



# Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluste analüüs

Riigihanke viitenumber: 204858

Siim Meeliste

Lauri Tammiste

Olavi Grünvald

Kerli Kirsimaa

Karina Suik

Madis Org





Tellijä: Riigikantselei  
Riigihanke viitenumber: 204858

September 2019

Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn)  
Finantsakadeemia OÜ  
Siim Meeliste  
Lauri Tammiste  
Olavi Grünvald  
Kerli Kirsimaa  
Karina Suik  
Madis Org

Küljendanud Epp Leesik  
Foto Shutterstock

ISBN: 978-9949-9656-4-9

Käesolev uuring viidi läbi Riigikantselei strateegiabüroo tellimisel ja seda rahastatakse ühtekuuluvusfondide 2014-2020 rakenduskava prioriteetse suuna 12 „Haldusvõimekus“ meetmest 12.2 „Poliitikakujundamise kvaliteedi arendamine“. Projekti algataja ja koostööpartner on Keskkonnaministeerium.

# Sisukord

<b>Lühikokkuvõte</b>	<b>6</b>
Uuringu peamised järeldused	6
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>Sissejuhatus</b>	<b>10</b>
<b>Kasvuhoonegaaside heitkoguste hetkeolukord Eestis</b>	<b>11</b>
<b>Analüüsi metoodika</b>	<b>12</b>
Meetmete nimekirja koostamine ning kirjeldamise üldpõhimõtted	12
KHG heite vähenemise ja marginaalkulu arvutamise aluspõhimõtted	14
Finants- ja sotsiaal-majanduslike mõjude hindamise metoodika	14
<b>Võimalik kliimaneutraalsuse stsenaarium</b>	<b>16</b>
Investeeringute mõju KHG heite vähenemisele	19
Investeeringute maht ja jaotus	23
Investeeringute sotsiaalmajanduslik mõju	24
Meetmete kumuleeritud mõju hindamine vahemikus 2020-2050	26
<b>Sektorite detailsem analüüs ja meetmed</b>	<b>27</b>
<b>Hoonetega seotud meetmed</b>	<b>27</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused hoonetesektori meetmete rakendamisel	28
Täiendavad uuringuvajadused	29
Hoon01: Hoolekandeaasutuste rekonstrueerimine	30
Hoon02: Lasteaiahoonete rekonstrueerimine	31
Hoon03: Väikeelamute rekonstrueerimine	32
Hoon04: Korterelamute rekonstrueerimine	33
Hoon05: Koolimajade rekonstrueerimine	34
Hoon06: Büroohoonete rekonstrueerimine	35
Hoon07: KHG heite vähendamine Kaitseministeeriumi haldusalas	37
Hoon08: Kaubandus-teenindus ettevõtete hoonete rekonstrueerimine	37
Hoon09: Tööstushoonete rekonstrueerimine (ilma protsesside energiatarbimiseta)	38
<b>Energiakandjatega seotud meetmed</b>	<b>40</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused energeetikasektori meetmete rakendamisel	42
Eelrafineerimistehase ja põlevkiviõli tehase rajamine	42
Täiendavad uuringuvajadused	43
En01: Päikeseenergia osakaalu suurendamine elektritootmises	43
En02: Meretuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises	45
En03: Maismaatuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises	46
En04: Hüdropumpjaamad	47
En05: Bioloogilistest materjalidest toodetud biometaaniga osakaalu suurendamine transpordisektori gaasitarbimises	49
En06: Kaugküttetorustiku renoveerimine	50
En07: Kaugküttekatelde renoveerimine ja kütuse vahetus	52

En08: Soojuspumpade paigaldamine	53
En09: Sooja tarbevee tootmine kaugküttest (elektriboilerite asemel)	55
En10: Lokaalsete küttelehenduste ehitamine kaugküttelehenduse asemel	55
En11: Väikeste moodulreaktorite rajamine	56
En12: Põllumajandusmasinates alternatiivkütuste kasutamine	58
En13: Kaugjahutus	59
En14: LED tänavavalgustus	60
En15: Vesinikutootmine (10% tänasest maagaasi võrgu mahust)	62
En16: Põlevkiviõli tootmismahu suurendamine	62
En17: Eelrafineerimistehase rajamine	63
En18: Tsemenditööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine	63
En19: Lubjatööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine	65
CC01: Tööstusettevõtete jääkgaaside toodetena ringlusse võtmine ( <i>carbon capture and utilisation</i> )	66
<b>Tööstus</b>	<b>67</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused tööstussektori meetmete rakendamisel	68
Täiendavad uuringuvajadused	68
Ind01: Fluoritud KHG-de määruses (EL) nr 517/2014 ja mootorsõidukite kliimaseadmetest pärinevate heitkoguste direktiivis 2006/40/EÜ kehtestatud keeldude ja kohustuste rakendamine	68
<b>LULUCF</b>	<b>69</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused LULUCF sektori meetmete rakendamisel	70
Täiendavad uuringuvajadused	70
LULUCF01: Metsastamine	70
Raiemahtude optimeerimine	71
LULUCF02: Turvasmuldade viimine looduslikuks rohumaaks	72
<b>Liikuvus ja transport</b>	<b>73</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused transpordisektori meetmete rakendamisel	74
Täiendavad uuringuvajadused	74
Trans01: Surugaasiautode kasutuselevõtt	75
Trans02: Elektriautode kasutuselevõtt	76
Trans03: Raudtee elektrifitseerimine	77
Trans04: Kaubavahetuse suunamine maanteelt raudteele	78
Trans05: Elroni elektrirongide soetamine	79
Trans06: Tallinna trammiliikluse arendamine	80
Trans07: Rail Baltica (RB) kohalikud peatused	81
Trans08: Ühistranspordiradade arendamine	82
Trans09: Rail Baltic (RB)	83
Trans10: Elektribussid	84
Trans11: Surugaasibusside kasutuselevõtt	85
Trans12: Vesinikusõidukid	87
Trans13: Rattataristu linnades (koos kergliiklustunnelitega)	88
Trans14: Tartu trammiliikluse arendamine	89
Trans15: Praamiliikluse elektrifitseerimine	90

<b>Põllumajandus</b>	<b>90</b>
Peamised riskid, võimalused, eeldused põllumajandussektori meetmete rakendamisel	91
Täiendavad uuringuvajadused	91
Agri01: Sõnnikukäitlemise parendamine	92
Agri02: Happeliste muldade neutraliseerimine	93
Agri03: Täppisväetamise seadmete ostutoetus	95
Agri04: Investeeringud kasvuhoonete ja köögiviljade laohoonete energiasäästu ja taastuenergia kasutuselevõtuks	96
Agri05: Auditid suuremates põllumajandusettevõtetes	97
Agri06: Alternatiivkütusel põllumajandusmasinad	97
Agri07: Rohumaal karjatamise osakaalu kasv	98
Agri08: Sööda kvaliteedi parandamine piimalehmadel	99
Agri09: Talvine taimkate	100
Agri10: Otsekülv	101
<b>Muud toetavad meetmed (arvutustest väljas, aga olulised)</b>	<b>102</b>
Energiatarbimise juhtimine	102
Nutikad kaugkütte ja –jahutusvõrgud (digitaliseerimine)	102
Keskkonnahoidliku majandamise toetamine	102
<b>Teadus- ja arendustegevused</b>	<b>103</b>
Energiamaajanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm	103
Võimalikud rohetehnoloogia innovatsiooni pilootprojektid	103
Võimalikud demonstratsiooniprojektid ühistranspordis	103
Investeeringud majandustegevuse mitmekesistamiseks maapiirkonnas mittepõllumajandusliku tegevuse suunas	104
Mugava ja moodsa ühistranspordi arendamine+	104
Riigihangete keskkonnasõbralikkuse nõuded	104
<b>Viited</b>	<b>105</b>
<b>Lisa 1. Arvutusmodeli funktsionaalsuse kirjeldus</b>	<b>107</b>
<b>Annex II. Climate neutrality scenario</b>	<b>108</b>

## Lühikokkuvõte

### Uuringu peamised järeldused

**Kliimaneutraalse Eestini** (kus inimtekkeliste kasvuhoonegaaside heide on tasakaalus sidumisega) jõudmine aastaks 2050 on kõigi valdkondade (nii era-, avaliku kui mittetulundussektori) panustamisel tehniliselt (ehk analüüsitud meetmete laiaulatusliku rakendamise korral) **võimalik ning strateegiliselt tarkade investeeringute korral potentsiaalselt pikaajaliselt tulutoov.**

**Mida kaugemale lükata strateegiliselt olulised otsused ning meetmete rakendamisega alustamine, seda keerukamaks ja kallimaks kliimaneutraalsuse eesmärgi ja üldse kasvuhoonegaaside (KHG) heite ulatusliku vähendamise saavutamine kujuneb.** Kliimaneutraalsuse eesmärgi poole liikumine eeldab palju kiiremat ja ulatuslikumat investeerimist energiatõhususse ja taastuvenergia kasutuselevõttu, kuna tänaste meetmete ja tempoga jätkates oleks KHG heide aastal 2050 märksa kõrgem võrreldes null netoheite stsenaariumiga.

**Analüüsis hõlmatud tegevuste avaliku ja erasektori rakendamise investeeringute maht on täna kättesaadavate andmete põhjal ning uuringus võetud eeldustest lähtudes arvatuna aastatel 2021-2050 suurusjärgus ca 17,3 miljardit eurot.** Selle mahu eelduseks on ca 85% analüüsitud meetmete täiemahuline rakendamine ning ülejäänud 15% meetmete osaline või üldse mitte rakendamine. **Väga oluliselt mõjutab investeeringute mahtu kliimaneutraalsuse stsenaariumi aluseks olnud eeldus, et ka aastal 2050 suudab Eesti tagada suurema osa nõudlusest kodumaise energiatootmisega.** Kui eeldada suuremahulist elektrienergia importi, siis väheneks investeeinguvajaduse maht ca 30-50%. Kliimaneutraalsuse stsenaariumi maksumus ei ole täiendav investeeringumaht võrreldes seni eesmärgiks olnud 80% heite vähendamisega. Tuleb arvestada, et 30-aastase vahemiku kestel muutub nii tehnoloogiate maksumus kui muud olulised näitajad, seega on tegu indikatiivse hinnanguga, mida tuleb edaspidi uuendada.

**Eesmärgi saavutamiseks on vajalik panustada nii era- kui ka avalikul sektoril, sh kõikidel ministeeriumidel, KOV-idel, valdkondadel ja kõigil füüsilistel ning juriidilistel isikutel** ning eeldab muutusi nii tootmise kui ka tarbimise poolel. Kokku investeeritaks prognoosi kohaselt analüüsitud tegevustesse 17,3 miljardit eurot, millest enamiku moodustavad erasektori investeeringud mahus ca 13,1 miljardit eurot. Avaliku sektori organisatsioonide finantseeritud tegevuste mahuks (mis sisaldavad nii avalike sektori enda investeeringuid kui ka toetusi) on ligikaudu 4,2 miljardit eurot. **Need iga-aastased investeeringud moodustaksid suhtena SKP-sse järgmisel kümnendil ca 4%, 2031-2040 ca 2% ja 2041-2050 vähem kui 1%.** Kuigi mitmed meetmed looksid rakendamisel majanduslikku säästu, ei tähenda see, et automaatselt täna seda potentsiaali ära kasutatakse. Sageli on vaja selleks kõrvaldada regulatiivsed tõkked, luua soosiv investeerimisraamistik, tõsta teadlikkust jmt.

**Eesmärgi saavutamine loob meetmete elluviimise ajal töökohtade loomise kõrval pikemas perspektiivis võimaluse restruktureerida ja parandada majanduse konkurentsivõimet** ning olla paremini valmis tulevikuarenguteks. **Strateegilised investeeringud järgmisel kümnendil toetavad innovatsiooni ja uute, kõrge lisandväärtusega töökohtade loomist madala süsinikumahukusega sektorites.** Panustades inimkapitali arendamisse on võimalik ennetada tehnilise pädevuse pudelikaelade (vajalike spetsialistide puudus) tekkimist. Muutused majanduse struktuuris on loomulik protsess, mida väljapakutud (ja muude toetavate) meetmetega on võimalik kujundada selliselt, et protsess omab pikaajalises vaates positiivset mõju nii otseses tulu-kulu arvestuses, mõjus SKP-le kui ka mõjus tööhõivele. Arvutused näitasid, et **meetmete elutsükli põhine kaalutud keskmine marginaalkulu** (CO<sub>2</sub> heite ekvivalent-tonni vähenemine jagatud netokuluga) **on negatiivne, st et tulud (säästud) ületavad lisandunud kulusid.** Samas näitas meetmete otsekulude arvestus omakorda, et perioodi (2021-2050) esimesel kümnendil on investeerimisfaasi tõttu (rahavoolised) kulud suuremad kui tulud, kuid see muutub järgnevatel kümnenditel (kui meetmete tegevustulud hakkavad kokkuvõttes ületavama tegevuskulusid ja investeeringuid), nii et kogumõjus on tulud suuremad kui kulud.

**Eeldatavalt ei ole KHG heite täiesti nullini viimine võimalik (nt põllumajanduses, transpordis, tööstuses).** Seetõttu on kliimaneutraalsuse eelduseks heidet siduv LULUCF sektor või CCS/CCU kasutuselevõtt. **Neid eeldusi täitmata ei mahu põlevkivisektor aastal 2050 pildile.** Täiendavad õlitootmis- ja eelrafineerimistehaste rajamine vähendab lühemas perspektiivis küll põlevkivi kasutusest tulenevat KHG heidet võrreldes tänase elektritootmisega ning leevendab töökohtade kadumist, ent pikas perspektiivis suurendavad nad oma lisanduvate heitkogustega olulisel määral kliimaneutraalsuseni mitte-jõudmise riski. Samuti oleksid need investeeringud kõrge regulatiivse (nt täiendavad, senisest rangemad EL/globaalsed piirangud fossiilkütuste tootmisele) ja majandusliku riskiga (CO<sub>2</sub> hinna järsk tõus, alternatiivkütuste turu prognoositust kiirem areng jmt) ning tooks kaasa olulises mahus heidete eksporti, mis ei ole kooskõlas globaalse kliimapolitika sisuliste eesmärkidega.

**Perioodil 2021-2030 tuleb fookuseerida kiire võiduga ehk suure heitkoguste vähendamise potentsiaaliga, kuluefektiivsematele meetmetele võtmevaldkondades.** Kõige olulisem on 1) kiirendada märgatavalt investeringuid energiatõhususse nii hoonete, transpordi kui ka tööstuse osas, kuna need tehtud meetmed toovad pikemaajaks perioodiks mitte üksnes KHG heite vähendamise, vaid ka rahalise sääste ning samuti vähendavad vajadust investeerida uutesse energiatootmisvõimsustesse 2) Viia elektri- ja soojatootmine olulises mahus üle taastuvatele energiaallikatele ning märgatavalt kasvatada väikese KHG heitega/kliimaneutraalsete energiakandjate osakaalu transpordis. 3) metsanduse arengukava koostamise raames leppida kokku riiklik eesmärk LULUCF sektori süsiniku sidumise osas ning kavandada ja viia ellu konkreetsete meetmed, mis selle eesmärgi saavutamist toetaksid.

**Eeldusel, et lähi kümnendil (2021-2030) suure heitkoguste vähendamise mõjuga ja tulevikku suunatud meetmeid piisavas mahus ellu viiakse** ja järgmisi ette valmistatakse, **ei ole hädavajalik** ning isegi otstarbekas **kõiki 2031-2050 perioodi otsuseid teha tänase teadmise pinnalt**, vaid kõigepealt tuleks kokku leppida võtmetegevused aastani 2030, nende elluviimise edukust regulaarselt hinnata ning ülejäänud meetmete rakendamise ulatuse ja vajalikkuse kohta saab teha otsuseid hiljem jooksvalt, võttes arvesse selleks ajaks toimunud tehnoloogilisi arenguid, regulatsiooni ja asjakohaseid turutingimusi.

**Iga ministeerium/valdkond peaks koostöös oma partneritega läbi arutama ja kokku leppima teekaardi peamiste tegevustega, mida tehakse kliimaneutraalsuse saavutamisele kaasa aitamiseks.** Neid teekaarte tuleks edaspidi otsustusprotsessides arvestada ja ellu viia ning üleüldist progressi regulaarselt jälgida selleks loodud VV kliima- ja energiakomisjonis. Praegu on piisavalt teadmist tegevusteks, mis toovad kohese kasu ja pikaajalise mõju (nt hoonete rekonstrueerimine).

## Summary

**Reaching climate neutrality in Estonia** (where anthropogenic greenhouse gas emissions are in balance with their binding) with the help of all the sectors (private, public and non-profit) by 2050, is technically **possible** (that is with the widespread implementation of the analyzed measures) and **potentially profitable with the strategically wise investments for all the sectors in long-term**.

**The longer we delay with the strategically important decisions and the implementation of measures, the more complex and costly will be the achievement of becoming climate neutral** and the target of reducing greenhouse gas (GHG) emissions in general. Moving towards the goal of climate neutrality requires a much faster and broader investments in energy efficiency and the use of renewable energy, as the measures and speed of implementation that we have today, would result in significantly higher GHG emissions in 2050 compared to the net zero emissions scenario.

**Based on the data available today** and on the assumptions of this study **the public and private investment volume for the implementation of the measures covered by this analysis is approximately 17.3 billion EUR for the period of 2021-2050**. The prerequisite for this investment volume is that 85% of the measures analyzed in this report will be fully implemented and the remaining 15% will be implemented partially or not at all. **The volume of investments is highly dependent on the key assumption of the climate neutrality scenario that was built in this study, that assumed Estonia to meet most of its energy demand with the domestic energy production also in 2050**. Assuming a large-scale import of electricity, the needs for the volume of investments would decrease by about 30-50%. The cost of the climate neutrality scenario is not an additional investment compared to the 80% reduction target that Estonia has already adopted so far. It must be considered that over the 30-year period the costs of the technologies and other relevant parameters will change, so this investment volume is an indicative estimate that needs to be updated in the future.

**In order to achieve this goal, it is necessary that all the stakeholders contribute, both the private and public sectors, including all ministries, local governments, citizens and companies**, and a change both in production and consumption sector is required. From the total amount of 17.3 billion EUR that is expected to be invested in the analyzed measures, the main share in the amount of 13.1 billion EUR falls to the private sector. Activities funded by the public sector organizations (which include both public sector own investments and grants) amounts to approximately 4.2 billion €. **These annual investments would account for about 4% of GDP in the next decade, about 2% between 2031-2040 and less than 1% between 2041-2050**. Although several measures, if being implemented, would generate economic savings, it does not mean that this potential is being tapped into and utilised today. It often requires removing regulatory barriers, creating a favorable investment framework, raising awareness, and so on.

**Achieving this objective during the implementation of the measures, will in the long-term provide an opportunity (in addition to job creation) to restructure and improve the competitiveness of the economy** and to be better prepared for the future developments. **Strategic investments in the next decade will support innovation and the creation of new high-value-added jobs in low-carbon sectors**. By investing in the development of human capital, it is possible to prevent the lack of technical competence (absence of necessary specialists). Changes in the structure of the economy is a natural process that can be designed by the proposed (and other supporting) measures in such a way that the process has a positive long-term impact on direct cost-benefit accounting, on GDP and on employment. Calculations showed **that the lifecycle weighted average marginal cost of the measures** (reduction of CO<sub>2</sub> ton equivalent divided by net cost) **is negative, meaning that the revenues (savings) outweigh the additional costs**. However, the calculation of direct costs of measures showed that on first decade of the period (2021-2050) the costs (cash flow related) outweigh the revenues due to the investment phase, yet this will change during the subsequent decades (when the operating income of the measures starts to outweigh the operating costs and investments), so all in all the revenues are higher than the costs.

**Presumably the reduction of GHG emissions to zero is not entirely possible (for example in sectors such as agriculture, transport, industry)**. Therefore, **the precondition for achieving the climate neutrality is the LULUCF sector contributing with CO<sub>2</sub> removal or the deployment of CCS / CCU technologies**. **Without fulfilling these preconditions, the oil shale sector does not fit in the 2050 picture**. The construction of additional oil production and refining plants will in the short term reduce oil shale GHG emissions compared



to today's power generation and mitigate job losses, but in the long term will significantly increase the risk of not reaching climate neutrality with their additional emissions. These investments would also be subject to high regulatory (e.g. additional, stricter EU/global restrictions on fossil fuel production) and economic risks (rapid rise in CO<sub>2</sub> prices, faster than expected development of alternative fuels market, etc.) and would lead to significant export of emissions that are inconsistent with global climate policy goals.

**During the period of 2021-2030 we need to focus more on the cost-effective measures in key sectors that have high emission reduction potential.** Most importantly we need to 1) significantly accelerate investments in the energy efficiency of buildings, transport and industry, as in the long term these measures will not only lead to the reduced GHG emissions but also financial savings and reduce the need to invest in new energy generation capacities 2) significantly convert the electricity and heat generation to be based on renewable energy sources and increase the share of low GHG / climate neutral energy carriers in transport 3) agree, within the framework of the Forestry Development Plan, on a national target for carbon capture in the LULUCF sector and design and implement specific measures to support this objective.

**Assuming that during the next decade (2021-2030) forward-looking measures with high emission reduction potential are adequately implemented and the next ones are being prepared, it is not essential nor even expedient, to make all decisions for 2031-2050 based on today's knowledge.** First of all, the key actions until 2030 should be agreed upon, the success of their implementation should be evaluated on a regular basis, and the decisions about the extent and necessity of implementing the remaining measures can be taken at a later stage, taking into account technological developments, regulations and relevant market conditions.

**Each ministry/sector, in cooperation with its partners, should discuss and agree upon a roadmap of key actions that should be taken to achieve the climate neutrality.** These roadmaps should be considered and implemented in the decision-making processes in the future, and overall progress should be regularly monitored by the Government Committee of Climate and Energy. There is currently enough knowledge for the implementation of activities that bring immediate benefits and long-term effects (such as renovation of buildings).

## Sissejuhatus

**Töö peamiseks eesmärgiks on uurida, milliste võimalike meetmete ning meetmetega rakendamisega kaasnevate mõjudega jõuab Eesti praegusest kasvuhoonegaaside vähendamise eesmärgist -80% aastaks 2050, eesmärgini -100%.**

Ülesande taustaks on Euroopa Komisjoni poolt 28. novembril 2018 pikaajalise strateegilise visiooni „Puhas planeet kõigi jaoks» avaldamine, milles on seatud eesmärk jõuda 2050. aastaks Euroopa Liidu jõuka, nüüdisaegse, konkurentsivõimelise ja kliimaneutraalse majanduseni. Strateegia vaatab kaheksat erinevat stsenaariumit ning on vajalik selleks, et üle-euroopalise arutelu tulemusel vastu võtta ja esitada 2020. aasta alguses EL strateegia ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni raames, nagu on kokku lepitud Pariisi kliimakokkuleppega. (EL, 2018)

Eestis sellekohaste eesmärkide kirjeldamiseks koostatud kliimapoliitika raamdokument „Kliimapoliitika põhialused aastani 2050“ (KPP 2050). Nimetatud dokumendis on kokku lepitud valdkondlikes poliitikasuundades, mis seab teekonna aastani 2050 selleks, kuidas kasvuhoonegaaside heitkogust vähendada ning ühtlasi ka kliimamuutuste negatiivsete mõjudega kohaneda (Keskkonnaministeerium, 2017). Dokument seab Eesti eesmärgiks kasvuhoonegaaside (KHG) heite vähendamise 80% aastaks 2050 võrreldes aastaga 1990. Kliimapoliitika seisukohalt on Eestile vajalikud dokumendid veel Energiamajanduse arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030) ning hiljuti (31.12.2018) Euroopa Liidule/Komisjonile esitatud eelnõu Eesti riiklik kliimaja energiakava 2030 (REKK 2030), mis koondab kliima- ja energiaeesmärgid ühte dokumenti. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Euroopa Liidu tasandil on vaja jõuda kokkuleppele, kas ja millisel määral hakatakse muutma kasvuhoonegaaside heite määratud sihttasemeid aastaks 2050. Eestile võib EL uue pikaajalise strateegia ettepanek tuua kaasa kliimapoliitika põhialuste ja asjakohaste valdkonnastrateegiatega täiendamist vastavalt läbirääkimiste tulemusel valitavale suunale ning sihttasemele. Vabariigi Valitsuse seisukohtade kujundamiseks ja selleks, et Euroopa Liidu taseme läbirääkimistel Eesti huve teadmispõhiselt esindada, on vaja välja selgitada, mis mõju avaldaks Eestile EL kliimapoliitika eesmärkide alase ambitsioonikuse (sh sihttasemete ja nende aastate lõikes trajektoori) tõstmine ja millised võimalused oleksid Eestil saavutada nii seni lepitud kui neist rangemad sihttasemed.

## Uuringu eesmärk ja taust

Uuringu eesmärgiks oli välja selgitada, milliste tõenäoliste meetmete rakendamise ning meetmete rakendamisega kaasnevate mõjudega on võimalik täna kehtivast kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärgist -80% aastaks 2050 jõuda eesmärgini -100% aastaks 2050 ning saavutada null netoheide ehk kliimaneutraalsus.

Valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli (edaspidi IPCC) hinnangu<sup>1</sup> on kliimaneutraalsuse kiirel saavutamisel võimalik globaalne soojenemine piirata 1,5 kraadi juures, mis tähendaks oluliselt väiksemaid negatiivseid mõjusid bioloogilisele mitmekesisusele ja ökosüsteemidele. Väiksem oleks põudade, üleujutuste ja teiste looduskatastroofide oht ning nendest tulenev negatiivne majanduslik mõju.

KHG inventuur on tööriist, mis kasutab riikide vahel harmoniseeritud metoodikat KHG heite arvestamiseks. See tööriist põhineb (energia)statistikal, mis tähendab, et inventuuri aluseks on peaaegu kaks aastat vanad andmed. Käesolevas töös on „täna“ olukorra kirjeldamisel kasutatud 2017. aasta andmeid, mida kajastati 2019 märtsis valminud KHG inventuuris kuna uuemaid andmeid pole hetkel saadaval. KHG inventuur koosneb heite poolest: energeetika (sh transport), tööstuse, põllumajanduse ja Eesti inventuuris peamiselt sidumise poolest: maakasutus, maakasutuse muutus ja metsandus (nn LULUCF sektor). Null netoheite saavutamiseks peaks KHG inventuuris olema vähemalt võrdsed nii heite kui ka sidumispool. Heide tekib kas tööstusprotsessides (nt tsemenditootmine), energia tootmisel (taastuvad energiaallikad loetakse nulliks), põllumajanduses, maakasutuses või jäätmete valdkonnas.

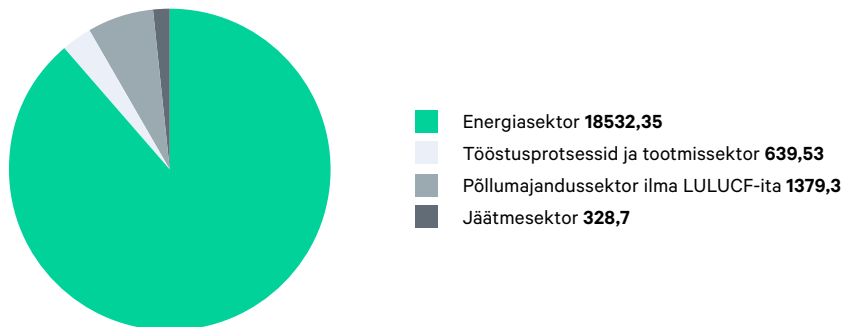
Teostatud uuring võttis vaatluse alla kuus valdkonda. Energeetika sektoris jagunes analüüs kolmeks: hooned, transport ja energia tootmine. Nendele lisandusid tööstussektor protsessides, põllumajandus ja LULUCF.

Töö on koostatud eesmärgiga anda võimalikult ülevaatlik pilt väljakutsetest ja võimalustest kõigis KHG inventuuri sektorites, mis omavad aasta 2050 vaates olulist mõju. Arvutusmudel on koostatud selliselt, et täiendada ja täpsema informatsiooni saamisel on võimalik eelduseid ja arvutuste parameetreid värskendada ja seega täpsustada üksikute meetmete mõju ning ka koguvaadet.

<sup>1</sup> <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>

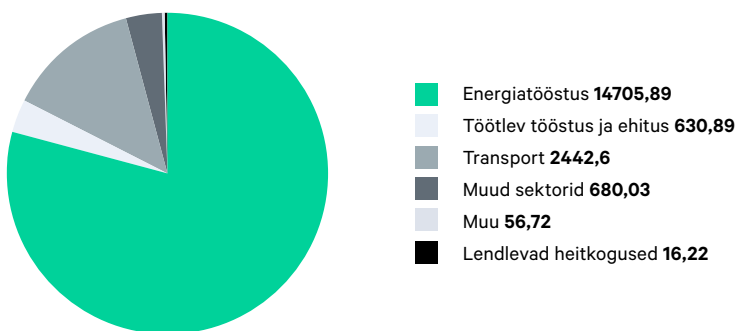
## Kasvuhoonegaaside heitkoguste hetkeolukord Eestis

Viimane kasvuhoonegaaside heitkoguste inventuur Eestis on saadaval 2017. aasta andmete kohta (Joonis 1). Valdav osa kasvuhoonegaaside heitkogustest on süsinikdioksiid (CO<sub>2</sub>), mis moodustas 2017. aastal 89,34% kogu KHG kogusest, millele järgnevad 5,13% metaan (CH<sub>4</sub>) ja 4,39% diämmastikoksiid (N<sub>2</sub>O). 2017. aastal oli kasvuhoonegaaside heitkogus LULUCF-i arvestamata 20 879,9 kt CO<sub>2</sub> ekvivalenti. LULUCF-i arvesse võttes oli 2017. aastal kasvuhoonegaaside heitkogus 19 087,1 kt CO<sub>2</sub> ekv.



Joonis 1. Eesti 2017. aasta KHG heitkoguste inventuur (kt CO<sub>2</sub>) (Keskkonnaministeerium, 2019) (Finantsakadeemia OÜ, 2018).

Energiasectori KHG emissioonid ulatusid 18 532,35 kt CO<sub>2</sub> ekvivalentini, moodustades 88,76% kogu Eesti heitkogustest (Joonis 2). Energiasectoris tekkis kõige rohkem kasvuhoonegaase energiatööstuses 14 705,89 kt CO<sub>2</sub> ekv. Transpordisectoris, mida arvestati Eesti 2017. aasta KHG inventuuris energiasectori all, oli emissioonide kogus 2442,6 kt CO<sub>2</sub> ekv. Kütuste põletamine moodustas energiasectori heitkogustest 99,9%, vaid 0,1% olid lenduvad heitkogused. Kütuste põletamine jaguneb energiasectoris viieks: energiatööstus; töötlev tööstus ja ehitus; transport; muud sektorid (sealhulgas äri- ja erasektor ning põllumajandus/metsandus/kalastussektor); muu/sõjaväe kütused. (Keskkonnaministeerium, 2019)



Joonis 2. Energiasectori kasvuhoonegaaside heitkogused (kt CO<sub>2</sub>).

Transpordisectori kasvuhoonegaaside osa energiasectoris oli 13,2%. Maanteetransport, mis hõlmab kogu transporti Eesti teedel, välja arvatud põllu- ja metsatraktoreid, on suurima heitkogusega transpordisectoris (2349,36 kt CO<sub>2</sub> ulatudes 96,2%-ni). Kodumaise lennunduse KHG heitkogused olid 3,58 kt CO<sub>2</sub>. Raudteetranspordi KHG heitkogused olid 2017. aastal 55,31 kt CO<sub>2</sub> ekv. Kasvuhoonegaaside heitkogused kodumaises navigeerimises on 34,34 kt CO<sub>2</sub>. (Keskkonnaministeerium, 2019)

Tööstusprotsessides ja tootmissectoris tekkis 2017. aastal 639,53 kt CO<sub>2</sub> ekvivalenti, koos kaudse CO<sub>2</sub>-ga. Põhiosa sektori heitkogustest moodustas tsemenditööstus 47,97%-ga ja 36,94% moodustasid HFC emissioonid külmutus- ning kliimaseadmed. Tööstusprotsesside ja tootmissectori heitkogused jagunevad järgnevasse kategooriatesse:

- Mineraalitööstus, sealhulgas CO<sub>2</sub> heitkogused tsemendi, lubja ja klaasi tootmisest;
- Keemiatööstus, ammoniaagi tootmisest tulenev süsinikdioksiid;
- Metallitööstus, sekundaarsest pliitootmisest tulenevad CO<sub>2</sub> heitkogused;
- Kütuste ja lahustite kasutamisel toodetud mitteenergeetilised tooted, sealhulgas süsinikdioksiidi heitkogused;

- Osoonikihti kahjustavate ainete asendajate kasutamine, sealhulgas HFC heitkogused külmutus- ja kliimaseadmetest ning aerosoolidest;
- Muude toodete tootmine ja kasutamine, sealhulgas elektrienergia SF6 emissioon ja N2O heitkogused toote kasutusest;
- Muud, sealhulgas NOx, CO, NMVOC ja SO<sub>2</sub> heitkogused paberi ja paberimassist ning NMVOC heitkogused toidust ja jookidest;
- Kaudne süsinikdioksiidi heitkogus. (Keskkonnaministeerium, 2019)

Kogu põllumajandussektori KHG emissioonid 2017. aastal olid 1379,3 kt CO<sub>2</sub> ekv. Põllumajanduse kasvuhoonegaaside heitkogused koosnevad koduloomade soolestiku kääritamisel tekkivatest CH<sub>4</sub> heitkogustest, sõnniku käitlemissüsteemide N<sub>2</sub>O heitkogustest, põllumajanduslike muldade otsestest ja kaudsetest N<sub>2</sub>O heitkogustest, lupjamise ning karbamiidi heitkogustest põllumajanduse kasutatavatel muldadel. Põllumajanduslike muldade ja loomade soolestiku kääritamisel tekkivad heitkogused moodustavad kogu põllumajandussektori emissioonidest 50% ning 39%. (Keskkonnaministeerium, 2019)

LULUCF-i sektori on Eesti ainus kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendaja, omades tähtsat rolli riiklikus süsinikuringes. Sektor jaotatakse järgmistesse kategooriatesse: metsamaa; põllumaa; rohumaa; märgalad; asundused; muu maa ja raiatud puittooted. LULUCF sektor vähendas 2017. aastal 1 792,74 kt CO<sub>2</sub> ekvivalenti kasvuhoonegaaside heitkoguseid. CO<sub>2</sub> vähenemine tuleneb LULUCF sektoris põhiliselt biomassi juurdekasvust. (Keskkonnaministeerium, 2019)

Jäätmesektori kasvuhoonegaaside heitkogused hõlmavad tahkete jäätmete kõrvaldus kohti, kodumajapidamisjäätmeid ja tööstusjäätmeid. Jäätmesektori alla käivad kasvuhoonegaaside heitkogused, mis hõlmavad CH<sub>4</sub> kui ka N<sub>2</sub>O heitkoguseid jäätmete põletamisest ilma energia taaskasutamiseta ja jäätmete lahtisest põletamisest, tahkete jäätmete bioloogilisest töötlemisest ning reoveepuhastusest ning kodumajapidamistest ja tööstussektorist. Jäätmesektori KHG heitkogused moodustasid 2017. aastal 328,7 kt CO<sub>2</sub> ekv.

