris CH_4 ja PM-ide kondenseeruvate osakeste osakaaluga heitkoguseid, mis aitaks oluliselt kaasa vastava jõupingutuste jagamise määrusega kaetud alamsektori heitkoguste täpsustumisele ning Eesti õhusaasteainete vähendamise kohustuste täitmisele.

2.2.2.1 Uuendatud kohtkütte heitkoguste andmebaasi kasutamine toetusskeemide vähendamismeetmete planeerimisel

2021 a. teostati Keskkonnaministeeriumi tellimusel töö „Kohtkütte piirkondade ja kütteseadmete kaardistamine“, mida kasutati SF21+ meetme „Elamute liitumine kaugküttevõrkudega või tahkel kütusel põhineva kütteseadme uuendamine“ väljatöötamiseks. Meetmega on plaanis hakata toetama tahkel kütusel põhineva kütteseadme uuendamist/väljavahetamist, kaugküttevõrkudega liitumist ning kaugkütte väljaarendamist uutes elamupiirkondades. Nimetatud meede on planeeritud eesmärgiga aidata kaasa õhukvaliteedi parendamisele probleemsetes piirkondades, kus võib esineda õhukvaliteedi piir- ja/või sihtväärtuste ületamisi ning lisaks panustab meede ka KHG heitkoguste vähendamisse, kuna uuemad ahjutüübid, tänu paremale põlemistingimustele, emiteerivad näiteks vähem CH_4-e. Meetme rakendamiseks kasutati antud arendustöö raames loodud kohtkütte andmebaasi ning teostati üle-Eestilised $PM_{2.5}$ hajumisarvutused (Joonis 6), mille põhjal valiti õhukvaliteedi seisukohast probleemsed piirkonnad kus võiks ülalmainitud meedet rakendada. Näitena on toodud Keila linna arvutus (Joonis 7), kus on toodud $PM_{2.5}$ läviväärtust ületavad alad linnas ning seal elavate inimeste arv rahvastikuregistri andmete põhjal. Arenduse raames loodud andmebaasi on võimalik rakendada ka teiste analoogsete hinnangute koostamisel.



Joonis 6 PM2.5 aastakeskmised kontsentratsioonid (µg/m³) kohtkütte sektorist



Joonis 7 Rahvastiku ruutkaart modifitseeritud $PM_{2.5}$ lävikontsentratsiooni põhjal

2.2.2.2 Kondenseeruvad peenosakesed

Teatavasti on heitgaaside proovivõtumeetodil suur mõju mõõdetud kontsentratsioonidele ning sealtkaudu arvutatavatele eriheidetele (EF). Heitgaasidest tahkete osakeste proovide võtmiseks kasutatakse erinevaid proovivõtumeetodeid, millest võib eristada kaks peamiselt kasutusel olevat:

- Filtrimõõtmised, kus mõõdetakse ainult tahkeid osakesi (solid particles - SP);
- Lahjendustunneli (dilution tunnel – DT) mõõtmised, toimub tahkete osakeste ja kondenseeruvate orgaaniliste ainete (või poollenduvate orgaaniliste ainete) mõõtmine.

Olenevalt SP- või DT-põhise EF-i kasutamise valikust võib esineda kuni viiekordne erinevus tahkete osakeste heitkoguste osas (Denier van der Gon et al., 2015). Seljeskog jt. (2017) on hinnanud, et keskmiselt võib eriheide olla DT meetodi puhul olla kuni 6,5 korda kõrgem võrrelduna SP-meetodiga. Peamine erinevus nende kahe meetodi vahel seisneb selles, et SP-meetodil mõõdetakse enamasti tahkeid osakesi ning DT-meetodiga püütakse kinni ka kondenseeruvat orgaanilist ainet, mis võib viia kogumassi kontsentratsioonide alahindamiseni SP-meetodil. DT-meetodi raames püütakse kaasata ja simuleerida korstnast väljuvate osakeste protsessi, kus osakeste saatust mõjutavad kaks olulist protsessi: jahutamine ja lahjendamine (Maasikmets, M, 2019). Korstnast väljuvad suitsugaasid ei ole kunagi ainult

jahutatud, vaid suitsugaaside jahutamine ja lahjendamine toimuvad alati koos (Denier van der Gon et al., 2015). Üldjuhul on kondenseeruvad osakesed olulised kehvades põlemistingimustes, kus nende mass võib ületada tahkete osakeste massi (Nussbaumer et al., 2008).

Euroopa riigid kasutavad EF arvutamiseks mõlemat meetodit, kuna mõlemad meetodid on standardiseeritud ning omavad mõõtmiste seiskohast „võrdset staatust“. Lisaks koosneb EMEP/EEA juhend kas SP või DT meetodil mõõdetud EF-st (EEA, 2016), samas pole antud juhendis selgelt välja toodud, millist meetodit EMEP/EEA EF arvutamisel kasutati.

Seni on Eestis riigispetsiifiliste PM eriheidete mõõtmistel koduahjudest ja – pliitidest kasutatud vaid SP meetodit ning lähtudes ülalmainitud kirjandusallikatest, võib see kaasa tuua orgaanilise osa mõõdetud tulemuste alahindamise ning seetõttu on vaja SP ja DT meetodite võrdlusmõõtmisi, millega on plaanis Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ahjulaboris alustada 2022 aastal. Siiski võib seni teostatud EF mõõtmiste ja nii antud töös kui ka varasemate töödes (Maasikmets, M, 2019) modelleeritud välisõhu $PM_{2.5}$ kontsentratsioonide põhjal eeldada, et SP- ja DT-meetodite erinevus ei saa olla viis korda suurem, kui varem viidatud kirjanduses välja pakutud. Seda eelkõige seetõttu, et juba olemasoleva arendustöö raames on näha, et varasem kohtkütte $PM_{2.5}$ eriheide (249,94 mg/MJ) põhjustab tugeva ülehindamise kui teostada antud eriheidet kasutades modelleerimised ning võrrelda tulemusi reaalsete välisõhu mõõtmistega. Uuem, kaalutud keskmine eriheide, mis võtab arvesse erinevate ahju- ja pliiditüüpide osakaalusid (42,06 mg/MJ) andis võrdluses reaalsete välisõhu mõõtmistega võrreldava tulemuse. Näiteks Saksamaal kasutatakse kohtkütte sektoris biomassi puhul eriheitena 105 mg/MJ (Struschka et al., 2008), mis on sarnane Eesti tulemusega. Erinevus SP ja DT meetodil mõõdetud PM-ide osas Eesti kontekstis selgitatakse välja reaalsete mõõtmiste põhjal, kasutades selleks Eestis enimlevinud ja perspektiivsetest ahjudest ja pliitidest, milleks on arendustööde käigus loodud vastavad võimalused Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ahjulaboris.

2.3 Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitetegurite kontrollmõõtmised ja andmestike uuendamine KHG ja õhusaasteainete aruandluseks (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Keio Vainumäe
Kaastäitjad: Aser Sikk, Peeter Priks, Riina Titova, Jelena Tsurkan, Arkadi Ebber, Oliver Järvik (TalTech), Tõnu Pihu (TalTech)

Projekti raames teostati 2021 a. suurte (üle 50 MW_{th}), keskmiste (1–50 MW_{th}) ja kuni 1 MW_{th} põletusseadme mõõtmised eesmärgiga energeetika sektori KHG ja õhusaasteainete inventuuride ühtlustamiseks ning täpsuse parandamiseks CH_4, N_2O, NH_3, $PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_{sum} ja BC eriheidete osas. Lisaks esialgsele katelde nimekirjale kaasati koostöös TalTech spetsialistidega projekti teisi ettevõtete poolt tellitud katelde mõõtmiste andmeid, mille osas andsid ettevõtted nõusoleku ning kus vajadusel ja võimalusel võeti täiendavaid proove, et saada kõikide ühendite eriheidete arvutamiseks vajalikud andmed. Kokku koos 2020 a. teostatud töödega arvutati 43 katla CH_4, N_2O, NH_3, $PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_{sum} ja BC eriheited, mis on toodud Tabel 6 kuni Tabel 13. Mõõtmiste ajad koos mõõdetud katlamajadega on toodud aruande lisas.

2020 a. alustati koduahjudest kuumadest suitsugaaside katsetega. Kohtküttekolletest eristati 6 eri tüüpi Eestis enamlevinud ja/või perspektiivse lahendusega koduahju/pliiti, mis ehitati 2020 a. jooksul Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ahjulaborisse koostöös MTÜ-ga Eesti Pottsepad, kelle kaudu teostati küttekollete ehitajate valik.

1. Ahja pilukoldega moodulahi, ehitatud vastavalt EVS-EN 15544 nõuetele (Joonis 8). Ehitaja: Ahja Moodulahi OÜ;
2. Pilukoldega ahi, ehitatud vastavalt EVS-EN 15544 nõuetele (Joonis 9). Ehitaja: Slepe OÜ;
3. Soome tüüpi restkoldega ahi (Joonis 10). Ehitaja: Koltsi Kaminad OÜ;
4. Umbkoldega ahi (Joonis 11). Ehitaja: Koltsi Kaminad OÜ;
5. Pilukoldega pliit (Joonis 12), ehitatud vastavalt ÖNORM B8310. Ehitaja: Slepe OÜ;
6. Restkoldega pliit (Joonis 13). Ehitaja: Rakvere Küttesalong OÜ.

Saadud mõõtetulemuste põhjal arvutati riigispetsiifilised eriheited CH_4, N_2O, NH_3, $PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_{sum} ja BC osas, mis on toodud Tabel 14 kuni Tabel 19

Joonis 8 Ahja pilukoldega moodulahi

Joonis 9 Pilukoldega ahi

Joonis 10 Sooome tüüpi restkoldega ahi

Joonis 11 Umbkoldega ahi

Joonis 12 Pilukoldega pliit

Joonis 13 Restkoldega pliit

2.3.1 Esialgsete mõõtmistulemuste eriheidete mõju KHG riiklikele heitkogustele

Esialgsete mõõtmistulemuste (seni teostatud mõõtmised) põhjal väheneb kodumajapidamises CH_4 eriheide 94.3% (17.23 kg/TJ) ja N_2O 41.5% (2.34 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate IPCC vaikeväärtustega Eesti KHG inventuuris (CH_4 300 kg/TJ ja N_2O 4 kg/TJ). Tulemusena näiteks väheneks KHG inventuuris kodumajapidamise kategooria KHG heitkogus ligikaudu 125 ktCO_2 ekv 2018.aastal. Kodumajapidamised kuuluvad Effort Sharing Decision'i (ESR) ehk Jagatud jõupingutuste otsuse alla.

Esialgsete arvutustulemuste põhjal väheneb keskmise võimsuse biomassi katelde CH_4 eriheide 99.1% (0.27 kg/TJ) ja N_2O 93.7% (2.34 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate eriheidetega Eesti KHG inventuuris (CH_4 30 kg/TJ ja N_2O 4 kg/TJ), keskmise võimsuse maagaasi katelde CH_4 eriheide väheneb 98.9% (0.27 kg/TJ) ja N_2O suureneks 26.1% (0.13 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate eriheidetega Eesti KHG inventuuris (CH_4 1 kg/TJ ja N_2O 0.1 kg/TJ), keskmise võimsuse kütteõlide katelde CH_4 eriheide väheneb 99.9% (0.004 kg/TJ) ja N_2O 67.9% (0.19 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate eriheidetega Eesti KHG inventuuris (CH_4 3 kg/TJ ja N_2O 0.6 kg/TJ) ja segaolmejäätmete põletuse CH_4 eriheide väheneb 99.99% (0.004 kg/TJ) ja N_2O 95.6% (0.18 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate eriheidetega Eesti KHG inventuuris (CH_4 30 kg/TJ ja N_2O 4 kg/TJ). Tulemusena näiteks väheneks KHG inventuuris soojustootmise KHG heitkogus ligikaudu 6.5 ktCO_2 ekv 2018.aastal.

2.3.2 Emissioonigaaside mõõteseadmed ja metoodikad

2.3.2.1 Suitsugaaside koostis

Suitsugaaside koostise sh. O_2, H_2O, CO, CO_2, NO_x, SO_2, N_2O, NH_3 määramiseks kasutati FT-IR (Fourieri teisendusega infrapuna spektroskoop) spektroskoopi Gasmet DX-4000. Mõõtmistel lähtuti standardtööjuhendist STJnrÕ153.

2.3.2.2 Summaarsed tahked osakesed (PM_{sum})

Tahkete osakeste (PM_{sum}) kontsentratsioon määrati gravimeetriliselt 45 mm ja 50 mm kvarts-fiiber filtritelt, kasutades proovide kogumiseks Paul Gothe GmbH isokineetilist proovivõtuseadmestikku. Seadme mõõtepiirkond on 0.1 mg/m3 kuni 10 g/m^3. Mõõtmistel lähtuti standardist ISO 9096 (EVS-EN 15259) ja VDI 2066 osa 1.

2.3.2.3 Peenosakesed (PM_{10}, $PM_{2.5}$)

Mõõtmiseks kasutati Paul Gothe GmbH $PM_{2.5}$ ja PM_{10} kaskaadimpaktorit Johnas II, mis põhineb isokineetilisel proovivõtul. Filtritele (QMA) sadestunud osakeste kontsentratsioon määratakse gravimeetriliselt. Mõõtmistel lähtuti standardist VDI 2066 osa 10.

2.3.2.4 Lenduvad orgaanilised ühendid (CH_4 ja THC)

Analüüsitav gaasiproov juhitakse eelnevalt kalibreeritud leekionisatsioondetektoriga analüsaatorisse (Enviroment S.A. seade Graphite 52M-D). Tulemuseks saadakse gaasi- või

aurufaasis olev summaarne orgaaniline süsinik ja metaan milligrammides kuupmeetri kohta. Seadme mõõtepiirkond on 0–10000 ppm. Summaarse orgaanilise süsiniku määramisel lähtuti standardtööjuhendist STJnrÕ126 ning standardist EVS-EN 12619:2013.

2.3.2.5 Suitsugaaside füüsikalised parameetrid

Gaasi kiirus määrati dünaamilise rõhu kaudu kasutades nii S- kui ka L Pitot-toru ja digitaalset diferentsiaalrõhu manomeetrit Testo 521–2 ning alates 2021 a. Testo 400 Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega ±5 Pa. Temperatuuri mõõtmiseks kasutati termopaari mõõtepiirkonnaga 0–1200 ˚C. Gaaside joonkiiruse, staatilise rõhu ja temperatuuri määramisel lähtuti standardtööjuhendist STJmÕ104.

2.3.2.6 BC analüüs

BC analüüs teostati PMsum filtritelt kasutades termooptilist ja optilist meetodit.

2.3.3 Välisõhu mõõtmised

Kodumajapidamistes kasutatavate eriheidete valideerimiseks viidi läbi välisõhu mõõtekampaania perioodil 16.11 – 15.12.2021 (30 päeva) Nõmmel aadressil Valdeku 15 mobiilse mõõtelaboriga Mobair-2. Mõõdetavateks näitajateks olid: PM_{10}, $PM_{2,5}$, NOx, CO, BC, NH_3 ja meteoroloogilised tingimused.
Mõõtepunkt :
X: 6583082; Y: 539389 – Valdeku 15, Nõmme, Tallinn
Mõõtepunkti asukoht on toodud Joonis 14.

Lisaks üldistele õhukvaliteeti iseloomustavatele parameetritele mõõdeti samaaegselt ka meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja -kiirus ning välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus.

Joonis 14 Mõõtepunkti asukoht, Valdeku 15, Nõmme, Tallinn

2.3.3.1 Seadmed ja metoodika

Mõõtebussis Mobair-2 kasutati mõõtmisel järgmiseid mõõteseadmeid erinevate parameetrite määramiseks:

Tabel 2. Mõõteseadmed

Parameeter	Mõõteseade
NOx	APNA 360
CO	APNA 360
PM10	BAM 1020
PM2,5	BAM 1020
BC	Aethalometer AE33
Tolmu proovid filtritele	Digitel DHA 80
Metoroloogilised parameetrid	Vaisala

2.3.3.2 Välisõhu mõõtetulemused

Alljärgnevates punktides on kajastatud meteoroloogilised tingimuste ülevaade mõõteperioodil ning mõõtmistulemused PM_{10}, $PM_{2,5}$, NOx, CO, BC, PAH kontsentratsioonide osas. Lisaks on mõõdetud saasteainete õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused on toodud ära Tabel 3.

Tabel 3. Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m³)	Lubatud ületamiste arv aastas
NO_x	1 aasta[2]	30	-
$NH^3{}_3$	1 tund 1 aasta	500 8	µg/m³
CO	8 tundi	10 mg/m³	-
$PM_{2,5}$	1 aasta	25	-
PM_{10}	24 tundi	50	35 päeva
	1 aasta	40	-

2.3.3.3 Meteoroloogilised tingimused mõõtepunktis

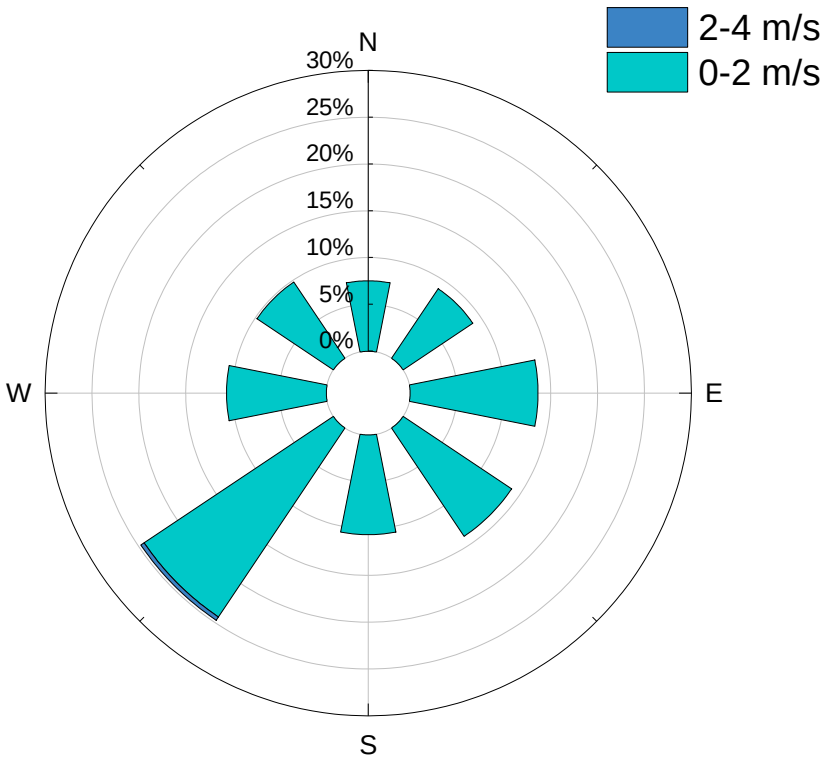
Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja -kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad olles tingitud parematest hajumistingimustest. Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodi jooksul on ära toodud Tabel 4.

[2] Kriitiline häiretase
[3] Ökosüsteemi kaitse

Tabel 4. Meteoroloogilised parameetrid mõõteperioodil

Parameeter	Väärtus
Välisõhu temperatuur	-2,0 °C
sh maksimaalne välisõhu temperatuur	7,2 °C (02.11)
sh minimaalne välisõhu temperatuur	-18,6 °C
Tuule kiirus	0,81 m/s
sh maksimaalne tuule kiirus	4,2 m/s (15.12)
sh minimaalne tuule kiirus	0,1 m/s
Tuule suund	Valdavalt ida-, kagu- ja edela tuul
Suhteline õhuniiskus	80,6 %
sh maksimaalne suhteline õhuniiskus	91,6 %
sh minimaalne suhteline õhuniiskus	52,8 %

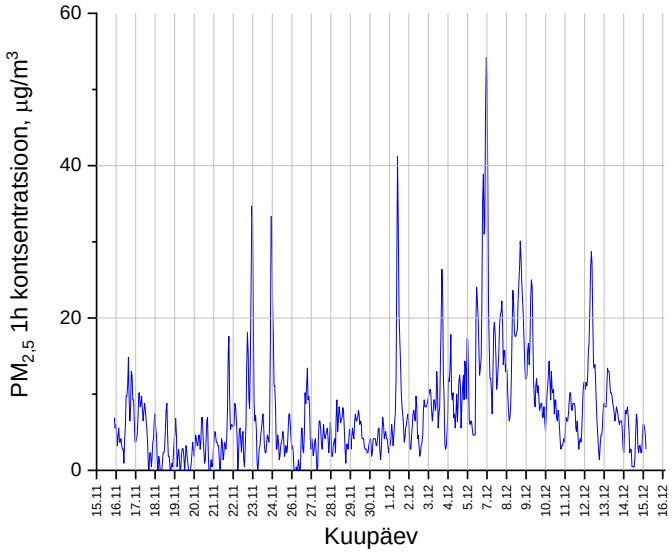
Tuulesuundade jaotus mõõtmisperioodi jooksul on ära toodud alljärgneval Joonis 15. Mõõteperioodi jooksul puhus valdavalt edela tuul kiirusega 0-2 m/s.



Joonis 15. Tuulteroos mõõteperioodil

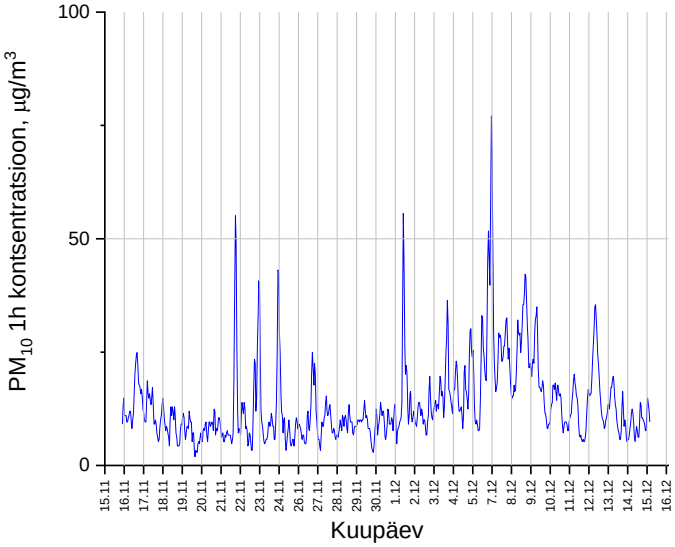
2.3.3.4 Mõõtetulemused

$PM_{2,5}$ 1h mõõteperioodi keskmine kontsentratsioon oli 7,8 µg/m^3 ning kõige kõrgem 1h väärtus oli 54,2 µg/m^3 (06.12.2021).



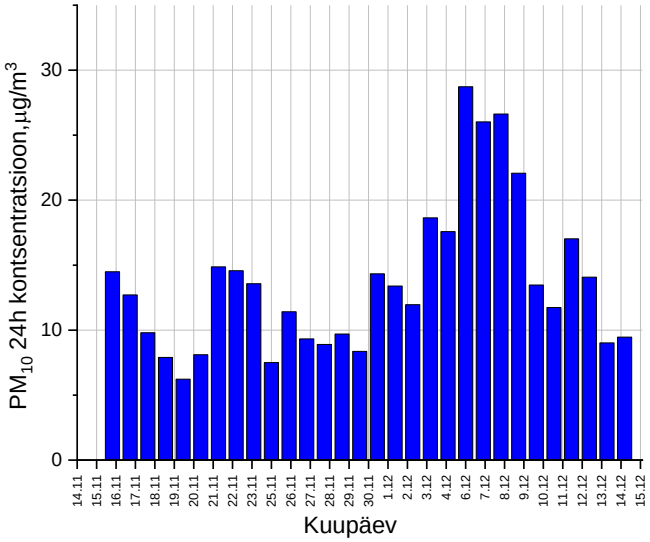
Joonis 16. $PM_{2,5}$ 1h kontsentratsioon

PM_{10} 1h mõõteperioodi keskmine kontsentratsioon oli 13,7 µg/m^3 ning kõige kõrgem väärtus oli 77,1 µg/m^3 (06.12.2021 23:00).



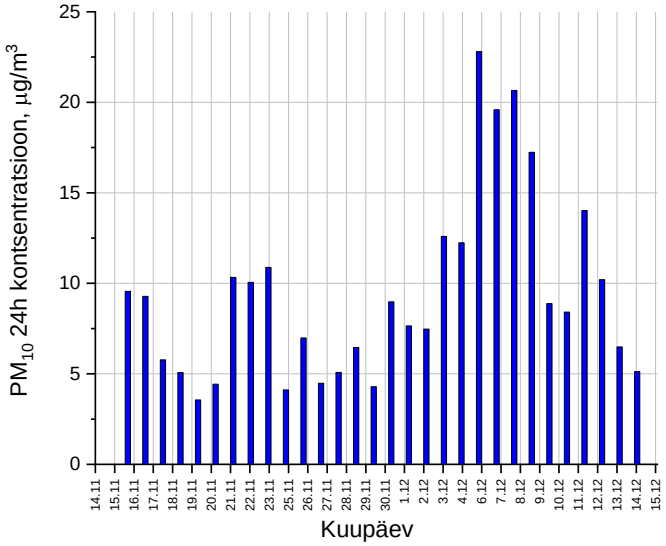
Joonis 17. PM_{10} 1h kontsentratsioon

PM_{10} 24h kontsentratsioone mõõdeti 30 päeva ning kõige kõrgem 24 h väärtus oli 28,72 µg/m^3 (07.12.2021).



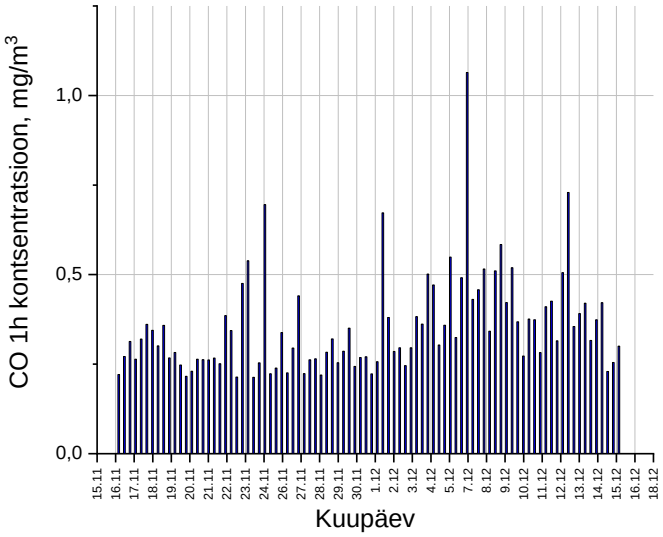
Joonis 18. PM_{10} 24h kontsentratsioon

PM_{10} 24h kontsentratsioone mõõdeti 30 päeva ning keskmiseks 24h kontsentratsiooniks oli 9,4 µg/m^3. Kõige kõrgem 24h väärtus oli 20,7 µg/m^3 (08.12.2021).



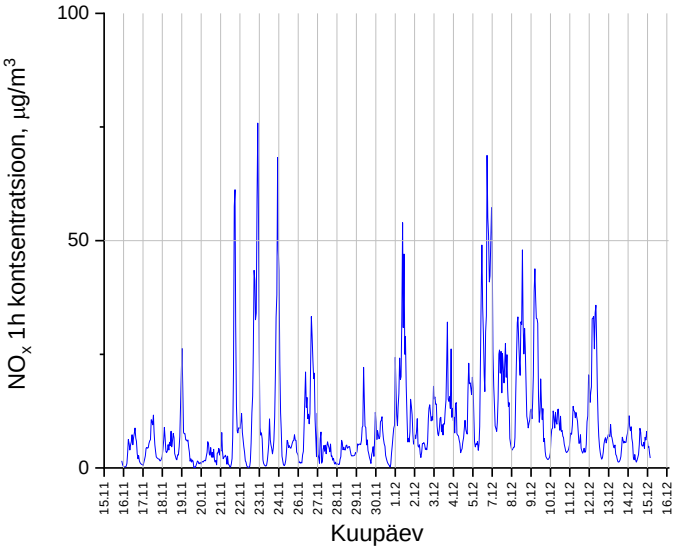
Joonis 19. PM_{10} 24h kontsentratsioon gravimeetrilisel meetodil

CO mõõteperioodi keskmine kontsentratsioon oli 0,35 mg/m^3 ning maksimaalne 1h väärtus oli 1,75 mg/m^3 (06.12.2020 23:00) ning maksimaalne 8h keskmistatud kontsentratsioon oli 1,06 mg/m^3 (07.12.2021).



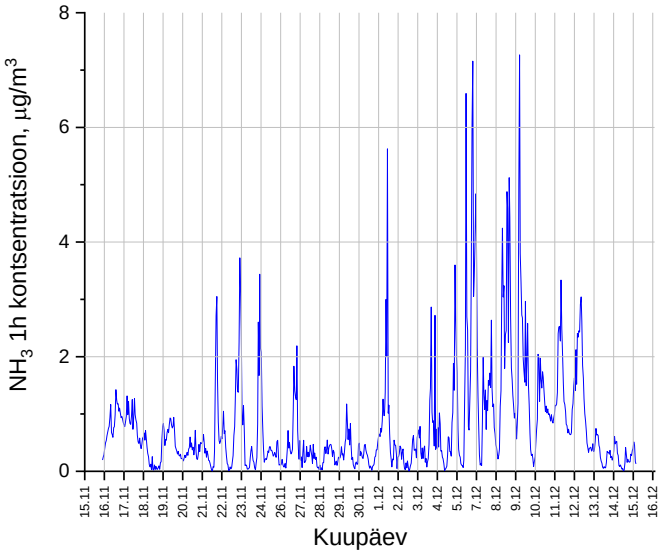
Joonis 20. CO 8h keskmistatud kontsentratsioon

Mõõteperioodi keskmine NOx kontsentratsioon oli 9,9 µg/m^3 ning maksimaalne väärtus 75,9 µg/m^3. (23.11.2021 17:00)



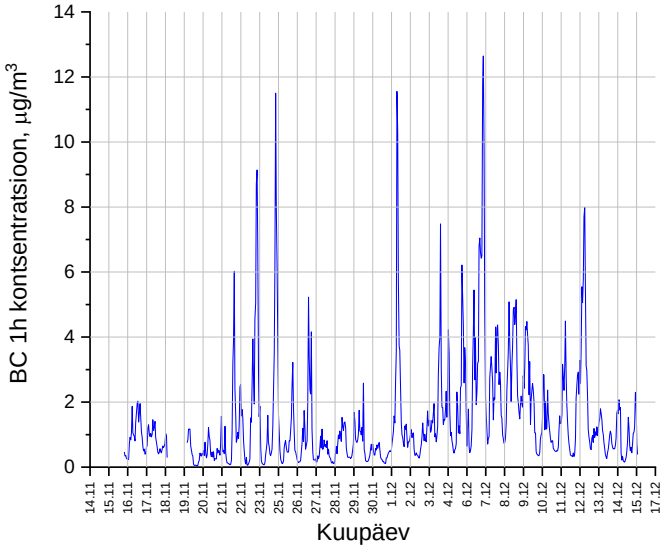
Joonis 21. NOx kontsentratsioon

Mõõteperioodi keskmine NH_3 kontsentratsioon oli 0,80 µg/m^3 ning maksimaalne väärtus 7,26 µg/m^3 (09.12.2021 10:00).



Joonis 22. NH_3 kontsentratsioon

Mõõteperioodi *BC* keskmine kontsentratsioon oli 1,48 µg/m^3 ning maksimaalne 1h kontsentratsioon oli 12,65 µg/m^3 (06.12.2021 23:00)



Joonis 23. BC kontsentratsioon

2.3.4 Välisõhu mõõtetulemuste kokkuvõte

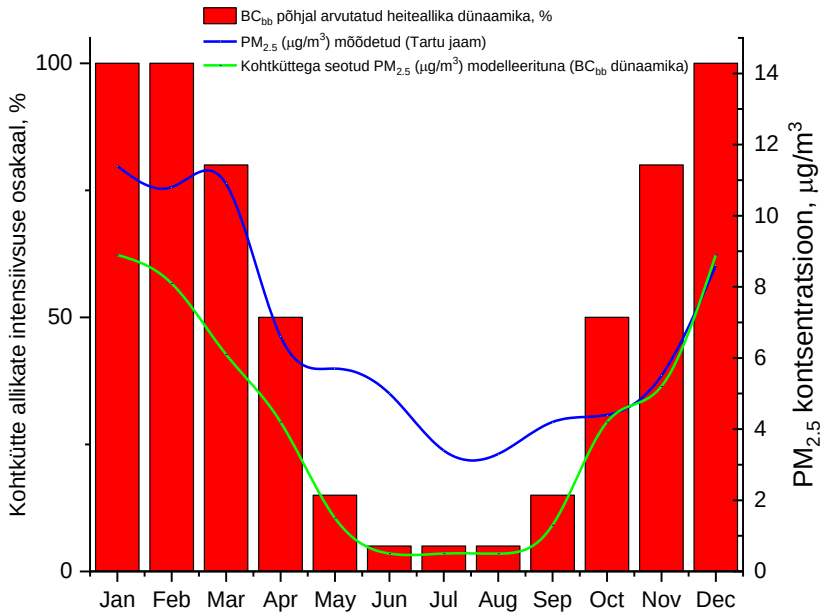
Mõõteperioodi keskmised ning maksimaalsed kontsentratsioonid on kokkuvõtvalt toodud ära Tabel 5.

Tabel 5. Välisõhu kvaliteedi mõõtekampaania tulemused

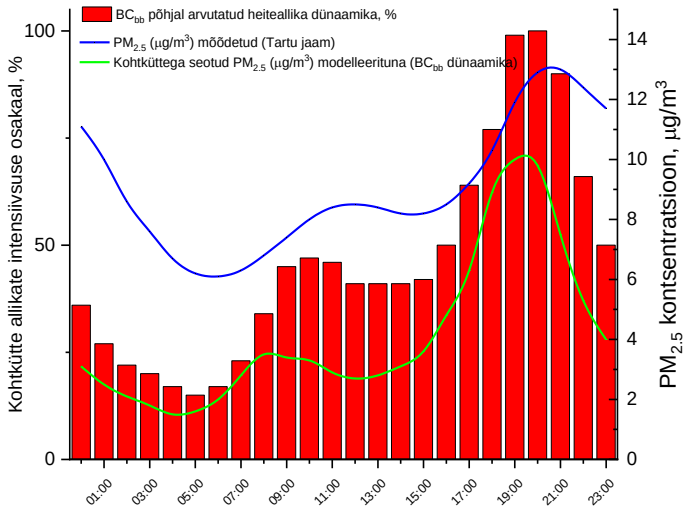
Mõõtmise lähteandmed ja keskmised tulemused		Maksimaalsed saasteainete väärtused mõõteperioodil	Piirväärtused/ sihtväärtused
Asukoht	Valdeku 15		
Mõõtmiste kestvus	16.11.2021–15.12.2021 (1 kuu)		
Mõõdetud parameetrid	PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NOx, NH_3, BC, PAH		
$PM_{2,5}$	7,8 µg/m^3	54,2 µg/m^3(1h)	1a - 25 µg/m^3
PM_{10}	13,7 µg/m^3	77,1 µg/m^3 (1h) 20,7 µg/m^3 (24h)	1a – 40 µg/m^3 24h – 50 µg/m^3
CO	0,35 mg/m^3	1,06 mg/m^3 (8h)	8h - 10 mg/m^3
NO_x	9,90 µg/m^3	75,9 µg/m^3 (1h)	1a - 30 µg/m^3
NH_3	0,80 µg/m^3	7,26 µg/m^3 (1h)	Kriitiline tase: 1h – 500 µg/m^3 1a – 8 µg/m^3
BC	1,48 µg/m^3	12,65 µg/m^3 (1h)	-

2.3.5 Mõõdetud eriheidete valideerimine

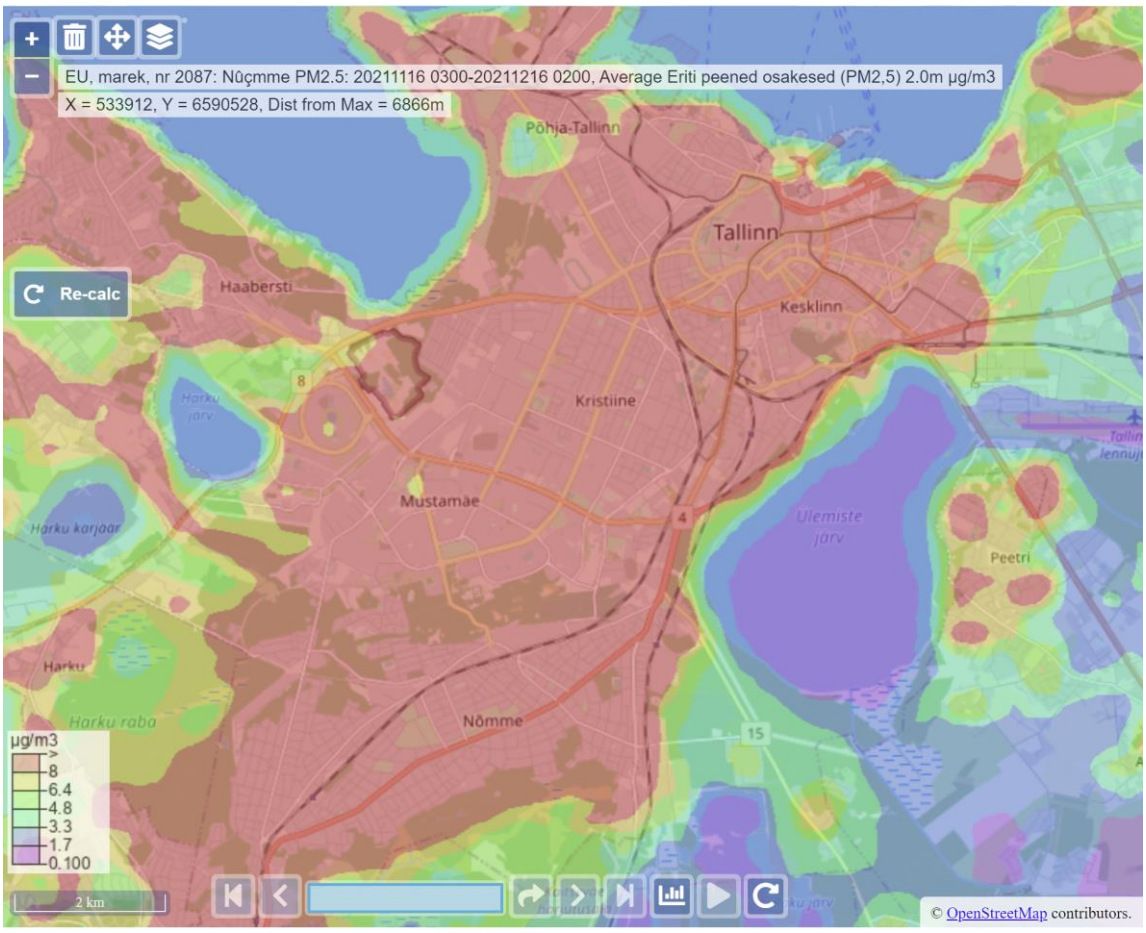
Välisõhu mõõtetulemusi kasutati seejärel mõõdetud kohtkütte $PM_{2.5}$ eriheite valideerimisel ning eeldatakse, et $PM_{2.5}$ eriheite kasutamine valideerimisel annab hinnangu ka teiste mõõdetud saasteainete eriheidete sobivuse kohta. Selle tarvis teostati mõõdetud piirkonnas $PM_{2.5}$ hajumisarvutused Airviro keskkonnas. kasutades selleks arendustöö raames leitud eriheiteid ning uuendatud kohtkütte andmebaasi. $PM_{2.5}$ välisõhu modelleerimised teostati kahe erineva $PM_{2.5}$ eriheitega, millest esimene (249,94 mg/MJ) pärineb varasematest (2013-2014) EKUKi ahjulabori ainult vanemat tüüpi ahju mõõtmistest ning teine eriheide (42,06 mg/MJ) on antud arendustööde raames mõõdetud kõikide ahjutüüpide kaalutud keskmine tulemus. Õhukvaliteedi modellerimisel kasutati Airviro keskkonnas asuvat Euleri võrgustikmudelit modelleerimissammuga 50x50 m ning modelleerimisperioodiks võeti analoogne ajaaken välisõhu mõõtmistega. Modelleerimise taustakontsentratsioonina kasutati mõlemas arvutuses Õismäe seirejaama $PM_{2.5}$ mõõtetulemusi. Vanema eriheitega (249,94 mg/MJ) modelleeritud ajaperioodi keskmine tulemus on toodud Joonis 26. Analoogne modelleerimine teostati ka uuema (42,06 mg/MJ) eriheitega. Heiteallikate heite eraldumise dünaamika (aasta ja ööpäeva lõikes) määrati varasemate Tartu seirejaama BC_{bb} ja $PM_{2.5}$ mõõtetulemuste põhjal (Joonis 24, Joonis 25)



Joonis 24 Kohtkütte sektori heite eraldumise ajaline dünaamika kuude lõikes



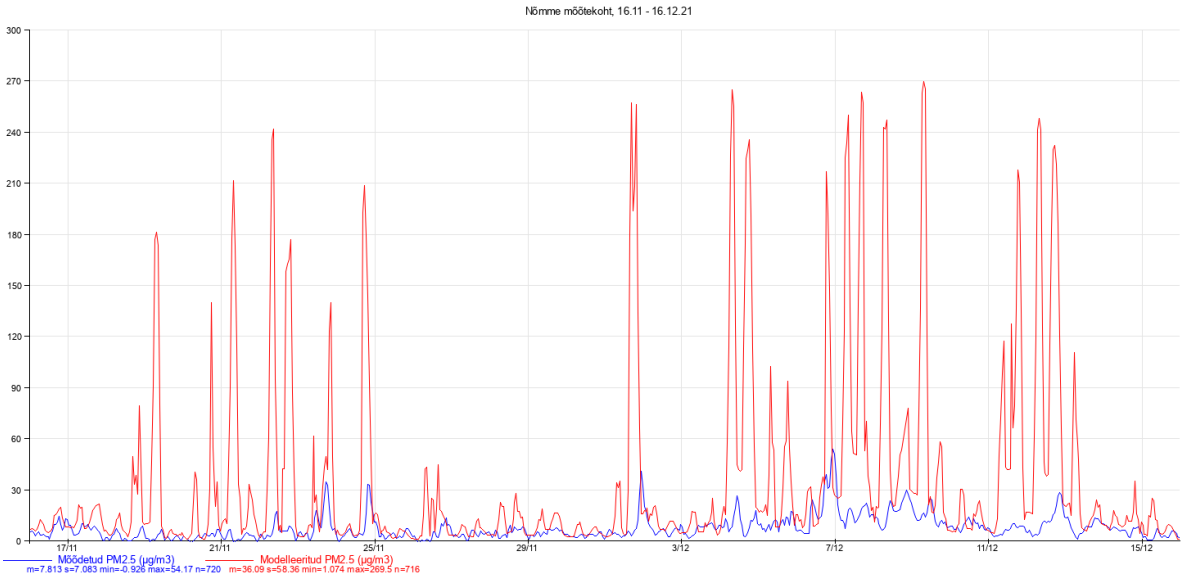
Joonis 25 Kohtkütte sektori heite eraldumise ajaline dünaamika ööpäeva lõikes



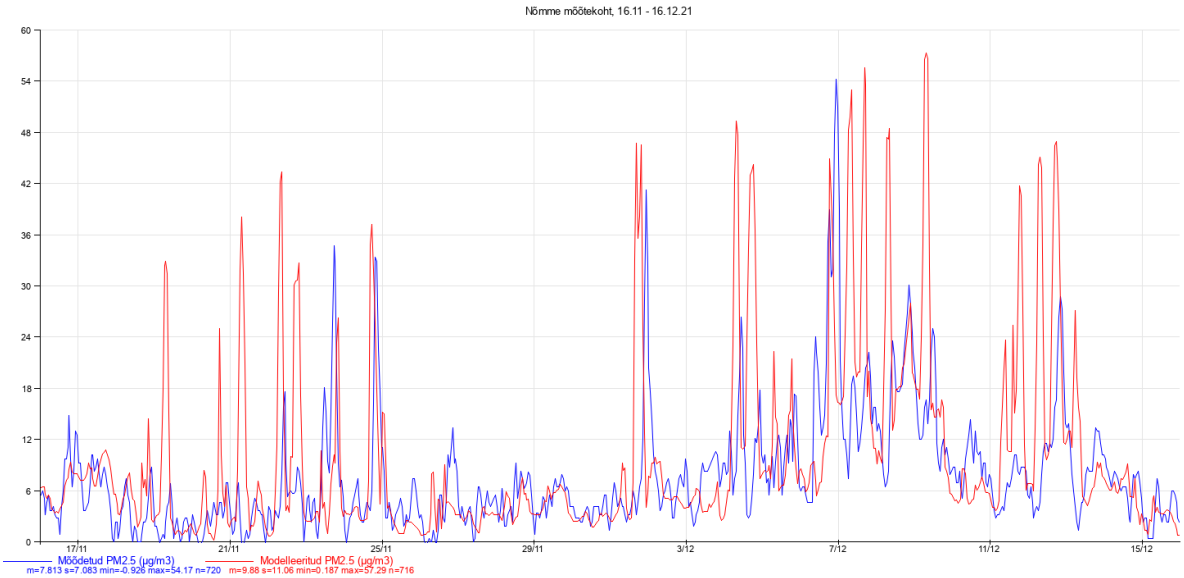
Joonis 26 PM2.5 keskmine modelleerimistulemus (µg/m³) mõõteperioodi (16.11.2021–15.12.2021) kohta

Joonis 27 on toodud modelleeritud (punasega) ja mõõdetud (sinisega) $PM_{2.5}$ kontsentratsioonid (µg/m³) ning jooniselt nähtub, et modelleeritud tulemused (keskmine 36,09 µg/m³) on oluliselt kõrgemad kui mõõdetud (keskmine 7,81 µg/m³) $PM_{2.5}$ kontsentratsioonid, mille põhjal võib järeldada, et kohtkütte modelleerimisel kasutatud $PM_{2.5}$ vanem eriheide (249,94 mg/MJ) on ülehinnatud ning ei ole vähemalt antud piirkonnas esinduslik.

Joonis 28 on toodud $PM_{2.5}$ modelleerimistulemused, millest nähtub, et keskmiste kontsentratsioonide kokkulangevus on hea – 7,81 (mõõdetud) vs 9,88 (modelleeritud) µg/m³. Samuti on modelleeritud ja mõõdetud tulemuste vahel hea korrelatsioon (r=0,4) ning peamine tulemuste lahknevus tuleneb kõrgemate piikide osas, kus modelleerimistulemus on enamasti ülehinnatud. Antud tulemust saaks parandada heite dünaamika (st kui intensiivne heide konkreetses ajaühikus tekib) täpsustamisega, mille tarvis saaks kasutada näiteks välisõhu temperatuuri ja BC_{bb} andmeid, et selle kaudu täpsustada reaalset kütmisvajadust.



