

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus

Eraldise lepingu Lisa 20

Tallinn 2020



Õhuvaliteedi- ja kliimaosakond

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus

Vahearuanne 2020 a.

Tallinn 2020

Kinnitas:

Erik Teinemaa

Õhu- ja kliimaosakonna juhataja

Aruande koostajad:

Marek Maasikmets

Hanna-Lii Kupri

Stanislav Štökov

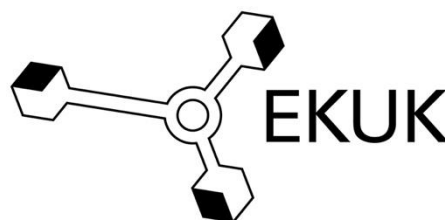
Keio Vainumäe

Igor Miilvee

Kelly Joa

Regina Alber

Aser Sikk





Töö nimetus:

Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus, 2020 a. aruanne

Töö autorid:

Erik Teinemaa
Marek Maasikmets
Hanna-Lii Kupri
Stanislav Štõkov
Keio Vainumäe
Aivo Heinsoo
Igor Miilvee
Kelly Joa
Regina Alber
Aser Sikk

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 20

Töö valmimisaeg: 31.12.2020

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	12
2	Energeetika valdkonna tegevused	13
2.1	Kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete riigispetsiifiliste eriheitetegurite ajakohastamiseks kasutatavate mõõtesüsteemide täiendamine, sealhulgas mõõtevõimekuse suurendamine (lõpp 2021)	13
2.2	Energeetikasektori KHG ja õhusaasteainete inventuuri kohtkütte sektori ruumilise paiknemise ja sektoris kasutatavate kütteseadmete inventuur (lõpp 2021).....	20
2.3	Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitetegurite kontrollmõõtmised ja andmestike uuendamine KHG ja õhusaasteainete aruandluseks (lõpp 2023)	27
2.4	Mõõteseadmed ja metoodikad	27
2.4.1	Suitsugaaside koostis.....	27
2.4.2	Summaarsed tahked osakesed (PMsum)	27
2.4.3	Peenosakesed (PM10, PM2.5).....	28
2.4.4	Lenduvad orgaanilised ühendid (CH ₄ ja THC)	28
2.4.5	Suitsugaaside füüsikalised parameetrid.....	28
2.4.6	BC analüüs	28
2.5	2020 Mõõdetud põletusseadmed	28
2.6	Eriheidete arvutused	34
2.7	Balmorel mudeli juurutamine KHG heitkoguste prognoosidesse (lõpp 2020).....	37
3	Kasvuhoonegaaside inventuuri andmetöötluskeskkonna arendamine (lõpp 2023).....	39
4	Transpordi valdkonna tegevused	42
4.1	Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine (lõpp 2021) ...	42



5	Tööstuse valdkonna tegevused	50
5.1	Tööstusprotsesside sektori õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021)	50
5.1.1	Asfaltsegud ja nende laotamine	50
5.1.2	Heited asfaldi laotamisest	53
5.1.3	Kirjanduse ülevaade - saasteainete kontsentratsioonid ja eriheited	54
5.1.4	Kasutatud mõõtemetoodikad	59
5.1.5	Teostatud mõõtmised	60
5.1.6	Tulemused	62
5.1.7	Edasised tegevused	65
5.2	Tööstusprotsesside sektori fluoritud kasvuhoonegaaside kategooria määramatuse vähendamine (2020)	66
5.2.1	Sissejuhatus 2.F.1.a ja c kohta	66
5.2.2	Sissejuhatus 2.F.1.e kliimaseadmete kohta.....	66
5.2.3	Tulemused	67
5.2.4	Kaubanduse külmutus (2.F.1.a)	68
5.2.5	Tööstuse külmutus (2.F.1.c)	69
5.2.6	Sõidukite (väljaarvatud sõiduautode) kliimaseadmed (2.F.1.e),.....	69
6	Põllumajanduse valdkonna tegevused.....	71
6.1	Eesti lauda- ja sõnnikukäitlustehnoloogiate ja nende mõju kaardistamine (lõpp 2021)	71
6.2	Kariloomade söödaplaanide uuring (lõpp 2022).....	77
6.3	Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine (lõpp 2023)	78
6.4	Põllumajanduses kasutatavate anorgaaniliste väetiste algandmete väljaselgitamine (lõpp 2021)	82



6.5 Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest (lõpp 2023) 84

7 Üldkoordineerimine 90

8 Kasutatud kirjandus..... 91

9 Lisad..... 94

Tabelid

Tabel 1 Näidis esitatud EHR väljavõttest 24

Tabel 2 Muudatused võrreldes esialgse kooskõlastatud katelde nimekirjaga 31

Tabel 3 Hakkepuidu katelde eriheidid 34

Tabel 4 Põlevkiviõli katelde eriheidid 34

Tabel 5 Maagaasi katelde eriheidid 35

Tabel 6 Jäätmepõletuskatla eriheidid 35

Tabel 7 Turbakatla eriheidid 36

Tabel 8 Pelletikatelde eriheidid 36

Tabel 9 Umkoldega ahju eriheidid okaspuuga kütmisel 36

Tabel 10 KHG andmetöötluskeskkonna meeskond 39

Tabel 11 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 2005 – 2018, tk..... 42

Tabel 12 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, tk 43

Tabel 13 Traktorite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018 45

Tabel 14 Eskavaatorite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018 45



Tabel 15	Kombainide heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018	46
Tabel 16	Laadurite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018	47
Tabel 17	Metsatöömashinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018	47
Tabel 18	Sihtotstarbeliste masinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018	48
Tabel 19	Teetöömashinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018	49
Tabel 20	TSP mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid...	55
Tabel 21	PM ₁₀ mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid.	56
Tabel 22	PM _{2,5} mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid	56
Tabel 23	NMVOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid	57
Tabel 24	BC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid	57
Tabel 25	VOC ja TOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid	58
Tabel 26	TSP ja PM ₁₀ kontsentratsioonid laoturul	63
Tabel 27	PM _{2,5} kontsentratsioonid laoturul	63
Tabel 28	NMVOC kontsentratsioonid asfaldi kohal	63
Tabel 29	OC ja BC kontsentratsioonid.....	63
Tabel 30	Kaubanduse ja tööstuse külmutuse määramatused enne arendusprojekti	66
Tabel 31	Busside, traktorite, liikurmasinate ja veoautode kliimaseadmete määramatused	66



Tabel 32	Kaubanduse ja tööstuse külmutuse määramatused pärast arendusprojekti	67
Tabel 33	Töömashinate ja veoautode kliimaseadmega varustatuse protsendid	69
Tabel 34	Busside kliimaseadmetega varustatuse % ja täitekogused	70
Tabel 35	Adven Eesti AS Kose katlamaja üldandmed	96
Tabel 36	Katel 1 parameetrid mõõtmiste ajal.....	96
Tabel 37	Katel 2 parameetrid mõõtmiste ajal.....	97
Tabel 38	AS Viru-Nigula Saeveski üldandmed.....	98
Tabel 39	Katel Lin-Ka parameetrid mõõtmiste ajal.....	98
Tabel 40	Katel Justsen parameetrid mõõtmiste ajal.....	99
Tabel 41	Utilitas Eesti AS Keila katlamaja üldandmed	100
Tabel 42	Hakkepuidu katla parameetrid mõõtmiste ajal.....	100
Tabel 43	11,2 MW Põlevkiviõlikatla parameetrid mõõtmiste ajal.....	101
Tabel 44	Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja üldandmed	102
Tabel 45	5,68 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal	102
Tabel 46	11,36 MWth põlevkiviõli katla parameetrid mõõtmiste ajal	103
Tabel 47	MO-Puit Jõgeva AS üldandmed	104
Tabel 48	Katel AK1000S parameetrid mõõtmiste ajal	104
Tabel 49	Elering Kiili GRJ üldandmed	105
Tabel 50	Gaasiküttekatel A parameetrid mõõtmiste ajal	105
Tabel 51	Gaasiküttekatel B parameetrid mõõtmiste ajal	106
Tabel 52	Toftan AS üldandmed	107



Tabel 53	8 MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal	107
Tabel 54	5MW eelkoldega puidukatla parameetrid mõõtmiste ajal	108
Tabel 55	Valio Eesti AS üldandmed	109
Tabel 56	Katel TTK-70 parameetrid mõõtmiste ajal	109
Tabel 57	Katel BOSCH parameetrid mõõtmiste ajal	110
Tabel 58	Tariston Harku ABT üldandmed	111
Tabel 59	Harku ABT parameetrid mõõtmiste ajal.....	111
Tabel 60	Tariston Raadi ABT üldandmed	112
Tabel 61	Tariston Raadi ABT parameetrid mõõtmiste ajal	112
Tabel 62	UPM-Kymmene Otepää OÜ üldandmed	113
Tabel 63	Kihtkoldega katla parameetrid mõõtmiste ajal.....	113
Tabel 64	Enefit Green AS Iru elektrijaama üldandmed.....	114
Tabel 65	Jäätmepõletusploki parameetrid mõõtmiste ajal	114
Tabel 66	Anne Soojus AS üldandmed.....	115
Tabel 67	Katel WA02 parameetrid mõõtmiste ajal.....	115
Tabel 68	SW Energia leektorukatla parameetrid mõõtmiste ajal	116

Joonised

Joonis 1	Heitgaaside mõõtelabor labor peale põrandavalu.....	15
Joonis 2	Heitgaaside mõõtelabor peale valmimist.....	16
Joonis 3	Pilukoldega ahi ja pliit.....	17
Joonis 4	Eesti tüüpi soojamüüripliit.....	18



Joonis 5	Soome tüüpi restkoldega kamin-ahi, taustal umbkoldega ahi.....	19
Joonis 6	Prognoositav primaarenergia hulk (MJ/m ² /aastas) aastani 2050.....	21
Joonis 7	Prognoositav PM2.5 heide (g/m ² /aastas) aastani 2050.....	21
Joonis 8	PM2.5 kuupõhine eriheide asulatüüpide lõikes.....	22
Joonis 9	Väljavõte katastriüksuse kaardikihist, kus on eristatud kohtkütte katastriüksused (1:750 000) 25	
Joonis 10	Väljavõte Tallinna piirkonna kohtkütte andmebaasist.....	26
Joonis 11	Balmoreli mudel GAMS'is.....	37
Joonis 12	2021. aasta prognooside Balmoreli WEM stsenaariumi tulemus - elektritootmise kütuse tarbimine, TJ 38	
Joonis 13	II etapi ajakava 2021.....	40
Joonis 14	Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 2005 – 2018, tk.....	43
Joonis 15	Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, tk.....	44
Joonis 16	Traktorite protsentuaalne jagunemine heitmestandardite kaupa, %.....	44
Joonis 17	Kasutatava tehnika põhimõtteskeem	52
Joonis 18	Asfaltsegu laotusprotsess.....	52
Joonis 19	Laotusprotsess ja heite mõõtepunktid.....	61
Joonis 20	Laoturi tasanduslaud ja heide	61
Joonis 21	Mõõtmisprotsess ja analüsaatorid laoturil	62
Joonis 22	TSP ja PM ₁₀ kontsentratsioon.....	64
Joonis 23	PM _{2.5} kontsentratsioon	64
Joonis 24	NM VOC kontsentratsioon	65



Joonis 25	Kaubanduse ja tööstuse külmutuse heitkoguste määramatuste vähenemine 2019.a võrreldes 2018.a.....	68
Joonis 26	Märja katselaudas olevad mõõteseadmed	73
Joonis 27	ACSM, SMPS (15-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemustel põhinevad esialgsed korrelatsioonid Märja katselaudas.....	74
Joonis 28	ACSM ja Picarro poolt mõõdetud parameetrite esialgsed kvantiilid ning keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused Märja katselaudas	75
Joonis 29	Keskmine osakeste suurusjaotus kasutades ruumilist- ja numbrilist kontsentratsiooni ..	75
Joonis 30	Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist vahemikus 22.12.2020 18:00 kuni 25.12.2020 00:00	76
Joonis 31	Uuringusse kaasatud asjatundjate rühmad ja nendevahelised infovood	86
Joonis 32	Uuringu metoodika.....	87
Joonis 33	Mõjutegurite peamised ja alakategooriad	88
Joonis 34	Stsenaariumide põhiteljed	89



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. KHG 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 meetodikate arendamisega. Riikidel on KHG inventuuri koostamisel võimalik kasutada erineva täpsusastemega meetodikaid (nn Tier 1, Tier 2, Tier 3 meetodikad) 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 meetodikate arendamisse, et saada võimalikult täpseid KHG ja õhusaasteainete heitkoguste hinnanguid, mille põhjal saavad ministriumid kujundada efektiivset keskkonna- ja kliimapoliitikat.

Alljärgnevalt on toodud 2020 a. tegevuste kirjeldused ning 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

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 kuulutatatakse välja esimesel võimalusel, et vältida ajalist survet nagu seda esines kohati 2020 a. hangete läbiviimisel. KHG ja saasteainete heitkoguste mõõtmiste seadmepark täienes järgmiste seadmetega ja maksumusega (koos käibemaksuga):

1. FID analüsaator - võimaldab mõõta suitsugaasidest CH₄ ja THC, eelduslik maksumus 38 500.- tegelik maksumus 43 080.-
2. Portatiivne kalibreerimisgaasi generaator/lahjendusseade – võimaldab kalibreerida heitgaaside mõõteseadmeid ka laborist eemal olles ning vajadusel heitgaase lahjendada, eelduslik maksumus 40 000.-, tegelik maksumus 42 960.-
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, eelduslik maksumus 13 000.-, tegelik maksumus 13 000.-
4. Mobiilne eriotstarbeline heitgaaside mõõtelabor – võimaldab teostada pikemaajalisi heitkoguste mõõtmisi, eelduslik maksumus 70 000.-, tegelik maksumus 58 284.-
5. Paul Gothe PM (PMsum, PM10, PM2.5) proovivõtuseadmed – võimaldavad koguda peenosakeste heiteproove erineva kontsentratsiooniga heiteallikatest, eelduslik maksumus 36 000.-, tegelik maksumus 27 477,74.- + km
6. Tahkekütuse heitgaaside mõõtelabori ajakohastamine –, eelduslik maksumus 95 500.-, tegelik maksumus 108 742.-

**Kokku: 293 543,47.- (koos km-ga)**

Ühe olulise tegevusena ajakohastati tahkekütuse heitgaaside mõõtelaborit, mis asub aadressil Marja 4d, Tallinn. Tööd hõlmasid endas uue ruumi väljaehitamist (Joonis 1, Joonis 2), mis võimaldab hoida ja hooldada, sh kalibreerida heitgaaside mõõtmistell 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 pottsepa ahjude ehitamine, mille tulemusena valmisid järgmised ahjud/pliidid:

1. EVS-EN 15544 nõuetele vastav pilukoldega ahi (Joonis 3), vastutav täitja Slepe OÜ
2. ÖNORM B8310 nõuete vastav pilukoldega pliit (Joonis 3), vastutav täitja Slepe OÜ
3. Tüüpiline soemüüriga Eesti pliit (Joonis 4), vastutav täitja Rakvere Küttesalong OÜ
4. Soome tüüpi kamin-ahi (Joonis 5), 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/ehitavad ahjud/pliidid on teisaldatavad, mis võimaldab ahjulabori pinda ning valmivat lahjendustunnelit koos mõõtesüsteemidega kõige optimaalsemalt kasutada.

Tegevused 2021 a. :

1. Heitgaaside lahjendustunneli ehitus kondenseeruvate peenosakeste proovivõtuks
2. Mõõteseadmete hange ja paigaldus mobiilsesse mõõtelaborisse.



Joonis 1 Heitgaaside mõõtelabor labor peale pörandavalu



Joonis 2 Heitgaaside mõõtelabor peale valmimist



Joonis 3 Pilukoldega ahi ja pliit



Joonis 4 Eesti tüüpi soojamüüriga pliit



Joonis 5 Soome tüüpi restkoldega kamin-ahi, taustal umbkoldega ahi



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

Vastutav täitja: Marek Maasikmets

Kaastäitjad: Stanislav Štökov, Marko Kaasik (TÜ Füüsika Instituut)

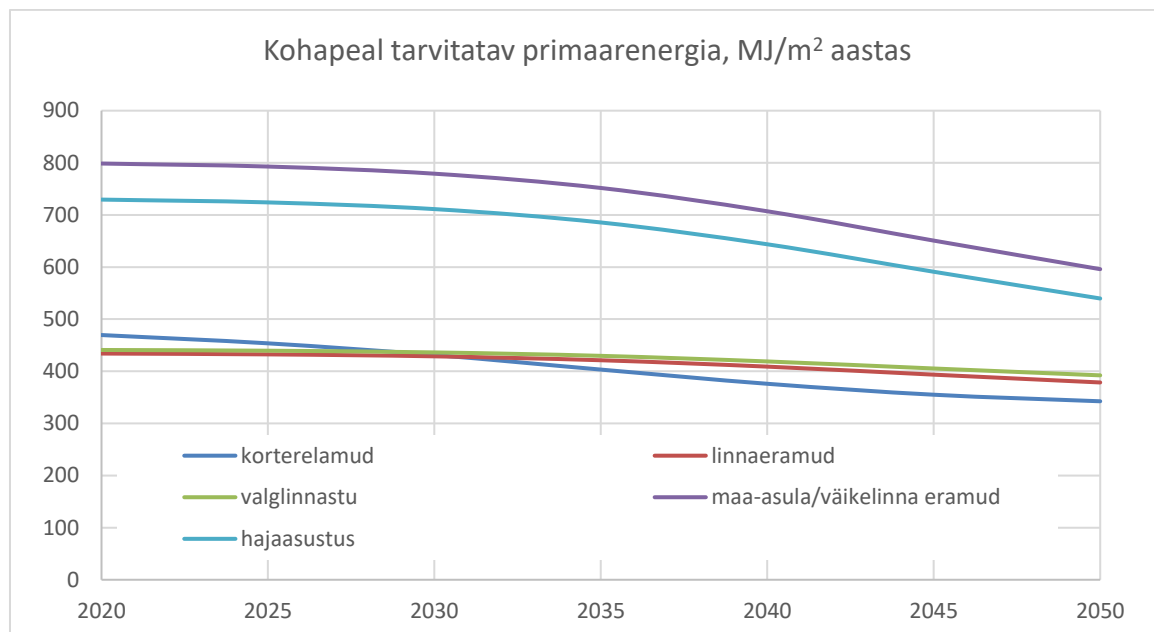
Tegevuse raames hinnati kohtkütte sektoris kasutatavate kütteseadmete paiknemist ja nende seisukorda ning inimeste kütmarsharjumusi. Teostati küsitlused 136-s majapidamises. Töö tulemusel saadi uuendatud ülevaade Eesti kohtküttesektori kütteseadmetest, täpsustati varasemaid hinnanguid, hinnati olemasolevat 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 ilmses, et paljud soovivad soetada soojuspumpasid. Siiski säilitatakse enamasti soojuspumba kõrval ka puuküte. Palju pööratakse tähelepanu ahjude ja pliitide uuendamisele, seega massilist loobumissoovi küistlusest 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 arengukavast¹. 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 elurumide tühjenemise prognoosidega hetkel ei ole arvestatud, kuna see vajab GIS-i põhist analüüsi ning seda saaks teostada peale ehisregistri põhjal valmiva uuendatud kohtkütte andmebaasi kasutuselevõttu. TTÜ poolt koostatud arengukavas konstanteeritakse, et 2050.a. võib ääremaa del 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.