## Analüüsi meetodika

### Meetmete nimekirja koostamine ning kirjeldamise üldpõhimõtted

Kuna käesolev analüüs põhineb riiklikul statistikal ning kasvuhoonegaaside inventuuri meetodikal, siis on ka analüüsitud meetmed püütud grupeerida eelkõige KHG inventuuri valdkondade kaupa. Kus asjakohane (nt hooned) on täiendavalt meetmeid grupeeritud. Iga meetme juures on märgitud millises KHG inventuuri sektoris KHG heite vähenemise mõju avaldub.

Käesolevas analüüsis on meetmeks nimetatud tegevust, mis tekitab muutuse KHG inventuuris käsitletud heiteallikate hulgas. KHG vähenemise mehaanikat on iga meetme juures eraldi kirjeldatud lähtuvalt KHG inventuuri meetodikast. Meetodika kasutab suurt hulka eeldusi, lihtsustusi ning sisaldab sellest tulenevalt piiranguid, kuid kuna käesoleva töö raamistik on õiguslikult regulatsioonist lähtuv, siis on autorid meetodika valimisel piiratud.

Meetmete nimekirja koostamisel keskenduti struktuursele muutusele ja selle muutuse toimumiseks vajalikele investeeringutele ning töö ei käsitle instrumente, mille abil ühe või teise struktuurse muutuseni jõutakse. Sel põhjusel pole analüüsis näiteks kaardistatud maksimeetmeid, kuid on kirjeldatud mehhaanika ja potentsiaal energiatarbimise või energiakandjate struktuuri muutuseks. Näiteks ei käsitle meede automaksu, kuid käsitleb olukorda kus elektriautode osakaal sõidukipargis suureneb. Selle muutusega kaasnevad makromajanduslikud mõjud, mida uuring kirjeldab, kuid muutuse toimumiseks on vaja administratiivseid, regulatiivseid või rahastusinstrumente, mida käesolev uuring ei käsitle.

Meetmete nimekirja võeti esialgu kõik teadaolevad ENMAK 2030, KPP ja Finantsakadeemia OÜ teostatud jagatud kohustuse-teemalise töö meetmed. Seejärel korraldati 15.04.2019 Riigikantselei ning osalenud ministeeriumide osavõtul koosolek, kus arutati meetodikat ning korraldati ajurünnak/ideekorje täiendavate meetmete osas. Sisendit koguti ka kirja teel kohtumisele järgnenud nädalatel. Meetmete nimekirja täiendati veel augusti jooksul lähtuvalt Vabariigi Valitsuse tehtud otsustest ning ministeeriumide poolt Vabariigi Valitsusele edastatud infost. Lisaks muutus meetmete nimekiri ka analüüsi käigus kui selgus, et analüüsitud meetme mõju on ajaressursi optimaalseks kasutamiseks liiga väikese KHG heite vähendamise potentsiaaliga või selgus, et meetme toimumise põhimõtted ei lähe kokku töö analüütilise meetodikaga.

Meetmed on detailsusastmetelt jagatud kolme tinglikusse kategooriasse. Meetmete eelduste detailsus on ülevaatlilikult esitatud Tabelis 1. Kategooriad jagunevad:

1. meetmeteks, mille kohta oli piisavalt valideeritud infot, et need sai kirjeldada arvutusmudelis. Tegevuse mõju detailsusaste on väga hea ning täiendavad analüüsid on praktilised juba siis kui on otsustatud tegevuse rakendamine (tähistatud ülevaatlikus tabelis rohelise värviga);
2. meetmeteks, mille mõju hindamiseks on andmed rahuldaval tasemel saadaval, esineb määramatust mõnes aspektis, mida selle uuringu raames ei likvideerita. Võivad puududa näiteks konkreetseid analüüsid-hinnangud Eesti kontekstis (tähistatud ülevaatlikus tabelis kollase värviga);
3. meetmed, mille kohta oli teada teoreetiline võimalik maht/potentsiaal ja võimalik rakendumise periood, kuid täiendavad detailid puudusid. Mõned sellistest meetmetest on sisestatud arvutusmudellisse ilma numbriteta. Juhul kui tulevikus on rohkem andmeid teada, siis saab täita vajalikud eeldused (tähistatud ülevaatlikus tabelis halli värviga).

Meetmete eeldused on kirjeldatud täpsemalt nii arvutusmudelis kui ka iga meetme juures töö meetmeid kirjeldavas osas. Arvutusmudelis on võimalik eelduseid muuta täiendava teadmise tekkimisel lähtuvalt käesolevas töös kirjeldatud uuringu teostamisest või mõnest muust andmeallikast.

Hoon01	En01	CC01	Trans01	Agri01
Hoon02	En02	Ind01	Trans02	Agri02
Hoon03	En03	LULUCF01	Trans03	Agri03
Hoon04	En04	LULUCF02	Trans04	Agri04
Hoon05	En05		Trans05	Agri05
Hoon06	En06		Trans06	Agri06
Hoon07	En07		Trans07	Agri07
Hoon08	En08		Trans08	Agri08
Hoon09	En09		Trans09	Agri09
	En10		Trans10	Agri10
	En11		Trans11	
	En12		Trans12	
	En13		Trans13	
	En14		Trans14	
	En15		Trans15	
	En16			
	En17			
	En18			
	En19			

**Tabel 1. Uuringus käsitletud meetmete alusandmete hinnanguline kvaliteet (Roheline = Tegevuse mõju detailsusaste on väga hea ning täiendavad analüüsid on praktilised juba siis kui on otsustatud tegevuse rakendamine; Helehall = Tegevuse mõju hindamiseks on andmed rahuldaval tasemel saadaval, esineb määramatust mõnes aspektis, mida selle uuringu raames ei likvideerita; Tumehall = Tegevus pole kas tehnoloogilised piisavalt küps või on täpsemaks hindamiseks puudu oluline alusuuring).**

Arvutusmudelit ning meetmete nimekirja on võimalik seega aja jooksul täiendada ning ajakohastada ning läbi erinevate funktsionaalsuste luua kasutaja soovitud KHG heite vähenemise stsenaariume. Arvutusmudel kuvab ka siin aruandes kasutatud graafikuid ning värskendab neid vastavalt meetmelehtedel ning eeldustes tehtud muudatustele.

## KHG heite vähenemise ja marginaalkulu arvutamise aluspõhimõtted

Käesoleva aruande kokkupanekuks on kasutatud dünaamilisi heitefaktoreid. See tähendab, et heitefaktorid, mille abil KHG heite vähenemise potentsiaali arvutatakse, muutuvad erinevatel kümnenditel kasutaja sisestatud eeldustel.

Aja jooksul suureneb taastuvenergia osakaal energiakandjate jaotuses ning süsinikumahukuse vähenemine mõjutab ka lõpptarbimisele suunatud meetmete KHG vähendamise erikulu. Näiteks kui meede vähendab KHG heidet läbi energiaühiku tarbimise vähendamise, siis sõltub energiaühiku süsinikumahukusest kui suur on vähendamise erikulu. Mida süsinikumahukamal kümnendil ja sektoris tegevust tehakse, seda suurema on tegevuse potentsiaal ning väiksem marginaalkulu.

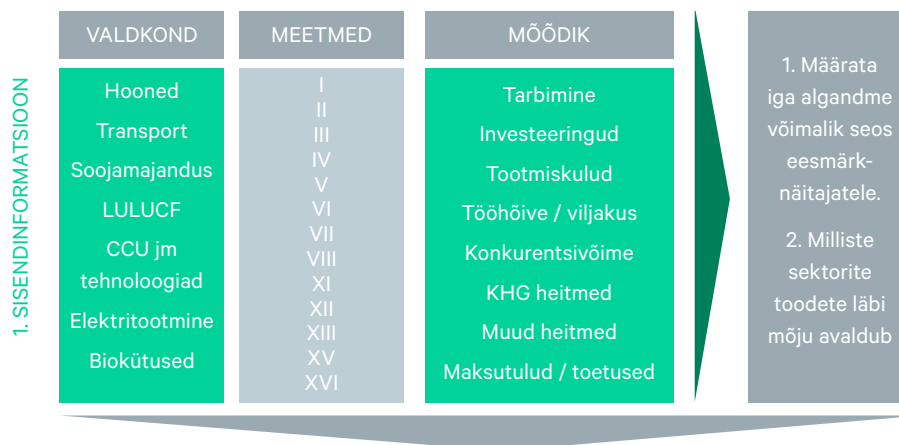
Käesoleva töö käigus ei koostatud uut tarbimiskõverat primaarenergia kasutuse prognoosimiseks. Töös kasutati Balti energiatehnoloogia stsenaariumid 2018 uuringu2 (edaspidi BENTE) 2DS stsenaariumit, mille tulemusel jõutakse tarbimisel olukorda, kus kliimasoojenemine on alla 2 kraadi. Lisaks on tarbimiskõver kooskõlas REKK 2030 dokumendis kasutatud prognoosidega.

Arvutusmudel ei arvesta KHG heiteühiku hinnaga (nn CO<sub>2</sub> hind) marginaalkuluarvutustes kuna see hind on ühiskondlikult null-netomõjuga: ettevõttele on see täiendav kulu aga riigile tulu.

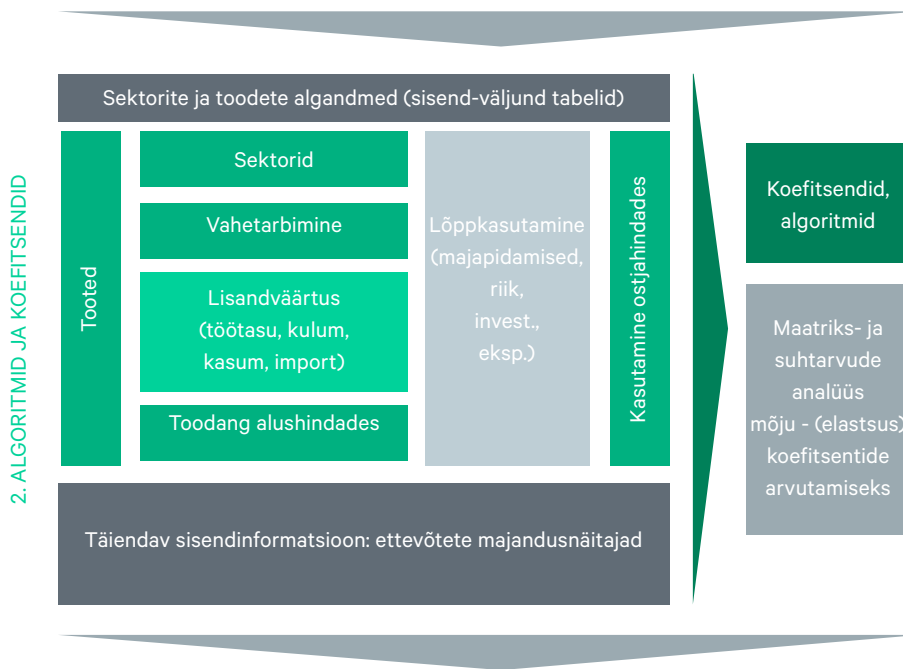
Käesolev töö põhineb autorite hinnangutele ja olemasolevale teadmisele võimalikku kliimaneutraalsuse stsenaariumit kujundavate piirangute kohta. Sellised nõuded on näiteks kodumaise elektritootmise maht, varustuskindluse kriteeriumid, nõutud taastuvenergiaallikate osakaal jms.

## Finants- ja sotsiaal-majanduslike mõjude hindamise meetodika

Metoodika olulisemaks aluseks on rahvamajanduse arvepidamise sisend-väljund raamistik, millele ülesehitatud metoodika kohaselt seotakse erinevad lähteandmed eesmärknäitajate arvutamiseks. Majandusmõjude hindamine algas eelnevalt kirjeldatud ja läbi analüüsitud meetmete andmete kohandamisest analüüsimudelisse:



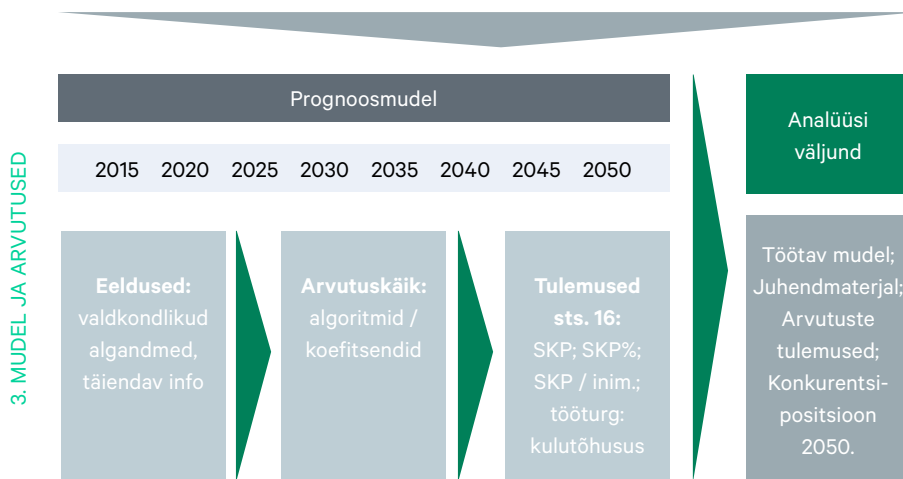
Analüüsi informatsiooni sisu, vajadusel täiendati algandmeid informatsiooni täielikkuse saavutamiseks. Etapi käigus hinnati kvantitatiivse sisendinformatsiooni seost majanduse seisundiga, äritegevuse efektiivsusega ja kulutõhususega. Valiti välja sisendid, mis olid olulised järgnevate arvutuste tegemiseks ning mis said sellega mudeli sisenditeks (eeldusteks).



Teise etapi ülesandeks oli mudeli arvutusloogika (algoritmide) kirjeldamine ning vajalike koefitsientide arvutamine:

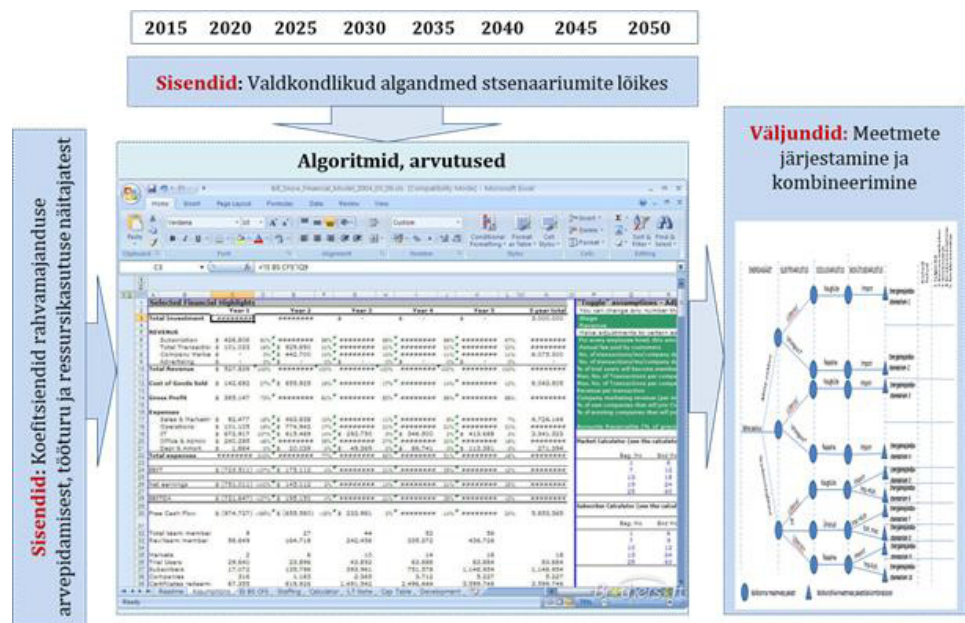
Etapi tulemusena oli vajalik sisendinformatsioon seotud relevantsete toodete/sectorite mõjukoefitsientidega. Hinnatud oli algandmete mõju tööturu indikaatoritele, äritegevuse efektiivsusele ning kulutõhususele.

Kolmanda etapi eesmärgiks oli ühtse analüüsimudeli programmeerimine sobiva tarkvaralahendusega (MS Excel) ning analüüsi tulemuste vormistamine:



Mudeli tarkvaralahenduse valikul lähtuti analüüsi suhtelisest unikaalsusest, mistõttu oli mudelit keeruline sobitada võimalikesse eelprogrammeeritud toodetesse. Seetõttu oli eelistuseks tarkvaralahenduse valikul **MS Excel** programm.

Samuti olid sisendid ja väljundid väga projekti ja Eesti majanduse spetsiifilised, mistõttu analüüsi teostamiseks sobiv mudel ei pruugi mahtuda mõnda eelprogrammeeritud süsteemi ning mudeli hilisem kasutamise paindlikkus võib olla sellises süsteemis piiratud.



MS Excel on sobilik vahend teostamaks sisend-väljund analüüsi, annab hea ülevaate kasutatavatest andmetest, kirjeldab mudeli seoseid kasutajale arusaadavalt ning on väga levinud modelleerimiskeskond, mille kasutamisega saab hakkama laialdane hulk kasutajaid.

Mudel esitatakse elektrooniliselt ilma kaitsesõnadeta ühtse Exceli tabel-arvutusdokumendina, kus kõik arvutusvalemid ja viited on avatud ning näha.

Mudeli väljunditeks on aegreana (2020-2050) esitatud majandusnäitajad, muutes mudeli sisendeid saab hinnata eri stsenaariumite majandusmõjusid. Majandusnäitajate mõju puhul on arvestatud nii esmaste, kaudsete kui ka indutseeritud mõjudega.

## Võimalik kliimanetraalsuse stsenaarium

Käesoleva uuringu raames koostati analüüsitud meetmete rakendamise baasilt üks võimalik kliimanetraalsuse jõudmise stsenaarium. Selleks, et oleks võimalik null netoheite saavutamise võimalikkust hinnata leiti nn baasjoon ehk bilanss, millest aastal 2050 KHG heide tõenäoliselt tekib. Selleks kasutati Balti Energiatehnoloogiate Perspektiivide uuringut, mida täiendati valdkonna ekspertide ja töö autorite hinnangutega. Juhul kui rakendatakse uuringu analüüsis olnud meetmeid, siis jõutakse suure tõenäosusega aastaks 2050 koguheiteni **2,25 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti**. Seejuures on arvestatud, et energeetikasektori heide on nullilähedane. Võimalikku stsenaariumisse pole kaasatud investeeringuid süsiniku püüdmise/kasutamise (edaspidi CCS/CCU) tehnoloogiatesse, kuid vastavate tehnoloogiate orienteeruvad maksumused ja võimalikud lahendused on töös kajastatud.

Stsenaariumi üheks oluliseks eelduseks on, et meetmete rakendamisel soovitakse tagada vähemalt olulises osas energia varustuskindlus kohaliku tootmisvõimekusega Eestis ning suuremahulist elektri/energia importi ei toimu. Uuringu käigus loodud modelleerimistööriist võimaldab koostada ka alternatiivseid stsenaariume, kus elektrienergia osas toimuks heite vähenemine eelkõige läbi põlevkivist elektri tootmise lõppemise (suuresti heitühikutega kauplemise süsteemist tuleneva hinnasurve tõttu), kus uusi taastuvenergia võimsusi paigaldatakse väiksemas mahus ning tarbimishõudluse katmine toimub ulatusliku impordi kaudu. Selline valik vähendaks potentsiaalselt mitme miljardi euro võrra kogu kliimanetraalsuse stsenaariumi maksumust, kuid sellisel juhul peaks otsustama, et kas kaasnev energiasõltuvus on Eestis ühiskondlikult aktsepteeritav, kas see on majanduslikult soovitatav ning kas see on üldse Balti-Põhjamaade elektrituru arenguid arvestades võimalik. Kõikides Balti-Põhjamaade energiaturul osalevates riikides on vajalik järgmise 30 aasta jooksul oluliselt investeerida uutesse tootmisvõimsustesse ning juhul, kui seda naaberriikides piisava kiirusega ei teha, siis ei pruugi suuremahuline import olla võimalik. Elering koostab süsteemihaldurina iga-aastaselt varustuskindluse analüüsi ning tulenevalt EL regulatsioonidest, on järjest olulisemal kohal tulevikus regionaalsete analüüside koostamine koostöös naaberriikide süsteemihalduritega. Investeeringuvajaduste ja tempo määramisel tuleks edaspidi neid hinnanguid arvesse võtta.



17 Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus

Eelnevast lähtuvat koostasime kliimaneutraalsuse saavutamise stsenaariumi, mille rakendamise olulisemad tulemused on ära toodud järgmises tabelis:

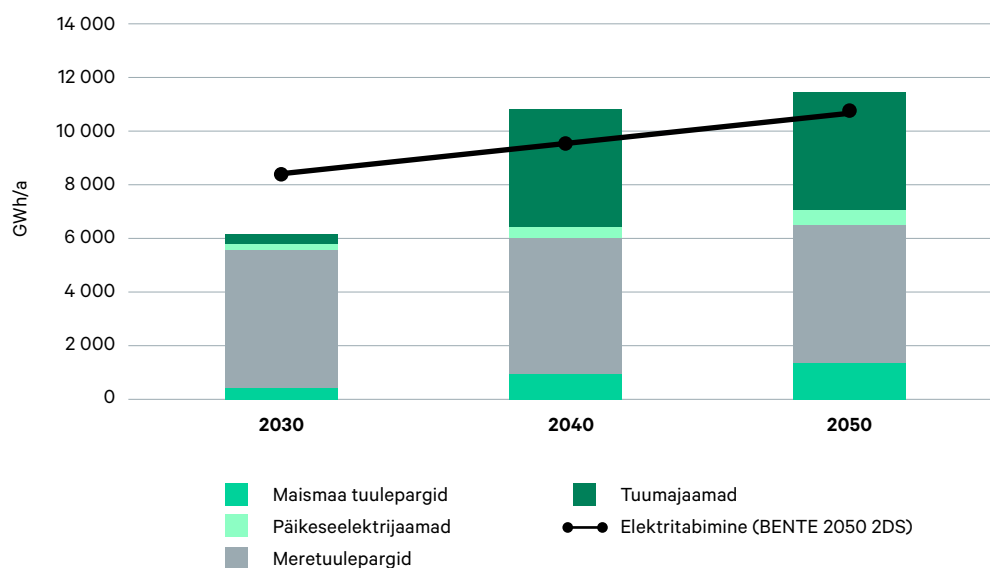
Kood	Meede	Maht	Rakendamise periood						
			2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Hoon 01	Hoolekandeaasutused	100%							
Hoon 02	Lasteaiahooned	100%							
Hoon 03	Väikeelamud	50%							
Hoon 04	Korterelamud	50%							
Hoon 05	Koolimajad	100%							
Hoon 06	Büroohooned	100%							
Hoon 07	Kaitseministeerium	100%							
Hoon 08	Kaubandus-teenindushooned	100%							
Hoon 09	Tööstushooned	100%							
En 01	Päikeseenergia	100%							
En 02	Meretuulepargid	100%							
En 03	Maismaatuulepargid	100%							
En 04	Hüdropumpjaamad	100%							
En 05	Rohegaas transpordis	100%							
En 06	Kaugkütetorustik	100%							
En 07	Kaugkütetkatlad	100%							
En 08	Soojuspumbad	100%							
En 09	Soe tarbevesi kaugküttest	0%							
En 10	Lokaalsed kütelahendused	100%							
En 11	Moodulreaktorid	100%							
En 12	Põllumajandusmasinate alternatiivkütus	50%							
En 13	Kaugjahutus	100%							
En 14	LED tänavavalgustus	100%							
En 15	Vesinikutootmine	10%							
En 16	Põlevkiviõli tootmismahu suurendamine	0%							
En 17	Eelrafinerimistehase rajamine	0%							
En 18	Tsemenditööstus	100%							
En 19	Lubjatööstus	100%							
CC 01	Tööstusettevõtete jääkgaasid (CCU)	0%							
Ind 01	Fluoritud KHG-de ja mootorsõidukite kliimaseadmed	100%							
LULUCF 01	Metsastamine	100%							
LULUCF 02	Turvamuldade viimine looduslikuks rohumaaks	100%							
Trans 01	Surugaasiautod	100%							
Trans 02	Elektriautod	100%							
Trans 03	Raudtee elektrifitseerimine	100%							
Trans 04	Kaubavahetuse suunamine maanteelt raudteele	100%							
Trans 05	Elroni elektrirongide soetamine	100%							
Trans 06	Tallinna trammiliikluse arendamine	100%							
Trans 07	Rail Baltica kohalikud peatused	100%							
Trans 08	Ühistranspordiradade arendamine	100%							
Trans 09	Rail Baltic	100%							
Trans 10	Elektribussid	100%							
Trans 11	Surugaasibusside kasutuselevõtt	100%							
Trans 12	Vesinikusõidukid	100%							
Trans 13	Rattataristu linnades (koos kergliiklustunnelitega)	100%							
Trans 14	Tartu trammiliikluse arendamine	100%							
Trans 15	Praamiliikluse elektrifitseerimine	100%							
Agri 01	Sõnnikukäitlemise parendamine	100%							
Agri 02	Happeliste muldade neutraliseerimine	100%							
Agri 03	Täppisväetamise seadmete ostutoetus	100%							
Agri 04	Kasvuhooned ja köögiviljade laohooned	100%							
Agri 05	Auditid suuremates põllumajandusettevõtetes	100%							
Agri 06	Alternatiivkütusel põllumajandusmasinad	100%							
Agri 07	Rohumaal karjatamise osakaalu kasv	100%							
Agri 08	Sööda kvaliteedi parandamine piimalehmadel	100%							
Agri 09	Talvine taimkate	100%							
Agri 10	Otsekülv	25%							

Tabel 2. Kliimaneutraalsuse stsenaariumi puhul eeldatud tegevuste mahud (% maksimaalsest kogupotentsiaalst) ja rakendamisperioodid.

Eelnevast lähtuvat koostasime kliimaneutraalsuse saavutamise stsenaariumi, mille rakendumise olulisemad tulemused on ära toodud järgmises tabelis:

Tegevuste tulemusel on aastaks 2050	
677	MW paigaldatud päikeseelektrijaamasid
1300	MW paigaldatud meretuuleparkide võimsus
500	MW paigaldatud maismaatuuleparkide võimsus
500	MW paigaldatud pump-hüdroakumulatsioonijaamade võimsus
15000	surugaasi tarbivaid sõiduaautosid
3000	surugaasi tarbivaid veokeid
504 000	elektrit tarbivaid sõidukeid
101 000	vesinikku tarbivaid sõidukeid
866	GWh, elektriautode tarbimine aastal 2050 (primaarenergia kasutamise efektiivsus 2,5x parem)

Tabel 3. Kliimaneutraalse stsenaariumi eelduste tulemusel tekkivad energiaspektori infrastruktuuri ja autopargi mahud.



Joonis 3. Kliimaneutraalse stsenaariumi eelduste tulemusel tekkiv süsinikuvaba elektritootmine 2030-2050.

Selle stsenaariumi rakendumine kataks BENTE analüüsis prognoositud 10,8 TWh elektritabimise kodumaiste võimsustega. Taastuvenergia abil koos tasakaalustavate võimsustega saaks ära katta ca 8,6 TWh.

Stsenaariumis määratleti igale meetmele ka tema eeldatav rakendamise periood. Meetmed, mis on tehnoloogiliselt ja majanduslikult küpsed ning adresseerivad olulisi heite allikaid, lähevad rakendamisele koheselt ning meetmed, mille puhul on tõenäoliselt vajalik tehnoloogiate arendamine, regulatiivsete, majanduslike riskide täpsem hindamine tulevikus, lähevad rakendamisele hilisematel kümnenditel. Stsenaariumi raames arvutati eeldatava meetmete rakendamise tempoga kaasnev muutus eriheitetegurites (ehk keskmises KHG heite mahukuses) nii elektri-, sooja- kui ka transpordisektoris tarbitavas energias. Tulenevalt KHG heite mahukuse vähenemisest, hakkas seetõttu ka osade meetmete kuluefektiivsus ajas vähenema (nt hoonete energiasääst), kuna nende meetmete abil kokku hoitav energia saab tulevikus olema puhtam ning seetõttu ka iga kokku hoitud ühik energiat annab väiksema efekti KHG heite vähendamise mõttes. See, aga ei tähenda, et neid säästu tegevusi tulevikus ei oleks mõistlik teha, sest jätkuvalt on meil tegevustel mitmeid väga olulisi positiivseid kaasmõjusid, nt parandavad nad hoonete osas sisekliimat, aitavad vähendada vajadust investeerida uutesse tootmisvõimsustesse, toovad majanduslikku säästu kütusekuludelt jne.

			2020	2030	2040	2050
Elekter	Taastumatut päritolu energiaallikate primaarenergia heitefaktor	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,36	0,36	0,36	0,36
	Keskmine primaarenergiast elektriks muundamise tõhusus		36%	36%	36%	36%
	Taastumatut päritolu energiaallikate osakaal elektritootmises		83%	50%	10%	0
	Võrgus oleva elektri keskmine heitefaktor	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,83	0,50	0,10	0
Soojus	Taastumatut päritolu energiaallikate primaarenergia heitefaktor	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,22	0,20	0,20	0,20
	Keskmine primaarenergiast soojuseks muundamise tõhusus		80%	80%	80%	80%
	Taastumatust energiaallikast toodetud soojusenergia osakaal		45%	37%	20%	7%
	Kaugkütte osakaal hoonetesse tarnitud soojusenergiast		55%	60%	60%	60%
	Keskmine hoonesse tarnitud soojusenergia eriheitefaktor	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,12	0,09	0,05	0,02
Hooned (elekter ja soojus)	Kogu hoonesse tarnitud energia keskmine heitefaktor	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,33	0,21	0,06	0,01
Kütused	Vedelkütuste keskmine primaarenergia eriheitefaktor (10% biokütuste osakaal)	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,24	0,24	0,24	0,24

**Tabel 4. Stsenaariumi puhul eeldatud eriheitefaktorite ja muude energiasüsteemiparameetrite muutumine vahemikus 2020-2050.**

Vaadeldud stsenaariumi puhul on ära toodud rakendamist vajavad mahud ja sellega kaasnevad investeringuvajadused. Osad nendest investeeringutest tehakse ära nagunii tulenevalt regulatiivsest survest (EL direktiivid, heitühikutega kauplemise süsteem), osad investeeringud vajavad täiendavalt soosiva regulatiivse raamistiku loomist, finantsstiimulite loomist, inimkapitali arendamist, investeringuid teadus- ja arendustegevusse. Käesolevas analüüsis ei ole ette kirjutatud, milliste meetmetega riik peaks tagama nende stsenaariumis käsitletud tegevuste elluviimise, vaid eelkõige on stsenaarium loodud selleks, et näidata kliimanetraalsuse saavutamiseks vajalike muutuste ulatust, tegevuste elluviimisega kaasnevate investeeringute suurust ning kaasnevat sotsiaalmajanduslikku mõju. Elluviimiseks vajalike sammude kokkuleppimine on järgmine samm, mille raames on vajalik kõikides valdkondades sotsiaal-partneritega läbi arutada ja kokku leppida konkreetsed sammud, mis nende tegevuste elluviimist tagaksid, kuna mitmel juhul takistavad regulatiivsed, finantsilised, teadmiste-oskuste nappusega seotud tõkked nende meetmete ulatuslikku rakendamist.

### Investeeringute mõju KHG heite vähenemisele

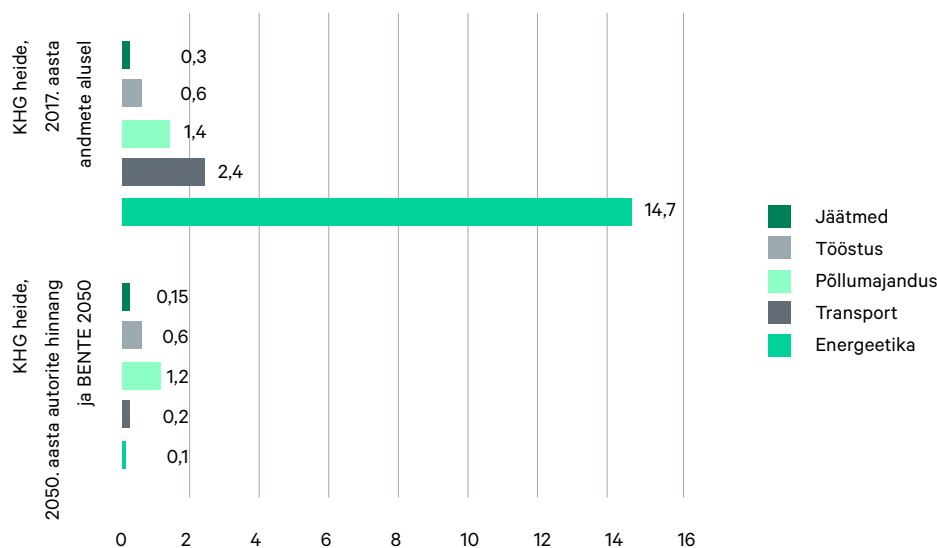
Kliimanetraalse Eestini (kus kasvuhoonegaaside neto-heitkogus viidud nulltasemele või alla selle) jõudmine aastaks 2050 on kõigi valdkondade, nii era-, avaliku kui mittetulundussektori tehniliselt (ehk analüüsitud meetmete laiaulatusliku rakendamise korral) ning strateegiliselt tarkade investeeringute korral potentsiaalselt pikaajaliselt tulutoov. Suurem osa töös analüüsitud meetmetest on vajaliku juba kokku lepitu –80% KHG heite vähenemise eesmärgi täitmiseks. Põhimõtteline tegevuste rakendamise kiirenemine on vajalik kuna olemasolevate meetmetega3 jõuaksime aastaks 2040 oluliselt suurema heiteni kui on vajalik käesolevas töös kirjeldatud 2050 taseme saavutamiseks ning mis on ebapiisav ka –80% KHG heite vähendamiseks.

3 With Existing Measures – olemasolevate meetmetega stsenaarium raportist „Report pursuant to Articles 13 and 14 of Regulation (EU) 525/2013“ (Keskkonnaministeerium, 2019)

Selleks, et oleks võimalik null netoheite saavutamise võimalikkust hinnata leiti nn baasjoon ehk bilanss, millest aastal 2050 KHG heide tõenäoliselt tekib. Selleks kasutati Balti Energiatehnoloogiate Perspektiivide uuringut<sup>4</sup>, mida täiendati valdkonna ekspertide ja töö autorite hinnangutega. Juhul kui rakendatakse uuringu analüüsis olnud meetmeid, siis jõutakse aastaks 2050 koguheiteni **2,25 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti**. Seejuures on arvestatud, et energeetikasektori heide on nullilähedane. Võimalikku stsenaariumisse pole kaasatud investeeringuid süsiniku püüdmise/kasutamise (edaspidi CCS/CCU) tehnoloogiatesse, kuid vastavate tehnoloogiate orienteeruvad maksumused ja võimalikud lahendused on töös kajastatud.