Joonis 27 Mõõdetud ja modelleeritud ($PM_{2.5}$ EF = 249.94 mg/MJ) $PM_{2.5}$ tulemused, µg/m³



Joonis 28 Mõõdetud ja modelleeritud ($PM_{2.5}$ EF = 42,06 mg/MJ) $PM_{2.5}$ tulemused, µg/m³

Edasised tegevused 2022 a.

- 2022 a. jätkatakse koduahjude mõõtmistega EKUKi ahjulaboris 6 eri tüüpi pliitidest ja ahjudest kondenseeruvate peenosakeste eriheited.

2.3.6 Eriheidete arvutused

Alljärgnevates tabelites on toodud mõõtetulemuste põhjal leitud eriheitetegurid kütuste ja ahjutüüpide kaupa.

Tabel 6 Hakkepuidu katelde eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
AS Viru-Nigula Saeveski	K-1 Justsen	1.7	Multitsüklon	10.58	9.41	13.71	114.11	140.36	5.02	0.00	0.21	0.22	54.06	38.54	23.13	1541.09
AS Viru-Nigula Saeveski	K-2 Lin-Ka	2.5	Multitsüklon	12.71	7.48	11.82	67.56	139.60	8.24	1.11	0.27	0.10	107.18	72.66	41.84	1842.75
Utilitas Eesti AS, Keila katlamaja	Veekatel Danstoker	8.24	Multitsüklon + pesur	4.85	13.69	10.64	107.22	10.97	3.10	0.00	0.13	0.14				
Utilitas Eesti AS, Haapsalu katlamaja	Vertikaalne leek-suitsutorukatel (VP 14.06)	8.24	Multitsüklon + pesur	3.44	11.05	7.62	122.97	8706.15	20.24	225.00	1.79	9.98	84.34	76.17	71.10	0.00
Mo-Puit Jõgeva As	Veekatel AK1000S	1	Multitsüklon	15.48	4.24	4.76	86.71	1041.58	2.93	9.49	0.38	1.11	298.44	131.50	93.52	18589.64
Toftan AS	Puidukatel eelkoldega, Katel 1	8	Multitsüklon	5.22	13.15	21.86	120.18	2.05	5.25	0.00	0.15	0.06	78.94	60.98	48.82	536.49
Toftan AS	Puidukatel eelkoldega, Katel 2	5	Multitsüklon	7.05	11.24	17.75	72.22	383.30	4.22	4.42	0.37	0.40	49.77	44.43	34.77	6677.30
UPM-Kymmene Otepää OÜ	Kihtkoldega katel	10	Multitsüklon	10.76	8.86	9.34	123.53	115.70	0.30	0.00	0.21	0.36	597.98	358.52	275.86	13289.82
SW Energia OÜ	Justsen Argus Flex 25 Ceramic 4,0	4	Pesur	8.62	10.86	4.99	146.88	149.52	0.26		0.66	0.16	3.02			
Tamsalu Kalor AS	Biokatel BIO-2,5	2.5	Multitsüklon ja suitsugaaside pesur	7.27	10.72	10.41	151.15	269.74	0.25	10.35	0.17	0.07	30.53	15.27	15.13	
Enefit Green AS Paide Elektrijaam	Koostootmisjaam, HA-40	8	ESP filter	5.03	13.67	21.68	102.79	24.93	7.77	0.00	0.15	0.64	53.03	29.64	10.79	
Adven Eesti AS, Viruvere	Aurukatel, K-1	17.65	Multitsüklon, elektrifilter	12.71	6.60	11.08	133.61	21.15	5.45	0.01	0.26	0.10	48.93	27.22	21.87	

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
AS Utilitas Eesti, Jõgeva katlamaja	Biokütuse katel Danstoker VHS 25-900	7.06	Multitsüklon, elektrifilter ja suitsugaaside pesur	4.76	12.28	8.72	78.85	1228.10	5.95	23.48	0.52	0.89	2.28	1.09	1.06	
Adven Eesti AS, Viljandi Ekseko seafarm	biokatel	2.5	Multitsüklon	8.68	10.09	17.98	117.24	606.63	5.78	9.58	0.19	4.52	119.50	103.14	88.45	
JELD-WEN EESTI AS	LAKA, PS4000	4	Multitsüklon	12.81	6.75	6.27	92.10	632.23	0.74	1.16	0.51	0.42	239.25	183.01	138.53	
Adven Eesti AS, Viru-Nigula	Veekatel, nr 2	1.23	Tsüklon	11.43	7.93	8.02	56.12	644.07	6.53	1.24	0.23	1.20	104.03	58.51	35.21	
AS Tootsi Turvas, Mooste	Hakkepuidu katel	0	Tsüklon	9.53	9.88	14.29	173.02	74.28	11.66	0.29	0.19	0.38	52.83	40.83	33.74	
Enefit Green AS Paide Elektrijaam	Katel Wärtsilä Biograte	8	Multitsüklon	7.92	10.97	8.88	153.78	0.88	2.10	0.00	0.19	0.16	56.69	50.44	40.60	
AS Anne Soojus, Aardla	Katel K2, veekatel Danstoker	8.2	Suitsugaaside pesur ja multitsüklon	8.64	10.64	10.13	125.51	52.74	1.22	0.00	0.18	0.32	28.33	28.91	26.81	
OÜ Utilitas Tallinna Elektrijaam OÜ	Restkoldega katel	29	ESP filter	4.39	13.99	12.10	77.30	3.86	2.90	0.00	0.13	0.11	0.16	0.22	0.21	
Keskmine				**8.59**	**10.17**	**11.60**	**111.14**	**712.39**	**5.00**	**15.06**	**0.35**	**1.07**	**105.75**	**73.39**	**55.64**	**6068.16**
Mediaan				**8.63**	**10.68**	**10.52**	**115.68**	**139.98**	**4.62**	**0.29**	**0.21**	**0.34**	**54.06**	**47.43**	**34.99**	**1842.75**
Standardhälve				**3.39**	**2.62**	**4.98**	**31.90**	**1915.68**	**4.70**	**51.20**	**0.37**	**2.32**	**141.36**	**84.57**	**65.37**	**7246.62**

Tabel 7 Põlevkiviõli katelde eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Utilitas Eesti AS, Keila katlamaja	Vitomax 200	10	Puudub	11.12	7.53	5.81	166.16	0.52	576.04	0.0040	0.212	0.505	32.66	13.80	12.07	97.52
Utilitas Eesti AS, Haapsalu katlamaja	Vapor	5.68	Puudub	11.12	7.53	5.81	166.16	0.516	400.28	0.0040	0.212	0.505	10.76	4.17	2.79	666.82

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Utilitas Eesti AS, Haapsalu katlamaja	Vapor	10	Puudub	8.92	8.96	6.79	141.52	1.47	396.23	0.0033	0.173	0.0669	3.60	2.95	2.28	44.97
Valio Eesti AS, Laeva meierei	Kerge kütteõlikatel, põletiga (TTK-70)	1.9	puudub	4.00	12.01	9.50	157.80	0.0781	408.96	0.00242	0.123	0.167	2.96	3.41	2.60	21.51
Valio Eesti AS, Laeva meierei	Kerge kütteõlikatel, põletiga (Bosch)	2.1	Puudub	4.00	11.83	9.51	160.84	0.597	417.83	0.00242	0.123	0.0475	4.22	2.32	1.74	3.19
Keskmine				**7.83**	**9.57**	**7.48**	**158.50**	**0.64**	**439.87**	**0.00**	**0.17**	**0.26**	**10.84**	**5.33**	**4.30**	**166.80**
Mediaan				**8.92**	**8.96**	**6.79**	**160.84**	**0.52**	**408.96**	**0.00**	**0.17**	**0.17**	**4.22**	**3.41**	**2.60**	**44.97**
Standardhälve				**3.61**	**2.22**	**1.89**	**10.15**	**0.51**	**76.58**	**0.00**	**0.04**	**0.23**	**12.59**	**4.79**	**4.36**	**281.75**

Tabel 8 Maagaasi katelde eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Elering AS, Kiili GRJ	Vitoplex 200 Katel A	1.1	Puudub	5.10	7.89	14.95	35.99	0.08	0.52	0.0027	0.13	0.17	0.017	0.067	0.050	0.27
Elering AS, Kiili GRJ	Vitoplex 200 Katel B	1.1	puudub	3.77	8.04	13.54	31.95	0.08	0.18	0.0025	0.12	0.084	0.015	0.062	0.046	0.12
AS Anne Soojus, Ropka	Katel K1, Noviter WT W40	39,36	Puudub	2.36	8.83	16.05	27.98	0.07	2.61	0.0024	0.11	0.51	-	-	-	-
AS Anne Soojus, Ropka	Katel K2, Noviter WT W40	39,36	Puudub	2.55	8.82	15.96	30.63	0.07	2.59	0.0024	0.11	0.24	-	-	-	-
Adven Eesti AS, Viljandi Ekseko seafarm	Katel, Vitpolex 200, SA-20	1.7	Puudub	3.51	8.16	15.67	37.95	0.08	1.83	0.072	0.12	0.56	-	-	-	-
AS Anne Soojus	Gaasikatel, Bosch UT-M 60	16	suitsugaaside retsirkulatsioon	3.54	8.28	15.77	27.35	0.08	1.95	0.0025	0.12	0.27	-	-	-	-
AS Anne Soojus	Gaasikatel, Bosch UT-M 60	16	suitsugaaside retsirkulatsioon	5.35	7.61	14.34	23.72	0.08	1.94	0.0028	0.13	0.25	-	-	-	-
Keskmine				**3.74**	**8.23**	**15.18**	**30.80**	**0.08**	**1.66**	**0.01**	**0.12**	**0.30**	**0.02**	**0.06**	**0.05**	**0.20**
Mediaan				**3.54**	**8.16**	**15.67**	**30.63**	**0.08**	**1.94**	**0.00**	**0.12**	**0.25**	**0.02**	**0.06**	**0.05**	**0.20**
Standardhälve				**1.14**	**0.46**	**0.95**	**4.99**	**0.01**	**0.95**	**0.03**	**0.01**	**0.17**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.11**

Tabel 9 Jäätmepõletuskatla eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
AS Enefit Green Iru elektrijaam	Jäätmepõletusplokk	80	Aktiivsüsi, lubjapiim, kustutatud lubi, kottfiltrid	8.61	9.72	19.80	162.34	1.54	6.45	0.00390	0.18	0.150	0.152	0.196	0.120	0.615

Tabel 10 Turbakatelde eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Anne Soojus AS	Anne katlamaja veekatel WA02	20.9	Elektrifilter ja pesur	9.13	10.14	9.75	206.19	80.32	88.66	1.72	2.45	0.17	1.57	0.82	0.67	7.21
AS Tootsi Turvas	Turba restkoldega katel ,JU-MMV-15	1.667	Tsüklon	10.04	8.61	11.11	233.13	610.46	319.51	11.05	15.09	4.04	846.64	504.99	160.27	
AS Anne Soojus	Katel W01, Veekatel, KB-M-35-150M/TF03	20.9	Elektrifilter ja suitsugaaside pesur	10.74	8.94	15.56	150.71	38.08	7.86	0.00	0.22	2.54	121.53	44.38	22.72	
AS Anne Soojus	Katel W02, Veekatel, KB-M-35-150M/TF03	20.9	Elektrifilter ja suitsugaaside pesur	11.14	7.96	13.79	161.79	364.58	65.78	17.35	2.75	5.11	49.14	8.82	4.36	
AS Anne Soojus	Katel W01 ja katel W02 peale pesurit	41.8	Elektrifilter ja suitsugaaside pesur	9.44	9.79	11.35	111.22	138.68	4.03	1.30	0.19	1.25	10.77	5.78	3.48	
Keskmine				**10.10**	**9.09**	**12.31**	**172.61**	**246.42**	**97.17**	**6.29**	**4.14**	**2.62**	**205.93**	**112.96**	**38.30**	**7.21**
Mediaan				**10.04**	**8.94**	**11.35**	**161.79**	**138.68**	**65.78**	**1.72**	**2.45**	**2.54**	**49.14**	**8.82**	**4.36**	**7.21**
Standardhälve				**0.85**	**0.88**	**2.33**	**47.84**	**239.31**	**129.56**	**7.59**	**6.24**	**2.01**	**361.27**	**219.83**	**68.74**	

Tabel 11 Pelletikatelde eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Adven Eesti AS, Kose katlamaja	Pelletikatel K1	1.5	Multitsüklon	12.61	7.59	6.76	103.96	81.53	0.364	0.0048	0.250	0.272	77.78	48.21	40.65	478.662
Adven Eesti AS, Kose katlamaja	Pelletikatel K2	1.5	Multitsüklon	12.28	7.84	7.04	108.80	25.72	0.350	0.0046	0.240	0.207	50.67	39.83	37.56	161.481
Adven Eesti AS, Kose-Uuemõisa	Veekatel, K1	1.111	Tsüklon	14.77	4.96	4.86	88.5	673.5	4.75	0.45	0.34	1.07	45.42	46.20	44.00	
Adven Eesti AS, Kose-Uuemõisa	Veekatel, K2	1.111	Tsüklon	14.83	4.90	4.81	88.3	738.8	5.03	0.30	0.34	0.90	83.43	56.88	47.50	
Keskmine				**13.62**	**6.32**	**5.87**	**97.37**	**379.88**	**2.62**	**0.19**	**0.29**	**0.61**	**64.33**	**47.78**	**42.43**	**320.07**
Mediaan				**13.69**	**6.27**	**5.81**	**96.21**	**377.50**	**2.56**	**0.15**	**0.29**	**0.59**	**64.22**	**47.21**	**42.33**	**320.07**
Standardhälve				**1.37**	**1.61**	**1.20**	**10.58**	**378.36**	**2.62**	**0.22**	**0.05**	**0.44**	**19.06**	**7.04**	**4.28**	**224.28**

Tabel 12 Maagaasil töötava asfalditehase eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Tariston AS, Harku ABT	Kuivatustrummel	18.4	Kottfilter	15.02	2.12	14.67	59.95	503.13	10.17	14.98	0.90	0.77	122.81	43.49	19.48	1047.63

Tabel 13 Põlevkiviõlil töötava asfalditehase eriheited

Ettevõte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
Tariston AS, Raadi ABT	Kuivatustrummel	15	Kottfilter	16.24	1.46	11.57	150.64	1903.61	154.81	9.86	3.11	0.172	2103.81	1037.31	536.53	47763.44

Tabel 14 Ahja moodulahju eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
16.07.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	17.20	3.17	4.99	139.63	2198.52	1.96	6.62	1.74	6.99	60.95	30.61	29.81	
20.07.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	17.27	2.98	4.74	135.00	1625.63	0.85	8.78	1.90	5.59	44.51	35.83	34.97	
21.07.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	17.21	3.15	4.76	139.66	1727.01	2.08	5.49	1.47	6.09	41.80	21.02	20.25	
23.07.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	17.66	2.68	4.18	138.50	1910.77	0.95	14.92	2.38	6.14	30.81	25.36	24.69	
3.08.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	17.94	2.70	4.57	129.49	2138.93	7.55	19.66	2.11	7.20	99.09	78.35	75.82	
4.08.2021	Ahja moodulahi	Halupuit	18.76	2.14	3.50	147.52	2583.57	8.82	12.96	2.37	9.25	88.89	88.17	86.84	
Keskmine			**17.67**	**2.80**	**4.46**	**138.30**	**2030.74**	**3.70**	**11.41**	**2.00**	**6.88**	**61.01**	**46.56**	**45.40**	
Mediaan			**17.46**	**2.84**	**4.66**	**139.06**	**2024.85**	**2.02**	**10.87**	**2.01**	**6.57**	**52.73**	**33.22**	**32.39**	
Standardhälve			**0.61**	**0.39**	**0.54**	**5.95**	**351.07**	**3.53**	**5.44**	**0.36**	**1.31**	**27.50**	**29.03**	**28.48**	

Tabel 15 Pilukoldega ahju eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
23.08.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	18.19	2.57	4.09	154.28	2231.39	5.49	36.25	2.74	6.07	39.23	19.53	19.15	
20.09.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	16.87	4.33	4.63	127.39	1769.70	0.76	10.18	1.26	4.36	-	28.93	27.87	
1.10.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	17.98	3.32	3.86	150.04	2167.13	1.05	14.13	0.35	5.28	35.04	17.66	17.14	
4.10.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	18.06	3.14	3.66	138.37	1926.07	1.08	16.63	0.55	5.03	63.06	49.29	47.81	
5.10.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	17.56	3.58	4.01	148.86	1997.92	0.92	25.73	0.83	4.76	59.40	39.34	38.12	
6.10.2021	Pilukoldega ahi	Halupuit	17.64	3.64	3.91	134.71	1802.04	0.94	11.80	1.30	4.14	52.22	26.41	25.41	
Keskmine			**17.72**	**3.43**	**4.03**	**142.27**	**1982.37**	**1.71**	**19.12**	**1.17**	**4.94**	**49.79**	**30.19**	**29.25**	
Mediaan			**17.81**	**3.45**	**3.96**	**143.61**	**1961.99**	**1.00**	**15.38**	**1.05**	**4.90**	**52.22**	**27.67**	**26.64**	
Standardhälve			**0.48**	**0.59**	**0.33**	**10.41**	**188.31**	**1.86**	**10.02**	**0.86**	**0.70**	**12.28**	**12.13**	**11.73**	

Tabel 16 Restkoldega ahju eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	$O_{2,\%}$	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
10.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	13.21	6.25	6.32	107.75	2525.92	0.40	25.03	1.96	4.93	61.91	55.30	53.92	
13.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	13.39	6.32	5.67	113.79	2584.47	0.41	31.45	1.65	3.70	51.77	26.05	25.51	
16.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	13.50	6.05	5.90	108.95	2331.75	0.42	16.95	2.17	3.03	80.11	40.22	39.52	
17.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	14.41	5.58	5.46	119.95	1939.84	0.47	5.67	2.21	3.10	52.67	26.42	25.96	
20.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	12.82	6.55	5.81	108.75	2597.00	0.38	23.29	2.82	2.63	132.37	66.93	64.50	
21.12.2021	Restkoldega ahi	Halupuit	11.97	6.54	5.48	121.16	3997.80	0.71	105.99	1.75	3.30	136.89	125.11	121.54	
Keskmine			**13.22**	**6.22**	**5.77**	**113.39**	**2662.80**	**0.47**	**34.73**	**2.09**	**3.45**	**85.95**	**56.67**	**55.16**	
Mediaan			**13.30**	**6.29**	**5.74**	**111.37**	**2555.19**	**0.41**	**24.16**	**2.06**	**3.20**	**71.01**	**47.76**	**46.72**	
Standardhälve			**0.81**	**0.36**	**0.32**	**5.94**	**699.10**	**0.12**	**35.99**	**0.42**	**0.81**	**39.09**	**37.19**	**35.98**	

Tabel 17 Umbkoldega ahju eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	$O_{2,\%}$	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
29.11.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	14.05	4.56	7.36	207.85	4437.74	0.45	122.73	10.32	26.16	52.52	38.73	37.76	
30.11.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	15.46	4.21	4.44	98.13	2183.49	0.57	42.97	2.39	6.81	67.75	34.01	33.35	
2.12.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	15.57	4.11	4.29	101.50	1952.16	0.58	28.26	2.40	5.58	59.27	29.75	28.97	
3.12.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	15.05	4.31	4.34	105.81	2749.64	0.53	57.11	2.51	5.00	129.65	64.97	64.22	
6.12.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	15.59	4.22	4.28	95.65	2773.61	0.58	55.51	2.71	6.66	71.70	46.74	45.03	
7.12.2021	Umbkoldega ahi	Halupuit	16.03	3.69	3.58	104.91	2986.64	0.63	50.80	2.72	6.53	174.92	87.84	86.56	
Keskmine			**15.29**	**4.18**	**4.72**	**118.97**	**2847.21**	**0.56**	**59.56**	**3.84**	**9.46**	**92.63**	**50.34**	**49.32**	
Mediaan			**15.52**	**4.21**	**4.32**	**103.21**	**2761.62**	**0.57**	**53.15**	**2.61**	**6.60**	**69.72**	**42.73**	**41.39**	
Standardhälve			**0.69**	**0.29**	**1.33**	**43.71**	**872.44**	**0.06**	**32.70**	**3.18**	**8.21**	**48.83**	**22.17**	**22.05**	

Tabel 18 Pilukoldega pliidi eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
11.10.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	16.80	4.31	4.99	158.30	2355.59	0.75	35.49	1.61	5.56	28.21	14.23	13.76	
12.10.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	17.09	3.67	4.00	146.57	2748.45	0.81	18.63	0.55	8.69	59.28	46.09	45.22	
2.11.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	16.75	3.30	4.31	132.85	1694.16	0.74	10.84	1.31	6.18	31.76	16.13	15.50	
3.11.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	16.60	3.36	4.09	130.10	1646.36	6.91	10.90	0.96	5.38	40.33	20.32	19.55	
4.11.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	16.95	3.30	4.05	146.73	1444.63	0.78	5.14	1.37	4.51	25.23	12.78	12.35	
5.11.2021	Pilukoldega pliit	Halupuit	16.61	3.37	4.02	122.47	1610.25	3.00	12.24	0.49	5.66	34.34	33.07	32.41	
Keskmine			**16.80**	**3.55**	**4.24**	**139.50**	**1916.57**	**2.17**	**15.54**	**1.05**	**6.00**	**36.53**	**23.77**	**23.13**	
Mediaan			**16.78**	**3.36**	**4.07**	**139.71**	**1670.26**	**0.79**	**11.57**	**1.14**	**5.61**	**33.05**	**18.22**	**17.53**	
Standardhälve			**0.19**	**0.40**	**0.38**	**13.25**	**514.55**	**2.49**	**10.68**	**0.46**	**1.43**	**12.30**	**13.17**	**13.03**	

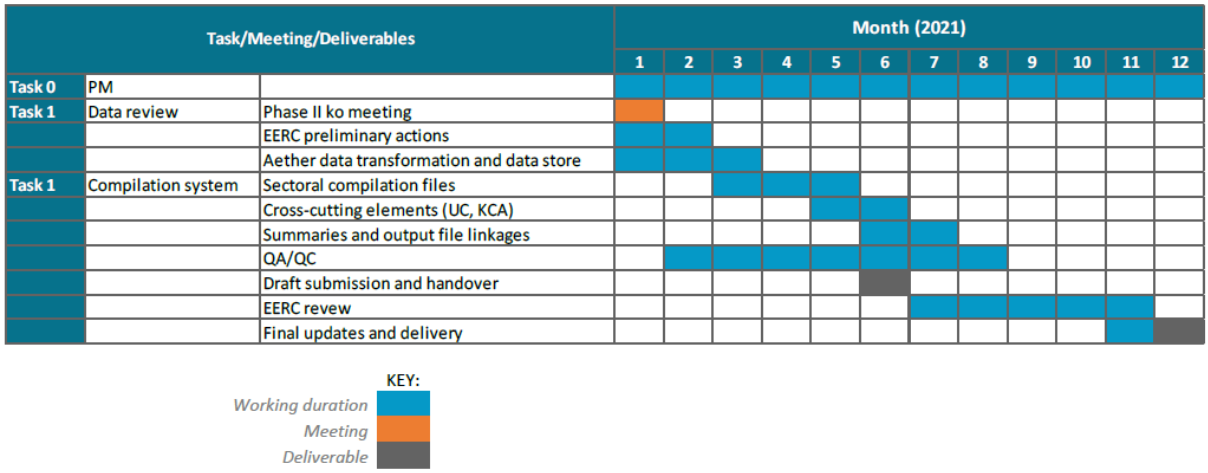
Tabel 19 Restkoldega pliidi eriheited

Kuupäev	Ahju tüüp	Kütus	O_2, %	CO_2, %	H_2O, %	q_{NOx}, g/GJ	q_{CO}, g/GJ	q_{SO2}, g/GJ	q_{CH4}, g/GJ	q_{N2O}, g/GJ	q_{NH3}, g/GJ	q_{PMsum}, g/GJ	q_{PM10}, g/GJ	$q_{PM2.5}$, g/GJ	$q_{b.c}$, mg/GJ
11.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	17.60	2.03	3.01	148.47	2225.27	0.93	45.65	0.64	2.50	54.00	48.07	45.56	
17.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	17.55	2.03	2.80	115.46	2516.67	0.92	54.30	0.63	2.50	60.33	30.71	28.96	
18.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	17.44	1.96	2.81	130.75	1944.36	0.89	46.62	0.61	1.47	99.93	50.43	48.48	
23.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	17.20	2.21	2.89	114.23	1908.11	0.83	41.96	0.57	3.02	70.67	59.33	56.41	
24.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	16.99	2.28	2.85	125.39	1885.50	0.79	40.31	0.54	2.33	63.62	49.78	46.91	
25.11.2021	Restkoldega pliit	Halupuit	16.50	2.58	3.27	113.29	1850.01	0.70	43.96	0.48	1.39	65.23	32.92	31.86	
Keskmine			**17.21**	**2.18**	**2.94**	**124.60**	**2054.99**	**0.84**	**45.47**	**0.58**	**2.20**	**68.96**	**45.20**	**43.03**	
Mediaan			**17.32**	**2.12**	**2.87**	**120.43**	**1926.23**	**0.86**	**44.80**	**0.59**	**2.41**	**64.42**	**48.92**	**46.23**	
Standardhälve			**0.42**	**0.23**	**0.18**	**13.62**	**263.32**	**0.09**	**4.91**	**0.06**	**0.64**	**16.14**	**11.11**	**10.52**	

3 Kasvuhoonegaaside inventuuri andmetöötluskeskkonna arendamine (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Hanna-Lii Kupri
Kaastäitjad: Stanislav Štõkov, Kelly Joa, Igor Miilvee, Sirly-Ann Meriküll, Anette Iital, Kristin Puusepp, Kadi Meltz, Helen Karu (KAUR), Eve Suursild (KAUR)

Eesti KHG andmetöötluskeskkonna loomisel kasutatakse universaalset lahendust eesmärgiga parandada andmete läbipaistvust, usaldusväärsust ja järjepidevust. Andmetöötluskeskkonna loomine võimaldab hallata arvukaid töötabeleid, erinevas formaadis koondatud taustandmeid ja kvaliteedikontrolli tabeleid. Andmetöötluskeskkonna arendus katab kõiki KHG inventuuri sektoreid- energeetika (sh transport), tööstuslikud protsessid ja toodete kasutamine (IPPU), põllumajandus, maakasutus, maakasutus muutus ja metsandus (LULUCF) ja jäätmed.
2020 a. korraldatud KHG andmetöötluskeskkonna arendamise hanke võitis inglise firma Aether - https://www.aether-uk.com/, kus tegeletakse muuhulgas KHG ja õhusaasteainete inventuuri ja prognoose puudutavate projektidega. Igapäevaseks suhtluseks on loodud eraldi keskkond Microsoft Teamsis, kus Eesti KHG inventuuri eksperdid saavad Aetheri meeskonnaga andmetöötluskeskkonna teemadel suhelda. 2021 aasta tööd on toimunud vastavalt kokkulepitud ajakavale (Joonis 29) ning jätkuvad 2022 aastal. Kõik sektoriaalsed andmetöötluskeskkonna vormid koos 2021. aasta inventuuri algandmetega on EKUKile ja KAURile edastatud (erandina on tööstuslike protsesside ja toodete kasutamise sektori andmetöötluskeskkonna põhjade loomiseks kasutatud 2020 aasta inventuuri algandmeid). Sektori ekspertidel on olnud võimalus vormidega tutvuda a oleme esimest tagasisidet edastanud. Põllumajanduse andmetöötluskeskkonna vormidega on töö olnud intensiivsem ning 2022 aasta inventuuri arvutused on tehtud juba selles keskkonnas. Siiski vajab vormide täielik kasutuselevõtt edasist väljaõpet, mis toimub 2022 aastal.



Joonis 29 II etapi ajakava 2021

Lisaks jätkatakse 2022. aastal KHG inventuuri ja prognooside infograafika veebilehe töödega. 2021 aastal valmis veebilehe testkeskkond https://test.kasvuhoonegaasid.ee, mis sisaldab KHG inventuuri informatsiooni inventuurist ning ülevaadet 2021 aastal esitatud prognoosidest. Heitkoguste graafikuid saab interaktiivselt muuta valides erinevaid gaase, detailsuse astet ja sektoreid. Graafikutele on lisatud heitkoguse näitamise funktsionaalsus kui kursoriga graafikul liikuda. Palju tööd on toimunud arenduse taustsüsteemi poolel, et võimaldada kiiret informatsiooni avaldamist. Sisu valik ja ülesehitus on tehtud Keskkonnaministeeriumiga kokkulepitud vormis. 2022 aasta esimeses poolest toimub testkeskkonna edasiarendus.

2022 a. tegevused:

- Jätkatakse KHG inventuuride ja prognooside infograafika veebilehe www.kasvuhoonegaasid.ee töödega ning luuakse veebilehe sisselogitav vaade.
- Hiljemalt septembris 2022 esitletakse veebilehe avalikku ja sisselogitavat vaadet Keskkonnaministeeriumile.

4 Transpordi valdkonna tegevused

Vastutav täitja: Stanislav Štõkov, Kristin Puusepp

4.1 Transpordisektori KHG inventuuri Exceli arvutuste üleminek COPERTi mudelile arvutustele (lõpp 2021)

Vastutav täitja: Stanislav Stõkov, Kristin Puusepp

EKUKi energeetika spetsialistid läbisid COPERTi mudeli (versioon 5.5.1) koolituse ja samuti osaleti 2021.a novembris Euroopa Keskkonnaameti korraldatavas iga-aastasel COPERTi koolitusel, mida viis läbi EMISIA (COPERT mudeli looja ja haldaja). COPERTI mudel on nüüd EKUKis kasutusel. Lähitulevikus pidi EMISIA looma COPERT pilveversiooni, mis võimaldaks EKUKi ja KAURi kolleegidel hõlpsalt kasutada mudeli viimast versiooni ja kõige uuemaid andmeid, ilma et peaks eraldi andmevahetusega tegelema.

4.2 Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine (lõpp 2021)

Tegevuse eesmärk on teiste liikuvate heiteallikate tööstuses, põllumajanduses, kodumajapidamises jms CH_4, N_2O ja teiste välisõhku paisatavate saasteainete arvutusmetoodika üleminek Tier1-lt Tier3-le, et Eesti KHG ja õhusaasteainete inventuurides kajastatavate saasteainete heitkoguseid arvutada riigispetsiifiliste eriheitegurite ning täpsustada sektori ajaloolisi heitkoguseid.
Projekti esimeses etapis (2020. aastal) oli Maanteeameti sisendina välja arvutatud teiste liikuvate heiteallikate arvuline kogus ja eriheitegurid sõidukitüüpide lõikes vahemikus 2005 – 2018. Projekti teises etapis (2021. aastal) valmis ülejäänud aegrida 1990-2004 ja aastad 2019-2020, millega saavutati tegevuse esialgne eesmärk, vt Tabel 20 ja Joonis 30. Edasistes tabelites ja joonistes on välja toodud liikurmasina liigi jagunemine heitmestandartite kaupa, summaarsed heitkogused ning kütuse tarbimine:

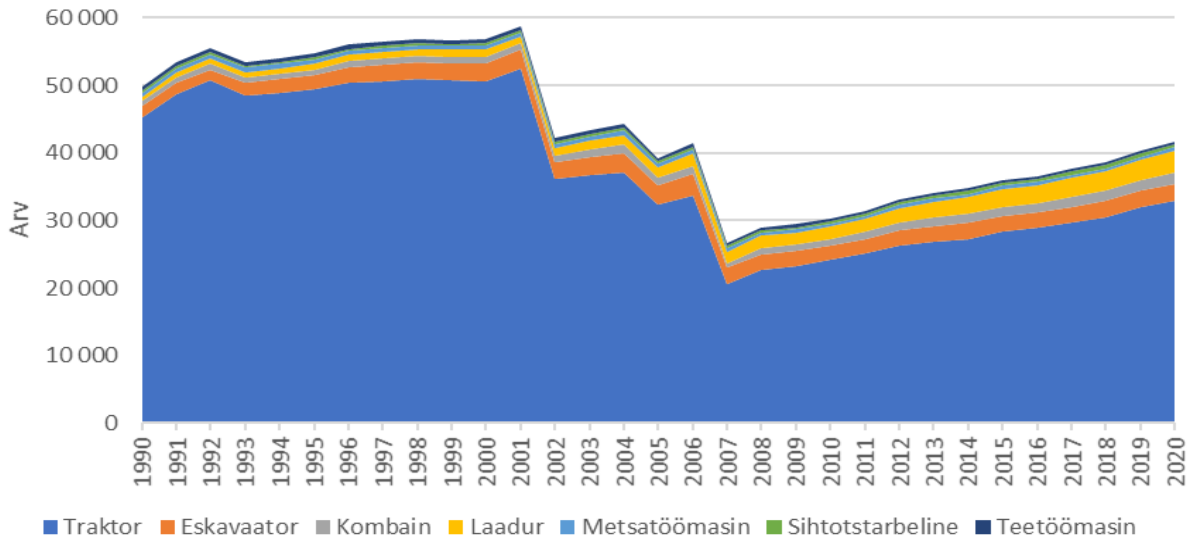
- Traktorid: Tabel 21, Tabel 22, Tabel 23, Tabel 24, Joonis 31, Joonis 32.
- Ekskavaatorid: Tabel 25, Tabel 26, Joonis 33.
- Kombainid: Tabel 27, Tabel 28, Joonis 34.
- Laadurid: Tabel 29, Tabel 30, Joonis 35.
- Metsatöömasinad: Tabel 31, Tabel 32, Joonis 36.
- Sihtsotstarbelised: Tabel 33, Tabel 34, Tabel 35, Tabel 36, Joonis 37, Joonis 38.
- Teetöömasinad: Tabel 37, Tabel 38, Joonis 39.

Esialgsete arvutustulemuste põhjal väheneb traktorite, metsatöömasinate ja kombainide CH_4 eriheide 41.9% (2.41 kg/TJ) ja N_2O 89.6% (2.98 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate eriheidetega Eesti KHG inventuuris (CH_4 4.15 kg/TJ ja N_2O 28.6 kg/TJ) ja ekskavaatorite,

laadurite ning teetöömasinate CH_4 eriheide väheneb 70.7% (0.88 kg/TJ) ja N_2O suureneb 428% (3.17 kg/TJ) võrreldes praegu kasutatavate IPCC vaikeväärtustega Eesti KHG inventuuris (CH_4 3 kg/TJ ja N_2O 0.6 kg/TJ). Tulemusena näiteks väheneks KHG inventuuris liikurmasinate arvelt KHG heitkogus ligikaudu 29.3 ktCO_2 ekv 2018.aastal (liikurmasinad kuuluvad ESR alla).

Tabel 20 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 1990 – 2020, tk

Masina liik	Traktor	Ekskavaator	Kombain	Laadur	Metsatöömasin	Sihtotstarbeline	Teetöömasin
1990	45 193	1 695	780	650	650	290	600
1991	48 649	1 740	797	700	645	294	598
1992	50 762	1 621	814	740	640	298	596
1993	48 426	1 946	831	780	635	302	594
1994	48 826	2 053	848	820	630	306	592
1995	49 387	2 136	865	860	625	310	590
1996	50 398	2 298	882	900	620	314	588
1997	50 607	2 440	899	940	615	318	586
1998	50 908	2 535	916	980	610	322	584
1999	50 726	2 581	933	1 000	605	326	582
2000	50 624	2 690	950	1 040	600	330	580
2001	52 441	2 809	962	1 080	595	334	578
2002	36 072	2 589	992	1 110	595	338	578
2003	36 697	2 762	1 064	1 266	651	342	592
2004	37 178	2 857	1 196	1 423	659	346	589
2005	32 281	2 885	1 134	1 480	588	350	518
2006	33 744	3 167	1 235	1 755	612	354	539
2007	20 591	2 368	753	1 692	496	358	412
2008	22 718	2 202	977	1 807	493	362	397
2009	23 328	2 154	941	1 774	469	366	398
2010	24 163	2 101	986	1 803	501	384	388
2011	25 124	2 130	1 028	1 905	527	389	386
2012	26 262	2 239	1 132	2 144	555	392	403
2013	26 805	2 331	1 241	2 359	558	392	404
2014	27 299	2 360	1 276	2 477	552	403	406
2015	28 360	2 332	1 353	2 558	544	404	410
2016	28 886	2 350	1 363	2 611	541	410	415
2017	29 687	2 346	1 471	2 763	513	421	410
2018	30 513	2 362	1 532	2 845	492	434	411
2019	31 909	2 441	1 571	3 025	515	450	422
2020	32 967	2 520	1 610	3 204	537	465	433

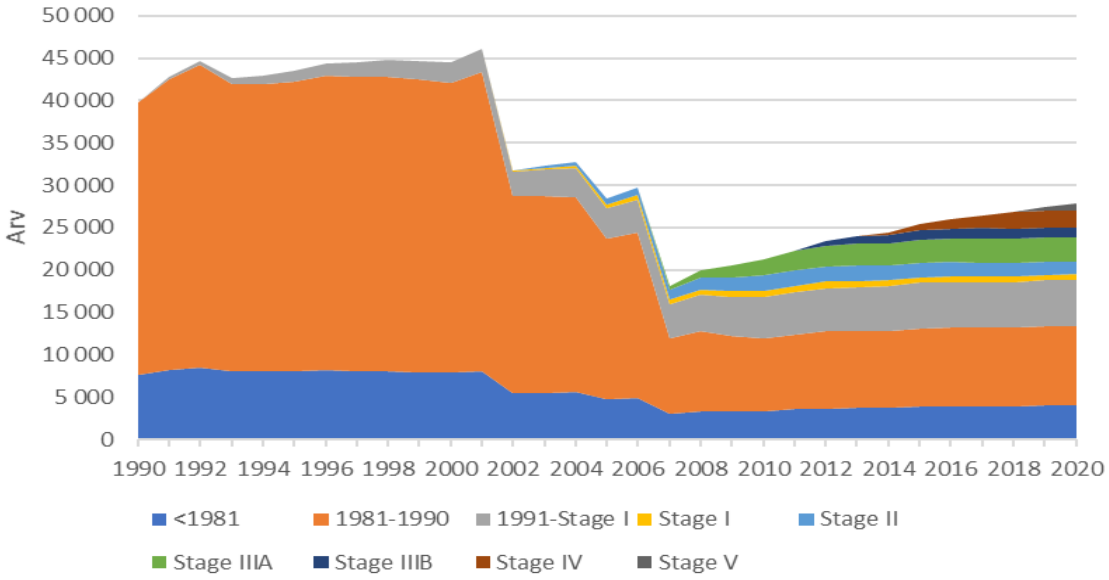


Joonis 30 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 1990 – 2020, tk

Tabel 21 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	7 679	32 091							
1991	8 194	34 375	242						
1992	8 474	35 713	484						
1993	8 012	33 877	726						
1994	8 005	33 994	968						
1995	8 023	34 228	1 210						
1996	8 112	34 786	1 452						
1997	8 070	34 770	1 694						
1998	8 042	34 821	1 936						
1999	7 937	34 524	2 178						
2000	7 846	34 283	2 420						
2001	8 049	35 362	2 662	75					
2002	5 483	23 206	2 904	150					
2003	5 523	23 173	3 146	225	226				
2004	5 540	23 037	3 388	300	452				
2005	4 762	18 962	3 630	375	678				
2006	4 927	19 542	3 872	450	904				
2007	2 976	8 903	4 114	525	1 130	472			
2008	3 249	9 487	4 356	600	1 356	944			
2009	3 302	8 956	4 598	675	1 582	1 416			
2010	3 366	8 600	4 849	750	1 807	1 886			
2011	3 537	8 849	5 019	746	1 800	2 297			
2012	3 654	9 060	5 146	735	1 791	2 487	545		
2013	3 693	9 110	5 194	730	1 781	2 553	909		
2014	3 693	9 110	5 228	730	1 781	2 630	923	369	
2015	3 843	9 266	5 344	712	1 700	2 696	1 206	717	
2016	3 872	9 272	5 384	705	1 663	2 755	1 224	1 103	
2017	3 894	9 260	5 407	698	1 603	2 835	1 242	1 545	
2018	3 897	9 256	5 427	692	1 566	2 817	1 233	1 963	

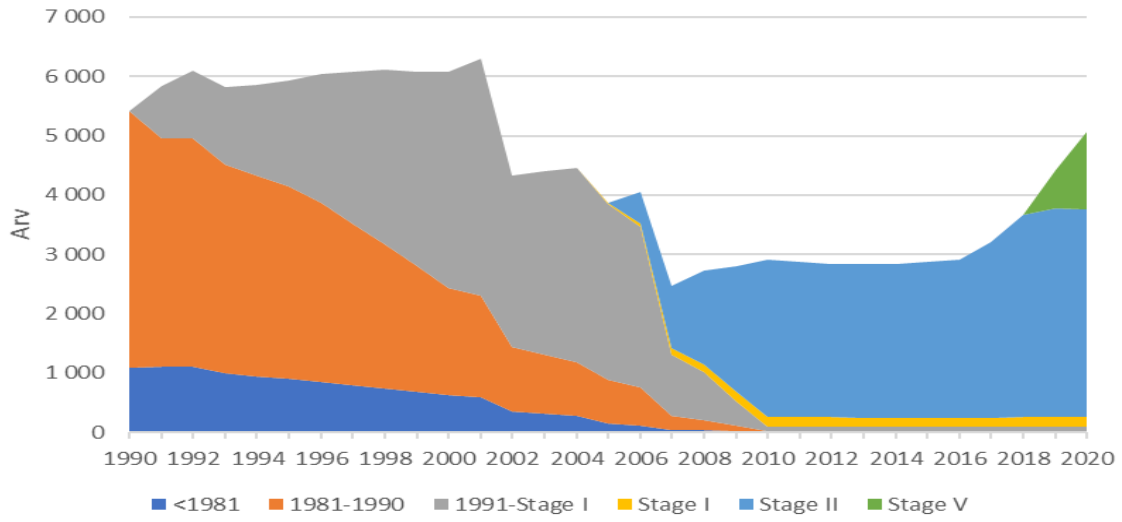
Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
2019	3 958	9 333	5 464	688	1 557	2 803	1 218	1 961	497
2020	3 981	9 354	5 486	680	1 528	2 777	1 197	1 935	965



Joonis 31 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Tabel 22 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk

Bensiin	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage V
1990	1 085	4 338				
1991	1 111	3 851	876			
1992	1 100	3 849	1 142			
1993	993	3 511	1 307			
1994	944	3 377	1 538			
1995	897	3 251	1 778			
1996	857	3 014	2 177			
1997	801	2 721	2 551			
1998	747	2 430	2 932			
1999	685	2 115	3 287			
2000	625	1 805	3 645			
2001	586	1 717	3 990			
2002	361	1 076	2 892			
2003	324	988	3 092			
2004	286	892	3 283			
2005	154	730	2 958	32		
2006	104	656	2 695	64	530	
2007	39	237	1 039	96	1 060	
2008	31	171	806	128	1 590	
2009	16	88	415	160	2 120	
2010	3	16	77	160	2 649	
2011	3	16	76	158	2 623	
2012	4	16	75	156	2 593	
2013	4	16	75	155	2 585	
2014	4	16	75	155	2 585	
2015	4	14	75	155	2 628	
2016	5	14	75	155	2 659	
2017	6	14	75	155	2 953	
2018	6	14	75	156	3 411	
2019	6	14	77	160	3 512	661
2020	6	14	77	159	3 496	1 312



Joonis 32 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk

Tabel 23 Traktorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.98	0.20	0.00	0.49	0.00	0.0002	0.13	0.07	27.03
1991	1.06	0.22	0.01	0.53	0.00	0.0002	0.14	0.08	29.12
1992	1.11	0.23	0.01	0.55	0.00	0.0002	0.14	0.08	30.41
1993	1.05	0.22	0.01	0.52	0.00	0.0002	0.14	0.07	28.80
1994	1.06	0.22	0.01	0.53	0.00	0.0002	0.14	0.07	29.05
1995	1.08	0.22	0.01	0.53	0.00	0.0002	0.14	0.08	29.40
1996	1.10	0.22	0.01	0.54	0.00	0.0002	0.14	0.08	30.02
1997	1.11	0.22	0.01	0.55	0.00	0.0002	0.14	0.08	30.16
1998	1.10	0.22	0.01	0.55	0.00	0.0002	0.14	0.08	30.09
1999	1.10	0.22	0.01	0.54	0.00	0.0002	0.14	0.08	29.99
2000	1.10	0.22	0.01	0.54	0.00	0.0002	0.14	0.08	29.95
2001	1.14	0.23	0.01	0.56	0.00	0.0002	0.14	0.08	31.05
2002	0.79	0.16	0.00	0.39	0.00	0.0002	0.10	0.05	21.40
2003	0.80	0.16	0.00	0.39	0.00	0.0002	0.10	0.05	21.69
2004	0.81	0.16	0.00	0.39	0.00	0.0002	0.10	0.05	22.11
2005	0.71	0.14	0.00	0.34	0.00	0.0001	0.08	0.05	19.37
2006	0.74	0.14	0.00	0.35	0.00	0.0001	0.09	0.05	20.37
2007	0.46	0.08	0.00	0.21	0.00	0.0001	0.05	0.03	13.12
2008	0.50	0.09	0.00	0.23	0.00	0.0001	0.05	0.03	14.81
2009	0.51	0.09	0.00	0.23	0.00	0.0001	0.05	0.03	15.57
2010	0.54	0.09	0.00	0.24	0.00	0.0001	0.05	0.03	17.37
2011	0.57	0.09	0.00	0.26	0.00	0.0001	0.06	0.03	19.14
2012	0.61	0.10	0.00	0.28	0.00	0.0002	0.06	0.03	22.11
2013	0.63	0.10	0.00	0.29	0.00	0.0002	0.06	0.03	24.20
2014	0.63	0.10	0.00	0.31	0.00	0.0002	0.06	0.03	26.58
2015	0.65	0.10	0.00	0.33	0.00	0.0002	0.06	0.03	30.43
2016	0.66	0.11	0.00	0.35	0.00	0.0003	0.06	0.04	33.52
2017	0.67	0.11	0.00	0.38	0.01	0.0003	0.06	0.04	37.46
2018	0.67	0.11	0.00	0.40	0.01	0.0003	0.06	0.04	41.19
2019	0.68	0.11	0.00	0.42	0.01	0.0003	0.06	0.04	44.59
2020	0.69	0.12	0.00	0.45	0.01	0.0004	0.06	0.04	47.86

Tabel 24 Traktorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, bensiin kilotonni