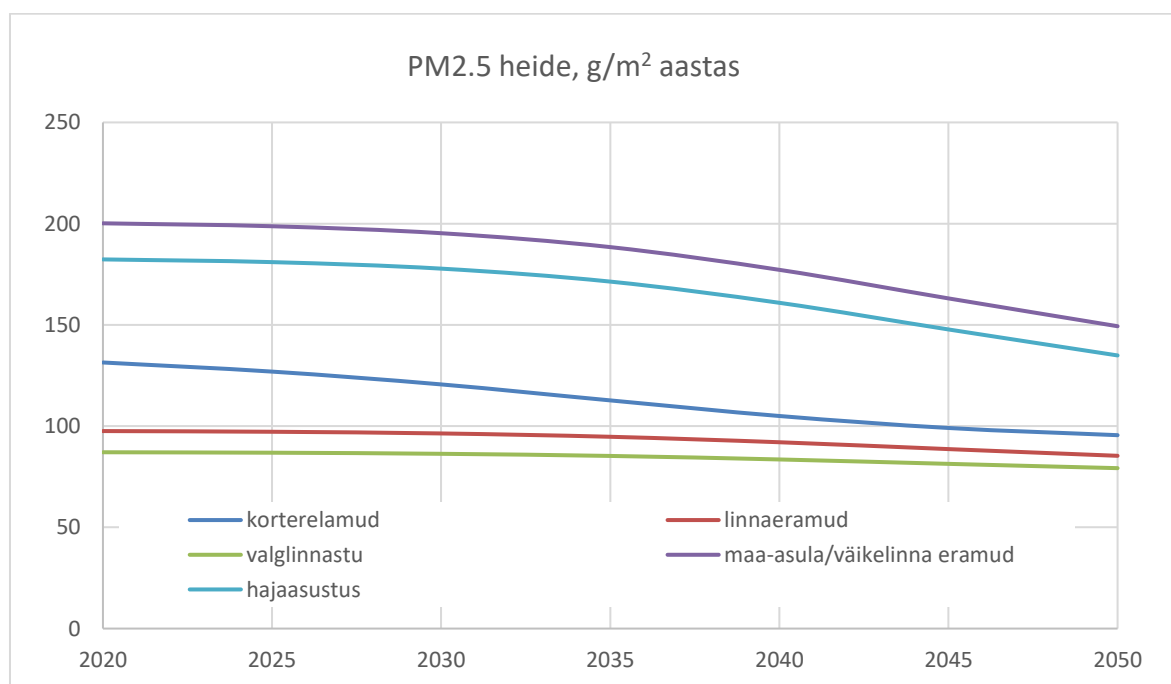
¹ Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia. Tallinna Tehnikaülikool, 2020



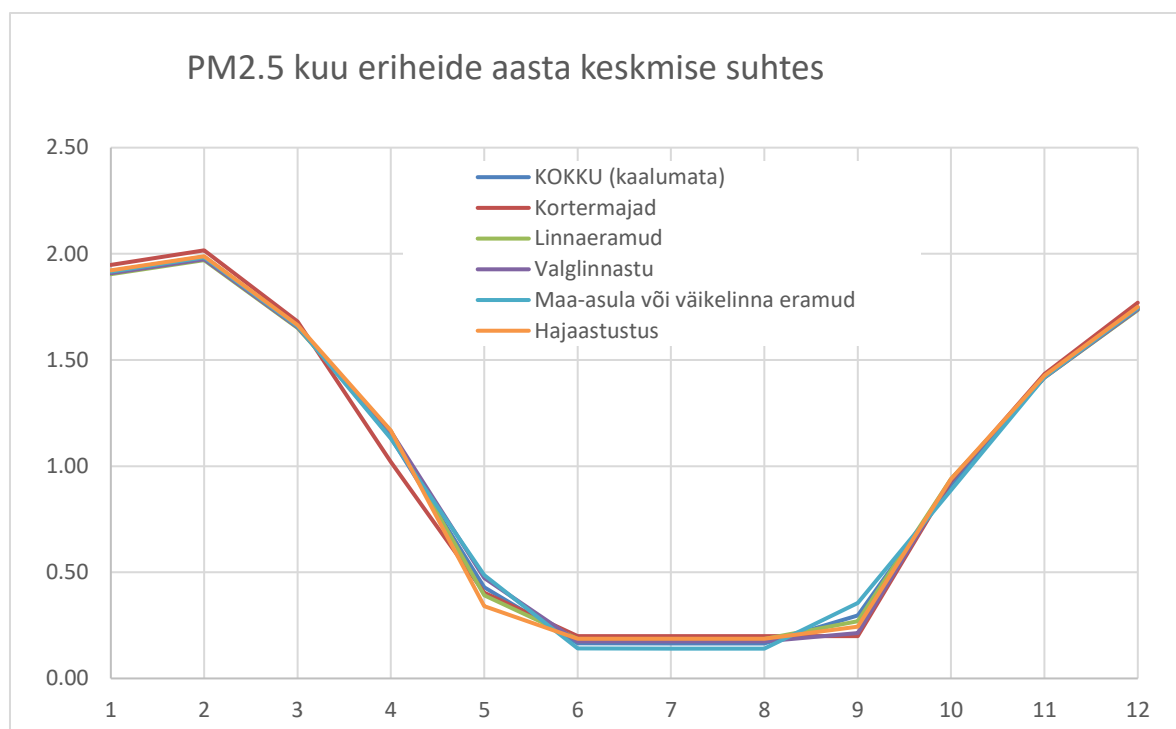
Valminud töö põhjal uuendati kohapeal tarvitatava primaarenergia hulka aastas pinnaühiku kohta (Joonis 6) ning selle põhjal tuletatud PM2.5 heidet (Joonis 7). Saadud tulemuste põhjal on võimalik laiendada heitmete hinnangut ka KHG-le ja õhusaasteainetele ning hinnata KHG ja õhusaasteainete aasta, nädala ja ööpäevakeskmist dünaamikat (Joonis 8).



Joonis 6 Prognoositav primaarenergia hulk (MJ/m²/aastas) aastani 2050



Joonis 7 Prognoositav PM2.5 heide (g/m²/aastas) aastani 2050



Joonis 8 PM2.5 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 ehitisregistrit 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

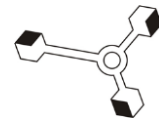


esitamisteatis viiakse sisse KOV-dega ja siis kampaaniad, et inimesed sisestaks andmed. Eestil 1000 erinevat andmekogu, ei peaks juurde neid tegema. Teeme ümber menetluskeskkonda nii, et saab lisada menetlusi, hetkel ehisregistris ei saa täiendusi teha, kõik jupid saavad olema sõltumatud. E-ehituse platvormi 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. Ehisregister 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. Ehisregistri 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 järelvalve. Tahaks minna live andmeseiresse, et jälgida andmeid reaajas. Järgmine aasta lõpuks kogu Eesti kuubikutena kaardistatud, all maa-ameti 3D kaart.

06.10.2020 seisuga on MKM-i andmetel ehisregistri 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 skoopimisel 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 ehtisregistrisse 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 ehtisregistrist järgmiste näitajate osas:

1. Väljavõtte olemasolevast ehtisregistrist kõikide kodumajapidamiste kohta kus on kasutusel lokaalkütte allikas.

2. Päritavad andmeväljad:

a. EHR kood	Nimetus	Staatuse1_ID	Maakond	Tase2_ID
	Linn/vald	Tase3_ID	Linnaosa/alev/küla	Katastritunnus
	Suletud_kp	Kasulik pind ehitises	Kõetav 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_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_SOOUJUSA	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_SOOUJAVLIK	2404	lokaalküte	
5	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, A 79517-078-0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOUJUSA	2508	elektrikütus	
6	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, A 79517-078-0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_SOOUJAVLIK	2405	kohtküte	
7	120197019	eramu ja erar	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Tartu maakond, Tartu linn, A 79517-078-0007	182.9	182.9	11101	Üksikelamu	null	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
8	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2609	õhusoojus + elekter	
9	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOUJUSA	2504	soojuspump	
10	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOUJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
11	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOUJUSA	2508	elektrikütus	
12	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_SOOUJAVLIK	2405	kohtküte	
13	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
14	12013322	välkeelamu	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Laok 29501-009-0210	211.5	172.9	11101	Üksikelamu	2019	TEHNO_ENERGIA	2606	tahke (puut, turvas, bri	
15	12013325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Lauu 29501-007-2720	129.8	129.8	11103	Suvila, alamaja	2003	TEHNO_SOOUJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
16	12013325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Lauu 29501-007-2720	129.8	129.8	11103	Suvila, alamaja	2003	TEHNO_SOOUJUSA	2508	elektrikütus	
17	12013325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Lauu 29501-007-2720	129.8	129.8	11103	Suvila, alamaja	2003	TEHNO_SOOUJAVLIK	2405	kohtküte	
18	12013325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Lauu 29501-007-2720	129.8	129.8	11103	Suvila, alamaja	2003	TEHNO_ENERGIA	2607	elekter	
19	12013325	suvila	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Lääne-Harju vald, Lauu 29501-007-2720	129.8	129.8	11103	Suvila, alamaja	2003	TEHNO_ENERGIA	2606	tahke (puut, turvas, bri	
20	12013336	alamaja	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Saku vald, Metsanurmi 71808-001-0140	65.7	29.8	11103	Suvila, alamaja	1989	TEHNO_SOOUJUSA	2507	ahi, kamin, pliit	
21	12013336	alamaja	EHITIS_SEISUND_KASUTUSEL	Harju maakond, Saku vald, Metsanurmi 71808-001-0140	65.7	29.8	11103	Suvila, alamaja	1989	TEHNO_SOOUJAVLIK	2405	kohtküte	

Seejärel tulemused konsolideeriti, valiti välja lokaalkütet ja tahkekütust kasutavad majapidamised (ca 215 000 kirjet), arvutati välja iga konkreetse majapidamise peenosakeste heitkogus vastavalt kõetava pinna suurusele, kasutades pinnaühikule kuluvat keskmist energiakulu (242,35 kWh/m²), leiti energiakogus MJ ning peenosakeste heitkoguste arvutamisel kasutati järgmisi erihteid:

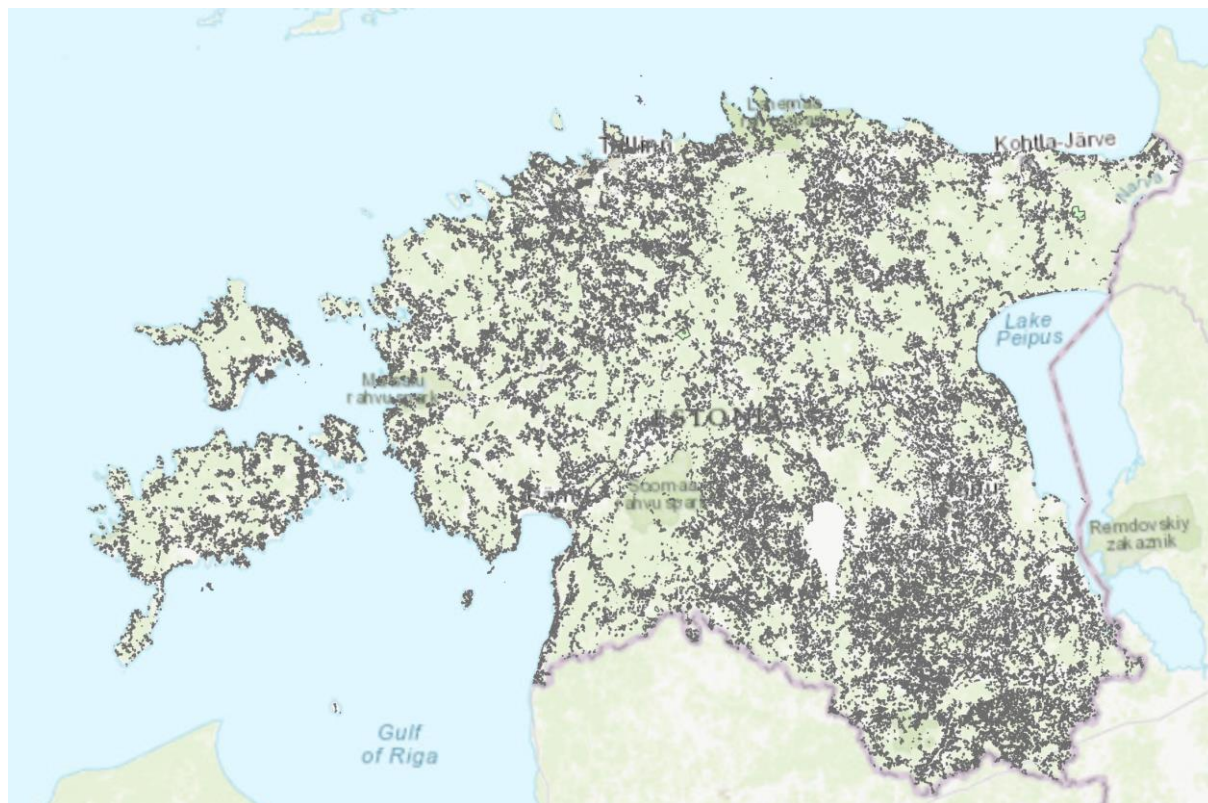
PM10 257.63 mg/MJ

PM2.5 249.94 mg/MJ

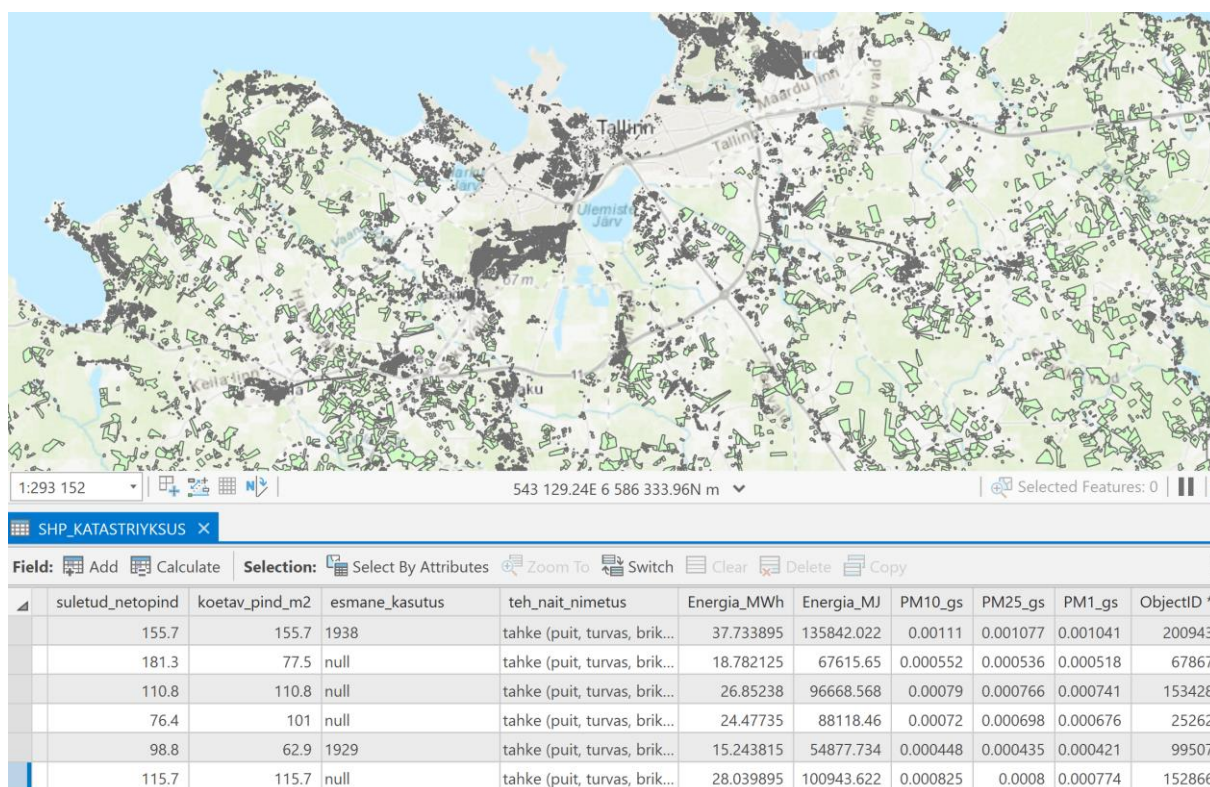


PM1.0 241.77 mg/MJ

Seejärel ühendati andmed Maaameti avaliku katastriüksuse kaardikihiga ning selekteeriti katastriüksused millel asub EHR-i andmetel lokaalne tahket kütust kasutav kütteseade (Joonis 9, Joonis 10). Tahkekütte seadmete paiknemise andmestik on GIS formaadis ning prognoosandmed kütteseadmete võimaliku jaotumuse osas (TÜ uuring) Exceli formaadis.



Joonis 9 Väljavõte katastriüksuse kaardikihist, kus on eristatud kohtkütte katastriüksused (1:750 000)



Joonis 10 Väljavõtte Tallinna piirkonna kohtkütte andmebaasist

Edasised tööd 2021 a. :

1. Koostatud andmebaasi üleviimine Airviro heitkoguste andmebaasi ning tulemuste pisteline valideerimine
2. Andmete kasutuselevõtt KHG inventuuris ja prognoosides
3. Täpsustada muu hulgas KHG inventuuris CH₄ ja PM-ide kondenseeruvate osakeste osakaaluga heitkoguseid.



2.3 Energeetikasektori kodumajapidamiste ning suurte ja keskmiste põletusseadmete eriheitegurite 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 (TTÜ), Tõnu Pihu (TTÜ)

Tegevuse eesmärgiks oli teostada 2020 a. jooksul suuremate katlamajade mõõtmised ning aasta lõpuks oli teostatud 22 katla + umbkoldega ahju mõõtmised. Mõõtmised jätkuvad 2021 a. jooksul eesmärgiga energeetika sektori KHG ja õhusaasteainete inventuuride ühtlustamiseks ning täpsuse parandamiseks CH₄, N₂O, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{sum} ja BC eriheidete osas. Teostatakse mõõtmised suurtes, keskmistes ja kuni 1 MWth kütteseadmetes ning koduahjudes. Koostöös TTÜ spetsialistidega leiti, et võimalusel tuleks kaasata projekti nii täiendavaid katlaid kui ka varasemalt mõõdetud katlaid, et suurendada erinevate katelde esindatust ja seeläbi suurendada eriheidete täpsust.

2.4 Mõõteseadmed ja meetodikad

2.4.1 Suitsugaaside koostis

Suitsugaaside koostise sh. O₂, H₂O, CO, CO₂, NO_x, SO₂, N₂O, NH₃ määramiseks kasutati FT-IR (Fourieri teisendusega infrapuna spektroskoop) spektroskoopi Gasmet DX-4000. Mõõtmistel lähtuti standardtööjuhendist STJnrÕ153.

2.4.2 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/m³. Mõõtmistel lähtuti standardist ISO 9096 (EVS-EN 15259) ja VDI 2066 osa 1.



2.4.3 Peenosakesed (PM₁₀, PM_{2.5})

Mõõtmiseks kasutati Paul Gothe GmbH PM_{2.5} ja PM₁₀ kaskaadimpaktorit Johnas II, mis põhineb isokineetilisel proovivõtul. Filtritele (QMA) sadestunud osakeste kontsentratsioon määratakse gravimeetriliselt. Mõõtmistel lähtuti standardist VDI 2066 osa 10.

2.4.4 Lenduvad orgaanilised ühendid (CH₄ ja THC)

Analüüsiv gaasiproov juhitakse eelnevalt kalibreeritud leekionisatsioonidetektoriga 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.

2.4.5 Suitsugaaside füüsikalised parameetrid

Gaasi kiirus määrati dünaamilise rõhu kaudu. Dünaamiline rõhk määratakse kuumades, niisketes ja tahkeid osakesi sisaldavates gaasides Pitot-toruga, mis on ühendatud silikoonvoolikute abil mõõteseadmega Testo 521-2. Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega ± 5 Pa. Temperatuuri mõõtmiseks kasutati termopaari mõõtepiirkonnaga 0–1200 °C. Gaaside joonkiiruse, staatilise rõhu ja temperatuuri määramisel lähtuti standardtööjuhendist STJmÕ104.

2.4.6 BC analüüs

BC analüüs teostati PMsum filtritelt kasutades termooptilist ja optilist meetodit.

2.5 2020 Mõõdetud põletusseadmed

SW Energia OÜ heiteallikas:

- 05.02 Justsen Argus Flex 25 Ceramic 4.0

Anne Soojus AS heiteallikas:

- 02.03 Anne katlamaja veekatel WA02

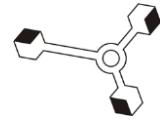
Enefit Green AS heiteallikas:

- 06.08 Iru elektriijaama jäätmepõletusplokk

UPM-Kymmene Otepää OÜ heiteallikas:

- 11.08 Kihtkoldega katel

Tariston AS heiteallikad:



- 24.08 – Raadi ABT kuivatustrummel
- 27.08 – Harku ABT kuivatustrummel

Valio Eesti AS Laeva meierei heiteallikad:

- 09.10 – Kerge kütteõlikatel, põletiga (TTK-70)
- 10.10 – Kerge kütteõlikatel, põletiga (Bosch)

Toftan AS heiteallikad:

- 27.10 – Puidukatel eelkoldega, katel 1
- 28.10 – Puidukatel eelkoldega, katel 2

Elering AS, Kiili GRJ heiteallikad:

- 03.11 – Vitoplex 200, katel A
- 04.11 – Vitoplex 200, katel B

Mo-Puit Jõgeva AS heiteallikas:

- 17.10 Veekatel AK1000S

Utilitas Eesti AS Haapsalu katlamaja heiteallikad:

- 01.12 – Vertikaalne leek-suitsutorukatel (VP 14.06)
- 02.12 – Vapor, 5 MW
- 03.12 – Vapor, 10 MW

Utilitas Eesti AS Keila katlamaja heiteallikad:

- 08.12 – Veekatel Danstoker
- 09.12 – Vitomax 200

Viru-Nigula Saeveski AS heiteallikad:

- 10.12 – K-2, Lin-Ka
- 11.12 – K-1, Justsen

Adven Eesti AS, Kose katlamaja heiteallikad:

- Pelletikatel K1
- Pelletikatel K2

Mõõtmised Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ ahjulabori heiteallikad:

- Umbkoldega ahi

Esialgsed tulemused, sh eriheited on toodud Tabel 3 kuni Tabel 9. Kindlasti tuleb arvestada asjaoluga, et saadud tulemused on esialgsed ning vajavad täiendavat kvaliteedikontrolli. Muudatused võrreldes esialgse kooskõlastatud katelde nimekirjaga on esitatud Tabel 2. Lisaks esialgsele katelde nimekirjale



kaasati 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. Täiendavalt mõõdetud katlad on esitatud allolevas loendis.