Joonis 4 on visuaalselt kujutatud kliimaneutraalsuse eesmärgi saavutamiseks vajalik KHG heite vähenemine.

#### 2019. aasta inventuur võrreldes 2050. aasta prognoosiga (Mt CO<sub>2</sub> ekv)



Joonis 4. KHG heitkogused viimase inventuuri kohaselt ja prognoos aastaks 2050 sektorite kaupa.

Aastal 2050 tekib **energeetikasektoris** heide mõnest madala heitefaktoriga tootmiseseadmest, mis tasakaalustab näiteks energjavõrke (nt gaasil toimivad kaugkütte tipukatlad). **Transportisektoris** tekib heide tõenäoliselt rasketranspordist, merendusest, laevandusest ja põllumajandusmasinatest, mida selleks ajaks pole jõutud veel alternatiivkütustele üle viia. **Põllumajanduses** tekib pool heitest loomakasvatusest (loomad, sönnikukäitlus) ja teine pool väetiste kasutamisest. **Tööstuses** jääb protsessiheide tänasele tasemele (koosneb peamiselt tsemenditööstusest). **Jäätmevaldkonnas** on heide aastal 2050 pool 2017. aasta heitest jäätmete taaskasutuse ning jäätmekoguste vähenemise tõttu.

**LULUCF** sektorit käsitletakse töös nn sidumispool. Peamisteks KHG heite sidumist võimaldavateks meetmeteks on metsastamine, turvasmuldade viimine looduslikeks rohumaadeks ja muldade lupjamine. Nende meetmete abil on võimalik siduda umbkaudu 1,6 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti. Järelejäänud 0,65 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti sidumine on võimalik läbi strateegilise metsanduspoliitika. Rakendades täiel määral metsastamise meetet ning reguleerides raiemahte eesmärgipäraselt **on võimalik null netoheite saavutamine aastaks 2050**, kuna tänase teadmise juures võib keskmise kindlusega väita, et metsastamise meede ja raiemahtude optimeerimine seovad 2050-ndal aastal ligikaudu 4 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti. Metsanduse strateegilised eesmärgid peavad seejuures arvestama et:

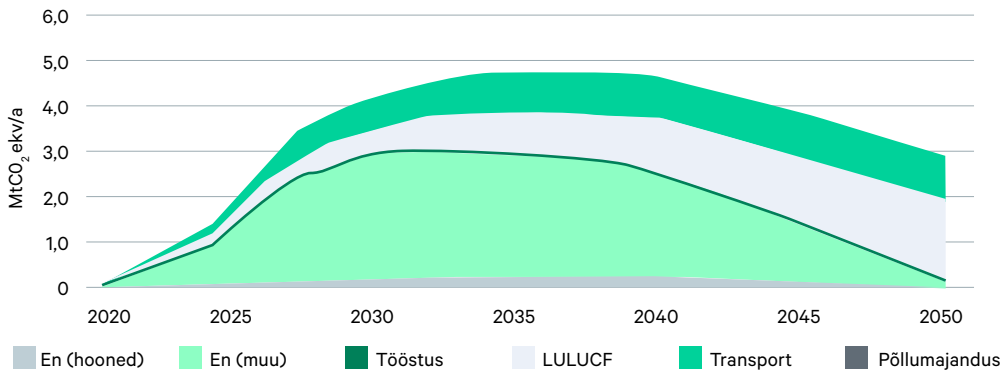
1. Esimesel kahel kümnendil peavad raiemahud vähenema umbes 10 miljoni kuupmeetrini aastas;
2. Perioodil 2040-2050 peaksid raiemahud olema umbes 8 miljoni kuupmeetril aastas;

Kogu metsatagavara seejuures väheneb.

Seejuures pole arvestatud süsinikusidumise potentsiaaliga, mida pakuvad aastaks 2050 CCS/CCU tehnoloogiad.

<sup>4</sup> <https://www.nordicenergy.org/project/bente/>

Joonis 5 kujutab KHG heite vähenemist dünaamiliselt perioodil 2020-2050. Heitefaktorid on arvatud kümnedite kaupa, mistõttu perioodi alguses tehtud investeeringu mõju KHG heite vähenemisele väheneb perioodi lõpupoole. LULUCF sektori maht joonisel on KHG heite sidumine ehk 2020 alustatud tegevuste siduv mõju avaldub perioodi lõpupoole.



Joonis 5. KHG heite vähenemine analüüsitud sektorite kaupa aegridadel.

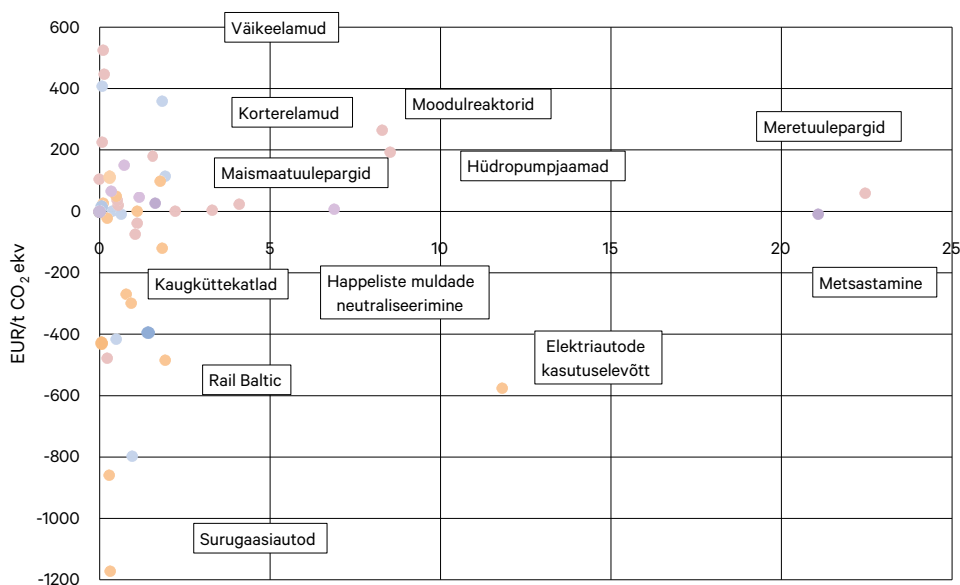
Tavapäraselt on KHG heite vähenemine esitatud põhinedes fikseeritud ajahetke heitefaktoritele ning marginaalkulu kõveratel esitatakse nõ palett meetmetest, millest on võimalik kombineerida erinevaid poliitikalikvid. Töö autorid on tellija soovil asendanud fikseeritud heitefaktorid ja tavapärase marginaalkulude analüüsi dünaamilisema mudeliga, mis arvestab heitefaktori iga kümneni alguses uuesti, põhinedes eelmise kümneni tegevustele ja sisestatud eeldustele. Arvutusmudel võimaldab paralleelselt kasutada ka staatilisi heitefaktoreid.

Käesolev analüüs võimaldab ajas muutuvana esitada tegevuste mõjusid ja KHG heite vähenemist. Kuna töö lähteülesanne oli vähenemise meetmete kaardistamine, siis pole koostatud sarnastel alustel tarbimiskõverat, mistõttu pole võimalik esitada ühte lõpliku graafikut, mis näitaks tarbimispoole heite vähenemist.

Joonis 6 illustreerib tegevustega kaasnevat KHG heite vähendamise potentsiaali dünaamiliste heitefaktoritega ning nende tegevuste kulutõhusust. Kuna heitefaktorid on dünaamiliselt ajas vähenevad, on pigem suurema KHG vähenemise potentsiaaliga tegevused, millega alustatakse perioodi 2020-2050 alguses. Joonisel kujutatud KHG vähenemise potentsiaalid moodustuvad kogu analüüsitud perioodi aastaste vähenemiste summadest.

**Perioodi 2020-2030** iseloomustab teiste perioodidega võrreldes oluliselt suurem investeeringute maht. Investeeringud energiatõhususse toovad endaga lisaks kiirele mõjule ja kulutõhususele kaasa väheneva investeeringuvajaduse väikese süsinikumahukusega energiaallikatesse kuna primaarenergia tarbimine väheneb. Energiasäästupotentsiaaliga segmente on hoonete hulgas mitmeid: eluhooned, bürood, kaubanduspinnad, tööstushooned, põllumajandusettevõtted, avaliku sektori omandis olevad hooned erinevate ministeeriumide haldusalades. Energiasäästupotentsiaal on kaardistatud ka transpordisektoris ning tööstusprotsessides.

Energiakandjate süsinikumahukuse vähendamine on pikaajaline protsess, mistõttu peaks ka need tegevused algama perioodi 2020-2050 alguses. Vajalik on tuuleenergiat ja päikeseenergiat kasutavate süsteemide rajamist kiirendada, alustada kordades mahukat elektri kasutuselevõttu transpordis, jätkata biometaanitootmise edendamise läbi gaasitarbimise süsinikumahukuse vähendamist ja alustada vesinikutehnoloogia lahenduste väljatöötamist ja võimalusel rajamist.



**Joonis 6. Meetmete kulutõhusus (y-telg) ja kumuleeritud KHG heite säästupotentsiaal perioodil 2020-2050 (x-telg). Negatiivse väärtusega meetmed, millest tekib ühiskondlik kogutulu.**

Struktuurne muutus transpordisektoris on aeganõudev ja suurima KHG vähenemise mõju saavutamise on võimalik tegevustega varakult alustades, sh tänase eesmärgi, aastaks 2050 –80% KHG vähenemise saavutamiseks. Arvestades, et aastal 2050 on kasutuses sarnaselt tänasele umbkaudu 700 000 sõidukit, peaks umbes 500 000 nendest olema elektriautod, 100 000 vesinikusõidukid ning ülejäänud sisepõlemismootoril sõidukid, mis kasutavad biokomponendiga kütust. 2018. aasta statistika kohaselt on Eestis umbes 50 tuhat esmast sõidukite registreerimist, millest 26 tuhat on uued sõidukid. Aritmeetiliselt perioodi peale jagades peaks umbes pooled sõidukite esmastest registreerimistest igal aastal olema alternatiivkütustel sõidukid. Sõidukite laialdasele kasutuselevõtule peaks eelnema vajaliku laadimis-tankimistaristu rajamine.

KHG inventuuri nn sidumispool on esimesel võimalusel vaja alustada uuringutega ja rakendustegevustega. Mõju avaldamiseks 2050-ndal aastal on vajalik perioodi 2020-2050 alguses teha strateegilisi otsuseid, eriti metsanduses, ning jälgida nende rakendamise kulgu kogu perioodi vältel, et avaliku sektori strateegilised kavad toetaksid eesmärgi täitmist.

**Periood 2030-2050** on seotud suurusjärgude võrra suurema määramatusega, kuid võimalik on välja tuua mõned üldisemad trendid/valikukohad, mis ees seisavad.

Põhja-Balti elektrituru arengut arvestades on tõenäoliselt tulevikus regioonis vaja täiendavaid tasakaalustavaid võimsusi ning kliimaneutraalseid baaskoormusvõimsusi. Ilma tasakaalustavate võimsuste lisandumiseta (kas Eestisse või Balti-Põhjamaade regiooni), ei ole ilmselt võimalik stsenaariumis eeldatud taastuvenergia võimsusi võrku täies mahus lisada. Seetõttu on väga oluline põhivõrguettevõtjate vaheline koostöö ja koordineerimine kogu regioonis, et tagada piirkonna elektrisüsteemide töökindlus (ka väga kõrge taastuvelektrivõimsuste paigaldamise korral) ning elektriturgude efektiivne toimimine. Analüüsitud tegevuste tulemusel on aastal 2050 kodumaises elektritootmises-tarbimises 7,2 TWh juhitamatute energiaallikate (päike ja tuul) toodangut. Seda kompenseerib 500 MW võimsusega ning 1,5 TWh toodanguga pump-hüdroakumulatsiooni elektrijaam. Kuna tarbimine on eeldatavasti 10,8 TWh, siis on katmata 2,1 TWh (19,4%) kodumaist tarbimist<sup>5</sup>. Investeeringuna on kajastatud ka võimalik moodulreaktori rajamine, kuid seda võib üldistada kui tõenäoliselt vajalikku investeeringut baaskoormusesse, mille energiaallikas ei pea olema tuumkütus.

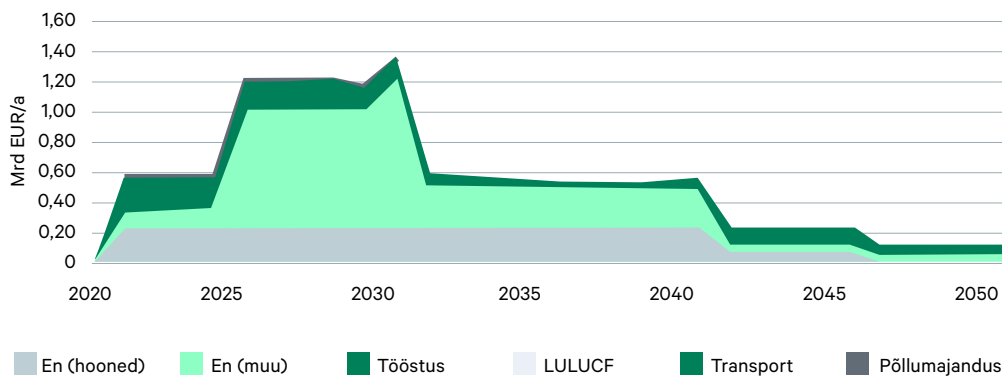
Perioodi teises pooles ehk nõ viimaste tonnide vähendamiseks on vajalikud tegevused transpordi, põllumajanduse ja tööstuse sektorites. Kuigi pigem väiksemad ja vähem kuluefektiivsed tegevused, on nendeta kliimaneutraalsuse eesmärgi saavutamise vähem tõenäoline. Hinnanguliselt on vajalik teatud mahus süsinikupüüdmise tehnoloogiate kasutamine, kas või KHG õhkupaiskamise kulude vältimiseks.

<sup>5</sup> Kogused on hinnangulised ning ei arvesta turudünaamikaga, süsteemiteenuste vajaduse ega varustuskindluse kriteeriumitega. Avariireserve ja süsteemiteenuseid pakkuvate paigaldiste vajadus on alusuuringute puudumisel kaardistamata

## Investeeringute maht ja jaotus

Sama prioriteetne kui investeeringute mõju KHG heitele, oli töös ka tegevuste sotsiaalmajanduslike mõjude analüüs. Iga meetme kohta koguti alusandmed (eeldused) nende rahalise ja KHG heite mõju modelleerimiseks. Modelleeriti otsene tulu-kulu (sh investeeringud) ja KHG (CO2 ekvivalent) heite muutus meetme rakendamise korral perioodiks 2020-2050 (mõnel meetmel kuni 2060). Rahvamajanduse sisend-väljund raamistiku abi hinnati seejärel meetmete mõju SKP-le ja tööhõukuludele. Mõju SKP-le ja tööhõivele võis olla otsene, kaudne või indutseeritud (kaasnev).

Analüüsis hõlmatud tegevuste rakendamise investeeringute maht on täna kättesaadavate andmete põhjal ning uuringus võetud eeldustest lähtudes arvatuna suurusjärgus ca 17,3 miljardit eurot. Selle mahu eelduseks on ca 85% analüüsitud meetmete täiemahuline rakendamine ning ülejäänud 15% meetmete osaline või üldse mitte rakendamine.



**Joonis 7. Investeeringud aastate ja sektorite kaupa, miljardit eurot (aasta 2020 investeeringuteks arvestatud 61,8 miljonit eurot).**

Investeeringute maht ei ole täiendav investeeringumaht võrreldes seni eesmärgiks olnud 80% heite vähendamisega. 80% heite vähendamise eesmärgi täitmise kulud moodustavad olulise osa 17,3 miljardist, kuna ka selle eesmärgi täitmine eeldab nagunii ulatuslikke investeeringuid energiasektoris, energiatöhususes ning transpordisektoris aastatel 2020-2030 ja 2050-nda aastani viival perioodil. Teistsuguste eelduste korral võidakse saada toodust erinev hinnang vajalike tegevuste maksumusele. Samuti tuleb arvestada, et 30-aastase vahemiku kestel muutub nii tehnoloogiate maksumus kui muud olulised näitajad, seega on tegu indikatiivse hinnanguga, mida tuleb edaspidi uuendada selleks uuringus raames välja arendatud Exceli tööriista kasutades.

Eesmärgi saavutamiseks on vajalik panustada nii era- kui ka avalikul sektoril, sh kõikidel ministeeriumidel, KOV-idel, valdkondadel ja kõigil füüsilistel ning juriidilistel isikutel ning eeldab muutusi nii tootmise kui ka tarbimise poolel. Kokku investeeritaks prognoosi kohaselt analüüsitud tegevustesse 17,3 miljardit eurot, millest lõviosa moodustavad erasektori investeeringud mahus ca 13,1 miljardit eurot. Avaliku sektori organisatsioonide finantseeritud tegevuste mahuks on ligikaudu 4,2 miljardit eurot. Need iga-aastased era- ja avaliku sektori investeeringud moodustaksid suhtena SKP-sse järgmisel kümnendil (keskmiselt 982 mln eur aastas) ca 4%, 2031-2040 (keskmiselt 566mln eur aastas) ca 2% ja 2041-2050 (keskmiselt 184 mln eur aastas) vähem kui 1%.

Tinglikult on ministeeriumitelt saadud tagasiside ja autorite eelduste alusel võimalik investeeringud jagada avaliku sektori ja erasektori vahel (Tabel 2). Avalik sektor ei tähenda automaatselt toetusvajadust, vaid tähendab, et investeeringu teeb avaliku sektori organisatsioon, näiteks koolimaja rekonstrueerimise investeerib kohalik omavalitsus, eramaja rekonstrueerimise aga eraisik. Tabel on indikatiivne, et koondada ja visualiseerida üldisi investeeringute mahte ja proportsionaalset jagunemist.

Investeeringuvajaduselt mahukaimad on investeeringud energiatootmisesse (meretuulepargid 3,9 mld eurot ja moodulreaktorid 2,2 mld eurot), kus erasektori maht on tinglikult 90%. Neid kaht selgelt suuremat investeeringut arvestamata jääks erasektori mahuks 6,4 mld eurot ning proportsioonideks avaliku-erasektori vahel vastavalt 40% ja 60%. Oluline on silmas pidada, et nende investeeringute realiseerimiseks on vajalik luua sobiv toetav regulatiivne ja finantsiline raamistik, mille puudumisel antud investeeringud jäävad tegemata.

	Avalik sektor (miljonit eurot)	Erasektor (miljonit eurot)
Hooned	1 534	3 754
Energeetika	681	7 945
Transport	1 736	1 374
Tööstus (protsessid)	-	4
Põllumajandus	88	44
LULUCF	155	-
KOKKU	4 194	13 121
osakaal (%)	24%	76%

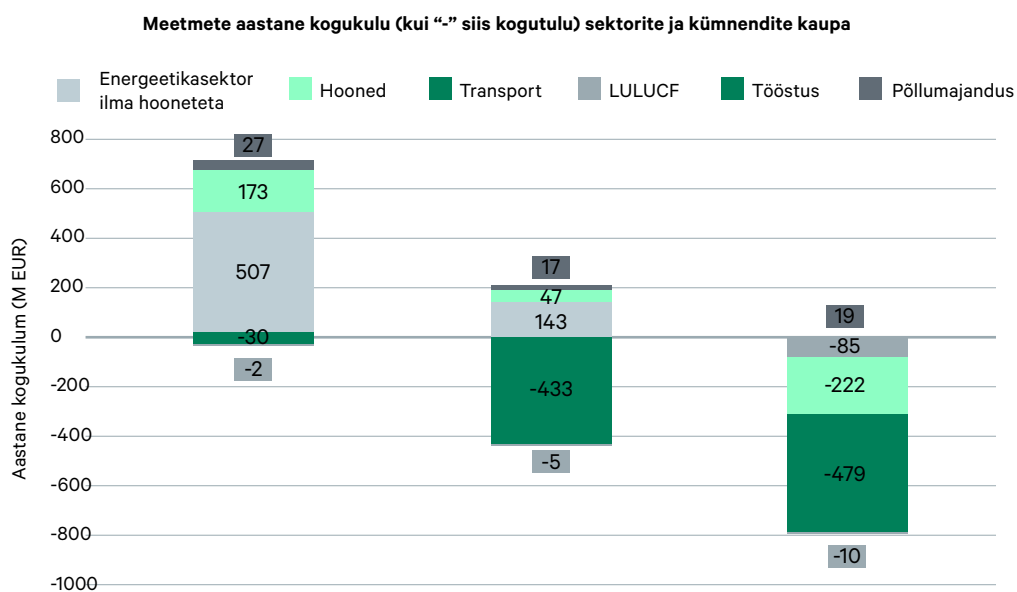
**Tabel 5. Investeeringute indikatiivne jaotumine avaliku ja erasektori vahel.**

Eesmärgi saavutamine loob meetmete elluviimise ajal töökohtade loomise kõrval pikemas perspektiivis võimaluse restruktureerida ja parandada majanduse konkurentsivõimet ning olla paremini valmis tulevikuarenguteks. Strateegilised investeeringud järgmisel kümnendil toetavad innovatsiooni ja uute, kõrge lisandväärtusega töökohtade loomist madala süsinikumahukusega sektorites, samuti panustades inimkapitali arendamisse on võimalik ennetada tehnilise pädevuse pudelikaelade (vajalike spetsialistide puudus) tekkimist.

Muutused majanduse struktuuris on loomulik protsess, mida väljapakutud (ja muude toetatavate) meetmetega on võimalik kujundada selliselt, et protsess omab pikaajalises vaates positiivset mõju nii otseses tulu-kulu arvestuses, mõjus SKP-le kui ka mõjus tööhõivele.

### Investeeringute sotsiaalmajanduslik mõju

Arvutused näitasid, et meetmete elutsükli põhine kaalutud keskmine marginaalkulu (CO2 heite ekvivalenttonni vähenemine jagatud netokuluga) on suures plaanis negatiivne, st et tulud ületavad kulusid. Samas näitas meetmete otsekulude arvestus omakorda, et perioodi (2021-2050) esimesel kümnendil on investeerimisfaasi tõttu (rahavoolised) kulud suuremad kui tulud, kuid see muutub järgnevatel kümnenditel (kui meetmete tegevustulud hakkavad kokkuvõttes ületavama tegevuskulusid ja investeeringuid), nii et kogumõjus on tulud suuremad kui kulud.



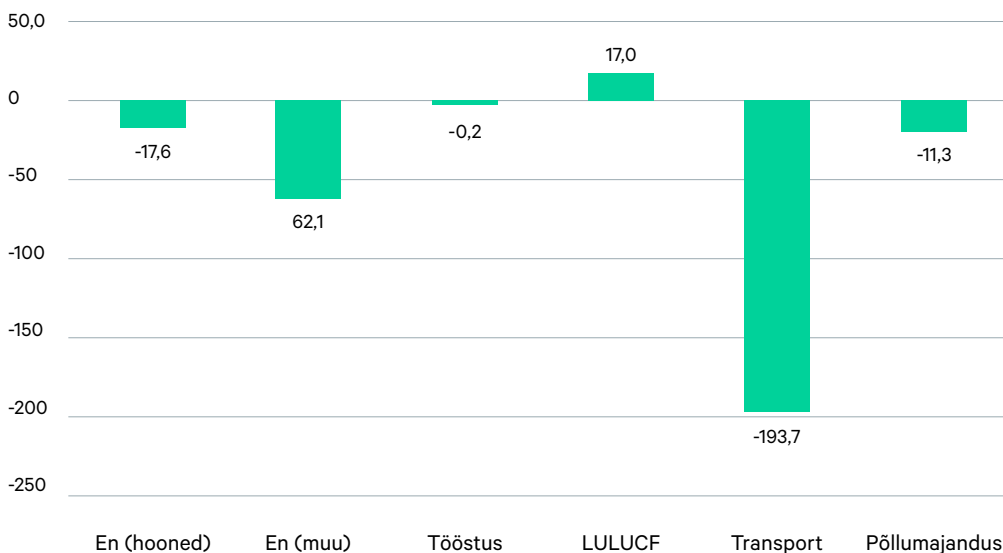
**Joonis 8. Meetmete aastane kogukulu ( kui "-" siis kogutulu) sektorite ja kümnendite kaupa.**



Analüüsi tulemusel selgusid tegevused, mille rakendamisel tekib sääst ehk tegevused on isetasuvad ja selgusid tegevused, mille rakendamisel tekivad kokkuvõttes täiendavad kulud. Meetmete kulud muutuvad kui tõuseb süsiniku heiteühiku (nn CO<sub>2</sub>) hind. Selle tulemusel võivad ka kulusid tekitavad meetmed muutuda tulusateks. Avalikul sektoril on võtmeroll meetmete puhul, mis on kulutõhusad ja kus käivitav jõud on muudatus regulatsioonis

Sotsiaal-majanduslike mõjude tulemusi meetmete lõikes ei saa automaatselt kokku liita, kuna meetmete mõjud on arvatud sõltumatult, kuid meetmete paralleelsel (samaaegsel) rakendamisel võivad nende vahel tekkida vastasmõjud, mida on kindlasti keeruline välja arvutada. Siiski annab majandusmõjude hindamise tulemuste summeerimine indikatsiooni mõjude suunast ja ka ulatusest.

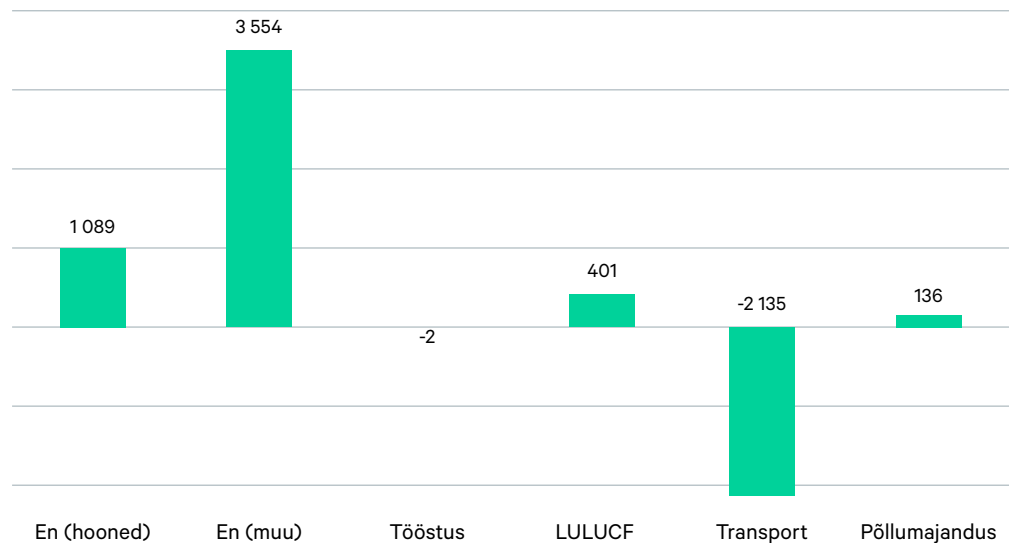
SKP arvestuses on meetmete mõju valdavalt negatiivne (vt Joonis 8), kuigi mõju suhtarvuna Eesti SKP-sse ei ole väga suur (ca 10%). Kõige suuremal määral mõjutab SKP muutust transpordisektori süsinikumahukuse vähenemine, millega kaasneb riigile mh ka märgatav risk maksutulude vähenemiseks. Transpordis tuleb suur mõju läbi riigi maksutulude (aktsiisimaks eelkõige) ja sellega riigi tulude vähenemise, mis kaalus üles muud mõjud (näiteks positiivse mõju ostujõu kasvust või kohaliku kütuse kasutamisest).



**Joonis 9. SKP muutus keskmiselt aastas tegevusalade lõikes, mln EUR.**

Energeetika (hooned) negatiivne mõju tekib läbi soojamajanduse kulude ja tegevuste vähenemise, mis kaalub üles muud, valdavalt positiivse mõjud (investeeringud, ostujõu kasv). Muus energeetikas on negatiivse mõju peamiseks allikaks põlevkivienergeetika vähenemine ja sellest tingitud majandusmõjud.

Tööhõive arvustustes eristati kogumõju (vt Joonis 10) ning otsest mõju. Kogumõju leiti majanduse otsese, kaudse ja indutseeritud (tuletatud) mõju alusel. Arvustustes kasutati hüvitised töötajatele koefitsiente (kui palju muutunud tootmismahust ja indutseeritud lõpptarbimisest kulutatakse hinnanguliselt tööjõukuludele) ning Eesti keskmist palka – kuna kogumõju arvutamisel ei ole tegevusalade eristamine võimalik.



**Joonis 10. Töökohti (kogumõju) keskmiselt aastas tegevusalade lõikes.**

Töökohtade juures saame rääkida lühiajalisest (positiivsest) mõjust investeerimise faasis ning eelkõige ehituse, masinate ja seadmete paigalduse tegevusaladel aga ka jaekaubanduses (nt elektriautode jm kallimate sõidukite müük) ja IT lahendustega seotud tegevusaladel (uued parkimissüsteemid jms). Kui investeringute tulemusena tegevuste maht (nt hoonete kütmine, kütuste tarbimine, elektri tootmine jm) väheneb, siis sellel on pikaajaline negatiivne mõju tööhõivele ja SKP-le – see on aga investeringutega loomulikult kaasnev protsess, et tööjõu ja ressursimahukad tegevused vähenevad, selle asemele tulevad kapitali/tehnoloogia/teadmistemahukamad majandustegevused. Käesolevas uuringus on eelkõige analüüsitud meetmeid, mis otseselt seotud investeringutega erinevate tehnoloogiate kasutuselevõtt, aga rahvusvaheline kogemus on näidanud, et kui sellega paralleelselt investeerida inimkapitali arendamisse, teadus- ja arendustegevusse, siis tekib seeläbi tõenäoliselt kiiremini ja suuremal hulgal kõrge lisandväärtusega, teadmistemahukaid töökohti.

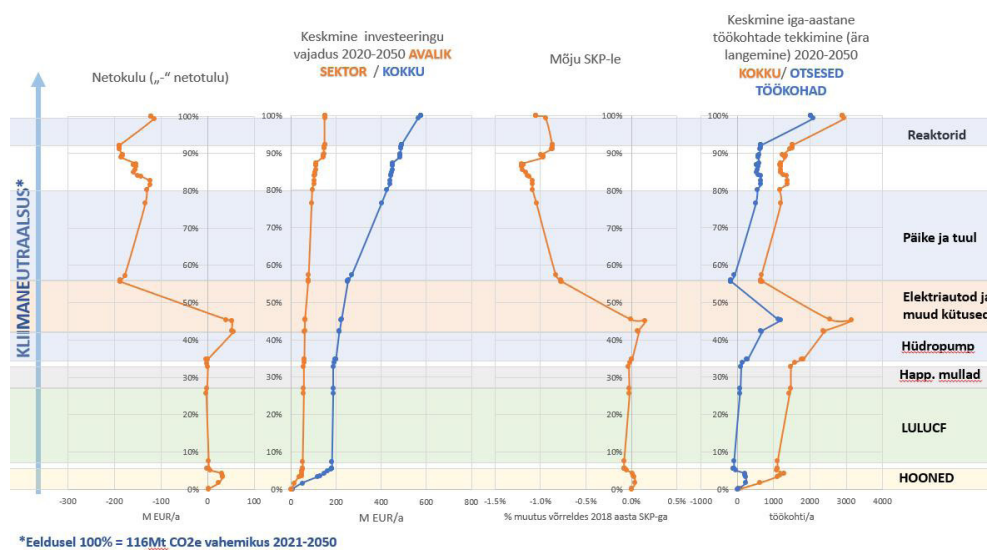
Mõju erinevatele piirkondadele on hinnatav läbi selle, kuhu milline sektor on valdavalt koondunud. Näiteks kui meede mõjutab elektritoodangu vähenemist, siis see mõjutab eelkõige põlevkivisektorit Ida-Virumaal. Kui aga kasvab taastuvenergia tootang (tuuleenergia, päikeseenergia) siis ei ole regionaalse mõju jaotust üldjuhul võimalik hinnata. Oleme mudelis eeldanud elektri impordi kasvu (põlevkivielektri asendamiseks) asemel investeringuid kohapealse tootmise kasvu, et tagada energiapuuduse ja varustuskindlus ligilähedasel tänasel tasemel.

Samuti on regionaalset mõju keeruline hinnata mobiilsemate sektorite puhul - näiteks kui investeringute teostamiseks on vaja ehitusteenust siis see mõju ei pruugi olla regionaalne. Regionaalset mõju on teataval määral võimalik hinnata ka läbi selle, kus meede ellu viiakse - näiteks kaugjahutuse meede on teostatav ainult Tallinnas, Tartus ja Pärnus ning mõju tööhõivele peaks tekkima ka peamiselt nendes kohtades.

Mõju püsivus ja kestvus sõltuvad eelkõige sellest, mis laadi tegevusega meede seotud on. Üldjuhul on tootmise lõpetamise (nt põlevkivienergeetika) otsene mõju pikaajaline. Uue tootmise tekitamise korral on investeringu positiivne mõju tööhõivele suhteliselt lühiajaline ning tootmise/investeringu edasise haldamise mõju aga pikaajaline, sõltudes investeringu elueast (maksimaalselt on eeldatud kuni 50a pikkust eluiga).

### Meetmete kumuleeritud mõju hindamine vahemikus 2020-2050

Meetmete kumuleeritud mõju hindamine võimaldab annab ülevaate teekonnast kliimaneutraalsuse saavutamiseni. Kumuleeritud mõju esitamiseks on autorid teinud eelduse meetmete rakendamise järjekorrale, mis paneb juba käimasolevad ja nõ käegakatsutavamad meetmed ettepoole ja pikema realiseerimisperioodiga ning hiljem realiseeritavad meetmed tahapoole. Nii annab Joonis 11 ülevaate, et suure tõenäosusega on esimese 50% KHG säästu saavutamine kliimaneutraalsuse eesmärgist kogukulu ja SKP mõttes marginaalse mõjuga, töökohtade mõttes aga olulise positiivse mõjuga. Avaliku sektori investeringuvajadust mõjutavad selles vahemikus aga enim hoonete rekonstrueerimismeetmed, ülejäänud meetmed esimese 50% KHG säästu saavutamisel on väikese investeringuvajadusega. Samuti tuleb jooniselt välja, et nii kõikide indikaatorite kui ka KHG vähendamise lõikes on suurimate mõjudega süsinikuvaba elektritootmise meetmed (päikesejaamad, tuulepargid, moodulreaktorid) ja transpordisektori kütusevahetusega seotud meetmed (eelkõige elektriautode laialdasem kasutuselevõtt).



Joonis 11. Meetmete kumuleeritud mõju kliimaeesmärgi saavutamise erinevates mahtudes. Meetmed on järjestatud autorite poolt tehtud eelduse alusel meetmete rakendamise järjekorrale.