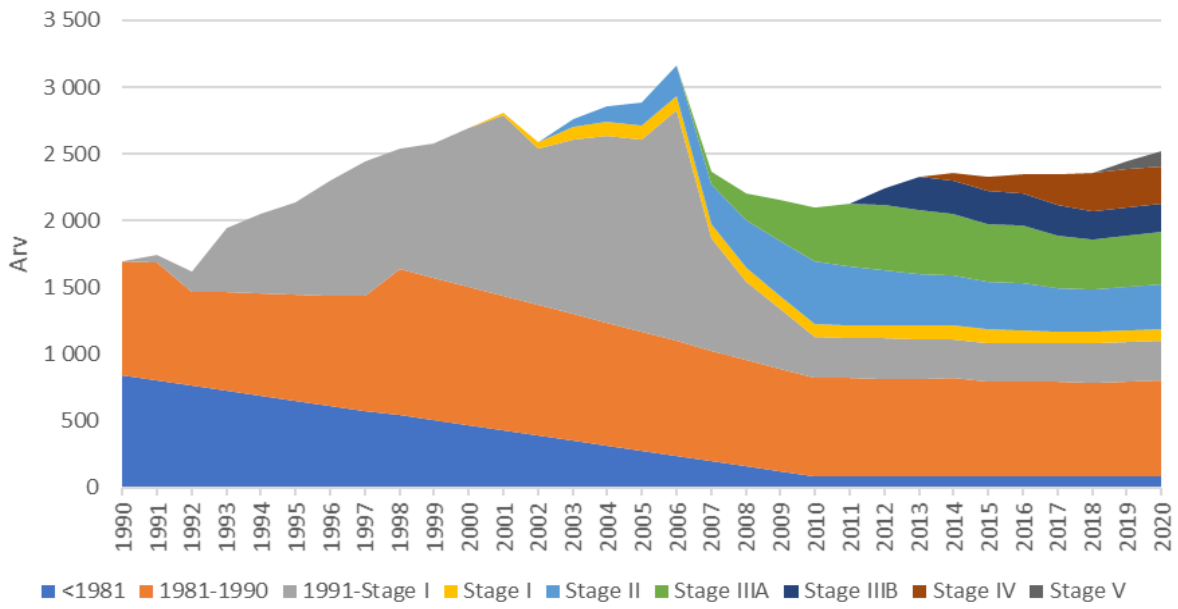
Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.02	0.08	0.003	4.54	0.00	0.00002	0.0006	0.00003	4.24
1991	0.02	0.08	0.003	4.64	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.43
1992	0.02	0.09	0.003	4.78	0.00	0.00002	0.0007	0.00004	4.59
1993	0.02	0.08	0.003	4.50	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.35
1994	0.02	0.08	0.003	4.47	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.36
1995	0.02	0.08	0.003	4.47	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.38
1996	0.02	0.08	0.003	4.46	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.42
1997	0.02	0.08	0.003	4.38	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.39
1998	0.02	0.08	0.003	4.30	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.37
1999	0.02	0.08	0.003	4.18	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.30
2000	0.02	0.07	0.003	4.08	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.24
2001	0.02	0.08	0.003	4.16	0.00	0.00002	0.0007	0.00003	4.37
2002	0.01	0.05	0.002	2.83	0.00	0.00001	0.0005	0.00002	2.99
2003	0.02	0.05	0.002	2.83	0.00	0.00001	0.0005	0.00002	3.02

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2004	0.02	0.05	0.002	2.83	0.00	0.00001	0.0005	0.00002	3.04
2005	0.01	0.04	0.002	2.43	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.64
2006	0.01	0.05	0.002	2.57	0.00	0.00001	0.0005	0.00002	2.82
2007	0.01	0.03	0.001	1.63	0.00	0.00001	0.0003	0.00001	1.81
2008	0.01	0.03	0.001	1.84	0.00	0.00001	0.0003	0.00002	2.05
2009	0.01	0.03	0.001	1.93	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.17
2010	0.01	0.04	0.001	2.32	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.61
2011	0.01	0.04	0.001	2.30	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.59
2012	0.01	0.04	0.001	2.28	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.57
2013	0.01	0.04	0.001	2.27	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.56
2014	0.01	0.04	0.001	2.27	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.56
2015	0.01	0.04	0.001	2.34	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.65
2016	0.02	0.04	0.001	2.40	0.00	0.00001	0.0004	0.00002	2.72
2017	0.02	0.05	0.002	3.13	0.00	0.00001	0.0006	0.00003	3.56
2018	0.03	0.08	0.003	4.65	0.00	0.00002	0.0009	0.00004	5.28
2019	0.04	0.12	0.004	7.26	0.00	0.00003	0.0013	0.00007	8.20
2020	0.05	0.15	0.005	9.56	0.00	0.00004	0.0018	0.00009	10.78

Tabel 25 Eskavaatorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	845	850							
1991	807	881	52						
1992	769	700	152						
1993	731	731	484						
1994	693	762	598						
1995	655	793	688						
1996	617	824	857						
1997	579	855	1006						
1998	541	1100	894						
1999	503	1070	1008						
2000	465	1040	1185						
2001	427	1010	1347	25					
2002	389	980	1170	50					
2003	351	950	1302	100	59				
2004	313	920	1406	100	118				
2005	275	890	1443	100	177				
2006	237	860	1734	100	236				
2007	199	830	843	100	295	101			
2008	161	800	585	100	354	202			
2009	123	770	445	100	413	303			
2010	84	737	309	100	469	402			
2011	87	733	303	95	437	475			
2012	87	731	303	98	406	490	124		
2013	84	731	297	100	389	479	251		
2014	84	735	295	101	373	463	253	56	
2015	82	717	288	97	354	437	248	109	
2016	84	712	289	95	349	431	248	142	
2017	84	709	286	87	330	395	228	227	
2018	84	705	289	86	318	373	218	289	

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
2019	85	710	295	89	325	384	213	284	58
2020	86	715	300	91	332	395	207	278	116



Joonis 33 Ekskavaatorite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

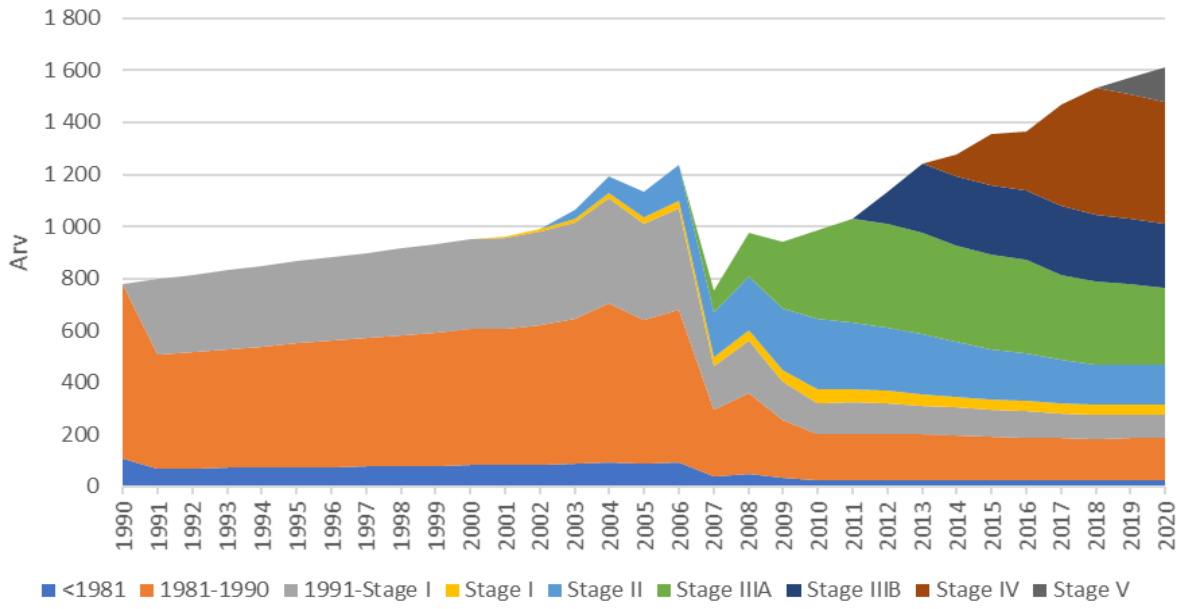
Tabel 26 Ekskavaatorite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.01	0.003	0.0001	0.01	0.0000	0.000002	0.002	0.001	0.34
1991	0.01	0.003	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.002	0.001	0.36
1992	0.01	0.003	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.002	0.001	0.35
1993	0.02	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000003	0.002	0.001	0.47
1994	0.02	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.002	0.001	0.51
1995	0.02	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.002	0.001	0.54
1996	0.02	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.002	0.001	0.60
1997	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.002	0.001	0.65
1998	0.02	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.003	0.001	0.65
1999	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.003	0.001	0.68
2000	0.03	0.005	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.003	0.001	0.73
2001	0.03	0.005	0.0001	0.01	0.0001	0.000006	0.003	0.002	0.80
2002	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000006	0.003	0.001	0.74
2003	0.03	0.005	0.0001	0.01	0.0001	0.000007	0.003	0.002	0.89
2004	0.04	0.005	0.0001	0.01	0.0001	0.000007	0.003	0.002	0.98
2005	0.04	0.005	0.0001	0.02	0.0001	0.000008	0.003	0.002	1.04
2006	0.04	0.006	0.0001	0.02	0.0002	0.000009	0.003	0.002	1.20
2007	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000008	0.002	0.001	1.07
2008	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000009	0.002	0.001	1.17
2009	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000010	0.002	0.001	1.30
2010	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000011	0.002	0.001	1.45
2011	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000012	0.002	0.001	1.52

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2012	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0002	0.000013	0.002	0.001	1.72
2013	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000015	0.002	0.001	1.91
2014	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000015	0.002	0.001	1.97
2015	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000015	0.002	0.001	2.01
2016	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000016	0.002	0.001	2.06
2017	0.03	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000016	0.002	0.001	2.13
2018	0.03	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000017	0.002	0.001	2.21
2019	0.03	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000018	0.002	0.001	2.35
2020	0.03	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000019	0.002	0.001	2.50

Tabel 27 Kombainide jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	109	671							
1991	68	438	291						
1992	69	448	297						
1993	71	457	303						
1994	72	466	310						
1995	74	476	316						
1996	75	485	322						
1997	76	494	328						
1998	78	504	334						
1999	79	513	341						
2000	81	523	347						
2001	81	526	349	5					
2002	83	540	358	10					
2003	86	558	370	15	34				
2004	94	609	404	20	68				
2005	86	554	368	25	102				
2006	91	588	390	30	136				
2007	39	255	169	35	170	85			
2008	48	310	205	40	204	170			
2009	34	222	147	45	238	255			
2010	24	180	118	51	273	340			
2011	23	181	119	49	259	397			
2012	24	180	115	48	244	399	122		
2013	25	177	109	45	232	390	263		
2014	26	171	109	40	209	373	264	84	
2015	25	166	102	40	193	365	266	196	
2016	24	165	101	40	184	358	267	224	
2017	24	161	95	39	171	325	263	393	
2018	25	159	92	39	154	319	257	487	
2019	25	160	93	39	152	310	250	478	67
2020	25	160	93	38	150	300	242	469	133



Joonis 34 Kombainide jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

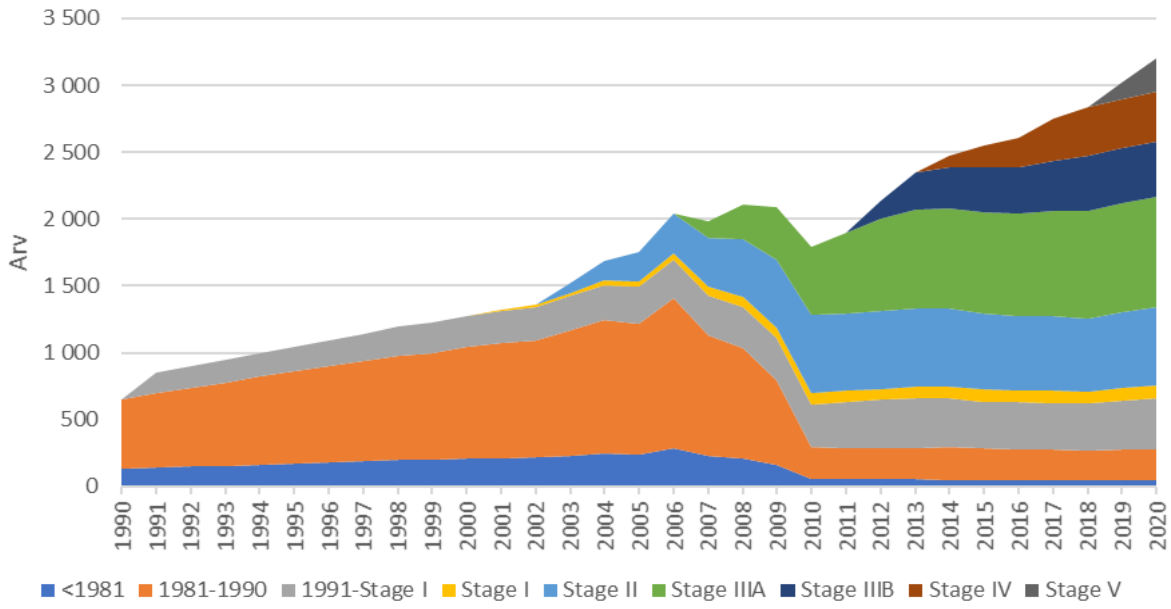
Tabel 28 Kombainide heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.02	0.002	0.0000	0.00	0.0000	0.000003	0.001	0.001	0.35
1991	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.48
1992	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.49
1993	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.50
1994	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.51
1995	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.52
1996	0.02	0.002	0.0000	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.53
1997	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.54
1998	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.55
1999	0.03	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.56
2000	0.03	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.001	0.001	0.57
2001	0.03	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.001	0.001	0.59
2002	0.03	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.002	0.001	0.62
2003	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000006	0.002	0.001	0.75
2004	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000007	0.002	0.001	0.93
2005	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000008	0.002	0.001	0.98
2006	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.000009	0.002	0.001	1.14
2007	0.03	0.002	0.0001	0.01	0.0002	0.000009	0.001	0.001	1.20
2008	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.000013	0.001	0.001	1.67
2009	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0003	0.000016	0.001	0.001	2.00
2010	0.05	0.003	0.0001	0.02	0.0003	0.000018	0.001	0.001	2.32
2011	0.05	0.004	0.0001	0.02	0.0004	0.000020	0.002	0.001	2.56
2012	0.05	0.004	0.0001	0.02	0.0004	0.000025	0.002	0.001	3.15
2013	0.06	0.004	0.0001	0.02	0.0005	0.000031	0.002	0.001	3.83
2014	0.05	0.004	0.0001	0.03	0.0006	0.000034	0.002	0.001	4.23
2015	0.05	0.005	0.0001	0.03	0.0007	0.000039	0.002	0.001	4.90
2016	0.05	0.005	0.0001	0.03	0.0007	0.000041	0.002	0.001	5.08

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2017	0.05	0.005	0.0001	0.04	0.0009	0.000049	0.002	0.001	6.18
2018	0.05	0.005	0.0001	0.04	0.0010	0.000055	0.002	0.001	6.83
2019	0.05	0.005	0.0001	0.04	0.0010	0.000058	0.002	0.001	7.26
2020	0.05	0.006	0.0001	0.05	0.0011	0.000061	0.002	0.001	7.69

Tabel 29 Laadurite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	130	520							
1991	140	560	150						
1992	148	592	159						
1993	156	624	168						
1994	164	656	177						
1995	172	688	186						
1996	180	720	195						
1997	188	752	204						
1998	196	784	213						
1999	200	800	222						
2000	208	832	231						
2001	214	857	240	9					
2002	218	874	249	18					
2003	233	933	258	27	73				
2004	248	993	267	36	146				
2005	243	973	276	45	219				
2006	282	1127	285	54	292				
2007	227	908	294	63	365	129			
2008	208	831	303	72	438	258			
2009	159	636	312	81	511	387			
2010	57	235	322	86	581	515			
2011	54	237	338	86	579	604			
2012	54	236	359	83	579	693	132		
2013	53	238	369	88	588	738	277		
2014	51	241	368	88	585	748	301	87	
2015	49	233	353	89	570	759	333	164	
2016	49	230	352	86	561	767	342	216	
2017	48	225	352	92	557	788	371	322	
2018	47	220	355	89	547	803	407	369	
2019	48	225	369	93	566	814	411	370	123
2020	48	230	383	97	585	824	415	370	245



Joonis 35 Laadurite jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

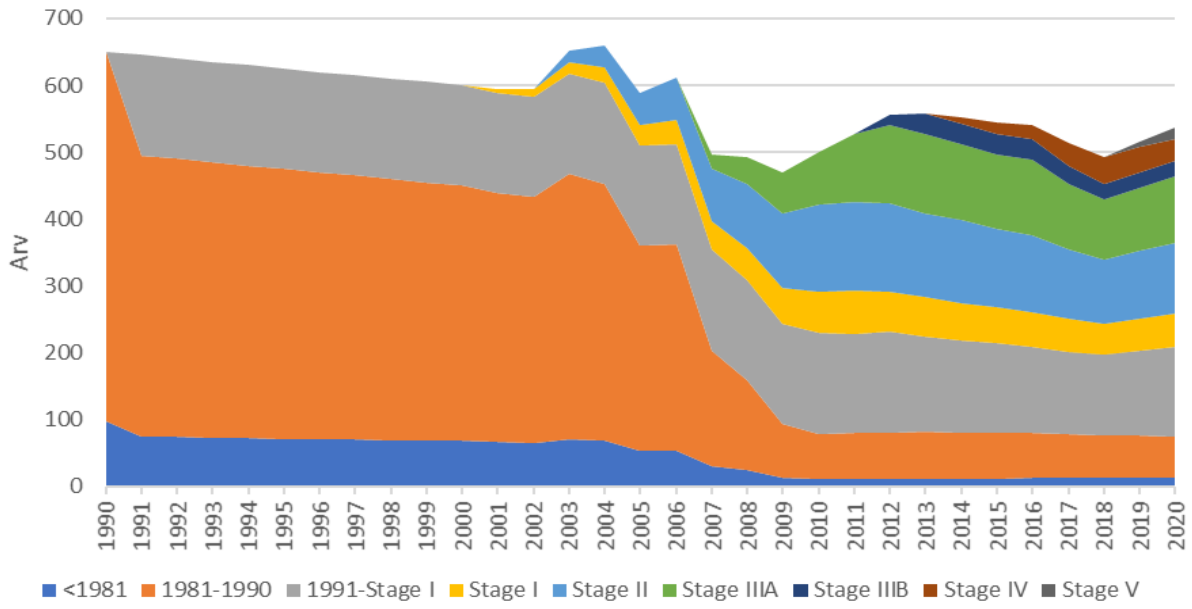
Tabel 30 Laadurite heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.01	0.001	0.0000	0.00	0.0000	0.000001	0.001	0.000	0.19
1991	0.01	0.002	0.0000	0.00	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.26
1992	0.01	0.002	0.0000	0.00	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.27
1993	0.01	0.002	0.0000	0.00	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.29
1994	0.01	0.002	0.0000	0.00	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.30
1995	0.01	0.002	0.0000	0.01	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.32
1996	0.01	0.002	0.0000	0.01	0.0000	0.000002	0.001	0.001	0.33
1997	0.01	0.002	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.001	0.001	0.34
1998	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.001	0.001	0.36
1999	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.001	0.001	0.37
2000	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0000	0.000003	0.001	0.001	0.38
2001	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000003	0.002	0.001	0.40
2002	0.02	0.002	0.0001	0.01	0.0001	0.000003	0.002	0.001	0.42
2003	0.02	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000004	0.002	0.001	0.54
2004	0.02	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000005	0.002	0.001	0.65
2005	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0001	0.000006	0.002	0.001	0.74
2006	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000007	0.002	0.001	0.89
2007	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0001	0.000008	0.002	0.001	1.08
2008	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000010	0.002	0.001	1.33
2009	0.04	0.004	0.0001	0.01	0.0002	0.000012	0.002	0.001	1.54
2010	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.000011	0.002	0.001	1.43
2011	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.000012	0.002	0.001	1.60
2012	0.04	0.003	0.0001	0.01	0.0003	0.000015	0.002	0.001	1.89
2013	0.04	0.004	0.0001	0.02	0.0003	0.000018	0.002	0.001	2.31
2014	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.000014	0.001	0.001	1.73
2015	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0003	0.000015	0.002	0.001	1.89
2016	0.03	0.003	0.0001	0.01	0.0003	0.000016	0.002	0.001	1.99

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2017	0.05	0.004	0.0001	0.02	0.0004	0.000024	0.002	0.002	3.10
2018	0.05	0.005	0.0001	0.02	0.0005	0.000027	0.002	0.002	3.43
2019	0.05	0.005	0.0001	0.03	0.0005	0.000029	0.002	0.002	3.70
2020	0.05	0.005	0.0001	0.03	0.0005	0.000031	0.002	0.002	3.97

Tabel 31 Metsatöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	98	552							
1991	74	421	150						
1992	74	416	150						
1993	73	412	150						
1994	72	408	150						
1995	71	404	150						
1996	71	399	150						
1997	70	395	150						
1998	69	391	150						
1999	68	387	150						
2000	68	382	150						
2001	66	373	150	6					
2002	65	368	150	12					
2003	70	397	150	18	16				
2004	68	385	150	24	32				
2005	54	306	150	30	48				
2006	54	308	150	36	64				
2007	31	173	150	42	80	20			
2008	24	135	150	48	96	40			
2009	14	79	150	54	112	60			
2010	12	67	151	62	129	80			
2011	11	69	148	65	133	101			
2012	12	69	150	60	132	117	15		
2013	12	70	143	59	124	119	31		
2014	12	68	138	56	124	113	32	9	
2015	12	68	134	55	116	112	30	17	
2016	13	67	129	52	115	113	30	22	
2017	13	66	123	49	103	98	27	34	
2018	13	64	120	47	95	91	22	40	
2019	13	63	127	48	101	95	23	37	8
2020	13	62	134	49	107	99	23	33	17



Joonis 36 Metsatöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Tabel 32 Metsatöömasinate heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000001	0.001	0.0005	0.20
1991	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.24
1992	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.24
1993	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.24
1994	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.24
1995	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
1996	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
1997	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
1998	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
1999	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
2000	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
2001	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.23
2002	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.24
2003	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0004	0.29
2004	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000002	0.001	0.0005	0.32
2005	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0000	0.000003	0.001	0.0004	0.34
2006	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0001	0.000003	0.001	0.0004	0.37
2007	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0001	0.000003	0.001	0.0004	0.42
2008	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0001	0.000004	0.001	0.0004	0.49
2009	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.0001	0.000004	0.001	0.0004	0.56
2010	0.02	0.001	0.00003	0.005	0.0001	0.000005	0.001	0.0004	0.60
2011	0.02	0.001	0.00003	0.005	0.0001	0.000005	0.001	0.0004	0.65
2012	0.02	0.001	0.00003	0.005	0.0001	0.000006	0.001	0.0004	0.74
2013	0.02	0.001	0.00003	0.006	0.0001	0.000006	0.001	0.0004	0.79
2014	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.0001	0.000004	0.000	0.0003	0.55
2015	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.0001	0.000004	0.000	0.0003	0.55

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2016	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.0001	0.000004	0.000	0.0003	0.55
2017	0.02	0.001	0.00003	0.005	0.0001	0.000006	0.001	0.0004	0.76
2018	0.01	0.001	0.00003	0.006	0.0001	0.000006	0.001	0.0004	0.78
2019	0.02	0.001	0.00003	0.006	0.0001	0.000006	0.001	0.0004	0.82
2020	0.02	0.001	0.00003	0.006	0.0001	0.000007	0.001	0.0004	0.85

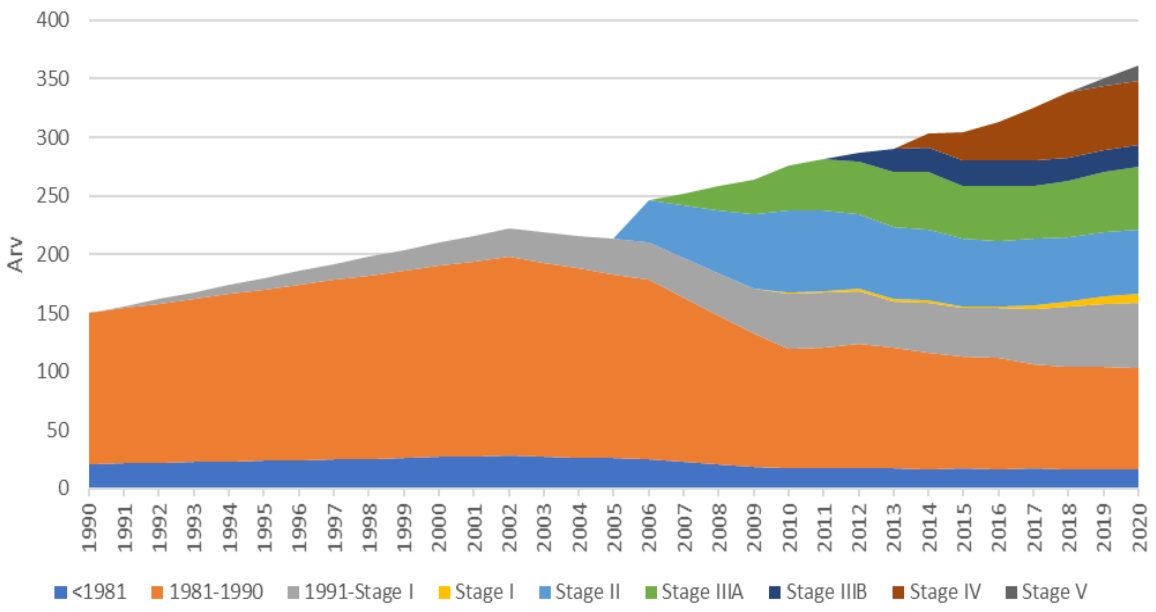
Tabel 33 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	21	129							
1991	22	132	2						
1992	22	136	4						
1993	23	139	6						
1994	23	143	8						
1995	24	146	10						
1996	24	150	12						
1997	25	153	14						
1998	25	157	16						
1999	26	160	18						
2000	27	163	20						
2001	27	167	22						
2002	28	170	24						
2003	27	166	26						
2004	26	162	28						
2005	26	157	30						
2006	25	153	32		36	0			
2007	23	140	34		45	10			
2008	21	127	36		54	20			
2009	19	114	38		63	30			
2010	17	102	47	2	70	38			
2011	17	103	47	2	69	43			
2012	17	107	45	2	63	45	8		
2013	17	103	40	2	61	48	19		
2014	16	100	43	2	60	49	21	12	
2015	17	96	41	2	57	46	21	25	
2016	16	96	42	2	55	48	21	33	
2017	17	89	47	4	56	46	21	45	
2018	16	88	52	4	55	48	20	55	
2019	16	88	54	6	55	51	19	55	6
2020	16	87	56	7	55	54	18	55	13

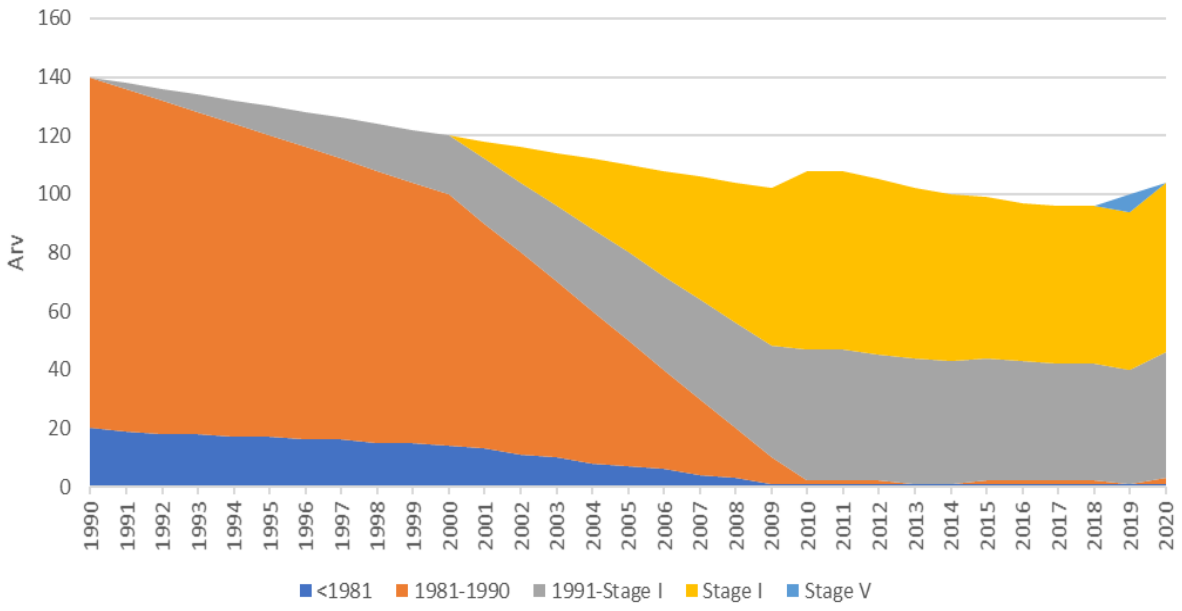
Tabel 34 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk

Bensiin	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage V
1990	20	120			
1991	19	117	2		
1992	18	114	4		
1993	18	110	6		
1994	17	107	8		
1995	17	103	10		
1996	16	100	12		

Bensiin	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage V
1997	16	96	14		
1998	15	93	16		
1999	15	89	18		
2000	14	86	20		
2001	13	77	22	6	
2002	11	69	24	12	
2003	10	60	26	18	
2004	8	52	28	24	
2005	7	43	30	30	
2006	6	34	32	36	
2007	4	26	34	42	
2008	3	17	36	48	
2009	1	9	38	54	
2010	1	1	45	61	
2011	1	1	45	61	
2012	1	1	43	60	
2013	1		43	58	
2014	1		42	57	
2015	1	1	42	55	
2016	1	1	41	54	
2017	1	1	40	54	
2018	1	1	40	54	
2019	1	0	39	54	6
2020	1	2	43	58	



Joonis 37 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk



Joonis 38 Sihtotstarbelise jagunemine heitmestandardite kaupa, bensiin tk

Tabel 35 Sihtotstarbelise heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.001	0.00026	0.00001	0.0007	0.00001	0.0000003	0.0002	0.0001	0.040
1991	0.002	0.00028	0.00001	0.0007	0.00001	0.0000003	0.0002	0.0001	0.042
1992	0.002	0.00029	0.00001	0.0007	0.00001	0.0000003	0.0002	0.0001	0.044
1993	0.002	0.00030	0.00001	0.0008	0.00001	0.0000003	0.0002	0.0001	0.046
1994	0.002	0.00030	0.00001	0.0008	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.048
1995	0.002	0.00032	0.00001	0.0008	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.051
1996	0.002	0.00033	0.00001	0.0009	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.054
1997	0.002	0.00034	0.00001	0.0009	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.056
1998	0.002	0.00035	0.00001	0.0009	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.057
1999	0.002	0.00036	0.00001	0.0009	0.00001	0.0000004	0.0002	0.0001	0.059
2000	0.002	0.00037	0.00001	0.0010	0.00001	0.0000005	0.0002	0.0001	0.061
2001	0.002	0.00038	0.00001	0.0010	0.00001	0.0000005	0.0002	0.0001	0.063
2002	0.003	0.00039	0.00001	0.0010	0.00001	0.0000005	0.0002	0.0001	0.066
2003	0.003	0.00040	0.00001	0.0011	0.00001	0.0000006	0.0003	0.0001	0.080
2004	0.003	0.00041	0.00001	0.0012	0.00001	0.0000007	0.0003	0.0001	0.095
2005	0.003	0.00043	0.00001	0.0013	0.00001	0.0000008	0.0003	0.0002	0.108
2006	0.004	0.00044	0.00001	0.0014	0.00002	0.0000009	0.0003	0.0002	0.121
2007	0.004	0.00046	0.00001	0.0015	0.00002	0.0000012	0.0003	0.0002	0.158
2008	0.005	0.00048	0.00001	0.0017	0.00003	0.0000015	0.0003	0.0002	0.191
2009	0.005	0.00051	0.00001	0.0019	0.00003	0.0000018	0.0003	0.0002	0.228
2010	0.005	0.00223	0.00007	0.0513	0.00003	0.0000018	0.0003	0.0002	0.259
2011	0.005	0.00225	0.00007	0.0515	0.00003	0.0000020	0.0003	0.0002	0.279
2012	0.006	0.00220	0.00007	0.0495	0.00004	0.0000023	0.0003	0.0002	0.314
2013	0.006	0.00252	0.00008	0.0576	0.00005	0.0000027	0.0003	0.0002	0.375
2014	0.005	0.00142	0.00004	0.0295	0.00004	0.0000026	0.0002	0.0001	0.340
2015	0.005	0.00146	0.00004	0.0302	0.00005	0.0000030	0.0002	0.0001	0.392
2016	0.005	0.00145	0.00004	0.0298	0.00006	0.0000032	0.0002	0.0001	0.422

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
2017	0.007	0.00246	0.00008	0.0541	0.00008	0.0000045	0.0003	0.0002	0.599
2018	0.008	0.00283	0.00009	0.0620	0.00009	0.0000053	0.0003	0.0002	0.704
2019	0.008	0.00308	0.00010	0.0686	0.00010	0.0000055	0.0003	0.0002	0.730
2020	0.008	0.00333	0.00011	0.0752	0.00010	0.0000057	0.0004	0.0002	0.756

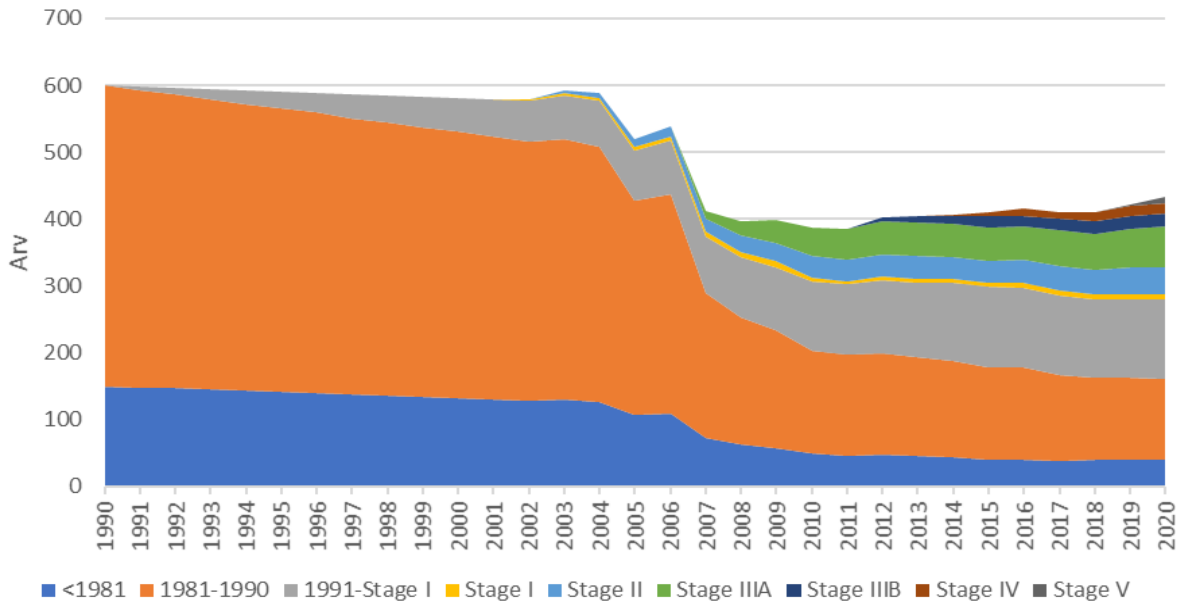
Tabel 36 Sihtotstarbelise heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, bensiin kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.0001	0.001	0.00004	0.035	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.031
1991	0.0001	0.001	0.00004	0.036	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.032
1992	0.0001	0.001	0.00004	0.036	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.033
1993	0.0001	0.001	0.00004	0.036	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.033
1994	0.0001	0.001	0.00004	0.037	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.034
1995	0.0001	0.001	0.00004	0.037	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.034
1996	0.0001	0.001	0.00004	0.037	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.035
1997	0.0001	0.001	0.00004	0.037	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.036
1998	0.0001	0.001	0.00004	0.038	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.036
1999	0.0001	0.001	0.00004	0.038	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.037
2000	0.0001	0.001	0.00004	0.038	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.037
2001	0.0002	0.001	0.00005	0.042	0.000002	0.0000001	0.000006	0.0000003	0.042
2002	0.0002	0.002	0.00005	0.046	0.000002	0.0000002	0.000006	0.0000003	0.047
2003	0.0002	0.002	0.00006	0.049	0.000003	0.0000002	0.000007	0.0000003	0.051
2004	0.0002	0.002	0.00006	0.053	0.000003	0.0000002	0.000007	0.0000004	0.056
2005	0.0002	0.002	0.00006	0.057	0.000003	0.0000002	0.000008	0.0000004	0.060
2006	0.0003	0.002	0.00007	0.060	0.000003	0.0000002	0.000009	0.0000004	0.065
2007	0.0003	0.002	0.00007	0.064	0.000003	0.0000002	0.000009	0.0000005	0.070
2008	0.0003	0.002	0.00008	0.068	0.000004	0.0000002	0.000010	0.0000005	0.074
2009	0.0003	0.002	0.00008	0.072	0.000004	0.0000003	0.000010	0.0000005	0.079
2010	0.0004	0.002	0.00006	0.050	0.000003	0.0000002	0.000008	0.0000004	0.056
2011	0.0004	0.002	0.00006	0.050	0.000003	0.0000002	0.000008	0.0000004	0.056
2012	0.0003	0.002	0.00006	0.048	0.000003	0.0000002	0.000008	0.0000004	0.054
2013	0.0004	0.002	0.00007	0.055	0.000004	0.0000002	0.000009	0.0000005	0.062
2014	0.0002	0.001	0.00003	0.027	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.031
2015	0.0002	0.001	0.00003	0.028	0.000002	0.0000001	0.000005	0.0000002	0.031
2016	0.0002	0.001	0.00003	0.027	0.000002	0.0000001	0.000004	0.0000002	0.030
2017	0.0004	0.002	0.00006	0.050	0.000003	0.0000002	0.000009	0.0000004	0.057
2018	0.0005	0.002	0.00007	0.058	0.000004	0.0000003	0.000010	0.0000005	0.066
2019	0.0005	0.002	0.00008	0.064	0.000004	0.0000003	0.000011	0.0000006	0.073
2020	0.0006	0.003	0.00009	0.071	0.000005	0.0000003	0.000012	0.0000006	0.081

Tabel 37 Teetöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1990	150	450							
1991	148	445	5						
1992	147	440	10						
1993	145	434	15						
1994	143	429	20						
1995	141	424	25						
1996	140	419	30						
1997	138	413	35						

Diisel	<1981	1981-1990	1991-Stage I	Stage I	Stage II	Stage IIIA	Stage IIIB	Stage IV	Stage V
1998	136	408	40						
1999	134	403	45						
2000	133	398	50						
2001	131	392	55	1					
2002	129	387	60	2					
2003	130	390	65	3	4				
2004	127	380	70	4	8				
2005	107	320	75	5	12				
2006	109	328	80	6	16				
2007	72	217	85	7	20	11			
2008	63	190	90	8	24	22			
2009	58	175	95	9	28	33			
2010	49	155	103	5	32	44			
2011	46	152	104	5	32	47			
2012	47	152	109	6	33	49	7		
2013	45	148	112	6	33	51	9		
2014	43	145	116	6	33	50	11	2	
2015	41	138	119	6	33	51	16	6	
2016	40	138	119	7	35	50	16	10	
2017	39	127	120	7	36	54	17	10	
2018	40	123	117	7	37	54	18	15	
2019	41	121	118	8	39	58	19	15	3
2020	41	119	119	8	40	62	19	15	10



Joonis 39 Teetöömasinate jagunemine heitmestandardite kaupa, diisel tk

Tabel 38 Teetöömasinate heitkogused ja kütuse tarbimine 1990-2020, diisel kilotonni

Aasta	NO_x	VOC	CH_4	CO	N_2O	NH_3	$PM_{2.5}$	BC	FC
1990	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1991	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.25
1992	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1993	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1994	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1995	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1996	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1997	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1998	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
1999	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
2000	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
2001	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.26
2002	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00003	0.000002	0.001	0.0005	0.27
2003	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00004	0.000002	0.001	0.0005	0.28
2004	0.01	0.001	0.00003	0.004	0.00004	0.000002	0.001	0.0005	0.29
2005	0.01	0.001	0.00003	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0004	0.26
2006	0.01	0.001	0.00003	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0004	0.28
2007	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00003	0.000002	0.001	0.0003	0.25
2008	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.28
2009	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.30
2010	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.29
2011	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.29
2012	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.31
2013	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00004	0.000002	0.001	0.0003	0.32
2014	0.01	0.001	0.00001	0.002	0.00003	0.000002	0.000	0.0002	0.25
2015	0.01	0.001	0.00001	0.002	0.00004	0.000002	0.000	0.0002	0.26
2016	0.01	0.001	0.00002	0.002	0.00004	0.000002	0.000	0.0002	0.28
2017	0.01	0.001	0.00002	0.003	0.00005	0.000003	0.000	0.0003	0.35
2018	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.00006	0.000003	0.001	0.0003	0.40
2019	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.00006	0.000003	0.001	0.0003	0.41
2020	0.01	0.001	0.00002	0.004	0.00006	0.000003	0.001	0.0003	0.43

4.3Transpordisektori KHG ja õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021)

Vastutav täitja: Kristin Puusepp, Stanislav Štõkov,

4.3.1 Sissejuhatus

Euroopa Komisjon esitles 2019. aasta detsembris vastu Euroopa rohelise kokkuleppe[4], mis näeb ette strateegiat, et saavutada ressursitõhusa ja konkurentsivõimelise majandusega Euroopa ning muuta Euroopa 2050. aastaks kliimaneutraalseks. Üheks algatuseks on välja toodud, et transpordisektori heitkogused peaksid 2050. aastaks vähenema 90% võrra ning olulist tähelepanu pööratakse alternatiivkütuste arendamisele, nende toomisele ja kasutuselevõtu soodustamisele.

Transpordisektori eesmärke ja heitkoguseid reguleerivad Euroopa Liidus jõupingutuste jagamise määrus.

Jagatud kohustuse otsuse sektorite heitkogused moodustasid 2019. aastal EL-is kokku 57% koguheitest ning Eestis 42,2% riigi kasvuhoonegaaside koguheitest. 2019. aastal oli transpordisektori heide Eestis 2,39 miljonit tonni CO_2 ekv, millest maanteetransport moodustas 97,6%. Kogu sektori heitkogused moodustasid riiklikust kasvuhoonegaaside koguheitest 16,3%.

Töö eesmärk oli uuendada Eesti riikliku KHG inventuuri transpordisektori heitkoguste hinnanguid. Projekti eesmärgiks on erialakirjanduse analüüsimine, et välja selgitadagaasiautode, -busside ja -veokite KHG (CH_4 ja N_2O) ja välisõhu saasteainete (NO_x, NMVOC) heitkogus sõiduki kilomeetri kohta. Selle tulemusel saab KHG inventuuris kajastada täpsemalt maanteetranspordis erinevatel kütustel (biometaan, CNG) sõitvate sõidukite heitkoguseid ning täpsustuvad Eesti transpordisektori kui jagatud kohustuse määrusega kaetud KHG heitkogused.

Käesoleva ajani on riikliku KHG inventuuri koostamisel CNG kütuse kasvuhoonegaaside CH_4 ja N_2O heitkoguste arvutamiseks kasutatud 2006 IPCC juhistes esitatud eriheitetegurite vaikeväärtuseid ja Tier 1 metoodikat. Tier 1 on kõige üldisem metoodika ning arvutustes ei ole võimalik kasutada riigispetsiifilisi andmeid, mis Eesti sõidukipargi jaoks on saadaval (sõidukite arv ja läbisõit). Samuti on 2006 IPCC juhises pakutud eriheitetegurite määramatus võrdlemisi suur ning heitkogused võivad seetõttu olla ülehinnatud. Õhusaasteainete NO_x ja NMVOC heitkoguste arvutamiseks on seni kasutatud maanteetranspordis kasvhuhoonegaaside ja õhusaasteainete arvutamiseks kasutusel olevat programmi COPERT[5].

Andmed gaasisõidukite kohta on Eesti kohta saadaval alates 2010 aastast, kui võeti kasutusele CNG linnaliinibussid. Tabel 39 on välja toodud olemasolevad kasvuhoonegaaside eriheitetegurid aastatele 2010-2019 KHG inventuuris kasutatakse CH_4 ja N_2O heitkoguste arvutamise jaoks 2006 IPCC juhises olevaid 2006 IPCC juhises olevaid eriheitetegurite

[4] Euroopa Komisjoni teatis COM (2019) 640 final: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640

[5] COPERT kodulehekülg https://www.emisia.com/utilities/copert/

vaikeväärtuseid eriheitetegureid. NO_x ja NMVOC saasteainete heitkoguste jaoks arvutab COPERT vastavalt sisendandmetele ka eriheitetegurid, kuid neid eraldi heitkoguste arvutamisel ei kasutata. Tabel 40 on esitatud NO_X ja NMVOC eriheitetegurid.

Tabel 39 Olemasolevad eriheitetegurid 2010 - 2019

Kategooria	Sõiduki liik	Kütus	CH_4, kg/TJ	N_2O, kg/TJ
1.A.3.b	sõiduauto	CNG	92	3
1.A.3.b	linnaliinibuss*	CNG	92	3
1.A.3.b	sõiduauto	biometaan	92	3
1.A.3.b	linnaliinibuss	biometaan	92	3

*linnaliinibusside KHG-de heitkogused on arvestatud koos sõiduautodega

Tabel 40 Olemasolevad eriheitetegurid 2010-2019

Kategooria, sõiduki liik	Kütus	Saasteaine, g/km	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.A.3.b, sõiduauto	CNG*	NO_x	-	0.064	0.064	0.062	0.061	0.060	0.056	0.057	0.056	0.056
1.A.3.b, sõiduauto	CNG	NMVOC	-	0.065	0.070	0.068	0.066	0.063	0.065	0.066	0.064	0.064
1.A.3.b, linnaliinibuss	CNG	NO_x	4.087	4.087	4.087	4.087	4.087	4.087	4.087	4.146	4.111	4.119
1.A.3.b, linnaliinibuss	CNG	NMVOC	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033

* - biometaan võrdustatakse välisõhu saasteainete heitkoguste arvutamisel CNG-ga

4.3.2 Andmebaasid

Eriheitetegurid koondati neljast erinevast andmebaasist – EMEP/EEA 2019[6], HBEFA[7], Lipasto[8] ja COPERT, ning valimisel arvestati, et need oleksid asjakohased, usaldusväärsed ja spetsiifiliselt kasutatavad. Järgnevalt on esitatud kasutatud allikate lühikirjeldused ja sisu.