SW Energia OÜ heiteallikas:

- 05.02 Justsen Argus Flex 25 Ceramic 4.0

Valio Eesti AS Laeva meierei heiteallikas:

- 09.10 – Kerge kütteõlikatel, põletiga (TTK-70)

Toftan AS heiteallikad:

- 28.10 – Puidukatel eelkoldega, katel 2

Elering AS, Kiili GRJ heiteallikad:

- 04.11 – Vitoplex 200, katel B

Viru-Nigula Saeveski AS heiteallikad:

- 11.12 – K-1, Justsen

Adven Eesti AS, Kose katlamaja heiteallikad:

- Pelletikatel K1
- Pelletikatel K2

**Tabel 2 Muudatused võrreldes esialgse kooskõlastatud katelde nimekirjaga**

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



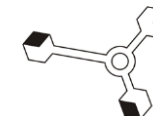
			rekonstrueerimise projekti, mis toob kaasa lisakulusid
5-20 MW	Fortum Eesti AS, hakkepuidu restkoldega	UPM Kymmene Otepää AS, hakkepuidu kihtkoldega	Fortum Eesti AS info kohaselt asub katel Pärnus ning on alates 7.03.2020 seistud
5-20 MW	Stora Enso Eesti AS, hakkepuidu restkoldega	Toftan AS, hakkepuidu 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, hakkepuidu katel (2021 mõõtmine)	Ettevõtte OÜ ESTOVER PIIMATÖÖSTUS info kohaselt ei ole katlal mõõtmisteks vajalikke mõõteavasid
20-50 MW	AS Utilitas Tallinn, puidukatel põletiga	AS Utilitas Tallinna Elektri jaam,	Objekti ülevaatuse käigus selgus, et AS Utilitas Tallinn



		hakkepuidu katel (2021 möötmine)	puidukatlal on kahe katla peale ühine suitsukäik ja katlad töötavad tavaolukorras samaaegselt mistõttu ei ole võimalik eristada ühe katla põlemisgaaside koostist teise katla omadest
--	--	-------------------------------------	--

Edasised tegevused 2021 a. :

1. Hinnatakse koduahjustest kondenseeruvate osakeste eriheidet ning luuakse süsteem riigispetsiifiliste eriheidete kasutamiseks KHG ja õhusaasteainete inventuurides.
2. Töö raames teostatakse kokku kuni 80 möötmist, millest 26 on katlamaja möötmised ja 54 koduahjuste möötmised. Möödetavate katlamajade jaotus on kooskõlastatud KKM-i ja KAUR-iga. 2021 on plaanis mööta Tamsalu Kalor, Enefit Green Paide koostootmisjaam ning katel Wärtsila, Tootsi Turvas nii Lavassaare kui ka Mooste aleviku, Utilitas Tallinna Elektri jaam, Anne Soojus AS keevkihtkatel hakkepuiduga, AS LIWATHON E.O.S. nii Trendgate terminal kui ka Termoil terminal, SW Energia Rapla.
3. Kohtküttekolletest eristatakse vähemalt 5-6 eri tüüpi Eestis enamlevinud koduahju/pliiti.
4. Saadud tulemustest arvutatakse riigispetsiifilised CH₄, N₂O, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{sum} ja BC eriheidet ja koduahjuste puhul ka kondenseeruvate osakeste eriheidet.
5. Teostada saadaud eriheidete põhjal esmased modelleerimised ning hinnata tulemuste kokkulangevust välisõhu kvaliteedi möötmistega. Antud tegevuse raames on plaanis vähemalt 1 kuuline möötekampaania kohtkütte piirkonnas.



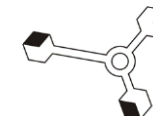
2.6 Eriheidete arvutused

Tabel 3 Hakkepuidu katelde eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	q _{NOx} , g/GJ	q _{CO} , g/GJ	q _{SO₂} , g/GJ	q _{CH₄} , g/GJ	q _{N₂O}	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	0.0044	0.215	0.225	54.06	38.54	23.13	
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	0.271	0.105	154.93	72.66	41.84	
Utilitas Eesti AS, Keila katlamaja	Veekatel Danstoker	8.24	Multitsüklon + pesur	4.85	13.69	10.64	107.22	10.97	3.10	0.0027	0.134	0.137				
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	
Mo-Puit Jõgeva AS	Veekatel AK1000S	1	Multitsüklon	15.48	4.24	4.76	86.71	1041.58	2.93	9.49	0.382	1.11	298.44	131.50	93.52	
Toftan AS	Puidukatel eelkoldega, Katel 1	8	Multitsüklon	5.22	13.15	21.86	120.18	2.05	5.25	0.00334	0.147	0.057	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	0.366	0.403	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	0.00410	0.208	0.355	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	0.255		0.66	0.162	3.02			

Tabel 4 Põlevkiviõli katelde eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus-seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	q _{NOx} , g/GJ	q _{CO} , g/GJ	q _{SO₂} , g/GJ	q _{CH₄} , g/GJ	q _{N₂O}	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	Vitamax 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	
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	



Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

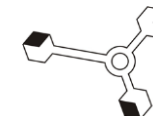
Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	q _{NOx} , g/GJ	q _{CO} , g/GJ	q _{SO₂} , g/GJ	q _{CH₄} , g/GJ	q _{N₂O} , g/GJ	q _{NH₃} , g/GJ	q _{PMsum} , g/GJ	q _{PM10} , g/GJ	q _{PM2.5} , g/GJ	q _{b.c.} , mg/GJ
Utilitas Eesti AS, Haapsalu katlamaja	Vapor	10	Puudub	8.92	8.96	6.79	141.52	1.47	396.23	0.0033	0.173	0.0669	3.60	2.95	2.28	
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
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 5 Maagaasi katelde eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	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	0.0835	0.516	0.00275	0.131	0.169	0.0167	0.0668	0.05	0.271
Elering AS, Kiili GRJ	Vitoplex 200 Katel B	1.1	puudub	3.77	8.04	13.54	31.95	0.0770	0.176	0.00249	0.121	0.0835	0.0154	0.0616	0.05	0.122
Tariston AS, Harku ABT	Kuivatustrummel	18.4	Kottfilter	15.02	2.12	14.67	59.95	503.13	10.17	14.98	0.905	0.774	122.81	43.49	19.48	1047.63

Tabel 6 Jäätmepõletuskatla eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	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 7 Turbakatla eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	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	0.167	1.57	0.818	0.668	

Tabel 8 Pelletikatelde eriheid

Ettevõtte	Katla nimi	Võimsus, MW	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	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	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	
Adven Eesti AS	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	

Tabel 9 Umkoldega ahju eriheid okaspuuga kütmisel

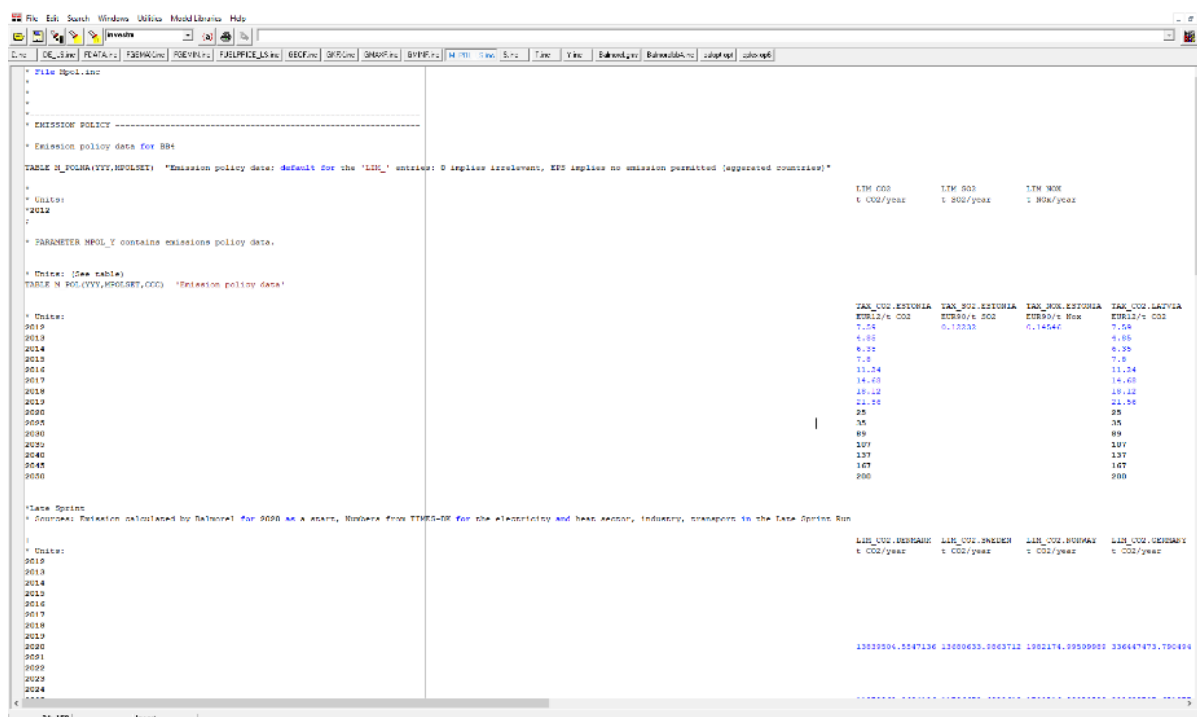
Ettevõtte	Põletusseadme nimi	Puhastus- seade	O ₂ , %	CO ₂ , %	H ₂ O, %	q _{NOx} , g/GJ	q _{CO} , g/GJ	q _{SO₂} , g/GJ	q _{CH₄} , g/GJ	q _{N₂O} , g/GJ	q _{NH₃} , g/GJ	q _{PMsum} , g/GJ	q _{PM10} , g/GJ	q _{PM2.5} , g/GJ	q _{b.c.} , mg/GJ
Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ	Umkoldega ahi	Puudub	15.59	4.17	5.58	105.64	1713.49	4.74	18.81	2.42	0.154	49.72	53.18	49.44	



2.7 Balmoreli mudeli juurutamine KHG heitkoguste prognoosidesse (lõpp 2020)

Vastutav täitja: Stanislav Stökov

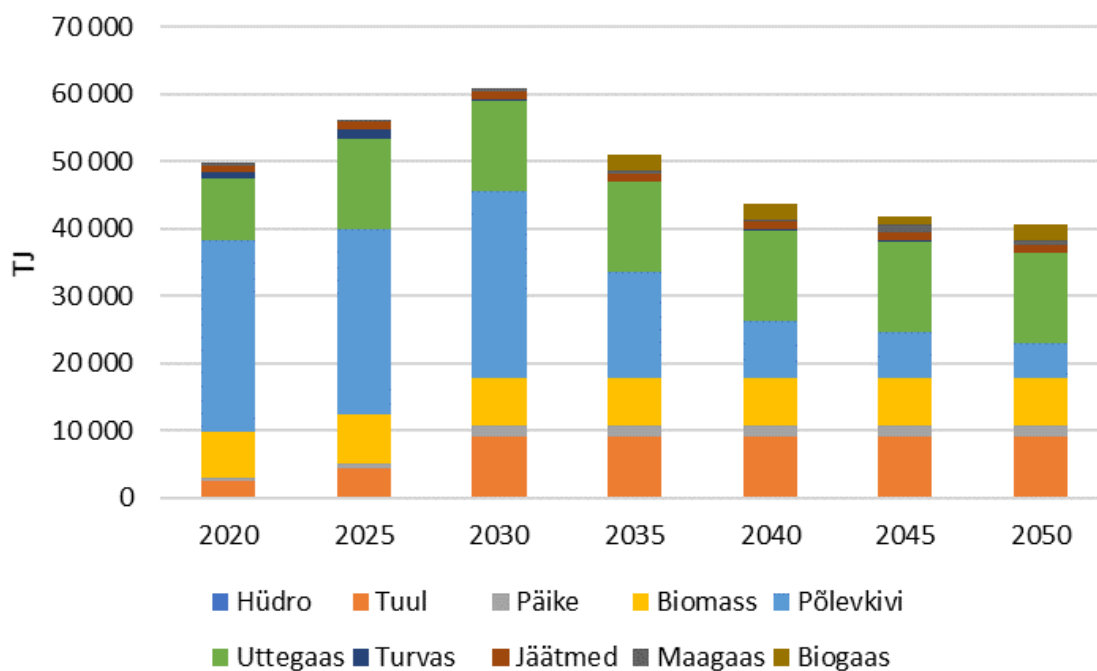
KHG energiaekspert osales Balmoreli mudeli väljaõppes Taanis kohapeal vahemikus 02.03 – 14.03.20 ja e-õppe vormis 15.03 – 20.03.20. Balmoreli mudeli jooksumiseks soetati matemaatilise süsteemi *The General Algebraic Modeling System* (GAMS²) litsents koos CPLEX mooduliga (Joonis 11).



Joonis 11 Balmoreli mudel GAMS'is

Väljaõppelt saadud teadmised kasutati Balmoreli jooksumiseks GAMS süsteemi peal 2021. aasta KHG ja välisõhu saasteainete prognooside tarbeks (näide Joonis 12) ning tulevikus on plaanis ka edasipidi neid (Balmorel ja GAMS) tarkvarasid kasutada.

² The General Algebraic Modeling System (GAMS) - [GAMS - Cutting Edge Modeling](https://www.gams.com/)



Joonis 12 2021. aasta prognooside Balmoreli WEM stsenaariumi tulemus - elektritootmise kütuse tarbimine, TJ



3 Kasvuhoonegaaside inventuuri andmetöötluskeskkonna arendamine (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Hanna-Lii Kupri

Kaastäitjad: Stanislav Štökov, Kelly Joa, Igor Miilvee, Regina Alber, Helen Karu (KAUR), Eve Suursild (KAUR), Kadi Lehtpuu

Eesti KHG andmetöötluskeskkonna loomisel kasutatakse universaalsed 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, maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse (LULUCF) ja jäätmed.

2020 a. korraldatud KHG andmetöötluskeskkonna arendamise hanke võitis inglise firma [Aether - Air Quality and Climate Change Emissions Consultants \(aether-uk.com\)](https://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. Kuna tegu on rahvusvaheliselt tunnustatud ekspertidega on meil soovi korral võimalus küsida nõu ka metoodikate ning arenduste kohta, mis ei ole selle projekti fookus vaid lisaväärtus. Aetheri ja Eesti KHG aruandluse meeskond on toodud Tabel 10. Kõik sektorიაalsed töötabelid on Aetheri meeskonnale edastatud ning sektorიაalne suhtlus toimub vabas vormis.

Tabel 10 KHG andmetöötluskeskkonna meeskond

Sektor	KHG inventuuri meeskond	Aetheri meeskond	Aetheri meeskonna aruandlust puudutav ekspertiis
Energeetika ja transport	Stanislav Štökov	Katrina Young	ÜRO auditeerija energeetikas ja õhusaasteainete inventuuri ekspert 2018/2019
		Melanie Hobson	ÜRO auditeerija energeetikas ja 'UN/ECE TFEIP Projections Expert Panel' kaasjuht (suunatud prognooside metoodiak arendusele)
IPPU	Kelly Joa	Kirsten May	
	Igor Miilvee	Emma Salisbury	ÜRO juhtauditeerija ja IPPU sektori auditeerija. Lisaks toetab ESD ja NEC-direktiivi auditeerimist ELi tasemel



Sektor	KHG inventuuri meeskond	Aetheri meeskond	Aetheri meeskonna aruandlust puudutav ekspertiis
Põllumajandus	Regina Alber	Richard German	
		Beatriz Sanchez	ÜRO auditeerija AFOLU sektoris (põllumajandus + LULUCF)
LULUCF	Helen Karu		
	Eve Suursild	Rosie Brook	
Jäätmed	Hanna-Lii Kupri	Richard Claxton	ÜRO auditeerija jäätmesektoris ja inventuuri küsimuste generalist.
	Kadi Lehtpuu	Lucy Garland	
Üldosa	Hanna-Lii Kupri	Richard Claxton	
	Igor Miiilvee		

Andmete vahetamiseks ja hoiustamiseks loodi turvaline FortyClient VPN ühendus EKUKi kettaga, selline andmete vahetamise viis võimaldab KHG inventuuri ekspertidel ja Aetheri sektoriasetel arendajatel olla samas infoväljas ilma, et tekiks andmevahetuse probleeme. KHG inventuuri arhiiv ja andmetöötluskeskkonna loomiseks olulised andmed on kettal Aetheri jaoks kättesaadavad ning töö on alanud. 2020 aastal saime ka projekti 2021 ajakava, mille kohaselt toimub andmete ülekanne ja konsultatsioonid aasta esimesel poolel ning teisel poolel alustavad KHG inventuur eksperdid uue süsteemi ülevaatus (Joonis 13). Ajakava on sobiv, kuna eksperdid saavad olla jooksvalt uute vormide valmimise kõrval.

Task/Meeting/Deliverables			Month (2021)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Task 0	PM													
Task 1	Data review	Phase II ko meeting												
		EERC preliminary actions												
		Aether data transformation and data store												
Task 1	Compilation system	Sectoral compilation files												
		Cross-cutting elements (UC, KCA)												
		Summaries and output file linkages												
		QA/QC												
		Draft submission and handover												
		EERC review												
		Final updates and delivery												

KEY:

Working duration

Meeting

Deliverable

Joonis 13 II etapi ajakava 2021

Lisaks KHG andmetöötluskeskkonnale muudab eesti-, vene- ja ingliskeelne KHG inventuuri ja prognooside aruandluse infograafika veebileht KHG inventuuri ja prognooside andmed üldsusele



kättesaadavamaks ja paremini mõistetavaks. See omakorda tõstab üldsuse teadlikkust KHG heitest ja sidumisest Eestis. 2020 aastal toimus algandmete koondamine ja veebilehe tauststruktuuri ülesehitus. Keskkonnaministeerium valis veebilehe aadressiks www.kasvuhoonegaasid.ee, mis on veebilehe avaldamiseks broneeritud. Vaheversioonid veebilehest on jooksvalt kättesaadavad veebilehel <https://khg.netlify.app/>. Kuna eesmärgiks on luua töökindel veebileht kus andmete uuendamine toimub jooksvalt EKUKi ekspertide poolt ja edaspidi eraldi arendaja teenuseid vaja ei ole siis on palju tööd toimunud taustal andmestruktuuri loomisel, mida saame hõlpsast hiljem üle võtta. Lisaks vaatab arendaja töö üle majasisene IT kvaliteedikontroll. Selleks, et tõhustada arendaja ja EKUKi vaheliste tähelepanekute sisseviimist veebikeskkonda ja kontrolli luuakse www.trello.com keskkonnas eraldi projekt.



4 Transpordi valdkonna tegevused

Vastutav täitja: Stanislav Štökov

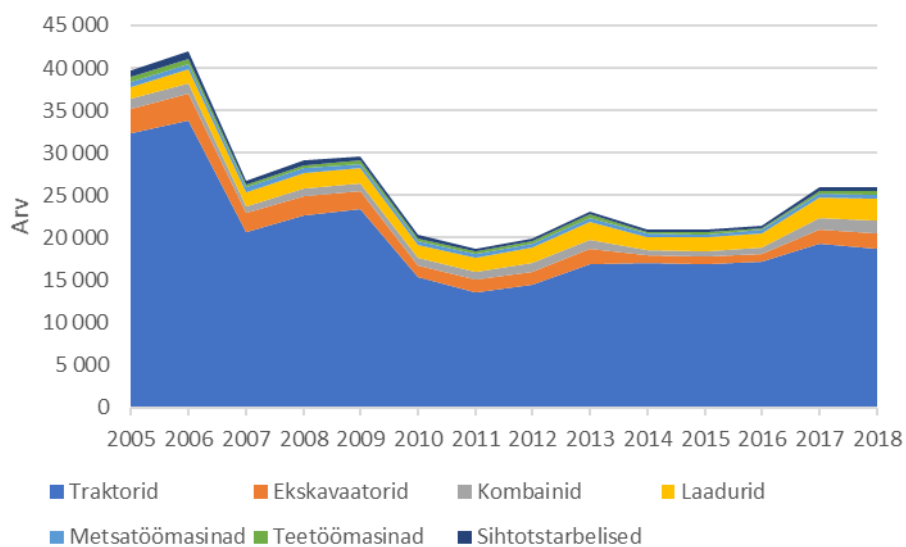
4.1 Teiste liikuvate heiteallikate heitkoguste arvutuspõhimõtete ülevaatamine (lõpp 2021)

Tegevuse eesmärk on teiste liikuvate heiteallikate tööstuses, põllumajanduses, kodumajapidamises jms CH₄, N₂O ja teiste välisõhku paisatavate saasteainete arvutusmetoodika üleminek Tier1-lt Tier3-le, et Eesti KHG ja õhusaasteainete inventuurides kajastatavate saasteainete heitkoguseid arvutada riigispetsiifiliste eriheiteteguritega ning täpsustada sektori ajaloolisi heitkoguseid.