## Sektorite detailsem analüüs ja meetmed

### Hoonetega seotud meetmed

KHG heite vähenemine tekib olemasolevate hoonete energiakasutuse vähenemisel. KHG vähenemise komponendi puhul on aluseks võetud arvutusmudeli eeldused kümnendite kaupa ümber arvatud dünaamiliste heitefaktoritega. Üldiselt on arvutusmudeli eeldus, et kaugkütte osakaal hoonetes jääb 60% juurde ning põlevkiviõli ei kasutata soojusenergia tootmiseks alates aastast 2031. Sel tulemusel jääb taastumatu kütusena kasutusele vaid maagaas, mille osakaal väheneb 45%-ilt aastal 2020 6,7%-ni aastal 2050.

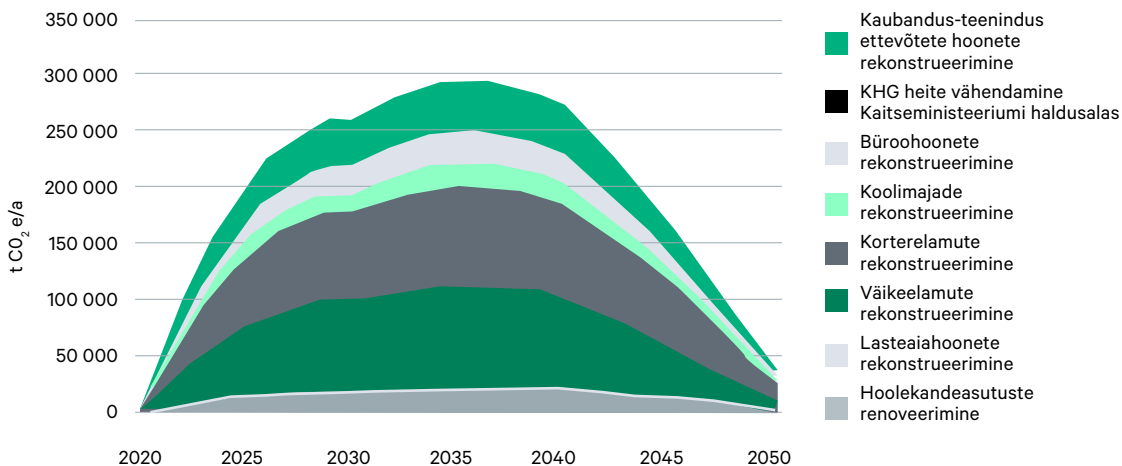
KHG vähenemise modelleerimise juures dünaamiliste heitefaktoritega on oluline märkida, et mida väiksema eriheittega on hoonetesse tarnitavad energiakandjad, seda väiksem on tegevusest tulenev KHG heite vähenemine. Sellegipoolest on olulised käesolevas töös kvantifitseerimata kaasnevad mõjud tervena elatud aastatele ning inimeste produktiivsuse kasvule.

Hoonetega seotud meetmete investeeringukulu baseerub erinevat tüüpi hoonete ja erineva energiaklassiga hoonete renoveerimismaksumustel. Kulutõhus meede hoonete renoveerimise valdkonnas on seega meede, mis tegeleb hoonete rühmaga, mis kasutab peamiselt fossiilseid kütuseid, kus energiasäästu potentsiaal on väga kõrge ja mille renoveerimismaksumus on võrdlemisi väike. Esialgne marginaalkulu ja KHG vähendamise potentsiaalide kirjeldus on alloleval joonisel:

Hoonetesektori tegevuste puhul on võetud aluseks stsenaarium, kus rekonstrueeritakse hooned, mille energiaklass on väiksem kui C vähemalt C energiaklassi tasemele. Valimis tõusevad esile korterelamud ja väikeelamud, kus KHG heite vähenemise potentsiaal on kõige suurem. Samuti ka kaubandus- ja teenindusettevõtete hoonete rekonstrueerimine (Joonis 11). Rekonstrueerimismaksumused on hoonetesektori tegevuste puhul pigem ülehinnatud ning rekonstrueeritavate mahtude puhul on püütud analüüsist välja jätta pinnad, mis on niivõrd halvas seisukorras, et nõuetele vastava sisekliima (ventilatsioon, kütte, valgustus jne) tagamine pigem suurendab veidi energiakulusid. Samas pole analüüsis arvestatud töökohtade sisekliima paranemisest tulenevat produktiivsuse tõusu ning elukohtade sisekliima paranemisest tulenevat tervena elatud aastate kasvu, st tervisekulude vähenemist. Investeeringumaksumused hoonete sektorile on esitatud alloleval Joonis 12.

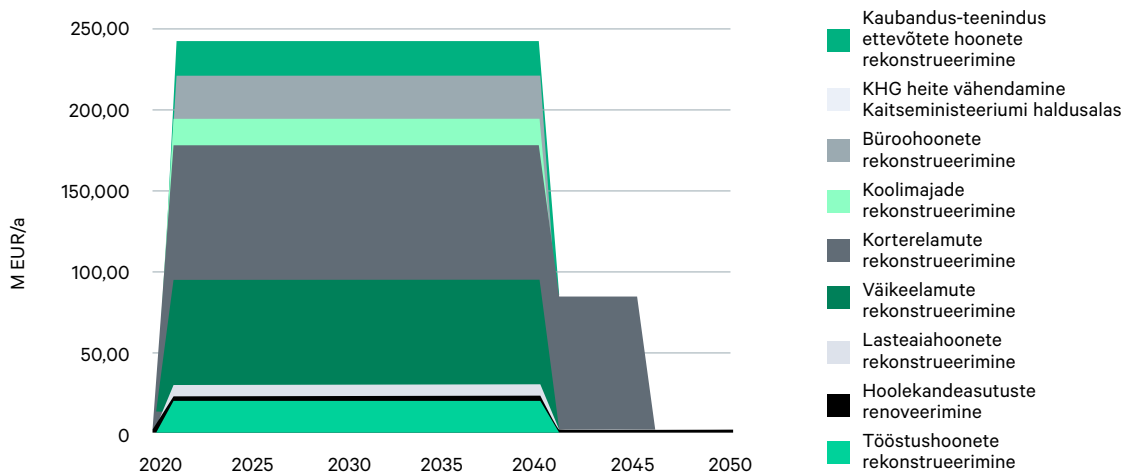
### 2020-2030

Eesti energiaportfell on sel perioodil kõrgema süsinikumahukusega ning seetõttu on energiatõhususe parandamine hoonetes kulutõhusam just perioodi 2020-2050 alguses. Samal ajal on rekonstrueerimistegevused pika elueaga ja kiire mõjuga, mistõttu oleks otstarbekas leida võimalusi sektorisse tänasest kiiremas tempos vahendeid suunata.



Joonis 12. CO<sub>2</sub> ekv vähenemine, t/a Hoonete sektoris.

Analüüsis on kajastatud, kuid võrdlemisi väikese investeeeringumahu ja KHG heite vähenemise potentsiaali tõttu pole graafikul lasteaedade ja hoolekandeaustute rekonstrueerimine.



Joonis 13. Investeeringud hoonete sektoris miljonit EUR/a.

KHG heite vähendamise potentsiaali on kõikides hoonetes, olenemata tüübist ja omandist (väikeelamud, kontorihooned, avalikud hooned jne). Lühemate tasuvusaegadega on valgustuse, küttesüsteemi ja jahutuse/ventilatsiooni/hooneautomaatika tööd ning pikemate tasuvusaegadega on välispiirete soojustamine ja fassaaditööd.

### 2030-2050

Sel perioodil tegevuste suhteline kulutõhusus väheneb, sest energiaallikad on vähem süsinikumahukad, kuid energiasäästu ja sisekliima parandamine ventilatsiooni, soojustuse, sisekliima ja valgustuse kaudu on jätkuvalt olulisteks tulualliketeks.

Mõlemal perioodil vähendab saavutatav primaarenergia sääst investeeeringuvajadust energia tootmise poolel.

### Peamised riskid, võimalused, eeldused hoonetesektori meetmete rakendamisel.

Tänane hoonete energiatõhususe parandamise tempo saab olla kiirem. Vajalik oleks aktiveerida üks suuremaid KHG heite vähendamise potentsiaaliga sektoreid – väikeelamud. Mida suurem mõju on energiatõhususlahendustel, seda vähem on vajalik investeerida soojuse ja elektri tootmisesse.

Kestlike energiasäästlike lahenduste populariseerimise narratiiv võiks aidata hooneomanikel leppida veidi pikemate tasuvusaegadega. Hoone sisekliima, mis on üürnikele/elanikele/töötajatele meelepärane tõstab nende produktiivsust ja peaks olema elementaarne.

Statistikaameti ehituslubade ja ehitusteatiste statistikat analüüsides võib järeldada, et rekonstrueerimistegevused on täna koondunud pigem suurematesse keskustesse, mistõttu või olla vajalik leida ergutusmeetmeid keskustest väljaspool oleva kinnisvara rekonstrueerimise ergutamiseks.

**Risk:** Investeermiskiiruse tõstmisel osutub suure tõenäosusega pudelikaelaks vajalike tehniliste ekspertide nappus ning lisaks on tänaste mahtude juures juba ehitussektoris üldine tööjõupuudus. OSKA protsess peaks ehitussektori täiendavaid kompetentsivajadusi arvestama (tõenäoliselt ka juba arvestab) ning vajalikud võivad olla toetavad tegevused, mis populariseerivad inseneriõpet.

### Täiendavad uuringuvajadused

Viimati analüüsiti ülevaatlikult sarnase metoodika alusel erinevate hoonesegmentide energiasäästu ENMAK 2030 raames 2013. aastal. Vajalik oleks värskendada laiemal valimil informatsiooni, mis puudutab võimalikke energiasääste ja tasuvusaegasid. Kuna muutunud on ka energiatõhususe miinimumnõuded, siis peaks laiemal valimil hinnata rekonstrueerimisvajadust, et hooned vastaks uutele nõuetele. Täiendavalt peaks analüüsima energiatõhusate investeeringute võimalusi põllumajandussektoris.

Numbriliselt on sisustamata sisekliima paranemine produktiivsuse tõusus ja vähenenud tervisekuludes. Puudub hea referents Eestis, maailmamastaabis tulud märkimisväärsed.

Hoonete valdkonnas vaadati üle ka üldised ENMAK 2030+ protsessis tehtud eeldused<sup>6</sup>, mis on paslik siinkohal eraldi välja tuua.

- Uusehituste maht aastas:  
elamud - **1** %;  
mitteelamud - **1,5** %.
- Hoonefondi kasutusest välja langemine aastas - **0,3** %.
- Hoonete renoveerimistegevustena on käsitletud **terviklikku renoveerimise** lahendusi, mis tagavad lisaks energiasäästule ka hoonete pikaealisuse ja sisekliima, ehk praeguste arvutustingimuste juures minimaalselt energiaklass **C**
- Rahvastiku aastane vähenemine - **0,4** %.

Hoonetega seotud meetmete puhul on oluline veel märkida, et renoveerimisel väga madalast energiaklassist kõrgemasse, paraneb tõenäoliselt väga olulisel määral ka hoonete sisekliima, kuna hoonete täiendaval soojustamisel tuleb renoveerida ka ventilatsioonisüsteem<sup>7</sup>. Käesoleva töö tarvis ei leitud piisavalt asjakohaseid uuringuid, et sisekliima paranemisest tulenevad majanduslikke kasusid nagu tervena elatud aastate arvu tõus ja produktiivsuse kasv Eesti tingimustele vastavalt kvantifitseerida, kuid on oluline märkida, et need mõjud on mõõdetavad ning olulised<sup>8</sup>.

6 [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/5/51/ENMAK\\_2030.\\_Hoonete\\_energias%C3%A4stupaotentsiaali\\_uuring.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030._Hoonete_energias%C3%A4stupaotentsiaali_uuring.pdf)

7 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010>

8 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.036>

## Hoon01: Hoolekandeesutuste rekonstrueerimine

KHG vähenemise sektor: ENERGIJA

Meetme eraldi käsitus arengukavadest (ENMAK 2030; REKK 2030) puudub, kuid Rahandusministeerium töötas välja Riigihalduse ministri 21. jaanuar 2019. a määrus nr. 40 „Kohaliku omavalitsuse hoolekandeesutuste hoonete energiatõhusaks muutmiseks ja hoolekandeesutuste energiatõhusate hoonete rajamiseks antava toetuse kasutamise tingimused ja kord“, mille raames toetatakse KOV hoolekandeesutuste hoonete rekonstrueerimistööd (nn energiatõhususe töid).

Hoolekandeesutuste rekonstrueerimise meetme potentsiaali maksimumiks on hinnatud 114 hoolekandeesutuse (EHR koodid: 11311-11318) 147 500 m<sup>2</sup> kõetava pinna rekonstrueerimine. Nende pindade energiamärgis on alla C-klassi. Seeläbi väheneb hoolekandeesutuste energiatarbimine ja KHG heide.

Positiivne mõju SKP-le tekib eelkõige läbi investeeringute, mille kaudu on positiivselt mõjutatud ka tööhõive.

### Peamised arvutuskäigu eeldused

<C klassi hoolekandeesutuste pind <sup>9</sup>	147 460	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu kõetavale pinnale <sup>10</sup>	550	€/ m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>11</sup>	86,61	kWh/m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>12</sup>	15,6	€/m <sup>2</sup> * a
Rahaline ülalpidamiskulude sääst	0	€/m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	2 429	€/ t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	78,5	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	17 834	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	122	t CO <sub>2</sub> ekv /a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	630	tuh EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	34	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	13	töökohta/a

### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

9 EHR 2019 andmete järgi on hoolekandeesutusi 114 ja need jagunevad järgnevate kategooriate vahel: 11311 Päevakeskus; 11312 Tugikodu; 11313 Varjupaik; 11314 Laste kodu; 11315 Noortekodu; 11316 Üldhooldekodu; 11317 Koolikodu; 11318 Sotsiaalse rehabilitatsiooni keskus; 11319 Erihooldekodu. Andmed on võetud hoolekandeesutuste hoonetele millelele on energiamärgis väljastatud alates 2010 aastast, andes piisava vahemiku kehtiva energiamärgisega hoonetele. Antud valim sisaldab vaid neid hoolekandeesutusi millele energiamärgised kehtivad ka täna.

10 Käesoleva meetme aluseks võetud määrus (Riigihalduse ministri 12.10. 2018 määrus nr 40) sätestas maksimaalse toetuse määra kõetava pinna ruutmeetri kohta (220/385 EUR). Seejuures oli toetuse osakaal maksimaalselt 40-70% abikõlblikest kuludest. Käesoleva meetme puhul on eeldatud maksimaalset toetust (385EUR/m<sup>2</sup>) ja maksimaalset osakaalt (70%) (385/0,7).

11 Meetme aluseks töötati välja tüüpilise hoolekandeesutuse renoveerimisprojekti iseloomustavad näitajad, mida on arvestatud ka selle meetme potentsiaalse mõju hindamisel. Konkreetse projekti kokkuhoiu andmed energiaaudiitorilt. Kirjalikud andmed pärinevad Riigi Tugiteenuste Keskuselt.

12 Meetme aluseks töötati välja tüüpilise hoolekandeesutuse renoveerimisprojekti iseloomustavad näitajad, mida on arvestatud ka selle meetme potentsiaalse mõju hindamisel. Konkreetse projekti kokkuhoiu andmed energiaaudiitorilt. Kirjalikud andmed pärinevad Riigi Tugiteenuste Keskuselt.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on renoveerimise maksumuse kujunemisega ning optimaalse toetuse määramisega, kuna meede ei ole isetasuv.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning töötada välja sobivad toetusmeetmed.

**Hoon02: Lasteaiahoonete rekonstrueerimine**

*KHG vähenemise sektor: HOONED*

Koolimajade ja lasteaedade rekonstrueerimise hoogustamist on mainitud kui üht olulist tegevust ENMAK 2030<sup>13</sup> arengukavas. Lasteaiahoonete renoveerimise projekte on 2017 aastal toetanud Keskkonnainvesteeringute Keskus enam kui 12 miljoni euroga<sup>14</sup>.

Lasteaiahoonete rekonstrueerimise meetme potentsiaali maksimumiks on hinnatud 291 lasteaia (EHR kood 12631) kokku 404 000 m<sup>2</sup> köetava pinna rekonstrueerimine, mis on energiamärgisega alla C klassi. Seeläbi väheneb lasteaiahoonete energiatarbimine ja KHG heide.

Marginaalne positiivne mõju tekib indutseeritud (kaasneva) mõjuna läbi investeeringute, tööhõivet positiivses suunas mõjutavad samuti investeeringud.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi lasteaiahoonete pind (EHR 2019) <sup>15</sup>	405 011	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>16</sup>	364	€/m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>17</sup>	81,0	kWh/m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>18</sup>	14,1	€/m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,333	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	409	€/ t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	140,4	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	654 556	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	64 757	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	415	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	48	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	11	töökohta/a

13 ENMAK 2030+ Teadmispõhise stsenaariumi järgi renoveeritakse koolimaju ja lasteaedu 2030. aastaks 40%-i ulatuses ja eeldatav toetusvajadus on 35

14 Selles kuulutati kohalikele omavalitsustele 13.03.2017 välja taotlusvoor. Uut taotlusvoorust 2014-2020 ei ole tulemas. (KIK, 2017)

15 Ehitise kasutamise otstarvete loetelu (2019) kohaselt kuuluvad lasteaia koodi 12631 alla, mis on „koolieelne lasteaed (lastesõim, -aed, päevakodu, lasteaed-alkool)“. Antud numbrid on saadud ehistregistri andmete põhjal, mis sisaldab kõiki lasteaiahooneid (kokku 291tk) mille energiamärgis on alla C klassi. Andmed on võetud lasteaiahoonetele, millelele on energiamärgis väljastatud alates 2010 aastast, andes piisava vahemiku kehtiva energiamärgisega lasteaia hoonele. Antud valim sisaldab vaid neid lasteaiahooneid, millede energiamärgised kehtivad ka täna (Ehitisregister, 2019)

16 Toetust anti määrase „Lasteaiahoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord“ alusel ning määrase Lisas 1 on välja toodud maksimaalne toetuse suurus ühe rekonstrueeritava hoone köetava pinna ruutmeetri kohta eurodes, olenevalt toetuse määra protsendist ning maksimaalsest toetuse suurus. Selle kohaselt on maksimaalne toetuse suurus ühe rekonstrueeritava hoone köetava pinna ruutmeetri kohta 146-255 eurot (Riigi Teataja, 2018). Erikulu arvutamisel on eeldatud maksimaalset toetuse suurus (255EUR/m<sup>2</sup>) ja toetuse määra 70% (255/0,7).

17 Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt saadud 47-me lasteaiahoone rekonstrueerimise projekti näitel tehtud arvutuste põhjal (lasteaia keskmine köetav pind 1751 m<sup>2</sup> ja meetme tulemusel hoonesse tarnitud energia vähenemine 142 MWh/

18 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on seotud renoveerimise maksumuse kujunemisega ning optimaalse toetuse määramisega, kuna meede ei ole isetasuv.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning töötada välja sobivad toetusmeetmed.

**Hoon03: Väikeelamute rekonstrueerimine**

*KHG vähenemise sektor: HOONED*

ENMAK 2030 Teadmistepõhise stsenaariumi järgi on prognoositud väikeelamute renoveerimise ulatus 40%. Riikliku toetuse abil täiendavalt rekonstrueeritud väikeelamute netopind aastaks 2030 on planeeritud 10,4 mln m<sup>2</sup>. Algtase 0,040 mln m<sup>2</sup> (2014). (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) REKK 2030 arengukavas kuulub meede, meetme - Eramajade ja korterelamute rekonstrueerimine, alla. Meetme eesmärgiks REKK dokumendis on rekonstrueerida 2030. aastaks 40% olemasolevatest eramajadest nii, et nende energiatõhususklass oleks vähemalt C või D.

Meetme eeldused on pärit OÜ Finantsakadeemia poolt koostatud uuringust „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis“ ja on ajakohastatud (Finantsakadeemia OÜ, 2018).

Väikeelamute rekonstrueerimise meetme potentsiaali maksimumiks on hinnatud 6 500 000 m<sup>2</sup> köetava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega väikeelamute rekonstrueerimine. Seeläbi väheneb väikeelamute energiatarbimine ja KHG heide.

Positiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib peamiselt läbi investeringute, mis ületab energiatarbimise vähenemisest tingitud negatiivset mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi väikeelamute pind <sup>19</sup>	6 500 000	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>20</sup>	400	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>21</sup>	299,0	kWh/ m <sup>2</sup> /a
Rahaline energiasääst <sup>22</sup>	10	€/ m <sup>2</sup> /a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,333	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	360	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	1 300	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	1 829 180	t

19 Mitteahikütel ning mittepuudu kaugkütel, täisrenoveerimist vajavad. EHR 2019: Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooned vähemalt C energiaklassis).

20 2016 hinnad teisendatud 2019. aastasse.

21 Kliimapoliitika mudel, Finantsakadeemia, 2017, Uuring kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis.

22 Kliimapoliitika mudel, Finantsakadeemia, 2017, Uuring kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis.



CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	60 973	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	10 108	t EUR /a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	540	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	203	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on seotud renoveerimise maksumuse kujunemisega ning optimaalse toetuse määramisega, kuna meede ei ole isetasuv.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning töötada välja sobivad toetusmeetmed.

**Hoon04: Korterelamute rekonstrueerimine***KHG vähenemise sektor: HOONED*

Riikliku toetuse abil täiendavalt rekonstrueeritud korterelamute netopind aastaks 2030 on planeeritud 17 mln m<sup>2</sup>. Algtase 1,97 mln m<sup>2</sup> (2014). (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) Renoveeritakse 50% olemasolevatest kortermajadest selliselt, et nende energiatõhususklass oleks vähemalt C. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Korterelamute KHG heite vähendamise potentsiaali maksimumiks on hinnatud 22 600 000 m<sup>2</sup> köetava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega korterelamute rekonstrueerimine. Seeläbi väheneb korterelamute energiatarbimine ja KHG heide.

SKP vähenemist mõjutab kütuse tarbimise vähenemine, mis ületab investeringutest ja ostujõu muutusest tekkivat positiivset mõju. Tööhõive kasv on aga tingitud investeringutest, samuti ostujõu kasvust tekkivast (indutseeritud) mõjust.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi korterelamute pind <sup>23</sup>	22 600 000	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>24</sup>	182	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>25</sup>	108,1	kWh/ m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>26</sup>	9	€/ m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	117	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	2055	M EUR

23 EHR 2019: Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklass.

24 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

25 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

26 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	1 929 130	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	14 477	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-4092	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	480	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-2	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Olulisemad riskid seoses meetme rakendamisega on järgmised:

- Kas suudetakse korterelamute omanikke piisavalt motiveerida renoveerimistööde ette võtma.
- Remonditöödega on seotud suurem hinna kõikumise risk, mis võib muuta renoveerimise finantsiliselt keerukamaks.
- Suuremahulisemat renoveerimisprogrammi võib piirata ehitusturu võimekus.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.**

Riskide maandamiseks ja meetme tõhususe parandamiseks on eelkõige vajalik võimalustest teavitamine ning lahendused renoveerimistööde korraldamise lihtsustamiseks. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning töötada välja sobivad toetusmeetmed.

**Hoon05: Koolimajade rekonstrueerimine***KHG vähenemise sektor: HOONED*

ENMAK 2030+ Teadmistepõhise stsenaariumi järgi renoveeritakse koolimaju ja lasteaedu 2030. aastaks 40%-i ulatuses. OÜ Finantsakadeemia poolt koostatud uuringus „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määrase eesmärkide saavutamiseks Eestis“ on vastavaks aluseelduseks prognoositud 50%. Lähtuti ENMAK 2030 raames välja toodud lahenduste ühikmaksumusi ja mahtusid, kuna Eestis puudub adekvaatne statistika koolimajade energiatarbimise kohta. Koolimajade energiatarbimisel lähtus OÜ Finantsakadeemia ENMAK 2030 koostamisel analüüsitud 29 koolimaja andmetest. (Finantsakadeemia OÜ, 2018) Maksimaalselt rekonstrueeritavaks koolimajade netopinnaks on hinnatud 1,3 miljonit m<sup>2</sup> ning renoveerimise investeering on 257 €/m<sup>2</sup>. Toetuse määraga ei ole arvestatud, kuna eelduste kohaselt on koolihooned riigi või omavalitsuse omanduses.

Koolimajade KHG heite vähendamise potentsiaali maksimumiks on hinnatud 1 300 000 m<sup>2</sup> köetava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega koolimajade rekonstrueerimine perioodil 2021-2045, millede energiamärgis on alla C klassi. Seeläbi väheneb koolimajade energiatarbimine ja KHG heide.

SKP vähenemist mõjutab kütuse tarbimise vähenemine, mis ületab investeeringutest ja ostujõu muutusest tekkivat positiivset mõju. Tööhõive kasv on aga tingitud investeeringutest, samuti ostujõu kasvust tekkivast (indutseeritud) mõjust.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi koolimade pind <sup>27</sup>	1 300 00	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>28</sup>	257	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>29</sup>	149,8	kWh/ m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>30</sup>	12,5	€/ m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	0,9	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	333	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	369 697	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	12 323	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-1 035	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	71	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-6	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Kuna koolihooned on valdavalt avaliku sektori omanduses, sõltub renoveerimise tempo peamiselt riigi ja omavalitsuste võimalustest renoveerimistööd rahastada. Renoveerimistööde peamised riskid on seotud ebakindlusega tööde maksumuse hindamisel. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele.

**Hoon06: Büroohoonete rekonstrueerimine**

*KHG vähenemise sektor: HOONED*

ENMAK 2030 prognooside kohaselt renoveeritakse 2030. aastaks täiendavalt 20% büroohoonetest (100% hoonefond ca 3,3 mln m<sup>2</sup>) energiaklass C tasemele. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018) REKK 2030 dokumendis kuulub meede, meetme - Täiendav avaliku sektori ja ärihoonete rekonstrueerimine alla ning ka seal on mainitud samad eeldused, mis ENMAK 2030.

Kuna Eestis puudub adekvaatne statistika büroohoonete energiatarbimise kohta, on kasutatud ENMAK 2030 raames välja toodud lahenduste ühikmaksumusi ja mahtusid. Kokku on renoveerimist vajavate büroohoonete netopinnaks hinnatud 2,2 miljonit m<sup>2</sup>. Keskmine soojusenergia tarbimine vaatluse all olnud büroohoonetest oli 190 kWh/m<sup>2</sup> aastas. Tarbitud soojusenergia väheneb 81%. Rahaline sääst on ca 12 €/m<sup>2</sup> \* a ning renoveerimise investeering on 244 €/m<sup>2</sup>. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

27 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013; [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/5/51/ENMAK\\_2030\\_Hoonete\\_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali\\_uuring.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030_Hoonete_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali_uuring.pdf)

28 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013; [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/5/51/ENMAK\\_2030\\_Hoonete\\_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali\\_uuring.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030_Hoonete_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali_uuring.pdf)

29 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013; [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/5/51/ENMAK\\_2030\\_Hoonete\\_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali\\_uuring.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030_Hoonete_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali_uuring.pdf)

30 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013; [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/5/51/ENMAK\\_2030\\_Hoonete\\_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali\\_uuring.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030_Hoonete_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali_uuring.pdf)

Büroohoonete rekonstrueerimise potentsiaali maksimumiks on hinnatud 2 200 000 m<sup>2</sup> köetava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega büroohoonete rekonstrueerimine perioodil 2021-2045. Seeläbi väheneb büroohoonete energiatarbimine ja KHG heide.

SKP vähenemist mõjutab kütuse tarbimise vähenemine, mis ületab investeeringutest ja ostujõu muutusest tekkivat positiivset mõju. Tööhõive kasv on aga tingitud investeeringutest, samuti ostujõu kasvust tekkivast (indutseeritud) mõjust.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

<C klassi kaubandus-teenindus hoonete pind <sup>31</sup>	2 200 000	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>32</sup>	244	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>33</sup>	154,3	kWh/ m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>34</sup>	12	€/ m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-7,5	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	536	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	644 436	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	4023	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-1 773	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	112	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-12	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Mõju välisõhule võib hinnata positiivseks. Kuna väheneb soojatootmise vajadus, siis väheneb ka välisõhu heide (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, tahked osakesed, LOÜ). Mõju H<sub>2</sub>S ja NH<sub>3</sub> heitele võib teadaolevalt hinnata neutraalseks.

Sellega kaasnevad marginaalsed positiivsed tervisemõjud (väheneb südame- ja kopsuhaiguste risk), mis pikendavad tervena elatud eluiga (sh tööaega) ja vähendavad minimaalselt survet tervishoiukulustele. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

#### PEAMISED RISKID.

Olulisemad riskid seoses meetme rakendamisega on järgmised:

- ei suudeta büroohoonete omanikke piisavalt motiveerida renoveerimistööde ette võtma.
- Remonditöödega on seotud suurem hinna kõikumise risk, mis võib muuta renoveerimise finantsiliselt keerukamaks.
- Suuremahulisemat renoveerimisprogrammi võib piirata ehitusturu võimekus.

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.

Riskide maandamiseks ja meetme tõhususe parandamiseks on eelkõige vajalik võimalustest teavitamine ning lahendused renoveerimistööde korraldamise lihtsustamiseks. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

#### TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning töötada välja sobivad motivatsioonimeetmed.

31 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

32 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

33 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

34 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

## Hoon07: KHG heite vähendamine Kaitseministeeriumi haldusalas

KHG vähenemise sektor: HOONED

Kaitseministeeriumi haldusalas saab kasvuhoonegaaside heite vähendamisel panustada suure tõenäosusega, vaid meetmetele, mis ei halvenda kriitilisel määral nende tegutsemisvõimet. See tähendab keskendumist eelkõige energiasäästule olemasolevates ja rajatavates hoonetes. Haldusalas on ligikaudu 500 000 m<sup>2</sup> suletud netopinda, millest suurema osa moodustavad tõenäoliselt laohoone-tüüpi hooned ning kasarmud.

Kaitseministeeriumi taristukava aastateks 2019-2022 näeb ette eelarvet 96 miljonit eurot ning potentsiaalseteks seotud investeeringuobjektideks:

- Ajateenistuse suurendamist toetav taristu (kasarm, staabi renoveerimine, sõdurikodu Jõhvis)
- Lahingukooli ja Sõja- ja Katastroofimeditsiinikeskuse kompleks Raadil
- NATO Küberakaitsekeskuse ja sõjaväepolitsei uus hoone
- Laskemoonahoidlad
- Mereväe uus hoone
- Liikursuurtükkide ja nende toetusmasinate garaažid
- Tegeväelaste kasarm Tapale
- Kaitseväge juhtimiskeskuse väljaehitamine

### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

### PEAMISED RISKID.

Kuna antud hooned on kõik avaliku sektori omanduses, sõltub renoveerimise tempo peamiselt riigi võimalustest renoveerimistöid rahastada. Renoveerimistöde peamised riskid on seotud ebakindlusega tööde maksumuse hindamisel. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Vajalik koostada detailsem uuring Kaitseministeeriumi haldusalas olevate hoonete investeeringu vajaduse ja muude eelduste (sh renoveerimistöde maksumuse) kindlaks tegemiseks.

## Hoon08: Kaubandus-teenindus ettevõtete hoonete rekonstrueerimine

KHG vähenemise sektor: HOONED

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi oli kaubandus- ja teenindushoonete summaarne maht (netopind) 2 900 000 m<sup>2</sup>. Kuna need andmed pärinevad aastast 2013, on eeldatud, et osa sellest mahust on tänaseks juba rekonstrueeritud. ENMAK 2030+ minimaalselt sekkuva riigi stsenaariumi järgi eeldasid käesoleva uuringu autorid, et kuna 20 aasta jooksul rekonstrueeritakse mitteamuid 15% ulatuses, on aastaseks rekonstrueerimismahuks 0,75%. Eelduste kohaselt kuue aastaga (aastast 2013 aastani 2019) rekonstrueeritud 4,5% ja järelejäänud kaubandus- ja teenindushoonete summaarne rekonstrueeritav maht (netopind) on seega 2 769 500 m<sup>2</sup>.

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi on kaubandus- ja teenindushoonete energiasääst 183 kWh/m<sup>2</sup> \* a (uuringu pakett IV järgi, tarnitud energia muutus soojusenergia + elekter); investeeringu erikulu 152 EUR/m<sup>2</sup> ja rahaline sääst 20,9 €/m<sup>2</sup> \* a (soojusenergia + elekter).

Kaubandus-, teenindushoonete rekonstrueerimise potentsiaali maksimumiks on 2 769 500 m<sup>2</sup> kätava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega kaubandus- ja teenindushoonete rekonstrueerimine perioodil 2021-2045. Seeläbi vähenevad energiatarbimine ja KHG heide.

SKP ja tööhõive vähenemist mõjutab kütuse tarbimise vähenemine, mis ületab investeeringutest ja ostujõu muutusest tekkivat positiivset mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi kaubandus-teenindus hoonete pind <sup>35</sup>	2 769 500	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>36</sup>	152	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>37</sup>	183	kWh/ m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>38</sup>	20,9	€/ m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-795,7	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	421	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	962 151	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	6007	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-16 559	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-194	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-253	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on seotud renoveerimise maksumuse kujunemisega.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning samuti uurida, kuidas motiveerida kaubanduspindade omanikke tegutsema.

**Hoon09: Tööstushoonete rekonstrueerimine (ilma protsesside energiatarbimiseta)***KHG vähenemise sektor: HOONED*

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi oli tööstushoonete summaarne maht (netopind) m<sup>2</sup> 4 800 000. Kuna need andmed pärinevad aastast 2013, on eeldatud, et osa sellest mahust on tänaseks juba rekonstrueeritud. ENMAK 2030+ minimaalselt sekkuva riigi stsenaariumi järgi eeldasid käesoleva uuringu autorid, et kuna 20 aasta jooksul rekonstrueeritakse mitteelamuid 15% ulatuses, on aastaseks rekonstrueerimismahuks 0,75%. Eelduste kohaselt kuue aastaga (aastast 2013 aastani 2019) rekonstrueeritud 4,5% ja järelejäänud tööstushoonete summaarne rekonstrueeritav maht (netopind) on seega 4 584 000 m<sup>2</sup>.

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi on kaubandus- ja teenindushoonete energiasääst 55 kWh/m<sup>2</sup> \* a (uuringu pakett III järgi, tarnitud energia muutus soojusenergia + elekter); investeeringu erikulu 92 EUR/m<sup>2</sup> ja rahaline sääst 6,6 €/m<sup>2</sup> \* a (soojusenergia + elekter).

35 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

36 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

37 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

38 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

Tööstushoonete rekonstrueerimise potentsiaali maksimumiks on hinnatud 4 584 00 m<sup>2</sup> köetava pinna ulatuses alla C klassi energiamärgisega tööstushoonete rekonstrueerimine perioodil 2021-2045. Seeläbi vähenevad energiatarbimine ja KHG heide.