4.3.2.1 EMEP/EEA 2019 air pollution inventory guidebook

EMEP/EEA 2019 õhusaasteainete käsiraamat[9] annab juhised nii inimtekkeliste kui ka looduslike heiteallikate heitkoguste hindamiseks. Juhend toetab heitkoguste andmete edastamist ÜRO piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni (CLRTAP) ja EL-i riiklike heitkoguste ülemmäärade direktiivi alusel. Juhendit annab välja Euroopa Keskkonnaagentuur. Käsiraamat on kättesaadav EEA koduleheküljelt.

Käsiraamat pakub eriheitegureid tähtsaimatele õhusaasteainetele ja kasvuhoonegaasidele sõiduautodele, kergeveokitele, raskeveokitele, linnaliinibussidele ja mootorratastele. Eriheitegureid on võimaldatud Tier 1 ja Tier 2 tasanditele ja on välja arvutatud, kasutades Tier 3 meetodit ja tüüpilisi Euroopa riikide keskmiseid tingimusi.

4.3.2.2 HBEFA

HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport) on Microsoft Access 2016 programm, mis pakub eriheitegureid kõikidele praegustele maanteesõidukite kategooriatele. Mudelis

[6] EMEP/EEA 2019 kodulehekülg: https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019
[7] HBEFA kodulehekülg: https://www.hbefa.net/e/index.html
[8] Lipasto kodulehekülg: http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikennee/tieliikennee/henkilo_tiee.htm

on määratletud 265 erinevat liiklusolukorda, mida esindava neli peamist parameetrit: piirkond (maapiirkond, linn), teetüüp, kiirused, ja liiklustiheduse tasand. HBEFA sisaldab riigipõhiseid andmekogumeid Saksamaa, Šveitsi, Austria, Prantsusmaa, Norra ja Rootsi kohta ning kasutatud on nende riikide tingimusi. Töö jaoks kasutati HBEFA 4.1 versiooni.

Kasutaja saab valida eriheitetegureid vastavalt jaotustele:

- Heitmete tüübi järgi – soekäivituse emissioonid (*„hot“ emissions*), külmkäivituse emissioonid (*cold start emissions*), kütuseaurud.
- Sõiduki kategooria järgi – sõiduautod, kergeveokid, raskeveokid, linnaliinibussid, kaugsõidubussid, mootorrattad.
- Aastate kaupa 1990-2050 (sisaldab kaudselt sõidukipargi koosseisu muutumist ajas Saksamaal, Austrias, Šveitsis, Rootsis, Norras ja Prantsusmaal).
- Saasteainete kaupa – CO, HC, NO_x, PM, mitmed HC komponendid (CH_4, NMHC, benseen, tolueen, ksüleen), CO_2, NH_3, N_2O, PN, PM ja kütuse tarbimine (bensiin, diisel). HBEFA-s on NMHC võrdsustatud NMVOC-iga.
- Programm pakub soovitud eriheitetegureid kas kaalutud eriheitegureitena (sõidukikategooriate kaupa), eriheitegureitena kontseptsiooni kaupa (nt tavalised; katalüsaatoriga; diiselmootoriga sõiduautod jne), kütuse tüübi kohta (bensiin, diislikütus) või alamkategooria kohta (nt Euro-5 diiselmootoriga sõiduautod).

4.3.2.3 Lipasto

Lipasto on Soome eriheitetegurite ja energiakasutuse andmebaas. Seda haldab VTT Tehnilise Uuringu Keskus ja andmebaasi kasutatakse heitkoguste ja energiatarbimise välja arvutamiseks Soomes, kattes maantee-, vee- ja õhutranspordi. Lipasto pakub gaasisõidukite eriheitegureid sõiduautodele ja linnaliinibussidele emissioonitehnoloogia ja teetüübi kaupa tähtsamatele õhusaasteainetele ja kasvuhoonegaasidele, samuti keskmisi väärtuseid. Andmebaas on kättesaadav Lipasto koduleheküljel.

Lipasto andmed on avaldatud 2017. aastal 2016. aasta kohta. Hilisemaid andmeid ei ole saadaval. Tulemused on esitatud vastavalt Soome tingimustele eraldi reisijate- ja kaubaveo kohta, võttes arvesse tegelikku reisijate arvu ja kauba koguseid, ning on antud kõikidele gaasi kasutavatel sõidukitele, sh CNG, LPG ja biometaan.

4.3.2.4 COPERT

COPERT on MS Windows tarkvaraprogramm, mida kasutatakse saasteainete heitkoguste väljaarvutamiseks maanteetranspordis. COPERT programmi arendab Euroopa Keskkonnaagentuur. Programm vajab kasutaja sisendit sõidukipargi, liiklusolukordade, kütuse kasutuse ja kiiruste kohta ning selle kaudu arvutatakse välja eriheitegurid aastate kaupa. Eriheitegureid on võimalik saada sõiduautodele, kerge- ja raskeveokitele, linnaliinibussidele ja mootorratastele sõiduki suuruse ja emissioonitehnoloogia kaupa ja need välja toodud põhilistele õhusaasteainetele ja kasvuhoonegaasidele. Töös kasutati COPERT 5.5.1 versiooni.

COPERT metoodika on osa EMEP/EEA 2019 õhusaasteainete inventuuri käsiraamatust ja on täielikult kooskõlas juhendi maanteetranspordi peatükiga. Eriheitetegurid on saadud mõõtmiste interpoleerimisel keskmise kiiruse funktsioonina.

4.3.3 Metoodika

Eriheitetegurite kindlaks määramiseks teostati eelnevas peatükis kirjeldatud andmebaaside analüüs. Kuna Eesti jaoks on olemas andmed CNG sõidukite kohta alates aastast 2010, siis võimalusel koondati andmed nendele aastatele.

HBEFA-s leidus eriheitetegureid sõiduautodele, linnaliinibussidele ja kergeveokitele emissioonitehnoloogiate kaupa. Andmete üldistamiseks võeti emissioonitehnoloogiate eriheitegurite aritmeetiline keskmine igale teetüübile: linnatee (*urban road*), maantee (*rural road*) ja kiirtee (*motorway*). Selleks, et eriheitegurid oleksid võimalikult täpselt võrreldavad Eesti tingimustega, arvutati lõpptulemuse saamiseks eriheitegurid kaalutud keskmise meetodil aastatele 2010-2019, kasutades olemasolevaid Eesti teetüüpide osakaale, mis on saadaval COPERT-is. Teetüüpide osakaalud on leitavad eraldi antud töö juurde kuuluvas Exceli arvutusfaili lisas.

Lipastos on kasutatud Soome tingimusi ning eriheitegurid on esitatud aastale 2016, samuti on eraldi välja toodud 2016. aasta keskmine, võttes arvesse emissioonitehnoloogiate kaalutud keskmiseid väärtuseid läbisõidu alusel. Eriheitegurid on grupeeritud emissioonitehnoloogiate, teetüüpide (linnatee, kiirtee) ning linnaliinibussidel ka reisijate arvu järgi, st täis (43 reisijat) ja tühjadele bussidele. Lõpptulemuse saamiseks on arvutatud eriheitegurid sõiduautode puhul teetüüpide ning linnaliinibusside puhul teetüüpide ja bussi koormatuse (täis+tühi) aritmeetilise keskmisena.

Viimasena vaadeldi Rootsi, Saksamaa, Norra ja Soome välisõhutemperatuure ning võrreldi neid Eesti temperatuuridega. Võrdluse tulemusel selgitati välja Eestiga kõige sarnasemad tingimused ja anti hinnang, milliseid eriheitegureid on võimalik kõige täpsemini kasutada

4.3.4 Eriheitegurid

Järgnevalt on välja toodud allikatest leitud eriheitegurid CNG sõiduautodele, linnaliinibussidele, kergeveokitele ja raskeveokitele.

HBEFA-s puudub N_2O eriheitegur linnaliinibussidele on üle võetud EMEP/EEA 2019 käsiraamatust, milles on linnaliinibussidele ja raskeveokitele N_2O eriheitegurid märgitud kui n.a.[10].

Kõik eriheitegurid loeteluna on esitatud antud töö juurde kuuluvas Exceli arvutusfaili Lisas 1.

[10] EMEP/EEA air pollutant emissioon inventory guidebook 1.A.3.b.i-iv Road Transport 2019, lk 30: https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view

4.3.4.1 Sõiduautod

HBEFA-st kogutud Rootsi ja Saksamaa eriheitetegurid CNG sõiduautodele on esitatud alljärgnevates tabelites.

Tabel 41 Rootsi ja Saksamaa eriheitetegurid sõiduautodele, g/km

Saasteaine	Rootsi	Saksamaa	Rootsi	Saksamaa	Rootsi	Saksamaa	Rootsi	Saksamaa
	CH_4		N_2O		NO_x		NMVOC	
2010	0.0284	0.0386	0.0004	0.0005	0.1397	0.0955	0.0025	0.0034
2011	0.0285	0.0386	0.0004	0.0005	0.1506	0.1002	0.0025	0.0034
2012	0.0285	0.0387	0.0004	0.0005	0.1545	0.1042	0.0025	0.0034
2013	0.0286	0.0387	0.0004	0.0005	0.1647	0.1085	0.0025	0.0034
2014	0.0286	0.0387	0.0004	0.0005	0.1732	0.1129	0.0025	0.0034
2015	0.0266	0.0387	0.0004	0.0005	0.1373	0.117	0.0023	0.0034
2016	0.0266	0.0387	0.0004	0.0006	0.1331	0.124	0.0023	0.0034
2017	0.0266	0.0387	0.0004	0.0006	0.1608	0.1331	0.0023	0.0034
2018	0.0266	0.0387	0.0004	0.0006	0.1389	0.1398	0.0023	0.0034
2019	0.0266	0.0387	0.0004	0.0006	0.1462	0.1396	0.0023	0.0034

EMEP/EEA 2019 käsiraamatust ja Lipasto andmebaasist kogutud eriheitetegurid CNG sõiduautode jaoks on toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 42 Lipasto ja EMEP/EEA 2019 eriheitetegurid sõiduautodele, g/km

Allikas	Riik	CH_4	N_2O	NO_x	NMVOC
Lipasto	Soome	0.0114	0.0123	0.0448	-
EMEP/EEA 2019	-	0.0428	-	-	-

Eesti eriheitetegurid CNG sõiduautodele, mis on vastavalt sisendandmetele arvutatud COPERTis, on esitatud alljärgnevas tabelis.

Tabel 43 Eesti eriheitetegurid sõiduautodele, g/km

Saasteaine	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4	-	0.077	0.084	0.081	0.078	0.075	0.077	0.078	0.076	0.075
N_2O	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

4.3.4.2 Linnaliinibussid

HBEFA-st kogutud Rootsi, Saksamaa ja Norra eriheitetegurid CNG linnaliinibussidele on esitatud alljärgnevates tabelites.

Tabel 44 Rootsi, Saksamaa, Norra eriheitetegurid linnaliinibussidele, g/km

Aasta	Rootsi	Saksamaa	Norra	Rootsi, Saksamaa, Norra	Rootsi	Saksamaa	Norra	Rootsi	Saksamaa	Norra
	CH_4			N_2O	NOx			NMVOC		
2010	0.3355	0.542	0.353	0	5.497	9.301	6.065	0.029	0.047	0.031
2011	0.3779	0.542	0.337	0	5.661	9.301	5.534	0.033	0.047	0.029
2012	0.3779	0.506	0.29	0	5.661	8.224	4.28	0.033	0.044	0.025
2013	0.3779	0.506	0.29	0	5.661	8.224	4.28	0.033	0.044	0.025
2014	0.2708	0.506	0.29	0	3.464	8.224	4.28	0.024	0.044	0.025
2015	0.2919	0.506	0.301	0	3.494	8.224	3.699	0.025	0.044	0.026
2016	0.2726	0.506	0.336	0	4.015	8.224	3.465	0.024	0.044	0.029
2017	0.2564	0.506	0.336	0	3.177	8.224	3.465	0.022	0.044	0.029
2018	0.2559	0.47	0.294	0	3.453	7.366	2.842	0.022	0.041	0.026
2019	0.2559	0.47	0.294	0	3.453	7.366	2.842	0.022	0.041	0.026

EMEP/EEA 2019 käsiraamatust ja Lipasto andmebaasist kogutud eriheitetegurid CNG sõiduautode jaoks on toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 45 Lipasto ja EMEP/EEA 2019 eriheitetegurid sõiduautodele, g/km

Allikas	Riik	CH_4, g/km	N_2O, g/km	NO_x, g/km	NMVOC, g/km
Lipasto	Soome	3.25	0.033	8.80	-
EMEP/EEA	-	3.39	-	11.0	0.195

Eesti eriheitetegurid CNG sõiduautodele, mis on vastavalt sisendandmetele arvutatud COPERTis, on esitatud Tabel 46.

Tabel 46 Eesti eriheitetegurid linnaliinibussidele, g/km

Saasteaine	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4	-	0.077	0.084	0.081	0.078	0.075	0.077	0.078	0.076	0.075
N_2O	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

4.3.4.3 Kergeveokid

Kergeveokid (*Light Commercial Vehicles*) on veokid, mille täismass on kuni 3.5 tonni (<3.5t), nende kohta leidus eriheitetegureid HBEFA-s. Rootsi ja Saksamaa eriheitetegurid CNG kergeveokitele on esitatud alljärgnevates tabelites.

Tabel 47 Rootsi eriheitetegurid kergeveokitele, g/km

Saasteaine	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4	0.028	0.028	0.029	0.029	0.029	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
N_2O	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
NO_x	0.140	0.151	0.155	0.165	0.174	0.138	0.134	0.161	0.139	0.147
NMVOC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

Tabel 48 Saksamaa eriheitetegurid kergeveokitele, g/km

Saasteaine	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4	0.028	0.028	0.029	0.029	0.029	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
N_2O	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
NO_x	0.140	0.151	0.155	0.165	0.174	0.138	0.134	0.161	0.139	0.147
NMVOC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

4.3.4.4 Raskeveokid

Raskeveokid (*Heavy Goods Vehicles*) on veokid, mille täismass on suurem kui 3.5 tonni (>3.5t). Eriheitetegurid veokitele, mille kütuseks on CNG, on toodud saasteainete kaupa alljärgnevas tabelis.

Tabel 49 Eriheitetegurid raskeveokitele

Allikas	Riik	CH_4, g/km	N_2O, g/km	NO_x, g/km	NMVOC, g/km
EMEP/EEA	-	3.390	-	-	-

4.3.5 Välisõhutingimused

Järgmisena võrreldi allikatest saadud välisõhutemperatuure Eesti välisõhutemperatuuriga. Välisõhutemperatuurid on välja toodud alljärgnevas tabelis. Rootsi, Norra ja Saksamaa keskmised õhutemperatuurid on arvutatud HBEFA andmebaasist saadud temperatuuride põhjal. Temperatuurid on leitavad Tabel 50. Soome õhutemperatuuriks on valitud Helsingi keskmine Soome meteoroloogilise instituudi[11] kodulehelt. Eesti keskmine õhutemperatuur on Riigi Ilmateenistuse veebilehel[12].

[11] Soome meteoroloogiline instituut kodulehekülg: https://en.ilmatieteenlaitos.fi/
[12] Riigi Ilmateenistus kodulehekülg: https://www.ilmateenistus.ee/

Tabel 50 Keskmised välisõhutemperatuurid

Riik	Keskmine välisõhutemperatuur, ^{0}C
Rootsi	5.9
Norra	7.1
Saksamaa	9.3
Soome	6.3
Eesti	6.4

4.3.6 Eriheitetegurite valik

Kõige rohkem andmeid on saadaval Rootsi, Norra ja Saksamaa kohta HBEFA andmebaasist. Andmebaasis on saadaval andmed kasutatud temperatuuride ja teekatete osakaalude kohta, samuti on eriheitetegurid saadaval aastate lõikes. HBEFA-s puuduvad eriheitetegurid N_2O kohta linnaliinibussidele ja raskeveokitele.

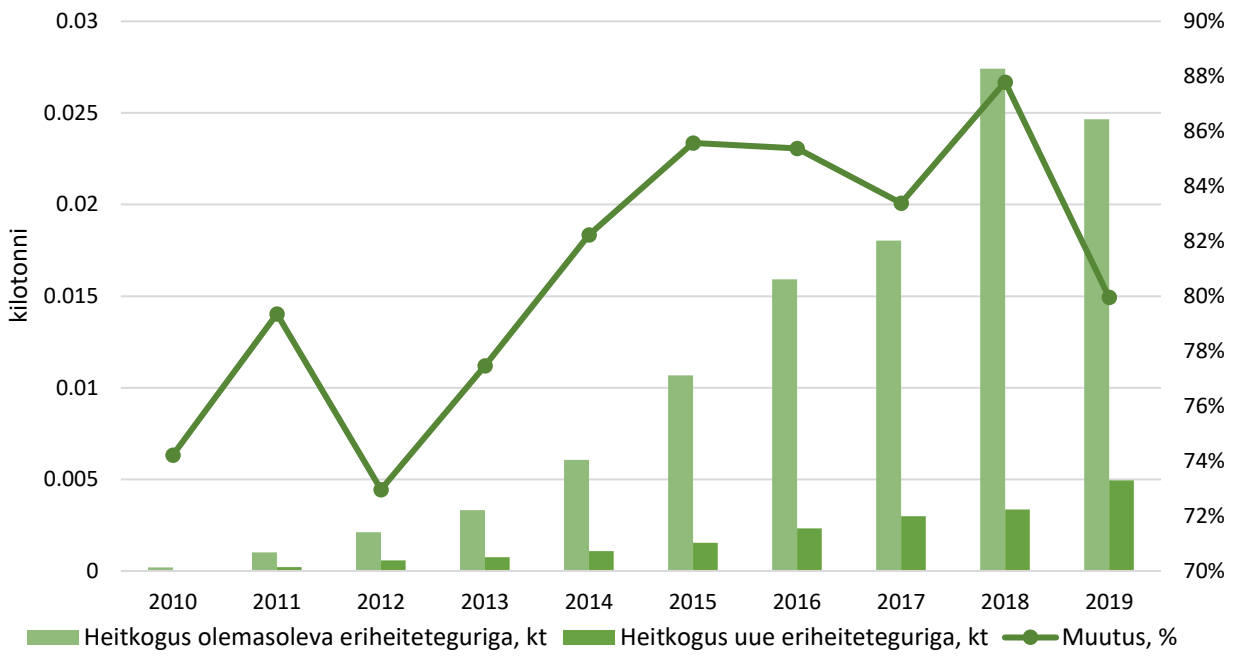
Lipasto andmebaasist leiab andmeid sõiduautode ja linnaliinibusside kohta, kuid mitte NMVOC kohta sõiduautodele ja N_2O kohta linnaliinibussidele. Samuti puudub info temperatuuride kohta, mida on kasutatud eriheitetegurite leidmisel. Andmeid leiab teekatete osakaalude kohta. Linnaliinibusside kohta on andmed bussi massi kohta (täis buss või tühi buss). Kõik eriheitetegurid on antud 2016. aastale ning varasemate või hilisemate aastate kohta andmed puuduvad. Eriheitetegurid on mõeldud kõikidele gaasiga sõitvatele sõidukitele, sh CNG, biometaan ja LPG.

EMEP/EEA andmebaasis leidub andmeid eriheitetegurite tingimuste kohta kõige vähem. Kasutatud on Euroopa keskmiseid teekatete osakaalusid ning temperatuure. Puuduvad N_2O, NO_x ja NMVOC eriheitetegurid sõiduautodele ja raskeveokitele ning N_2O eriheitetegurid linnaliinibussidele.

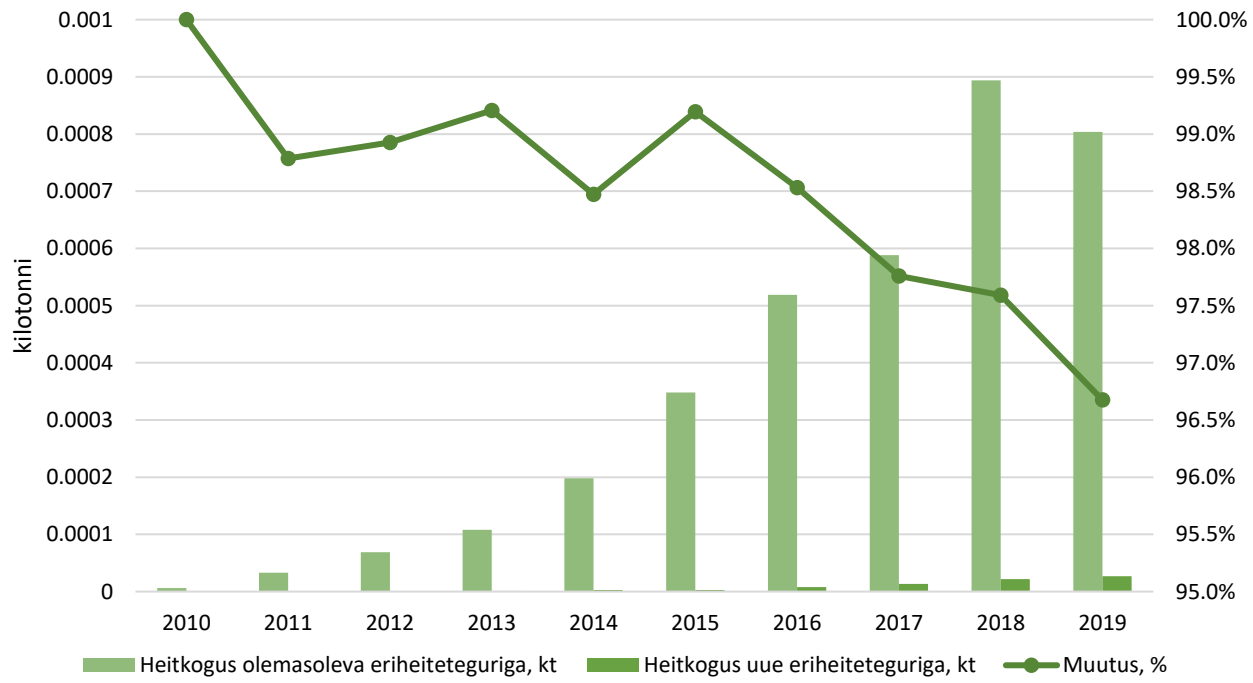
Tuginedes välisõhutingimustele, on Eestiga kõige sarnasemad tingimused Soomes ja Rootsis. Vastavalt võrdlusele on võimalik kõikidele sõidukiliikidele CH_4, N_2O ja NO_x, NMVOC jaoks kasutusele võtta Rootsi eriheitetegurid HBEFA-st, sest andmete täpsus on kõige parem. Uued eriheitetegurid saab kasutusele võtta sõiduautodele, linnaliinibussidele ja kergeveokitele, sest nende sõidukiliikide kohta leidus andmeid kõige rohkem.

4.3.7 Kontrollarvutused

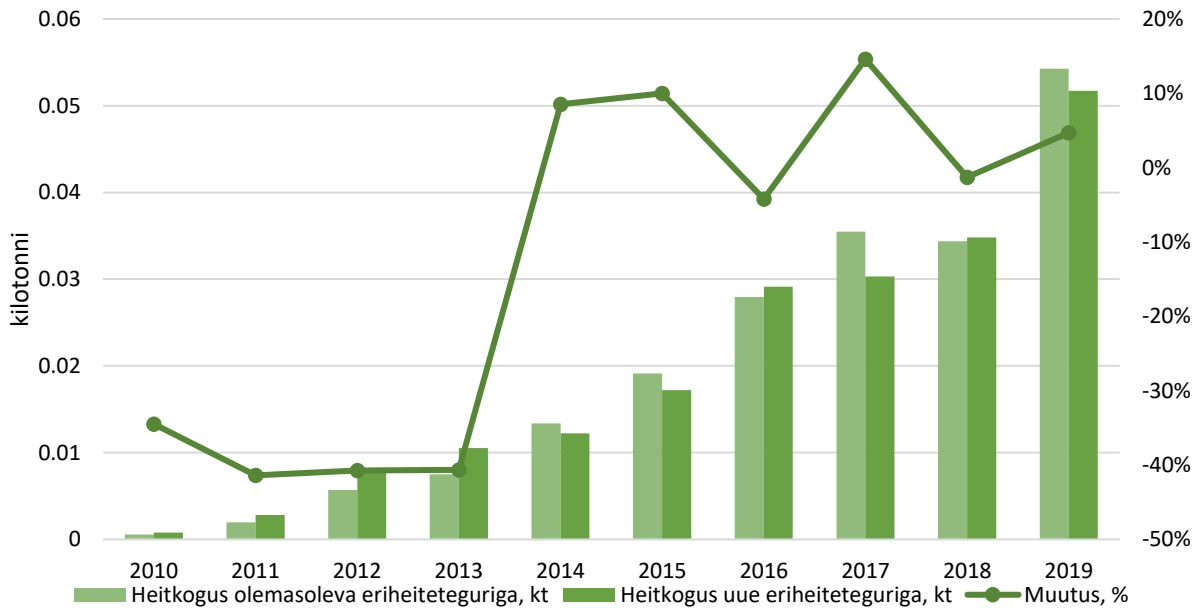
Kontrollarvutused on teostatud heitkogustele praeguste eriheitegurite ja uute eriheitegurite ja. Heitkogused on välja toodud summaarselt sõiduautodele ja linnaliinibussidele, kuna Eestil puuduvad teiste sõidukiliikide kohta andmed. Graafikutel on välja toodud heitkogus olemasolevate eriheitegurite ja uute eriheitegurite ning muutus protsentides alljärgnevatel joonistel.



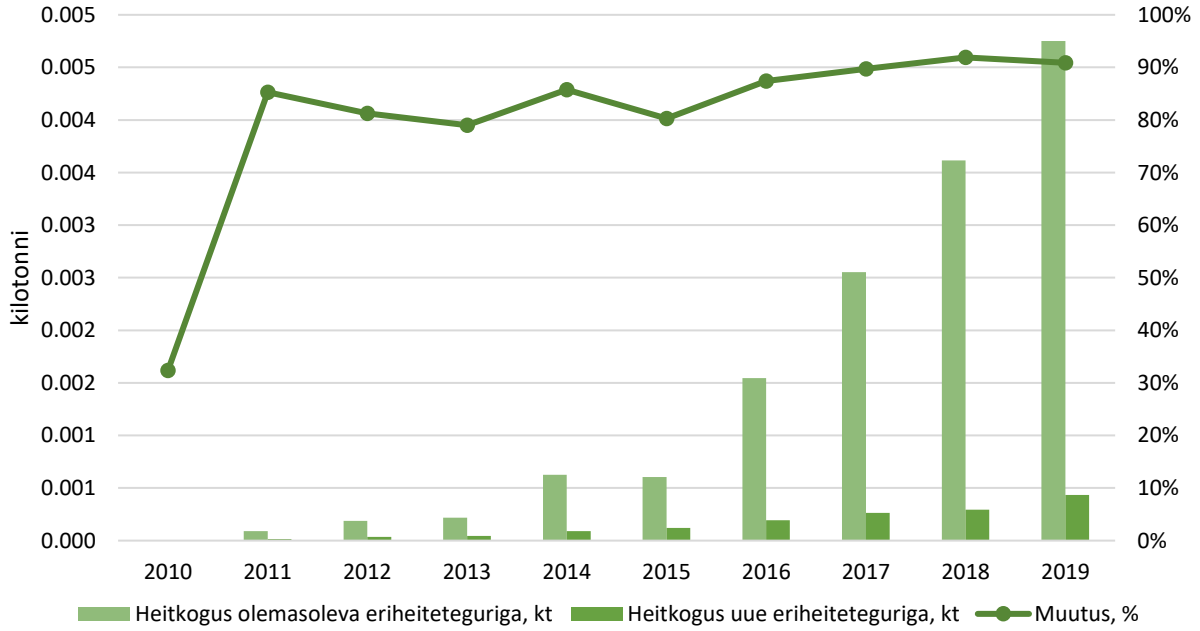
Joonis 40 CH_4 heitkoguste võrdlus 2010-2019



Joonis 41 N_2O heitkoguste võrdlus 2010-2019

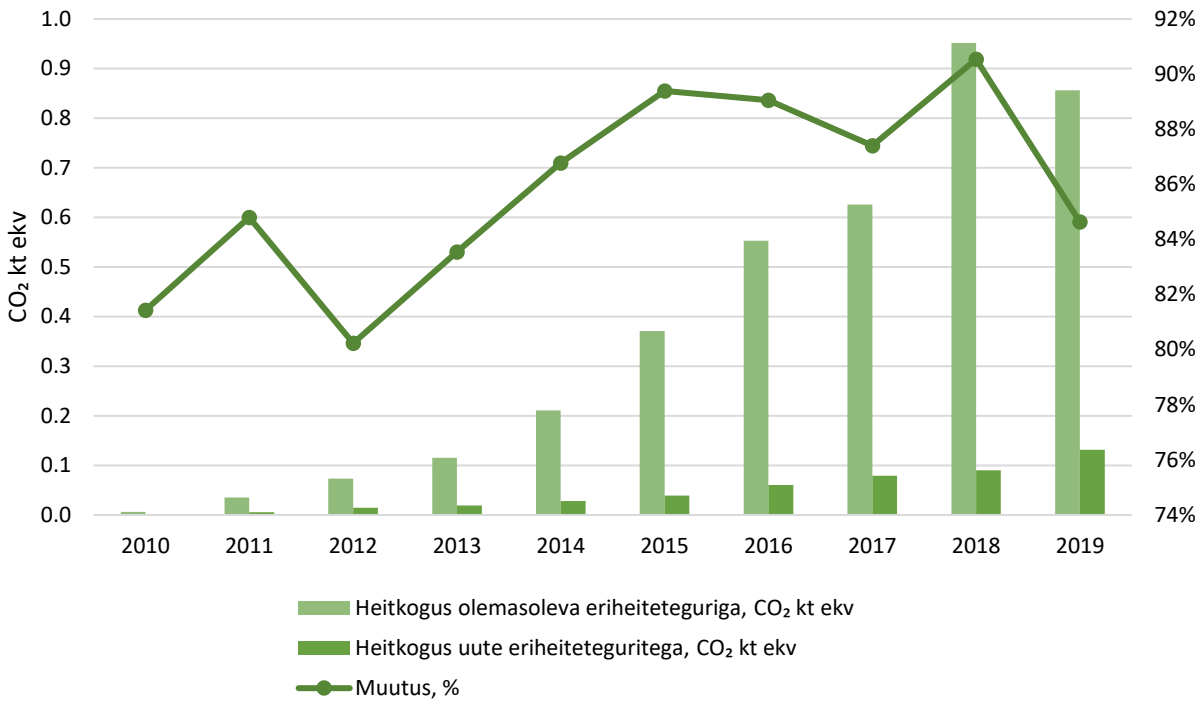


Joonis 42 NO_x heitkoguste võrdlus 2010-2019



Joonis 43 NMVOC heitkoguste võrdlus 2010-2019

Kasvuhoonegaaside CH_4 ja N_2O muutus CNG sõidukitele on esitatud CO_2 ekvivalendina alljärgneval joonisel.



Joonis 44 Kasvuhoonegaaside heitkoguste võrdlus 2010-2019

4.3.8 Transpordisektori KHG ja õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamise kokkuvõte

Töös analüüsiti erinevaid andmebaase selgitamaks välja eriheitetegurid kasvuhoonegaasidele CH_4 ja N_2O ning õhusaasteainetele NO_x ja NMVOC, et parandada ja täpsustada KHG-de inventuuris transpordisektori gaasisõidukite heitkoguseid. Andmebaasist kogutud andmete analüüsi käigus selgus, et kasutusele on võimalik võtta Rootsi eriheitetegurid.

Kontrollarvutustest nähtub, et uute eriheitetegurite kasutusele võtuga langeksid CH_4 heitkogused 74-88%, N_2O heitkogused 97-100%, NO_x heitkogused langeksid 3-14%, kuid tõuseksid aastatel 2010, 2011, 2012, 2013 ja 2016, sest uued eriheitetegurid on nendel aastatel kõrgemad kui olemasolevad. NMVOC heitkogused langeksid 12-91%. Kasvuhoonegaaside heitkogused CO_2 ekv langeksid 4.4-5.0%.

4.4Integreeritud KHG ja õhusaasteainete transpordiprognooside süsteem (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Stanislav Štõkov, Kristin Puusepp

2021. aastal otsustas EMISIA (COPERTi ja Sybil programmi looja), et loobub Sybil programmi toetamisest ja eraldi haldamisest. Selle asemel loodi Sybil Baseline, mis ühildub COPERTi (versioon 5.5.1) arvutusmudeliga. Sybil Baseline´iga säilitati eelmise programmi võimekus, et oleks võimalik maateetranspordi prognoose koostada, kuid „jooksutamine“ toimub nüüd lihtsalt läbi COPERTi, mis on EKUK-is kasutusel. EKUK soetas Sybil Baseline litsentsi.
2022. aastal jätkatakse tegevusega juurutades Sybil Baseline tulevaste Euroopa Komisjoni (EK) prognoosidesse (maanteetransport).

2022 a. tegevused:

- Toimub Sybil prognoosimudeli implementeerimine ning kasutuselevõtt Eesti KHG ja õhusaasteainete prognoosarvutustes transpordisektoris.

5 Tööstuse valdkonna tegevused

Vastutav täitja: Aser Sikk
Kaastäitjad: Peeter Priks; Keio Vainumäe, Riina Titova, Arkadi Ebber

Jätkati 2020 a. alustatud töödega ning põhirõhk oli 2021 a. mõõtmiste teostamisel. Jätkusid saasteainete mõõtmised muude enimkasutatavate asfaldisegude AC Surf ja AC Base laotamisel. Mõõtmised teostati asfaldi kuumtaastamise protsessi käigus. Teostati katsed vookambriga gaaside ja peenosakeste eraldumiskiiruse määramiseks asfaltsegu pinnalt reaalsetes laotustingimustes. Katsete aluseks olid Peng, jt. 2020, Hugener, jt. 2019, Farshidi, jt. 2011 ja 2013, Xiu, jt. 2020, Eklund. 1992, US EPA. 1986 käsitletud meetodid. Hinnati saasteainete tekke sõltuvust asfaltsegu temperatuurist. Analüüsiti asfaltsegude retsepte ja kasutatavaid bituumensideaineid. Mõõtmistulemuste põhjal arvutati eriheited (PMsum, PM10, PM2.5, BC ja NMVOC) pindalaühiku või asfaltsegu massiühiku kohta.

5.1 Tööstusprotsesside sektori õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021)

Õhusaasteainete inventuuri heitkoguste määramise parandamiseks viidi 2020 – 2021 aastal läbi mõõtmised ja katsed asfaldi laotamisel eralduvate PMsum, PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC ja NMVOCi eriheitetegurite täpsustamiseks. Eriheitetegurite leidmiseks teostati ülevaade kirjandusest, mis on käsitlenud saasteainete kontsentratsioonide mõõtmist asfaltsegude laotamisel ja heitetegurite leidmisel. Asfaltsegude laotamisega seotud eriheitetegurite leidmiseks ei ole välja töötatud ühtseid metoodikaid UNEP-i, USEPA, OECD ega EEA poolt. Käesolevas projektis kasutati erinevates uuringutes kasutatud mõõtmismeetodeid ja heitkoguste kvantifitseerimise põhimõtteid. Olemasolevate mõõtmisvõimaluste raames, saadud mõõtetulemuste ja pindsaasteallikatest heitkoguste määramise meetodite põhjal kvantifitseeriti heitevood erinevate enimkasutatavate asfaltsegude kohta ning leiti vastavad heitetegurid. Lisaks anti võrdlev ülevaade käsitletavate saasteainetega seotud kontsentratsioonidest, mis on saadud asfaltsegude laotamise ajal teostatud mõõtmistega.

5.1.1 Asfaltsegud ja nende laotamine

5.1.1.1 Asfaltsegud

Asfaltsegude all mõistetakse standardi EVS 901-3 nõuetele vastavaid tihedaid, poorseid ja killustikmastiksasfalt segusid ja mustsegusid ning asfalt- ja mustkatete all nendest valmistatud katteid. Kasutatavad asfaltsegud jaotatakse lähtuvalt kasutamisest katendkihtides kolme erinevasse klassi:

- AC (surf, bin, base asfaltbetoon) ja SMA (killustikmastiksasfaltsegu) tüüpi asfaltsegud ning nendest ehitatud teekatted;
- MSE (mustsegu) tüüpi asfaltsegud ja nendest ehitatud teekatted;

- regenereeritud asfaldist teekatendikihid. (Maanteeamet, 2014)

Asfaltsegude tootmise lähtematerjalidena kasutatakse erineva terastikulise suurusega täitematerjale ja sideainet (bituumenit).
Bituumenit toodetakse toornafta fraktsionaalse destilleerimise teel sisaldades hulgaliselt erinevaid varieeruvas mahus keemilisi ühendeid ja komponente. Bituumenid koosnevad enamasti tsüklilistest süsivesinikest (aromaatsed ja/või nafteensed) ja väiksemas osas küllastunud komponentidest, millel on väga madal keemiline reaktiivsus (polaarsus). (TTÜ, 2015)
Asfaltsegu retsept ja kavandatud asfaltsegu omadused peavad vastama standardile EVS 901-3. Asfaltsegu valmistatakse tsükkel- või pidevtoimega, statsionaarses või teisaldatavas seguris (tehases), mis peab võimaldama toota seguretseptile vastavat püsivate omadustega asfaltsegu. (Maanteeamet, 2014)
Üldjuhul tuleb AC tüüpi asfaltsegudes kasutada bituumeni marki 70/100. Erijuhtudel on võimalik tehniliselt põhjendatud lahendustes kasutada ka bituumeni marke 50/70; 100/150 või 160/220 ning polümeermodifitseeritud bituumeneid SMA tüüpi asfaltides. (Maanteeamet, 2014)
Asfaltsegu paigaldatakse laoturiga kuivale ja puhtale aluspinnale. Enne asfaltsegu laotamist toimub aluskihi kruntimine bituumeni või bituumenemulsiooniga ning peale laotamist tuleb asfaltkate tihendada. (Maanteeamet, 2014)
Sõltuvalt tee ehitusprojektist võidakse asfaltsegusid (nt. AC Base) laotada ka tasanduskihtidena, millele hiljem kantakse pealmine katendkiht.

5.1.1.2 Asfaltsegude ja bituumeni tootmis- ning kasutusmahud

Eesti Asfaldiliidu andmetel (Eesti Asfaldiliit, 2020) toodeti 2019 aastal Eestis kokku 1,63 miljonit tonni asfaltsegusid ja paigaldati 1,54 miljonit tonni. Suurima mahu toodetud asfaltsegudest moodustas AC Surf tüüpi segu (58,1%), millele järgnes AC Base (35,6%), AC Bin (4,7%) ja SMA (1,8%).
Pindamistöid tehti 2019 aastal mahus 12 889 tuhat m^2. Kokku kasutati Eestis 2019. aastal asfaltsegudes naftabituumenit 82,7 tuhat tonni, teede ehituses modifitseeritud bituumenit 1 798 tonni ja naftabituumenemulsioone 28,1 tuhat tonni.

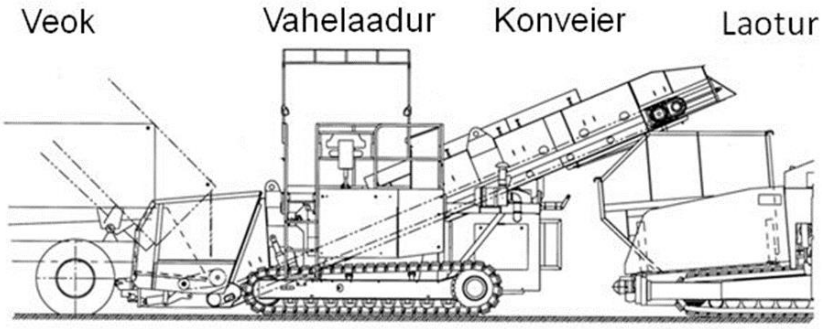
5.1.1.3 Asfaldi laotamine

Asfaltsegud transporditakse reeglina ehitusobjektile selleks ettenähtud veokitega. Veokist toimub asfaltsegu laadimine laoturi või vahelaaduri punkritesse kust see transporditakse laoturi seguritesse ja sealt tasanduslauani, millega kantakse asfaltsegu kiht tee aluspinnale.
Asfaltsegud tuleb laotada nii piki- kui põikprofiili järgimise automaatjuhtimissüsteemi abil, mis tagaks paigaldatud kihile esitatud nõutavad omadused. Seejärel toimub asfaldi katendkihi tihendamine sobivate teerullidega. Nõuded asfaltsegudele, asfaldi laotamisele ja tihendamisele on ära toodud Maanteeameti „Asfaldi katendkihtide ehitamise juhises“. (Maanteeamet, 2014)

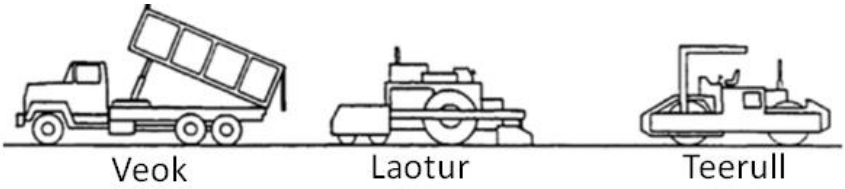
Polümeermodifitseeritud sideainet (SMA tüüpi asfaltsegud) sisaldava kuuma asfaltsegu (hot-mix) temperatuur ei tohi laoturi punkris olla alla 140 °C. Üldjuhul jääb seda ja AC tüüpi asfaltsegude laotamisel segu temperatuur vahemikku 145 – 165 °C.

Asfalti laotamise protsessi ja kasutatava tehnika põhimõtteskeemid on esitatud Joonis 45 ja Joonis 46.

Lisaks uute asfaltsegudest katendkihtide paigaldamisele kasutatakse teedeehituses ka asfaltkatete regenereerimist. Sellisteks viisideks on asfaldi korduskasutamine ja asfaltkatete kuumtaastamine. Nendest viimane on enim levinud asfaltkatete regenereerimise viis.



Joonis 45 Kasutatava tehnika põhimõtteskeem [13]



Joonis 46 Asfaltsegu laotusprotsess[14]

5.1.1.4 Asfaltteede pindamine

Pindamine on teekattele kulumis- ja ilmastikukaitsekihi ehitamine, mille korral kattele laotatakse vaheldumisi bituumensideainet ja sobiva terakoostisega täitematerjali, misjärel see rullitakse. Kasutatavad pindamistehnoloogiad on ära toodud Maanteeameti „Pindamisjuhises“. Pindamisprotsess koosneb järgmistest etappidest: katte ettevalmistamine, sideaine teele valamine, killustiku puistamine, rullimine ja lahtise killustiku harjamine. (Maanteeamet, 2017)

5.1.2 Heited asfaldi laotamisest

Asfaltsegude kasutamist ja laotamise protsesse peetakse üheks peamiseks mittetraditsiooniliseks orgaaniliste ühendite heidete allikaks kuid neist lähtuvate heitkoguste mitte- või ebatäpset kvantifitseerimist peetakse õhusaasteainete inventuuride oluliseks

[13] https://www.researchgate.net/figure/Machine-arrangement-for-Truck-Feeder-and-Paver_fig3_260479786
[14] https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/98042/09.cfm

puuduseks. Erinevatel temperatuuridel ja keskkonnatingimustel millega asfaltsegud oma elutsükli jooksul (tootmine, transport, ladustamine, kasutamine, laotamine) kokku puutuvad, eraldub neist erinevaid orgaanilisi ühendeid ja nende segusid, kaasa arvatud ohtlikke saasteaineid. (Khare, jt. 2020)

Asfaldi laotamise käigus temperatuuride 145 – 180 °C juures eralduvad gaasid koosnevad peamiselt lenduvatest orgaanilistest ühenditest: alkaanid, monotsükloparafiinid, alküülnaftaleenid ja alküülbenseenid. (Kriech, jt. 2002)

Kuumade asfaltsegude *(hot-mix asphalt)* laotamisega seotud saasteainete heitkoguste ja eriheidete kohta on infot vähesel määral. Rohkem on mõõtmisandmeid õhusaasteainete kontsentratsioonide kohta asfaldi laotamisega seotud töökeskkonna ja terviseuuringutest, mis käsitlevad peamiselt töötajate eksponeeritust peenosakeste, lenduvate orgaaniliste ühendite ja polütsükliliste aromaatsete ühendite (PAH) suhtes. Lisaks on teostatud uuringuid, milles on reaalsete mõõtmisandmete põhjal tuletatud eriheiteid erinevate asfalti tootmisprotsessi osade kohta - nii punkt- kui ka hajusallikate kohta. Tootmisprotsessiga seotud eriheited on arvutatud esmatähtsate saasteainete, kasvuhoonegaaside, PAH-de ja NMVOC-de kohta. (Khare, jt. 2020)

Asfalditootmisega seotud tööstusharus on levinud veendumus, et asfaldi laotamisega kaasnevad heited on väiksed ja ebaolulised ning tootmisprotsessi käigus eraldatakse filtersüsteemidega suurem osa tolmu- ja peenosakeste ning orgaaniliste ühendite heitmetest. (Khare, jt. 2020)

Asfaldi laotamisel tekkivate heitkoguste keemilised ja füüsikalised omadused sõltuvad otseselt kasutatavate materjalide tüübist ja nende kasutamisprotsessides esinevatest temperatuuridest. (Faber, jt. 2015)

Bituumeni aerosoolide heited moodustuvad madala lenduvusega gaasifaasis olevate orgaaniliste ühendite eraldumisel, mis peale emiteerumist ja jahtumist atmosfääris, kondenseeruvad tahketeks osakesteks. Nii emiteeruvate tahkete osakeste maht kui ka aerosooliosakeste ja emiteerunud gaaside mahu suhtarv kasvavad temperatuuride tõustes. (Faber, jt. 2015)

5.1.3 Kirjanduse ülevaade - saasteainete kontsentratsioonid ja eriheited

Kuna infot ja kirjandust, mis käsitlevad asfaldi laotamisega seotud saasteainete eriheidete ja heitkoguste arvutamist, on vähe, siis kirjanduse ülevaatesse on mõõtmisandmete võrdlemiseks juurde toodud andmeid ka uuringutest, milles on mõõdetud laotusprotsessis esinevaid kontsentratsioone.