Projekti esimeses etapis (2020. aastal) oli Maanteeameti sisendina välja arvutatud teiste liikuvate heiteallikate arvuline kogus sõidukitüüpide lõikes vahemikus 2005 - 2018, vt Tabel 11 ja Joonis 14. Sealt edasi sõltuvalt masina vanusest ja võimsusest ka heitmestandard ning võimsusklass. Tabel 12 ja Joonis 15 on näitena välja toodud traktorite arvuline jagunemine heitmestandardite kaupa ning Joonis 16 on välja toodud traktorite heitmestandardite protsentuaalne jaotus vahemikus 2005 – 2018. Tabel 13 kuni Tabel 19 on välja toodud masinate KHG ja välisõhu saasteainete heitkogused aastatel 2005 – 2018 ning nende eriheitel.

Tabel 11 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 2005 – 2018, tk

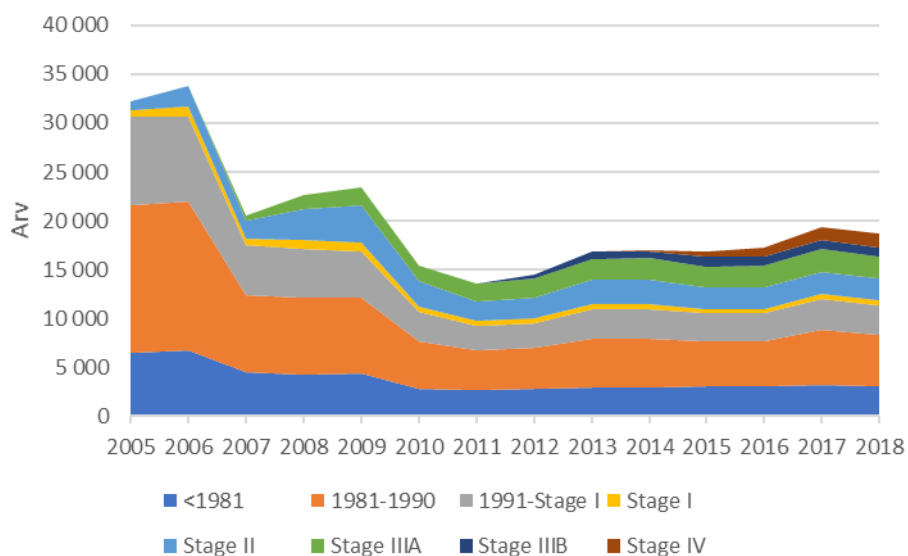
Masina liik	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Traktorid	3228 1	3374 4	2059 1	2267 3	2332 8	1536 3	1358 7	1448 6	1683 0	1700 3	1683 7	1724 4	1928 8	1868 7
Ekskavaatorid	2885	3167	2368	2202	2154	1437	1467	1529	1815	876	899	911	1692	1873
Kombainid	1134	1235	753	977	941	844	883	963	1080	634	675	696	1282	1391
Laadurid	1480	1755	1692	1807	1774	1530	1630	1819	2121	1556	1637	1677	2463	2644
Metsatöö- masinad	588	612	496	493	469	461	478	511	530	375	374	373	483	481
Teetöö-masinad	518	539	412	397	398	291	297	304	325	246	254	259	354	393
Sihtotstarbe- lised	874	871	355	514	474	357	357	365	371	270	278	286	374	408



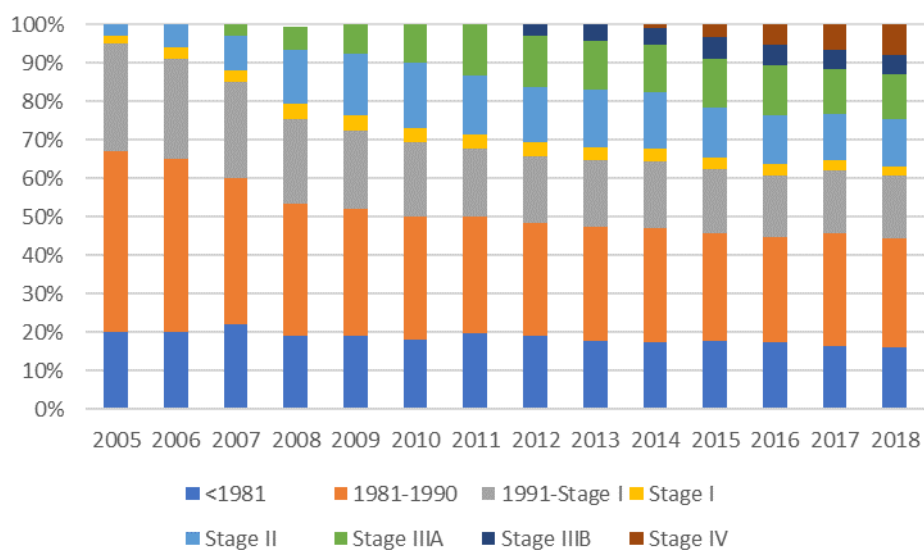
Joonis 14 Liikuvate heiteallikate arv sõidukitüüpide lõikes 2005 – 2018, tk

Tabel 12 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, tk

Tase	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<1981	6456	6749	4530	4308	4432	2793	2671	2771	2988	2988	3014	3031	3146	3018
1981-1990	15172	15185	7825	7838	7758	4930	4119	4267	5000	5000	4691	4680	5664	5290
1991-Stage I	9039	8773	5148	4988	4712	2970	2416	2500	2936	2948	2786	2782	3171	3025
Stage I	646	1012	618	907	933	543	497	506	570	570	520	521	521	490
Stage II	968	2025	1853	3174	3732	2621	2089	2112	2519	2519	2181	2197	2303	2311
Stage IIIA	0	0	618	1360	1866	1506	1795	1924	2088	2113	2141	2193	2252	2138
Stage IIIB	0	0	0	0	0	0	0	406	729	738	942	958	981	924
Stage IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	562	882	1250	1491



Joonis 15 Traktorite jagunemine heitmestandardite kaupa, tk



Joonis 16 Traktorite protsentuaalne jagunemine heitmestandardite kaupa, %



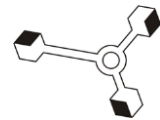
Tabel 13 Traktorite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Traktorid (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x	1.19	1.25	0.76	0.84	0.86	0.57	0.60	0.64	0.66	0.67	0.69	0.70	0.72	0.73
NM _{VOC}	0.29	0.30	0.18	0.20	0.21	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.18	0.20
CH ₄	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CO	6.51	6.80	4.15	4.57	4.70	3.10	3.09	3.09	3.09	3.11	3.22	3.30	4.11	5.66
N ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
NH ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM _{2.5}	0.11	0.12	0.07	0.08	0.08	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Eriheitet (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2006	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2007	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2008	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2009	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2010	2.6E-02	6.4E-03	1.8E-04	1.4E-01	1.2E-04	7.0E-06	2.5E-03
2011	2.6E-02	6.1E-03	1.7E-04	1.3E-01	1.2E-04	7.1E-06	2.4E-03
2012	2.4E-02	5.5E-03	1.5E-04	1.2E-01	1.2E-04	7.2E-06	2.2E-03
2013	2.3E-02	5.1E-03	1.4E-04	1.1E-01	1.3E-04	7.3E-06	2.1E-03
2014	2.1E-02	4.7E-03	1.3E-04	9.8E-02	1.3E-04	7.3E-06	1.9E-03
2015	1.9E-02	4.3E-03	1.2E-04	8.9E-02	1.3E-04	7.4E-06	1.7E-03
2016	1.8E-02	4.0E-03	1.1E-04	8.4E-02	1.3E-04	7.4E-06	1.6E-03
2017	1.6E-02	3.9E-03	1.1E-04	9.2E-02	1.3E-04	7.4E-06	1.4E-03
2018	1.5E-02	4.1E-03	1.2E-04	1.1E-01	1.3E-04	7.3E-06	1.3E-03

Tabel 14 Eskavaatorite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Eskavaatorid (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x	0.047	0.052	0.039	0.036	0.035	0.024	0.024	0.026	0.031	0.016	0.016	0.016	0.027	0.029
NM _{VOC}	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
CH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.019	0.021	0.016	0.015	0.015	0.010	0.010	0.011	0.013	0.007	0.007	0.007	0.013	0.015
N ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM _{2.5}	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002



Eriheid (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2006	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2007	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2008	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2009	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2010	2.4E-02	2.7E-03	6.6E-05	1.0E-02	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2011	2.4E-02	2.6E-03	6.4E-05	9.8E-03	1.3E-04	7.7E-06	1.5E-03
2012	2.3E-02	2.5E-03	6.0E-05	9.6E-03	1.3E-04	7.7E-06	1.4E-03
2013	2.1E-02	2.3E-03	5.5E-05	9.2E-03	1.3E-04	7.7E-06	1.2E-03
2014	2.3E-02	2.4E-03	5.8E-05	9.4E-03	1.4E-04	7.7E-06	1.3E-03
2015	2.2E-02	2.3E-03	5.6E-05	9.2E-03	1.4E-04	7.7E-06	1.2E-03
2016	2.1E-02	2.3E-03	5.5E-05	9.2E-03	1.4E-04	7.7E-06	1.2E-03
2017	1.8E-02	2.0E-03	4.9E-05	8.8E-03	1.4E-04	7.7E-06	1.0E-03
2018	1.6E-02	1.8E-03	4.4E-05	8.5E-03	1.4E-04	7.7E-06	9.1E-04

Tabel 15 Kombainide heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Kombainid (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x	0.055	0.060	0.037	0.048	0.046	0.041	0.044	0.047	0.051	0.029	0.029	0.029	0.048	0.049
NM _{VOC}	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.005	0.005
CH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.018	0.020	0.012	0.016	0.015	0.014	0.015	0.018	0.022	0.013	0.015	0.016	0.034	0.039
N ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
NH ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM _{2.5}	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002

Eriheid (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2006	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2007	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2008	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2009	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2010	2.0E-02	1.4E-03	3.4E-05	6.6E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.4E-04
2011	1.9E-02	1.4E-03	3.3E-05	6.5E-03	1.4E-04	8.0E-06	6.1E-04
2012	1.7E-02	1.3E-03	3.0E-05	6.4E-03	1.4E-04	8.0E-06	5.2E-04
2013	1.5E-02	1.1E-03	2.6E-05	6.4E-03	1.4E-04	8.0E-06	4.4E-04
2014	1.4E-02	1.1E-03	2.6E-05	6.4E-03	1.4E-04	8.0E-06	4.5E-04
2015	1.3E-02	1.0E-03	2.4E-05	6.4E-03	1.4E-04	8.0E-06	4.0E-04
2016	1.2E-02	9.9E-04	2.3E-05	6.3E-03	1.4E-04	8.0E-06	3.7E-04
2017	8.8E-03	8.4E-04	2.0E-05	6.2E-03	1.4E-04	8.0E-06	2.8E-04
2018	7.7E-03	7.9E-04	1.8E-05	6.2E-03	1.4E-04	8.0E-06	2.6E-04



Tabel 16 Laadurite heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Laadurid (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO_x	0.033	0.039	0.038	0.040	0.040	0.034	0.037	0.041	0.048	0.035	0.035	0.036	0.049	0.052
NM_{VOC}	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.005
CH₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.014	0.016	0.016	0.017	0.016	0.014	0.015	0.018	0.021	0.016	0.018	0.018	0.026	0.029
N₂O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM_{2.5}	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

Eriheitet (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2006	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2007	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2008	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2009	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2010	2.2E-02	2.0E-03	4.9E-05	9.3E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2011	2.2E-02	2.0E-03	4.7E-05	9.0E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.1E-03
2012	2.0E-02	1.8E-03	4.4E-05	9.0E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.0E-03
2013	1.9E-02	1.7E-03	4.1E-05	8.6E-03	1.4E-04	7.8E-06	9.0E-04
2014	1.9E-02	1.7E-03	4.1E-05	9.0E-03	1.4E-04	7.8E-06	8.7E-04
2015	1.8E-02	1.6E-03	3.9E-05	8.8E-03	1.4E-04	7.8E-06	8.1E-04
2016	1.7E-02	1.6E-03	3.8E-05	8.7E-03	1.4E-04	7.8E-06	7.8E-04
2017	1.5E-02	1.4E-03	3.4E-05	8.1E-03	1.4E-04	7.8E-06	7.0E-04
2018	1.4E-02	1.4E-03	3.3E-05	8.0E-03	1.4E-04	7.8E-06	6.5E-04

Tabel 17 Metsatööstusmasinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Metsatööstusmasinad (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO_x	0.022	0.023	0.018	0.018	0.017	0.017	0.018	0.019	0.019	0.013	0.013	0.013	0.016	0.016
NM_{VOC}	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CH₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.006	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.004	0.004	0.004	0.006	0.006
N₂O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM_{2.5}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001



Eriheid (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2006	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2007	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2008	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2009	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2010	2.6E-02	2.0E-03	4.7E-05	7.8E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.7E-04
2011	2.5E-02	1.9E-03	4.5E-05	7.6E-03	1.4E-04	7.9E-06	9.4E-04
2012	2.4E-02	1.8E-03	4.2E-05	7.4E-03	1.4E-04	7.9E-06	8.8E-04
2013	2.3E-02	1.7E-03	4.0E-05	7.3E-03	1.4E-04	7.9E-06	8.4E-04
2014	2.3E-02	1.7E-03	4.1E-05	7.4E-03	1.4E-04	7.9E-06	8.4E-04
2015	2.2E-02	1.7E-03	4.1E-05	7.5E-03	1.4E-04	7.9E-06	8.4E-04
2016	2.2E-02	1.7E-03	4.0E-05	7.4E-03	1.4E-04	7.9E-06	8.2E-04
2017	2.0E-02	1.6E-03	3.7E-05	7.2E-03	1.4E-04	7.9E-06	7.6E-04
2018	1.9E-02	1.5E-03	3.6E-05	7.2E-03	1.4E-04	7.9E-06	7.3E-04

Tabel 18 Sihtotstarbeliste masinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheidetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Sihtotstarbelised masinad (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008
NM _{VOC}	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
CH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.070	0.073	0.059	0.058	0.056	0.055	0.055	0.053	0.061	0.031	0.032	0.032	0.057	0.066
N ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM _{2.5}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Eriheid (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2006	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2007	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2008	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2009	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2010	1.9E-02	8.6E-03	2.8E-04	2.0E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.8E-04
2011	1.9E-02	8.1E-03	2.6E-04	1.9E-01	1.2E-04	7.0E-06	9.5E-04
2012	1.8E-02	7.0E-03	2.2E-04	1.6E-01	1.2E-04	7.2E-06	8.7E-04
2013	1.6E-02	6.8E-03	2.2E-04	1.6E-01	1.2E-04	7.2E-06	7.5E-04
2014	1.5E-02	4.2E-03	1.3E-04	8.8E-02	1.3E-04	7.5E-06	6.8E-04
2015	1.3E-02	3.7E-03	1.1E-04	7.8E-02	1.3E-04	7.6E-06	5.9E-04
2016	1.2E-02	3.5E-03	1.1E-04	7.2E-02	1.3E-04	7.6E-06	5.6E-04
2017	1.1E-02	4.2E-03	1.3E-04	9.2E-02	1.3E-04	7.5E-06	5.1E-04
2018	1.1E-02	4.1E-03	1.3E-04	8.9E-02	1.3E-04	7.5E-06	4.8E-04



Tabel 19 Teetöomasinate heitkogused kilotonnides 2005-2018 ja eriheitetegurid tonni põletatava tonn kütuse kohta 2005, 2005 – 2018

Teetöö- masinad (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x	0.024	0.023	0.010	0.014	0.013	0.010	0.010	0.010	0.010	0.007	0.007	0.007	0.010	0.011
NM _{VOC}	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CO	0.007	0.007	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004
N ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PM _{2.5}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001

Eriheitad (t/t)	NO _x	NM _{VOC}	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
2005	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2006	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2007	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2008	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2009	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2010	3.1E-02	2.8E-03	6.6E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2011	3.1E-02	2.7E-03	6.5E-05	9.5E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.7E-03
2012	3.0E-02	2.7E-03	6.3E-05	9.4E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.6E-03
2013	3.0E-02	2.6E-03	6.2E-05	9.2E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.6E-03
2014	2.7E-02	2.4E-03	5.8E-05	8.9E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.4E-03
2015	2.6E-02	2.4E-03	5.7E-05	8.9E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.4E-03
2016	2.5E-02	2.3E-03	5.5E-05	8.8E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.3E-03
2017	2.7E-02	2.3E-03	5.5E-05	9.0E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.4E-03
2018	2.6E-02	2.2E-03	5.2E-05	8.8E-03	1.4E-04	7.8E-06	1.3E-03

Projekti teises etapis (2021. aastal) on planeeritud ajajoone 1990 – 2004 välja arvutamine (lisaks ka 2019. ja 2020. aasta), suhelda edasi Maanteeametiga seoses ebakorrapärasustega andmete ajaloos ja kooskõlastada teiste liikuvate heiteallikate ajajoon KAURI töötajatega.



5 Tööstuse valdkonna tegevused

Vastutav täitja: Aser Sikk

Kaastäitjad: Peeter Priks; Keio Vainumäe, Riina Titova, Arkadi Ebber

5.1 Tööstusprotsesside sektori õhusaasteainete eriheitetegurite uuendamine (lõpp 2021)

Õhusaasteainete inventuuri heitkoguste määramise parandamiseks asfaldi laotamisel eralduvate TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, BC ja NMVOCi eriheitetegurite täpsustamine. Metoodikate ülevaade ja arvutusmetoodikate valik eriheitetegurite määramiseks erinevate teekattekihtide paigaldamisel. Eriheitetegurite leidmisel lähtutakse vastavatest UNEP, EEA, USEPA (Emission Factor Documentation for AP-42) või OECD olemasolevatest juhendmaterjalidest. Kirjanduse ülevaade erinevate teekattekihtide paigaldamise protsesside juures kasutatavatest (ka kasutatud) eriheite teguritest.

5.1.1 Asfaltsegud ja nende laotamine

5.1.1.1 Asfaltsegud

Asfaltsegude all mõistetakse standardi EVS 901-3 nõuetele vastavaid tihedaid, poorseid ja killustikmastiksfalt 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 (killustikmastiksfaltsegu) 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 varieeruvast mahus keemilisi ühendeid ja komponente. Bituumenid koosnevad enamasti tsüklilistest süsivesinikest (aromaatsed ja/või naftensed) 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 tsükel- 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 pealne 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 m². Kokku kasutati Eestis 2019. aastal asfaltsegudes naftabituumeni 82,7 tuhat tonni, teede ehituses modifitseeritud bituumeni 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.