SKP vähenemist mõjutab kütuse tarbimise vähenemine, mis ületab investeeringutest ja ostujõu muutusest tekkivat positiivset mõju. See mõjutab ka otsese tööhõive vähenemist, kuid ostujõu kasvust tingituna on kogutööhõive kasv marginaalselt positiivne.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

<C klassi tööstushoonete pind <sup>39</sup>	4 584 00	m <sup>2</sup>
Investeeringu erikulu köetavale pinnale <sup>40</sup>	92	EUR / m <sup>2</sup>
Meetme rakendamisel tekkiv energiasääst <sup>41</sup>	55	kWh/ m <sup>2</sup> * a
Rahaline energiasääst <sup>42</sup>	6,6	€/ m <sup>2</sup> * a
Hoonesse tarnitud energia eriheide 2020	0,33	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-424,7	€/t CO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	422	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	478 628	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	2 988	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-5 270	t EUR/ a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	16	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-72	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Hoonete kasutusega seotud püsikulu vähendamine, sisekliima paranemine. Inimesed viibivad siseruumides 60–90% enda elust, mistõttu avaldab ruumide sisekliima ehk soojuslik mugavus, õhu kvaliteet, valgustus ning akustika inimese tervisele ulatuslikku mõju. Lisaks tagab kvaliteetne sisekliima mugavustunde ja seeläbi ka produktiivsuse.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on seotud renoveerimise maksumuse kujunemisega ja hoonete omanike motivatsiooniga renoveerimistööde läbiviimiseks.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.**

Riskide maandamine on seotud täiendava uuringuvajadusega.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täpsustada hinnanguid renoveerimismaksumusele ning samuti uurida, kuidas motiveerida kaubanduspindade omanikke tegutsema.

39 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

40 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

41 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

42 Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring; 2013.

## Energiakandjatega seotud meetmed

Töös kaardistati meetmeid, mille tulemusel muutub oluliselt primaarenergia allikas ja/või lõpptarbimisse jõudvate energiakandjate struktuur. Käesolevas valdkonnas on kahe erandiga käsitletud vaid otsesed investeeringukulud, ilma toetusmeetmete või regulatiivsete instrumentideta. Nimetatud eranditena on meretuuleparkide ja maismaatuuleparkide investeeringukulude hulka arvestatud ning arvutusmudelil eraldi välja toodud radarite ja raadioluureseadmete rajamis ning hoolduskulud.

Nagu ülalpool selgitatud, on võetud analüüsis käsitletud stsenaariumis võetud eelduseks, et ka tulevikus soovib Eesti katta olulise osa energiatarbimisest kohapealsete tootmisvõimsustega. Kui eeldada väga ulatuslikku elektrienergia impordi (eeldusel, et regioonis üldse on riike, kes suudaksid seda võimalikku impordimahtu katta ja energiasõltuvus on ühiskondlikult aktsepteeritav), siis võiksid ka investeeringuvajadused väheneda ca 30-50%. Investeeringuvajaduselt mahukaimad meetmed on energiatootmisesse (meretuuleparkid 3,9 mld eurot ja moodulreaktorid 2,2 mld eurot) (Joonis 14). Üldisest mahust tulenevalt on meretuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamisel absoluutväärtusena suurim CO<sub>2</sub>v<sub>e</sub> ähendamise potentsiaal (Joonis 13). Oluline on seejuures ära märkida, et käesolev analüüs võtab eelduseks, et tootmisvõimsused on vajalikud, mitte turutingimustest lähtuvalt, vaid kodumaise energiatootmise ja maksimaalse varustuskindluse tagamise seisukohast. Tegelik soovitud Eestis asuvate tootmisvõimsuste hulk selgub (regionaalsete) varustuskindluse analüüside ja poliitiliste suuniste koostmõjul.

Arvutusmudelil ja analüüsis on põhimõtteliselt käsitletud ka põlevkiviõlitehas ning põlevkiviõli eelrafinerimistehas, mis on lisanduvad heiteallikad. Mõlemad kokku lisaks aastaks 2050 heitele 1 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenti. Seeläbi suureneks heide, mida on vaja sidumismeetmetega kompenseerida, rohkem kui kaks korda, kuid mõnevõrra paraneksid analüüsitud makromajanduslikud näitajad.

Üldise trendina kasvab aastaks 2050 elektritarbimine tänaselt ligikaudu 8,6 TWh tasemelt ligi 11 TWh-ni. Elektritarbimise kasvukõverat mõjutavad elektrisõidukid (ette nähtud 500 tuhande sõiduki lisandumisel lisandub ligikaudu 2 TWh elektritarbimist aastas), täiendavad jahutusvõimsused, täiendavate soojuspumpade paigaldamine ning vesiniku tootmine (juhul kui 10% maagaasivõrku tarnitud energiast, siis elektrolüüsiga tootmise suurusjärg 4,5 TWh elektritarbimist). Arvutusmudel sisaldab elektrolüüsimeetodil aastas 450 GWh vesiniku tootmiseks vajalikke investeeringuid, mida võib kasutada nii energia kui ka tööstussektoris. Eelrafinerimistehase tarvis on vajalik suurusjärg 2,5 TWh vesinikku aastas ning need emissioonid sisalduvad eelrafinerimistehase heite hulgas.

### 2020-2030

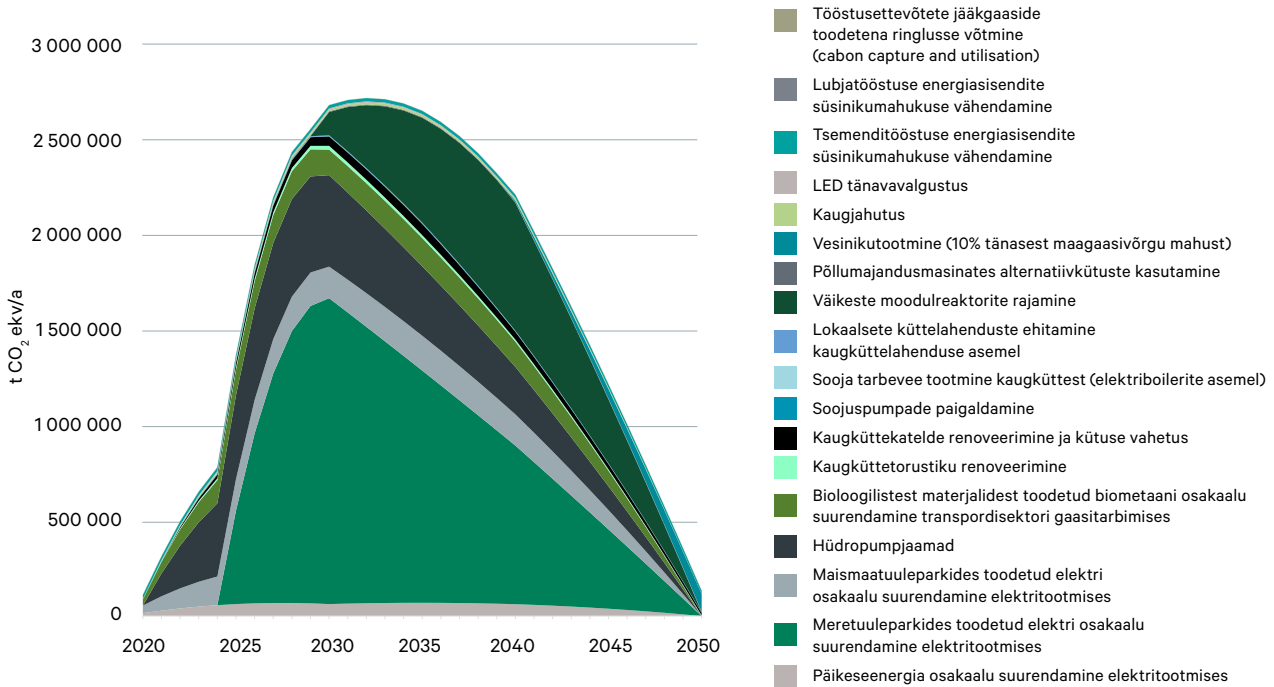
Arvutusmudel arvestab, et analüüsitud perioodi esimesel kümnendil investeeritakse elektritootmisesse taastuvenergiaallikatest ning tasakaalustavatesse võimsustesse. Seejuures teeb investeeringud tõenäoliselt suures mahus erasektor (kuigivõrd ka avalik sektor, eelkõige hoonetele päikesepaneelide paigaldamisel).

**Maismaa ja meretuuleparkidesse** investeeringute võimaldamiseks on vajalik lahendada Lääne- ja Kirde-Eestis planeeringuküsimused (nt Hiiu maakonna merealade planeeringu kehtetuks tunnistatud tuuleenergeetika osa) ning riiklikku julgeolekut puudutavad küsimused (täiendavad radarid Lääne- ja Kirde-Eestis ning raadioluureseadmete ümberehitus). Tõenäoliselt suurenevad kõigepealt maismaatuuleparkide mahud ning kümnendi teises pooles luuakse eeldused meretuuleparkide lisandumiseks.

**Päikesepaneelid ja päikeseenergia** laialdasem kasutuselevõtt sõltub täna elektri turuhinnast ning on elektri hinna kasvades praktiliselt kulutõhus meede, kuna optimaalses mahus oma tarbeks elektri tootmine muutub soodsamaks alternatiiviks. Investeeringuid hoiavad tagasi investorite jaoks pikad tasuvusajad, regulatsiooni ebastabiilsus ning garanteeritud rahavoogude (toetused) puudumine. Biometaan transpordisektoris võimaldab sektoriteülel planeerides ringlusse tuua jäätmeid/jääke ning transpordisektori heidet vähendada. Kaugkütte täiendav taastuvatele allikatele viimine ja -torustike renoveerimine ning kaugküttevõrkude laiendamine on kulutõhus energiavarustuse viis ning vastavalt süsteemide elueale peaks raamistik toetama jätkuvat taastuvkütuse kasutamist. Kümnendis oleksid vajalikud ka tegevused, mis valmistaks ette elektri, LNG ja vesiniku laialdasemat transpordikütusena kasutuselevõttu. Tänapäevaste elektriautode laadimistaristu on ühe standardi keskne ning lähikümnendil vajadusi arvestades tõenäoliselt ebapiisav, hinnanguliselt peaks olema



Juba aastal 2030 Eestis suurusjärgus 2116 avalikku laadimispunkti<sup>43</sup>; täna on paigaldatud 165 CHAdeMO kiirlaadimisjaama, vajalik on lisada Combo 2 pistikupesadega laadimisjaamasid<sup>44</sup>. LNG on vähemalt esimese ja teise kümnendi jooksul alternatiiviks rasketranspordis ning vesiniku kasutuselevõtuks kogemust, regulatsiooni, tehnoloogia(siiret) ning taristut täna ei eksisteeri.



Joonis 14. KHG heite vähenemine energeetika sektoris, t/a Energia sektoris<sup>45</sup>.

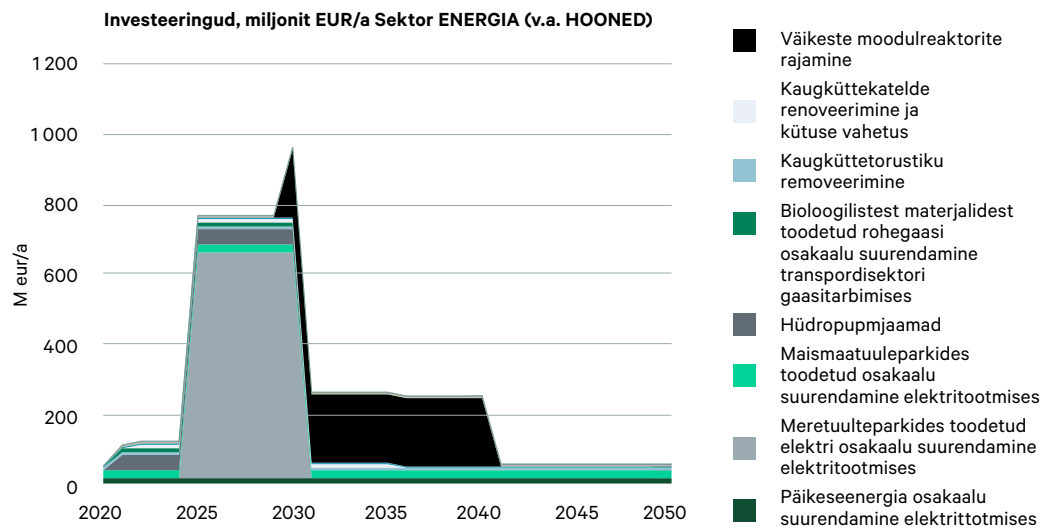
## 2030-2050

Perioodi jooksul saab tõenäoliselt, regionaalsetest turuairengutest sõltuvalt, elektri tootmisel üha olulisemaks tasakaalustavate võimsuste, juhitavate võimsuste ning erinevate varustuskindluse tagamise seisukohalt oluliste süsteemiteenuste olemasolu. Sõltuvalt taastuvenergia võimsuste lisandumise kiirusest nii Eestis kui ka naaberriikides võib vajadus tasakaalustavate võimsuste järele tõusetuda juba ka varem. Sellekohaseid analüüse peab tegema süsteemihaldurina Elering. Alates 2030-st aastast prognoositakse vesiniku tootmise tehnoloogia hinnalangust 80%, mis võimaldaks vesiniku laialdasemalt kasutusele võtta kui transpordikütuse ning läbi kütuseelementide tuua elektritootmisse juhitavaid elektritootmisvõimsusi. Lisaks on üks võimalik alternatiiv baasvõimsuse tagamiseks on väikesed moodulreaktorid, mis on täna veel katsejärgus tehnoloogia, mille tegelik konkurentsivõime ja toimimise ohutus ning tõhusus vajab tõendusmaterjali ja selle analüüsi. Tehnoloogia kasutusele võtmisel on vajalik lahendada kütusega seonduvad ning jäätmekäitlusküsimused ja samuti puudub Eestis valdkondlik kompetents peaaegu täielikult, mistõttu peaks töjõu ettevalmistamisega varakult alustama.

43 The development of electric transport – its effect on the security of the electrical energy system and forecasting energy demand in chosen 8 BASREC countries (Norway, Denmark, Germany, Sweden, Finland, Estonia, Lithuania and Poland) Kätesaadav: [http://basrec.net/wp-content/uploads/2016/01/Emobility\\_10\\_11\\_2015.pdf](http://basrec.net/wp-content/uploads/2016/01/Emobility_10_11_2015.pdf)

44 Majandus- ja taristuministri 13.04.2017 käskkirja nr 1.1-1/17-078 „Alternatiivkütuste taristu tegevuskava programmi kinnitamine“ lisa „Alternatiivkütuste taristu tegevuskava“. Kätesaadav: [https://www.mkm.ee/sites/default/files/alternatiivkütuste\\_taristu\\_tegevuskava.pdf](https://www.mkm.ee/sites/default/files/alternatiivkütuste_taristu_tegevuskava.pdf)

45 Joonise paremaks kuvamiseks on legendilt kustutatud (meetmed on graafikul mahtudena alles) meetmed, mis suurema CO<sub>2</sub> ekv vähendamise mõjuga meetme varjust visuaalselt graafikul välja ei paista. Legendilt on kustutatud meetmed: vesinikutootmine (10% tänasest maagaasivõrgu mahust); soojuspumpade paigaldamine; sooja tarbevee tootmine kaugküttest (elektriboilerite asemel); lokaalsete kütelahenduste ehitamine kaugkütelahenduse asemel; põllumajandusmasinate alternatiivkütuste kasutamine; kaugjahutus; LED tänavavalgustus; tsemenditööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine; lubjakivitööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine; tööstusettevõtete jääkgaaside toodetena ringlusse võtmine (carbon capture and utilisation).



Joonis 15. Investeeringud energia sektoris miljonit EUR/ a<sup>46</sup>.

## Peamised riskid, võimalused, eeldused energeetikasektori meetmete rakendamisel.

Nii tuule- kui ka päikeseenergia arengut soodustaks selge eesmärk ja ajaraam kasvutempo osas ning soodustav investeerimiskeskond. Päikeseenergia kasutamise tehnoloogia hinnad küll odavnevad, kuid tasuvusajad pole alternatiivsete investeeringute kontekstis motiveerivad. Suuremate projektide puhul võiks kaaluda alade eelarendamist ja kontsessioonilepinguid, et vähendada investeerimisega seotud riske.

Suuremate meretuuleparkide puhul võivad investeerimisotsust mõjutada oluliselt ka võrguga liitumise kulud. Liitumiskulud võivad kasvada ja barjääriks osutada ka teiste energiaallikate puhul kui hajatootmise osakaal on suurenenud. Võrgutasude struktuur ning kujunemise alused peaksid vastama liitumispunkti tarbitavatele ja pakutavatele teenustele (nt bilansienergia, salvestus, sageduse hoidmine ja muud tulevikus destruktsioonilt pakutavad teenused).

Julgeoleku-alased piirangud ning planeerimisküsimused on selgeks pudelikaelaks tuule potentsiaali kasutamisel nii merel kui ka maismaal (nt investeeringute eeldustel). Perioodil 2020-2030 muutub aktuaalseks taastuvast energiaallikast elektrit tootvate elektrijaamade uuendamine (sealhulgas paigaldiste või käitamissüsteemide ja seadmete täielik või osaline asendamine). Selliste tootmisvõimsuste asendamisel on arendaja tõenäoline huvi paigaldise võimsuse või tõhususe suurendamine kuna olemasolevad tuulegeneraatorid on jõudnud elukaare lõppu ning omanikud soovivad need asendada senisest kõrgemate ja võimsamatega. Taolist protseduuride puhul läbipaistvuse suurendamiseks oleks otstarbekas ajakohastada regulatsiooni või anda arendajatele protseduuri edukaks läbiviimiseks suuniseid.

Investeeringute teostamisel on üheks määratuseks ka Mandri-Euroopa sagedusalaga sünkroniseerimise protsess, mis võib mõjutada nii tehnilisi nõudmisi kui ka investeerimiskeskonda Eestis.

Elektritarbimine absoluutarvuna kasvab, kuid lisaks sellele on vajalik jälgida koormuskõverat ja otsida meetmeid tipukoormuste leevendamiseks: näiteks meetmed elektriautode laadimise hajutamiseks ja tarbimiskaja (*demand side response*).

## Eelrafineerimistehase ja põlevkiviõli tehase rajamine

Arvutusmudelil on üldjoontes kajastatud ka täiendava põlevkiviõlitechase ja eelrafineerimistehase rajamise majandusmõjud ja mõjud KHG heitele. Käesolevas töös ei ole need investeeringud null netoheitte meetmepaketi osa kuna lisandub 1 Mt KHG heidet. Tehaste rajamine võiks olla võimalik juhul kui heite suurenemine

<sup>46</sup> Joonise paremaks kuvamiseks on legendilt kustutatud (meetmed on graafikul mahtudena alles) meetmed, mis väiksemate investeeringumahtude tõttu graafikul välja ei paista. Legendilt on kustutatud meetmed: vesinikutootmine (10% tänasest maagaasivõrgu mahust); soojuspumpade paigaldamine; sooja tarbevee tootmine kaugküttest (elektriboilerite asemel); lokaalsete kütelahenduste ehitamine kaugkütelahenduse asemel; põllumajandusmasinatest alternatiivkütuste kasutamine; kaugjahutus; LED tänavavalgustus; tsemenditööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine; lubjakivitööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine; tööstusettevõtete jääkgaside toodetena ringlusse võtmine (*carbon capture and utilisation*).

kompenseeritakse kõrge süsiniku sidumisega LULUCF sektoris või CCU lahenduste edukal rakendamisel. Süsinikdioksiidi geoloogiline säilitamine pole uuringu autorite andmetel Eesti geoloogiat arvesse võttes võimalik.

Tehased vähendaks küll KHG heidet võrreldes põlevkivi otsepõletamisega, kuid Eesti ekspordiks tekkimata heite õli kujul ning see KHG heide paisatakse siiski kuskil mujal õhku. See poleks kooskõlas globaalselt kliimaeesmärkide täitmisega.

Olulisemateks riskideks on kiiresti muutuda võiv regulatsioon, KHG heite ühikuhind ja toornafta hind. Sektorisse investeerimine kinnistaks regionaalselt olulise hulga tööjõudu ühele tegevusalale ning ühest kindlast tegevusalast sõltuv regioon ei pruugi olla võimeline vajaliku kiirusega riskide realiseerumist (nt õlitootmise kiiret lõpetamist) absorbeerima.

### Täiendavad uuringuvajadused.

Süsiniku püüdmiseks ja säilitamiseks (CCS, nt maa-alustes hoidlates või kasutusest väljas kaevandustes) tänase teadmise kohaselt Eestis sobivad tingimused puuduvad ning lahendus eeldaks KHG säilitamist/ladestamist väljaspool Eestit. CCS/CCU tehnoloogiad on tootmisele lisanduv kulu. Tõenäoliselt on perioodi 2020-2050 teises pooles süsiniku püüdmise ja kasutamise (CCU) tehnoloogiad edasi arenenud ning muutunud skaleeritavateks, samuti on täpsemalt teada tegelikud kapitali- ja opereerimiskulud, mille alusel on võimalik siis teha otsus nende kasutuselevõtu otstarbekuse kohta Eestis.

Kuna KHG inventuuri tehakse suures osas energiakandjate baasil, oleks otstarbekas arendada käesoleva töö, Euroopa Komisjoni PRIMES/Potencia mudelite või KPP stsenaariumianalüüsi baasil tööriist tarbimisstsenaariumite KHG heide mahukuse analüüsimise lihtsustamiseks Seeläbi oleks võimalik jooksvalt ajakohastada täiendavate riiklike strateegiate mõjul muutuvaid tarbimiskõveraid erinevates sektorites ning edenemist paremini jälgida.

RITA programmi vahenditest teostatavate süsinikupüüdmise tehnoloogiate<sup>47</sup> ja biomajanduse<sup>48</sup> analüüside järgselt selguvad tõenäolised täiendavad tehnoloogilised teerajad madala süsinikumahukusega majanduseni, mille järel tuleks käesoleva uuringu tegevuste komplekti täiendada.

### En01: Päikeseenergia osakaalu suurendamine elektritootmises

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Päikeseenergia potentsiaali lagi tuleneb sellest, et teatud piiri ületades on vajalik päikeseenergia võrku integreerimiseks teha täiendavaid olulisi kulutusi reserv- ja salvestusvõimsustele ning süsteemi toimimise tagamisele. On hinnatud, et päikeseenergia võiks aastaks 2030 katta 3,0 % tänasest tarbimisest (Tammiste, et al., 2018). Päikesest toodetud elektri osakaal aastal 2018 oli taastuenergia aastaraamatu andmetel 0,0001% ehk kaduvväike. Arvutusmudel on ette nähtud, et aastaks 2050 ületab päikeseelektri toodang 0,5 TWh piiri ja aastane installeeritud maht on igal aastal 22,6 MW. Võrdluseks: aastal 2018 ühendati võrku 91,64 MW päikeseenergiat elektritootmist (kiirendatud tempole aitas kaasa toetuskeemi muutumine 2019-ndast aastast). Arvutusmudelisse sisestatud võimalik lisanduv potentsiaal 700 MW on tõenäoliselt suurem, liginedes tänaste trendide juures pigem 2,5 GW installeeritud võimsusele aastaks 2050.

Päikeseenergia investeringukulude hindamisel on kasutatud IRENA taastuenergia tehnoloogiate raporti andmeid<sup>49</sup> ning 2018-2019 paigaldatud üle 50 kW päikeseelektrijaamade andmeid. Arvutusmudel kasutab keskmist investeringumaksumust käesoleval hetkel paigaldatud jaamale ning kasutustegurit 9,25%, milles on arvestatud päikesepaneelide tootlikkuse vähenemisega 0,5% aastas eluea jooksul.

Kuna põlevkivielektri tootmise vähenemisest tulenev kokkuhoid ei ületa päikeseelektri investeringute ja tootmisega seotud kulusid siis on meetme marginaalkulu positiivne. Meetmel on ka SKP-d vähendav mõju, kuid töökohtade arvu osas on meede sisuliselt neutraalne.

Negatiivset SKP-d mõjutab kõige rohkem põlevkivienergeetika vähenemine, samas kui investeringute kulud ja lisanduvad hoolduskulud mõjutavad positiivselt tööhõivet.

47 <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/04/8.-CCU-ja-kliima-KEM.pdf>

48 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/434d153c-8739-4a96-93f8-c77dcf25401c>

49 [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf)

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>50</sup>	700	MW <sub>el</sub>
Meetme rakendamise maht	22,6	MW <sub>el</sub> /a
Meetme rakendamise maht aastas	100	%
Tootmismahu koefitsient päikeseelektrile <sup>51</sup>	0,8	MW->GWh
Investeeringu erikulu <sup>52</sup>	700 000	EUR/MW
Päikeseelektri hoolduskulu <sup>53</sup>	7000	EUR/MW/a
Põlevkivielektri omahind	30,0	EUR/MWh
Investeeringu eluiga <sup>54</sup>	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	180,5	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	474	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	1 557 322	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-13 863	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	5	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	87	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Fossiilsete kütuste tarbimise ja sellest tuleneva muu heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Reserv- ja salvestusvõimsuste ning süsteemi toimimise tagamisega seotud riskid tehnilisele varustuskindlusele.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uurida lahendusi (sh nende maksumust) kuidas maandada reserv- ja salvestusvõimsuste ning süsteemi toimimise tagamisega seotud riske.

Arvestada täiendavate taastuenergia tootmisvõimsustega regionaalse varustuskindluse analüüsid.

50 Autorite hinnang tuginedes olemasolevatele analüüsidele. Reaalne potentsiaal on tõenäoliselt suurem.

51 Renewable Power Generation Costs in 2018, <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

52 2019. aasta hind ettevõtete projektide alusel.

53 Teie Elektritoid Realiseerivad Asjatundjad, <https://www.tera.ee/hooldus/>

54 Solar4you, päikesepaneelide müük, [https://solar4you.ee/paikesepaneelid/paikesepaneelide-muuk/?gclid=Cj0KCQjwhdTqBRDNARisABsOI99lqlh8eqaCMEOSayooi6YGa4g-QGnMXc0BwJjBhDMQLpEs8\\_n45WlaAjgbEALw\\_wcB](https://solar4you.ee/paikesepaneelid/paikesepaneelide-muuk/?gclid=Cj0KCQjwhdTqBRDNARisABsOI99lqlh8eqaCMEOSayooi6YGa4g-QGnMXc0BwJjBhDMQLpEs8_n45WlaAjgbEALw_wcB)

**En02: Meretuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises**

KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Tuuleenergia CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaal Eestis aastaks 2050 oleks üks suurimaid, kuna meetmega on võimalik viia tarbijani suures mahus süsinikuvaba elektritootmist. On hinnatud, et tuuleenergia maht võiks aastaks 2030 olla 12% kogutarbimisest (Tammiste, et al., 2018).

Tuulepargi rajamise lõpliku maksumuse määrab tuulepargi asukoht ja seal valitsevad tingimused. Eri tööde hinnangul on meretuuliku ehitus 1,6 kuni 1,9 korda kallim kui maismaatuulik. Prognooside järgi väheneb vahe tänu tehnoloogilisele progressile 1,5-ni. Tuulepargi investeeringukulu, kuhu alla käivad alusrajatise ehitamise kulu, ülekandevõrgu kulud ja tuuliku rajamise muud kulud, on 3,7 miljonit €/MW. (Piirimäe, Pihor, Rozeik, & Piirits, 2017) Arvutusmudelis on meretuule hinnanguliseks investeeringu erikuluks märgitud ligikaudu 3 miljonit eurot MW, mis võtab arvesse olemasolevate meretuuleparkide arendusprojektide hinnanguid. Investeeringukulu sisaldab radarisüsteemide täiustamise maksumust, mis on eelduseks, et investeeringud üldse võimalikud oleksid. See ei tähenda, et investeeringud peaks tegema tuuleenergiatootja. Kasutusteguriks on võetud 45% ja võimalikuks installeeritavaks võimsuseks konservatiivne 1300 MW, mis baseerub Loode-Eesti ja Liivi lahe projektidel.

Meede on positiivse marginaalkuluga, ehk põlevkivielektri tootmise vähenemisest äralangev kulu ei ületa tuuleelektri investeeringute ja tootmisega seotud kulusid. Meetmel on suhteliselt tugev SKP-d vähendav mõju kuid tööhõive mõnevõrra kasvab.

Negatiivset SKP-d mõjutab kõige rohkem põlevkivienergeetika vähenemine, samas kui investeeringute kulud ja lisanduvad hoolduskulud mõjutava positiivselt tööhõivet.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>55</sup>	1300	MW <sub>el</sub>
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	216,7	MW <sub>el</sub> /a
Tootmismahu koefitsient tuuleelektrile <sup>56</sup>	3,9	MW->GWh
Investeeringu erikulu <sup>57</sup>	3 064 615	EUR/MW
Tuuleseadmete hoolduskulu <sup>58</sup>	31 415	EUR/MW * a
Põlevkivielektri omahind	30,0	EUR/MWh
Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	59,2	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	4 000	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	748 795	t/ a

55 Olemas olevad meretuule arendusprojektid, [https://energiatalgud.ee/index.php?title=Tuuleenergia\\_ressurss](https://energiatalgud.ee/index.php?title=Tuuleenergia_ressurss)56 Globaalne kaalutud keskmine: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>57 Renewable Power Generation Costs in 2018 <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

58 Nelja Energia näitel ja eksperthinnangul 1% investeeringumaksumusest.

59 Mis nõuab samuti Kaitseministeeriumi luba.

CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-55 498	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	538	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	592	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Fossiilsete kütuste tarbimise ja sellest tuleneva muu heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Reserv- ja salvestusvõimsuste tagamisega seotud riskid. Meres ehitamise ning planeeringutega seotud riskid.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uurida lahendusi (sh nende maksumust) kuidas maandada reserv- ja salvestusvõimsuste tagamisega seotud riske.

Arvestada täiendavate taastuenergia tootmisvõimsustega regionaalse varustuskindluse analüüsid.

**En03: Maismaatuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Maismaatuuleparkide rajamine on umbes 1,6-1,9 korda odavam meretuuleparkide rajamisest, kuid projektide arendamist takistavad veel tõenäolisemalt planeeringuga seotud takistused – lähedalasuvate kogukondade vastuseis, radarid, kehvad tuuletingimused jms. Seetõttu ei ole töös väga suures mahus uute maismaatuuleparkide rajamisega arvestatud. Pigem saab kasv tulla olemasolevates parkides amortiseerunud tuulikute asendamisest võimsamatega ning olemasolevate parkide laiendamisest<sup>59</sup>. Töös hinnatakse IRENA viimase analüüsi alusel kasutusteguriks 34% ja olemasolevate Eesti arendusprojektide alusel paigaldusmaksumuseks 1 449 651 eurot MW. Investeeringukulu sisaldab radarisüsteemide ja raadioluureseadmete täiustamise maksumust, mis on eelduseks, et investeeringud üldse võimalikud oleksid. See ei tähenda, et investeeringud peaks tegema tuuleenergiatootja.

Meede on positiivse marginaalkuluga, ehk põlevkivielektri tootmise vähenemisest äralangev kulu ei ületa tuuleelektri investeeringute ja tootmisega seotud kulusid. Meetmel on suhteliselt väike SKP-d vähendav mõju, ka kogutööhõive mõnevõrra väheneb.

Negatiivset SKP-d mõjutab kõige rohkem põlevkivienergeetika vähenemine, samas kui investeeringute kulud ja lisanduvad hoolduskulud mõjutava positiivselt otsest tööhõivet.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>60</sup>	500	MW <sub>el</sub>
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	16,1	MW <sub>el</sub> /a
Tootmismahu koefitsient tuuleelektrile	3,0	MW->GWh
Investeeringu erikulu <sup>61</sup>	1 449 651	EUR/MW
Tuuleseadmete hoolduskulu <sup>62</sup>	14 497	EUR/MW/a
Põlevkivielektri omahind	30	EUR/MWh

60 Ministriumide kaasabil väljatöötatud eksperthinnang.

61 Hetkel arendatava 290 MW rajamiseks vajalik radari lisamine (30+12 mln eurot) ja raadiosüsteemi ümberehitus (15 mln eurot 25 aasta jooksul).

62 Nelja Energia näitel ja eksperthinnangul 1% investeeringumaksumusest.

Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	25,7	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	701	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	4 088 721	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-10 813	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-33	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	46	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Fossiilsete kütuste tarbimise ja sellest tuleneva muu heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Reserv- ja salvestusvõimsuste tagamisega seotud riskid. Planeeringutega seotud riskid.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uurida lahendusi (sh nende maksumust) kuidas maandada reserv- ja salvestusvõimsuste tagamisega ning planeeringutega seotud riske.

Arvestada täiendavate taastuenergia tootmisvõimsustega regionaalse varustuskindluse analüüsid.

**En04: Hüdripumpjaamad**

KHG vähenemise sektor: *ENERGEETIKA*

Hüdripumpjaamad toimivad süsteemis nii tarbijate kui tootjatena. Suuremahulised kiiresti käivituvad reservid võimaldavad integreerida elektrivõrku suures mahus taastuvelektritootmist ennustamatu tootmisvõimsusega energiaallikatest (päike ja tuul). Seega tuleb KHG heite vähenemine otseselt hüdripumpjaama toodangust ning see on eelduseks ka teiste taastuenergia tootmisvõimsuste kasutuselevõtuks. Meedet ei ole eraldi meetmena senistes arengudokumentides käsitletud. Taastuenergia 100 dokumendi keskseks osaks on poliitikasoovitus hüdripumpjaama näol, mis suudab katta elektri tarbimise tippe päevadel, mil tarbimine ületab baaskoormust, salvestades elektrit madala tarbimise ajal (ning madalate elektrihindade) ning tootes vajalikku elektrit tiputundidel. Hüdripumpjaama abil on aastaks 2050 elektrienergia tootmist ennustatud koguses 1527 GWh-d ning aastaks 2030 1291 GWh-d. (Vassiljev, Tammist, Soone, & Tamjärv, 2012) Praegu on konkreetsemad plaanid Eesti Energial 50 MW paigaldise osas ja Pakri tööstuspargil (endine Energiasalv Maardus) 500 MW jaama osas. Aastaks 2050 arvestab arvutusmudel 500 MW hüdripumpjaamade mahuga ning pea 1,4 TWh toodanguga. Jaamade „kasuteguriks“ on arvestatud 80%, st 20% on kaod ostetud ja müüdüd energiakoguste vahel.

SKP ja tööhõive kasvu mõjutab positiivselt eelkõige taastuvelektri tarbimise kasv, mis ületab koos investeeringute mõjuga põlevkivienergeetika vähenemise mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>63</sup>	500	MW <sub>el</sub>
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	50,0	MW <sub>el</sub> /a
Tootmismahu koefitsient hüdroelektrile	3,07	MW->GWh
Investeeringu erikulu <sup>64</sup>	900 000	EUR/MW
Seadmete hoolduskulu <sup>65</sup>	28 000	EUR/MW/a
Põlevkivielektri omahind <sup>66</sup>	30,0	EUR/MWh
Elektrienergia ostukulu <sup>67</sup>	30	EUR/MWh
Hüdropumpjaama kasutegur <sup>68</sup>	80	%
Hüdropumpelektri müügihind <sup>69</sup>	62	EUR/MWh
Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	192,4	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	450	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	8 513 094	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	21 818	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	563	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	392	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Lahendab taastuvenergia (tuul, päike) reserv- ja salvestusvõimsuste tagamisega seotud probleeme. Fossiilsete kütuste tarbimise ja sellest tuleneva muu heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Tehnoloogiaga ning keskkonnamõjudega seotud riskid. Sellises mahus maa-aluste tööde kogemus Eestis puudub.