Riikliku õhusaasteainete inventuuri koostamise aluseks oleva EMEP/EEA õhusaasteainete inventuuri 2019. aasta juhendmaterjalis käsitletakse asfaldi laotamisega seotud eriheitetegureid tegevusalade nomenklatuuri (NFR) kood 2.D.3.b “Road paving with asphalt” peatükis. Eriheitetegurid PMsum, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NMVOC ja BC kohta on esitatud kuumade asfaltsegude tootmise tehnoloogiate lõikes eraldi ja keskmistatult. Eriheitetegurid on antud eraldi “Hot-Batch Mix” ja “Hot-Drum Mix” asfalditootmise tehaste tehnoloogiate kohta.

Eriheitetegureid ei ole eraldi esitatud ainult asfaldi laotamisega seotud protsessi kohta vaid iseloomustavad heitmeid tervest asfalditootmise protsessist alates asfaltsegude valmistamisest kuni selle laotamiseni.

EMEP/EEA metoodikates kasutatavate PMsum, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NMVOC eriheitetegurite algallikaks on US EPA heitetegurite käsiraamatu AP-42 Compilation of Air Emissions Factors peatükid 11.1 Hot Mix Asphalt Plants ja 4.5 Asphalt Paving Operations. Peatükk 4.5 käsitleb lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC) heitetegureid, võttes arvesse ühendite aurustumise kogust asfaldi pinnalt ja sideaine mahuprotsenti asfaltsegus.

Uuringute põhjal koostatud põhjalik ülevaade asfaldi laotamisel esinevatest kontsentratsioonidest, millega töötajad kokku puutuvad, on antud ka IARC-i aruandes "IARC Monographs - 103. Bitumens and bitumen emissions".

Allolevates tabelites on saasteainete lõikes ära toodud mõõdetud kontsentratsioonide ja eriheidete kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja leitud või kasutatavad eriheitetegurid ning proovivõtu- ja määramismeetodid. Tabelites esitatud andmed käivad kuumade asfaltsegude kohta (145 – 180 °C), mis on enim kasutatavad segud katendkihtides.

Tabel 51 PMsum mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandus-allikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
Xiu, jt. 2020	86.3 - 3 126 (optiline)	1 800 (gravimeetriline) 666 (optiline)	110 - 160 *µg/kg asfalti kohta*	Staatiline vookamber, klaasfiiberfilter, madala mahtkuluga proovivõtu pump, portatiivne TSP analüsaator	Optiline, gravimeetriline
Nilsson, P., jt. 2018	< 20 - 3 100 (laotamisprotsess)	93 000 (bituumeni kuumutamise laborikatse)	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline
Xu, jt. 2018	10 - 3 070	180-210 [1]	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline
Kriech, jt. 2002	30 - 640	210	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline, NIOSH 5042
Cavallari, jt. 2011	181 – 1 181	181 [1]	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline, NIOSH 5042
Rubio, jt. 2013	-	149.8 (24h keskm.)	-	Kvartsfiiberfilter, suure mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.014 *t/t asfalti kohta* (kogu tootmisprotsess)	Klaasfiiberfilter	Gravimeetriline
WebFIRE, 2020	-	-	0.00026 *kg/t* (laadimine)	-	-

[1] Mediaan

Tabel 52 PM_{10} mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandus-allikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
Xiu, jt. 2020	64 - 3 106	631	-	Portatiivne TSP analüsaator	Optiline
Chong, jt. 2018	47 - 7 801	-	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline, NIOSH 0600
Nilsson, jt. 2018	< 20 – 1 300	-	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline
Weiss, jt. 2018	61 - 3 954	180-210 [1]	-	Kvartsfiiberfilter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetriline
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.003 *t/t asfalti kohta* (kogu tootmisprotsess)	Kaskaadimpaktor, filtrid	Gravimeetriline
UK NAEI, 2020	-	-	0.00004 *t/t asfalti kohta* (asfalti laotamine)	-	-

[1] Mediaan

Tabel 53 $PM_{2.5}$ mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
Xiu, jt. 2020	21 - 407	118	-	Portatiivne TSP analüsaator	Optiline
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.004 *t/t asfalti kohta* (kogu tootmisprotsess)	-	-
UK NAEI, 2020	-	-	0.000012 *t/t asfalti kohta* (asfalti laotamine)	-	-

Tabel 54 NMVOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandus-allikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
Xiu, jt. 2020	21 - 407	118	-	Portatiivne TSP analüsaator	Optiline
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.000016 *t/t asfalti kohta* (kogu tootmisprotsess)	Kaskaadimpaktor, filtrid	Gravimeetriline
UK NAEI, 2020	-	-	0.000016 *t/t asfalti kohta* (asfalti tootmine) 0.00048 *t/t bituumeni kohta*	-	-

Kirjandus-allikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
IPCC, 1996	-	-	0.023 *kg/t asfalti kohta* (tootmisprotsess)	-	-
IPCC, 1996			320 *kg/t asfalti kohta* (asfalti pinnalt)	-	-
EMEP, 2019 ja VDI, 2007	-	-	30 *kg/t asfalti kohta*	-	-

Tabel 55 BC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
EMEP, 2019	-	-	5.7% $PM_{2.5}$-st	-	-

Tabel 56 VOC ja TOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, *µg/m³*	Keskmine kontsentratsioon, *µg/m³*	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
Kriech, jt. 2002	150 - 8 320 (TOC)	1 230	-	PTFE filter, adsorbent XAD-2, madala mahtkuluga proovivõtu pump	GC/FID
Cavallari, jt. 2011	142 - 5 385 (TOC)	864	-	PTFE filter, adsorbent XAD-2, madala mahtkuluga proovivõtu pump	GC/FID
Farshidi, jt. 2013	-	-	2 000 *µg/m2/min* (VOC)	Staatiline vookamber, PTFE filter, adsorbent XAD-2, madala mahtkuluga proovivõtu pump	GC/MS
Wanga, jt. 2020	-	4 008 (VOC)	-	PTFE filter, adsorbent Carboxen 1000, madala mahtkuluga proovivõtu pump	TD/GC/MS
WebFIRE, 2020	-	-	0.002 *kg/t asfaldi kohta* (laadimine, VOC)	-	-
US EPA, 2020a	-	-	0.00055 *kg/t/8-min* (auto kastist, TOC)	-	-

5.1.4 Kasutatud mõõtemetoodikad

5.1.4.1 PMsum, PM_{10} ja $PM_{2.5}$

Peenosakeste massikontsentratsiooni (mg/m^3) määramiseks kasutati laserfotomeetrilist analüsaatorit DustTrak DRX8533, mis on mõeldud PMsum, PM_{10} ja $PM_{2.5}$ määramiseks välisõhus. Osakeste mõõtmine laserfotomeetrilisel meetodil seisneb osakeste konstantse kiirusega liikumisel läbi optilises mõõtekambris asuva laserkiire. Osakeste poolt tekitatud valgusimpulss registreeritakse tundlikul valgusdioodil, mis loeb ja arvutab osakeste suuruse vastavalt impulsile. Analüsaator võimaldab osakesi mõõta suurusvahemikus 0.1 kuni 10 µm. Analüsaator sobib osakeste määramiseks kontsentratsioonivahemikus 1 µg/m^3 kuni 150 mg/m^3.

Lisaks osakeste laserfotomeetrilisele määramise meetodile võimaldab seade välisõhust koguda kuni 10 mikromeetrise aerodünaamilise diameetriga osakeste proovi ka kvartsfiiberfiltrile diameetriga 37mm. Proovi kogumise mahtkiiruseks on 2 liitrit minutis. Osakesi koguti filtrile eesmärgiga määrata filtrile kogutud proovist BC massikontsentratsioon.

5.1.4.2 NMVOC

NMVOC määramiseks kasutati analüsaatorit Graphite 52M-D. Analüsaatoris kasutatava leekionisatsioondetektori (FID) tööpõhimõte on orgaanilise süsiniku ioniseerumine vesiniku leegis. Analüüsitav õhuproov juhitakse eelnevalt kalibreeritud leekionisatsioondetektoriga analüsaatorisse ja tulemuseks saadakse gaasi- või aurufaasis olev summaarne orgaaniline süsinik milligrammides kuupmeetri kohta. Lisaks määrab seade metaani sisalduse ning konverteerib saadud tulemused NMVOC-i massikontsentratsiooniks. Seadme summaarse orgaanilise süsiniku mõõtepiirkond on 0 - 10 000 ppmC (0 - 5 358 mgC/m^3).

Analüsaatori mõõtmispõhimõte vastab standardile EN 12619:2013.

5.1.4.3 Must süsinik e. BC

BC määramiseks kasutati analüsaatorit Sunset Lab OC/EC Carbon Aerosol Analyzer Model 4L. Analüsaator kasutab kvartsfiiberfiltritele kogutud proovidest orgaanilise- (OC) ja elementsüsiniku (EC = BC) määramiseks soojus-optilist meetodit. Kogutud proovid desorbeeruvad filtrilt kuumutamise tagajärjel inertse heeliumi keskkonnas, millele järgneb temperatuuriliselt kontrollitud oksüdeerimisprotsess ning proovi süsiniku sisalduse analüüsimiseks kasutatakse leekionisatsioondetektorit. Analüsaatori OC mõõtepiirkond on 0.2-600 µgC/cm^2 ja EC mõõtepiirkond 0.2-30 µgC/cm^2.

Analüsaatori mõõtmispõhimõte vastab NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) mõõtemeetodile 5040.

5.1.4.4 Proovivõtt asfaltsegu pinnalt dünaamilise vookambriga

NMVOC heite mõõtmiseks laotatud asfaldi pinnalt kasutati Scentroid SF450 portatiivset dünaamilist poolsilindrilise kujuga vookambrit mahuga 0.043 m^3, mille põhja diameeter on

0.45 m ja põhjapindala 0.155 m^2. Vookambril on oma sisselaskeava, mis on ühendatud sünteetilise õhu ballooniga ja väljalaskeava, mis on ühendatud FID analüsaatoriga mõõtmaks NMVOC kontsentratsioone kambrist väljuvates gaasides. Lisaks mõõdeti termopaariga kambri sisetemperatuuri ja asfaldi kambri alla jääva asfaltsegu pinnatemperatuuri. Tootja poolt ette nähtud kambrisse lisatava sünteetilise õhu mahtkiirus on 3.9 l/min ehk 0.000065 m^3/s ja seda kontrolliti mõõtmiste ajal kalibreeritud voomeetriga. Kontsentratsioonide mõõtmiseks asetati vookamber vahetult peale laoturiga laotatud ja pressitud asfaltsegu pinnale hoides samal ajal lisatava õhu mahtkiirust 3.875 l/min juures ja mõõdeti FID analüsaatoriga NMVOC kontsentratsioone. FID analüsaatori proovivõtu imemise mahtkiirus jääb vahemikku 0.8-1.0 l/min.

5.1.4.5 Ilmastiku parameetrid

Temperatuuri, õhurõhu ning tuule suuna ja kiiruse määramisel kasutati Columbia Weather Systems'i portatiivset ilmajaama Magellan ning tarkvara WeatherMaster 4.0.

5.1.4.6 Asfalti pinnatemperatuur

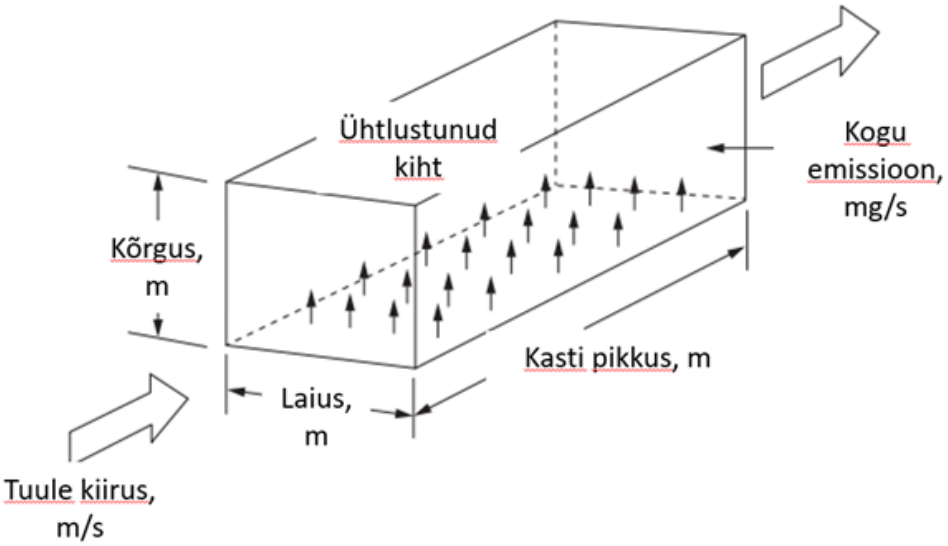
Asfalti pinnatemperatuuri määramiseks kasutati infrapuna termomeetrit FLIR TG165 mõõtepiirkonnaga -25…+380 °C.

5.1.5 Heitkoguste ja heitetegurite määramise metoodika

5.1.5.1 PMsum, PM_{10}, $PM_{2.5}$ ja BC

Erinevate asfaltsegude laotamisel eralduvate $PM_{2.5}$, PM_{10} ja BC heitetegurid on leitud arvutuslikult kasutades "simple box" mudelit ehk kastimudelit. (Ortolano, 1985; Font jt., 2014; Jamriska ja Morawska, 2001)

Meetod baseerub massibilansi põhimõttel, mis käsitleb asfaldi laoturi tagumist osa kastina. Kastile on antud oma pikkuse, laiuse ja kõrguse mõõdud ning kasti üks külg on võetud paralleelseks tuule suunaga. Mudeli kasutamisel lähtutakse järgmistest eeldustest: a) saasteaine kontsentratsioone mõjutava põhiprotsessid (heited ja kaod) on tasakaaluolekus; b) saasteainete segunemine on ideaalne ning kontsentratsioonid jagunevad kogu õhumassis ühtlaselt; c) keemilistest ja füüsikalistest reaktsioonidest tekkivad kaod ning ladestumine on ebaolulised; d) saasteained ei välju kastist pikisuunaliste ega ülemise külje kaudu. Kastimeetodi põhimõtteskeem on esitatud Joonis 47.



Joonis 47 Kastimeetodi põhimõte (Ortolando, 1985)

Ükskõik millise saasteaine massibilanssi kastisüsteemis saab kirjeldada järgmiselt:

$$F_{sisenev} + F_{lisanduv} = F_{väljuv}$$

kus $F_{sisenev}$ ja $F_{väljuv}$ on kasti sisenevate ja väljuvate osakeste massivoog (*mg/s*) ja $F_{lisanduv}$ on asfaldi laotamisel emiteeruvate osakeste massivoog (*mg/s*). Nimetatud massivood on defineeritud järgmiselt:

$$F_{sisenev} = U \times H \times W \times C_b$$

$$F_{lisanduv} = EF \times W \times L$$

$$F_{väljuv} = U \times H \times W \times C$$

kus U on horisontaalne tuule kiirus (*m/s*); W, L, H on vastavalt kasti laius, pikkus ja kõrgus (*m*); C_b on saasteaine taustakontsentratsioon vastutuult (*mg/m*^{3}); C on kastis mõõdetud saasteaine kontsentratsioon allatuult (*mg/m*^{3}); EF on heitevoog (*mg/m*^{2} *× s*).
Võttes aluseks massibilanssi ja massivooge kirjeldavad võrrandid saame nendest tuletada EF arvutustehte:

$$EF = \frac{U \times H \times W \times (C - C_b)}{L \times W}$$

kus $C - C_b$ näitab kontsentratsiooni juurdekasvu (*mg/m*^{3}).
Teoreetilise kasti laiuseks võeti 2 m lähtudes laoturi tasanduspinna laiusest ja analüsaatori positsioonist, pikkus võrdseks laotatud asfaldipaani laiusega ja kõrguseks 8.4 m. Kasti sobiva

kõrguse määramiseks tuleb meetodi põhjal hinnata saasteainete segunemise ja ühtlustumise maksimaalset kõrgust. See leitakse erinevatel kõrgustel määratud kontsentratsioonide põhjal. Kuna asfaldi laotamise juures ei olnud võimalik peenosakeste kontsentratsioone mõõta erinevatel kõrgustel, siis lähtuti Jamriska ja Morawska 2001 uuringus leitud segunemise kõrgusest 8.4 m.

5.1.5.2 NMVOC

Erinevate asfaltsegude laotamisel eralduva NMVOC heitetegurid on leitud dünaamilise vookambri ja FID analüsaatoriga teostatud NMVOC mõõtmistulemuste põhjal.
Dünaamiline vookamber on avatud ümara põhjaga pealt kinnine seade, kuhu lisatakse teadaoleva kiirusega sünteetilist õhku või lämmastikku. Kambris olevat õhku segatakse või kasutatakse spetsiaalseid sisselaskeavasid, mis tagavad õhu kiire segunemise kambris. Kambrit läbiva gaasikoguse mahtkiirust reguleeritakse ja uuritavate ainete kontsentratsiooni kambri väljavoolus mõõdetakse. (EKUK, 2005)
Kui teada on kambri põhja pindala, kambrit läbiva õhu mahtkiirus ja saasteaine kontsentratsioon väljuvas gaasis, siis leitakse saasteaine voog pinnalt järgmise valemi kaudu (EKUK, 2005; Eklund, 1992; Farshidi, jt. 2013):

$$EF=(C\times R)/A$$

kus *EF* on heitevoog ($mg/m^2 \times s$); *C* on mõõdetud saasteaine kontsentratsioon (mg/m^3); *R* on kambrit läbiva gaasi mahtkiirus (m^3/s) ja *A* on kambri põhja pindala (m^2).
Kui on teada heitevoog pindalaühiku kohta ja asfaltsegu mass sama pindalaühiku kohta, siis saame asendada heitevoos pindalaühiku massiga ja esitada heitevoo ka pindalaühiku massi kohta ($mg/kg \times s$). SURF ja SMA asfaltsegu keskmine mass ehk kulunorm 1 m^2 kohta on 147 kg ja BASE tüüpi segul 143.4 kg.

5.1.6 Heitetegurite leidmine

Heitetegurid erinevate saasteainete kohta leitakse asfaltsegude lõikes. Aluseks võetakse mõõtmistulemuste põhjal asfaltsegude põhiselt leitud heitevood (*EF*), mis keskmistatakse vastavalt teostatud pidevmõõtmiste või vookabriga tehtud katsete arvu põhjal. Heitetegurid esitatakse aine massina pindalaühiku kohta sekundis ($mg/m^2 \times s$) või massina kilogrammi asfaltsegu kohta sekundis ($g/kg \times s$).

5.1.7 Teostatud mõõtmised ja asfaltsegud

Ajavahemikus 26.09.2020 – 02.11.2021 koguti $PM_{2.5}$ ja PM_{10}, PMsum, BC ja NMVOC proove 3 erineva enimkasutatava asfaltsegu tüübi laotamisel: SMA, AC SURF ja AC BASE. SMA ja AC SURF segusid kasutatakse pealmistes tee katendkihtides ja BASE segu alumistes katendkihtides. Lisaks mõõdeti proovivõtmise ajal $PM_{2.5}$ ja PM_{10}, PMsum ja BC taustakontsentratsioone, pinnatemperatuuri FLIR termomeetriga ning mobiilse ilmajaamaga ilmastiku parameetreid: tuule kiirus ning tuule suund, välisõhu temperatuur ja õhurõhk.

Proovivõtu päevad, laotamise asukohad koos segu tüüpide ja laotamise tingimuste ning mõõdetud parameetritega on toodud Tabel 57.

Tabel 57 Proovivõtu kohad ja parameetrid

Kpv	Asukoht	Asfaldi segu	Sideaine sisaldus, %	Laotamise temp., °C	Saasteaine	Proovivõtu meetod	Proovivõtu kestvus, h
26.09.2020	Tallinn – Pärnu mnt. Jälgimäe	SMA	5.8	143-163	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	8
14.10.2020	Tallinn – Pärnu mnt. Jälgimäe	SMA	5.8	143-156	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	4
05.05.2021	Marja tn 4d, Tallinn	AC BASE	3.6	147-153	NMVOC	FID, vookamber	-
10.05.2021	Marja tn 4d, Tallinn	AC SURF	5	106-145	NMVOC	FID, vookamber	-
16.09.2021	Piibe mnt. Pikkjärve	AC SURF	5	133-170	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	4
22.09.2021	Tallinn-Tartu mnt. Kükita	AC BASE	3.1-3.3	145-178	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	4
01.10.2021	Tallinn-Tartu mnt. Kükita	AC SURF	4.8	155-175	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	4
08.10.2021	Tallinn-Tartu mnt. Anna	AC BASE	3.1	135-166	NMVOC, PM2.5, PM10, BC	FID, Laser-fotomeetriline	4
02.11.2021	Tallinn-Tartu mnt. Kükita	AC BASE	3.3	133-156	NMVOC	FID, vookamber	-

Pidevmõõtmisi teostati asfalteerimisprotsessi käigus laoturi tagaosas asuva tasanduslaua pealt vahetult laotatud asfalti ning tasanduslaua all asetseva seguri kohal. FID analüsaatori proovivõtu sond asetses 20 cm kõrgusel asfalti pinnast ning DustTrak analüsaator asetses sõltuvalt laoturi tüübist 1.5-2.5 m kõrgusel asfalti pinnast. Pidevproove erinevate asfaltsegude laotamisel võeti kokku 6 päeval.

Dünaamilise vookambriga mõõdeti NMVOC heidet kokku 3 päeval ja teostati 6 katset, millest 5 viidi läbi asfaltseguga BASE ja 1 katse seguga SURF. Vookambriga viidi mõõtmised läbi vahetult peale laoturi laotatud asfaldi pinnalt.

Laotusprotsessis kasutatud tehnika ja laotusprotsessi käigus eralduvate saasteainete heitepunktid ja mõõtekohad on toodud Joonis 48, Joonis 49 ja Joonis 50. Dünaamilise vookambriga teostatud katse on esitatud Joonis 51.

Joonis 48 Laotusprotsess ja heite mõõtepunktid

Joonis 49 Laoturi tasanduslaud ja heide

Joonis 50 Mõõtmisprotsess ja analüsaatorid laoturil

Joonis 51 Mõõtmine dünaamilise vookambriga

5.1.8 Tulemused

5.1.8.1 Mõõdetud kontsentratsioonid

Kõikide käsitletavate saasteainete mõõtmistulemused on esitatud järgnevates tabelites. Kõik mõõtmistulemused on normaliseeritud normaaltingimustele 0 °C ja 101.325 kPa. Eraldi on esitatud laotamise käigus laoturil pidevmõõtmistega mõõdetud kontsentratsioonid Tabel 58 ja samaaegselt vastutuult mõõdetud taustakontsentratsioonid Tabel 59.

Taustakontsentratsioone ei mõõdetud NMVOC-de osas. Temperatuurid on esitatud mõõteperioodi keskmistena.

Tabel 58 Pidevmõõtmiste tulemused asfaldi laoturil

Kpv.	Asfaldi segu	Sideaine sisaldus, %	Pinna-temp., °C	Temp. 20-30cm, °C	NMVOC, mg/Nm³	PMsum, mg/Nm³	PM_{10}, mg/Nm³	$PM_{2.5}$, mg/Nm³	BC, µg/Nm³
26.09.2020	SMA	5.8	151	36	26.2	10.7	10.7	10.7	3.0
14.10.2020	SMA	5.8	150	36	36.5	88.6	88.6	86.6	< 0.4 [1]
16.09.2021	AC SURF	5	150	28	23.3	4.3	4.3	4.3	< 2.4 [1]
01.10.2021	AC SURF	4.8	166	30	18.6	2.4	2.4	2.4	8.3
22.09.2021	AC BASE	3.1-3.3	165	27	15.0	2.4	2.4	2.4	5.4
08.10.2021	AC BASE	3.1	158	23	15.8	1.0	1.0	1.0	6.7

[1] allpool määramispiiri

Tabel 59 Mõõdetud taustakontsentratsioonid

Kpv.	PMsum, mg/Nm³	PM_{10}, mg/Nm³	$PM_{2.5}$, mg/Nm³	BC, µg/Nm³
26.09.2020	0.021	0.021	0.006	< 0.2 [1]
14.10.2020	0.006	0.006	0.003	< 0.4 [1]
16.09.2021	0.01	0.01	0.01	< 1.8 [1]
01.10.2021	0.04	0.04	0.04	1.7
22.09.2021	0.03	0.03	0.02	3.9
08.10.2021	0.03	0.03	0.03	2.8

[1] allpool määramispiiri

5.1.8.2 Heitkogused

Heitkoguseid $PM_{2.5}$ ja PM_{10}, PMsum ja BC osas on hinnatud arvutuslikult kastimeetodi ja reaalsete mõõtmistulemuste põhjal. Aluseks on peatükis 5.1.5 toodud metoodika. Kastimeetodiga leitud heitevood on erinevates ühikutes esitatud Tabel 60 ja Tabel 61.

Tabel 60 Heitevood kastimeetodi põhjal I

Kpv.	Asfaldisegu	PMsum, mg/m²*s	PM_{10}, mg/m²*s	$PM_{2.5}$, mg/m²*s	BC, µg/m²*s
26.09.2020	SMA	43.6	43.6	43.6	12.1
14.10.2020	SMA	815.3	815.3	796.5	-
16.09.2021	AC SURF	17.96	17.96	17.95	-
01.10.2021	AC SURF	8.72	8.72	8.68	30.5
22.09.2021	AC BASE	14.18	14.18	14.16	8.8
08.10.2021	AC BASE	5.03	5.03	5.02	20.1

Tabel 61 Heitevood kastimeetodi põhjal II

Kpv.	Asfaldisegu	PMsum, g/kg*s	PM_{10}, g/kg*s	$PM_{2.5}$, g/kg*s	BC, g/kg*s
26.09.2020	SMA	3.0E-04	3.0E-04	3.0E-04	8.3E-08
14.10.2020	SMA	5.5E-03	5.5E-03	5.4E-03	-
16.09.2021	AC SURF	1.2E-04	1.2E-04	1.2E-04	-
01.10.2021	AC SURF	5.9E-05	5.9E-05	5.9E-05	2.1E-07
22.09.2021	AC BASE	9.9E-05	9.9E-05	9.9E-05	6.2E-08
08.10.2021	AC BASE	3.5E-05	3.5E-05	3.5E-05	1.4E-07

NMVOC heitvooge hinnati vookambriga tehtud katsete põhjal. Arvutuste aluseks on katsete jooksul mõõdetud kontsentratsioonide keskmised kontsentratsioonid. Tulemused on esitatud Tabel 62. Tabelisse on lisatud ka SMA asfaltsegu heitevood. SMA asfaltseguga vookambri katset läbi ei viidud ning heitevoogude arvutamise aluseks on vastavatel kuupäevadel mõõdetud NMVOC kontsentratsioonid, kupli parameetrid ja ette nähtud kuplit läbiva õhuvoolu mahtkiirus. Sellest tingituna võivad leitud heitvood alahinnata tegelikke heitvooge, sest eeldatavasti oleks vookabris NMVOC kontsentratsioonid kõrgemad kui välisõhus asfaldi laotamisel esinevad kontsentratsioonid.

Tabel 62 NMVOC heitevood

Kpv.	Asfaldi segu	Sideaine sisaldus, *%*	Temp. kambris, *°C*	NMVOC, *mg/Nm³*	Mahtkiirus, *m³/s*	Heitvoog, *mg/m²*s*	Heitvoog, *g/kg*s*
26.09.2020	SMA	5.8	36	26.2	6.67E-05	0.011	7.66E-08
14.10.2020	SMA	5.8	36	36.5	6.67E-05	0.016	1.07E-07
05.05.2021	AC BASE	3.6	27	16.1	6.59E-05	0.007	4.77E-08
10.05.2021	AC SURF	5.0	36	56.9	6.58E-05	0.024	1.64E-07
11.02.2021	AC BASE	3.3	37	10.0	6.67E-05	0.004	2.92E-08
11.02.2021	AC BASE	3.3	37	16.4	6.67E-05	0.007	4.93E-08
11.02.2021	AC BASE	3.3	36	15.5	6.82E-05	0.007	4.75E-08
11.02.2021	AC BASE	3.3	38	14.0	6.67E-05	0.006	4.20E-08

5.1.8.3 Heitetegurid

Heitevoogude põhjal ja asfaltsegude lõikes arvutatud heitetegurid on esitatud Tabel 63 ja Tabel 64

Tabel 63 Heitetegurid I

Asfaltsegu	NMVOC, *mg/m²*s*	PMsum, *mg/m²*s*	PM_{10}, *mg/m²*s*	$PM_{2.5}$, *mg/m²*s*	BC, *µg/m²*s*
SMA	7.9E-03	-	-	-	1.2E+01
AC SURF	2.4E-02	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	2.0E+01
AC BASE	6.2E-03	9.6E+00	9.6E+00	9.6E+00	2.0E+01

Tabel 64 Heitetegurid II

Asfaltsegu	NMVOC, *g/kg*s*	PMsum, *g/kg*s*	PM_{10}, *g/kg*s*	$PM_{2.5}$, *g/kg*s*	BC, *g/kg*s*
SMA	5.3E-08	-	-	-	8.3E-08
AC SURF	1.6E-07	9.1E-05	9.1E-05	9.1E-05	1.4E-07
AC BASE	4.3E-08	6.7E-05	6.7E-05	6.7E-05	1.4E-07

PM-de heitetegureid SMA asfaltsegu kohta ei esitata. Samasuguse retseptiga ja sarnastel tingimustel laotati SMA asfaltsegu mõlemal mõõtmispäeval, kuid tulemuste erinevus oli enam kui 18 kordne. Samuti oli sarnased mõlema mõõtmispäeva analüüsitehnika ja mõõtmismeetodid. NMVOC-de puhul sellist erinevust ei olnud. Samuti jäi alla määramispiiri 16.09.2021 AC SURF laotamisel mõõdetud BC kontsentratsioon. Kuna aga AC SURF ja AC BASE segudes kasutatavad sideained ja nende sisaldus on väga sarnased ning 3 pidevmõõtmisega kvantifitseeriti BC kontsentratsioonid, siis võeti nii AC SURF kui ka AC BASE heiteteguri leidmisel aluseks kolme mõõtmise keskmine heitevoog.

BC heitetegur on saadud ühe 26.09.2020 mõõtmistulemuse põhjal. 16.09.2020 mõõtmisel jäi BC kontsentratsioon alla määramispiiri ja heitvoogu seetõttu ei hinnatud.

6 Põllumajanduse valdkonna tegevused

6.1 Eesti lauda- ja sõnnikukäitlustehnoloogiate ja nende mõju kaardistamine (lõpp 2021)

Vastutav täitja. Allan Kaasik
Kaastäitjad: Hannes Keernik, Marek Maasikmets

6.1.1 2020 a. tegevused

Juuli-detsember 2020 jooksul valmis Eesti Maaülikoolilt kui korraldatud hanke võitjalt tellitud töö „Eesti lauda- ja sõnnikukäitlustehnoloogiate ning sõnniku laotamise tehnoloogiate uuring“. Tellitud töö tulemusel täpsustati NH_3 ja KHG heitega seotud 2020. aasta levinuimate Eesti sõnnikukäitlussüsteemide sh karjatamise, laudatehnoloogiate, sõnnikuhoidlate katmisviiside ja sõnniku laotamistehnoloogiate jaotust. Teostati ka sõnnikuhoidlate ruumiline analüüs, leides hoidlate koordinaate ja pindalasid. Uuringuks vajalikud algandmed saadi peamiselt Keskkonnaameti KOTKASe andmebaasist, Ehitusregistrist ja Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametist. Uuringus leiti, et lüpsikarja pidamisel on peamiseks tehnoloogiliseks lahenduseks vähesel allapanul vabapidamine sõnnikueemaldamisega üle kolme korra päevas, lihaveiseid aga peetakse enamasti vabapidamisel sügavallapanul. Seakasvatuses valdavad allapanuta pidamistehnoloogiad. Vedelsõnnikuhoidlate koguarvust moodustuvad peaaegu kaks kolmandikku ringja põhiplaaniga ja ühe kolmandiku laguuntüüpi mahutid. Hoidlate pindalast lähtuvalt on aga olukord vastupidine. Tahesõnnikuhoidlate koguarvust ja -pindalast moodustavad katusega hoidlad umbes 15%. Umbes 40% vedelsõnnikust laotatakse segamislaotusega, umbes 35% sisestuslaotusega ja ligikaudu 2% paisklaotusega. Tahesõnnikut laotatakse traditsiooniliselt paisklaotusega. Tellitud uuringu tulemused on leitavad eraldi aruandena.
Erinevate hoidlatüüpide (vedel- ja tahesõnnikuhoidla) NH_3, N_2O ja CH_4 eriheidete mõõtmised (maksimaalselt 10 hoidlat ning valik tehakse saasteainete heitkoguste inventuuri seisukohast olulistest hoidlatüüpidest). Tegevused on planeeritud aastateks 2020-2021.
Koostöös KAURi ja Eesti Maaülikooli spetsialistidega valiti inventuuri seisukohast olulised hoidlatüübid ning valiti välja konkreetsed mõõtekohad, mis on järgmised:

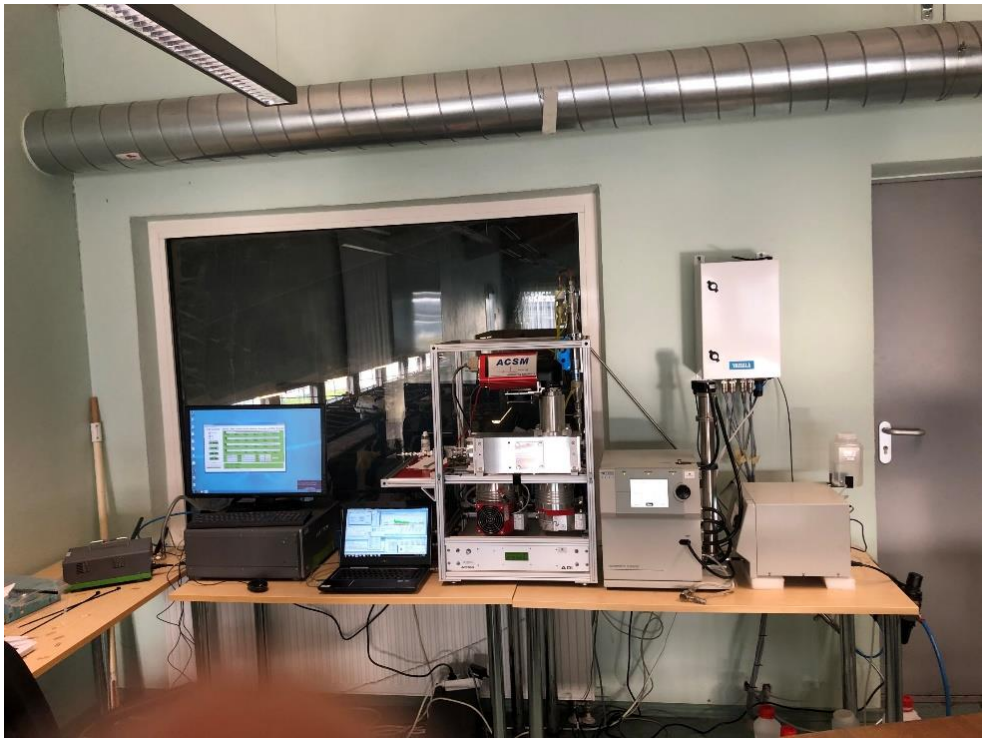
1. Sigade vedelsõnnikuhoidla: rõngasmahuti (ujuvkate); 2 käitist - Lutsu sigala, Pandivere Kisla sigala
2. Piimalehmade vedelsõnnikuhoidla: laguun (loomulik koorik); 2 käitist - Põlva POÜ, Hummuli Agro või mõni muu Põlva POÜ hoidla
3. Piimalehmade vedelsõnnikuhoidla: rõngasmahuti (loomulik koorik); 2 käitist - Põlva POÜ, Männiku Piim
4. Piimalehmade vedelsõnnikuhoidla: kinnine mahuti; 1-2 käitist olenevalt, kas hoidlaid on Eestis 1 või rohkem - Märja katselaut, JK OTSA TALU OÜ

5. Muude veiste va piimalehmade tahesõnnikuhoidla: varikatusega ja loomuliku koorikuga hoidla; 2 käitist - Vao Agro OÜ, Rannu Mõis OÜ
6. Sigade vedelsõnnikuhoidla: kinnine mahuti; 1 käitis, jääb valikusse juhul kui Eestis on endiselt vaid 1 käitis piimalehmade vedelsõnnikuhoidla kinnise mahutiga – Säkna

Eesti Maaülikoolist osales konkreetsete mõõtekohtade valikul Allan Kaasik ning kokkulepped mõõtmiste teostamiseks on olemas, kuid hetkel pole soe ilm soosinud talviste heitkoguste mõõtmise teostamist. Mõõtmistega alustatakse kohe kui minimaalselt 1 nädal on olnud ööpäevakeskmine temperatuur alla 0°C.

2020 a. suve lõpus alustati Märja katselaudas NH_3, N_2O, CH_4, CO_2, peenosakeste (PM<1.0), nende arvkontsentratsiooni (#/cm^3) ja keemilise koostise (orgaanika, NH_4^+, SO_4^{2-}, NO_3^-, Chl^-) reaalajas mõõtmistega, kasutades selleks järgmist mõõteaparatuuri (Joonis 52):

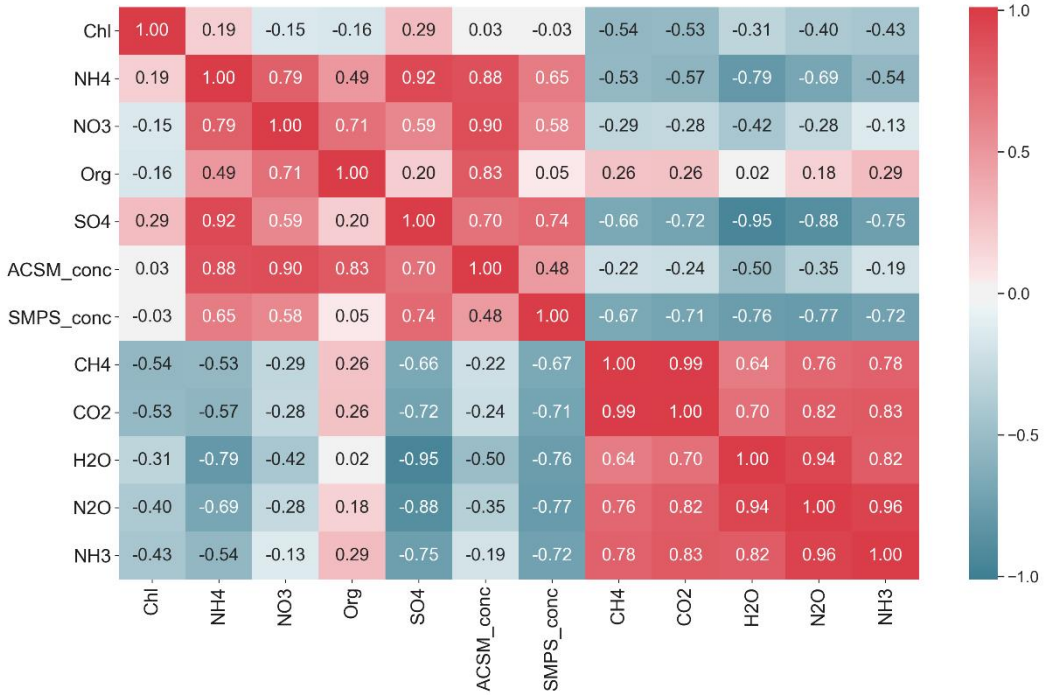
1. Gaaside kontsentratsioon - Picarro CRDS G2508;
2. Peenosakeste arvkontsentratsioon – SMPS (Scanning mobility particle sizer, 3938, TSI), mõõtevahemik 10 nm kuni 1000 nm;
3. Peenosakeste (PM<1.0) keemiline koostis – ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor, Aerodyne).



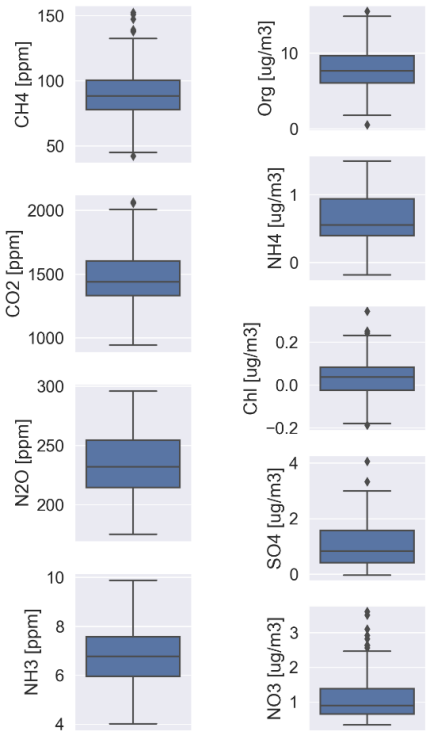
Joonis 52 Märja katselaudas olevad mõõteseadmed

Mõõtmiste alusel saab hinnata kui palju tekib laudas kohapeal ammoniaaki ning kui palju sellest jõuab minna aerosoolifaasi. Mõõtmisi jätkatakse 2021 a. 2020 a. esialgsed mõõtetulemused on toodud Joonis 53 kuni Joonis 56. Esialgsete tulemuste põhjal on tuvastatav, et NH_3 ja NH_4^+ vahel esineb tugev negatiivne korrelatsioon (-0,54), mille põhjal võib järeldada, et vähemalt sel perioodil pärines enamus NH_4^+ väliskeskkonnast. Siiski tuleb

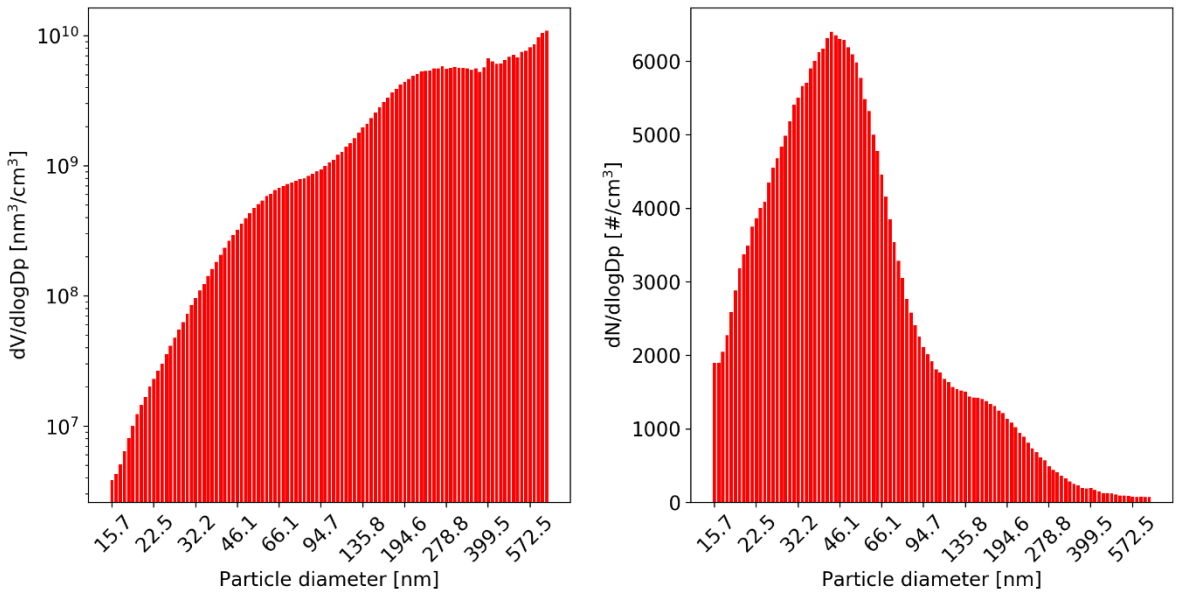
andmeid edasi analüüsida, et selgitada kui palju ja mis tingimustel NH_3 läheb laudakeskkonnas üle aerosoolifaasi. Teoreetiliselt peaksid selleks sobima talvised tingimused kui temperatuur ning õhuvahetus on laudas madal. Osakeste suurusjaotuse (Joonis 55) puhul on täheldatav maksimaalne numbrikontsentratsioon suurusvahemikus 30-50 nm. Joonis 56 põhjal on täheldatav mitmed nukleatsioonipuhangud ning edasise töö käigus peab analüüsima puhangute tekkepõhjuseid, st kas tegemist on laudas või välisõhus toimuvate protsessidega. Igaljuhul on kogutavad andmed üliolulised, et selgitada ammoniaagi ning peenosakeste dünaamikat laudakeskkonnas.



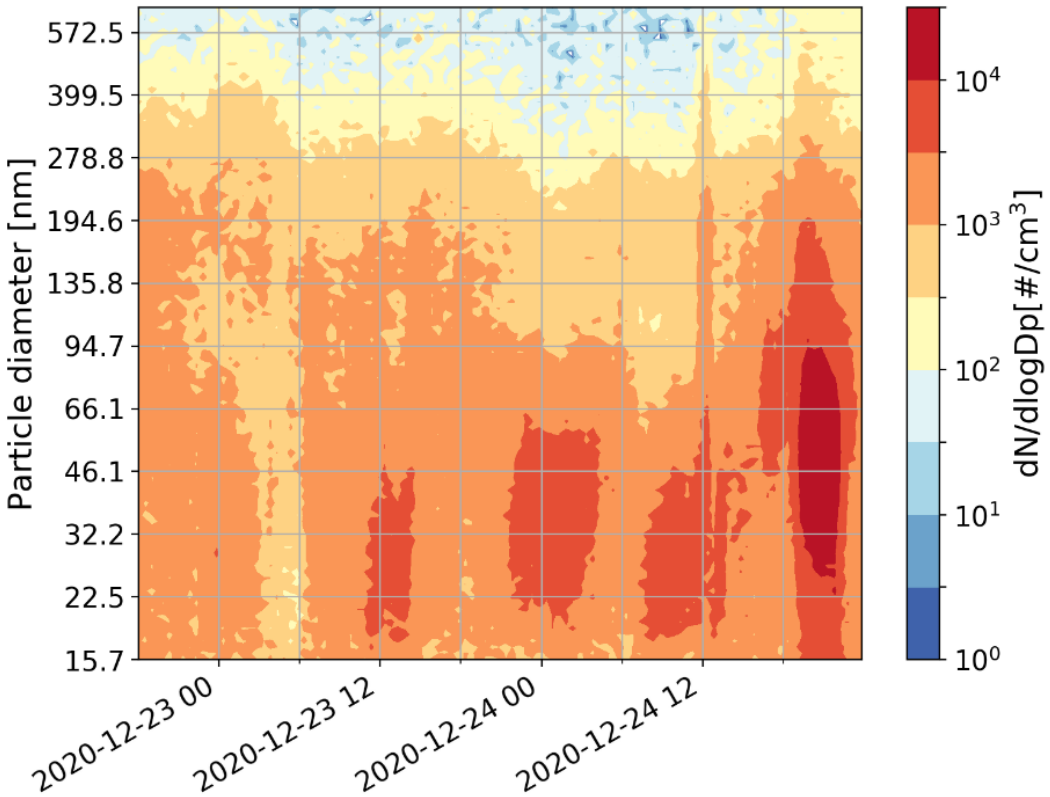
Joonis 53 ACSM, SMPS (15-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemuste esialgsed korrelatsioonid Märja katselaudas



Joonis 54 ACSM ja Picarro poolt mõõdetud parameetrite esialgsed kvantiilid ning keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused Märja katselaudas



Joonis 55 Keskmine osakeste suurusjaotus kasutades ruumilist- ja numbrilist kontsentratsiooni



Joonis 56 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist vahemikus 22.12.2020 18:00 kuni 25.12.2020 00:00

6.1.1.1 PM_{10} eriheidete ülevaade kirjandusest

Ülesanne: Uuritakse, kas kirjandusallikate põhjal on võimalik leida Eesti konteksti sobituvaid PM_{10} (võimalusel ka $PM_{2.5}$ ja PMsum) eriheited sigalatele (nuumsead, võõrdepõrsad, emised) ja kanalatele (broilerid, munakanad) arvestades allapanu liiki, loomade aktiivsust ja pidamisviisi selliselt, et kaetud oleksid Eesti käitistes levinumad pidamisviisid. Eriheidete leidmisel lähtutakse EMEP/EEA Guidebook'ist. Vastav kirjandusallikate analüüs lõpetatakse hiljemalt juuniks 2021.