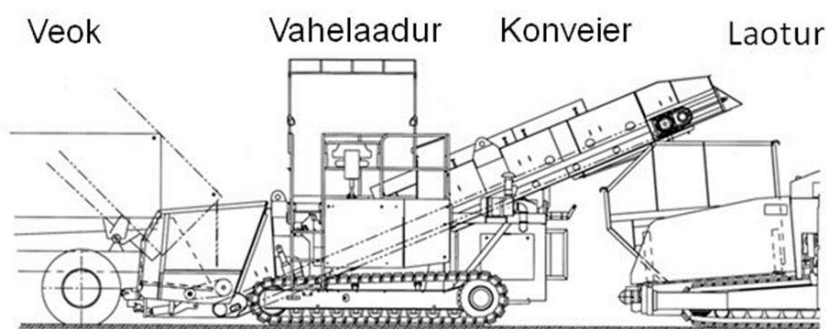
Asfaltsegud tuleb laotada nii piki- kui põikprofiili järgimise automaatjuhtimissüsteemi abil, mis tagaks paigaldatud kihile esitatud nõutavad omadused. Seejärel toimub asfaldi katendkihi tihendamine sobivate teerullidega. Nõuded asfaltsegudele, asfaldi laotamisele ja tihendamisele on ära toodud Maanteeameti „Asfaldi katendkihtide ehitamise juhises“. (Maanteeamet, 2014)



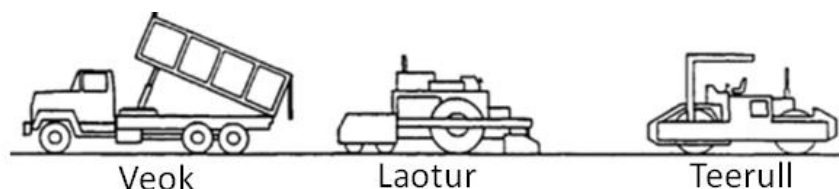
Polümeermodifitseeritud sideainet (SMA tüüpi asfaltsegu) sisaldava kuuma asfaltsegu (hot-mix) temperatuur ei tohi laoturi punkris olla alla 140 °C. Üldjuhul jääb seda ja AC tüüpi asfaltsegude laotamisel segu temperatuur vahemikku 145 – 165 °C.

Asfaldi laotamise protsessi ja kasutatava tehnika põhimõtteskeemid on esitatud Joonis 17 ja Joonis 18.

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



Joonis 17 Kasutatava tehnika põhimõtteskeem³



Joonis 18 Asfaltsegu laotusprotsess⁴

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)

³ https://www.researchgate.net/figure/Machine-arrangement-for-Truck-Feeder-and-Paver_fig3_260479786

⁴ <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/98042/09.cfm>



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 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 polütsükliiliste aromaatsete ühendite (PAH) suhtes. Lisaks on teostatud uuringuid, milles on reaalsete mõõtmisandmete põhjal tuletatud eriheiteid erinevate asfaldi tootmisprotsessi osade kohta - nii punkt- kui ka hajusallikate kohta. Tootmisprotsessiga seotud eriheited on arvatatud 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 eriheid

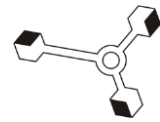
Kuna infot ja kirjandust, mis käsitlevad asfaldi laotamisega seotud saasteainete eriheidete ja heitkoguste arvutamist, on vähe, siis kirjanduse ülevaatesse on mõõtmisandmete võrdlemiseks juurde toodud andmeid ka uuringutest, milles on mõõdetud laotusprotsessis esinevaid kontsentratsioone.

Riikliku õhusaasteainete inventuuri koostamise aluseks oleva EMEP/EEA õhusaasteainete inventuuri 2019. aasta juhendmaterjalis käsitletakse asfaldi laotamisega seotud eriheidetegurid tegevusalade nomenklatuuri (NFR) kood 2.D.3.b “Road paving with asphalt” peatükis. Eriheidetegurid TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, NMVOC ja BC kohta on esitatud kuumade asfaltsegude tootmise tehnoloogiate lõikes eraldi ja keskmistatult. Eriheidetegurid on antud eraldi “Hot-Batch Mix” ja “Hot-Drum Mix” asfalditootmise tehaste tehnoloogiate kohta. Eriheidetegureid 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 TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, NMVOC eriheidetegurite algallikaks on US EPA heidetegurite 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) heidetegureid, 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 eriheidetegurid ning proovivõtu- ja määramismeetodid. Tabelites esitatud andmed käivad kuumade asfaltsegude kohta (145 – 180 °C), mis on enim kasutatavad segud katendkihtides.

**Tabel 20 TSP mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid**

Kirjandus- allikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis- meetod või standard
Xiu, jt. 2020	86.3 - 3 126 (optiline)	1 800 (gravimeetrilin e) 666 (optiline)	110 - 160 $\mu\text{g}/\text{kg}$ asfaldi kohta	Staatiline vookamber, klaasfiiberfilter , madala mahtkuluga proovivõtu pump, portatiivne TSP analüsaator	Optiline, gravimeetrilin e
Nilsson, P., jt. 2018	< 20 - 3 100 (laotamisprotses s)	93 000 (bituumeni kuumutamise laborikatse)	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetrilin e
Xu, jt. 2018	10 - 3 070	180-210 ¹	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetrilin e
Kriech, jt. 2002	30 - 640	210	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetrilin e, NIOSH 5042
Cavallari, jt. 2011	181 – 1 181	181 ¹	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetrilin e, NIOSH 5042
Rubio, jt. 2013	-	149.8 (24h keskm.)	-	Kvartsfiiberfilte r, suure mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetrilin e
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.014 t/t asfaldi kohta (kogu tootmisprotses s)	Klaasfiiberfilter	Gravimeetrilin e
WebFIRE, 2020	-	-	0.00026 kg/t (laadimine)	-	-

¹ Mediaan



Tabel 21 **PM₁₀ mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid**

Kirjandusallikas	Kontsentratsioon vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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	Gravimeetiline, NIOSH 0600
Nilsson, jt. 2018	< 20 – 1 300	-	-	PTFE filter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetiline
Weiss, jt. 2018	61 - 3 954	180-210 ¹	-	Kvartsfiiberfilter, madala mahtkuluga proovivõtu pump	Gravimeetiline
EMEP, 2019 ja US EPA, 2020a, 2020b, 2004	-	-	0.003 t/t asfaldi kohta (kogu tootmisprotsess)	Kaskaadimpakto r, filtrid	Gravimeetiline
UK NAEI, 2020	-	-	0.00004 t/t asfaldi kohta (asfaldi laotamine)	-	-

¹ Mediaan

Tabel 22 **PM_{2.5} mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid**

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 asfaldi kohta (kogu tootmisprotsess)	-	-



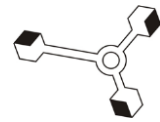
Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
UK NAEI, 2020	-	-	0.000012 t/t asfaldi kohta (asfaldi laotamine)	-	-

Tabel 23 NMVOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandus-allikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 asfaldi kohta (kogu tootmisprotsess)	Kaskaadimpakto r, filtrid	Gravimeetiline
UK NAEI, 2020	-	-	0.000016 t/t asfaldi kohta (asfaldi tootmine) 0.00048 t/t bituumeni kohta	-	-
IPCC, 1996	-	-	0.023 kg/t asfaldi kohta (tootmisprotsess)	-	-
IPCC, 1996	-	-	320 kg/t asfaldi kohta (asfaldi pinnalt)	-	-
EMEP, 2019 ja VDI, 2007	-	-	30 kg/t asfaldi kohta	-	-

Tabel 24 BC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Eriheide	Proovivõtu meetod või standard	Määramis-meetod või standard
------------------	---	---	----------	--------------------------------	------------------------------



EMEP, 2019	-	-	5.7% $PM_{2.5}$ -st	-	-
------------	---	---	---------------------	---	---

Tabel 25 VOC ja TOC mõõtmistega seotud kirjandusallikad, määratud kontsentratsioonid ja meetodid

Kirjandusallikas	Kontsentratsiooni vahemik, $\mu g/m^3$	Keskmine kontsentratsioon, $\mu g/m^3$	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 $\mu g/m^2/s$ (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 TSP, PM₁₀ ja PM_{2.5}

Peenosakeste massikontsentratsiooni (mg/m^3) määramiseks kasutati laserfotomeetrilist analüsaatorit DustTrak DRX8533, mis on mõeldud TSP, PM₁₀ 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 valgusdiodil, mis loeb ja arvutab osakeste suuruse vastavalt impulsile. Analüsaator võimaldab osakesi mõõta suurusvahemikus 0.1 kuni 10 μm . Analüsaator sobib osakeste määramiseks kontsentratsioonivahemikus 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 leekionisatsioonidetektori (FID) tööpõhimõte on orgaanilise süsiniku ioniseerumine vesiniku leegis. Analüüsitav õhuproov juhitakse eelnevalt kalibreeritud leekionisatsioonidetektoriga 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 leekionisatsioonidetektorit. Analüsaatori OC mõõtepiirkond on 0.2-600 $\mu\text{gC}/\text{cm}^2$ ja EC mõõtepiirkond 0.2-30 $\mu\text{gC}/\text{cm}^2$.



Analüsaatori mõõtmispõhimõtte vastab NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) mõõtemetodile 5040.

5.1.4.4 Ilmastiku parameetrid

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

5.1.4.5 Asfaldi pinnatemperatuur

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

5.1.5 Teostatud mõõtmised

26.09.2020 ja 14.10.2020 viidi riigi põhimaanteel nr. 4 (E67, maantee klass I) läbi asfaldi laotusprotsessi käigus tekkivate õhusaasteainete kontsentratsioonide mõõtmised (2 mõõtekampaaniat). Laotamisel kasutati mõlemal päeval SMA asfaltbetoonsegu ning mõõtmiste perioodide jooksul laotati tee pealmisesse katendkihti kokku 1 849 tonni asfaltsegu ja laotatud asfaldi pindala oli 19 733 m². Mõlemal päeval teostati vastavalt 8 ja 4 tundi pidevmõõtmisi asfalteerimisprotsessi käigus laoturi tagaosas asuva tasanduslaua pealt vahetult laotatud asfaldi ning tasanduslaua all asetseva seguri kohal. Paralleelselt mõõdeti asfaldi pinnatemperatuure, TSP ja peenosakeste taustakontsentratsioone ning ilmastiku parameetreid.

Laotusprotsessis kasutatud tehnika ja laotusprotsessi käigus eralduvate saasteainete heitepunktid ja mõõtekohad on ära toodud Joonis 19, Joonis 20 ja Joonis 21.



Joonis 19 Laotusprotsess ja heite mõõtepunktid



Joonis 20 Laoturi tasanduslaud ja heide



Joonis 21 Mõõtmisprotsess ja analüsaatorid laoturul

5.1.6 Tulemused

Erialgsed mõõtmistulemused on esitatud alljärgnevates tabelites ja joonistes. Tulemused (va NMVOC osas) ei ole normaliseeritud normaalingimustele 0 °C ja 101.325 kPa. Samuti ei ole maha arvestatud mõõdetud TSP, PM₁₀ ja PM_{2.5} taustakontsentratsioonid, sest nende keskmised väärtused olid 26.09.2020 vastavalt 19.0 µg/m³, 19.0 µg/m³ ja 5.7 µg/m³ ning 14.10.2020 vastavalt 6.1 µg/m³, 6.1 µg/m³ ja 1.0 µg/m³. Kuna laoturul mõõdetud väärtused olid suurusjärgus mg/m³ kohta, siis taustakontsentratsioonide maha arvestamine ei muuda oluliselt laoturul mõõdetud tulemusi.

TSP ja PM₁₀ mõõdetud kontsentratsioonid olid tulemuste põhjal võrdsed ja on seetõttu esitatud koos ühel joonisel.

Mõõtmispäevade mõõtetulemused erinesid selliselt, et 26.09.2020 mõõdetud kontsentratsioonid jäid madalamaks kui 14.10.2020 mõõdetud kontsentratsioonid ja seda kõikide saasteainete osas. Sellise erinevuse põhjus ei ole veel selge. Tegureid võib olla mitu: asfaltsegu retsepti erinevus, ilmastikuparameetrite muutused, temperatuurid laotamisprotsessil. Kuigi tüübilt oli laotatud asfaltsegu mõlemal päeval ühesugune (SMA segu), siis 26.09.2020 kasutatud asfaltsegu kohta ei ole tootjalt veel saadud seguretsepti. 14.10.2020 paigaldatud asfaltsegu retsept on tootjalt saadud. Seetõttu ei ole saanud läbi viia segu retseptide ja kasutatud bituumensideaine võrdlust. Täiendavalt vajavad analüüsimist ilmastiku andmed. Tööprotsessis kasutatud tehnika oli identne mõlemal päeval ja samuti laoturi punkris oleva asfaltsegu temperatuurid jäid mõlemal mõõtmispäeval samasse temperatuurivahemikku.

**Tabel 26 TSP ja PM₁₀ kontsentratsioonid laoturul**

Kuupäev	Kontsentratsioon, mg/m ³
26.09.2020	9.93
14.10.2020	86.38

Tabel 27 PM_{2.5} kontsentratsioonid laoturul

Kuupäev	Kontsentratsioon, mg/m ³
26.09.2020	9.91
14.10.2020	84.39

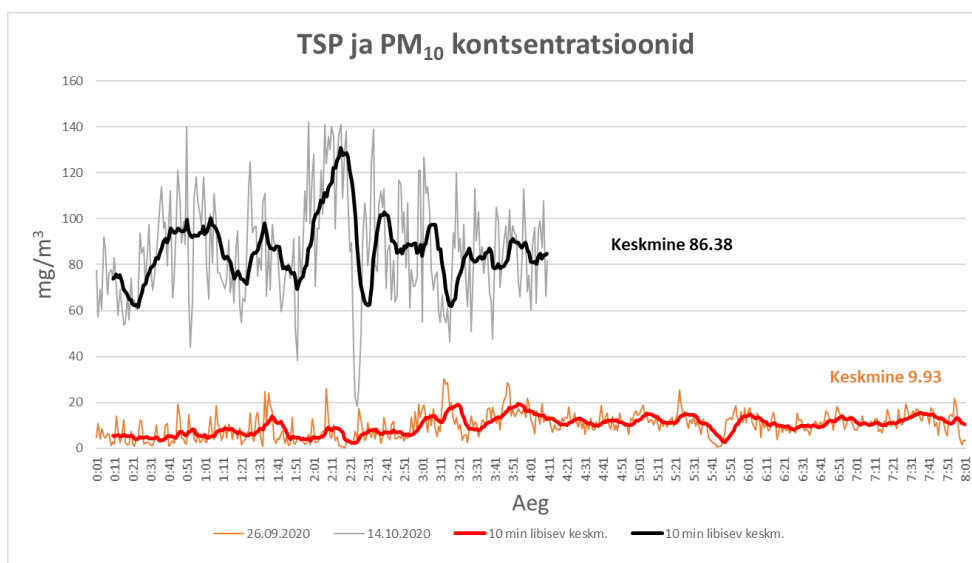
Tabel 28 NMVOC kontsentratsioonid asfaldi kohal

Kuupäev	Kontsentratsioon, mg/m ³
26.09.2020	19.51
14.10.2020	49.49

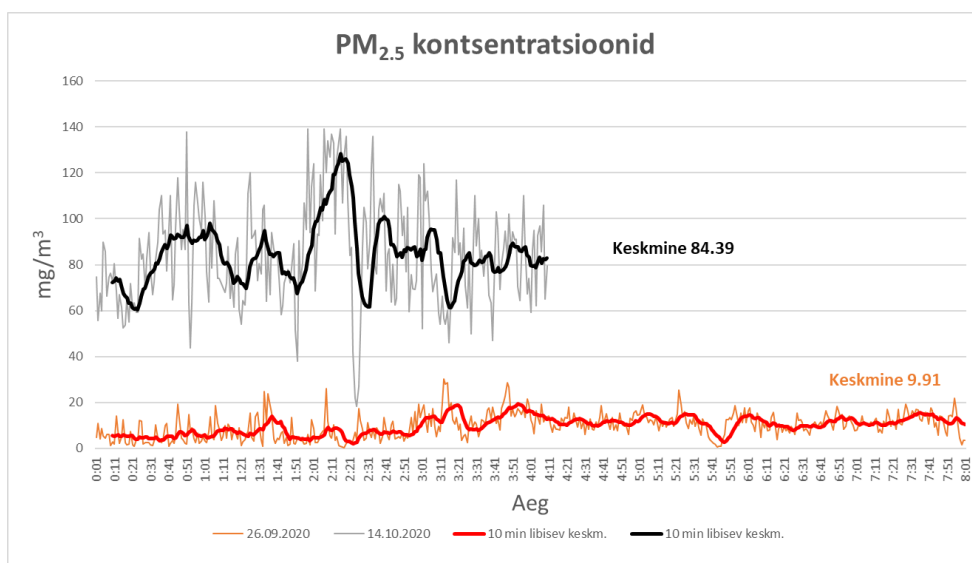
Tabel 29 OC ja BC kontsentratsioonid

Kuupäev	Taustakontsentratsioon, µg/m ³		Kontsentratsioon laoturul, µg/m ³	
	OC	BC	OC	BC
26.09.2020	4.58	< MP ¹	890.60	2.76
14.10.2020	38.60	< MP ¹	14 472.00	> 482.00

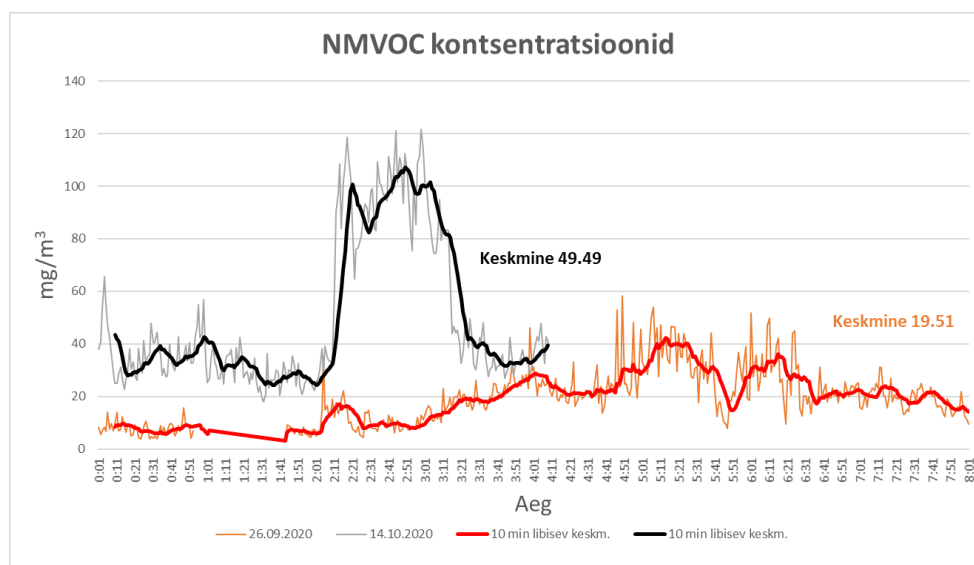
¹ allpool määramispiiri



Joonis 22 TSP ja PM₁₀ kontsentratsioon



Joonis 23 PM_{2.5} kontsentratsioon



Joonis 24 NMVOC kontsentratsioon

5.1.7 Edasised tegevused

Uued saasteainete mõõtmised muude enimkasutatavate asfaldisegude AC Surf ja AC Base laotamisel.

Mõõtmine asfaldi kuumtaastamise protsessi käigus (kui protsessi iseloom seda võimaldab).

Katsed vookambriga gaaside ja peenosakeste eraldumiskiiruse määramiseks asfaltsegu pinnalt reaalsetes laotustingimustes. Katsete aluseks on Peng, jt. 2020, Hugener, jt. 2019, Farshidi, jt. 2011 ja 2013, Xiu, jt. 2020, Eklund. 1992, US EPA. 1986 käsitletud meetodid.

Hinnata heitmete teket sõltuvalt asfaltsegu temperatuurist.

Asfaltsegu retseptide ja kasutatavate bituumensideainete analüüs.

Mõõtmistulemuste põhjal eriheidete arvutamine pindalaühiku või asfaltsegu massiühiku kohta.

Kõik mõõtmised kooskõlastatakse tellijaga.



5.2 Tööstusprotsesside sektori fluoritud kasvuhoonegaaside kategooria määramatuse vähendamine (2020)

Vastutav täitja: Kelly Joa

5.2.1 Sissejuhatus 2.F.1.a ja c kohta

KHG inventuuri IPPU sektori 2.F (F-gaaside) kategoorias tuleneb suurim heitkogus kaubanduse ja tööstuse külmutusseadmete kategooriatest (vastavalt 26,3 ja 21,6% F-gaaside heitkogustest 2018.a). 2018.a andmete määramatused mõlemas alamkategoorias on Tabel 30. 2017. ja 2018.a inventuuri audit soovitas määramatuseid vähendada.

Tabel 30 Kaubanduse ja tööstuse külmutuse määramatused enne arendusprojekti

Alamkategooria	Tegevusandmete määramatus %	Eriheitei määramatus %
Kaubanduse külmutus	20	10
Tööstuse külmutus	26	15

Tegevusandmete määramatused moodustavad põhiliselt andmetest, mida me ei tea, vaid hindame. Rohkemate andmete teadasaamiseks tehti hooldefirmade küsitlused. Metoodika kohta on täpsemalt kirjas Lisa 1.