63 PCI hydro pumped storage in Estonia (Estonian PHES) <https://ec.europa.eu/eipp/desktop/et/projects/project-247.html>

64 Pakri projekti alusel konservatiivne eksperthinnang.

65 14 MEUR/a kogu 500 MW hoolduskulu.

66 AS Enefit Energiatootmine aastaaruanne, <https://www.energia.ee/ettevottest/aastaaruanne>

67 Eeldatud madaltarbimise perioodi elektri hind.

68 Arvutuslik kasutegur, mis kajastab hüdropumpjaama eelduslikku ostetud ning müüdüd energia vahet Pakri projekti alusel.

69 Eeldatud kõrgtarbimise perioodi elektri hind.



## RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Viia läbi nõuetekohane keskkonnamõju strateegiline hindamine. Toetada tehnoloogia alaseid uuringuid ning tehnoloogiasiret kuna maa-alused hüdroelektrijaamad on näiteks Šveitsis olemas.

### En05: Bioloogilistest materjalidest toodetud biometaani osakaalu suurendamine transpordisektori gaasitarbimises

KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Meetmes vähendatakse KHG heidet fossiilset päritolu transpordikütuste asendamisel taastuvast energiaallikast toodetud gaasiga, vastavalt kehtivale soodusskeemile. Energiaallikaks on anaeroobse kääritamise teel saadud biometaan ning toorainetena on tinglikult arvestatud jäätmete ja jääkide voogudega, mille kasutuselevõtu tulemusel on biometaani tootmise omahind tinglikult kuni 150 €/MWh koos kapitalikuludega. Olemasolevate biogaasijaamade alusel hinnati investeeringu erikuluks 1 800 000 eurot miljoni kuupmeetri biometaani kohta. Arenduses olevate projektide põhjal tehtud eksperthinnangutel arvestatakse töös muutuvkuludeks 44 €/MWh.

Meetme kohta tehtud arvutustes pole arvestatud mõjudega mis kaasnevad vedelkütustelt biometaanile üleminekul, vaid arvutused on eeldusel, et surugaasi tarbimine transpordis võimaldab osa sellest üle viia biometaanile ja heite vähenemine tekib biometaani heite vastu.

Sellel meetmel on kõrvalmõju põllumajandusest tekkivate kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamisele, kuna osa toormetest tuleb põllumajandusest ning vähenevad sõnnikukäitlusest ja sõnniku laotamisest tulenevad metaani ja diilämmastikoksiidi heitkogused.

Maksimaalne meetme potentsiaal kujuneb sõidukite arvu eeldusel. Arvutusmudelisse on lisatud moodul, mis võimaldab sõiduautode ja raskeveokite gaasitarbimist arvutada. Käesolevas töös on eeldatud, et aastas ostetakse 1000 uut sõiduautot ning 200 uut raskeveokit, mis kasutavad surugaasi. See moodustab alla 5% aastas müüdavatest uutest autodest ja on realistlik eesmärk. Meetme tulemusel on aastaks 2050 tänavatel 31 000 biometaanil sõitvat sõiduautot, 6200 raskeveokit ning nende summeeritud kütusetarbimine on 1205 GWh aastas, mis on ka selle meetme potentsiaali maksimumiks.

Võrdluseks: Eleringi poolt koostatud Eesti pikaajalise gaasitarbimise prognoosi uurimistöös on võrgugaasi tarbimise üldine prognoos 2025. aastaks 4825 GWh, sellest 105 GWh kulub tarbitud elektrienergia tootmiseks ja 2669 GWh tarbitud soojuse tootmiseks. Lõpptarbimine transpordisektoris on uuringu kohaselt 2025. aastal 268 GWh. (Elering, 2016)

Meede on kergelt positiivse marginaalkuluga ehk vajab tõenäoliselt toetust. Mõju tööhõivele ja SKP-le on positiivne.

SKP-d ja tööhõivet mõjutavad positiivselt investeeringutest ja lisanduvatest hoolduskuludest tekkivad mõjud, mis ületavad vähenevast gaasitarbimisest tekkivat negatiivset efekti.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>70</sup>	1205	GWh
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	38,9	GWh/a
Maagaasi energeetiline väärtus <sup>71</sup>	9,0	GWh/mln m <sup>3</sup>
Meetme rakendamise potentsiaal	133,9	Mln m <sup>3</sup>
Investeeringu erikulu <sup>72</sup>	1 800	Tuh EUR/mln m <sup>3</sup>

70 Autorite väljatöötatud eksperthinnang.

71 Konservatiivne number keskmiste Eesti võrgu gaasikvaliteedi näitajate alusel.

72 Eksperthinnang Nelja Energia jaamade ja viimatiste Eesti biogaasiprojektide näitel.

Transpordisektori surugaasi maksumus <sup>73</sup>	497,11	EUR/th m <sup>3</sup>
Biometaani omahind ilma kulumita <sup>74</sup>	396,0	EUR / th m <sup>3</sup>
Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,48	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,08	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	5,3	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	233	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	3 309 196	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	22 761	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	759	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	532	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Kõrvalmõju põllumajandusest tekkivate kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise läbi, kuna osa toormetest tuleb põllumajandusest ning vähenevad sõnnikukäitlusest ja sõnniku laotamisest tulenevad metaani ja diilämmastikoksiidi heitkogused. Biogaasi tootmisel hävivad sõnnikus olevad umbrohuseemned ja patogeenid ning vähenevad kulutused käärimist soodustavate preparaatide ostuks. Paraneb väliskaubanduse bilanss – väheneb maagaasi importimise vajadus.

#### PEAMISED RISKID.

Toote omahinna ja tasuvusega seotud riskid. Teatud riskid võivad olla seotud ka toorme kättesaadavuse ja ligipääsetavusega.

#### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Analüüsida täiendavalt regionaalse gaasiturust avanemise mõjusid ning võimalusi biometaani turuletoomisele. Analüüsida võimalust Eesti tootmiseseadmetel läbi piiriülese kauplemise EL siseturu toimimise raames teiste riikide toetuskeemides osaleda.

### En06: Kaugküttetorustiku renoveerimine

#### KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Kaugküttetorustiku renoveerimine käib ENMAK 2030 meetme „Soojuse tõhus ülekandmine“ alla, mille eesmärgiks on kaugkütte soojuskao vähenemine, 0,184 TWh (2030). Olulisemad tegevused on kaugküttesüsteemide soojustorustiku vahetus, seadusandluse muutmine soojusenergia tõhusaks ülekandeks, teadus- ja arendustegevus. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) Meede kuulub ka REKK 2030 meetme Soojamajanduse arendamine alla, mille eesmärgiks on ulatuslikum taastuvenergia kasutamine, üleminek vähem süsinikku eraldatavatele kütustele, energeetika- ja energiamuundamise sektori tõhustamine, soojuskadude vähendamine. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

<sup>73</sup> 0,859 €/kg (koos käibemaksuga), august 2019 hind Eesti Gaasi tanklas.

<sup>74</sup> Kavandatavate biometaaniprojektide arvutuste alusel on hinnatud biometaani tootmisel OPEX 44 €/MWh, kapitalikulud on mudelis kajastatud läbi investeeringu erikulu.

Eesti Arengufondi (2013) teostatud kaugkütte jätkusuutlikkuse analüüsi andmetel on kaugküttetorustike läbimõõdu vähendamise ja eelisoleeritud torustiku paigaldamise arvel teoreetiline soojuskao vähendamine keskmiselt 56% – sellega väheneks võrgukadu 100 m kohta tänaselt 67,5 MWh-lt 29,7 MWh-ni. Arvestuste kohaselt on väikese võimsusega, jätkusuutlike, renoveerimata kaugküttevõrkude pikkuseks ca 357 km – eelduste kohaselt renoveeritakse 75% sellest aastaks 2030. Renoveerimise maksumuseks on arvestatud 335 €/m. Meetme viidatud ulatuses elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 536 GWh ehk ligikaudu 3,4% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO<sub>2</sub> vähenemine on 137 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019). Torustiku rekonstrueerimise maksumus põhineb tänapäeval arvestusega, et suuremad magistraalid, mida on kallim rekonstrueerida (~DN 400) on vahetatud ja täiendav potentsiaal on madalama rekonstrueerimismaksumuse ja soojusülekanne mahuga torustike uuendamisel.

Meede on kulutõhus ehk negatiivse marginaalkuluga. Mõju SKP-le ja tööhõivele on kergelt positiivne. Sellele avaldab eelkõige mõju investeeringute maht, mis ületab fossiilkütuste vähenemisest tuleneva negatiivse mõju.

### Peamised arvutuskäigu eeldused

Renoveerimata torustikke <sup>75</sup>	357	km
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	35,7	km/a
Investeeringu erikulu <sup>76</sup>	335	EUR/jm
Trassikadu 100m kohta <sup>77</sup>	67,5	MWh/100m
Trassikadu	241	GWh
Trassikao vähenemine pärast renoveerimist <sup>78</sup>	75	%
Keskmine kütuse hind katlamajas (2019) <sup>79</sup>	29,9	EUR/MWh
Investeeringu eluiga <sup>80</sup>	50	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,122420565	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,093497742	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,05053932	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,016930672	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-122,7	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	120	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	332 296	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	3 558	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	2713	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	106	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	33	töökohta/a

75 Kaugkütte energiasääst, [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond_Kaugk%C3%BCtte_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf)

76 [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond_Kaugk%C3%BCtte_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf)

77 [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond_Kaugk%C3%BCtte_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf)

78 [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond_Kaugk%C3%BCtte_energi%C3%A4%C3%A4st.pdf)

79 Statistikaamet, 2016 (tabel KE08).

80 Uuringu autori eksperthinnang.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Välisõhu seisundi paranemine tiheasustusega piirkondades. Fossilsete kütuste tarbimise vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Renoveerimistöde keerukusega (tiheasustusega alad) seotud riskid.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD.**

Pikemate ehitusaegadega arvestamine, teiste infrastruktuuriobjektidega (nt teekatte uuendamine) tööde ühendamine.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täiendavalt tuleks uurida toetusmehhanismide rakendamise parimaid võimalusi.

**En07: Kaugküttekatelde renoveerimine ja kütuse vahetus**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Koostootmise CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaal Eestis aastaks 2030 oleks 0,4% ehk 0,06 Mt. (Tammiste, et al., 2018)

OÜ Finantsakadeemia uuringu lõpptulemusena arvatud kaugküttekatelde renoveerimise potentsiaal on:

1. CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaal aastal 2050: 211 628 t CO<sub>2</sub>e
2. Kaugküttele katelde renoveerimise marginaalkulu on -16,4 €/t CO<sub>2</sub> (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

(Keskkonnaministri määruse „Väljaspool tööstusheite seaduse reguleerimisala olevatest põletusseadmetest väljutatavate saasteainete heite piirväärtused, saasteainete heite seireõuded ja heite piirväärtuste järgimise kriteeriumid“ eelnõu seletuskiri, 2017)

SKP ja tööhõive kasvule avaldab eelkõige mõju investeeringute maht ja lisanduv biokütuse kulu, mis ületavad fossiilkütuste vähenemisest tuleneva negatiivse mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise perioodi algus, aasta	2022	aasta
Meetme rakendamise perioodi lõpp, aasta	2035	aasta
Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>81</sup>	350	MW
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	25,0	MW <sub>soojus</sub> /a
Investeeringu erikulu	400 000	EUR/MW
Hoolduskulu muutus (kasv) <sup>82</sup>	300	EUR/MW/a
Kütusekulu enne investeeringut	2,0	GWh/MW <sub>maagaas</sub>
Kütusekulu pärast investeeringut	1,6	GWh/MW <sub>hake</sub>
Kütuse hind enne investeeringut <sup>83</sup>	26	EUR/MWh <sub>maagaas</sub>
Kütuse hind pärast investeeringut <sup>84</sup>	15	EUR/MWh <sub>hake</sub>
Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,12242	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

81 Finantsakadeemia; Kulutõhusamate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse saavutamiseks Eestis; 2018; [https://kik.ee/sites/default/files/aruanne\\_kliimapoliitika\\_kulutohusus\\_final.pdf](https://kik.ee/sites/default/files/aruanne_kliimapoliitika_kulutohusus_final.pdf)

82 Hakke katel vajab rohkem hooldust kui gaasikatel.

83 [https://kik.ee/sites/default/files/aruanne\\_kliimapoliitika\\_kulutohusus\\_final.pdf](https://kik.ee/sites/default/files/aruanne_kliimapoliitika_kulutohusus_final.pdf)

84 [https://kik.ee/sites/default/files/aruanne\\_kliimapoliitika\\_kulutohusus\\_final.pdf](https://kik.ee/sites/default/files/aruanne_kliimapoliitika_kulutohusus_final.pdf)

Emissioonifaktor 2030	0,09349	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,05053	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,01693	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Katelde kasutegur	86	%

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-74,8	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	140	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	1 045 054	tCO <sub>2</sub> ekv
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	13 781	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	5 359	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	194	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	119	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Välisõhu seisundi paranemine tiheasustusega piirkondades. Fossiilsete kütuste tarbimise vähenemine.

#### PEAMISED RISKID.

Investeeringu tasuvusega seotud riskid: energiasäästu meetmete tulemusel vähenevad kaugküttevõrkudes soojuste müügid.

Katelde eluea lõppedes perioodi 2020-2050 jooksul võib olla turutingimustel soodsam soetada gaasikatelaid, mitte biomassikatelaid, mis vähendaks taastuvenergia osakaalu

#### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Katelde ebamõistliku üledimensioneerimise vältimiseks tuleks jätkuvalt investeeringutele eelnevalt nõuda soojustamajanduse arengukavade koostamist.

Monitoorida investeerimistingimusi ning vajadusel tagada regulatiivsete meetmete abil amortiseerunud biomassikatelde asendamine taastuvat energiaallikaallikat kasutavate kateldega, et vältida taastuvenergia osakaalu vähenemist kaugküttevõrgus.

### En08: Soojuspumpade paigaldamine

KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Täpse CO<sub>2</sub> vähenemise eelduse tegemiseks on tarvis teada millist segmenti eluhoonetest ja/või mitte-eluhoonetest tegevus adresseerib. Juhul kui soojuspumpad paigaldatakse olemasolevatesse ahiküttega eluhoonetesse, siis väga suure positiivse mõjuna paraneb välisõhu kvaliteet varasema saasteallika juures. Soojuspumpade paigaldamisega suureneb aga elektrinõudlus. Elektritootmine Eestis pole 100% taastuvenergiaallikate põhine, seega KHG koguheide suureneb. Töö autorite andmetel arvestab Statistikaamet ahikütet eramutes statistilise meetodi alusel, tuginedes viimaste (2011) rahval ja eluruumide loenduse andmetele. 2021. aasta loendus põhineb suure tõenäosusega registrite andmetel ning heitele tekkiva mõju hindamiseks tuleks analüüsida Statistikaameti eluruumide tehnosüsteemide „loendamise“ meetodikat. Lisaks on oluline välja tuua, et tõhusate soojuspumpade osakaalu suurendamine aitab tõsta taastuvenergia osakaalu soojuste tootmisel, vastavalt taastuvenergia direktiivi eesmärkidele ja meetodikale.

CO<sub>2</sub> vähenemine on käesolevas töös autorite lihtsustus ja kirjeldatud läbi primaarenergia vähenemise juhul kui asendatakse põletusseadet. Primaarenergia kasutuse vähenemiseks on loetud 20% (Bianco, Scarpa, & Tagliafico, 2017), mis on konservatiivne eeldus ja arvestab aluseks oleva uuringu tingimuste ja Eesti tingimuste erisusega.

Investeeringukulu: Eksperthinnangul maksab eramajade puhul maasoojuspumba paigaldus (võimsusega 12...15 kW) ca 12 000 € ja õhk-vesi soojuspumba paigaldus (võimsusega 12...15 kW) ca 9000 €. Keskmise investeeringukulu ühele pumbale on 10 500 € ning eksperthinnangul toodab üks pump umbes aastas umbes 34 MWh (0,03 GWh) energiat. See hind sarnaneb soojuspumpade konkurentsivõime uuringus (Ilisson, 2019) võetud eeldustele ja töös on kasutatud investeeringukulu 660 000 eurot/MW paigaldatud elektrivõimsuse kohta.

Kuigi meede pole uuringu meetodika kohaselt kulutõhus, ei vaja tõenäoliselt struktuurne soojuspumpade osakaalu suurenemine soojusenergia tootmisel enamikes hoonesegmentides toetusmeetmeid. Uute hoonete puhul on soojuspumpade tehnoloogia väga konkurentsivõimeline kaugkütte ja biomassiga. Olemasolevates hoonetes on soojuspumpadele üleminek konkurentsivõimeline eelkõige mitteiluhoonetes. Toetusvajadus on tõenäoline ahiküttega eluhoonetes, kus barjääriks on investeeringukulu. Sotsiaal-majanduslikult on meede kergelt positiivse mõjuga nii SKP-le kui ka töökohadele.

Positiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tuleb nii investeeringute kulust kui ka soojuspumpade hoolduskulust, mis ületavad kulude vähenemise mõju kaugküttes.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Soojuspumpade võimsus <sup>85</sup>	150	MW
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	4,8	MW
Asendatav tarbimismaht	108	GWh
Investeeringu erikulu	660	K EUR/MW
Biokütuste osakaal Eesti kaugküttes	55	%
Soojuspumpade jooksvad kulud <sup>86</sup>	50	EUR/MWh
Asendatava soojuse maksumus <sup>87</sup>	45	EUR/MWh
Investeeringu eluiga <sup>88</sup>	20	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,1224	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,0935	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,0505	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,0169	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Soojuspumpade kasutegur <sup>89</sup>	88	%

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	1947	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	96	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	53 037	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	742	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	1 216	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	35	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	28	töökohta/a

85 Autorite eksperthinnang REKK 2030 baasil.

86 Hoolduskulud uuringus 2000 eurot MW installeeritud võimsuse kohta, selle alusel tehtud autorite arvutus. Lisatud tarbitud elektri hind.

87 Konkurentsiamet.

88 Soojuspumpade konkurentsivõime uurimine kaugküttesüsteemis Eesti tingimustes.

89 1 MW paigaldatud võimsust toodab aastas 3 GWh soojust.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Välisõhu seisundi paranemine. Fossiilsete kütuste tarbimise vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on seotud peamiselt tehnoloogia tasuvusega ja eeldatava toetusvajadusega.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Tegevuses kvantifitseeritakse õhk-vesi ning maapinnalähedaste (sügavus kuni 400m) maasoojuspumpade osakaalu kasvu. Lisaks sellele tuleks kaardistada maapõue süvasoojuse (sügavus üle 400m) potentsiaal elektri- ja soojusenergia tootmisel.

Investeeringuotsuseid soojusenergia allika valikul mõjutavad mitmed regulatiivsed mehhanismid (nt ehitiste energiatõhusus, kaugkütteseadus, KredEX toetusmeetmed), seega on vajalik jälgida regulatiivsete meetmete koosmõju, et vältida soovimatuid muutusi.

**En09: Sooja tarbevee tootmine kaugküttest (elektriboilerite asemel)**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Puudulike andmete tõttu ei ole hetkel mudelis kajastatud, kuid koht on loodud eelduste sisestamiseks, kui need peaksid tekkima. Meetme eesmärgiks on sooja tarbevee tootmine kaugküttest, kuna suurema osa aastast kasutatakse vee soojendamiseks sedasama soojust, millega köetakse ka radiaatoreid muutes sooja vee tootmise sellisel viisil väga efektiivseks. Tootmiskaod on väikesed ja nii on energia megavatt-tunni hind elektrist oluliselt odavam.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS:**

Meetme mõjude hindamiseks on vaja läbi viia täiendavaid uuringuid.

**En10: Lokaalsete kütelahenduste ehitamine kaugküttele asemel**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Meetme eesmärk on senisest ulatuslikum taastuenergia kasutamine, üleminek vähem süsinikku eraldavatele kütustele, energeetika- ja energiamuundamise sektori tõhustamine, soojuskadude vähendamine. See meede hõlmab soojamajanduse arendamist sh. katlamajade ja küttevõrkude renoveerimist ning tarbijate üleminekut lokaal- ja kohtküttele. Meede hõlmab üleminekut kütteõlidelt taastuenergiale ja/või kohalikele energiaallikatele, milleks on biomass, turvas jms., kaugküttevõrkude soojakadude vähendamist ning ebatõhusalt töötavate kaugküttevõrkude (1 m kütetorude kohta müüakse alla 1,2 MWh soojust) ümber ehitamist lokaal- ja kohtküttesüsteemideks. Rakendatakse alates 2015. aastast. (Vabariigi Valitsus, 2017)

Tarbijate üleminek lokaal- ja kohtküttele – ebatõhusalt töötavad kaugküttevõrgud (1 m kütetorude kohta müüakse alla 1,2 MWh soojust) ehitatakse ümber lokaal- ja kohtküttesüsteemideks. Hinnanguliseks kuluks prognoositakse ligikaudu 1 miljon eurot aastas. (Keskkonnaministeerium, 2017)

Meetme marginaalkulu on positiivne ehk meede ei ole hinnanguliselt isetasuv. Sotsiaal-majanduslikud mõjud on marginaalsed.

Positiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib läbi investeeringute.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise perioodi algus, aasta	2022	aasta
Meetme rakendamise perioodi lõpp, aasta	2035	aasta
Lokaalkatelde võimsus <sup>90</sup>	36	MW
Meetme rakendamise maht	100	%

90 [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond\\_-\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energias%C3%A4%C3%A4st.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond_-_Kaugk%C3%BCtte_energias%C3%A4%C3%A4st.pdf)

Meetme rakendamise maht aastas	2,6	MW
Asendatav tarbimismaht, pärast soojustamist <sup>91</sup>	72	GWh
Investeeringu erikulu <sup>92</sup>	452	K EUR/MW
Trassikaod <sup>93</sup>	15	%
Kaugküttekatla kasutegur <sup>94</sup>	70	%
Biokütuste osakaal Eesti kaugküttes <sup>95</sup>	46	%
Investeeringu eluiga <sup>96</sup>	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,1224	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,0935	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,0505	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,0169	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	227,5	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	16	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	71 468	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	942	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	228	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	8	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	5	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Välisõhu seisundi paranemine. Fossiilsete kütuste tarbimise vähenemine ja kaubandusbilansi paranemine.

#### PEAMISED RISKID.

Investeeringute tasuvuse ja toetustega seotud riskid: lokaalsete kütelahenduste arendamine mõjutab kaugküttesse tehtud investeeringute tasuvust. Lokaalsetele kütelahendustele ülemineku tulemusel jaguneb varustuskindluse tagamine mitmete tootmiseseadmete vahel ning seetõttu on vajalik jälgida, et proportsionaalne varustuskindlus on sellegipoolest tagatud.

#### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Uurida toetusmehhanismide rakendamise parimaid võimalusi. Jälgida ning vajadusel ajakohastada varustuskindlust puudutavat regulatsiooni.

### En11: Väikeste moodulreaktorite rajamine

#### KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Suuremahuline KHG heite vähendamine tuleneb sellest, et tegemist on baasvõimsust tagava tootmiseseadmega (st suur hulk töötunde aastas) ning energiaallikas on väga madala süsinikumahukusega. Kriitiline risk on

91 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.

92 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.

93 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.

94 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.

95 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.

96 Kaugkütte energiasäästu uuring; Arengufond, 2013.



tootmisel tekkivate radioaktiivsete jäätmete käitlemine, milleks Eestis praegu pikaajalist lahendust pole (vaheladustab AS A.L.A.R.A.). Tegevus pole tehnoloogiaspetsifiline ning maksumuse hindamisel on kasutatud Rahvusvahelise Energiaagentuuri prognoose tehnoloogia maksumuse kohta ning autorite lihtsustust.

Vastavalt eelpoolmainitule lähtub vajalike tootmisvõimsuste kaardistamine eeldusest, et tagame maksimaalselt oma varustuskindluse Eestis asuvate tootmisvõimsustega. Võimaliku installeeritava mahu piirangut analüüsi Eleringi pikaajaliste energiatootmise stsenaariumite kontekstis, mis analüüsis Eesti varustuskindlust aastani 2033. Kasutatavate tootmisvõimsuste hinnangu kohaselt jääb Eleringi aruande „Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2018“ joonise 5.10 järgi 2030 aastal varustuskindlusest puudu ca 600MW, juhul kui mitte arvestada välisühendusi Soome ja Lätiga. (Elering, 2018).

Täna pole usaldusväärseid andmeid litsentseeritud tehnoloogiate investeringu erikulu kohta. Seega on autorid kasutan neile kättesaadavaid avalikke andmeallikaid (peamiselt Rahvusvahelise Energiaagentuuri<sup>97</sup> ja Fermi Energia info). Hetkel teadaoleva teadmise kohaselt on kõige tõenäolisemad väikeste moodulreaktorite tehnoloogiad sulasoolareaktorid ja keevveereaktorid.

Meede on arvestuslikult positiivse marginaalkuluga. Mõju SKP-le on eelduslikult negatiivne (vähenev põlevkivienergeetika ja kasumlikkus/ostujõud) ning tööhõivele positiivne (investeeringud ning tuumajaamade hooldus).

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise potentsiaal max	600	MW <sub>el</sub>
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	55	MW <sub>el</sub> /a
Elektrienergia tootmisfaktor tuumajaamas <sup>98</sup>	7,4	GWh/MW
Investeeringu erikulu <sup>99</sup>	3 687 000	EUR/MW
Tuumajaama hoolduskulu <sup>100</sup>	30	EUR/MWh
Põlevkivielektri omahind	30	EUR/MWh
Investeeringu eluiga	40	aastat
Emissioonifaktor 2020 <sup>101</sup>	0,81	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,48	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,09	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	266,6	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	2 213	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	8 300 387	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-19 119	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	1432	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	1437	töökohta/a

97 „Nuclear Power in a Clean Energy System“, IEA 2019 Kättesaadav: <https://webstore.iea.org/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>

98 Kasutustegur 85%. Autorite hinnang.

99 Autorite hinnang Fermi Energia ja Rahvusvahelise Energiaagentuuri info alusel.

100 Autorite hinnang.

101 Väärtusest on lahutatud tuumaenergia eriheide 0.012 t CO<sub>2</sub> eq/MWh.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Tekivad radioaktiivsed jäätmel, mille käitlemiseks Eestis praegu lahendust pole. Lahendab taastuvenergia (tuul, päike) kõrval baaskoormusvõimsuste tagamisega seotud probleeme. Fossiilsete kütuste tarbimise ja sellest tuleneva muu heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Uue tehnoloogia ebakindlusega seotud riskid. Projekti suure maksumusega ning radioaktiivsete jäätmel käitlemisega seotud riskid. Eestis puuduvad tuumaenergia oskusteave ja spetsialistid.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD.**

Vastava oskusteabe loomine/toomine Eestisse, spetsialistide väljakoolitamine.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uuringud, mis on suunatud eelnevalt välja toodud riskivaldkondadele.

**En12: Põllumajandusmasinate alternatiivkütuste kasutamine****KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA**

Meede jaguneb tõenäoliselt kaheks, kus ühes meetmes tuleb KHG vähendamise potentsiaal mootorikütuste kasutamise tõhustamisest (ehk tarbitakse vähem) ja teisel juhul alternatiivkütuste kasutuselevõttust (tarbitakse madalama heitega kütuseid). Mootorikütuseid käsitletakse, kuna vähemalt aastal 2012 jagunes põllumajandussektori energia lõpptarbimine järgmiselt: mootorikütused 60%, muud kütused 14%, elekter 17% ning soojusenergia 9%. Seega on tõenäoliselt põllumajanduses kõige suurem energiasäästu probleem ja ühtlasi potentsiaal seotud mootorikütuste tõhusama kasutamisega. (Maaeluministeerium, 2019)

Fossiilsete kütuste kasutamine üldiselt põllumajanduses 2016. aastal: kivisüsi 5000 t, maagaas 10 mln m<sup>3</sup>, vedelgaas 2000 t, põlevkiviõli(raske fraktsioon) 1000 t, kerge kütteõli ja diislikütus 114 000 t, kerge kütteõli 4000 t, diislikütus 110 000 t, autobensiin 4000 t.

IPCC andmetel tekitab diislikütus 3160 kg/t CO<sub>2</sub> Põllumajanduses kasutati 2017. aastal 29 000 tonni diislikütust (Statistikaamet, 2019). Seega 2017. aastal toodeti põllumajanduses: 3160 x 29 000 = 91 640 t CO<sub>2</sub>. (Winther & Dore, 2017)

Meede on tugevalt positiivse marginaalkuluga ehk kulu alternatiivkütusele (biodiisel) on suurem kui fossiilse kütuse kokkuhoid. Meede on negatiivse sotsiaal-majandusliku mõjuga. Siinjuures ületab fossiilkütuse tekitatud negatiivne mõju biokütuste positiivse mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise perioodi algus, aasta	2022	aasta
Meetme rakendamise perioodi lõpp, aasta	2025	aasta
Meetme rakendamise potentsiaal max; (diislikütus) <sup>102</sup>	29 000	t
Meetme rakendamise maht	50	%
Meetme rakendamise maht aastas	3 625	T
Fossiildiisli jaehind <sup>103</sup>	921	EUR/t
Biodiisli jaehind <sup>104</sup>	1 063	EUR/t
Emissioonifaktor; (diislikütus)	0,2698	tCO <sub>2</sub> ekv/t

<sup>102</sup> ESA andmetel, teistel andmetel aruandes 110 000 tonni.

<sup>103</sup> Aluseks jahind 1,3 EUR/l; ilma käibemaksuta.

<sup>104</sup> Aluseks jahind 1,5 EUR/l; ilma käibemaksuta.

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	525,1	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	107 580	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	3 912	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastast vahemikus 2021-2050	-4722	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-47	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-2	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Transpordi taastuvenergia osakaalu suurendamine, välisõhu saaste vähenemine. Lisaks sellele omab meede positiivset mõju väliskaubandusbilansile ja välisõhu kvaliteedile.

**PEAMISED RISKID.**

Tehnoloogia arengust tulenev võimalik toetamise vajadus.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uurida toetusmehhanismide rakendamise parimaid võimalusi.

**En13: Kaugjahutus**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Kaugjahutuse korral tuleb KHG heite vähendamine lõpptarbijaja juures elektrit kasutava külmajaama asendamisel kaugjahutusega, mis kasutab jahutamiseks kas looduslikku vett, koostootmisjaama suvist heitsoojust vms. Kaugjahutust pakub Eestis momendil ainult AS Fortum Tartu, kes investeeris 2016. a 5,7 mln eurot ja ehitas 13 MW jahutusvõimsusega Keslinna külmajaama ja 1,6 km kaugjahutustorustikku. Kaugjahutusjaam kasutab jahutuse tootmiseks nii traditsioonilisi tööstuslikke jahutusseadmeid kui ka Emajõe külma vett. Kaugjahutusjaam on varustatud päikesepaneelidega ja soojuspumbaga, mille abil suunatakse jahutusklientide juures tekkiv liigsoojus kaugküttevõrku hoonete kütmiseks ja sooja vee valmistamiseks.

2017 avas AS Fortum Tartu järjekorras teise Aardla külmajaama, mille planeeritud ehitusvõimsus on 9,2 MW-d, millest hetkel on välja ehitatud 5,4 MW-d. Peale Tartu linna on üheks suuremaks potentsiaalseks kaugjahutuse tarbijaks Tallinna Kesklinn ja reisisadama ala. Kaugkütte ettevõtete hinnangul on Tallinnas potentsiaali vähemalt 30 MW<sub>j</sub> tarbijate järgi. Külmajaamade rajamise ühikinvesteering on vahemikus 0,5-1,0 mln EUR/MW<sub>j</sub> ehk 500-1000 EUR/kW<sub>j</sub>, sõltuvalt üldehitustööde mahust. (Finantsakadeemia OÜ, 2018).

Negatiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib läbi kohtjahutuse teenuse vähenemise, mida ei ületa kaugjahutuse investeeringutest ja opereerimisest tekkiv positiivne mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>105</sup>	50	MW <sub>jahutus</sub>
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastast	1,6	MW <sub>jahutus</sub> /a

105 Uuringu koostajate ja kaugkütte ettevõtete hinnang [https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2017/01/study-on-efficient-dhc-systems-in-the-eu-dec2016\\_final-public-report6.pdf](https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2017/01/study-on-efficient-dhc-systems-in-the-eu-dec2016_final-public-report6.pdf) alusel, arvestusega, et jahutuse nõudlus 2050 perspektiivis suureneb.

Investeeringu erikulu <sup>106</sup>	750 000	EUR/MW
Kokku hoitud elektrienergia (elektter) <sup>107</sup>	117,6	GWh
Elektrienergia jaehind (va k/m)	110	EUR/MWh
Kaugjahutuse energiakulu <sup>108</sup>	35,3	GWh
Investeeringu eluiga	30	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-477,9	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	36	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	226 107	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-2 735	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-7	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-23	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Tõhusam primaarenergiakasutus. Linnaruumis vähem „kuumasid kohti“, mis tekivad lokaalsete jahutusseadmete soojuse eraldamisest.

#### PEAMISED RISKID.

Puudub kaugjahutust puudutav toetav regulatiivne raamistik. Osakaalu suurenemine võib jääda nõudluse puudumise taha.

#### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Nõudluse hindamiseks oleks vaja kaardistada primaarenergia kasutuselt mõistlik turupotentsiaal ning kasutuskohad. Vajadusel teha muudatusi regulatiivsesse raamistikku.

### En14: LED tänavavalgustus

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

ENMAK 2030 peab tänavavalgustuse renoveerimist oluliseks tegevuseks. Investeeringud RIS-i kaudu tänavavalgustuse rekonstrueerimise programmi – programmi kohaselt asendati seitsmes Eesti linnas (mille elanike arvud jäid 8000–15 000 vahele) tänavavalgustus energiasäästliku valgustusega. Programmi kogumaksumus oli 14,55 miljonit eurot. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) Meetme kasutamise tulemusena jääb aastas õhku paiskamata umbes 6000 tonni CO<sub>2</sub>.

ENMAK 2030 peab tänavavalgustuse renoveerimist oluliseks tegevuseks. REKK 2030 dokumendis on toodud meede- renoveeritud tänavavalgustuspunktide arv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

<sup>106</sup> Fortum Eesti eksperhinnangu alusel.

<sup>107</sup> Eeldatud 2000 töötundi aastas; kasutegur 85%.

<sup>108</sup> 30% kohtjahutuse energiakulust.

Keskkonna-, maaelu-, majandus- ja kommunikatsiooniministriumite koostatud esitluse „Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+“ andmeil vähendaks tänavavalgustuse rekonstrueerimise toetamine 54 000 t CO<sub>2</sub> perioodil 2021-2030 ning meetme orienteeruv investeerimisvajadus on 60 mln €. (Laaniste, Gailan, & Raamat, 2019)

Meede on positiivse marginaalkuluga ning sotsiaal-majanduslikud mõjud on kergelt negatiivsed. SKP vähenemisele avaldab enim mõju elektrienergia tarbimise vähenemine ja ka investeeringu negatiivne kasumlikkus. Tööhõive mõju on marginaalne, seda tasandab investeeringute mõju.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise perioodi algus, aasta	2021	aasta
Meetme rakendamise perioodi lõpp, aasta	2050	aasta
Meetme rakendamise potentsiaal max; (kokkuhoitud elektrienergia tarbimises)	23	GWh
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	1,9	GWh
Investeeringu erikulu	2,6	EUR/MW
Elektri jaehind (ilma km)	110	EUR/MWh
Investeeringu eluiga	12	aastat
Emissioonifaktor 2020	0,83	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,50	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,10	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,00	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	749,9	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	150	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	117 634	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-3 380	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-7	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	17	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Tõhusam energiakasutus.