Tabel 65 EMEP/EAA Guidebook eriheited

PM_{10} ja $PM_{2.5}$ (tier 1) eriheited (kg AAP^{-1} a^{-1})			
Kood	Loomaliik/vanuse(tootmis)grupp	Loomapidamishoone	
		PM_{10}	$PM_{2.5}$
3B3	Sead (nuumsead)	0.14	0.006
3B3	Sead (võõrdepõrsad)	0.05	0.002
3B3	Sead (emised)	0.17	0.01
3B4gi	Munakanad	0.04	0.003
3B4gii	Broilerid	0.02	0.002

6.1.1.2 EMEPi juhendi PM-ga seotud info

Peamised tahkete osakeste heitkoguste allikad on hooned, kus peetakse kariloomi, kuigi olulised allikad võivad olla ka õuealad. Need heitmed pärinevad peamiselt söödast, mis moodustab 80–90 % põllumajandussektori tahkete osakeste koguheitest. Allapanu materjalid, nagu õled või puidulaastud, võivad samuti tekitada õhus lenduvaid osakesi. Linnu- ja seafarmid on peamised tahkete osakeste põllumajanduslikud allikad. Linnupidamishoonete heitkogused tekivad ka sulgedest ja sõnnikust, samas kui sigalate heitmed nahaosakestest, väljaheitest ja allapanust. Loomade tegevus võib samuti põhjustada varem settinud tolmu resuspendeerumist kariloomade pidamisruumi atmosfääri (resuspensioon) (Winkel et al. (2015). Seetõttu on oluline tagada, et kõik heitkoguste mõõtmised tehakse piisavalt pika perioodi jooksul, et tagada nende sobiv representatiivsus, enne kui neid aastase heitehinnangu määramiseks suurendatakse.

Tahkete osakeste heitkoguste üksikasjalikuks arvutamiseks oleks vaja kvantitatiivseid andmeid kõigi juhendi 1. lisa punktis A1.2.2 nimetatud tegurite kohta. Praktikas võimaldavad olemasolevad andmed kasutada iga kariloomade alamkategooria puhul ainult keskmisi EF-sid. Lisateavet heitkoguste kohta on esitatud juhendi 1. lisa jaotises A1.2.2.

Uuritud on meetodeid õhus lenduva tolmu kontsentratsiooni vähendamiseks kariloomade pidamises. Need on kokku võetud juhendi 1. lisa punktis A1.2.3.

Tahkete osakeste heitkoguste kohta on vaja rohkem andmeid, et paremini määrata nii keskmisi heitkoguseid kui ka heitemäärade varieeruvust, mis on tingitud erinevatest keskkonna- ja juhtimisteguritest. Seetõttu on see allikas ka tulevaste kontrolliuuringute sihtmärk.

Seega on hea tava kohaldada Tier 1 eriheiteid ainult peetavatele kariloomadele. Tahkete osakeste heite määramisel on olulised teadmised erinevate parameetrite kohta, millest määravamad parameetrid on toitumistingimused, loomade tegevus ja allapanu. PM_{10} ja $PM_{2.5}$ eriheited põhinevad kõige värskemal kirjandusel. Takai et al. (1998) ja Winkel et al. (2015) ja seal toodud publikatsioonide ülevaated on eriheidete peamised allikad. Hiljuti läbi viidud uuringutes on väiksemad eriheited kui Takai jt. (1998); seetõttu on umbes 50 % eriheidetest uuendatud. Seda langust võib seletada muu hulgas ka muutustega loomakasvatuspraktikas. Juhendis on kasutatud järgmiste teadusartiklite tulemusi:

(d) Chardon and van der Hoek (2002); Schmidt et al. (2002) tsiteeritud Winkel et al. (2015) artiklis; Jacobson et al. (2004); Koziel et al. (2004) cited in Winkel et al. (2015); Haeussermannn et al. (2006, 2008); Costa et al. (2009); Van Ransbeeck et al. (2013; Winkel et al. (2015).

(f) Haeussermann et al. (2008); Costa et al. (2009); Winkel et al. (2015).

(h) Lim et al. (2003); Demmers et al. (2010); Costa et al. (2012) cited in Winkel et al. (2015); Valli et al. (2012); Hayes et al. (2013); Shepherd et al. (2015); Winkel et al. (2015); Haeussermann et al. (2008); Costa et al. (2009); Winkel et al. (2015).

(j) Redwine et al. (2002); Lacey et al. (2003); Roumeliotis and Van Heyst (2007); Calvet et al. (2009); Demmers et al. (2010); Modini et al. (2010); Roumeliotis et al. (2010); Lin et

al. (2012) Winkel et al. (2015).

Juhendi 1. lisa jaotises A1.3.1 esitatakse 1. tasandi keskkonnamõjude hindamiseks kasutatavad eriheidete kõikide loomade, välja arvatud sigade ja kodulindude puhul, eristades sõnnikukäitlussüsteemi tüübi (tahke või vedel).

Tahkete osakeste heitkogused sõltuvad muuhulgas 1. lisa punktis A1.2.2 käsitletud teguritest. Olemasolev kirjandus ei võimalda hinnata eriheiteid, mis võtavad arvesse ülalnimetatud muutujate mõju.

Võib eeldada, et allapanuga (tahkesõnnikuga) pidamissüsteemid toodavad rohkem tolmu kui loomapidamised ilma allapanuta (läga), kuna allapanumaterjal, nagu põhk, koosneb lahtisest materjalist, mis häirete tõttu kergesti õhku levib (Hinz et al., 2000). Takai et al. (1998) leidsid Inglise lüpsilehmade allapanuga pidamisruumides suurema sissehingatava tolmu kontsentratsiooni kui lägapõhiste süsteemidega Saksa piimakarjahoonetes. Ka tahkete osakeste arvutuslikud heitkogused erinesid. Siiski on leitud, et tahkete osakeste heitkogused on sügavas allapanusüsteemis 50% väiksemad, kuna tolm siseneb peenrasse ja hoiab seal niiskuse käes. Kui pesakond on niiske, ei põhjusta loomade tegevus nii palju materjali suspendeerumist (CIGR Working Group, 1995). Tahkete osakeste heitkogused tekivad nii hoones peetavatel kui ka õues (free-range) peetavatelt kariloomadelt. Õues peetavate kariloomade heitkoguste mõõtmiste puudumine tähendab aga seda, et eriheidete väljatöötamine on keskendunud peamiselt hoones peetavatele kariloomadele.

Õhus lenduva tolmu kontsentratsiooni vähendamiseks kariloomade pidamises on uuritud erinevaid meetodeid. Sellised meetmed nagu märg söötmine, sealhulgas rasvalisandid söödas, õli ja/või veega piserdamine, on mõned näited tehnikatest, mis takistavad liigset tolmu teket hoones. Saadaval on ka torulõpu tehnoloogiad tahkete osakeste heitkoguste oluliseks vähendamiseks, eelkõige filtrid, tsüklonid, elektrostaatilised filtrid, märgpuhastid ja bioloogilised heitõhu puhastussüsteemid. Kuigi paljusid neist peetakse praegu liiga kalliks, tehniliselt ebausaldusväärseks või ebapiisavalt kasutajasõbralikuks, et neid põllumajanduses laialdaselt kasutusele võtta, loeb UNECE (2007) õhupuhastid 1. kategooria heitkoguste vähendamise võimaluseks.

Eraldatud osakeste massivoogusid reguleerivad järgmised parameetrid (näited sulgudes), mis põhjustab prognoositavate heitkoguste osas ebakindlust (Seedorf ja Hartung, 2001):

- Hoone projekteerimine ja käitamine:
    - ventilatsioon (sund-vs loomulik ventilatsioon);Aruannetes puudub info.
    - kliima (temperatuur ja suhteline õhuniiskus); aruannetes pole infot
    - põranda tüüp (osaliselt või täielikult restiga); Eestis Sead täisrestpõrand, osaline restpõrand (a) betoonrestid, b) metallrestid/plastrestid, monoliitpõrand
    - sisse- ja väljalaskeavade geomeetria ja asendid (turbulentsist põhjustatud ladestunud osakeste tagasihaaramine hoonesiseste pindade kohal); aruannetes pole infot

- Kariloomade allapanu:
    - materjali tüüp (õled või puidulaastud); infot ei koguta allapanu liigi kohta
    - materjali füüsikalised omadused;
    - kogus ja kvaliteet (nt põhk, hakitud põhk, puidulaastud, saepuru, turvas, liiv, tolmust puhastatud allapanumaterjalide kasutamine, erinevate materjalide segud, allapanu niiskus, niiskust eemaldavate ainete lisamine, kasutatud allapanu mass looma kohta); infot ei koguta allapanu liigi kohta
- Loomakasvatus:
    - loomade tegevus (liigid, ööpäevarütmid, noored vs täiskasvanud loomad, puuris peetavad vs lindude süsteemid); Sead vs kodulinnud. Noorlinde ei eristata arvutustes. Noored sead võõrutajatel. Munakanad puuris 97%, mitmel tasapinnal u 2%, põrandal u 2%, sügavallapanu u 3%. Noorlinnud 99% põrandal, 1%puuris, 99%sügavallapanu, 1% skreeper. Broilerid 100% põrandal, 100% sügavallapanu. Ööpäevarütmi info vajab uurimist, aruannetes pole.
    - eluaseme aeg (terve aasta vs hooajaline eluase); Eestis: sead ja linnud aastaringi sees
    - söötmissüsteemid (kuiv vs märg, automaat vs käsitsi, sööda säilitamise tingimused); 3.B Sõnnikukäitlus EMEP/EEA õhusaasteainete heitkoguste inventuur Juhend 2019 aruannetes pole infot
    - sõnnikusüsteemid (vedel vs tahke, eemaldamine ja ladustamine, sõnniku kuivatamine konveierilintidel). Munakanad 98% transportöörlint, 2% ei kuivatata. Broilerid 100% kuivatamiseta sügavallapanu. Noorlinnud 99% kuivatamiseta sügavallapanu, 1% skreeper?. Kodulinnud 100% igaõnnik. Sead: ajaloos olnud vedel ja tahe.
    - Peetavate kariloomade tüüp (kodulinnud vs imetajad). Linnud – kodulinnud, sead – imetajad

6.1.1.3 Teiste riikide näited

Austria IIR 2020:

Austrias on kasutusel RAINS mudeli (Lükewille et al. 2001) eriheited, mida on Austria puhul hinnatud sobivateks. Arvutuste tulemuseks on madalamad ja eelduslikult realistlikumad hinnangud võrreldes tulemustega, mis on toodud EMEP/EEA GB 2019 vaikeväärtuste kasutamisel. Loomade ja kodulindude eriheited (kg PMsum/loom/aastas) on toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 66 PMsum eriheited (kg/looma või linnu kohta aastas)

Looma/linnuliik	PMsum, kg/looma või linnu kohta aastas
piimalehmad	0.235
muud veised	0.235
nuumsead	0.108
emised	0.108
munakanad	0.016
broilerid	0.016
kalkunid	0.016
muud kodulinnud	0.016
lambad	0.235
kitsed	0.153
hobused	0.153
muud loomad	0.016

Austria IIR-is (Umweltbundesamt, Viin 2020) lähtutakse KLIMONT et al. (2002) uuringust, mille kohaselt PM_{10} osakaal PMsum-s on 45% ja $PM_{2.5}$ osakaal eelduslikult 10%. Eeldatakse, et PM_{10} ja $PM_{2.5}$ eriheidetes ei ole kondenseeruvat komponenti, kuigi seda pole sõnaselgelt kirjeldatud (Winiwarter et al. 2007 and 2009) ja (Lükewille et al. 2001).

Kirjandusallikad:

LÜKEWILLE, A.; BERTOK, I.; AMANN, M.; COFALA, J.; GYARFAS, F.; HEYES, C.; KARVOSENOJA, N.; KLIMONT, Z. & SCHOEPP, W. (2001): A Framework to Estimate the Potential and Costs for the Control of Fine Particulate Emissions in Europe. Interim Report IR-01-023, IIASA, Laxenburg.

KLIMONT, Z.; J. COFALA, I.; BERTOK, M.; AMANN, C.; HEYES & GYARFAS, F. (2002): Modelling Particulate Emissions in Europe. A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Costs, Interim Report IR-02-076, IIASA, Laxenburg

Itaalia IIR 2020:

PMsum heitkoguste arvutamiseks kasutatakse Tier 1 metoodikat. PM_{10} ja $PM_{2.5}$ eriheited on tuletatud EMEP/EEA juhendist (EMEP/EEA, 2019; EMEP/CORINAIR, 2006), mida on muudetud Itaalia loomakasvatusomaduste ja kaaluparameetrite alusel (Cóndor et al., 2008; Cóndor, 2011). Sigade ja kodulindude puhul on eriheiteid ajakohastatud alates 2010. aastast, prognoosides järkjärgulist üleminekut ajakohastatud eriheidetele alates 2005. aastast, kajastades ISTATi uuringutega (FSS ja põllumajandusloendus) registreeritud muudatusi sõnnikukäitlussüsteemides. Alates 2010. aastast põhinevad PM heitkoguste arvutused 2019.

aasta EMEP/EEA juhendis esitatud eriheidetel. Need eriheited põhinevad aastatel 2006–2016 läbi viidud uuringutel, mis hõlmavad Itaalias tehtud teadustöid. Need uuringud on näidanud, et 2006. aasta EMEP/CORINAIRi juhendis soovitatud Takai et al. eriheited on liiga kõrged ega kajasta praegust PMsum heitkoguste taset. Vaheaastateks (2004-2010) on eeldatud järkjärgulist üleminekut ajakohastatud eriheidetele, võttes arvesse heitkoguste vähendamise tehnoloogiate järkjärgulist levikut.

Holland

Kasutuses olevate eriheidete ülevaade on toodud Lagerwerf et al. (2019).

Saksamaa

EMEP 2013 GB sead ja munakanad Tier 2, teised 2016 muutus Tier 1ks https://iir-de-2020.wikidot.com/3-agriculture.

6.1.2 2021 a. tegevused

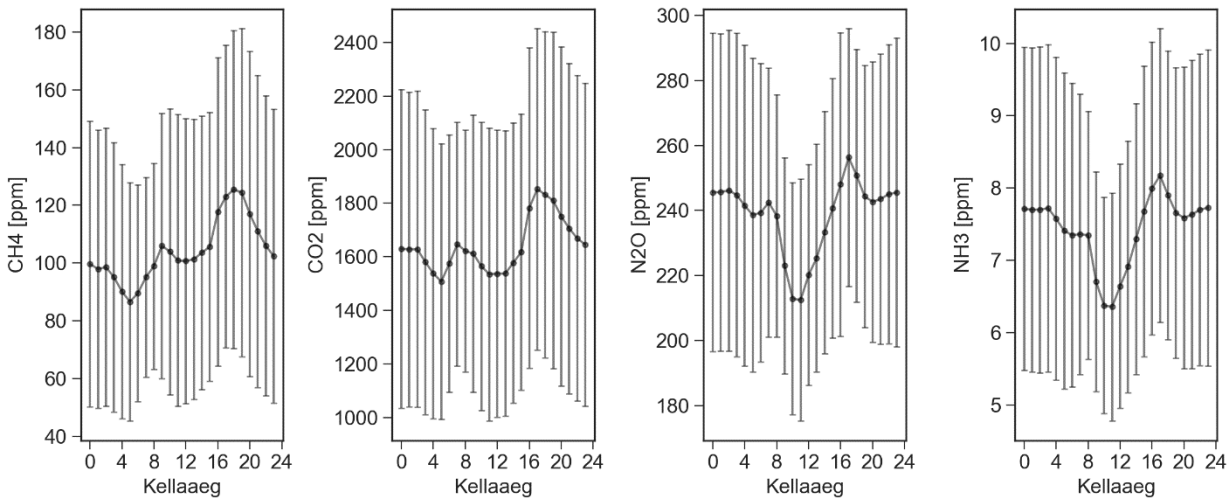
6.1.2.1 Märja katselauda mõõtmised

2021. aastal jätkati Märja katselaudas NH_3, N_2O, CH_4, CO_2, peenosakeste (PM<1.0), nende arvkontsentratsiooni (#/cm^3) ja keemilise koostise (orgaanika, NH_4^+, SO_4^{2-}, NO_3^-, Chl^-) reaalajas mõõtmistega, kasutades selleks järgmist mõõteaparatuuri:

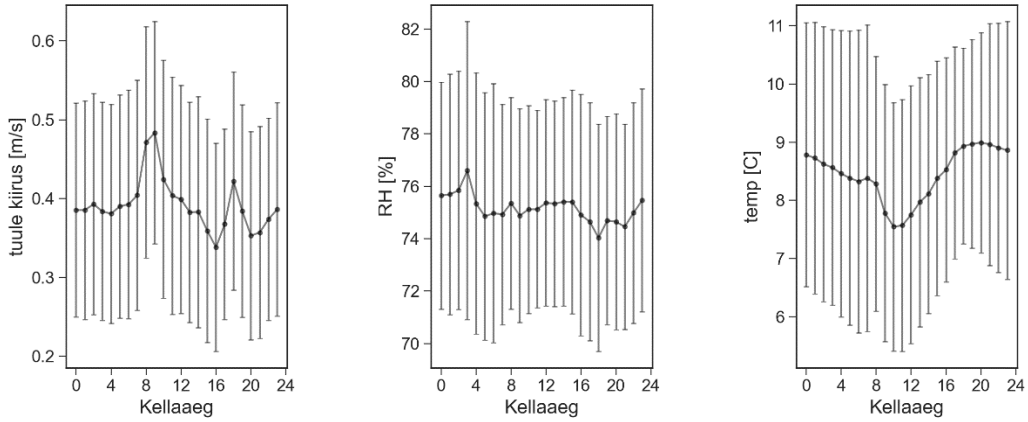
1. Gaaside kontsentratsioon - Picarro CRDS G2508;
2. Peenosakeste arvkontsentratsioon – SMPS (Scanning mobility particle sizer, 3938, TSI), mõõtevahemik 14 nm kuni 673 nm;
3. Peenosakeste (PM<1.0,) keemiline koostis – ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor, Aerodyne).

Lisaks oli kasutada lauda neljas punktis mõõdetud suhtelise õhuniiskuse ja temperatuuri ning 10 punktis mõõdetud tuule kiiruse aegridasid.

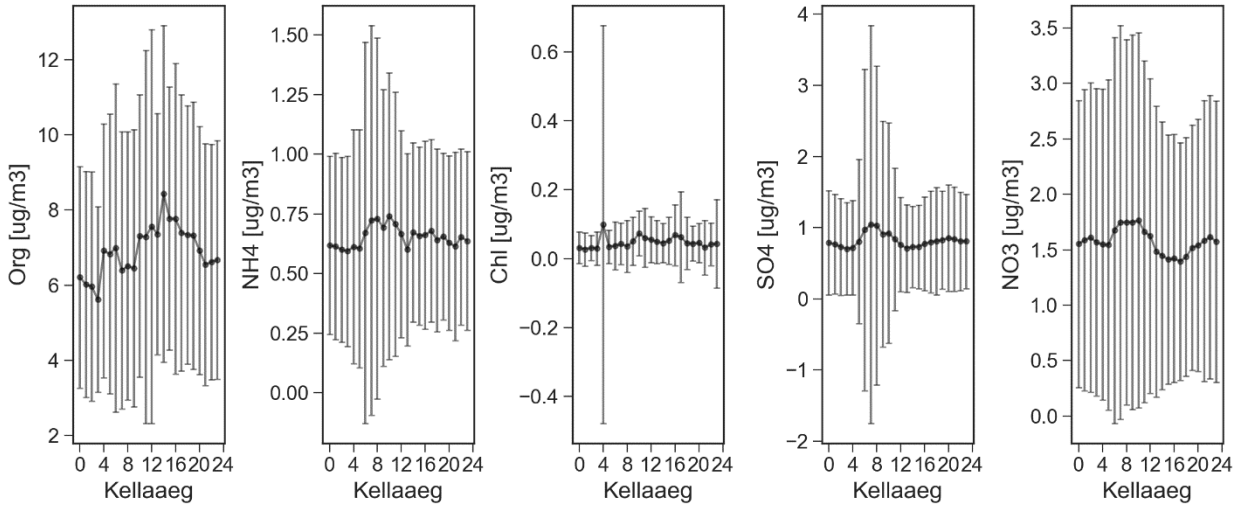
Joonis 57 põhjal ilmneb, et gaasiliste ainete ööpäevane maksimum leiab aset kella 16 ja 19 vahel. N_2O ja NH_3 puhul on märgata ka selge miinimum ennelõunal, mis ühtib temperatuuri miinimumiga (Joonis 58). See omakorda on seotud õhuvahetusega laudas. Nii tuule kiiruse kui temperatuuri andmetest selgub, et lauda õhutusavasid suurendatakse tavaliselt kella 8–10 vahel. Peenosakeste keemilise koostise ööpäevases varieeruvuses (Joonis 59) nii selget muutlikkust ei ole võimalik täheldada (NO_3^-, $SO4_2^-$ ja NH_4^+ puhul võib märgata maksimumi hommikustel tundidel, Org puhul ilmneb maksimum pärastlõunal, Chl^- korral selge maksimum puudub). Chl^- maksimum kell 4 öösel on tingitud lühiajalisest kõrgete väärtustega perioodist (Chl^- kuni 5 ug/m^3, samaaegselt kõrged väärtused ka Org ja NH_4^+ aegridades).



Joonis 57 Picarro mõõdetud parameetrite ööpäevane muutlikkus

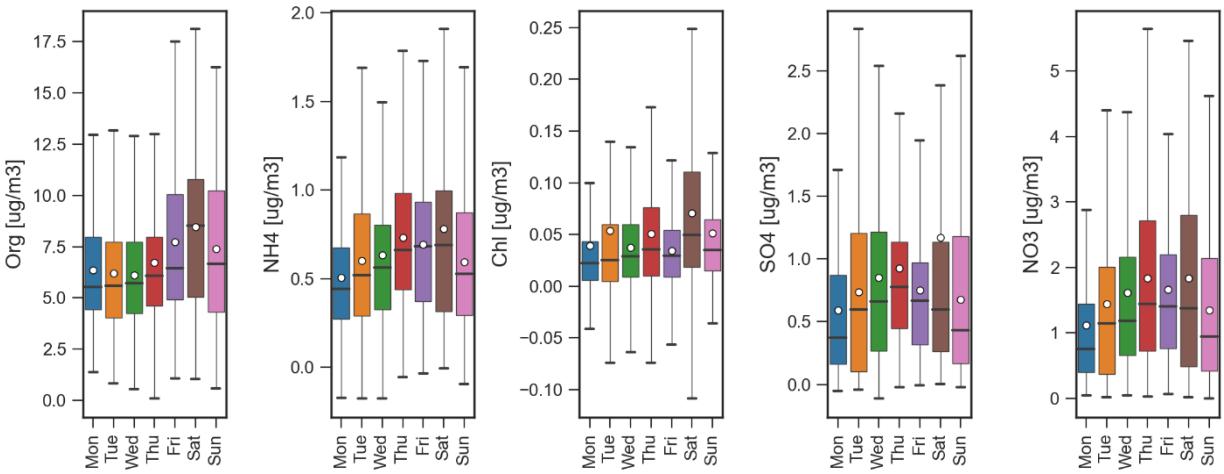


Joonis 58 Laudas mõõdetud tuule kiiruse, suhtelise õhuniiskuse ja temperatuuri ööpäevane käik

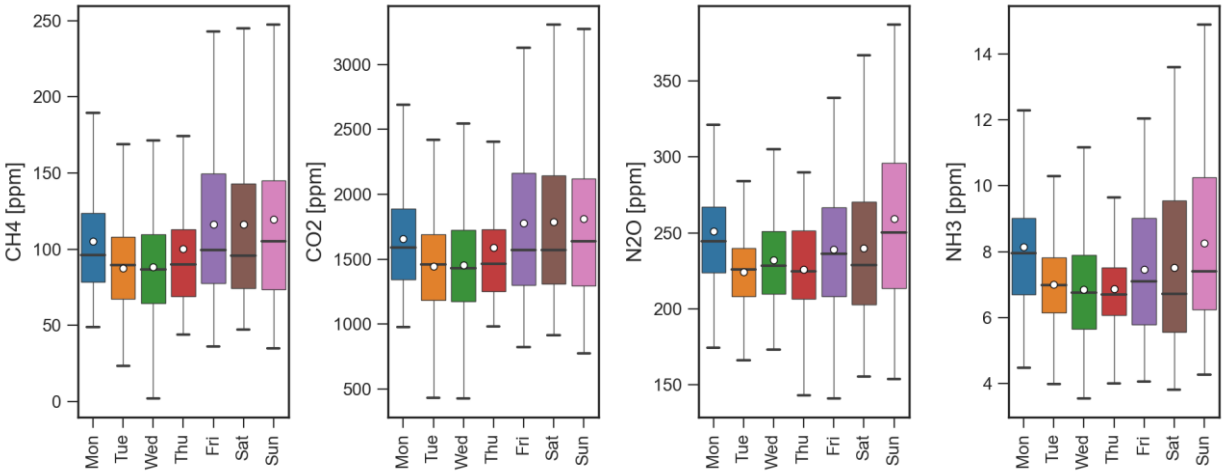


Joonis 59 ACSM mõõdetud parameetrite ööpäevane muutlikkus

Tuginedes allolevatele joonistele võib väita, et kõrgeimad peenosakeste kontsentratsioonid esinevad laupäeviti, gaasiliste ainete korral laupäeviti, pühapäeviti ja esmaspäeviti, mis on ilmselt seotud lauda töögraafikuga.



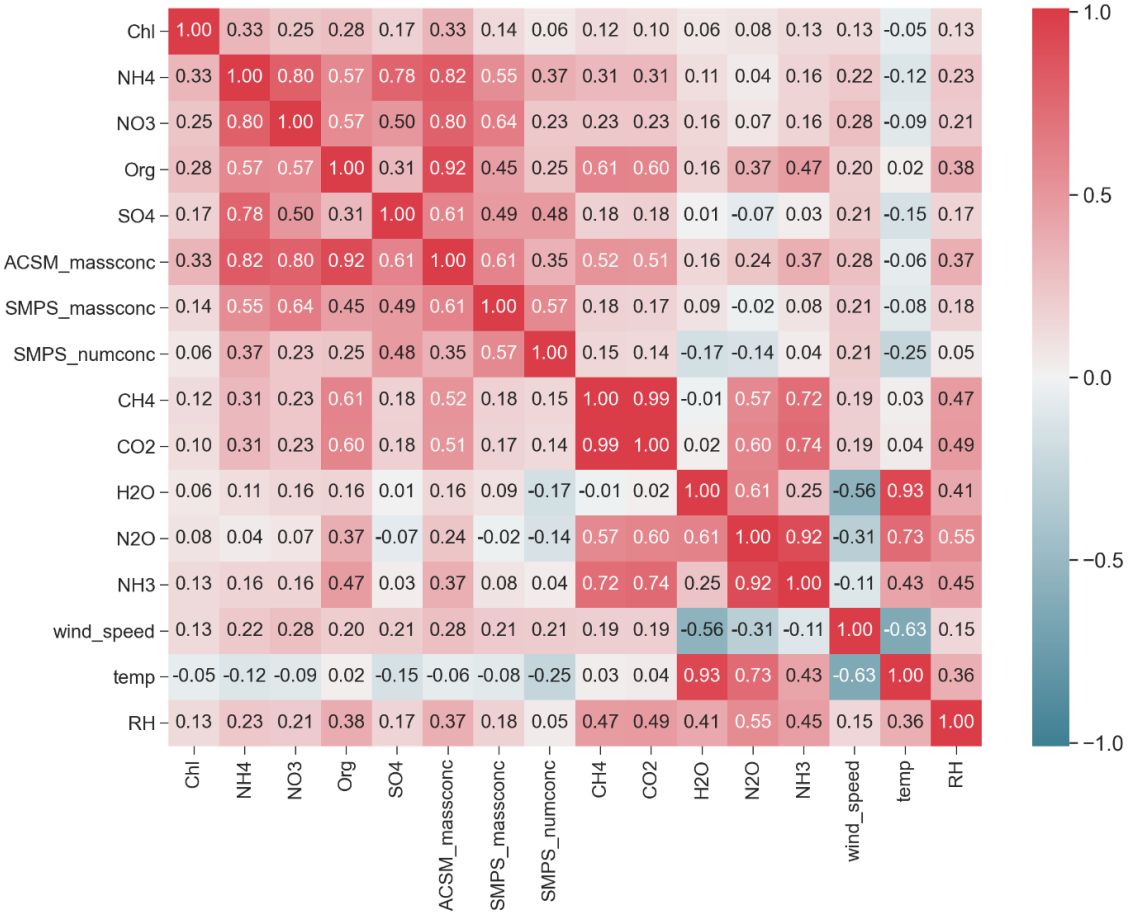
Joonis 60 ACSM mõõdetud parameetrite muutlikkus nädala lõikes



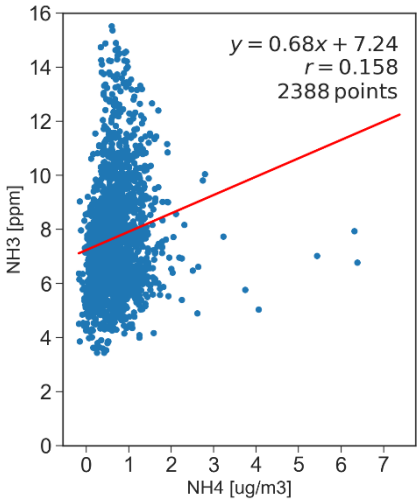
Joonis 61 Picarro mõõdetud parameetrite muutlikkus nädala lõikes

Joonis 62 põhjal nähtub, et ACSM ja SMPS mõõdetud summaarse massikontsentratsiooni vahel on tugev seos, $r = 0.61$. Kõikide gaasiliste ainete ja peenosakeste keemiliste parameetrite vahel on positiivne korrelatsioon. NH_3 ja NH_4^+ vahelist korrelatsiooni kirjeldab nõrk positiivne seos, $r = 0.16$ (Joonis 62). NH_3 gaasifaasist aerosoolifaasi ülemineku tuvastamiseks laudakeskkonnas vaadeldi mõõdetud aegridasid ööpäeva lõikes. Kuigi SMPS ei võimalda mõõta osakeste kontsentratsiooni nukleatsiooni alumises piirkonnas (<10 nm), siis aitab see hinnata osakeste tekkeprotsesside algusaega paari-kolmetunnise hilinemisega (võttes keskmiseks osakeste kasvukiiruseks 3-5 nm/h). Osakeste teke sõltub paljudest asjaoludest, muuhulgas sobivatest meteoroloogilistest tingimustest (päikesekiirgus, segunemine, temperatuur) ja õhulisandite kontsentratsioonist. Kuna osakeste teke on muu hulgas indutseeritud päikesekiirgusest, algab osakeste teke tüüpiliselt 3–5 tundi pärast päikesetõusu. Talvise perioodi kõrgeimad Org, $NH4^+$ ja summaarsed peenosakeste kontsentratsioonid mõõdeti jaanuari keskel (Joonis 64), kuid mis tõenäoliselt oli tingitud lauda õhuvahetuse

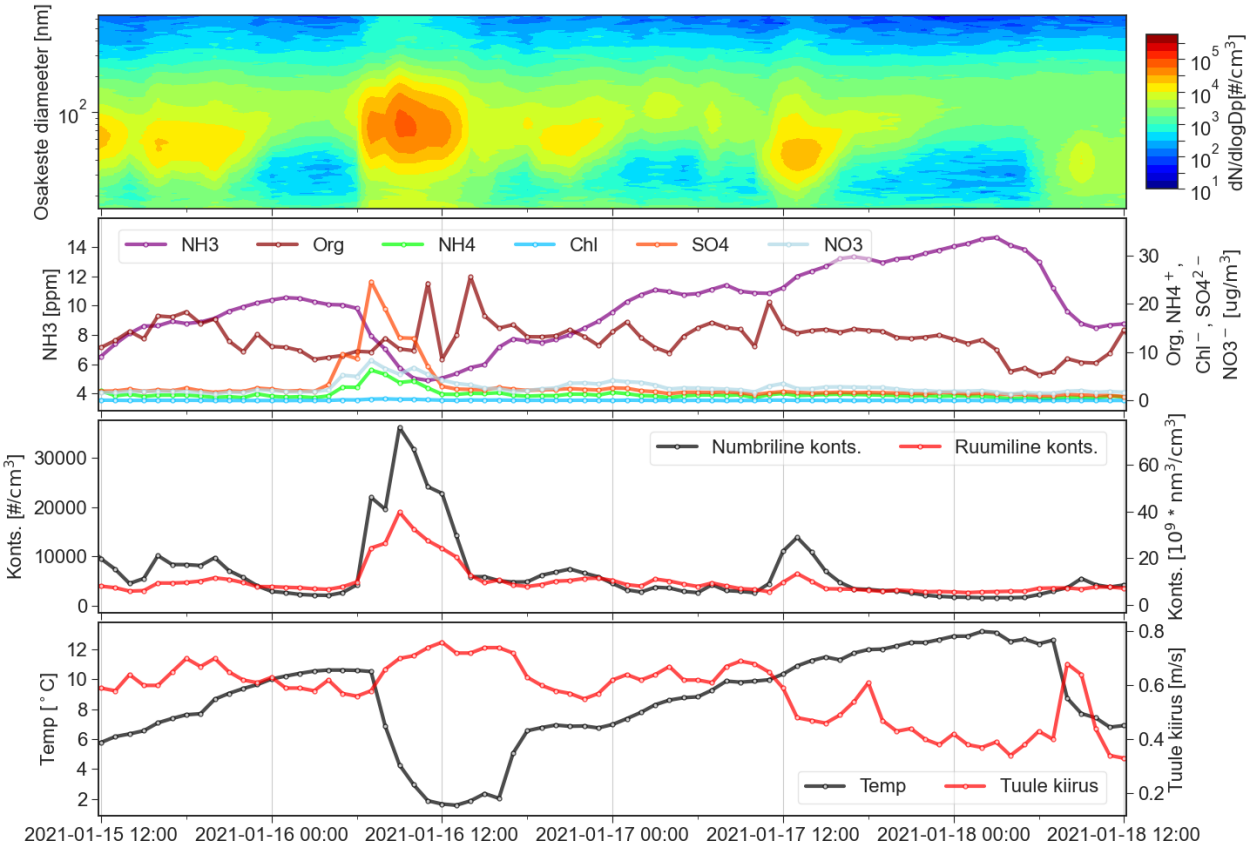
suurendamisest – temperatuur ja NH_3 langesid, tuule kiirus kasvas, kiire osakeste numbrilise kontsentratsiooni kasv kõikides suurusvahemikes 14–673 nm. See omakorda viitab sellele, et osakesed pärinesid väliskeskkonnast ja ei tekkinud lokaalselt. Ka teiste sarnaste kõrgete väärtuste korral ei tuvastatud talvisel perioodil laudakeskkonnas osakeste tekkepuhanguid. Küll aga leiti võimalikke nukleatsioonipuhanguid oktoobris (Joonis 65). Nii ilmneb osakeste kasv ajas näiteks kahel järjestikkusel päeval, 7. ja 8. oktoobril, mil <20 nm diameetriga osakesed kasvavad üle 100 nm ja jäävad pikaks ajaks laudakeskkonda püsima. Keskmise osakeste suurusjaotuse (Joonis 66) puhul on täheldatav maksimaalne numbrikontsentratsioon ligikaudu 50 nm suuruste osakeste juures, kus numberkontsentratsioon oli keskmiselt 4000-5000 osakest/cm^3.



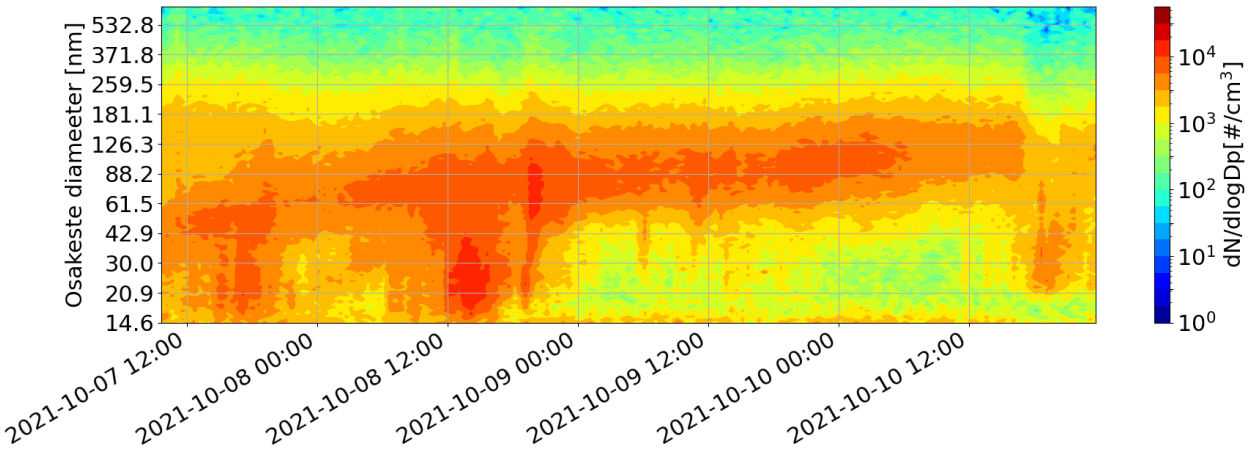
Joonis 62 ACSM, SMPS (14-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemustel põhinevad korrelatsioonid Märja katselaudas perioodil 22.12.2020 – 01.04.2021



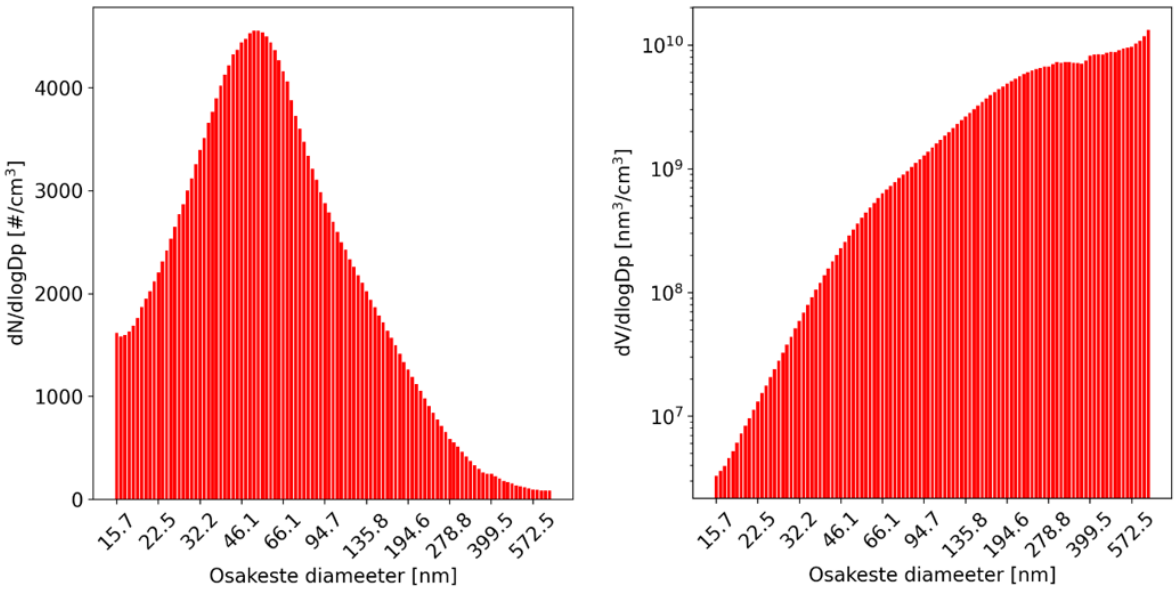
Joonis 63 NH_3 ja NH_4^+ vaheline sõltuvus Märja katselaudas perioodil 22.12.2020 – 01.04.2021



Joonis 64 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist Märja katselaudas vahemikus 15.01.2021 12:00 - 18.01.2021



Joonis 65 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist (võimalik nukleatsioonipuhang) vahemikus 07.10.2021 - 10.10.2021



Joonis 66 Keskmine osakeste suurusjaotus Märja katselaudas kasutades normaliseeritud numbrilist- ja ruumilist kontsentratsiooni

6.1.2.2 Hoidlate emissioonide mõõtmised

Hoidlate mõõtmised teostati 2021 aastal ja eristati jahedat ja sooja perioodi, et oleks võimalik hinnata hoidlate heitkoguseid erinevatel aastaaegadel (talv ja suvi) (Tabel 67). Kokku teostati mõõtmised 10 loomakasvatusettevõttes kokku ligikaudu 200-l ööpäeval. Lisaks teostati mõõtmised Peri POÜ veisekasvatuses, kuid halva elektriühenduse tõttu ja sagedaste voolukatkestuste tõttu, sealseid mõõtetulemusi arvesse ei võetud. Mõõtmiskohtade valikuga sooviti tagada võimalikult esinduslik valim, et oleks esindatud nii vedel- kui tahesõnniku tehnoloogiad (kaetud/katmata) veise – ja seakasvatuse puhul. Valimi koostamisel lähtuti KAURi ja Eesti Maaülikooli spetsialistide soovitusest ning valiti inventuuri seisukohast olulised

hoidlatüübid. Mõõdetud hoidlate tüübid ning käitises olevate loomade arvud on toodud alljärgnevates tabelites ning mõõtekohtade asukohad Joonis 67.

Tabel 67 Mõõdetud käitiste koordinaadid ja mõõteajad

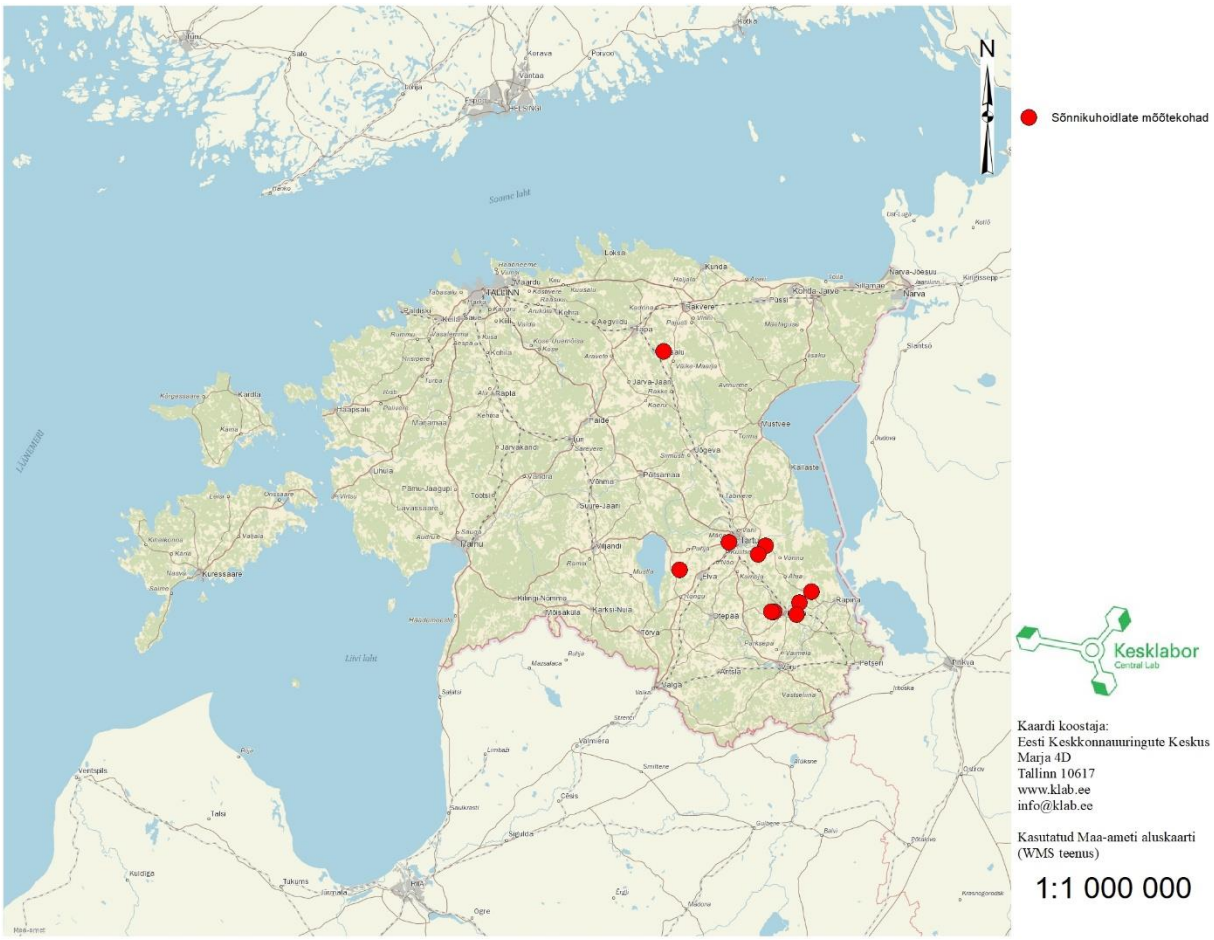
Käitis	X-koordinaat	Y-koordinaat	Talvine periood	Suvine periood
Märja katselaut	6472103	654630	15.01.2021-03.02.2021	31.05.2021-10.06.2021
Kisla seafarm	6470549	671587	03.02.2021-15.02.2021	16.06.2021-21.06.2021
Aarna loomafarm	6440075	675486	15.02.2021-01.03.2021	23.06.2021-29.06.2021
Aarna noorloomafarm	6440067	674329	01.03.2021-12.03.2021	29.06.2021-01.07.2021
Miiaste loomafarm	6444396	687252	15.03.2021-09.04.2021	01.07.2021-09.07.2021
Lutsu seafarm	6438820	685818	15.11.2021-22.11.2021	01.09.2021-06.09.2021
Säkna seafarm	6449382	692677	22.11.2021-29.11.2021	26.07.2021-02.08.2021
Männiku piim	6466566	668061	29.11.2021-06.12.2021	02.08.2021-16.08.2021
JK Otsa farm	6560261	624529	13.12.2021-20.12.2021	16.08.2021-25.08.2021
Rannu mõis OÜ loomafarm	6459403	632010	06.12.2021-13.12.2021	06.09.2021-15.09.2021

Tabel 68 Mõõdetud veisekasvatuste hoidlatüübid ning loomade andmed

Loomade arv (tk)							
Ettevõte	Sõnniku tüüp	Piimalehmad	Ammlehmad	Lehmmullikad	Pullmullikad	Lehmvasikad	Pullvasikad
Märja	vedelsõnnik, kaetud	129	-	85	10	30	12
JK Otsa Talu	vedelsõnnik, kaetud	415	-	274		154	
Aarna	vedelsõnnik	968	-	404			
	tahesõnnik	110	-	231		238	9
Männiku Piim	tahesõnnik	28	-	180		80	
Rannu Mõis	tahesõnnik, kaetud	25	-	12		84	13
Peri POÜ	vedelsõnnik	549	44	136			

Tabel 69 Mõõdetud seakasvatuste hoidlatüübid ning loomade andmed

Ettevõte	Sõnniku tüüp	Nuumsead, tk	Emised, tk	Võõrdepõrsad, tk
Säkna	vedelsõnnik, kaetud	3133	-	-
Kisla	vedelsõnnik	1300	700	3000
Lutsu	vedelsõnnik	5909		3220



Joonis 67 Mõõdetud hoidlate asukohad

Kuna hoidlate mõõtmised kestsid kuni 2021 a. lõpuni, siis hetkel toimub veel hoidlate emissioonide arvutamine ning tulemused lisatakse aruandesse esimesel võimalusel.