5.2.2 Sissejuhatus 2.F.1.e kliimaseadmete kohta

Sõidukite ja liikurmasinate kliimaseadmete kategooria koosneb järgmiste sõidukite andmetest: bussid, veoautod, traktorid, töö- ja põllumajandusmasinad, rongid, laevad ning sõiduautod. Viimased jäid uuringust välja, kuna sõiduautode puhul tegevusandmed on 0 alates 2019.a kui enam ei tohi kasutusele võtta HFC-134a-ga sõiduautosid. Sõidukite kliimaseadmetest tuleneb 7,7% 2.F kategooria heitkogustest ja 0,09% kogu KHG inventuuri heitkogustest. Busside, traktorite, liikurmasinate ja veoautode kliimaseadmete tegevusandmete ja eriheiteite määramatused on toodud Tabel 31.

Tabel 31 Busside, traktorite, liikurmasinate ja veoautode kliimaseadmete määramatused

Alamkategooria	Tegevusandmete määramatus %	Eriheitei määramatus %
Bussid	8.7	5



Alamkategooria	Tegevusandmete määramatus %	Eriheitei määramatus %
Traktorid ja liikurmasinas	14.5	10
Veoad	8.5	5

Sõidukite kliimaseadmete puhul on määramatused piisavalt väiksed. Tähtis oli tagada, et määramatus ei suureneks, ja samal ajal üritada võimalusel kasutusele võtta riigispetsiifilised andmed. Sellest, kuidas neid koguti, on täpsemalt kirjas Lisa 1.

5.2.3 Tulemused

Nii kaubanduse külmutuse (2.F.1.a) kui tööstuse külmutuse (2.F.1.c) kategooriates paranes tegevusandmete määramatus. Kuna kõik vastanud hooldefirmad ei andnud täielikke andmeid, siis eriheite määramatus jäi samaks.

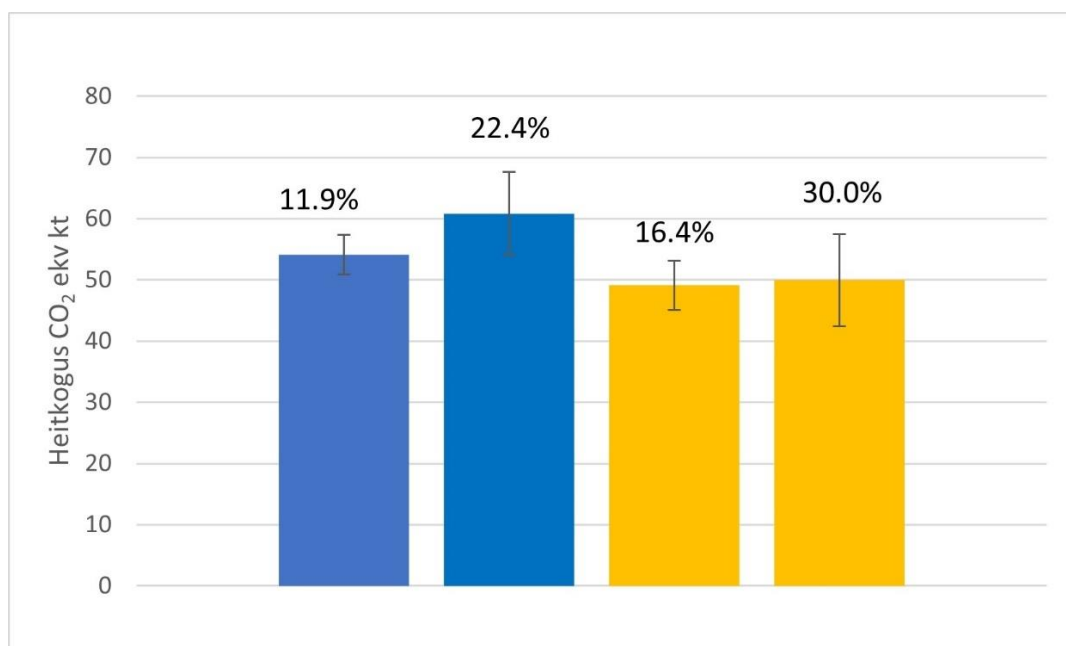
Tegevusandmete määramatus koosneb peamiselt olemasolevates seadmetes oleva F-gaaside koguse määramatusest ja mahakantud seadmetes olnud koguse määramatusest. Uute paigaldatud seadmete määramatusel on heitkogustes üliväike osa, sest eriheide on üliväike 0,5% ja uusi F-gaasidega külmaseadmeid paigaldatakse viimasel ajal vähe.

Tabel 32 Kaubanduse ja tööstuse külmutuse määramatused pärast arendusprojekti

Alamkategooria	Tegevusandmete määramatus %	Eriheitei määramatus %
Kaubanduse külmutus	6.5	10
Tööstuse külmutus	6.6	15

Heitkoguste summaarse määramatuse jaoks kombineeritakse tegevusandmete ja eriheite määramatused valemiga $\sqrt{[(\text{tegevusandmete määramatus})^2 + (\text{eriheite määramatus})^2]}$.

Seega kaubanduse külmutuse heitkoguste puhul on 2019.a määramatus 11.9% ja tööstuse külmutuse määramatus 16.4%. 2018.a olid vastavalt 22.4% ja 30.0%. Uued määramatused võeti juba kasutusele 2021.a jaanuaris esitatud inventuuriaruandes. Ümberarvutusi tagantjärele ei saanud teha, sest olemasolnud ja hinnangulised seadmete hulgad põhinesid 2019.a olukorral. Seda, kuidas heitkoguste määramatused vähenesid, on näha ka Joonis 25.



Joonis 25 Kaubanduse ja tööstuse külmutuse heitkoguste määramatuste vähenemine 2019.a võrreldes 2018.a

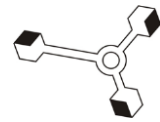
5.2.4 Kaubanduse külmutus (2.F.1.a)

2.F.1.a kategoorias võeti tegevusandmete määramatuse arvutusel lihtsuse mõttes arvesse ainult kaupluste seadmete määramatus, sest köögiseadmete ja joogikappide F-gaaside osakaal on ainult paar % kogu kaubanduse külmutuse F-gaasidest ja nende väikeste seadmete määramatus eriti ei mõjuta üldist määramatust. Hooldefirmade vastustest selgusid 77 kaupluse seadmete täpsed kogused, mida me varem ei teadnud. Seoses sellega vähenes hinnatud F-gaaside kogus 2019.a – 4,75 tonnini ja täpselt teadaolevate F-gaaside kogus oli 75,88 tonni.

Mahakantud seadmed on inventuuri metoodika kohaselt 13.a tagasi paigaldatud uued seadmed, milles oli F-gaase 3,79 tonni. Siis oli tegevusandmete määramatus 20%, seega 0,758 tonni.

2.F.1.a kategooriast oli 2018.a hinnatud F-gaaside kogus 4,75 tonni ja teadaolevate seadmete F-gaaside kogus 75,88 t. Mahakantud seadmetes olnud F-gaaside kogus oli 3,79 t (selle koguse määramatus jääb 20%-le). Kõik kokku $4,75 + 75,88 + 3,79 = 84,42$ t. Määramatus on 4,75 t teadmata, hinnatud seadmetest + 0,758 t mahakantud seadmetest. Kokku 5,508 t, mis on 84,42-st tonnist 6,5%.

Eriheite määramatus ei vähenud, sest kõik vastanud hooldefirmad ei andnud eriheite arvutamiseks kasutatud seadmetesse lisatud F-gaaside koguseid.



5.2.5 Tööstuse külmutus (2.F.1.c)

2.F.1.c Tööstusliku külmutuse kategoorias said tegevusandmed täpsemaks 28 ettevõtte võrra, keda me varem ei teadnud, vaid ainult hindasime. 2018.a oli teada 73,89 t seadmetes olevate F-gaaside andmed ja hindasime (suures osas võrdluse põhjal VTA andmebaasis olevate teavitatud ettevõtetega), et veel on 5,70 t F-gaase, mida me ei tea. 2019.a oli teada 73,66 t seadmetes olevate F-gaaside andmed ja hindasime, et veel on 4,68 t F-gaase, mida me ei tea. Kokku oli seadmetes 78,35 t F-gaase. Määramatus oli 4,68 t.

Mahakantud seadmeid oli 2019.a 3,49 tonni. Nende määramatus on 20%, seega 0,698 tonni.

Kokku oli F-gaaside kogus olemasolevates seadmetes 78,35 t + mahakantud seadmetes 3,49 t = 81,84 t. Määramatused olid vastavalt 4,68 t + 0,698 t = 5,378 t. Protsentuaalselt on see $5,378/81,84 = 6,6\%$

Eriheite määramatus ei vähenenud, sest kõik vastanud hooldefirmad ei andnud eriheite arvutamiseks kasutatud seadmetesse lisatud F-gaaside koguseid.

5.2.6 Sõidukite (väljaarvatud sõiduautode) kliimaseadmed (2.F.1.e),

Traktorite ja liikurmasinate kategoorias saadi Eesti-spetsiifilised andmed uute liikurmasinate kohta ja võrreldi neid Saksa andmetega. Selgus, et Eestis ja Saksamaal müüdud uute masinate kliimaseadmetega varustatuse %-d olid sarnased. Juhul kui saadi piisavalt täielikud andmed liiklusregistris registreeritud sõidukite/masinate kohta, kasutati inventuuris Eesti-spetsiifilisi andmeid, vastasel korral Saksa andmeid. Määramatused ei muutunud ja jäid endiselt madalaks (palun vaata Tabel 31). Nt 2019.a kohta kasutati inventuuris kõigi liikurmasinate (väljaarvatud traktorite) kohta Eesti andmeid (Tabel 33)

Tabel 33 Töömashinate ja veoautode kliimaseadmega varustatuse protsendid

Alamkategooria	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Eesti	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Saksa
Traktorid	Ei saanud arvutada piisavate andmete puudumise tõttu	90%
Kombainid	100%	95%
Laadurid	70%	65%
Ekskavaatorid	76%	65%
Teerullid	50%	65%
Metsatöömashinad	95%	75%



Alamkategooria	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Eesti	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Saksa
N2 kat. veoautod	Ei saanud arvutada piisavate andmete puudumise tõttu	79%
N3 kat. veoautod	100%	100%

Veoautode kategoorias saadi Eesti-spetsiifilised andmed uute N3 kategooria veoautode kohta. Selgus, et Eesti ja Saksa N3 kategooria veoautode kliimaseadmega varustatuse %-d on samad ja täitekogus sarnane. Sellest tulenevalt jääb määramatuks samaks. Inventuuris kasutati veoautode puhul Saksa andmeid, mis olid valideeritud Eesti andmetega.

Busside kategoorias saadi Eesti-spetsiifilised andmed uute busside kohta ja võrreldi neid Saksa andmetega. Turismibusside osas olid andmed sarnased, kuid linnadevaheliste ja linnaliinibusside andmed olid erinevad. Linnaliini- ja linnadevaheliste busside kliimaseadmega varustatuse protsendiks inventuuris võeti Eesti andmed.

Tabel 34 Busside kliimaseadmetega varustatuse % ja täitekogused

Sõiduki kategooria	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Eesti	HFC-134a täitekogus, kg, Eesti	HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse %, Saksa	Täitekogus, kg
Linnaliinibuss	100	10	69%	11
Linnadevaheline buss	100	10	67%	11
Turismibuss	100	10	100%	11



6 Põllumajanduse valdkonna tegevused

Vastutav täitja. Regina Alber

Kaastäitjad: Hannes Keernik, Allan Kaasik (EMÜ), Marek Maasikmets, Kaisa Kesanurm

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

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, lihavedelike aga peetakse enamasti vabapidamisel sügavallapanul. Seakasvatustes 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 (ujukate); 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

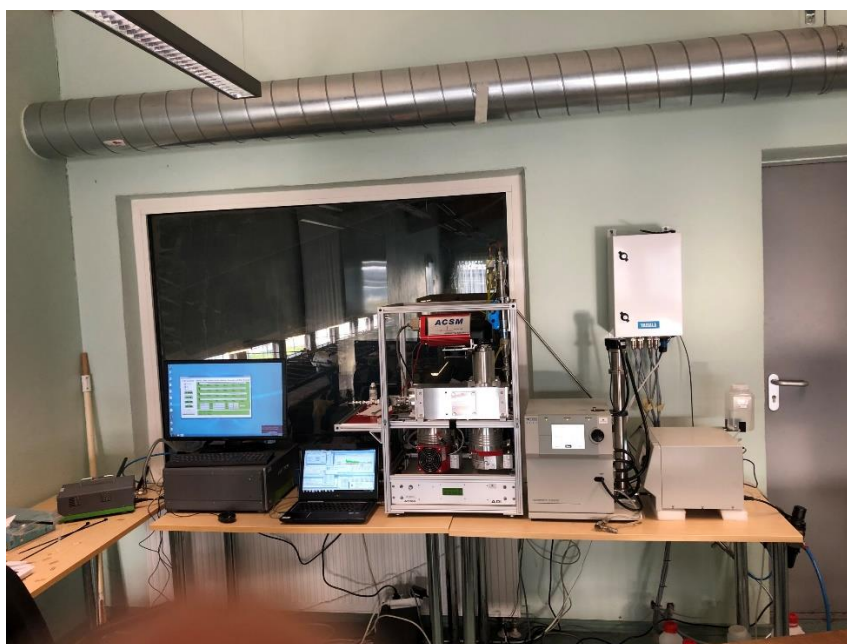


3. Piimalehmade vedelsõnnikuhoidla: rõngasmahuti (loomulik koorik); 2 käitist - Põlva POÜ, Männiku Piim
4. Piimalehmade vedelsõnnikuhoidla: kinnine mahuti; 1-2 käitist olenevalt, kas hoidlaid on Eestis 1 või rohkem - Märja katselaut, JK OTSA TALU OÜ
5. Muude veiste ja piimalehmade tahesõnnikuhoidla: 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.

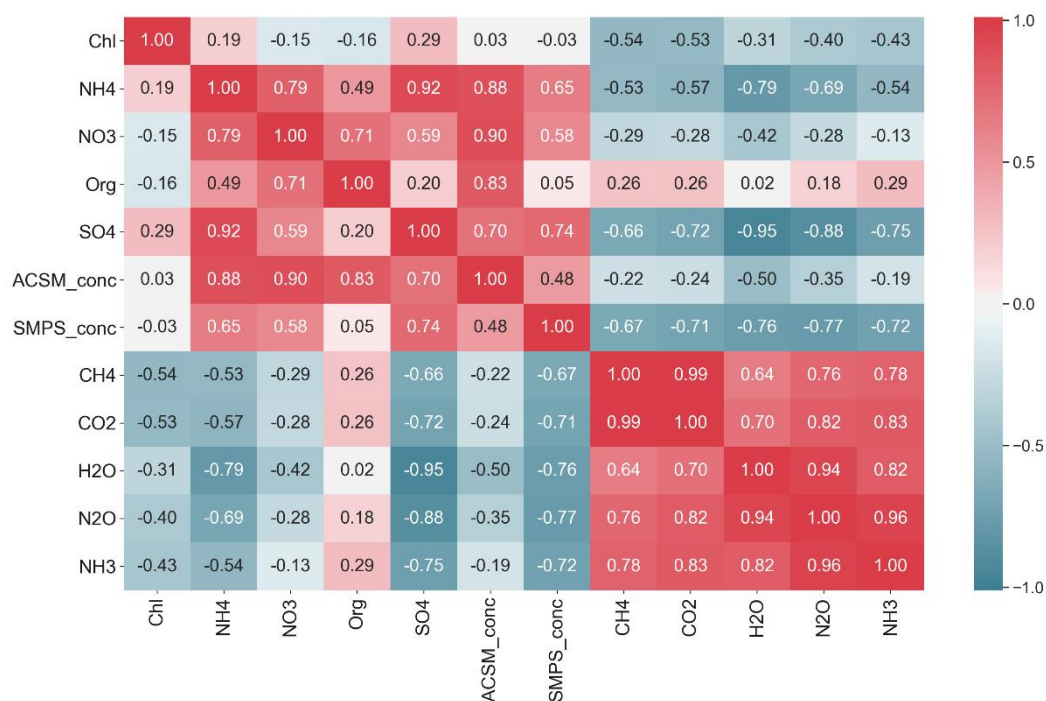
2020 a. suve lõpus alustati Märja katselaudas NH_3 , N_2O , CH_4 , CO_2 , peenosakeste ($\text{PM}_{<1.0}$), nende arvkontsentratsiooni ($\#/ \text{cm}^3$) ja keemilise koostise (orgaanika, NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) reaalaajas mõõtmistega, kasutades selleks järgmist mõõteaparatuuri (Joonis 26):

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

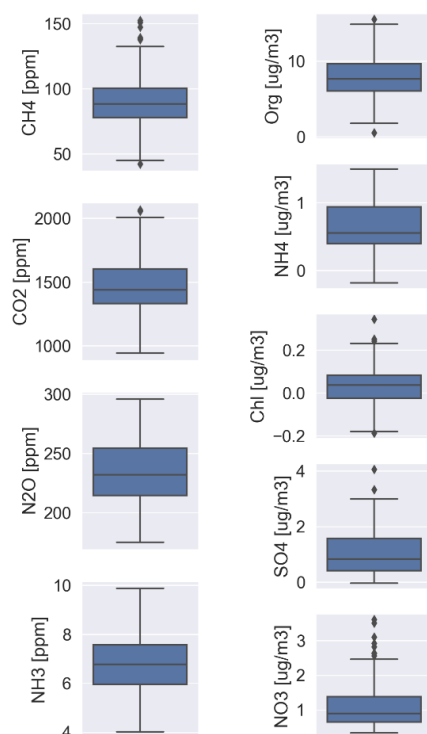


Joonis 26 Märja katselaudas olevad mõõteseadmed

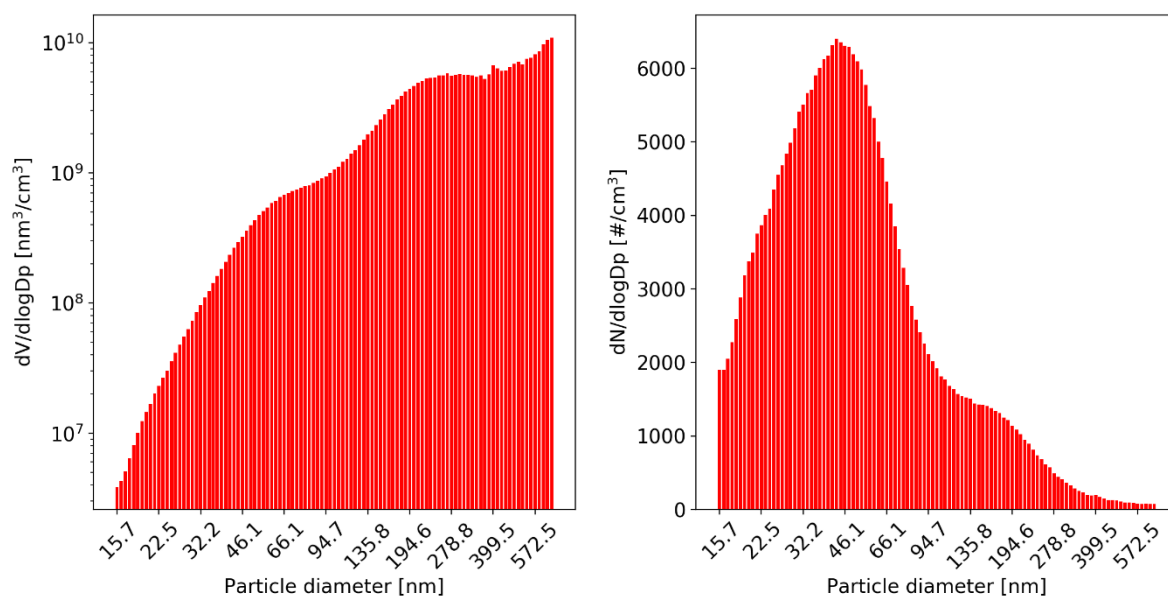
Mõõtmiste alusel saab hinnata kui palju tekib laudas kohapeal ammoniaaki ning kui palju sellest jõuab minna aerosoolifaasi. Mõõtmisi jätkatakse 2021 a. 2020 a. esialgsed mõõtetulemused on toodud Joonis 27 kuni Joonis 30. Esialgsete tulemuste põhjal on tuvastatav, et NH_3 ja NH_4^+ vahel esineb tugev 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 29) puhul on täheldatav maksimaalne numbrikontsentratsioon suurusvahemikus 30-50 nm. Joonis 30 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.