#### PEAMISED RISKID.

Meede ei ole isetasuv ehk vajab potentsiaalselt toetust.

#### RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Uurida, seirata toetusmehhanismide rakendamise parimaid võimalusi.

**En15: Vesinikutootmine (10% tänasest maagaasi võrgu mahust)**

KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Kuna vesiniku tootmises ei ole veel tehnoloogilist läbimurret saavutatud siis ei ole lähikümnendisse selle meetme rakendamist planeeritud.

Eeldatavalt on meetme marginaalkulu kergelt positiivne ning planeeritud mahtude juures on sotsiaal-majanduslikud mõjud marginaalsed.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise perioodi algus, aasta	2040	aasta
Meetme rakendamise perioodi lõpp, aasta	2050	aasta
Meetme rakendamise potentsiaal max; <sup>109</sup>	909 708	t CO <sub>2</sub> vähenemist
Meetme rakendamise maht	10	%
Meetme rakendamise maht	90 971	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Investeeringu erikulu	125	EUR/MW
Emissioonifaktor	0.20	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	20,8	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	11	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	545 825	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	90 971	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-278	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	2	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	4	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Väliskaubanduse bilansi paranemine. Muude saasteainete heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Autoritele teadaolevalt puudub Eestis hetkel vesiniku tootmine elektrolüüsi teel ning seda soodustav regulatiivne raamistik. Puudub ka tehnoloogia rakendamise kogemus. Pole kindel kas maagaasivõrgu kaudu on võimalik vesinikku transportida.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Täiendavalt on vaja kaardistada maagaasivõrgu suutlikkus vesinikku transportida ning seejärel täpsustada regulatsiooni maagaasivõrku vesiniku sisestamise osas.

**En16: Põlevkiviõli tootmismahu suurendamine**

KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA

Meetme eesmärk on põlevkivi suurem väärindamine. Täiendavate põlevkiviõlitechaste rajamine ei anna CO<sub>2</sub> säästu, vaid toob kaasa täiendava emissiooni – iga tehase kohta ligikaudu 400 000–500 000 t CO<sub>2</sub> ekvivalenti. Samas võrreldes praeguse põlevkivi otsepõletamisega väheneb KHG heitkogus sama koguse kasutatud põlevkivi kohta ligikaudu 40%. Eelduslikult on tootmine tasuv, kui toornafta hind on suurem kui 45...50 USD/ barrel, eeldusel, et keskkonnanõuded (sh väävlisisaldus) on täidetud.

109 Kuna 10% maagaasivõrgu gaasimahust on võimalik asendada vesinikuga ilma tehnoloogilisi muudatusi tegemata, on hinnatud see maht potentsiaali laeks.

Eeldus	Väärtus
Ühe tehase investeeringukulu, mln EUR	243
Õlitoodangu maht, t/a	283 000

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Toob kaasa arvestatava emissioonide ekspordi ning seetõttu ei ole hästi kooskõlas globaalsete kliimaeesmärkide saavutamise. Võib anda positiivset mõju töökohtadele ja SKP-le.

**PEAMISED RISKID.**

Regulatsiooni risk, CO<sub>2</sub> hinnarisk, kliimaneutraalsuse mittedaavutamise risk.

**En17: Eelrafineerimistehase rajamine**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Meetme eesmärk on põlevkivi suurem väärindamine. Rafineerimistehase rajamine ei anna CO<sub>2</sub> säästu, vaid toob täiendava emissiooni kaasa – ligikaudu 400 000–500 000 t CO<sub>2</sub> ekvivalenti. Eelduslikult on investeering tasuv, kui toornafta hind on suurem kui 45...50 USD/barrel ja eeldusel, et toetuse andmine on lubatud EL riigibi reeglistiku kontekstis. Riigipoolne investeeringutoetus eelrafineerimistehase rajamiseks ligikaudu 10...20% investeeringu maksumusest.

Eeldus	Väärtus
Rafineerimistehase investeeringukulu, mln EUR	600
Toodangu maht, t/a	1 500 000

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Toob kaasa arvestatava emissioonide ekspordi ning seetõttu ei ole hästi kooskõlas globaalsete kliimaeesmärkide saavutamise. Võib anda positiivset mõju töökohtadele ja SKP-le.

**PEAMISED RISKID.**

Regulatsiooni risk, CO<sub>2</sub> hinnarisk, kliimaneutraalsuse mittedaavutamise risk.

**En18: Tsemenditööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Mineraaltööstustest suurima energiakuluga Eestis on tsemenditööstus. (Keskkonnaministeerium, 2019) Avalikult kättesaadavast Kunda Nordic Tsement jätkusuutlikkuse eriväljaandes on toodud, et otsene energiakasutus, GJ/t klinkrile on 5,8 GJ/t. Klinkri kogutoodang aastal 2018 oli 505 349 t. (AS Kunda Nordic Tsement, 2019) Lihtsa tehte tulemusel kulub kogu klinkri toodanguks aastal 2018 seega 2 931 024,2 GJ energiat. Aruandes on lisaks esitatud toodanguks kulunud kütuste energiabilanss järgnevalt:

Kütuste energiabilanss	2018
Fossiilkütused, %	62
Fossiilsed alternatiivkütused, %	29,2
Biomass, %	8,8

Tabeli tulemusena järeldub, et fossiilsete kütuste osakaal kogutoodangus moodustas 91,2 %, mistõttu 2 931 024,2 GJ klinkri toodangule kulunud energiast, 2 702 404, 312 GJ põhines fossiilsetel kütustel (ca 465 931,778 t klinkrit).

CO<sub>2</sub> kg/t klinkrile aastal 2018 oli 1084 kg/t ehk teisisõnu teeb see fossiilsete kütuste baasil toodetud klinkri CO<sub>2</sub> heite koguseks 505 070,047 tonni.

Soovituslikeks energiasäästumeetmeteks tsemenditööstuses on<sup>110</sup>:

Meede	Kütuste sääst pärast investeeringut	Maksumus, EUR	Tasuvusaeg, a
Killustikutootmise purustus- ja sorteerimissõlme ümberkorraldus	117 MWh elektrienergiat	2 400 000	2,4
Hübriidekskavaator killustiku tootmisele	22 080 liitrit diiselkütust	360 000	18,3
Tehnoloogilise kiviga varustamise mobiilne purusti	660 MWh elektrienergiat	690 000	10,6
Tehnoloogilise kiviga varustamise uus hübriidlaadur ja hübriidekskavaator	25 439 liitrit diiselkütust	780 000	34,5
KOKKU	777 MWh	3 090 000	2,4/10,6 a
	475 19 liitrit diiselkütust	1 140 000	18,3/34,5 a

Meede on positiivse marginaalkuluga ning marginaalse sotsiaal-majandusliku mõjuga. Mõju tekib läbi lisanduvate tegevuskulude.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Kokku kütuse tarbimine klinkeri tootmiseks <sup>111</sup>	814	GWh
Kliimaneutraalsete kütuste osakaal	9	%
Meetme rakendamise maht	100	%
Meetme rakendamise maht aastas	71,6	GWh
Kliimaneutraalse kütuse maht	71,6	GWh
Erikulu <sup>112</sup>	25	k€/GWh
Eluiga	10	aastat
Emissioonifaktor 2020 <sup>113</sup>	0,27955368	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2040	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	37,6	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	523 600	t

<sup>110</sup> Eksperthinnang.

<sup>111</sup> AS Kunda Nordic Tsement 2018. aasta kohta tehtud keskkonnaaruane ja autorite arvutus klinkri kogutoodangu alusel.

<sup>112</sup> Sõltuvalt turuolukorrast võib olla võimalik kasutada kliimaneutraalset kütust (nt biomass) CO<sub>2</sub> hinna vastu.

<sup>113</sup> Autorite eeldus, et täna kasutatakse suuremas osas põlevkivi ja sütt ja heitefaktor on sarnane raske kütteõli heitefaktorile.



CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	16 999	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	263	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	2	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	4	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Energiaühenduse kasv ning muude heitmete vähenemine – puhtam õhk piirkonnas.

**PEAMISED RISKID.**

Arvestuslikult vajab meede toetust.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Võimaliku toetusmeetme uuring.

**En19: Lubjatööstuse energiasisendite süsinikumahukuse vähendamine**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Mineraaltööstustest suurima energiakuluga teisel kohal Eestis on lubjakivitööstus. (Keskkonnaministeerium, 2019) Lubjatööstuse tootmisprotsessile kulunud energiatarbimine aastal 2016 oli ca 5 200 527 kWh (sh karjääris vee pumpamiseks, suruõhk ja tehnoloogia). Tarvitatud energiakoguse baasil toodetud lubjakivitoodang aastal 2016 oli seejuures 1 769 41 tonni (sh tükki- ja purulubi, jahvatatud lubi, töödeldud filler, muud tooted). Seejuures kaevandatav lubjakivi kogus 2016 aastal oli 208 655 t. Keemiliselt annab 1 tonn lubjakivi 560 kg lupja, ülejäänud on CO<sub>2</sub> milline lendub lubjaahjust suitsugaasidega.

Kõige rohkem elektrit tarbiv protsess on lubja ja paekivi jahvatamine desintegraatoritega. Tehnoloogiliselt tooted ei vaja desintegraatoriga jahvatust ja otstarbekas on võtta kasutusele kuulveskid senise desintegraatorjahvatuse asemel. Sellega väheneks elektri kulu jahvatamisele ja väheneksid hoolduskulud.

Energiasäästumeetmete seisukohast lubjakivitööstuses on soovituslik eelkõige<sup>114</sup>:

Meede	Elektrienergia säästupotentisaal uuendatud tehnoloogia rakendamisel	Maksumus, EUR	Tasuvusaeg, a
Kuulveski kasutusele võtmine lubja jahvatamisel	540 MWh/a, elektri kulu	450 000	5,5
	210 kW, elektriline võimsus		
	18,8 kWh/t, elektri erikulu		

Meede on positiivse marginaalkuluga ning marginaalse sotsiaal-majandusliku mõjuga.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Kokku kütuse tarbimine klinkeri tootmiseks	10	GWh/a
Kliimaneutraalsete kütuste osakaal	9	%
Meetme rakendamise maht aastas	100	%
Kliimaneutraalse kütuse maht	0,88	GWh
Lisanduv kulu <sup>115</sup>	25	k€/GWh
Emissioonifaktor 2020 <sup>116</sup>	0,27955368	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2030	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

<sup>114</sup> Eksperthinnang.

<sup>115</sup> Sõltuvalt turuolukorrast võib olla võimalik kasutada kliimaneutraalset kütust (nt biomass) CO<sub>2</sub> hinna vastu.

<sup>116</sup> Autorite eeldus, et täna kasutatakse suuremas osas põlevkivi ja sütt ja heitefaktor on sarnane raske kütteõli heitefaktorile.

Emissioonifaktor 2040	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh
Emissioonifaktor 2050	0,237256206	tCO <sub>2</sub> ekv/MWh

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	105,4	€/tCO <sub>2</sub> ekv
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	2 297	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	209	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-5	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	0	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	0	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Energiatõhususe kasv.

**PEAMISED RISKID.**

Arvestuslikult on vajab meede toetust.

**RISKIDE MAANDUSETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Võimaliku toetusmeetme uuring.

**CC01: Tööstusettevõtete jääkgaaside toodetena ringlusse võtmine (carbon capture and utilisation)**

*KHG vähenemise sektor: ENERGEETIKA*

Puudulike eelduste tõttu, mis puudutavad võimalikke suitsugaaside ja jääkgaaside mahte, mida oleks võimalik kinni püüda ja ladustada või kasutada, ei ole hetkel mudelis meedet kajastatud. Loodud on meetmeleht eelduste sisestamiseks koos tehnoloogiamaksumustega. Teoreetiliselt sobivad meetme alla tsemendi ja lubjatööstuse ning õlitööstuse heited. Teadaolevat teisi 30 aasta perspektiivis potentside heiteallikaid CCS/CCU tehnoloogia tarvis pole.

KHG heite vähenemine tekib, kuna süsinikuühendeid ei paisata õhku, vaid püütakse kinni ja muudetakse toodeteks. Tehnoloogiad, mida analüüsida, on näiteks:

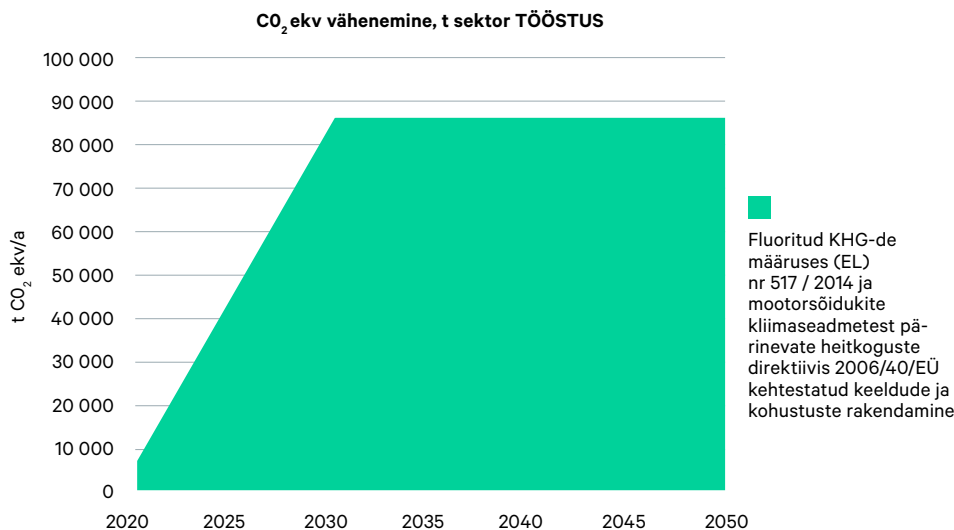
- vetikate abil süsiniku püüdmine ning etanooli tootmine
- olmeprügist etanooli tootmine
- süsiniku püüdmine ja Fischer-Tropsch meetodil metanooli tootmine
- kokku kogutud CO<sub>2</sub>est e-vedelike tootmine
- kokku kogutud CO<sub>2</sub> kasutamine f-gaasina

Suitsugaasides sisalduva süsiniku kasutamisel on tõenäolisemad tehnoloogilised teerajad, mis ei nõua suurel määral suitsugaasidest süsiniku eelnevat eraldamist (hinnanguline kulu 100 €/t) ning autorite hinnangul on süsiniku püüdmise tehnoloogiad atraktiivsed alates 90-100 €/t CO<sub>2</sub> hinnataseme juures.

Tallinna Tehnikaülikool viib aastatel 2019-2021 läbi projekti "Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate", mille eesmärgiks on hinnata erinevate süsiniku püüdmiste tehnoloogiate sobivust ning töötada välja stsenaariumid nende tehnoloogiate rakendamiseks Eesti põlevkivitööstuses. Samuti analüüsitakse efektiivseimate lahenduste keskkonnamõju ning Eesti tööstussektori tehnoloogilist ja majanduslikku võimekust püütud CO<sub>2</sub> kasutada. Majandusanalüüs keskendub sobivaimate püüdmiste tehnoloogiate ühikukulude erinevustele, tundlikkusele CO<sub>2</sub> kvootide ja elektri hindade suhtes ning investeeringute subsideerimisvajadusele, aga ka püütud CO<sub>2</sub> ekspordipotentsiaalile. (Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate, 2019) Eestis ei ole võimalik CO<sub>2</sub> ladustada, lähim paik selleks oleks Läti, mille ladustamis võimekus on ligikaudu 300 Mt. (Triikkel, 2019)

## Tööstus

Tööstussektor KHG inventuuris hõlmab ainult protsessihteiteid, mis Eestis tulevad peamiselt klinkri põletamisest (tsemenditööstus). Tegelikult on tööstussektorit puudutavaid tegevusi kajastatud energeetikasektori tegevuste all kuna tööstuses on suur osa energiasisenditel (eriti energiantensiivsete ettevõtete puhul).



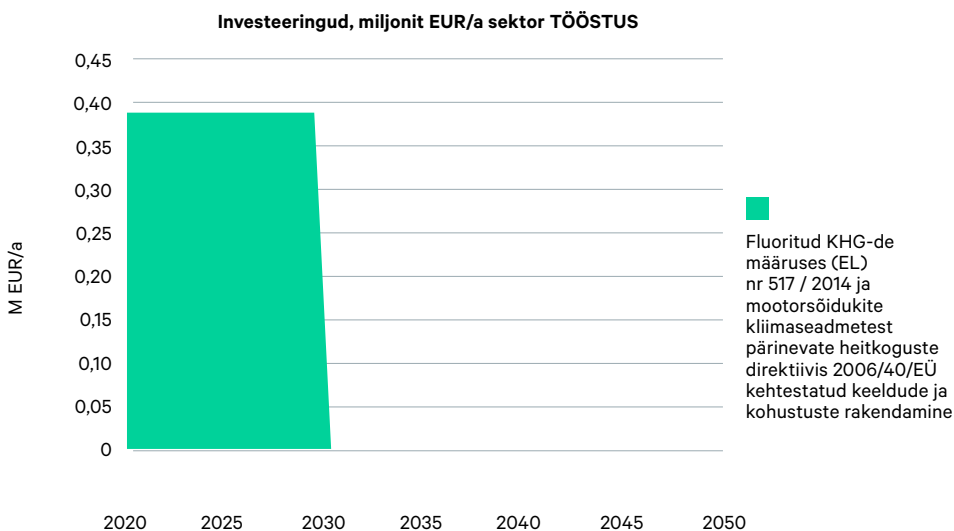
Joonis 16. CO<sub>2</sub> ekv vähenemine, t/a LULUCF + tööstussektoris.

### 2020-2030

Esmajärjekorras on vajalik lõpetada kahjulike külmutusseadmete gaaside kasutamine ja planeerida energiatõhususele ja energiasäästule suunatud tegevusi. Lisaks tööstusettevõtete hoonetele, mida käsitletakse hoonetesektori tegevuste all, on võimalik aidata tööstusettevõtete kasumlikkust suurendada ja KHG heidet vähendada läbi tõhusamate masinate ning protsesside, mis kasutavad sama toodangu tootmiseks vähem toorainet ja energiat ehk väheneb KHG heide toodanguühiku kohta. Selleks on juba olemas piiratud valdkondadega ressursitõhususe toetusmeede, mis hetkel ei käsitle kuid tulevikus peaks eraldi käsitlema energiakulu.

### 2030-2050

Sõltuvalt tehnoloogia/turuarengutest saab nõ viimaste tonnide heite vältimiseks kasutada CCS/CCU tehnoloogiaid. Lisaks sellele on viimaste tonnide sidumine võimalik tehes põhimõttelisi muudatusi tootmisprotsessi, nt klinkri tootmisel 'retsepti' muutmise ja uut tüüpi toorainete/polümeeride kasutamine ehk mitte toota klinkrit nii nagu täna



Joonis 17. Investeeringud tööstussektoris miljonit EUR/a.

## Peamised riskid, võimalused, eeldused tööstussektori meetmete rakendamisel

Risk: ettevõtete konkurentsivõime vähenemine ja süsinikuleke. Energiasäästu/tõhususe suurendamise meetmed üldjuhul parandavad ettevõtete kasumlikkust kuna annavad pikaajalise säästu. Tasuvusajad ei pruugi samal ajal olla ettevõtete motiveerivad ning mastaapsed parendusmeetmed on väga investeringumahukad ja pika tasuvusajaga. Käsitlemata detailselt administratiivseid meetmeid, mida riigil on võimalik ette võtta KHG heite vähenemise edendamiseks, peab selliste meetmete juures olema kaardistatud mõju konkurentsivõimele ning süsinikulekke oht. Süsinikuleke käesolevas kontekstis on tööstuste (ja nendega koos KHG heite) liikumine mujale kui tingimused Eestis/EL-is muutuvad ebasoodsaks.

## Täiendavad uuringuvajadused

Koostöös partneritega peaks kaardistama ning vaatluse all hoidma ettevõtteid, kes tegutsevad mahukama KHG heitega tegevusaladel. Lisaks oleks vaja kaardistada mil määral on Eesti ettevõtetel võimalik pakkuda tooteid ja teenuseid käesolevas töös analüüsitud investeringute rakendamise väärtusahelates.

Täiendavalt peaks kaardistama suurettevõtete energiaauditite valimi abil energiasäästupotentsiaali tööstusettevõtetes ning leidma ergutusmeetmed. Ressursitõhususe meede hõlmab küll ka energiakasutust, kuid meetme kasutamine ettevõtetes kus protsentuaalselt materjali osakaal ületab suuresti energia, pole meetme kasutamine investeringuteks võimalik. Energiatõhususmeetmete tulemusel tekkinud KHG heite sääst kajastub energeetikasektoris.

Eraldi oleks vaja kaardistada tegevusalad, kus tegutsevatel ettevõtetel on suhteliselt suure energiatarne juures väga sarnane tehnoloogia ning kus energiasäästumeetmed oleks sarnased ja kergelt skaleeritavad. Sellised ettevõtted on näiteks põllumajandusettevõtted (eraldi auditite meetmeleht ka arvutusmudelis) ning reoveepuhastusjaamad/veepuhastusjaamad.

## Ind01: Fluoritud KHG-de määruses (EL) nr 517/2014 ja mootorsõidukite kliimaseadmetest pärinevate heitkoguste direktiivis 2006/40/EÜ kehtestatud keeldude ja kohustuste rakendamine

*KHG vähenemise sektor: TÖÖSTUS*

Meetme eesmärgiks on fluoritud gaaside heitkoguste vähendamine, fluoritud gaaside asendamine teiste ainetega.

Eesti Riikliku Energia ja Kliimakavaga seatud eesmärkide täitmiseks aastaks 2030 on juba olemasoleva meetmena energiasäästu parandamiseks esitatud meede - "Fluoritud gaaside heitkoguste vähendamine, fluoritud gaaside asendamine teiste ainetega". Fluoritud KHG-de määrusega (EL) nr 517/2014 (mis jõustus 1. jaanuaril 2015) kehtestatakse nn F-gaaside järkjärgulise vähendamise ajakava aastaks 2030 mis viiakse ellu lubatud ühikute süsteemi ja keeldude/piirangute rakendamise teel.

F-gaaside heitkoguseid tuleb vähendada kulutõhusalt 2030. aastaks umbes 70% heitkoguste vähendamise piirkuluga umbes 50 eurot 1 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttonni kohta. Kõige tähtsamad määruses (EL) nr 517/2014 toodud fluoritud KHG-de heitkoguseid vähendavad meetmed on:

- teatud uute seadmete turule toomise keelud;
- teeninduskeeld F-gaasidele, mille globaalse soojenemise potentsiaal on vähemalt 2500;
- kasutusest eemaldatud seadmetest gaaside eraldamise nõue;
- gaase käsitlevate ettevõtete sertifitseerimise kohustus.

Meetme rakendamise perioodiks on 2015-2030 ning meede on käimasolev ja seadusandlusele põhinev.

## Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise periood algus	2020	aasta
Meetme rakendamise periood lõpp	2030	aasta
Rakendamise aastaid	11	aastat

Meetme rakendamise potentsiaal	85 800	max t /CO <sub>2</sub> ekv
Meetme rakendamise maht	100	% max
Meetme rakendamise potentsiaal	7800	t/CO <sub>2</sub> ekv/a
Meetme rakendamise erikulu	50	EUR/ t CO <sub>2</sub> ekv

### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	1,8	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	3900	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	2 223 000	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	85 800	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-158	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	-2	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	0	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Vähenevad fluoritud kasvuhonegaaside heitkoguseid, hoidudes suure kliimamõjuga F-gaaside kasutamisest energiatõhusate ja ohutute alternatiivide kasuks. Toetatakse innovatsiooni ja arendatakse keskkonnahoidlikke tehnoloogiaid ning parandatakse turuvõimalusi alternatiivsete tehnoloogialahenduste ja ainete jaoks.

#### PEAMISED RISKID.

Alternatiivainete kättesaadavus. Nõuete rasknemine ettevõtetele (näiteks seadmete registreerimisvajadus), tarvis pikemat ettevalmistus- ja kohanemisaega.

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.

Koolitused ettevõtjatele ja teistele seotud isikutele, et toodete ja seadmete turustamis- ja paigaldamiskeelud oleksid võimalikult arusaadavad. Täiendava uuringuvajaduse elluviimine.

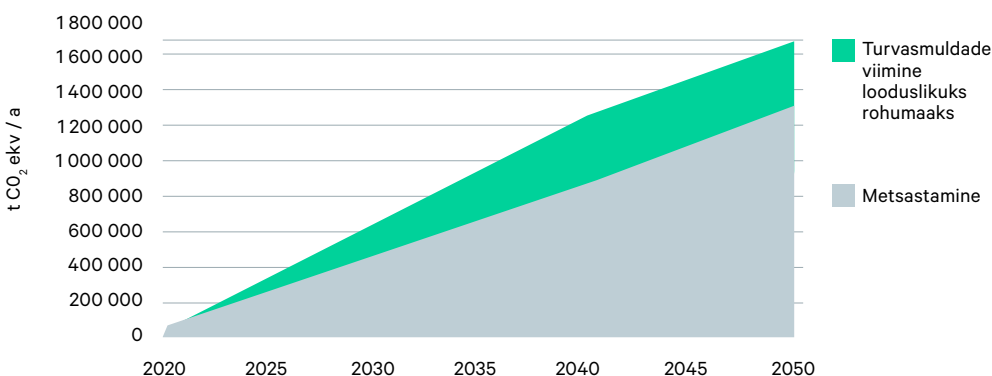
#### TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Alternatiivsete tehnoloogialahenduste ja ainete uurimine. Turuvõimaluste kaardistamine.

## LULUCF

LULUCF sektorit arvutusraamistik KHG inventuuri raames on muutuv ja defineerimata on meetodika aastaks 2050 ja on defineerimata, mida tähendab kliimanetraalsus perioodi 2020-2050 lõpuks. Määramatuse vähenedes või seda ennetades peaks metsandussektorile seadma konkreetse eesmärgi koos toetava regulatiivse raamistikuga, mis on tasakaalus ökoloogiliste, majanduslike ja süsiniku sidumise eesmärkide vahel.

Metsastamine meetmena annab võimaliku väljundi aktiivsest kasutusest väljas olevale maale ja suurendab süsinikutagavara. Kõikvõimalike meetmetega peaks soodustama puittoodete tootmist Eestis ja vähendama väärindamata toormaterjali väljavedu.



Joonis 18. CO<sub>2</sub> ekv vähenemine, t/a LULUCF sektoris.

Metsastamise potentsiaali rakendamine on aritmeetiliselt jagatud kogu perioodile ning ühe hektari metsastamise maksumuseks on hinnatud 1450 eurot. Metsastatavate rohumaade potentsiaali tuleb täiendavalt analüüsida vähemalt põllumajandusliku potentsiaali, liigirikkuse ja kaitseväärtuse seisukohast. Metsastamise ja turvasmuldade looduslikuks rohumaaks muutmise alustades jõuavad mõjud avalduda 2050-ndaks aastaks. Kus on kaardistatud analüüsivajadus (nt märgalade taastamine) peaks analüüsid teostama nii pea kui võimalik, et oleks võimalik planeerida ka järgnevad tegevused ja mõju avalduks 2050-ndaks aastaks.

### Peamised riskid, võimalused, eeldused LULUCF sektori meetmete rakendamisel.

Eksperthinnangul on kodumaiste istikute kättesaadavus selline, et maksimaalne metsastamise tempo on 2 500 ha aastas. Seda piirangut arvesse võttes ei ole võimalik rakendada meetet täies mahus, mis tähendab, et istikute kättesaadavuse võimaluste parandamisega peaks meetme rakendamisel tegelema.

Lisaks on sektori tegevused seotud oluliste küsimustega 2020-2050 perspektiivis:

- Kui palju on vaja põllumajandusmaad aastatel 2040-2050?
- Millised on teised LULUCF sektori eesmärgid/raamistik 2030-2050?
- Kui palju väheneb puidu kui tooraine eksport ja kui palju suudetakse seda riigisiselt puittoodeteks väärindada ja seeläbi süsinikdioksiidi siduda?

Maade metsastamispotentsiaali perspektiivist oleks tarvilik täiendada tänast statistilise metsainventuuri metoodikat ning tegevuste rakendamisel kanda hoolt selle eest, et olulise mõjuga arengukavad (nt metsanduse arengukava, maaelu arengukava, põllumajanduse ja kalanduse arengukava) on kliimaeesmärkide täitmise strateegilise plaaniga kooskõlas.

### Täiendavad uuringuvajadused.

Olulise potentsiaaliga meede sektoris oleks märgaladel KHG sidumine, kus praegu on riigisiselised uuringud ebapiisavad. Kui sidumise potentsiaal on tuvastatud, siis võib olla taastatava veerežiimiga soode turbas akumulieritava süsiniku rolli kasvuhoonegaaside heite vähendamisel ja loodusliku sidumise suurendamisel märkimisväärne.

Haritavate turvasmuldade viimisel looduslikeks rohumaadeks võib olla arvutusmudelil kirjeldatust oluliselt suurem KHG heite sidumise potentsiaal, kuid täiendavad uuringud on siiski vajalikud.

### LULUCF01: Metsastamine

*KHG vähenemise sektor: LULUCF*

Metsastamise meede seisneb alternatiivse mõistliku otstarbeta mitte-metsamaade metsastamises, suurendades seeläbi metsatagavara aastat 2050 hõlmaval perioodil. Meetme rakendamine on vajalik nii pea kui võimalik ja nii suures mahus kui võimalik, et mõju jõuaks 2050-ndaks aastaks avalduda. Ühe hektari metsastamise maksumuseks on hinnatud 1450 eurot.

Metsastatavate rohumaade hulgast jäävad välja kõik kaitstavatel aladel (sh nii hoiualadel kui ka kaitsealadel ja püsilupaikades) asuvad pool-looduslikud rohumaad. Enne tegevusega alustamist on vajalik täpsem analüüs.

Positiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekivad läbi investeeringute ja metsamajanduse tulude.

### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise periood algus	2020	aasta
Meetme rakendamise periood lõpp	2050	aasta
Rakendamise aastaid	31	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>117</sup>	110 000	max ha

<sup>117</sup> Eksperthinnang. SMI alusel on looduslike rohumaad 238 kha, sellest ca 6 kha vastab PRIA põllukultuuridele, 51 kha rohumaale ning 181 kha puudub PRIA kaardikihilt. Nendest PRIAs mitte arvel olevatest 181kha on 32kha veekaistevööndis ja 21kha hoiualad. See tähendab, et potentsiaalselt võiks metsastada 160 kha. Kuna puuduvad täpsemad analüüsid reaalse metsastamispotentsiaali kohta on töö autorid konservatiivselt hinnanud metsastamise potentsiaaliga aladeks kokku 110 kha.

Meetme rakendamise maht	100	% max
Meetme rakendamise maht aastas	3548	ha
Investeeringu kulu <sup>118</sup>	1450	EUR/ha
Metsade juurdekasv <sup>119</sup>	6,5	tm/ha * a
Kattetulu metsamajanduses <sup>120</sup>	20	EUR/tm
Maksimaalne metsastamise tempo <sup>121</sup>	2500	ha/a
Süsihappegaasi sidumine <sup>122</sup>	12,0	t CO <sub>2</sub> ekv / ha * a

### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-9,6	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	154 355	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	21 077 419	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	1 320 000	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	17 498	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	371	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	180	töökohta/a

### Raiemahtude optimeerimine

Täiendava, kuid arvutusmudelil kirjeldamata süsinikusidumise saavutamiseks on võimalik raiemahtude optimeerimine. Kolmekümne aasta taha tehtud arvutused on väga suure veamääraga. Hinnangus kasutati statistilise metsainventuuri (SMI) 2013-2017 aasta inventuuride mõõtmisandmeid. SMI 2017 a. aruande järgi on Eestis metsamaad 2 330,6 tuhat ha. Statistiline metsainventeerimine (*National Forest Inventory, NFI*) on suuremate metsaalade objektiivse ja ökonoomse inventeerimise meetod, mis põhineb matemaatilise statistika valikmeetoditel ehk tõenäosuslikul valikuuringul. Inventeerimise tulemused saadakse juhuslikkust tagava süsteemiga paigutatud väikese-pindalalistelt proovitükkidelt kogutud mõõtmisandmete üldistamise teel. Tuleb arvestada, et SMI kui valikmeetodiga saadud andmed ei ole absoluutselt täpsed vaid hinnangud. Näiteks käesolevas töös meid kõige enam huvitava näitaja, metsamaa tagavara, väärtuse 486 miljonit tihumeetrit statistiline viga on ±1,1% ehk 5,3 miljonit tm

Koos metsastamisemeetmega ligi 4 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalendi KHG heite sidumiseks oleks vajalik, et aastatel 2050-2060 tõuseks metsa tagavara suurusjärgus 19 mln m<sup>3</sup>. Kui esimesel kahel kümnendil on raiemaht vähenenud 10 mln m<sup>3</sup> juurde, siis kolmandal kümnendil peaks raiemaht langema veelgi: umbes 8 mln kuupmeetrit. Modelleerimise juures on arvestuslangi arvutamisel kasutatud ühtlase kasutuse langi valemit. Keskkonnaministri 16. jaanuari 2009. a määrusest nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ ja selle lisast 18. Arvutuste meetodika on toodud töös „Uuendusraie arvutus Eesti riikliku metsanduse arvestuskava koostamise toetamiseks“. Tulemus on toodud allolevas Tabelis 5.

Täiendavad arvutused tehti kuni aastani 2060. Raiemahtudena on perioodil kasutatud (välja arvatud perioodid 2021-2030 ja 2051-2060) ühtlast kasutust ehk raiemaht on püütud hoida ajas võimalikult samal tasemel. Kõigi eespool toodud prognooside puhul tuleb arvestada, et mida pikemalt tulevikku prognoosida, seda suurem on ebatäpsus.

118 Autorite eksperthinnang.

119 Kauri hinnang ja autorite lihtsus. Konkreetne number sõltub sõltub kasvutingimusest, vanusest ja puuliigist.

120 Arvestuslik, mitte rahavooline (väärtuse kasv).

121 PIIRAV REEGEL: metsastamise tempo on piiratud praegusel hetkel istikute kättesaadavusega. Juhul kui on pikaajaline nõudlus on Kauri hinnang aastasele mahule 2000-2500 ha.