6.2Kariloomade söödaplaanide uuring (lõpp 2022)

Vastutav täitja: Allan Kaasik

Jätkati 2020 a. alustatud tegevustega ning 2021 a. jooksul toimus kariloomade söödaplaanide uuringu viimistlemine (hiljemalt juuni 2021) ja kariloomade söödaplaanide uuringu tulemuste sisseviimine KHG inventuuri arvutustesse ja KHG inventuuri arvutusfaili arendamine vastavalt uuringu tulemustele (tegevus jätkub 2022. aastal).
Juuli-detsember 2020 jooksul valmis Eesti Maaülikoolilt kui korraldatud hanke võitjalt tellitud töö „Kariloomade söödaplaanide uuring 1990–2020“. Tellitud töö tulemusel täpsustati veiste, sigade ja kodulindude kuivainete seeduvusi nende vanuse- ja toodangurühmade kaupa. Veiste kõikides vanuse- ja toodangugruppides leiti seeduvuse suurenemine ajas. Kõige suurem seeduvuse suurenemine toimus piimaveistel: lehm- ja pullmullikatel 5,4% ja piimalehmadel 5%. Sigade seeduvus oli võrreldes varasemalt KHG inventuuris kasutatavate seeduvustega erinevamad eelkõige võõrdepõrsaste puhul, omades ajas pigem tõusutendentsi, kuigi 2005. aastal oli seeduvus natuke kehvem, kui eelnevatel aastatel. Teiste vanuse- ja toodangugruppide lõikes sigade seeduvuses ega ajalises arengus olulisi erinevusi ei esinenud. Uuringu käigus selgus, et Eestis üldiselt kodulindude kuivaine ja orgaanilise aine seeduvust ei määrata, seeduvuse sai leida vaid munakanadele. Samuti mõjutavad seeduvuse õhusaasteainete inventuuri arvutusi. Uuringu tulemused on esitatud eraldi aruandena. Leitud veiste ja sigade seeduvusi saab hakata kasutama KHG inventuuri arvutustes pärast arvutustabelites tehtavaid täpsustusi.

2022 a. tegevused:

- Kariloomade söödaplaanide uuringu tulemuste sisseviimine KHG inventuuri arvutustesse ja KHG inventuuri arvutusfaili arendamine vastavalt uuringu tulemustele.

6.3Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine (lõpp 2023)

Vastutav täitja. Allan Kaasik
Kaastäitja: Marek Maasikmets

Vastavalt 2021.aastaks püstitatud ülesannetele selgitati ja uuriti järgmist:

Analüüsida kas ja missugustest konkreetsetest digestaadihoidlatest, kääritites ja vajadusel eelhoidlatest on võimalik teostada CH_4, N_2O ja NH_3 heite mõõtmised, tagamaks üleminek Tier 3-le.

Biogaasijaamade (5 põllumajanduslikku jaama) külastuste käigus selgus, et kääritites (biogaasireaktorites) toimub CH_4 ja NH_3 mõõtmine tehnoloogilise protsessi käigus pidevalt, andmed salvestatakse ja säilitatakse logifailides. Lisaks sellele fikseeritakse reaalajas ka biogaasi H_2S sisaldus, protsessi töötemperatuur jms. tehnoloogilised parameetrid. Kääritites N_2O-d ei teki. Kuna biogaasireaktor on hermeetiliselt suletud mahuti ning protsessi parameetrid s.h gaaside moodustumine reaalajas fikseeritakse, siis eraldi gaaside teket reaktoris ei ole võimalik mõõta, samuti puudub selleks eeltoodud põhjustel vajadus. Kuna Eesti põllumajanduslikud biogaasijaamad (reaktorid) on suured, keskmine maht 4000m^3 on teoreetiliselt võimalik mõõta metaani lekkeid kääritites. See sõltub biogaasijaama asukohast. Juhul kui jaam paikneb vahetult laudahoone juures (näiteks Estonia OÜ biogaasijaam), siis laudahoonest lähtuv heide võib leket reaktorist varjata.
Eelhoidlad on hermeetilised mahutid. Eelhoidlates toimub reaktorisse lisatavate subsatraatide segamine, homogeniseerimine ja temperatuuride ühtlustamine. Kuna eelhoidlad paiknevad vahetult biogaasireaktorites juures, siis eraldiseisev lekete mõõtmine ei ole tehniliselt võimalik.
CH_4, N_20 ja NH_3 heidet tuleb mõõta Estonia OÜ, Vinni ja Ilmatsalu biogaasijaama digestaadihoidlatelt.

Tuleb analüüsida, millistest andmebaasidest on võimalik saada parimat infot digestaadihoidlate pindalade kohta.

Digestaadihoidlate pindala ja maht on leitav KOTKAS andmebaasist. 2019.a. oli nimetatud andmebaasi andmetel Eestis 25 digestaadihoidlat, summaarse pindalaga 61 141 m^2 ning efektiivse mahuga 211 339 m^3. 2020, 2021 ja 2022.a. info saadakse andmebaasi täienemisel.
Tuleb selgitada, kas eelhoidlad on toorme suhtes puhtad sõnnikuhoidlad loomaliigi kaupa või tuleb eriheide mõõta eri loomaliikide sõnniku segust
Eelhoidlas on tegemist erinevate substraatide seguga. Vedelad substraadid (vedelsõnnik) lisatakse tavaliselt vahetult eelmahutisse kas laudahoone pumplast või paakautost, eelnevat

ladustamist ei toimu. Tahked lisasubstraadid (tahesõnnik jms) ladustatakse vajadusel lühiajaliselt (max. 24-48h) betoneeritud ja lekkekindlatele ladustamisplatsidele. Sellest tulenevalt saab vajadusel kasutada konkreetsele loomaliigile ja laudahoonele või sõnnikutüübile kehtivaid eriheiteid. Spetsiifiliste eriheidete mõõtmise vajadus puudub.

Tuleb analüüsida, kuidas on võimalik hinnata gaaside leket kääritist, st kas otseste mõõtmiste teel või on võimalik kasutada arvutuslikke meetodeid

Teoreetiliselt on lekete mõõtmine teostatav, kuid praktiliselt teostatav vaid kohtades kus läheduses puuduvad teised lekke tuvastamist segavad heiteallikad.

Praegu eksisteerivate põllumajanduslikel toormetel põhinevad biogaasijaamade loetelus olevatele käitistele koostatakse küsimustik, milles täpsustatakse toormete kasutamise jaotust ajas. Lisaks alustatakse info kogumist ja koondamist sõnniku, põllukultuuride jääkide, komposti, reoveesette ja muu toorme kohta, kääritite ja hoidlate seisukorra kohta, samuti CH_4 ja energia toodangu ning kääritites kasutatud kuivaine koguse kohta.

Biogaasijaamades kääritatakse nii vedel- kui ka tahesõnnikut, seejuures põhiliseks substraadiks on vedelsõnnik. Järgnevas tabelis (Tabel 70) on toodud 2020. aastal kasutatud substraatide jaotus ja substraatide keskmine kuivaine sisaldus Koksvere biogaasijaama (Biometaan OÜ) näitel.
Substraatide jaotus Koksvere biogaasijaamas (Biometaan OÜ) on toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 70 Kasutatud substraatide jaotus ja substraatide keskmine kuivaine sisaldus Koksvere biogaasijaamas

Substraat	Kogus, tonni	K.A, %
vedelsõnnik	60 000	6.0
tahesõnnik	5 000	25.0
rohusilo	5 000	25.0

Koksvere jaamas toodetakse aastas keskmiselt 1,3 mln. Nm^3 biometaani (CH_4 97%). Sünteesitud biogaasi metaanisisaldus on ca 60%.
2019.a. Eesti põllumajanduslikes biogaasijaamades kasutatud sõnniku summaarne kogus (vedelsõnnikuna) on esitatud järgnevas tabelis (KOTKAS andmebaas, 2019).

Tabel 71 Biogaasijaamades kasutatud sõnniku kogus loomaliikide lõikes

Loomaliik	Vedelsõnnik, tonni
veised	231 763
sead	5 500
kokku	237 263

Ülejäänud neljas Eestis põllumajanduslikus biogaasijaamas on peamisteks substraatideks samuti veiste vedel- ning tahesõnnik. Vähemal määral kasutatakse sea- ning linnusõnnikut.

Lisasubstraatideks on peamiselt rohusilo ning vähemal määral toiduainetetööstuse jäägid. Kasutatakse ainult rohusilo, mis peab vastama minimaalsetele silo kvaliteedi (hügieeni) nõuetele. Komposti ja reoveesetet põllumajanduslikes biogaasijaamas ei kasutata. Lisasubstraadina kasutatakse toiduainetetööstuse (piima- ja juustutööstus) jääke Ilmatsalu biogaasijaamas ning toidujäätmeid Vinni biogaasijaamas. Lihatööstuste ja tapamajade jäätmeid tulenevalt Tauditõrje seadusest ei kasutata. Nimetatud seadusest tulenevalt on biogaasijaamadest lubatud kasutada ainult 3. kategooria loomseid jäätmeid, mida tuleb eelnevalt termiliselt töödelda (70°C, 1h). Märgalade (looduslike rohumaade) biomassi biogaasijaamadest samuti ei kasutata, kuna see ei sobi biogaasi sünteesiks oma keemilise koostise tõttu.
Info toorme liigi ja koguste ning sünteesitud biogaasi mahu ning keemilise koostise kohta registreeritakse biogaasijaamadest reaalajas rutiinse tootmisprotsessi käigus, info on leitav logifailidest *(vt.p.1 2022.a. ülesanded)*.

Vastused küsitluses esitatud küsimustele:
1) Kääritite ja hoidlate kvaliteet, sh lekkekindlus (vastusevariantidega)

a) Väike leke, parim võimalik tööstustehnoloogia, kõrgekvaliteediline lekkekindel hoidla
b) Väike leke, kõrgekvaliteediline tööstustehnoloogia, madalakvaliteediline lekkekindel hoidla
c) Väike leke, kõrgekvaliteediline tööstustehnoloogia, avatud hoidla
d) Suur leke, madalakvaliteediline tehnoloogia, kõrgekvaliteediline lekkekindel hoidla
e) Suur leke, madalakvaliteediline tehnoloogia, madalakvaliteediline lekkekindel hoidla
f) Suur leke, madalakvaliteediline tehnoloogia, avatud hoidla

Kõik Eesti põllumajanduslikud biogaasireaktorid on lekkekindlad mahutid. Lekkekindlust testitakse ja kontrollitakse süstemaatiliselt vastavalt tootjafirma rutiinsele hooldegraafikule. Kääritusjääk (digestaat) ladustatakse tavalistes vedelsõnniku laguuntüüpi või rõngasmahutites. Seega kõik biogaasijaamad vastavad jaotusele „c“.

2) Sõnniku hoidlas hoiustamise aeg, tühjendamise sagedus ja tühjendamise kuu.
Digestaadi hoiustamine ja käitlemine toimub sarnaselt vedelsõnnikuga. Kehtivad samad regulatsioonid.

3) Kas biogaasijaamal on olemas sõnniku eelhoidla? Kui jah, kas õues või laudas (nt sõnnikukelder).
Eelhoidla on iga põllumajandusliku biogaasijaama lahutamatu (eraldiseisev) osa.

4) Milline on eelhoidla ja digestaadihoidla katmise viis?

Kõik eelhoidlad on tavapäraselt reaktorile sarnase konstruktsiooniga s.t. hermeetilised. Kõik digestaadihoidlad on loomuliku koorikuga laguunid või rõngasmahutid.

5) Milline on kääritusjäägi (digestaadi) kuivaine sisaldus (vajalik kaudse N_2O heite hindamiseks)?
Digestaadi keskmine kuivainesisaldus jääb vahemikku 10-15%. *Vajalik proovide võtmine 2022.a.*

6) Kui suur on CH_4 toodang? Vt. Koksvere jaama näide. *Kõikide jaamade täpsustatud andmed kogutakse 2022.aastal (logifailid).*

7) Kui suur on energia toodang? Vt. Koksvere jaama näide. 2021. aastal tootsid 4 põllumajanduslikku biogaasijaama transportkütust (biometaani). Elektri- ja soojusenergiat tootis ainult Aravete Agro biogaasijaam.

8) Milline on anaeroobsetes kääritites kasutatud substraatide kuivaine kogus vastavalt X liiki looma sõnnikus?
Koksvere jaama näide. Erinevate loomaliikide ja sõnnikutüüpide ning rohusilo kuivaine keskmist sisaldust on võimalik leida erinevatest sõnniku ning silo keemilist koostist iseloomustavatest andmebaasidest (EMÜ, PMK). Kääritites ajaühikus kasutatud leitakse arvutuslikult. Sõnniku ja lisasubstraatide proovide võtmise vajadus puudub.

Lenduvad tahkised (Volatile solids, lühendatult VS)
Lenduvate tahkiste kogus on otstarbekas leida kalkulatiivselt.

2022 a. tegevused:

- Mõõdetakse potentsiaalseid metaani lekkeid mõõta Biometaan OÜ, Vinni ja Ilmatsalu jaamades, mis paiknevad laudahoonetest eemal. Samuti koguda ja analüüsida kõikide põllumajanduslike biogaasijaamade (5) 2020 ja 2021 aastate tootmisprotsessi logifailid.
- Kuna biogaasijaamades kasutatavad substraadid, eelkõige lisasubstraadid on erinevad, siis viiakse 2022.a. jooksul läbi mõõtmised Estonia OÜ, Vinni ja Ilmatsalu biogaasijaama digestaadihoidlatel nii suvisel kui ka talvisel perioodil.
- Kõikide jaamade täpsustatud andmed kogutakse 2022.aastal (logifailid*).*

6.4 Põllumajanduses kasutatavate anorgaaniliste väetiste algandmete väljaselgitamine (lõpp 2021)

Vastutav täitja: Sirly-Ann Meriküll

Kaastäitja: Regina Alber (2020 a. tegevused)

6.4.1 2020 ja 2021 a. tegevused

Eestis koondab lämmastikku sisalduvate mineraalväetiste andmeid Statistikaamet. Statistikaameti andmebaasi tabel PM065 sisaldab põllukultuuride jaoks kasutatud mineraalväetiste lämmastiku (N) koguseid (väetis toimeainena) aastate 1992–2019 kohta (väetiste liike ei eristata). Statistikaamet arvutab alates 2015. aastast mineraalväetiste toimeainete kogused põllumajandusliku raamatupidamise andmebaasi (FADN) väetiste kasutamise andmetest arvutatud indeksite alusel. FADN-i andmed hõlmavad kõik põllumajandustootjad, kelle standardtoodang on vähemalt 4000 eurot. Karbamiid on olnud inventuurides ainus väetiseliik, mida on eristatud teistest mineraalsetest lämmastikväetistest. 2018. aastani oli nii KHG kui õhusaasteainete inventuuris võimalik kasutada Põllumajandusameti karbamiidi turustusandmed; 2019. aastal aga lõpetati karbamiidi turustusandmete kogumine. Seega on tuleviku jaoks kadunud üks võimalik andmebaas. Turustusandmed ise pole aga laotatud väetiste koguste kasutamise jaoks nii kvaliteetsed, kui võiks olla kasutatud väetiste koguste andmed, sest osa turustatud väetistest turustatakse edasi teistesse riikidesse. Seega tasus kasutatud väetiste koguste jaoks otsida eelkõige väetiste kasutamist kajastavaid andmebaase, mitte turustusandmete andmebaase. Välismaistest andmebaasidest sai välistatud EUROSTATi andmebaas, sest seal kasutatakse Statistikaameti juba kirjeldatud andmeid. Õhusaasteainete inventuuri ja KHG inventuuri jaoks on vaja siiski mineraalsete lämmastikväetiste andmeid liigiti. Üks vahepeal liigiti lämmastikväetiste andmeid kogunud andmebaas on FAOSTATi andmebaas, mida haldab ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon. Eesti kohta on seal andmed liigiti olemas 1993–2011, edaspidi sisaldab andmebaas koondatud mineraalsete väetiste N koguste andmeid.

2021. aasta analüüsi jaoks valiti lõpuks välja IFASTATi (Rahvusvahelise Väetise Ühingu) andmebaas. Seal on olemas Eestis kasutatud mineraalsete lämmastikväetiste andmed liigiti aastate 1993–2019 kohta. Ka selles valitud andmebaasis esineb puudusi, näiteks puuduvad seal liigiti andmed 1995. ja 1996. aastate kohta sarnaselt FAOSTATile. Samuti ei ühti IFASTATi ja Statistikaameti kasutatud mineraalväetiste kogused. Kuna IFASTATi andmebaas on aga tervikuna täiuslikeima aegreaga rahvusvaheliselt tunnustatud andmebaas, mis kogub kasutatud mineraalsete lämmastikväetiste andmeid liigiti, siis hakatakse 2021. aastal võrdlema selle andmeid Statistikaameti ja seni KHG inventuuris kasutatud karbamiidi andmetega.

2021 a. tegevused on seotud peamiselt andmete analüüsiga: rahvusvaheliselt tunnustatud andmebaaside andmete võrreldavuse hindamine Eestis kogutavate andmetega.

2021. aasta töö tulemusena selgus, et IFASTATi andmebaasile anorgaaniliste väetiste koguste osas üleminek ei ole siiski mõistlik. Algandmete täpsustamisel selgus, et andmekvaliteet ei ole selleks piisav. IFASTATi andmebaasil on mitmeid puudusi ning peamiseks on see, et andmed erinevad Statistikaameti andmebaasi omadest kümneid kordi. Lähemal uurimisel selgus ka, et IFASTATi vätiste kasutuskogused ei ole Eesti mõistes loogilised – näiteks veeseire andmed ei näidanud lämmastikväetiste mitmekümne kordset kasvu, mida IFASTATI andmetest välja lugeda võis. Seega tehti järeldus, et IFASTATi andmed lämmastikväetiste kohta ei ole piisavalt usaldusväärsed.

Võimalusel alustatakse tulevikus lämmastikväetiste (just karbamiidväetiste) kasutuskoguste jaoks alternatiivse andmebaasi otsinguid.

6.5 Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Cris-Tiina Pärn, Igor Miilvee
Kaastäitjad: Ants-Hannes Viira (EMÜ)
Vastavalt Maaülikooli uuringu I ja II etapi vahearuandele teostati I ja II etapis järgnevad tööd. Uuringu I etapis (2020. aastal) tehtud analüüs annab vastuse küsimusele: „millised on Eestis põllumajandusmaa kasutamise võimalikud tulevikustsenaariumid, võttes arvesse globaalseid trende ja mõjusid ning regionaalseid strateegilisi valikuid põllumajanduse arendamisel?“. Selleks loodi viis alternatiivset põllumajandusliku maakasutuse tulevikustsenaariumit aastani 2050. Stsenaariumite loomiseks kaardistati esmalt poliitikadokumentide ja teaduskirjanduse põhjal põllumajandusliku maakasutuse muutuse mõjutegurid. Seejärel korraldati kuus valdkonna asjatundjate fookusgrupi arutelu, mille eesmärk oli eksperthinnangute kogumine põllumajandusliku maakasutuse mõjutegurite ning sellega seotud võimalike positiivsete ja negatiivsete arengute kohta. Selgitamaks välja tegurite mõju suurust ja mõju avaldumisega seotud määramatust 2050. aasta perspektiivis, viidi läbi veebiküsitlus, millele vastasid fookusgrupi aruteludel kutsutud ja osalenud asjatundjad, uuringu juhtkomisjoni ja töörühma liikmed[15].
Uuringu II etapis 2021. aastal loodi Eesti põllumajandusliku maakasutuse visualiseerimiseks ja uuringu I etapis välja töötatud viie alternatiivse põllumajandusliku maakasutuse tulevikustsenaariumi jaoks andmestik, kaardikiht ja illustreerivad kaardid, kus on esitatud põllumajandustootmiseks sobilikkuse seisukohast erineva väärtusega põllumajandusmaade paiknemine ning alad, mis sobiksid maastikuelementide rajamiseks või metsastamiseks. Samuti loodi kaardid kõigis stsenaariumites kirjeldatud võimalike maakasutuse muutuste illustreerimiseks. Põllumajandusmaa põllumajandusliku kasutuse potentsiaali hindamiseks koostati koondhinnang, mis võttis arvesse iga põllumajandusmaa massiivi mullaviljakust, pindala, põllukontuuri kuju (kompaktsust), kaugust lähimast teest, kaugust suurimast asulast, kaugust lähimast põllust ja reljeefi iseloomustavat konarlikkuse koefitsienti. Koondhinnangu tegurite kaalude määramiseks viidi läbi põllumajandusmaa asjatundjate veebiküsitlus, millele vastasid põllumajandustootjad, põllumajandusmaa turu asjatundjad, ametnikud ja teadlased. I etapis loodud viies tulevikustsenaariumis kirjeldatud maakasutuse muutuste arvulised suurused määrati uuringu töörühma ja juhtkomisjoni arutelude tulemusena. [16]

2022 a. tegevused:

[15] Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest- Uuringu I ja II etapi aruanne
[16] Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest- Uuringu I ja II etapi aruanne

- 2022 aastal valmib uuringu lõpparuanne, mis koondab töö, mis on valminud uuringu I and II etapis ning analüüsi, milline on erinevate stsenaariumite mõju Eesti põllumajandusmaa kasutamisele ja säilitamisele sotsiaalmajanduslikule looduskeskkonna arengule ning millised on soovituslikud sekkumismeetmed erinevatel stsenaariumitel.

7 LULUCF valdkonna tegevused

7.1 Eesti põllumajandusmuldade süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Cris-Tiina Pärn,
Kaastäitjad: Karin Kauer, Alar Astover (EMÜ)
Vastavalt Maaülikooli uuringu I etapi vahearuandele teostati I etapis järgnevad tööd:
Hetkel maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse (LULUCF) sektori all raporteeritavad mulla orgaanilise süsiniku (Corg) varu muutused põllumajandusmaadel arvutatakse kasutades Tier2 metoodikat, mis ei arvesta piisavalt piirkondlikke erisusi. Alternatiivne võimalus on LULUCF sektori CO_2 emissiooni hindamiseks rakendada Corg varu muutusi, mis on leitud kasutades vastavaid simulatsioonimudeleid. Soome kasvuhoonegaaside inventuuri raames kasutatakse mulla Corg varu muutuste modelleerimisel mudelit Yasso07, mis on välja töötatud metsamuldadel, kuid rakendatav ka haritavatel muldadel. Kuid näiteks Šveitsis kasutatakse simulatsioonimudelit RothC, mida rakendatakse ka FAO poolt väljatöötava globaalse mulla orgaanilise süsiniku sidumisvõime kaardi (Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map (GSOCseq)) väljatöötamisel.[17] I etapi eesmärk oli testida eespool mainitud mudeleid Eesti põllumuldadel ja kohandada vajadusel neis kasutatavaid koefitsiente Eesti tingimustele vastavaks.
Projekti I etapis valideeriti kahte simulatsioonimudelit põllumuldade seirealade andmestiku alusel ning täpsustati vajaminevaid mudelite sisendparameetreid. Mudelipõhised prognoosid põllumuldade C varu muutuse hindamiseks on hoolimata mõnede sisendandmete määramatusest hea täpsusastmega. Parema tulemuse andis RothC mudeli rakendamine. Seirealade keskmisena oli RothC mudeli hinnang mõõdetud tulemusest ainult 2,3% erinev. Samas üksikute seirealade vahel esinesid siiski märkimisväärsed erinevused. RothC ja Yasso07 mudelitega prognoositulemuste parendamiseks on vaja täpsustada C sisendi leidmise metoodikat. Selle aasta tööde tulemusena selgus, et põlluraamatu andmed põhu mulda tagastamise või mittetagastamise kohta ja sõnniku kasutamise osas on olulise tähtsusega, mis võimaldaks selgitada mõõdetud ja modelleeritud tulemuste vahelist erinevust.[17]
Töö järgmises etapis tuleb välja selgitada, kui oluline on mudelis RothC vajaminev maakasutuse faktor (taimestikuta/taimestikuga) ja kui oluline on seda igal aastal arvestada või võib kasutada sellest faktorist tulenevat kaalutud keskmist mõju. Täiendatud põlluraamatud võimaldavad hinnata ka seda, kas prognoosimiseks on vaja uuritava perioodi iga-aastased C sisendi andmed või piisab ka perioodi keskmisest C sisendi väärtustest. Mudeli Yasso07 puhul tuleb täpsustada erinevatest kasvatatud kultuuridest pärineva C sisendi keemilist koostist ja selle mõju mulla C varule. Täpsustamist vajab ka mudeli RothC sobivus mulla C varu

[17] Mineraalmuldadel asuvatel põllumajandusmaade mulla orgaanilise süsiniku varu muutuse hindamine simulatsioonimudeliga- I etapi vahearuanne

modelleerimiseks märgadel gleimuldadel. Hetkel oli valimis kolm gleimulda ja nendest kahel (Kogeri ja Eametsa) mudel RothC alahindas C varu rohkem võrreldes teiste aladega ja pole selge, millest see on tingitud.[17]

2022 a. tegevused:

Mineraal- ja turvasmuldadel asuvate põllumajandusmaade ja looduslike rohumaade Corg varu muutuste hindamiseks on 2022. aastal tarvis hinnata põllumajanduslikus kasutuses olevate rohumaade muldade Corg sisalduse ja varu ajalist muutust looduslikel rohumaadel.

Metoodika väljatöötamiseks (jaguneb aastate 2022-2023 vahel):

- Kogutakse kordusproovid ja määratakse mullast Corg varu 20-l 2014a looduslikele rohumaadele rajatud proovialal. Kahe proovivõtmisperioodi vahel tuvastatakse rohumaa muldades Corg varus toimunud muutused ja tulemuste baasil riigispetsiifilise eriheiteteguri tuletamine.
- Kogutakse kordusproovid ja määratakse mullast Corg varu 30-l 2015 a turvasmuldadel põllu- ja püsirohumaadele rajatud proovialal. Kahe proovivõtmisperioodi vahel hinnatakse muldade Corg varus toimunud muutused ning tuletatakse riigispetsiifilised eriheitetegurid.

7.2 Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade (drained organic forest soils) heite ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Cris-Tiina Pärn
Kaastäitjad: Kaido Soosaar (TÜ)

Vastavalt Tartu Ülikooli uuringu I etapi vahearuandele teostati I etapis järgnevad tööd.
Projekti esimesel aastal viidi läbi andmebaaside analüüs sobivate alade leidmiseks ning teostati uurimisalade valik vastavalt planeeritule. Mullastiku kaardi järgi leiti sobivad potentsiaalsed turvasmuldadega uurimisalad ning metsaregistri andmete alusel täpsustati puistu parameetreid. Alade kohapealse külastusega teostati alade lõplik valik.
Kokku tehakse mõõtmisi neljalt alalt:

- siirdesoo baasil kujunenud kõdusoo kaasik (Kaasik I)
- siirdesoo baasil kujunenud kõdusoo kuusik (Kuusik I)
- raba baasil kujunenud kõdusoo männik (Männik I)
- siirdesoo baasil kujunenud kõdusoo männik (Männik II)

Lisaks viidi 2021. aastal läbi olemasolevate seadmete (CO_2 analüsaator) hooldus/kalibratsioon, soetati puuduolevad seadmed ja materjalid/tarvikud ning tehti ettevalmistusi 2022 aastal algavateks välitöödeks.[18]

2022. aastal jätkatakse metoodika väljatöötamiseks järgnevate tegevustega:

- Olemasolevate andmete ja uute mõõtmiste põhjal tuletatakse süsinikdioksiidid (CO_2), metaani (CH_4) ja dilämmastikoksiidi (N_2O) hinnangud. Kokku on neli erineva kasvukohatüübiga mõõtmisala. Siirdesoo männikust mõõdetakse olemasolevatele CH_4 ja N_2O andmetele juurde CO_2 vood (heterotroofne hingamine). Siirdesoo kaasik ja kuusik ning raba baasil kujunenud kõdusoo männik on uued uurimisalad ning nendelt aladelt jätkatakse CO_2 (heterotroofne hingamine), CH_4 ja N_2Omõõtmisi üks kord kuus viielt mõõtepunktilt minimaalselt ühe aasta vältel.
- Siirdesoo kaasiku ja kuusiku ning rababaasil männiku proovitükkidelt kogutakse maapealse varise ja mulla proove ning mõõdetakse peenjuurte seisev biomass ja aastane produktsioon ühe aasta vältel ning lisatakse varumuutuse hinnangutesse.

[18] Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade (drained organic forest soils) heite ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris- I etapi vahearuanne

8 KHG aruandluse arendustegevuste potentsiaalsed mõjud Eesti kasvuhoonegaaside heitkogustele 2021 a. seisuga

8.1 Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitetegurite kontrollmõõtmised ja andmestike uuendamine KHG ja õhusaasteainete aruandluseks[19]

Projekti käigus teostatakse mõõtmised suurtes, keskmistes ja väikestes põletusseadmetes ning koduahjudes. Mõõtmistulemuste alusel arvutatud eriheitetegurid (PM2.5, BC, NH_3, CH_4 ja N_2O) võimaldavad teha parandusi ja täpsustusi kasvuhoonegaaside (KHG) ja õhusaasteainete inventuuris.

Enim mõjutab KHG inventuuri heitkoguseid kodumajapidamiste alamsektoris biomassi põletamisest eralduva CH_4 arvutamiseks vajaliku eriheiteteguri välja töötamine.

Kasvuhoonegaaside inventuuris kasutatakse hetkel energeetika sektori kodumajapidamiste alamsektoris biomassi põletamisest eralduva CH_4 arvutamiseks IPCC vaikeväärtust **300 kg/TJ** kohta.

Tabel 72 2018. aasta CH_4 heitkogused kodumajapidamiste alamsektoris

2018 kodumajapidamistes biomass põletamisest	
CH_4	**CO_2 ekv**
4.9038	122.6

Mitmetes Euroopa Liidu riikides on välja töötatud riigispetsiifilised eriheitetegurid biomassi põletamisest eralduva CH_4 arvutamiseks (toodud alljärgnevas tabelis). Lisaks on tabeli viimasesse tulpa lisatud, kui palju oleks selliste eriheitetegurite puhul Eesti heitkogus.

Tabel 73 Näiteid Euroopa Liidu riikide riigispetsiifilistest biomassi CH_4 eriheiteteguritest ning nende potentsiaalsest mõjust Eesti heitkogustele

RIIK	Biomassi põletamise CH_4 eriheitetegur, kg/TJ	EESTI potentsiaalne heitkogus antud eriheiteteguri korral, kt CO_2 ekv
Austria	113-200	46.18-81.73
Soome	116-200	47.40-81.73
Läti	83-131	33.92-53.53
Saksamaa	97	39.64
Keskmine	134.29	54.88

Maksimaalne potentsiaalne KHG vähenemine kodumajapidamise alamsektoris oleks sellisel juhul (eriheite 83 kg/TJ korral) 88 kt CO_2 ekv ja keskmine potentsiaalne KHG vähenemine oleks (eriheite 134.29 kg/TJ korral) 67.72 kt CO_2 ekv. Kodumajapidamise sektori heitkogused

[19] Tegevuse tegemise aluseks on järgmiste tegevuste elluviimine: **1)** Energeetikasektori KHG ja õhusaasteainete inventuuri kohtkütte sektori ruumilise paiknemise ja sektoris kasutatavate kütteseadmete inventuur ja **2)** Kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete riigispetsiifiliste eriheitetegurite ajakohastamiseks kasutatavate mõõtesüsteemide täiendamine, sealhulgas mõõtevõimekuse suurendamine)

kuuluvad jagatud kohustuse määruse (nn ESR) heitkoguste alla seega aitaks projekti tegevus samas suuruses ka ESR heitkoguseid vähendada. Heitkoguste hind oleks olukorras kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 seega 67 720 t CO2*25 eur/tCO_2 = 1 693 000 euri.

Esialgsete mõõtmistulemuste põhjal on uute ahjude mediaan CH_4 eriheide 10.91 kg/TJ ja N_2O 2.04 kg/TJ ning vanade ahjude puhul CH_4 eriheide 18.81 kg/TJ ja N_2O 2.42 kg/TJ. Arvestades uute ahjude osakaaluks Eestis 20% ja vanu 80%, siis võrreldes 2006 IPCC Tier1 metoodikaga on sääst ca 124.8 kt CO_2 ekv (võttes aluseks 2021 NIR 2018.aasta kohta). Heitkoguste hind oleks olukorras, kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 (tänaseks ca 50 eur/t CO_2) seega 124 803 t CO_2*25 eur/tCO_2 = 3 120 075 euri

Keskmise võimsusega põletusseadmete eriheidete uuendamisel oleks sääst ca 6.5 kt CO_2 ekv. Heitkoguste hind oleks olukorras, kus CO_2 hind=25 eur/t CO_2 (tänaseks ca 50 eur/tCO_2) seega 6 500 t CO_2*25 eur/tCO_2 = 162 500 euri

8.2 Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine

Projekti eesmärgiks on täpsustada ja üle vaadata Eesti KHG ja õhusaasteainete inventuurides kajastavate liikuvate heiteallikate (tööstus, põllumajandus, kalandus, siseveetransport, raudteetransport, ärisektor ning kodumajapidamine, militaarsektor) arvutuspõhimõtted.
Antud sektorite heitkogused on arvutatud hetkeseisuga kõige lihtsamat metoodikat ehk Tier 1 kasutades.
Järgnevalt näide, kuidas antud tegevus mõjutaks KHG inventuuri sektori 1A4c ii. (Off-road vehicles and other machinery) heitkoguseid. Teiste liikuvate heiteallikate (sh näiteks ka põllumajandus- ja tööstussõidukid) kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamiseks kasutatakse hetkel IPCC vaikeväärtusi, mis on bensiini puhul CH_4=80 kg/TJ ja N_2O=2 kg/TJ ja diisli puhul CH_4=4.15 kg/TJ ja N_2O=28.6 kg/TJ

Tabel 74 2018. aasta CH_4 ja N_2O heitkogused liikuvatest heiteallikastest (va maanteetransport, siseriiklik lennundus ja laevandus ning raudteetransport)

2018 CH_4 ja N_2O heitkogused teistest liikuvatest heiteallikastest		
CH_4	**N_2O**	**kt CO_2 ekv**
0.0116	0.0799	24.09

Tabel 75 Näiteid Euroopa Liidu riikide riigispetsiifilistest bensiini ja diisli CH_4 ja N_2O eriheiteteguritest ning nende potentsiaalsest mõjust Eesti heitkogustele

RIIK	bensiini CH_4 eriheitetegur, kg/TJ	bensiini N_2O eriheitetegur, kg/TJ	diisli CH_4 eriheitetegur, kg/TJ	diisli N_2O eriheitetegur, kg/TJ	EESTI potentsiaalne heitkogus antud eriheitetegurite korral, kt CO_2 ekv
Austria	31.64	1.07	1.84	13.7	11.53
Taani	155.9	1.46	0.89	3.53	2.999
Saksamaa	415.49	0.38	6.33	2.68	2.67
Tšehhi	21.58	7.15	5.21	2.45	2.40
Keskmine	156.15	2.515	3.57	5.59	4.90

Maksimaalne potentsiaalne KHG vähenemine teistest liikuvatest heiteallikatest oleks sellisel juhul (Tšehhi näide) 21.69 kt CO_2 ekv ja keskmine potentsiaalne KHG vähenemine oleks (eriheite 134.29 kg/TJ korral) 19.19 kt CO_2 ekv. Teiste liikuvate heiteallikate heitkogused kuuluvad jagatud kohustuse määruse (nn ESR) heitkoguste alla seega aitaks projekti tegevus samas suuruses ka ESR heitkoguseid vähendada. Heitkoguste hind oleks olukorras kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 seega 19 190 t CO2*25 eur/tCO_2 = 479 750 euri.

Esialgsete arvutustulemuste põhjal on 1A4c kategooria kaalutud keskmine CH4 eriheide 2.41 kg/TJ ja N2O 2.98 kg/TJ ning 1A2 kategooria kaalutud keskmine CH4 eriheide 0.88 kg/TJ ja N2O 3.17 kg/TJ. Võrreldes 2006IPCC Tier1 metoodikaga on sääst ca 29.35 kt CO_2 ekv (võttes aluseks 2021 NIR 2018.aasta kohta). Heitkoguste hind oleks olukorras, kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 (tänaseks ca 50 eur/t CO_2) seega 29 300 t CO_2*25 eur/tCO_2 = 732 500 euri.

8.3 Kariloomade söödaplaanide uuring

Põllumajanduse KHG ja õhusaasteainete inventuuri täpsustamiseks on vajalik kariloomade söödaplaanide uuring, et kaardistada hetkeolukorda ja sellest lähtuvalt välja töötada võimalusi sõnnikust pärinevate heitkogusete vähendamiseks, kasutades kvaliteetseid ja optimaalsel ajal valmistatud põhisöötasid ja tasakaalustatud proteiinisisaldusega söötmise strateegiaid, mille puhul on tõestatud ammoniaagi ja KHG heitkoguseid vähendav mõju. Hetkel on KHG inventuuris põllumajandusloomade söödaratsioonide (söötade) kuivaine seeduvuse näitajad tõenäoliselt allahinnatud (piimalehmadel nt 67%). KHG inventuuride auditeerijad on toonud Eesti inventuuri puhul välja vastuolu, et Eestis on piima tootlikkus kõrge, mis aga ei kajastu söödaratsioonide ja söötade kuivaine seeduvuse näitajate muutuses, ning palunud sellele põhjendust. Üks viis põllumajandussektorist pärit KHG heitkoguseid täpsemaks muuta on söötade (eeskätt põhisöötade) seeduvuse jms kvaliteedinäitajate täpsustamine tüüpilistes söödaratsioonides. Kui saab tõestada, et söötade seeduvus ja kvaliteet on ajas paranenud, siis saab näidata vastavaid KHG heitkoguste ajaloolisi vähenemisi.

Lisaks saaks sama täpsustuse sisse viia ka õhusaasteainete inventuuris ammoniaagi (NH_3) heite osas, kuigi see sõltub rohkem tehnoloogilisest poolest ja ratsioonide tasakaalustamisest.

Piimalehmade näitel

Soolesisese fermentatsiooni arvustuses kasutatav eriheitetegur sõltub järgnevatest teguritest:

- Kuivaine söömus kg/aastas
- Söödaratsiooni kuivaine seeduvus, %
- Metaani konversioonifaktor, Ym %

Tabel 76 Piimalehmade sööda kuivaine seeduvus Eestis

2018 Eesti KHG inventuuri piimalehmade sööda kuivaine seeduvuse protsent	2018 KHG koguheide põllumajandussektorist CO_2 ekv
67%	1435.63

Tabel 77 Piimalehmade sööda kuivaine seeduvus teistes riikides

Riik	Piimalehmade sööda kuivaine seeduvuse protsent	EESTI potentsiaalned KHG põllumajandussektorist, kt CO_2 ekv
Soome	70%	1399.27
Iirimaa	75%	1348.01
IPCC juhised	Kontsentraadid 75-85% Heina, silo jms söödetavad loomad 55-75%	1348.01- 1270.07 1650.97-1348.01
Soome ja Iirimaa keskmine	72.5%	1372.35

Teiste riikide näitel oleks keskmine potentsiaalne KHG vähenemine (seeduvuse 72.5% korral) 63.31 kt CO_2 ekv. Põllumajandus heitkogused kuuluvad jagatud kohustuse määruse (nn ESR) heitkoguste alla seega aitaks projekti tegevus samas suuruses ka ESR heitkoguseid vähendada. Heitkoguste hind oleks olukorras kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 seega 63 310 t CO_2*25 eur/tCO_2 = 1 582 750 euri.

Söödaplaanide uuringu tulemustest lähtuvalt on piimalehmade seedeprotsessidest pärineva KHG (metaani) emissioon aastate lõikes toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 78 Piimalehmade seedeprotsessidest pärineva CH4 heide

Vana arvutusskeem			
	2018	**2019**	**2020**
Ratsiooni kuivaine seeduvus, %	67	67	67
CH_4, kt	13.5856	13.8455	14.0333
CO_2 ekv, kt	339.6418	346.1375	350.8330
Uus arvutusskeem*			
	2018	**2019**	**2020**
Ratsiooni kuivaine seeduvus, %	68.9	68.9	70.2
CH_4, kt	13.0706	13.3206	13.1626
CO_2 ekv, kt	326.7668	333.0163	329.0658
CO_2 ekv vähenemine, kt	12.875	13.1212	21.7672
Kokkuhoid (25 €/tCO_2), €	321875	328 030	544 180

*Parandatud lisaks loomade kehamassi näitajad, mis vanas arvutusskeemis olid allahinnatud. Kuivaine seeduvuse tõusust saadav efekt mõnevõrra väheneb.

Lähtuvalt söödaplaanide uuringust on võimalik näidata KHG emissiooni vähenemist ka noorveiste osas, tehes arvutused piima- ja lihaveiste noorloomade lõikes eraldi. Piimaveiste noorkarjale söödetakse tavapäraselt kõrgema kuivaine seeduvusega ratsioone. Probleemiks:

- Inventuuris kajastuvad noorloomade andmed (Statistikaamet) on summaarsed
- Inventuuri uues arvutusskeemis (Aether) lähtuvad kalkulatsioonid summaarsest noorloomade arvust

8.4 Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine

Eestis on üheks suurema potentsiaaliga põllumajandusliku KHG heite vähendamise meetmeks hinnatud biogaasi tootmist. Sellest tulenevalt on vaja selle meetme vähendamismõju riiklikus KHG inventuuris võimalikult täpselt hinnata, milleks tuleks välja töötada biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise arvutusmudel, koguda vajalikud algandmed ning arendada välja riigispetsiifiline eriheide.

Riikide näitel, kes raporteerivad biogaasi tootmist põllumajanduslikest ressurssidest saame tuua Taani, kus on näha, et riiklike uuringute tulemusel on neil Eestiga võrreldes kasutusel oluliselt väiksemad metaani konversioonifaktorid nii kääritatud kui kääritamata sõnnikule, mis annab alust eeldada, et hetkel kasutusel olevad IPCC vaikeväärtused on ülehinnatud. Üheks oluliseks Biogaasi arendustöö väljundiks oleks ka algandmete täpsustamine.

Taani eriheitetegurite ga Eesti potentsiaalse KHG heitkoguse vähendamine on välja selgitatud kasutades Kliimapoliitikapoliitika põhialustes 2050 kasutatud aluseeldusi, mis tähendaks, et 26% sea- ja 28,8% veisesõnnikust biogaasistatakse.

Tabel 79 Eesti potentsiaalne heitkogus Taani näitel

RIIK	Metaani konversioonifaktor kääritamata vedelsõnnik MCF (vähenemise potentsiaal)	Metaani konversioonifaktor biogaasistatud vedelsõnnik MCF (vähenemise potentsiaal)	EESTI potentsiaalne heitkogus antud eriheitetegurite korral, kt CO_2 ekv
Taani	Sead 13.72% /veised 4.59%	Sead 10.45% /veised 2.61%	1410.68
Eesti 2020.a inventuur	Sead 17% / veised 10%	Metoodika puudub	1435.63 (KHG 2018. aasta tegelik heitkogus)

Antud näitel oleks potentsiaalne KHG vähenemine 24.95 kt CO_2 ekv. Heitkoguste hind oleks olukorras kus CO_2 hind=25 eur/tCO_2 seega 24 950 t CO2*25 eur/tCO_2 = 623 750 euri. Hetkel KHG inventuuri põllumajandussektoris puudulike andmete tõttu KHG vähenemist sõnniku biogaasistamisest arvesse võetud ei ole.

8.5 Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade (drained organic forest soils) emissioonide ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris

Järgnevalt on toodud lihtsustatult, milline oleks antud projekti tegevuse mõju Eest KHG heitkogustele. LULUCF määrus näeb ette, et kõikides võtmekategooriates kasutatakse vähemalt Tier 2 metoodikat ja sellega kooskõlas olevaid tegureid[20]. Hetkel kasutatakse Eesti KHG inventuuri metsamaa peatükis kuivendatud metsamaa turvasmuldade jaoks Rootsi süsinikuvaru muutuse tegurit (-0.37 tC/ha) ja kuivendatud metsamaa turvasmuldade CH_4 ja N_2O emissioonifaktorite IPCC vaikeväärtusi, CH_4=8.93 kg CH_4/ ha kohta aastas ja N_2O=1.92 kg N_2O-N/ ha kohta aastas.