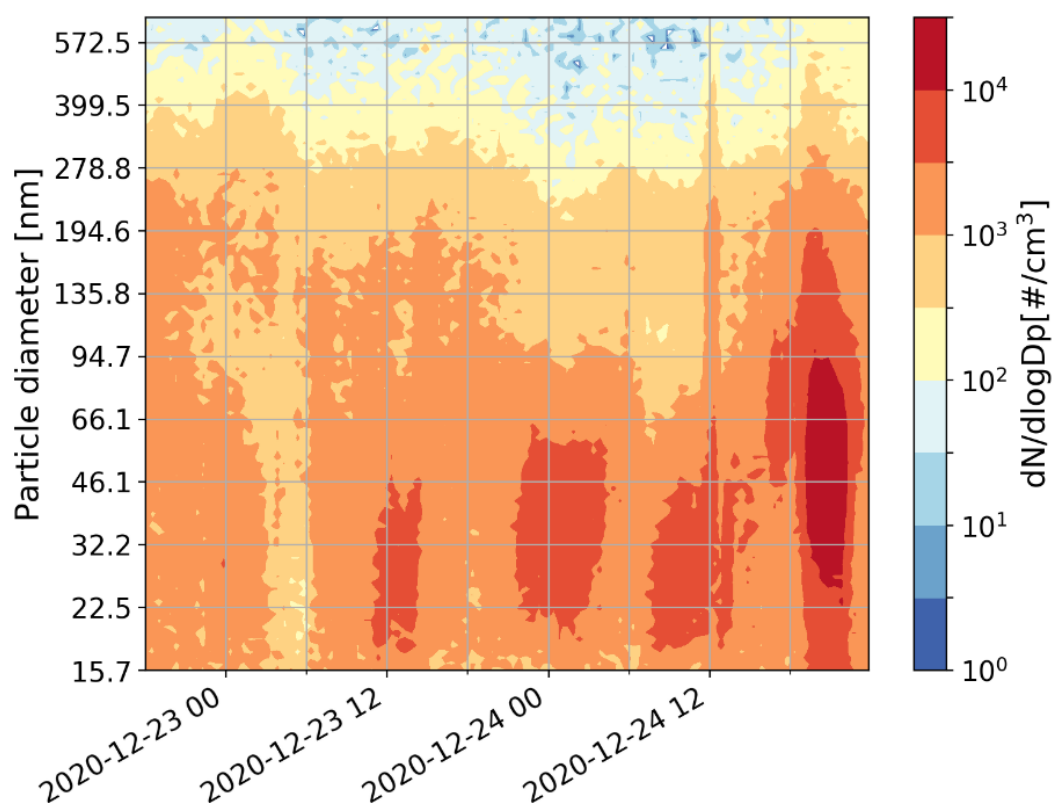
Joonis 27 ACSM, SMPS (15-673 nm) ja Picarro mõõtmistulemustel põhinevad esialgsed korrelatsioonid Märja katselaudas



Joonis 28 ACSM ja Picarro poolt mõõdetud parameetrite esialgsed kvantiilid ning keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused Märja katselaudas



Joonis 29 Keskmise osakeste suurusjaotus kasutades ruumilist- ja numbrilist kontsentratsiooni



Joonis 30 Näide SMPS mõõdetud osakeste numbrilise kontsentratsiooni ajalisest evolutsioonist vahemikus 22.12.2020 18:00 kuni 25.12.2020 00:00

Tegevused 2021 a. :

1. Hoidlate heitkoguste mõõtmised
2. Täpsustatakse võimalusel kliimatiliste tingimuste mõju NH_3 heitele;
3. Hinnatakse NH_3 potentsiaali lokaalsel tasemel sekundaarsete peenosakeste tekkel.
4. Uuritakse, kas kirjandusallikate põhjal on võimalik leida Eesti konteksti sobituvaid PM_{10} (võimalusel ka $\text{PM}_{2,5}$ ja PM_{sum}) eriheidet sigalatele (nuumsead, võõrdepörsad, 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.
5. Eesti lauda- ja sõnnikukäitlustehnoloogiate ning sõnniku laotamise tehnoloogiate uuringu viimistlemine ja uuringus sisalduvate prognooside täpsustamine aastate 2025 ja 2030 kohta. Vastavad muudatused valmivad hiljemalt maiks 2021.



6.2 Kariloomade söödaplaanide uuring (lõpp 2022)

Vastutav täitja. Regina Alber

Kaastäitjad: Allan Kaasik (EMÜ)

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 seeduvused olid 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, seeduvused sai leida vaid munakanadele. Samuti mõjutavad seeduvused õhusaasteainete inventuuri arvutusi. Uuringu tulemused on esitatud eraldi aruandena. Leitud veiste ja sigade seeduvusi saab hakata kasutama KHG inventuuri arvutustes pärast arvutustabelites tehtavaid täpsustusi.

2021 a. tegevused:

1. Kariloomade söödaplaanide uuringu viimistlemine hiljemalt juuni 2021.
2. Kariloomade söödaplaanide uuringu tulemuste sisseviimine KHG inventuuri arvutustesse ja KHG inventuuri arvutusfaili arendamine vastavalt uuringu tulemustele (tegevus jätkub 2022. aastal).



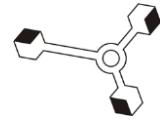
6.3 Biogaasi põllumajanduslikest ressurssidest tootmise KHG heite hindamise mudeli arendamine, algandmete kogumine, riigispetsiifilise eriheite väljatöötamine (lõpp 2023)

Vastutav täitja. Regina Alber

Biogaasist pärit heite arvutusi saaks lähtuvalt hetkevõimalustest läbi viia vaid kasutades IPCC 2019. aasta täiendatud juhendit, millele aga otseselt viidata ei saaks, sest 2019. aasta juhise infot tohib kasutada vaid siis, kui seda suudetakse tõestada riigispetsiifilise meetodina. Riigispetsiifilise meetodina kasutamiseks aga on vaja koguda lisaandmeid käesoleva projekti raames. 2006. aasta IPCC juhendit ei saa kasutada, sest seal puudub piisav info arvutusmetoodika kohta, mida on tunnistanud ka auditid.

3.B Sõnnikukäitluse kategoorias raporteeritakse vaid farmis kohapeal tekkinud heiteid seoses biogaasi tootmisega, aga mitte põletamisel tekkinud heiteid. 3.B sõnnikukäitluse heide koosneb 1) sisendmaterjali hoiustamisest (laudas ja eelhoidlas), 2) kääritusprotsessis toimunud lekkest biogaasijaamas, 3) heitest digestaadihoidlast. 3.D põllumajandusmaade kategooriat aga puudutab heide digestaadi laotamisest. Biogaasi põletamisest tekkivat heidet raporteeritakse energeetika sektori all, see põllumajanduskategooria alla ei kuulu.

Kuna 2019. a IPCC täiendatud juhise kasutamisele üleminek tähendab biogaasi arvutustes Tier 3 metoodikale üleminekut ning hiljem oleks tagasi Tier 2-le üleminek keeruliselt põhjendatav, siis on planeeritud toimuma ka CH₄, N₂O ja NH₃ heite mõõtmised digestaadihoidlatest, käärititest ja vajadusel eelhoidlatest. Reaalses keskkonnas paiknevatest sõnnikukäitlussüsteemidest mõõdetud heited aitavad ka verifitseerida metaani muundumistegurit (MCF). Kuna heite mõõtmine käib pindalaühiku kohta, tuleb koondada eelhoidlate (juhul kui nende heidet mõõdetakse) ja digestaadihoidlate pindalade info, et saada hakata heiteid arvutama Tier 3 metoodika ja pindala kaudu. Eriheide tasuks ka tulevikus (pärast antud projekti lõppu) aeg-ajalt uuendada ehk üle mõõta, et kajastada tehnoloogiate tõttu toimuvaid ajalisi muutusi. Lahendamist vajab küsimus, kas eelhoidlad on toorme suhtes puhtad sõnnikuhoidlad loomaliigi kaupa või tuleb eriheide (EF) mõõta eri loomaliikide sõnniku segust. Eelhoidla EF võib olla tavaline EF, mida kasutatakse tavaliste hoidlate arvutustes; digestaadihoidla EF tuleb kindlasti saada mõõtmiste teel. Gaaside leket kääritist tuleb samuti mõõta. Mõõtmiste puhul tuleb arvestada sesoonsust, minimaalselt on vaja teha mõõtmised talvel ja suvel, aga ideaalis võiks mõõtmised toimuda ka vaheaastaajal (kevad/sügisel), et arvestada temperatuuri mõjuga heitele suuremal määral.



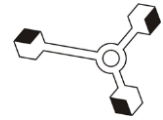
Et kontrollida, kas heite mõõtmiste tulemused on realistlikud, jätta alles võimalus (juhul kui audititele ei sobi Eesti mõõtmised) kasutada ka IPCC 2019 uuendatud juhise Tier 2 metoodikat, kaitsta kasutama hakatavat Tier 3 metoodikat ning suuta näidata seost ka jäätmesektori toormega, siis tuleb koguda ka spetsiifilisemat infot biogaasi tootmise kohta Eestis. Selle oluline alus on koostatav küsimustik biogaasitootjatelt. Juba suletud jaamade tootmise infot tuleb koguda kirjandusallikatest. Esimestele biogaasijaamadele ei saa vanema tehnoloogia tõttu kanda üle ka mõõdetavaid heiteid, seega nendest pärit heite arvutusteks on kirjandusallikate info väga oluline.

Eestis on eksisteerinud KHG inventuuri aruandluse vahemikus (1990-2019) järgnevad põllumajanduslikku tooret kasutanud biogaasijaamad: 1) Linnamäe kolhoosis Läänemaal (Linnamäel) (1987–1995, sealäga), 2) Pärnu Seavabrikus Saugal (1987–1997, sealäga), 3) Saare Economics OÜ Valjalas (2006-2018, sealäga, esimene kaasaegsem tehnoloogia Jööri biogaasijaamas), 4) Aravete Agro (al 2012, veiste vedel- ja tahesõnnik, täiendavad toorained ümberkaudseist põllumajandus- ja toiduainetööstusettevõtetest), 5) Vinni Biogaas OÜ (al 2013, sea- ja veiseläga, tahesõnnik), 6) Oisu Biogaas OÜ (al 2013, veiste vedel- ja tahesõnnik), 7) Tartu Biogaas OÜ (al 2014, sea- ja veise vedelsõnnik, veiste tahesõnnik, muu sõnnik, toiduainetööstuse jääkproduktid, rohtne biomass, silojäägid), 8) Biometaan OÜ Siimani biometaanijaam (al 2018, veiste tahe- ja vedelsõnnik, silo). Eesti Biogaasi Assotsiatsiooni kodulehelt (<http://eestibiogaas.ee/tootmine-ja-kasutamine/>) võib leida praegu eksisteerivate põllumajanduslikel toormetel põhinevad biogaasijaamade loetelu. Täpsemate toormete jaotuste kajastamiseks ajas (arvutuste jaoks) koostatakse küsimustik.

IPCC 2019 uuendatud metoodika järgi tuleb kirjandusallikate ja küsimustikega uurida järgnevat infot.

Biogaasi tootmiseks kasutatud põllumajandusliku toorme kogused, et arvutada proportsioonid toormeliigiti biogaasijaama kaupa. Leitavad toormeliigid on järgnevad:

- Sõnnik
 - 1) sõnniku tüüp ja kogused: veiste ja sigade vedel-/tahesõnniku ja sügavallapanu kogused, linnusõnniku kogused, muude loomade tahesõnniku kogused;
- kaasdigestaadid
 - 2) põllukultuuride jääkide kogused liigiti (siia alla käivad nt söödakultuurid, osade põllukultuuride varred ja lehed);
 - 3) komposti kogused;



- 4) reoveesette kogused;
- 5) muu toorme kogused (täpsustada, mis toormegrupp; nt märgaladel kasvatatavad taimed, toiduainetööstus (sh piima- ja lihatööstused, tapamajad); energiakultuurid, aia- ja pargijäätmed).
 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
 2. Sõnniku hoidlas hoiustamise aeg, tühjendamise sagedus ja tühjendamise kuu
 3. Kas biogaasijaamal on olemas sõnniku eelhoidla? Kui jah, kas õues või laudas (nt sõnnikukelder). (Kui on eelhoidla, saab kasutada IPCC2019 täiustatud juhendi valemit 10.A.9, kui eelhoidla puudub, kasutatakse valemit 10.A.1.)
 4. Milline on eelhoidla katmise viis ja digestaadihoidla katmise viis (valikuvariandid)?
 5. Milline on digestaadihoidla kuivaine sisaldus (vajalik kaudse N₂O heite hindamiseks, mõõtmise?)?
 6. Kui suur on CH₄ toodang?
 7. Kui suur on energia toodang?
 8. Milline on anaeroobsetes kääritites kasutatud kuivaine kogus vastavalt X liiki looma sõnnikus?

NB! Heite arvutustes tuleb põllumajandussektoris vältida topeltarvestust põllukultuuride jääkide põllule jätmisest ja biogaasi tootmiseks minevatest põllukultuuride jääkidest. Samuti tuleb vältida komposti ja reoveesette kasutamise analoogset topeltarvestust. Energiakultuur ≠ põllukultuuride jääk siinses metoodikas.

N₂O heite arvutusteks on vaja leida IPCC juhendi abil arvutuslikul teel kaasdigestaatidega seotud N kogused, sest kaasdigestaadid toovad sõnnikukäitlussüsteemi lisa N-i. Kaasdigestaatide N sisaldus peab tulevikus (siis, kui uus juhend hakkab) olema kooskõlas IPCC 2019 uuendatud juhendi energeetikasektori kaasdigestaatidega Vol. 2. Ch. 2, 2.3.3.4 ja jäätmesektori kaasdigestaatidega Vol. 5. Ch. 2 ja 3, 2.3.2 ja 3.2. Seni tuleb arvestada kooskõla 2006. a IPCC juhendi vastavate sektorite arvutustega.

Lenduvad tahkised (*Volatile solids*, lühendatult VS) on orgaaniline materjal loomasõnnikus, koosneb biolagunevast ja biolagunematust osast. VS on teisisõnu loomast väljaheitena väljutatud mitte



seedunud orgaaniline materjal. Uriin VS hulka ei kuulu. Sõnnikust eristub lenduvaid tahkiseid see, et sõnniku kogusest tuleb maha lahutada uriin ja mineraalne osa. VS ühik on kg kuivainet päevas. IPCC juhendi järgi tuleb arvutusteks saada VS looma massi kohta aastas (loomade liikide lõikes). Teiste riikide KHG inventuuriaruandeid lugedes selgus, et teised riigid ei mõõda ise VS väärtusi vaid kasutavad kas IPCC vaikeväärtusi või leitakse arvutuslikul teel. Seega on kahtluse all, kas Eestil tasub neid ise mõõta, sest võimalik, et kui teised riigid ise ei mõõda, siis on eelretsenseeritud teadusartiklita raske VS mõõtmiste usaldusväärsust Eesti kontekstis tõestada. Pärast Allan Kaasiku 2020. a uuringu “Kariloomade söödaplaanide uuring 1990–2020” valmimist, on olemas ka varasemast parem alus IPCC juhise järgi kaasaegsemateks VS arvutusteks. VS mõõtmisi saaks vastavalt Orhororo *et al.* (2017)⁵ uuringule läbi viia järgnevalt: kuivatatud uuringualune aine – substraat (sõnnik, digestaat) põletada 600°C juures muhvelahjus (laboriahjus). Pärast põletamist jääks alles anorgaaniline aine. VS koguse saaks kätte, kui lahutada kuivatatud substraadi massist põletamisel saadud anorgaaniline mass ja see omakorda jagada algse kuivatatud substraadi massiga.

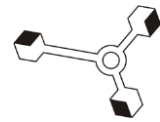
⁵ Allikas: Ejiroghene Kelly Orhororo, Patrick Okechukwu Ebunilo, Godwin Ejuvwedia Sadjere. Experimental Determination of Effect of Total Solid (TS) and Volatile Solid (VS) on Biogas Yield. American Journal of Modern Energy. Vol. 3, No. 6, 2017, pp. 131-135. doi: 10.11648/j.ajme.20170306.13.



6.4 Põllumajanduses kasutatavate anorgaaniliste väetiste algandmete väljaselgitamine (lõpp 2021)

Vastutav täitja. Regina Alber

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 väetiseliiik, 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 1993–2018 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.



6.5 Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest (lõpp 2023)

Vastutav täitja: Cris-Tiina Pärn, Igor Miilvee

Kaastäitjad: Ants-Hannes Viira (EMÜ)

Analüüsitakse Eesti põllumajanduse maakasutuse hetkeseisu (erinevad põhikultuuride (teraviljad, õlikultuurid, rohumaad (püsirohumaad ja muu rohumaad), avamaa köögivilja, ja puuvilja-ja marjaaiad, rühvelkultuurid, proteiinikultuurid (kaunviljad), nende taimekasvatuse toodang tootmismahud hektarid pinnana ja selle osa loomasöödana vastav vajadus loomakasvatusele (maht tonnides), maade paiknemine, sh põllumajandusmaa potentsiaaliga alad).

Analüüsi tulemusena suureneb maakasutusest ja maakasutuse muutusest tulenevate kasvuhoonegaaside heitkoguste prognoosimise võimekus ning samuti toetab koostatav analüüs põllumajanduspoliitika otsustusprotsessi, mis aitab kujundada põllumajandusmaa edasist kasutamist ja toidujulgeoleku tagamist ning vastavate meetmete väljatöötamist.

Analüüs on jaotatud kolme etappi:

I etapp aastal 2020: Töötatakse välja uuringu struktuur ja põhimõtted, sh detailsusaste, stsenaariumite üldkirjeldus, lähteandmete valik, kasutatava eksperthinnangu maht ja muu vajalik. Töötatakse välja 5 alternatiivset põllumajandusliku maakasutuse (haritav maa ja looduslik rohumaad (Maa-ameti andmetel)) tulevikustsenaariumit võimalike muutuste kohta ja analüüsitakse mõjutegureid aastani 2050.

II etapp aastal 2021: Eesti põllumajanduse maakasutuse andmete visualiseerimiseks ja uuringu I etapis välja töötatud 5 alternatiivse põllumajandusliku maakasutuse tulevikustsenaariumile luuakse kaardikihid, kus on toodud põllumajandusmaade ja potentsiaaliga maade paiknemine ning alad, mille võiks metsastada või mis on sobilikud energia tootmiseks.

III etapp aastal 2022: 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 ja looduskeskkonna arengule ning millised on soovituslikud sekkumismeetmed erinevatel stsenaariumitel.



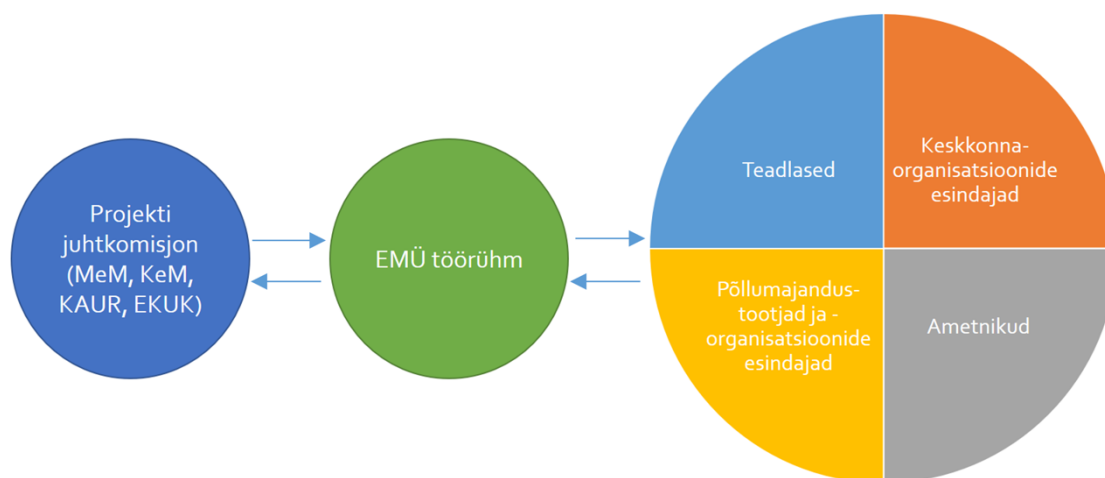
Hanke võitis Eesti Maaülikool, projektijuht on Ants-Hannes Viira, eksperdid on Karin Kauer (põllumajandus ja põllumajanduskeskkond), Indrek Melts (püsirohumaad, elurikkus, biomassi kasutamine), Evelin Jürgenson (maakorraldus), Siim Maasikamäe (maakorraldus, kaardirakendused ja –kihid), Marii Rasva (maakorraldus, põllumajanduslik maakasutus), Jüri Lillemets (sotsiaalmajanduslikud mõjud, põllumajanduspoliitika, andmeteadus), Jelena Ariva (põllumajanduskeskkond, põllumajanduse kliimamõjud, keskkonnaökonomika), Hossein Azadi (põllumajandusliku maakasutuse muutuste globaalsed mõjutegurid).