[20] Heite ja sidumise jaoks sellise süsiniku talletaja puhul, mille arvele langeb vähemalt 25–30 % heitest või sidumisest allika või neeldaja kategoorias, mis on liikmesriigi riiklikus inventuurisüsteemis prioriteediks seatud, sest selle kohta esitatud hinnangul on märkimisväärne mõju riigi kasvuhoonegaaside heite summaarsetele inventuuriandmetele seoses heite ja sidumise absoluuttasemega, heite ja sidumise suundumustega või maakasutuskategooriate heite ja sidumise määramatusega, vähemalt 2. määramistasandi meetod kooskõlas valitsustevahelise kliimamuutuste rühma 2006. aasta suunistega kasvuhoonegaaside riiklike inventuuride kohta.

Tabel 80 2018. aasta kuivendatud metsamaa turvasmuldadest tulenevad CH_4 ja N_2O heitkogused

2018. aasta kuivendatud metsamaa turvasmuldadest tulenevad CH_4 ja N_2O heitkogused		
CH_4, kt	**N_2O, kt**	**CH_4 ja N_2O heitkogused kokku kt CO_2 ekv**
2.46	0.83	308.6

Tabel 81 Eesti potentsiaalne kuivendatud metsamaa turvasmuldade heitkogus

RIIK/UURING	CH_4 emissioonifaktor, kg CH_4/ ha kohta aastas	N_2O emissioonifaktor, kg CH_4/ ha kohta aastas	EESTI potentsiaalne kuivendatud metsamaa turvasmuldade heitkogus antud eriheitetegurite korral, kt CO_2 ekv
Soome	7.75	0.95	176.2
Mander et al. 2017		1.31…5.2	230.3…670.3
Soosaar et al. 2012	0.16 (ilma kraavideta)	0.9	154.4

Antud näitel (KHG inventuuris komplitseeritum arvutus) oleks potentsiaalne KHG vähenemine kuivendatud metsamaa turvasmuldadel (Soome näitel) 132.4 kt CO_2 ekv. Nn LULUCF määruse ((EL) 2018/841) ja nn jagatud kohustuse määruse ((EL) 2018/842) vahel on vastavalt määruse 2018/841 artiklile 12 paindlikus mehhanism[21], st et antud tegevus mõjutab potentsiaalselt ka jagatud kohustuse määrusega seatud eesmärgi saavutamist.

8.6 Eesti põllumajandusmuldade süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris

Järgnevalt on toodud lihtsustatult, milline oleks antud projekti 2. tegevuse mõju Eest KHG heitkogustele. Tuleb meeles pidada, et Põllumaa alasektori heitkoguste puhul hinnatakse süsinikuvaru muutusi viljapuude biomassis ning mineraal- ja turvasmuldades, samuti põllumaade rajamisega seotud CO_2 ja N_2O emissioone. Antud näite puhul käsitlema vaid turvasmuldade heitkoguste arvutamiseks vajalikke tegureid.

Hetkel kasutatakse majandatava põllumaa kategooria (põllumaa ja kultuurrohumaa) turvasmuldade jaoks Rootsi süsinikuvaru muutuse tegurit -6.1 tC/ha.

2018. aasta Eesti heitkogused Põllumaa sektoris, kt CO_2 ekv	307.4

[21] Kui liikmesriigis ületab koguheide kogusidumist ja kõnealune liikmesriik on otsustanud kasutada oma paindlikkusmeedet ja palunud määruse (EL) 2018/842 alusel aastaks eraldatud heitkogused kustutada, võetakse kustutatud heitkoguseid arvesse käesoleva määruse artikli 4 kohase kohustuse täitmisel liikmesriigi poolt.

Tabel 82 Eesti potentsiaalne heitkoguse muutus

RIIK/UURING	Majandatava põllumaa kategooria (põllumaa ja kultuurrohumaa) turvasmuldade süsinikuvaru muutuse tegur, tC/h	Eesti heitkogused cropland sektoris, kt CO_2 ekv
Taani	-8.8	588.5
Soome	-6.8	380.3
Penu jt 2015	-2.57	-60.1

Antud näitel (KHG inventuuris komplitseeritum arvutus) oleks potentsiaalne KHG muutuse vahemik põllumaa kategoorias +/- 281-368 kt CO_2 ekv. Nn LULUCF määruse ((EL) 2018/841) ja nn jagatud kohustuse määruse ((EL) 2018/842) vahel on vastavalt määruse 2018/841 artiklile 12 paindlikus mehhanism[22], st et antud tegevus mõjutab potentsiaalselt ka jagatud kohustuse määrusega seatud eesmärgi saavutamist.

[22] Kui liikmesriigis ületab koguheide kogusidumist ja kõnealune liikmesriik on otsustanud kasutada oma paindlikkusmeedet ja palunud määruse (EL) 2018/842 alusel aastaks eraldatud heitkogused kustutada, võetakse kustutatud heitkoguseid arvesse käesoleva määruse artikli 4 kohase kohustuse täitmisel liikmesriigi poolt.

9 Üldkoordineerimine

2020 a. tegevuste üldkoordineerimise eest vastutas EKUKi Õhu- ja kliimaosakonna kliima- ja andmeanalüüsi üksuse juht Marek Maasikmets. Iga tegevuse eest vastutas konkreetne spetsialist koos oma meeskonna või telliti teenus hanke korras sisse. Lisaks osalesid tegevustes EKUKi finantsjuht Aiki Alvet, raamatupidaja Ruth Saks ning hangete korraldamise eest vastutav Gina Metsla.

10 Kasutatud kirjandus

Cavallari, J., Osborn, L., Snawder, J., Kriech, A., Olsen, L., Herrick, R., McClean, M. 2011. Predictors of Airborne Exposures to Polycyclic Aromatic Compounds and Total Organic Matter among Hot-Mix Asphalt Paving Workers and Influence of Work Conditions and Practices.

Chong, D., Wang, Y.; Zhao, K., Wang, D., Oeser, M. 2018. Asphalt Fume Exposures by Pavement Construction Workers: Current Status and Project Cases.

Denier van der Gon, H., Bergström, R., Fountoukis, C., Johansson, C., Pandis, S.N., Simpson, D., Visschedijk, A.J.H., 2015. Particulate emissions from residential wood combustion in Europe – revised estimates and an evaluation. Atmos. Chem. Phys. 15, 6503-6519.

EEA, 2016. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories., in: European Environment Agency (Ed.), Technical report No 21/2016. European Environment Agency, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.

Eesti Asfaldiliit. 2020. Asfalt arvudes 2019.

Eklund, B. 1992. Practical Guidance for Flux Chamber Measurements of Fugitive Volatile Organic Emission Rates.

EMEP. 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019.

Faber, P., Drewnick, F., Borrmann, S. 2015. Aerosol particle and trace gas emissions from earthworks, roadconstruction, and asphalt paving in Germany: Emission factors and influence on local air quality.

Farshidi, F., Jones, D., Harvey, J. T. 2013. Warm-Mix Asphalt Study: Evaluation of Rubberized Hot- and Warm-Mix Asphalt with Respect to Emissions.

Farshidi, F., Jones, D., Kumar, A., Green, P., Harvey, J. 2011. Direct Measurements of Volatile and Semivolatile Organic Compounds from Hot- and Warm-Mix Asphalt.

Font, A., Baker, T., Mudway, I., Purdie, E., Dunster, C., Fuller, G. 2014. Degradation in urban air quality from construction activity and increasedtraffic arising from a road widening scheme. The Science of the Total Environment 497 - 498 (2014) 123 – 132

Hugener, M., Zeyer, K., Mohn, J. 2019. Reduced emissions of warm mix asphalt during construction.

IARC. IARC Monographs - 103. Bitumens and bitumen emissions.

IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.

Jamriska, M. ja Morawska, L. 2000. A model for determination of motor vehicle emission factors from on-road measurements with a focus on submicrometer particles. The Science of the Total Environment 264 (2001) 241 – 255.

Khare, P., Machesky. Y., Soto, R., He, M., Presto, A., Gentner, D. 2020. Asphalt-related emissions are a major missing nontraditional source of secondary organic aerosol precursors.

Kriech, A., Kurek, J., Wissel, H., Osborn, L., Blackburn, G. 2002. Evaluation of Worker Exposure to Asphalt Paving Fumes Using Traditional and Nontraditional Techniques.

Maanteeamet. 2014. Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis.

Maanteeamet. 2017. Pindamisjuhis.

Maasikmets, Marek (2019). Determination of emission factors from anthropogenic particle sources for air emission and health impact assessment. (Doktoritöö, Eesti Maaülikool). Tartu: Eesti Maaülikool. DOI: 10.15159/emu.37.

Nilsson, P., Bergendorf, U., Tinnerberg, H., Nordin, E., Gustavsson, M., Strandberg, B., Albin, M., Gudmundsson, A. 2018. Emissions into the Air from Bitumen and Rubber Bitumen—Implications for Asphalt Workers' Exposure.

Nussbaumer, T., Klippel, N., Johansson, L., 2008. Survey on measurements and emission factors on particulate matter from biomass combustion in IEA countries, 16th European Biomass Conference and Exhibition, Valencia, Spain.

Ortolano, L. 1985. Estimating Air Quality Impacts. Environmental Impact Assessment Review, 5(1), 9-35.

Peng, P., Tong, X., Cao, S., Li, W., Xu, G. 2020. Carbon Emission Calculation Method and Low-Carbon Technology for Use in Expressway Construction.

Rubio, M., Moreno, F., Martínez-Echevarría, M., Martínez, G., Vázquez, J. 2013. Comparative analysis of emissions from the manufacture and use of hot and half-warm mix asphalt.

Seljeskog, M., Sevault, A., Østnor, A., Skreiberg, Ø., 2017. Variables Affecting Emission Measurements from Domestic Wood Combustion. Energy Procedia 105, 596-603.

Struschka, M., Kilgus, D., Springmann, M., Baumbach, G., 2008. Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung Umweltbundesamt.

TTÜ. 2015. Uued viisid bituumensideainete kvaliteediomaduste määramiseks ja võimalused nende rakendamiseks, pidades silmas konkreetsele objektile vastavaid kriteeriume sideaine eeldatavast elueast ja kasutuskohast lähtuvalt.

UK NAEI. 2020. Emission Factors Database.

US EPA. 1986. Measurement of Gaseous Emission Rates From Land Surfaces Using an Emission Isolation Flux Chamber, Users Guide.

US EPA. 2004. Emission Factor Documentation for AP-42 Section 11.1. Hot Mix Asphalt Plants Final Report.

US EPA. 2020a. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors. Chapter 11.1. Hot Mix Asphalt Plants.

US EPA. 2020b. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors. Chapter 4.5. Asphalt Paving Operations.

Wanga, F., Lia Na, Hoff, I., Wua, S., Lic, J., Barbierib, D., Zhan, L. 2020. Characteristics of VOCs generated during production and construction of an asphalt pavement.

VDI. 2007. VDI Guidelines VDI/DIN Reinhaltung der Luft, Band 3, VDI 2283 Emission reduction – Preparation plants for asphalt (asphalt mixing plants).

WebFIRE. 2020. US EPA Emission Factors Database WebFIRE.

Weiss, F., Baloh, P., Pfaller, C., Cetintas, E., Kaspergiebl, A., Wonaschütz, A. Dimitrov, M., Hofko, H., Rechberger, H., Grothe, H. 2018. Reducing paving emissions and workers' exposure using novel mastic asphalt mixtures.

Xiu, M., Wang, X., Morawska, L., Pass, D., Beecroft, A., Mueller, J., Thai, P. 2020. Emissions of particulate matters, volatile organic compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons from warm and hot asphalt mixes.

Xu, Y., Kåredal, M., Nielsen, J., Adlercreutz, M., Bergendorf, U., Strandberg, B., Antonsson, A-B., Tinnerberg, H., Albin, M. 2018. Exposure, respiratory symptoms, lung function and inflammation response of road-paving asphalt workers.

11 Lisad

Lisa 1 Käitiste üldandmed, sh mõõtmiste ajad ja põletusseadmete andmed mõõtmiste ajal

2020. aastal mõõdetud põletusseadmed

SW Energia OÜ heiteallikas:

- 05.02.2020 – Justsen Argus Flex 25 Ceramic 4.0

Anne Soojus AS heiteallikas:

- 02.03.2020 – Anne katlamaja, veekatel WA02

Enefit Green AS heiteallikas:

- 06.08.2020 – Iru elektrijaama jäätmepõletusplokk

UPM-Kymmene Otepää OÜ heiteallikas:

- 11.08.2020 – Kihtkoldega katel

Tariston AS heiteallikad:

- 24.08.2020 – Raadi ABT kuivatustrummel
- 27.08.2020 – Harku ABT kuivatustrummel

Valio Eesti AS Laeva meierei heiteallikad:

- 09.10.2020 – Kerge kütteõlikatel, põletiga (TTK-70)
- 10.10.2020 – Kerge kütteõlikatel, põletiga (Bosch)

Toftan AS heiteallikad:

- 27.10.2020 – Puidukatel eelkoldega, katel 1
- 28.10.2020 – Puidukatel eelkoldega, katel 2

Elering AS, Kiili GRJ heiteallikad:

- 03.11.2020 – Vitoplex 200, katel A
- 04.11.2020 – Vitoplex 200, katel B

Mo-Puit Jõgeva AS heiteallikas:

- 17.10.2020 – Veekatel AK1000S

Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja heiteallikad:

- 01.12.2020 – Vertikaalne leek-suitsutorukatel (VP 14.06)
- 02.12.2020 – Vapor, 5 MW
- 03.12.2020 – Vapor, 10 MW

Utilitas Eesti AS Keila katlamaja heiteallikad:

- 08.12.2020 – Veekatel Danstoker
- 09.12.2020 – Vitomax 200

Viru-Nigula Saeveski AS heiteallikad:

- 10.12.2020 – K-2, Lin-Ka
- 11.12.2020 – K-1, Justsen

Adven Eesti AS, Kose katlamaja heiteallikad:

- 15.12.2020 – Pelletikatel K1
- 15.12.2020 – Pelletikatel K2

Mõõtmised Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ ahjulabori heiteallikad:

- 18.12.2020 – Umbkoldega ahi

2021. aastal mõõdetud põletusseadmed

Tamsalu Kalor AS heiteallikas:

- 07.01.2021 – Biokatel BIO-2,5

Adven Eesti AS heiteallikad:

- 13.01.2021 – Viruvere. Aurukatel, K-1
- 28.01.2021 – Kose-Uuemõisa. Veekatel, K1
- 28.01.2021 – Kose-Uuemõisa. Veekatel, K2
- 27.01.2021 – Viljandi Ekseko seafarm. Biokatel
- 27.01.2021 – Viljandi Ekseko seafarm. Katel, Vitpolex 200, SA-20
- 03.02.2021 – Viru-Nigula. Veekatel, nr 2

Anne Soojus AS heiteallikad:

- 15.02.2021 – Anne katlamaja. Katel W01, Veekatel, KB-M-35-150M/TF03
- 15.02.2021 – Anne katlamaja. Katel W02, Veekatel, KB-M-35-150M/TF03
- 16.02.2021 – Anne katlamaja. Katel W01 ja katel W02 peale pesurit
- 09.03.2021 – Puiestee katlamaja. Gaasikatel, Bosch UT-M 60 (100% koormusega)
- 09.03.2021 – Puiestee katlamaja. Gaasikatel, Bosch UT-M 60 (30% koormusega)
- 25.02.2021 – Aardla katlamaja. Katel K2, veekatel Danstoker
- 15.01.2021 – Ropka katlamaja. Katel K1, Noviter WT W40
- 15.01.2021 – Ropka katlamaja. Katel K2, Noviter WT W40

Tootsi Turvas AS heiteallikad:

- 14.01.2021 – Turba restkoldega katel, JU-MMV-15
- 12.02.2021 – Mooste. Hakkepuidu katel

Utilitas Eesti AS Jõgeva katlamaja heiteallikas:

- 20.01.2021 – Biokütuse katel Danstoker VHS 25-900

Enefit Green AS Paide Elektrijaama heiteallikad:

- 08.01.2021 – Koostootmisjaam, HA-40
- 22.02.2021 – Katel Wärtsilä Biograte

Jeld-Wen Eesti AS heiteallikas:

- 02.02.2021 – Katel LAKA, PS4000

Utilitas Tallinna Elektrijaam OÜ heiteallikas:

- 23.03.2021 – Restkoldega katel

Tabel 83 Muudatused võrreldes esialgse kooskõlastatud katelde nimekirjaga

Võimsusvahemik	Esialgselt planeeritud	Tegelikult mõõdetud	Põhjendus
1-5 MW	Osaühing Weiss Aiand, Kivisöe katel restkoldega	Valio Laeva Meierei, Põlevkiviõli põletiga	Ettevõttelt Weiss Aiand ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele

Võimsusvahemik	Esialgselt planeeritud	Tegelikult mõõdetud	Põhjendus
1-5 MW	Technomar & Adrem AS, puidu restkoldega	OÜ Nordwood, puidu restkoldega	Ettevõttega Technomar & Adrem ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele
1-5 MW	OG Elektra Tootmine AS, Puidu põletiga (AK-1000)	Mo-Puit Jõgeva AS, puidukatel (AK-1000)	OG Elektra Tootmine AS poolt saadi info, et katel ei ole töökorras ja ei osatud anda infot kas ja millal saab katla töökorda
1-5 MW	AS Alexela Terminal, DKWT-320	Elering Kiisa GRJ, maagaasikatel põletiga	AS Alexela Terminal poolt saadud info kohaselt ei ole võimalik ettevõttel tagada projektis osalemiseks vajalikku koormust (maksimaalne 43%) ja tootjapoolne suitsugaaside mõõteava on 15 mm ning projekti mõõtmiseks vajaliku mõõteava tegemiseks on vaja rekonstrueerimise projekti, mis toob kaasa lisakulusid
5-20 MW	Fortum Eesti AS, hakkepuidu restkoldega	UPM Kymmene Otepää AS, hakkepuidu kihtkoldega	Fortum Eesti AS info kohaselt asub katel Pärnus ning on alates 7.03.2020 seisatud
5-20 MW	Stora Enso Eesti AS, hakkepuidu restkoldega	Toftan AS, hakkepuidu eelkoldega	Ettevõttelt Stora Enso Eesti AS ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele
5-20 MW	"HORIZON" TSELLULOOSI JA PABERI AKTSIASELTS, raskekütteõli põletiga	Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja, põlevkiviõli põletiga	Ettevõttelt "HORIZON" TSELLULOOSI JA PABERI AKTSIASELTS ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele
5-20 MW	OÜ Baltic Forest, põlevkiviõli põletiga	Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja, hakkepuidu vertikaalne leek-suitsutorukatel	Ettevõttelt Stora Enso Eesti AS OÜ Baltic Forest ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele
5-20 MW	osaühing ESTOVER PIIMATÖÖSTUS, raskekütteõli põletiga	Utilitas Eesti AS Jõgeva katlamaja,	Ettevõtte OÜ ESTOVER PIIMATÖÖSTUS info kohaselt

Võimsusvahemik	Esialgselt planeeritud	Tegelikult mõõdetud	Põhjendus
		hakkepuidu katel (2021 mõõtmine)	ei ole katlal mõõtmisteks vajalikke mõõteavasid
20-50 MW	AS Utilitas Tallinn, puidukatel põletiga	AS Utilitas Tallinna Elektrijaam, hakkepuidu katel (2021 mõõtmine)	Objekti ülevaatuse käigus selgus, et AS Utilitas Tallinn puidukatlal on kahe katla peale ühine suitsukäik ja katlad töötavad tavaolukorras samaaegselt mistõttu ei ole võimalik eristada ühe katla põlemisgaaside koostist teise katla omadest
20-50 MW	AS LIWATHON E.O.S. Trendgate terminal	Anne Soojus AS gaasikatel	Objekti ülevaatuse käigus selgus, et puuduvad mõõtmisteks vajalikud mõõteavad
20-50 MW	AS LIWATHON E.O.S. Termoil termoil	Anne Soojus AS gaasikatel	Objekti ülevaatuse käigus selgus, et puuduvad mõõtmisteks vajalikud mõõteavad
1-5 MW	SW Energia OÜ	Adven Eesti AS Ekseko seafarmi hakkepuidu katel	Ettevõttelt SW Energia OÜ ei saadud vastust projektis osalemise taotlusele

Tabel 84 Adven Eesti AS Kose katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Adven Eesti AS
Registrikood	10066299
Telefon	5380 0080
E-post	kauri.koster@adven.com
Mõõtmiste koht	Pikk 4b, Kose

Tabel 85 Katel 1 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	ARIMAX BIO 1500
Heiteallika tüüp	Veekatel, nr 1
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	ca 1666 kW (output on 1500 kW)

Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puidupellet - tööstuslik
Kütuse kütteväärtus	4,6 kWh/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Ühtlane koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	~825 kW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~55%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~150 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 86 Katel 2 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	ARIMAX BIO 1500
Heiteallika tüüp	Veekatel, nr 2
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	ca 1666 kW (output on 1500 kW)
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puidupellet - tööstuslik
Kütuse kütteväärtus	4,6 kWh/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Ühtlane koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	~870 kW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~58%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~150 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 87 AS Viru-Nigula Saeveski üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS viru-Nigula Saeveski
Registrikood	12325144
Telefon	53304828
E-post	Jyri.Nigul@nordwood.ee
Mõõtmiste koht	Viru-Nigula

Tabel 88 Katel Lin-Ka parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Liikuvate restidega katel Linka
Heiteallika tüüp	Multimiser 21
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2,5MW
Lisainfo	Max. Võimsus 2,775MW
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	hakkepuit
Kütuse kütteväärtus	Ei tea
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Keskmine koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	1,125-1,875 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	45-75%
Temperatuur koldes	Ei saa mõõta
Temperatuur pärast katelt	Suits 200, Vesi 112
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 89 Katel Justsen parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Liikuvate restidega katel Justsen
Heiteallika tüüp	Multimiser 19
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1,7MW

Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	hakkepuit
Kütuse kütteväärtus	Ei tea
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Keskmine koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	0,851 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	50%
Temperatuur koldes	Ei saa mõõta
Temperatuur pärast katelt	167
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 90 Utilitas Eesti AS Keila katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Utilitas Eesti
Registrikood	10419088
Telefon	6107107
E-post	info@utilitas.ee
Mõõtmiste koht	Keila Põhja 27

Tabel 91 Hakkepuidu katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Danstoker
Heiteallika tüüp	Veekatel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	7MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Putkutus/hakke
Kütuse kütteväärtus	
Seadme režiim mõõtmiste ajal	
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	

Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon + suitsugaaside kondensaator
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	töötas
Katlaseadme koormus*	
Temperatuur koldes	960
Temperatuur pärast katelt	160
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 92 11,2 MW Põlevkiviõlikatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Viessmann
Heiteallika tüüp	Veekatel Vitomax200
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	11,2
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	põlevkiviõli
Kütuse kütteväärtus	39,25
Seadme režiim mõõtmiste ajal	-
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	8,08
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	-
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	72%
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	-
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 93 Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Utilitas Eesti AS Haapsalu osakond
Registrikood	10419088
Telefon	5032724

E-post	rein.paju@utilitas.ee
Mõõtmiste koht	Niine 34 Haapsalu

Tabel 94 5,68 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Horisontaalne leek-suitsutorukatel
Heiteallika tüüp	Vapor
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus MWth	5,68
Lisainfo	-
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Põlevkiviõli
Kütuse kütteväärtus MJ/kg	38,76
Seadme režiim mõõtmiste ajal	-
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Puuduvad
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus* MW	2,9
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt C	94
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 95 11,36 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Horisontaalne leek-suitsutoru katel
Heiteallika tüüp	VAPOR
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus MWth	11,36
Lisainfo	-
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Põlevkiviõli
Kütuse kütteväärtus MJ/kg	38,76
Seadme režiim mõõtmiste ajal	-

Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Puuduvad
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus* MW	3,8
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt C	100
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 96 MO-Puit Jõgeva AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Mo-Puit Jõgeva AS
Registrikood	10471829
Telefon	7762820
E-post	Janar(at)meklar.ee
Mõõtmiste koht	Kurista tootmise katlamaja

Tabel 97 Katel AK1000S parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Katel (veekatel)
Heiteallika tüüp	Veekatel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1000kw (1mw)
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Kase höövellaast
Kütuse kütteväärtus	-
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Käevitus režiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Max 1000kw
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	Max
Temperatuur koldes	-

Temperatuur pärast katelt	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 98 Elering Kiili GRJ üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Elering AS
Registrikood	11022625
Telefon	71 51 222
E-post	info@elering.ee
Mõõtmiste koht	Kiili GRJ

Tabel 99 Gaasiküttekatel A parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Gaasiküttekatel A
Heiteallika tüüp	Vitoplex 200
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1100 KW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Maagaas
Kütuse kütteväärtus	9,978 KWh/m3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Suvine
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	330KW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus*	30%
Temperatuur koldes	87 C
Temperatuur pärast katelt	
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 100 Gaasiküttekatel B parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Gaasiküttekatel B
Heiteallika tüüp	Vitoplex 200
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1100 KW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Maagaas
Kütuse kütteväärtus	9,978 KWh/m3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Suvine
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	330KW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus*	30%
Temperatuur koldes	87 C
Temperatuur pärast katelt	
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 101 Toftan AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Toftan
Registrikood	10135758
Telefon	7827800
E-post	toftan@toftan.ee
Mõõtmiste koht	Varese küla, Võru vald, Võru maakond

Tabel 102 8 MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Toftan 8MW
Heiteallika tüüp	Puidukatel, eelkoldega

Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	8
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	puidukoor+hake
Kütuse kütteväärtus	-
Seadme režiim mõõtmiste ajal	stabiilne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	8MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	8MW
Temperatuur koldes	1050
Temperatuur pärast katelt	164
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 103 5MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Toftan 5MW
Heiteallika tüüp	Puidukatel, eelkoldega
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	5
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	hake
Kütuse kütteväärtus	-
Seadme režiim mõõtmiste ajal	stabiilne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	4,7MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	4,7 MW (+/- 0,3)
Temperatuur koldes	1000
Temperatuur pärast katelt	150
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 104 Valio Eesti AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Valio Eesti AS
Registrikood	10261303
Telefon	+372 628 5700
E-post	valio@valio.ee
Mõõtmiste koht	Tartumaa, Tartu vald, Valmaotsa küla

Tabel 105 Katel TTK-70 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
TTK-70 (09.09.20, kell 11:10-17:41)	
Heiteallika nimetus	
Heiteallika tüüp	Kerge kütteõlikatel, põletiga
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1,9 MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Põlevkiviõli VKG C
Kütuse kütteväärtus	41,5 MJ/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	tööreziim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	ei
Katlaseadme koormus*	>80%
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	184,6
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	640,5 liitrit (mõõtmise aja kulu)
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 106 Katel BOSCH parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta
BOSCH (10.09.20, kell 11:24-17:53)

Heiteallika nimetus	
Heiteallika tüüp	Kerge kütteõlikatel, põletiga
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2,1 MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Põlevkiviõli VKG C
Kütuse kütteväärtus	41,5 MJ/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	tööreziim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	ei
Katlaseadme koormus*	30-100 %
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	509,5liitrit (mõõtmise aja kogukulu)
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 107 Tariston Harku ABT üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Tariston AS
Registrikood	1088 7843
Telefon	+372 650 1000
E-post	tariston@tariston.ee
Mõõtmiste koht	Tammi tee 53, Vatsla küla, Saue vald, Harjumaa

Tabel 108 Harku ABT parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Asfalditehas
Heiteallika tüüp	Kuivatustrummel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	18,4MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	

Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Gaas
Kütuse kütteväärtus	10,01(kWh/m3) keskmine
Seadme režiim mõõtmiste ajal	85% tehase max võimsusest
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	80%
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	puuduvad
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Kottfilter
Katlaseadme koormus*	70-85%
Lisainfo	
Temperatuur koldes	
Temperatuur pärast katelt	88C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)	5702,68m³ mõõtmise tööpäeval
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	

Tabel 109 Tariston Raadi ABT üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Tariston AS
Registrikood	1088 7843
Telefon	53038059
E-post	Tiit.aaslepp@tariston.ee
Mõõtmiste koht	Tila küla, Tartu vald,Tartumaa

Tabel 110 Tariston Raadi ABT parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Asfalditehas
Heiteallika tüüp	Kuivatus trummel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	15MW
Lisainfo	-
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Põlevkiviõli
Kütuse kütteväärtus	11,2kw/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	92%
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Kottfilter

Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	-
Lisainfo	-
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	103
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)	8,2
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-

Tabel 111 UPM-Kymmene Otepää OÜ üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	UPM-Kymmene Otepää OÜ
Registrikood	10664333
Telefon	59190002
E-post	arti.unt@upm.com
Mõõtmiste koht	Biokatlamaja

Tabel 112 Kihtkoldega katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
11.08.2020 (kell 13:09-13:15)	
Heiteallika nimetus	Aurukatel
Heiteallika tüüp	Kihtkoldega katel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	10MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Kase puukoor, vineeri jäägid
Kütuse kütteväärtus	16,3MJ/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Automaatrežiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	9,5MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	95-100%
Temperatuur koldes	995 °C
Temperatuur pärast katelt	307°C

Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 113 Enefit Green AS Iru elektrijaama üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Enefit Green Iru elektrijaam
Registrikood	11184032
Telefon	5037066
E-post	dmitri.sirokov@enefitgreen.ee
Mõõtmiste koht	Peterburi tee 105, 74114 Maardu

Tabel 114 Jäätmepõletusploki parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	koldetuhk
Heiteallika tüüp	koldetuhk
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	80 MW
Lisainfo	jäätmepõletusplokk
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	segaolmejäätmed
Kütuse kütteväärtus	8-14,5 MJ/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	nominaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	ca 50 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Iru JEP-s kasutatakse suitsugaaside puhastamiseks aktiveeritud söe lisamist, lubjapiimaga suitsugaaside pesemist, kustutatud lubja lisamist ning viimase astmena toimub kottfiltrites lendtuha püüdmine.
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	töötab pidevalt
Katlaseadme koormus*	ca 80 MW
Temperatuur koldes	ca 950 C^{o}

Temperatuur pärast katelt	ca 140 C^{o}
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-//-
Lisainfo	Vt. lisatud aruanne

Tabel 115 Anne Soojus AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Anne Soojus
Registrikood	10051872
Telefon	7337100
E-post	mail@fortumtartu.ee
Mõõtmiste koht	Soojuse tee 13, 62207 Lohkva, Luunja vald Aardla tänav 113, 50415 Tartu

Tabel 116 Katel WA02 parameetrid mõõtmiste ajal

V-1, peale pesurit – 02.03.2020 (12:00-14:30)	
Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Anne katlamaja veekatlad WA02 ja WA01
Heiteallika tüüp	KB-M-35-150M/TF03 (2 tk)
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2x 20,9 MW
Lisainfo	kasutegur 86 %
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	freesturvas
Kütuse kütteväärtus	19,0 MJ/kg, kuivaine alumine.
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	0 MW WA01 / 14,79 MW WA02
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	töötasid elektrifilter ja suitsugaaside pesur
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	0 % 82 % %
Lisainfo	töötas üks katel WA02

Tabel 117 SW Energia leektorukatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta

Nimetus	Justsen Argus Flex 25 Ceramic 4,0	
Katla tüüp	Leektorukatel	
Põleti tüüp	-	
Valmistaja	Danstokker	
Väljalaske- või tarnimise aeg	2018	
Nominaalvõimsus (MW)	4 MW	
Kasutegur	85%	
Muud		
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta		
	projekt	**tegelikult**
Kütusekulu, kg/s		0,319 kg/s
Kütuse liik		hakkepuit
Kütuse rõhk enne põletit, bar		-
Kütuse temperatuur, °C		24
Auru/õhu rõhk kütuse pihustamisel, bar		-
Aurutootlikkus, kg/s		-
Rõhk koldes, kPa		Hõrendus 0,03 kPa
Suitsugaaside temperatuur, °C		145-150
Primaarõhu rõhk, kPa		ei mõõdeta
Üldrõhu rõhk, kPa		Ei mõõdeta
Katlaseadme koormus, %		65-75%
Häired seadme töös		-
Muud:		-

Tabel 118 Tamsalu kalor AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Tamsalu Kalor AS
Registrikood	10246506
Telefon	5053151
E-post	tamsalu.kalor@neti.ee
Mõõtmiste koht	Ääsi 9, Tamsalu, Tapa vald

Tabel 119 Tamsalu kalor AS biokatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Tamsalu katlamaja
Heiteallika tüüp	Biokatel BIO-2,5
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2,5 MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Hakkepuit
Kütuse kütteväärtus	
Seadme režiim mõõtmiste ajal	
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	2,3 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon ja suitsugaaside pesur
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	2,3 MW
Temperatuur koldes	800°C
Temperatuur pärast katelt	150°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	0,4 MW
Lisainfo	

Tabel 120 Adven Eesti AS Viruvere katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Adven Eesti AS
Registrikood	10066299
Telefon	5380 0080
E-post	kauri.koster@adven.com
Mõõtmiste koht	Kase, Viruvere, 48435, Jõgeva vald

Tabel 121 Adven Eesti AS Viruvere aurukatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
13.01.2021, kell 11.55–16.53	
Heiteallika nimetus	Agro Forst und Energietechnk GmbH, AVR- LD- KS
Heiteallika tüüp	Aurukatel, K-1

Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	17,65 MW_{th}
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Segu – puukoor, vineerihake, metsahake
Kütuse kütteväärtus	Ca 8,75 MJ/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	töös
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	2,0 - 7,0 MW, keskmine 3,5 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon, elektrifilter
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	2,0 - 7,0 MW, keskmine 3,5 MW
Temperatuur koldes	Ca 850 ^{0}C
Temperatuur pärast katelt	Ca 250 ^{0}C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	Lisatud graafikud võisuse, kolde- ja suitsugaaside temp. kohta.

Tabel 122 Adven Eesti AS Kose-Uuemõisa katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Adven Eesti AS
Registrikood	10066299
Telefon	5380 0080
E-post	kauri.koster@adven.com
Mõõtmiste koht	Kesk tn 27a, Kose-Uuemõisa alevik, Kose vald, Harju maakond

Tabel 123 Veekatla K-1 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	ARIMAX BIO 1000
Heiteallika tüüp	Veekatel, nr 1
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	ca 1111 kW (output on 1000 kW)
Lisainfo	

Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puidupellet - tööstuslik
Kütuse kütteväärtus	4,6 kWh/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Ühtlane koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	~500 kW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~50%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~140 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 124 Veekatla K-2 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	ARIMAX BIO 1000
Heiteallika tüüp	Veekatel, nr 2
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	ca 1111 kW (output on 1000 kW)
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puidupellet - tööstuslik
Kütuse kütteväärtus	4,6 kWh/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Ühtlane koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	~460 kW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~46%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~140 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 125 Adven Eesti AS Viljandi Ekseko seafarmi üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Adven Eesti AS
Registrikood	10066299
Telefon	5380 0080
E-post	kauri.koster@adven.com
Mõõtmiste koht	Ekseko seafarm, Mäeltküla, Viljandi vald

Tabel 126 Biokatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
27.01.2021 kell 13:05-14:54	
Heiteallika nimetus	O-3H3 + Multitsüklon MC-16, SA-30
Heiteallika tüüp	biokatel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2,5 MW_{th}
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	hakkepuit
Kütuse kütteväärtus	Alumine: 2,37MWh/tonn
Seadme režiim mõõtmiste ajal	töös
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Ca 2000 kw
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	1800- 2000kw
Temperatuur koldes	Ca 700
Temperatuur pärast katelt	Ca 165
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 127 Katel Vitoplex 200, SA-20 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
27.01.2021 kell 16:00-17:05	
Heiteallika nimetus	Vitpolex 200, SA-20

Heiteallika tüüp	katel
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1,7 MW_{th}
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Maa- gaas
Kütuse kütteväärtus	9,45MWh/1000m3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	töös
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Ca 800- 900 kw
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	ei
Katlaseadme koormus*	Ca 800- 900kw
Temperatuur koldes	Ei ole mõõdetav
Temperatuur pärast katelt	140
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	Mõõtmise ajal 133 m3, keskmine 70m3/h
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 128 Adven Eesti AS Viru-Nigula katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Adven Eesti AS
Registrikood	10066299
Telefon	5380 0080
E-post	kauri.koster@adven.com
Mõõtmiste koht	Maarja tn 7, Viru-Nigula alevik, Viru-Nigula vald, Lääne -Viru maakond

Tabel 129 Veekatel nr.2 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Danstoker Multimiser-17
Heiteallika tüüp	Veekatel, nr 2
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	ca 1230 kW (output on 1090 kW)
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	höövlilaast

Kütuse kütteväärtus	4,41 kWh/kg
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Ühtlane koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	~850 kW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	tsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~80%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~180 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 130 Anne Soojus AS Anne katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Anne Soojus
Registrikood	10051872
Telefon	7337100
E-post	mail@fortumtartu.ee
Mõõtmiste koht	Soojuse tee 13, 62207 Lohkva, Luunja vald Aardla tänav 113, 50415 Tartu

Tabel 131 Veekatel W01 parameetrid mõõtmiste ajal

V-1, katel WA01 – 15.02.2021 (14:03-15:03)	
Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Anne katlamaja veekatel WA01
Heiteallika tüüp	KB-M-35-150M/TF03
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	20,9 MW
Lisainfo	kasutegur 86 %
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	freesturvas
Kütuse kütteväärtus	19,0 MJ/kg, kuivaine alumine.
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	14,62
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	töötasid elektrifilter ja suitsugaaside pesur

Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	81 %
Temperatuur koldes	653°C
Temperatuur pärast katelt	132°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	1,6 MW
Lisainfo	Kütuse niiskus 44,5 %

Tabel 132 Veekatel W02 parameetrid mõõtmiste ajal

V-1, katel WA02 – 15.02.2021 (11:50-13:36)	
Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Anne katlamaja veekatel WA02
Heiteallika tüüp	KB-M-35-150M/TF03
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	20,9 MW
Lisainfo	kasutegur 86 %
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	freesturvas
Kütuse kütteväärtus	19,0 MJ/kg, kuivaine alumine.
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	14,47 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	töötasid elektrifilter ja suitsugaaside pesur
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	80%
Temperatuur koldes	633°C
Temperatuur pärast katelt	124°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	1,5 MW
Lisainfo	Kütuse niiskus 44,5 %

Tabel 133 Veekatelde W01 ja W02 peale pesurit parameetrid mõõtmiste ajal

V-1, peale pesurit – 16.02.2021 (11:54-13:45)	
Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Anne katlamaja veekatlad WA02 ja WA01
Heiteallika tüüp	KB-M-35-150M/TF03 (2 tk)
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	2x 20,9 MW

Lisainfo	kasutegur 86 %
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	freesturvas
Kütuse kütteväärtus	19,0 MJ/kg, kuivaine alumine.
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	16,12 MW WA01 / 15,43 MW WA02
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	töötasid elektrifilter ja suitsugaaside pesur
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	90 % / 86 %
Temperatuur koldes	699°C WA01 / 670°C WA02
Temperatuur pärast katelt	135°C WA01 / 129°C WA02
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	2,3 MW
Lisainfo	45,6 %

Tabel 134 Anne Soojus AS Puiestee katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Anne Soojus
Registrikood	10051872
Telefon	7337100
E-post	mail@fortumtartu.ee
Mõõtmiste koht	Puiestee tänav 2g, 50303 Tartu

Tabel 135 100% koormusega gaasikatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
09.03.2021 (10:35-11:35)	
Heiteallika nimetus	Gaasikatel
Heiteallika tüüp	Bosch UT-M 60
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	16 MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	maagaas
Kütuse kütteväärtus	9,5 kWh/m^3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne

Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	14,5MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	suitsugaaside retsirkulatsioon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	100%
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaas 82,7°C; vesi 110,9°C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	1610 Nm3/h
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 136 30% koormusega gaasikatla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
09.03.2021 (11:56-13:03)	
Heiteallika nimetus	Gaasikatel
Heiteallika tüüp	Bosch UT-M 60
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	16 MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	maagaas
Kütuse kütteväärtus	9,5 kWh/m^3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	4,8MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	suitsugaaside retsirkulatsioon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	30%
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	suitsugaas 70,3°C; vesi 103,1°C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	565 Nm3/h
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

Tabel 137 Anne Soojus AS Aardla katlamaja üldandmed

Üldandmed

Ärinimi/nimi	AS Anne Soojus
Registrikood	10051872
Telefon	7337100
E-post	mail@fortumtartu.ee
Mõõtmiste koht	Soojuse tee 13, 62207 Lohkva, Luunja vald Aardla tänav 113, 50415 Tartu

Tabel 138 Veekatla parameetrid mõõtmiste ajal

K2 (Aardla katlamaja) – 25.02.2021 (13:18-14:25)	
Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Aardla katlamaja katel nr.1
Heiteallika tüüp	veekatel Danstoker
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	8,2 MW
Lisainfo	kasutegur 85 %
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	puiduhake
Kütuse kütteväärtus	18,6 MJ/kg, kuivaine alumine.
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	6,0 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	töötasid suitsugaasidepesur ja multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	86%
Temperatuur koldes	890°C
Temperatuur pärast katelt	188°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	1,5 MW
Lisainfo	

Tabel 139 Anne Soojus AS Ropka katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Anne Soojus
Registrikood	10051872
Telefon	7337100
E-post	mail@fortumtartu.ee

Mõõtmiste koht	Lõõtsa 1, Tartu

Tabel 140 Katel K-1 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Katel K1
Heiteallika tüüp	Noviter WT W40
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	39,36
Lisainfo	-
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	maagaas
Kütuse kütteväärtus (alumine)	9,529 kWh/m^3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	32,1 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	-
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	81,6 %
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	101 ^{0}C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	3258 Nm3/h, 945 m3/h
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 141 Katel K-2 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Katel K2
Heiteallika tüüp	Noviter WT W40
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	39,36
Lisainfo	-
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	maagaas
Kütuse kütteväärtus (alumine)	9,529 kWh/m^3
Seadme režiim mõõtmiste ajal	normaalne

Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	33,3 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	-
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	84,6 %
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	103 ^{0}C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	3397 Nm3/h, 999 m3/h
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

Tabel 142 Tootsi Turvas AS Lavassaare katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Nevel Eesti OÜ
Registrikood	14866648
Telefon	5145597
E-post	ylo.stokkeby@nevel.com
Mõõtmiste koht	Lavassaare katlamaja

Tabel 143 Tootsi Turvas AS Lavassaare katlamaja andmed mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Danstoker/Justsen
Heiteallika tüüp	korsten
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1,765
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	tükkturvas
Kütuse kütteväärtus	3,4 MWh/t
Kütuse niiskus	35 ... 40%
Seadme režiim mõõtmiste ajal	
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	

Temperatuur koldes	
Temperatuur pärast katelt	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 144 Tootsi Turvas AS Mooste katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Nevel Eesti OÜ
Registrikood	14866648
Telefon	5145597
E-post	ylo.stokkeby@nevel.com
Mõõtmiste koht	Mooste katlamaja

Tabel 145 Hakkepuidu katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Katel Orions -2H2
Heiteallika tüüp	korsten
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	1,18
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	hakkepuit
Kütuse kütteväärtus	0,82 MWh/m3
Kütuse niiskus	35 ... 40%
Seadme režiim mõõtmiste ajal	
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon MC6
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	
Temperatuur koldes	
Temperatuur pärast katelt	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

Tabel 146 Utilitas Eesti AS Jõgeva katlamaja üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	AS Utilitas Eesti
Registrikood	10419088
Telefon	+372 610 7100
E-post	info@utilitas.ee
Mõõtmiste koht	Aia tn 50, Jõgeva linn

Tabel 147 Biokütuse katla parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Biokütuse katel Danstoker VHS 25-900
Heiteallika tüüp	Muu põletusseade
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	7,06 MW_{th}
Lisainfo	Multitsüklon MC-42, elektrifilter Scheuch sef 2,2/6,2-c, suitsugaasi pesur Scheuch ERCS
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Hakkpuit
Kütuse kütteväärtus	Kohapeal jooksvalt ei mõõdeta
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Automaatjuhtimine katlast väljuva vee väljundtemperatuuri järgi
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Min 5,9MW; Max 7,3MW; Avg 6,5MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon MC-42 + elektrifilter Scheuch sef 2,2/6,2-c suitsugaaside pesur Scheuch ERCS
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Jah töötasid
Katlaseadme koormus*	Min 4,1MW; Max 5,6MW; Avg 5,0MW
Temperatuur koldes	940oC
Temperatuur pärast katelt	Min 206oC; Max 227oC; Avg 215oC
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	0,80MW
Lisainfo	Heiteallika nr plaanil HA-10

Tabel 148 Enefit Green AS Paide Elektrijaama üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	Enefit Green AS Paide Elektrijaam
Registrikood	11184032
Telefon	53034676
E-post	Vello.puulmann@enefitgreen.ee
Mõõtmiste koht	Paide, Ruubassaare tee 3

Tabel 149 HA-40 parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Koostootmisjaama korsten
Heiteallika tüüp	HA-40
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	8,0MW
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puiduhake
Kütuse kütteväärtus	Mõõdetakse laboris
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Normaalrežiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	7,98MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	ESP filter
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Töötas ESP
Katlaseadme koormus*	7,98
Temperatuur koldes	835°C
Temperatuur pärast katelt	195°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	Ei kasutata
Lisainfo	

Tabel 150 Katel Wärtsila Biograte parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	Pesuri korsten
Heiteallika tüüp	104
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	8,0MW

Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	Puiduhake
Kütuse kütteväärtus	Mõõdetakse laboris[23]
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Normaalrežiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Katel 5,2 MW+pesur 1,7 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	Töötas multitsüklon
Katlaseadme koormus*	7,0
Temperatuur koldes	870°C
Temperatuur pärast katelt	175°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	2,0 MW
Lisainfo	

Tabel 151 Jeld-Wen Eesti AS üldandmed

Üldandmed	
Ärinimi/nimi	JELD-WEN EESTI AS
Registrikood	10247977
Telefon	+37253058542
E-post	MVAIN@JELDWEN.COM
Mõõtmiste koht	TOOTMISE 8, RAKVERE

Tabel 152 Katel LAKA parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
02.02.2021, 12:25 – 15:25	
Heiteallika nimetus	LAKA
Heiteallika tüüp	PS4000
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	4KWh
Lisainfo	
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	PUIDUHAKE

[23] Tallinna Tehnikaülikooli laboris mõõdetud parameetrid - Kuivaine ülemine kütteväärtus – 28.83 MJ/kg; kuivaine alumine kütteväärtus – 19.51 MJ/kg, tarbimisaine alumine kütteväärtus – 7.26 MJ/kg

Kütuse kütteväärtus	
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Automaatrežiim (100 kraadi)
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseade töötas mõõtmiste ajal	JAH
Katlaseadme koormus*	2,7-3,0 MWh
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	145-150 kraadi
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	