Põllumajandusliku maakasutuse tulevikustsenaariumide loomisel lähtuti globaalsete sotsiaalmajanduslike (*Global Shared Socio-economic Pathways (SSPs)*) ja Euroopa põllumajanduse sotsiaalmajanduslike stsenaariumite (*Shared Socio-economic Pathways for European agriculture and food system (Eur-Agri-SSPs)*) koostamisel kasutatud metoodikast⁶.

Põllumajandusliku maakasutuse muutus on kompleksne nähtus, mis eeldab koostoitmetega arvestamist. See eeldab stsenaariumide loomise protsessi erinevate valdkondade asjatundjate kaasamist. Mõjutegurite kaardistamisse ja stsenaariumide loomisesse kaasati eksperte kolmest rühmast (Joonis 31):

- 1) uuringu juhtkomisjoni liikmed (kaheksa liiget),
- 2) uuringu töörühma liikmed Eesti Maaülikoolist (üheksa liiget),
- 3) uuringusse kaasatud asjatundjad (64 isikut).

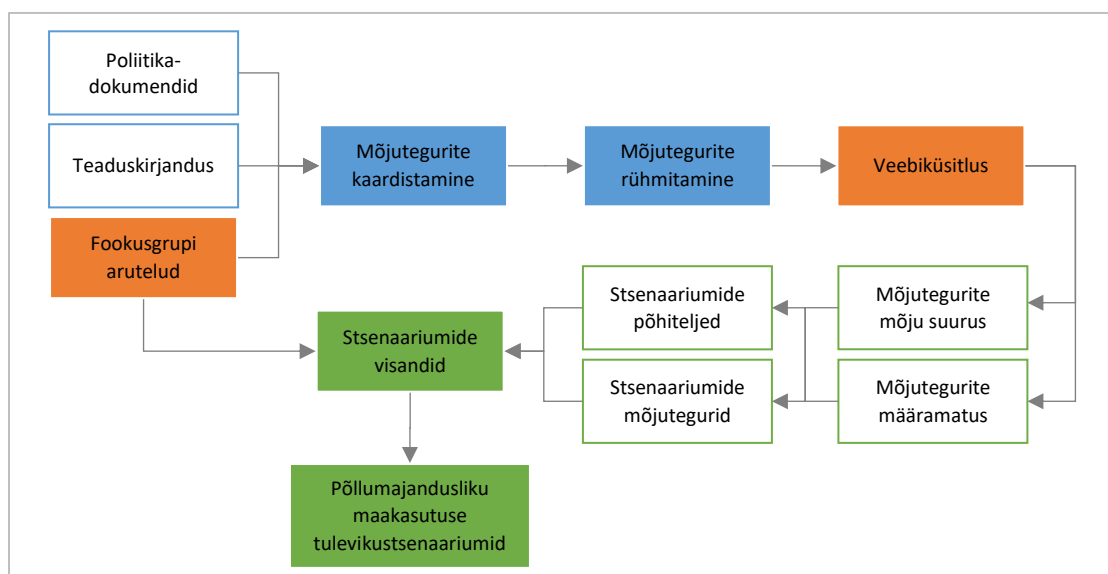
⁶ Riahi jt., 2017; Frame jt., 2018; Mitter jt., 2019



Joonis 31 Uuringusse kaasatud asjatundjate rühmad ja nendevahelised infovood

Uuringu metoodika on kokkuvõtvalt esitatud Joonis 32. Esmalt kaardistati põllumajandusliku maakasutuse muutuse mõjutegurid. Selleks kasutati kolme tüüpi allikaid:

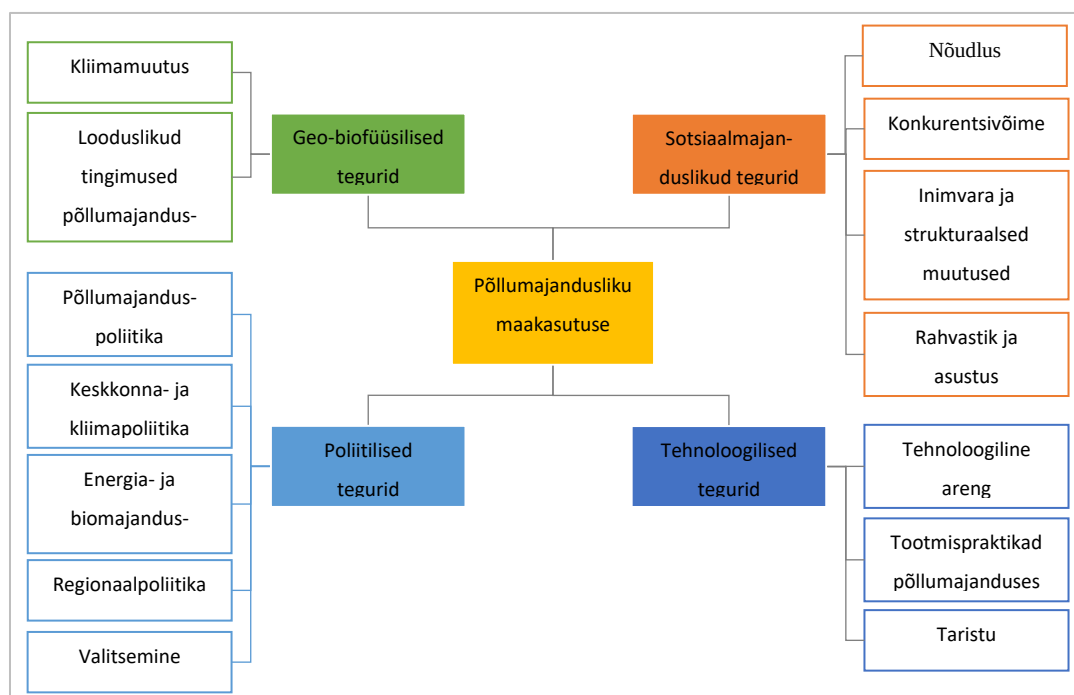
- 1) poliitikadokumendid;
- 2) teaduskirjandus, sh uuringute aruanded ja globaalsete sotsiaalmajanduslike stsenaariumide (Riahi jt., 2017) ja Euroopa põllumajanduse sotsiaalmajanduslike stsenaariumide (Mitter jt., 2019) mõjutegurid;
- 3) tehti kuus fookusgrupi arutelu kutsutud ekspertidega.



Joonis 32 Uuringu metoodika

Uuringu töörühm süstematiseeris kaardistatud mõjutegurid ja jaotas need kategooriatesse. Kokku selekteeriti kaardistamise tulemusena 96 põllumajandusliku maakasutuse mõjutegurit. Mõjutegurite kategooriad jaotati omakorda nelja peamisesse ja 14 alakategooriasse (Joonis 33):

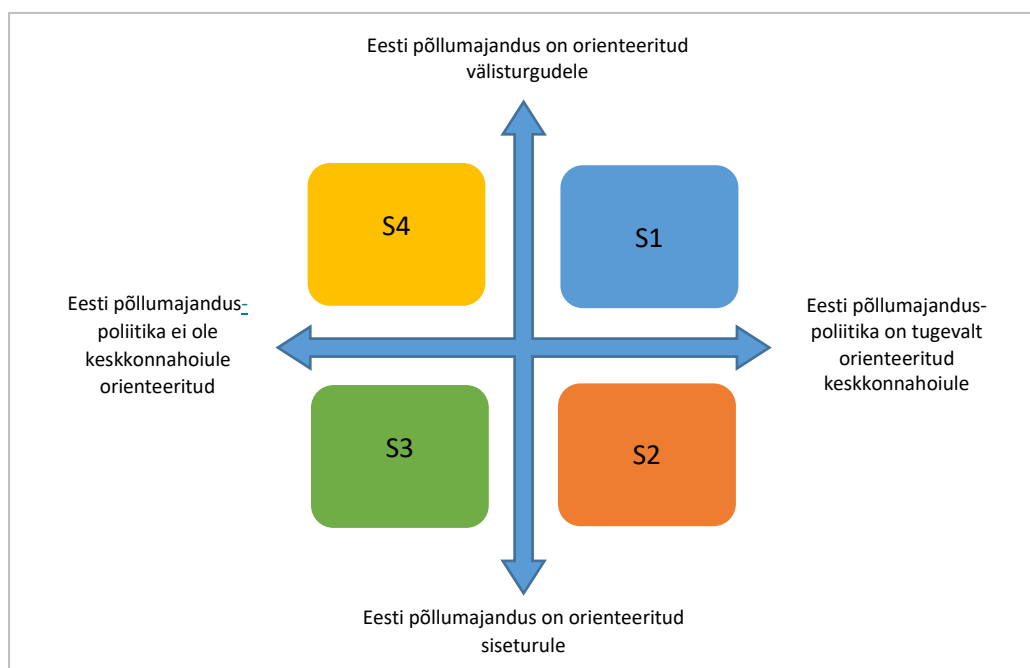
- 1) sotsiaal-majanduslikud;
- 2) geo-biofüüsilised ehk keskkonnavalased;
- 3) tehnoloogilised;
- 4) poliitilised tegurid.



Joonis 33 Mõjutegurite peamised ja alakategooriad

Stsenaariumide loomiseks määratleti esmalt kaks põhitelge. Kuna kõige suurema mõju ja määramatuse skooriga mõjutegurid „poliitiline ja majanduslik stabiilsus maailmas“ ja „välisturgude avatus“ olid omavahel seotud, siis valiti üheks stsenaariumide põhiteljeks „Eesti põllumajanduse orienteeritus siseturule või välisturgudele“ (Joonis 34). Järgmine suurima mõju ja määramatuse skooriga mõjutegur oli „Eesti põllumajanduspoliitika eesmärgid“. Lähtuvalt EL rohelepp, Talust toidulauale strateegia ja Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava 2030 põhisuundadest on järgnevate aastate peamiseks mõjutajaks nn rohepööre, siis valiti stsenaariumide teiseks põhiteljeks „Eesti põllumajanduspoliitika orienteeritus keskkonnahoidlikule põllumajandustootmisele“.

Kokku loodi uuringu I etapis viis põllumajandusliku maakasutuse tulevikustsenaariumi. Nn põhistsenaarium (*business as usual* ehk *BAU*) lähtub põllumajandusliku maakasutuse ning põllumajandus- ja keskkonnapoliitika praegustest suundumustest. Alternatiivsed stsenaariumid kirjeldavad olukorda, kui Eesti põllumajandustootmine on praegusega võrreldes kas rohkem välisturgudele või siseturule orienteeritud, ning Eesti põllumajanduspoliitika on praeguste suundumustega võrreldes rohkem või vähem keskkonnohiole orienteeritud. Seetõttu kirjeldavad alternatiivsed stsenaariumid mingis mõttes võrreldes praeguste suundumustega äärmuslikke suundumusi.



Joonis 34 Stsenaariumide põhiteljed



7 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.



8 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.*

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, road construction, 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.*

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.*

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*.

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*.

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*.

TTÜ. 2015. *Uued viisid bituumensideainete kvaliteedimaduste 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.*



9 Lisad

Lisa 1 Tööstusprotsesside (IPPU) sektori kaubanduse ja tööstusliku külmutuse määramatuste vähendamise ning sõidukite (väljaarvatud sõiduautode) ja liikurmasinate määramatuste haldamise metoodika

Kaubanduse ja tööstuse külmutuse kategooriate jaoks paremate andmete saamiseks küsitleti 19 suurema klientuuriga hooldefirmat. Andmed esitasid 15 firmat, kelle klientide seadmete F-gaaside kogused katavad ca 80% teadaolevatest. Ülejäänud 20% teadaolevate F-gaasidega seadmete puhul kasutati eelmise aasta andmeid, sest need olid parimad võimalikud andmed. Eriheite arvutusse eelmise aasta andmeid ei kaasatud.

Hooldefirmadele saadeti küsitlused firma klientide FOKA registrisse registreeritud (5 CO₂ ekv tonni ja suurema F-gaaside täitekogusega) seadmete nimekirjaga ja küsiti nimekirja parandamist/kinnitamist ning 2019.a paigaldatud uute seadmete, olemasolevatesse seadmetesse lisatud ainete ja mahakantud seadmetes olnud ainete koguseid. Firmed täiendasid ankeete kaasajastatud andmetetega, mida erinevatel põhjustel polnud FOKA-sse kantud.

Kaubanduse külmutuse andmete parendamiseks kõigepealt võeti arvesse kõik hooldefirmadelt teadasaadud seadmete andmed, vastamata ankeetide puhul eelmiste aastate andmed. Seejärel võrreldi kauplusekettide kodulehtedelt kaupluste arvu teadaolevatega ja puuduolevate kaupluste F-gaaside kohta tehti hinnang. Puuduolevate kaupluste kohta tehtud hinnang on peamine määramatuse allikas, ja samuti mahakantud seadmete määramatus.

Kaubanduse külmutuse kategooria F-gaasidest paar protsenti moodustavad suurröökide, toidlustusasutuste, müügiautomaatide ja joogikülmikute väga väikese F-gaaside kogusega seadmed. Müügiautomaatide ja joogikülmikute eriheite on üliväike - 1,5% olemasolevast kogusest. Selles kategoorias koguti uusi andmeid ja tehti parandused, aga summaarse määramatuse arvutusse selle kategooria andmed ei läinud heiteide üliväikese osakaalu tõttu.

Määramatus tugines varam eksperthinnangul, kuid nüüd see arvutati vastavalt IPCC 2006 metoodikale.

Tööstuse külmutuse andmete parendamiseks kõigepealt võeti arvesse kõik hooldefirmadelt teadasaadud andmed, vastamata ankeetide puhul eelmiste aastate andmed, seejärel hinnati toiduainetööstustes mitte teadaolevate seadmete F-gaaside kogust kasutades VTA teavitatud ettevõtete andmebaasis olevate ettevõtete andmeid. Siis hinnati muudes tööstustes mitte



teadaolevate F-gaaside kogust. Mitte teadaolevate F-gaaside hinnang on peamine määramatuse allikas, ja samuti mahakantud seadmete määramatus.

Hooldefirmad, kes andsid andmed 2.F.1.a ja c jaoks:

Kaupluste ja tööstuse seadmete kohta: Sisustaja OÜ, Refteh OÜ, Sisustusekspert AS, Cooltec OÜ, BalticMaster OÜ, Kitman Thulema AS, Külminaator OÜ, Kryos AS, Curo Viljandi OÜ, Eliver OÜ, Külmateenuste OÜ, ICP Solutions OÜ, Merineitsi OÜ ning köögiseadmete ja joogikappide osas Metos AS ja Coca-Cola HBC Eesti AS. Nende firmade vastustest saadi nii tegevusandmed kui ka andmed eriheitei arvutusteks. Küsitleti, aga vastuseid ei andnud: Külmaline OÜ, Karno TÜ, Külma ja Kliima OÜ, OG Elektra AS, Farwelli kaubanduse OÜ. Viimaste puhul kasutati eelmiste aastate tegevusandmeid ja eriheitei arvestusse ei läinud need üldse.

Määramatus tugines varam eksperthinnangul, kuid nüüd see arvutati vastavalt IPCC 2006 metoodikale.

2.F.1.e kategoorias busside, veoautode, traktorite ja liikurmasinate puhul on Eesti KHG inventuuris varem kasutanud enamjaolt Saksamaa andmeid (HFC-134a-ga kliimaseadmega varustatuse % ja keskmisi seadmete täitekoguseid), mida aeg-ajalt valideeritakse erinevate Eesti riigispetsiifiliste andmetega. 2019.a kohta püüti koguda inventuuris kasutatavad Eesti-spetsiifilised andmed, samal ajal tagades määramatuse jäämise samale tasemele.

Saksa andmetega võrdlemiseks küsiti 2019.a liiklusregistris registreeritud sõidukite kliimaseadmetega varustatuse % ja kliimaseadme keskmist HFC-134a täitekogust liiklusregistris 2019.a registreeritud sõidukimarkide maaletoojatelt. Busside kohta küsiti andmeid firmadelt: Scania Eesti AS, Taisto AS, Silberauto AS, Bussiremont OÜ, Balti Bussi Grupp AS, Iv Pluss AS. Saadi 4 vastust.

Traktorite ja põllutöömashinade kohta küsiti andmeid firmadelt: AS Intrac Eesti, Stokker AS, Swecon AS, Tatoli AS, Avesco AS. Saadi 3 vastust.

Veoautode andmeid küsiti järgmistelt firmadelt: Volvo Estonia OÜ, Keil M.A. OÜ, Truck Trading Estonia OÜ, Silberauto AS, Iv Pluss AS. Saadi 3 vastust.

Nende sõidukikategooriate puhul, kus andmed saadi enamiku liiklusregistris registreeritud sõidukite ja masinate kohta, võeti kasutusele Eesti andmed. Teistes kategooriates kasutati edasi Saksa andmeid, sest niimoodi ei suurenenud määramatused.



Lisa 2 Käitiste üldandmed ja põletusseadmete andmed mõõtmiste ajal

Tabel 35 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 36 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~55%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~150 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

**Tabel 37 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	~58%
Temperatuur koldes	Ei ole teada
Temperatuur pärast katelt	Suitsugaasid ~150 °C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

**Tabel 38 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 39 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	hakkepuut
Kütuse kütteväärtus	Ei tea
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Keskmine koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	1,125-1,875 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Tsüklon
Kas püüdeseadet 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 40 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	hakkepuut
Kütuse kütteväärtus	Ei tea
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Keskmine koormus
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	0,851 MW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Tsüklon
Kas püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	50%
Temperatuur koldes	Ei saa mõõta
Temperatuur pärast katelt	167
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

**Tabel 41 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 42 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	töötas
Katlaseadme koormus*	
Temperatuur koldes	960
Temperatuur pärast katelt	160
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

**Tabel 43 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	-
Katlaseadme koormus*	72%
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	-
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

**Tabel 44** **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 45 **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 püüdeseadet 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 46** 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 püüdeseadet 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 47 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 48 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 hõõvellaast
Kütuse kütteväärtus	-
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Käevitus režiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	Max 1000kw
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Multitsüklon
Kas püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	Max
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	-
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

**Tabel 49 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 50 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/m ³
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Suvine
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	330KW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus*	30%
Temperatuur koldes	87 C
Temperatuur pärast katelt	
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

**Tabel 51** 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/m ³
Seadme režiim mõõtmiste ajal	Suvine
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	330KW
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Ei
Katlaseadme koormus*	30%
Temperatuur koldes	87 C
Temperatuur pärast katelt	
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)**	
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	
Lisainfo	

**Tabel 52 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 53 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	8MW
Temperatuur koldes	1050
Temperatuur pärast katelt	164
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

**Tabel 54** 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus*	4,7 MW (+/- 0,3)
Temperatuur koldes	1000
Temperatuur pärast katelt	150
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	-

**Tabel 55 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 56 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	töörežiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseadet 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 57 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	töörežiim
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	-
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	Ei ole
Kas püüdeseadet 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 58 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 59 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/m ³) keskmine
Seadme režiim mõõtmiste ajal	85% tehase max võimsusest
Soojusvõimsus mõõtmiste ajal	80%
Rakendatavad heite vähendamise meetmed	puuduvad
Kas püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Kottfilter
Katlaseadme koormus*	70-85%
Lisainfo	
Temperatuur koldes	
Temperatuur pärast katelt	88C
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)	5702,68m ³ mõõtmise tööpäeval
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	

**Tabel 60 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 61 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	-
Lisainfo	-
Temperatuur koldes	-
Temperatuur pärast katelt	103
Kütusekulu (vedel- ja gaasiline kütus)	8,2
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-

**Tabel 62 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 63 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	Jah
Katlaseadme koormus*	95-100%
Temperatuur koldes	995 °C
Temperatuur pärast katelt	307°C
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-
Lisainfo	

**Tabel 64 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 65 Jäätmepõletusploki parameetrid mõõtmiste ajal

Andmed põletusseadme kohta	
Heiteallika nimetus	koldetuhk
Heiteallika tüüp	koldetuhk
Soojussisendile vastav nimisoojusvõimsus	80 MW
Lisainfo	jäätmepõletusplakk
Andmed põletusseadme töörežiimi kohta mõõtmiste ajal	
Mõõtmiste ajal kasutatud kütuse liik	segaolmejäätmel
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 püüdeseadet töötab mõõtmiste ajal	töötab pidevalt
Katlaseadme koormus*	ca 80 MW
Temperatuur koldes	ca 950 C°
Temperatuur pärast katelt	ca 140 C°
Põlemisgaaside kondensaatori võimsus	-//-
Lisainfo	Vt. lisatud aruanne

**Tabel 66 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 67 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 püüdeseadet töötas mõõtmiste ajal	jah
Katlaseadme koormus	0 % 82 % %
Lisainfo	töötas üks katel WA02

**Tabel 68 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		hakkepuut
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:		-