122 Keskkonnaagentuuri eksperthinnang.

		Uuendusraie aastast		Teised raied aastast	Raie kokku	Metsa kogutagavara
		Pindala	Tagavara	Tagavara	Tagavara	
Periood	Aasta	1000 ha	milj.tm	milj.tm	milj.tm	milj.tm
	2020					486
2021-2030		26,0	8,0	2,0	10,0	
	2030					479
2031-2040		28,3	8,7	2,0	10,7	-
	2040					458
2041-2050		27,8	8,5	2,0	10,5	
	2050					447
2051-2060		19,6	6,0	2,0	8,0	
	2060					463

**Tabel 6. Metsa tagavara suureneb aastatel 2050-2060 16 miljoni tm võrra. 2021-2030 raiutakse keskmisena 10 miljonit tm aastas.**

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Metsastamise meetmega suureneb metsamaa pindala ja seeläbi pikemas perspektiivis ka majandatavate metsade ressursid. Raiemahtude optimeerimise läbi vähenevad aastased raiemahud, mis võib kergitada toormehinda kohalikku energiapuidu ning puittoodete tööstuse jaoks.

#### PEAMISED RISKID.

Potentsiaali hulka võib olla arvestatud maid, mis on kajastatud statistikas ebatäpselt ning mis on kasutusel või saavad olema kasutusel põllumajandusmaa või muul põhjusel väärtusliku maana (näiteks elurikkus, püsilupaigad jms).

Raiemahtude vähenemine muudab tõenäoliselt puidubilanssi ning ressursi piiratus avaldab kohalikule tööstusele mõju. Täna enamasti energiapuitu eksporditakse, kuid kasvav nõudlus ka Eestist väljaspool võib kergitada energiapuidu hinda Eesti soojus- ja elektrienergia tootjate jaoks.

Metsanduse arengukavas kinnitatud raiemahud ning strateegiline lähenemine ei pruugi aastaks 2050 tugeva süsinikusidumise eesmärki toetada. Metsanduspoliitika mõjud süsinikusidumisele on sõltuvad arvestusmeetoditest ning mõjud avalduvad keskmiselt 20-30 aasta jooksul.

Metsastamise tegevuse rakendamist piirab täna kodumaine istikute ebapiisav kättesaadavus. Püsiva ja ettenähtava nõudluse korral on tõenäoline et istikute pakkumine tuleb nõudlusele järgi.

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Metsastamiseks kõlblikke alasid peaks täiendavalt analüüsima. Selleks peaks läbi viima eraldi uuringu, mis oleks hinnangute aluseks. Statistilise metsainventuur konkreetsete alade leidmiseks ei sobi kuna on statistiline tööriist.

Väga oluline mõju on puidu täiendaval väärdamisel puittoodeteks. Selleks on vaja luua konkreetne tegevuskava, mille eesmärk oleks pikaajalisem sidumine puittoodetes. Lisaks KHG heite sidumisele on rohkemate väärtusahela osade Eestisse toomisel positiivne majanduslik mõju.

## LULUCF02: Turvasmuldade viimine looduslikuks rohumaks

*KHG vähenemise sektor: LULUCF*

Haritavate turvasmuldade maa emiteerib 22,37 t CO<sub>2</sub> ekv/ha. Looduslik rohumaa seevastu 5,71 t CO<sub>2</sub> ekv/ha<sup>123</sup>. Seega vahe on 16,66 t CO<sub>2</sub> ekv/ha, mis on ka ühe hektari kategooria muutmisel tekkinud KHG heite sääst



Negatiivne mõju SKP-le tekib läbi ettevõtete kasumi vähenemise ning positiivne mõju tööhõivele läbi põllumajanduse lisakulude.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise periood algus	2021	aasta
Meetme rakendamise periood lõpp	2040	aasta
Rakendamise aastaid	20	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>124</sup>	22 600	max turvasmuldi ha
Meetme rakendamise maht	100	max %
Meetme rakendamise maht	1130	ha/a
Tegevuskulu toetus	1	EUR/ha
Põllumeeste (erasektori) lisakulu <sup>125</sup>	100	EUR/ha
Emissioonifaktor <sup>126</sup>	16,7	t CO <sub>2</sub> ekv /ha

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	5,9	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	7 718 578	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	376 516	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-483	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	30	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	16	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Haritava maa kasutuse muutmisel mitteharitavaks maaks väheneb maaomanike sissetulek.

#### PEAMISED RISKID.

Puuduvad Eesti-spetsiifilised uuringud KHG heite vähendamise potentsiaali hindamiseks. Tegelik potentsiaal võib olla käesolevas töös kirjeldatud eeldustest erinev.

Tegevuse mõjude avaldumine võtab aega 20 aastat.

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Vajalik välja selgitada KHG heite vähenemise täpsem potentsiaal ning konkreetsed maa-alad, kus tegevuse rakendamine oleks võimalik.

## Liikuvus ja transport.

Transpordisektoris üks suurimaid CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaaliga meetmeid on elektrisõidukite kasutuselevõtt (Joonis 18), mis eeldab mahukaid investeeringuid eelkõige esimesel perioodil (2020-2030) (Joonis 19). Seda seetõttu, et ligikaudu 70% ligi 700 tuhandest sõidukist, mis Eestis kasutusel on, peaksid 2050-ndaks aastaks olema elektrisõidukid. Muutus transpordisektori energiakandjate struktuuris peaks tooma esile ka samaväärse muutuse energia tootmisel. Nagu ka teiste sektorite puhul on kõige pikaajalisema positiivse

124 Kliimapolitika põhialused aastani 2050, Põllumajanduse valdkonna mõjude hindamine; Tallinn 2016.

125 Uuringu autorite eksperthinnang.

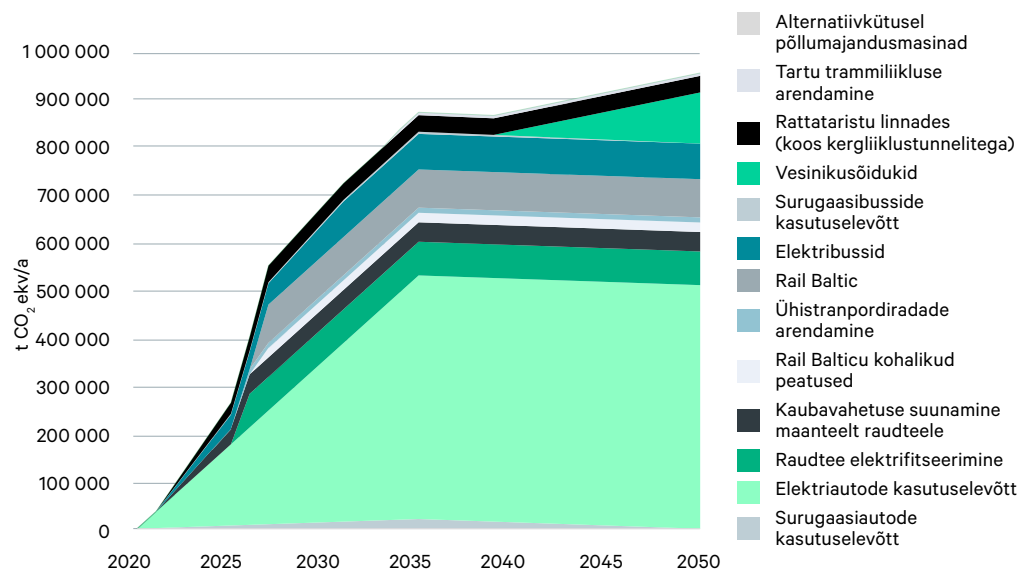
126 Ministreeriumide ekspertidega välja töötatud hinnang.

mõjuga energiakasutust vähendavad meetmed kuna tootmata ning tarbimata jäänud energia KHG heide ja materjalikulu on alati null.

Mida efektiivsemalt on lahendatud transpordikorraldus (vähem indutseeritud liikumist, parem ühistransport, jalgsi ja rattaga liikumine, nõudluspõhised transpordilahendused jne) seda väiksemad on investeeringud kliimaneutraalsetesse lahendustesse.

## 2020-2030

Elektritranspordi arendamisel on vajalik stabiilne kasv, et saavutada struktuurne muutus 2050-ndaks aastaks. Biometaani osakaalu suurendamine ja gaasitranspordi edendamine on kiire mõjuga meede juba täna võrdlemisi odava tehnoloogiaga. Raudteeliikluse arendamise ja elektrifitseerimise positiivne mõju avaldub eelkõige perioodi 2020-2050 lõpupoole kui elektritootmine on väikese süsinikumahukusega. Kergliikluse edendamine on kõige pikaajalisema mõjuga meede kuna vähendab üldist energiatarbimist.



Joonis 19. CO<sub>2</sub> ekv vähenemine, t/a transpordisektoris.

## 2030-2050

Perioodil jätkub elektritranspordi edasiarendamine. Surugaas jääb pigem tagaplaanile ja esile tõuseb vesinik. Perioodi jooksul peaksid kliimaneutraalsed energiaallikad kättesaadavaks muutuma ka põllumajandussektorile. Alternatiivkütuste kasutuselevõtt eeldab taristut ja kütusetootmist, seega peaks olema selleks kümnendiks valmis laialdaseks LNG ja vesiniku tootmiseks/tarnimiseks ja transpordisektoris kasutamiseks.

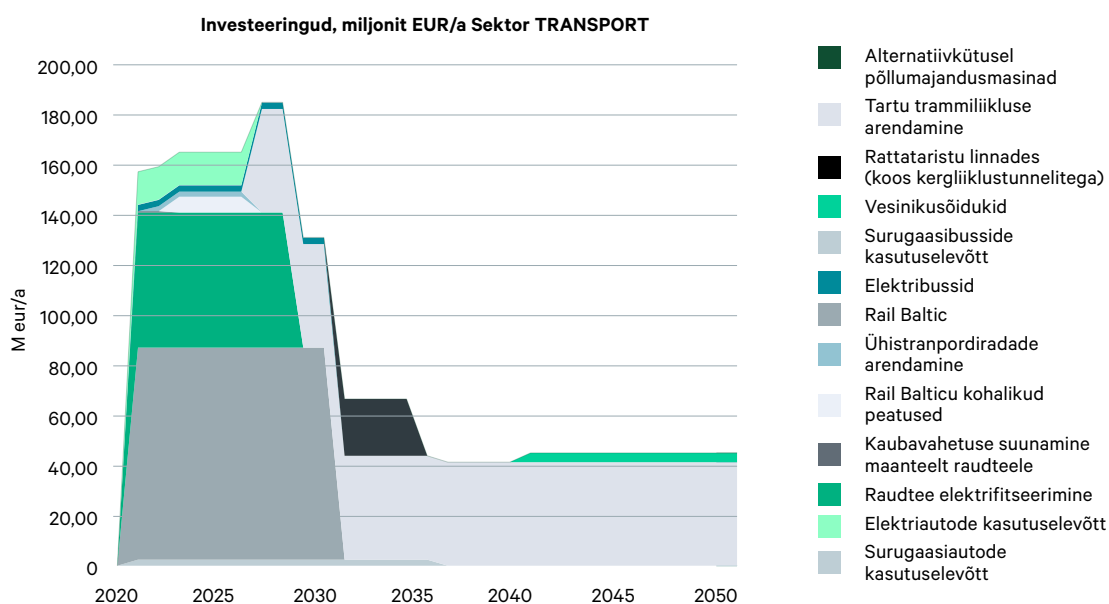
### Peamised riskid, võimalused, eeldused transpordisektori meetmete rakendamisel.

Risk: EL tasandi regulatiivne surve autode emissioonide piiramiseks ei pruugi toimuda piisavas tempos, et saavutada loomulik üleminek aastaks 2050 (Eestis ostetakse u 26 tuhat uut autot aastas ja esmaseid registreerimisi kokku ligikaudu 50 tuhat).

Kliimaneutraalsuse saavutamine sektoris aastaks 2050 eeldab väga kiiret ja ulatuslikku elektri-, gaasi- ja hiljem vesinikuautode kasvu. Tõenäoliselt on perioodi alguses toetavad meetmed vajalikud. Laadimis- ja tankimisinfrastruktuuri areng peab suutma käsikäes käia nõudluse kasvuga.

### Täiendavad uuringuvajadused.

Vesinikutootmise potentsiaal ja kasutus Eestis: võib olla toodetud erinevatest lähteainetest (maagaas, biometaan, elektrolüüs, vesinikku sisaldavad tööstusjäätised) kasutamine auto-, raudtee – ja meretranspordis



Joonis 20. Investeeringud transpordisektoris miljonit EUR/a.

### Trans01: Surugaasiautode kasutuselevõtt

KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

Soodustatakse keskkonnasõbralike surugaasautode kasutuselevõttu, kompenseerides (osaliselt) eeldatava sõidukite hinnavahe. Toetatakse ligikaudu 1300 sõiduki soetamist aastas – eeldatavaks toetuse perioodiks on 2021-2035. Arvutuste kohaselt saavutatakse maksimaalne keskkonnamõju aastaks 2034, kui CO<sub>2</sub>e emissiooni vähenemiseks on arvatud 19,1 tuhat tonni. Aastaks 2050 taandub mõju välja, kuna sõidukite elueaks on eeldatud 15 aastat. Eeldatud on keskmise läbisõiduga autode kasutamist, milleks on 13 tuhat kilomeetrit aastas.

Meede on negatiivse sotsiaal-majandusliku mõjuga – nii SKP kui ka tööhõive meetme tulemusena mõnevõrra vähenevad, samas on otsene rahaline mõju positiivne, mida näitab ka negatiivne marginaalkulu.

Negatiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib peamiselt läbi fossiilkütuste tarbimise vähenemise ja selle mõjude (sh mõju maksulaekumisele).

### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>127</sup>	18 000	surugaasisõidukit
Meetme rakendamise maht <sup>128</sup>	1 200	autot/a
Investeeringu erikulu = toetus <sup>129</sup>	2 000	EUR/auto
Investeeringu erikulu = erasektori kulu	1	EUR/auto
Kütusekulu enne investeeringut <sup>130</sup>	7 030	EURfoss/auto/a
Kütusekulu pärast investeeringut <sup>131</sup>	5 929	EURgaas/auto/a

127 Analüüsi koostajate hinnang.

128 Arvutus.

129 Arvestatud perioodi keskmisena, st ei vähene ajas (kuigi tegelikkuses ilmselt väheneb).

130 Kaalutud keskmine erinevate kütuste alusel.

131 Arvestusega, et läbisõit on 20 000 km aastas ja gaasi tarbimine 1440 m<sup>3</sup>/a (sõiduaudod, veoautodel 50 000km ja 14400 m<sup>3</sup>/a).

Kütusekulu enne investeringut	0,12	TJfoss/auto
Muud lisanduvad kulud aastas <sup>132</sup>	-363	EUR/auto/a
Sõidukite eluiga <sup>133</sup>	15	aastat
Emissioonifaktor 2020	9,7	tCO <sub>2</sub> eq/TJ

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-1170	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	36,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	307 045	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-39 735	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-588	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-61	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Transpordi taastuenergia osakaalu suurendamine transpordisektoris, linnaõhu välisõhu saaste ja müra vähenemine. Lisaks sellele omab meede positiivset mõju väliskaubandusbilansile, välisõhu kvaliteedile ning müra vähendamisele (s.h tervisele jne).

#### PEAMISED RISKID.

Tehnoloogia arengust tulenev võimalik toetamise vajadus tulevikus ning teatav ebakindlus seoses tanklavõrgu väljaarendamisega, kuigi võrk juba areneb.

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Uurida võimalusi tanklavõrgu kiiremaks väljaarendamiseks.

### Trans02: Elektriautode kasutuselevõtt

#### KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

Meetme eesmärgiks on elektrisõidukite kasutusele võtmise kiirendamine. Toetatakse üle 16 tuhande sõidukit soetamist aastas. Toetuse summa on kuni 5000 eurot sõiduki kohta, mis lõpeb aastaga 2030 – selleks ajaks eeldatakse, et hinnavahe tavasõidukitega on kadunud ning vajatus toetamise järele kaob.

Sõidukite läbisõiduks on eeldatud 13 000 kilomeetrit aastas, mis on keskmine läbisõit sõiduautodel. Sisepõlemismootoriga sõidukite kütusekuluks on võetud 7 l/100km ning CO<sub>2</sub> heite emissioonifaktoriks 65,9 t CO<sub>2</sub>eq/TJ.

Arvestatud toetuse summa perioodil 2021-2030 on ligikaudu 840 miljonit eurot.

Meede on negatiivse sotsiaal-majandusliku mõjuga – nii SKP kui ka tööhõive meetme tulemusena mõnevõrra vähenevad (kütusekulud ja hoolduskulude vähenemise läbi), samas on otsene rahaline mõju positiivne, mida näitab ka negatiivne marginaalkulu.

132 Analüüsi koostajate hinnang.

133 Analüüsi koostajate eeldus.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>134</sup>	503 790	elektriautot
Meetme rakendamise maht	16793	el-autot/a
Investeeringu erikulu = toetus <sup>135</sup>	5000	EUR/auto
Investeeringu erikulu = erasektori kulu	0	EUR/auto
Hinnavahe autodel kaob <sup>136</sup>	2030	aasta
Kütusekulu enne investeeringut <sup>137</sup>	1200	EURfoss/auto/a
Kütusekulu pärast investeeringut <sup>138</sup>	208	EUR <sub>el</sub> /auto/a
Kütusekulu enne investeeringut	0,031	TJfoss/auto
Muud lisanduvad kulud aastas <sup>139</sup>	-327	EUR/auto/a
Investeeringu eluiga	15	aastat
Emissioonifaktor	65,9	tCO <sub>2</sub> eq/TJ

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-576	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	839,7	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	11 813 614	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	513 635	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-197 894	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-1850	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-1297	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Meetme kaasmõjudeks on taastavenergia osakaalu suurendamine transpordisektoris, linnaõhu välisõhu saaste ja müra vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Riskid on peamiselt seotud tehnoloogia ja kiirema laadimiskiirusega tanklavõrgu arenguga.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uurida täpsemate ja mõjusamate teotusmeetmete võimalusi.

**Trans03: Raudtee elektrifitseerimine**

*KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) andmetel võetakse raudtee elektrifitseerimisega eesmärgiks arendada keskkonnasäästlikku transpordiviisi, tõstes samal ajal raudteeveo konkurentsivõimet, suunates täiendavalt osa kaupa maanteelt raudteele. Muutes raudteel kaubavedamine atraktiivsemaks ja vähendades vedajate tegevuskulusid, saame kokkuvõttes ohutuma ning keskkonnasõbralikuma keskkonna.

134 Kumulatiivselt aastaks 2050, analüüsi koostajate hinnang.

135 Analüüsi koostajate hinnang.

136 Analüüsi koostajate hinnang kirjanduse alusel.

137 Arvestuslik, arvestusega, et keskmine läbisõit on 13 tuh km; keskmine kütusekulu 7 l/100km.

138 Eelduslikult on kütusekulu elektriautodel 0,016 EUR/km.

139 Hinnanguliselt 33% võrreldes kütusekulu kokkuhoiuga, hinnang.

Meetme eesmärgiks on raudteeliikluse täielik elektrifitseerimine liinidel Tapa–Narva, Tallinn–Koidula, Tartu–Valga ja Tallinn–Viljandi. Elektrifitseerimine võimaldab efektiivsemalt jõuda ka raudtee piirkiruste tõstmiseni 160 km/h.

Meetme rakendamine tekitab täiendavaid otseseid kulusid, kuna eeldatav kütusekulu sääst raudteeveol ei kata ära tehtava investeeringu maksumust. Samas kui vaadata pikemat perioodi kui aastani 2050 (investeeringu eluiga on pikem kui 20-25 aastat), siis meetme tasuvus paraneb. Mõõdetud sotsiaal-majanduslike näitajate lõikes on meede aga positiivse mõjuga – nii tööhõive kui ka SKP kasvavad st investeeringute positiivne mõju ületab kütusekulu vähenemise mõju.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Kütusekulu sääst aastas <sup>140</sup>	10,0	M EUR
Investeeringuvajadus <sup>141</sup> (sh veerem)	428,0	M EUR

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	100	€/tCO <sub>2</sub> e
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	1 775 000	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050 <sup>142</sup>	71 000	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	264	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	209	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	99	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Avaldub positiivne mõju raudtee ning veonduse konkurentsivõimele. Positiivne mõju väliskaubandusbilansile.

#### PEAMISED RISKID.

Riskid on seotud eelkõige suure investeeringute mahuga (võimalik projekti kallinemise mõju on suur, projekti venimine jms).

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Vajadus investeerimisprojekti põhjaliku ettevalmistuse järele.

### Trans04: Kaubavahetuse suunamine maanteelt raudteele

#### KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

Meede toimib koosmõjus raudtee elektrifitseerimisega. Eeldus on, et raudteel vedamine muutub vedajate jaoks odavamaks (tegevuskulud on elektriga soodsamad kui diisliga), mis tõstab raudteevedude konkurentsivõimet. MKM-i andmetel on peamiseks kaubagrupidiks, mis võiksid raudteele tulla killustikud (graniit ja lubjakivi killustik), puittooted (puitpellet, saematerjal, majad, paber, vineer), teravili jm. Eeldatakse, et raudteevedu aitab eelkõige vähendada Tartu-Tallinna maantee koormust, samuti Tartu-Jõhvi lõigu koormust ning ka Tartust lõuna poole jäävate maanteede koormust.

MKM-i poolt antud hinnang laadimisplatside väljaehituse maksumuse osas on 1 miljon eurot. Sellega võrreldes on saavutatav KHG heite sääst märkimisväärne – 41 000 tonni CO<sub>2</sub>e aastas. Marginaalkulu on kergelt positiivne – see meede hõlmab ainult investeeringu kulu, sest mõju tegevuskuludele on keeruline hinnata.

<sup>140</sup> Eksperthinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>141</sup> Eksperthinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>142</sup> Eksperthinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Investeeringu maht <sup>143</sup>	1,0	M EUR
Laadimisplatside opereerimiskulud <sup>144</sup>	0	M EUR/aastas
Kütuse jm autokulude kokkuhoid; mEUR/aastas <sup>145</sup>	0	M EUR/aastas

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	1	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	1,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	1 107 000	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	41 000	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	15	tuh EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	0	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	0	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Parenenud liiklusohutus maanteedel, väheneb muu heide.

**PEAMISED RISKID.**

Seotud raudtee elektrifitseerimisega – see on eeldus käesoleva meetme elluviimisele.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Meetme juures peaks täpsemalt analüüsima, kas tegu oleks riigisise või piiriülese kaubavahetusega ning milline on olemasoleva (ja eeldatavalt ehitatava) taristu läbilaskevõime.

**TransO5: Elroni elektrirongide soetamine**

KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

MKM-i analüüsi alusel on eesmärgiks uute rongide abil vähendada linnade ja linna lähipiirkondade vahel liikuvate sõidukite (bussid, autod) arvu ja diislikütuse tarbimist. Diislikütust kasutavad hübriidrongid on võimalik ilma täiendavate kuludeta panna sõitma elektri kontaktvõrku kasutades, v.a piirkonnas, kus säilib 3kV kontaktvõrk.

KHG heite vähendamise potentsiaal on mõõdukas, ulatused maksimaalselt 7,7 tuhande tonni CO<sub>2</sub>e-ni. Meede on kulutõhus, kuid omab kergelt negatiivset sotsiaalmajanduslikku mõju. Negatiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib läbi autokulude (kütus, hooldus) vähenemise.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Kütuse tarbimise muutus neto <sup>146</sup>	-117	TJ
Kütuse sääst, max <sup>147</sup>	-4,0	M EUR/a
Kütuse energiasisaldus <sup>148</sup>	42,3	MJ/kg

143 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

144 Ei ole hinnatud.

145 Ei ole hinnatud väheste alusandmete tõttu.

146 Arvutus.

147 Arvutus.

148 Diislikütuse energiasisaldus.

Mootorkütuse hind <sup>149</sup>	1,17	€/l (va km)
Muude kulude kokkuvõid (hooldus, kapitalikulu) <sup>150</sup>	-3,2	M EUR/a
Rongide opereerimiskulu <sup>151</sup>	5,0	M EUR/a

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-22	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	60,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	222 977	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	7 689	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-2 669	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-37	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	22	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Mõju on kajastatud raudtee elektrifitseerimise punkti all.

**PEAMISED RISKID.**

Seotud raudtee elektrifitseerimisega – see on eeldus käesoleva meetme elluviimisele.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Meetme juures peaks uurima täiendavaid hinnanguid selle mõjust vedajate tegevuskuludele.

**Trans06: Tallinna trammiliikluse arendamine***KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Käib REKK 2030 meetme - Ühistranspordi teenuse lisamine alla.

MKM-i kohaselt on eesmärgiks trammivõrgustiku laiendamine (s.h trammide soetamine) ja parendamine selliselt, et trammi liikumine ei oleks takistatud autode poolt, nii linna sees kui ka piiriüleselt. Eesmärgiks on ka trammide keskmise liikumiskiiruse tõstmine ehk reisijale ajavõit. Sellega suurendatakse eelduslikult trammiga tööle liikuvate inimeste osakaalu.

Saavutatav KHG heite vähendamine projektidest on hinnanguliselt Tallinnas 52 753 t CO<sub>2</sub> aastas. Marginaalkulu on tugevalt negatiivne st meede on kulutõhus, kuna kokkuvõid autokuludelt on märkimisväärne ning katab lisanduvad trammiliikluse kulud. Sotsiaal-majanduslike näitajate osas on mõõdetud mõningast SKP ja töökohtade arvu langust. Negatiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib läbi autokulude (kütus, hooldus) vähenemise.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Investeeringu maht <sup>152</sup>	105	M EUR
Liiniläbisõit <sup>153</sup>	808	'000 tramm km
Kulu trammiliikluses <sup>154</sup>	3,4	EUR / km

149 Analüüsi koostajate poolt kogutud informatsiooni alusel.

150 80% kütusekulust, analüüsi koostajate hinnang.

151 Analüüsi koostajate arvutus Elroni aastaaruannete põhjal.

152 Eksperthinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

153 Eksperthinnang Tallinna trammiliikluse alusel.

154 Tallinn Arvudes 2019; arvutus.



Kütuse jm autokulude kokkuvõid <sup>155</sup>	-27	M EUR/aastas
CO <sub>2</sub> e vähendamise potentsiaal <sup>156</sup>	52 753	tonni aastas

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-394	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	105,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	1 424 331	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	52 753	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-9 518	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-16	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-18	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Positiivne mõju välisõhu kvaliteedile. Panustab transpordi tulemusvaldkonna indikaatori „Ühistranspordi kasutajate arv töökäijatest“ täitmisesse.

**PEAMISED RISKID.**

Võimalikud takistused, mis tulenevad linnateedel ehitamise keerukusest. Suhteliselt suur investeeringu maksumus ning sellega seotud võimalikud riskid.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Linn peaks kaardistama tänased takistused. Nt trammide eraldamine autoliiklusest (nt Tammsaare pargi, Viru väljaku peatuse probleem), vajalik trammide liikumise prioriteedisüsteem. Harjumaa Omavalitsuste Liidu eestvedamisel on käimas uuring trammiteede pikendamise potentsiaali kohta Tallinnas, mis valmib 2019. aasta lõpuks. Meede eeldab detailsemat analüüsi kõikide trassikoridoride lõikes ning Tallinna initsiatiivi.

**Trans07: Rail Baltica (RB) kohalikud peatused***KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Plaanis on Assaku, Luige, Saku, Kurtna, Kohila, Rapla, Järvakandi, Kaisma, Tootsi, Kilksama ja Häädemeeste peatuste ja jalakäijate juurdepääsu, parklate, vajalike tehnovõrkude, rajatiste ehitamine.

MKM-i kohaselt on RB kohalike peatuste lisamisega raudtee trassile võimalik suhteliselt väikese lisainvesteeringu toel panustada suuresti regionaalarengusse ja CO<sub>2</sub> heitmete säästu, andes inimestele võimaluse teha igapäevased liikumised elektri jõul liikuva kiire rongiga. RB kohalike peatuste asukohad pandi paika demokraatliku planeerimise teel, ettepanekud maakonnaplaneeringusse tegid toonased maavanemad.

RB kohalikud peatused asuvad mitmes omavalitsuses tiheasustusaladest eemal (kuni 3 km kaugusel), kuid koostöös kohalike omavalitsuste ja ühistranspordikeskustega on kavas lahendada mugav ligipääs peatustesse (eelkõige kergliikluse ja ühistranspordiga).

Meetme marginaalkulu on arvestuslikult positiivne, seda osaliselt ka seetõttu, et sisse ei ole hinnangute puudumise tõttu võimalik võtta autosõidust loobujate kulude säästu. Sotsiaal-majanduslikult on SKP kergelt languses ning tööhõive kerges tõus. Negatiivne mõju SKP-le tekib läbi rongiettevõtte kasumi vähenemise ning tööjõu positiivne mõju läbi investeeringute.

<sup>155</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>156</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Investeeringu maksumus <sup>157</sup>	25 000	tuh EUR
Kütusekulu sääst aastas <sup>158</sup>	0	tuh EUR
CO <sub>2</sub> e vähendamise potentsiaal <sup>159</sup>	20 100	tonni aastas

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	52	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	25,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	482 400	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	20 100	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-618	tuh EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	10	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	8	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

MKM-i arvestuse kohaselt 1,13 mln eurot võitu ajasäästust<sup>160</sup> lähte-sihtkohtade arvestuses aasta kohta.

**PEAMISED RISKID.**

Seotud eelkõige tehtud prognooside (eelkõige kaubavedu) mitte-täitumisega.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Võimalikud täiendava uuringud seoses sõitjate potentsiaali väljaselgitamisega.

**Trans08: Ühistranspordiradade arendamine**

*KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Eesmärk on ühistranspordi eraldamine muust liiklusest, et tõsta ühistranspordi konkurentsivõimet (kiirust) tiptundidel, nii linna sees kui ka piiriülel. Eeldatud on ühistranspordi teenuse lisamist 20% võrra.

Arvestuslik KHG emissiooni sääst on 10,8 tuhat tonni CO<sub>2</sub>e aastas. Meede põhjustab sotsiaal-majanduslikult teatavat SKP langust ning tööhõive vähenemist läbi autokulude vähenemise, mis ületab ostujõu kasvu positiivse mõju.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Kütuse tarbimise muutus neto <sup>161</sup>	-164	TJ
Süsiniku emiteerimise faktor (CEF) <sup>162</sup>	65,9	tCO <sub>2</sub> e/TJ
Investeeringu maksumus kokku <sup>163</sup>	10,0	M EUR

157 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

158 Ei ole hinnatud alusandmete puudumise tõttu.

159 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

160 Kasutatud on loogikat, et 80% sõitudest trassil on erasõidud, mille tunni suhteline maksumus on 2,27 eurot/h; 20% sõitudest on töösõidud tunni maksumusega 9 eurot/h. Ajasääst on võrrelduna muu ühistranspordiga, mis praegu eksisteerib (s.h rong ja buss).

161 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

162 Vedelikütuste keskmine, vähendatud bio osakaaluga.

163 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

Kütuse sääst, max <sup>164</sup>	-5,1	M EUR/a
Kütuse energiasaldus <sup>165</sup>	47,0	MJ/kg
Mootorkütuse hind (sh km) <sup>166</sup>	1,17	€/l
Muude kulude kokkuhoid (hooldus, kapitalikulu) <sup>167</sup>	-4,6	M EUR/a

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-857	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	10,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	269 609	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	10 784	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-4 123	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-87	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-55	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Ühistranspordiradade lisamisel väheneb autokasutus ja väheneb ühistranspordi ühendusaeg.

**PEAMISED RISKID.**

Seotud peamiselt tehtud prognooside ebakindlusega.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Tallinna linnal on koostöös Harjumaaga vajalik kaardistada 2021. aastaks piirkonna linna sisenevate ja väljuvate suundade ühistranspordiradade puuduolevad lülid.

**Trans09: Rail Baltic (RB)***KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Projekti eesmärk on kiirem transpordiühendus Eestist lõuna poole, Lääne-Euroopa suunal. Arvestades, et RB toob kaasa raudteetranspordi konkurentsivõime kasvu põhja-lõuna suunal, seisneb RB energiasäästupotentsiaal peamiselt modaalses nihkes maanteedelt raudteele. Arvutustes on kasutatud keskmist raudteetranspordi energiakulu elekterveol ning maanteetranspordi energiakulu 40-tonniste veokite puhul. Viimased on valitud seetõttu, et raudteeveod asendavad eelkõige põhivedu suurte terminalide vahel, milleks kasutatakse peamiselt suuri veokeid.

Kuna autotranspordis vähenevad kulud ületavad investeeringutest ning raudtee hooldamisest tekkivad lisakulud, siis on meetme marginaalkulu negatiivne, ehk meede on otsekulude arvestuses tasuv. Sellega kaasneb ka suhteliselt suur CO<sub>2</sub> heite vähenemine – üle 80 tuhande tonni aastas. Kui SKP kasvule mõjub meede positiivselt (läbi investeeringute ja tegevuse ülejäägi kasvu) siis tööhõivele on kogumõju sisuliselt neutraalne ning otsene mõju negatiivne.

164 Arvutus.

165 Bensini ja diisli keskmine.

166 Turuhinna tase analüüsi koostamise ajal.

167 Eeldatud 90% kütusekulude kokkuhoiust.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Kütuse tarbimise muutus neto <sup>168</sup>	-1222	TJ
Süsiniku emiteerimise faktor (CEF) <sup>169</sup>	66	tCO <sub>2</sub> e/TJ
Maksumus avalikule sektorile <sup>170</sup>	41,0	M EUR/a
Kütuse sääst, max <sup>171</sup>	-42,1	M EUR/a
Kütuse energiasaldus <sup>172</sup>	42,4	MJ/kg
Mootorkütuse hind <sup>173</sup>	1,17	€/l
Muude kulude kokkuvõid (hooldus, kapitalikulu jm) <sup>174</sup>	-37,9	m€/a

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-483	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	984,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	1 932 847	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	80 535	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	62 518	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	114	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-19	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Vähenev muu heide autotranspordi vähenemisest.

**PEAMISED RISKID.**

Suure maksumusega projektiga seotud riskid. Senised uuringud ja hinnangud annavad vasturääkivaid tulemusi projekti tasuvuse osas.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Kuna projekt on juba sisenemas ehitushangete faasi, siis on oluline läbimõeldud hankeprotsessi läbiviimine.

**Trans10: Elektribussid***KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Eesmärgiks on üleminek keskkonnasõbralikule ühistranspordile. Elektribusside toetuse eesmärk panustab lisaks jagatud kohustuse määrase eesmärkide täitmisele ka keskkonnasõbralike ehk puhaste sõidukite direktiivi (CVD) eesmärki, mis kohustab avaliku sektori hangetel kasutama nullheitega sõidukeid teatud protsendi ulatuses hankemahust.

MKM-i andmetel on tehniliselt ja regulatiivselt on võimalik järk-järgult asendada 75 000 t CO<sub>2</sub>-heide CO<sub>2</sub>-neutraalse alternatiiviga (linna- ja maakonnaliinide vedude maht on 75 miljonit km/a; keskmine diislbussi CO<sub>2</sub>-heide on 1000 g/km, kütusekulu 38 l/100km). Järk-järgult vahetatakse alates 2022. aastast vastavalt vanade liinivedude lepingute lõppemisel ning uute lepingute sõlmimisel vanad diislbussid uute elektribusside vastu välja (linnades).

168 Energiamaajanduse arengukava ENMAK transpordi valdkonna meetmete uuring.

169 Vedelikütuste keskmine, vähendatud bio osakaaluga.

170 Energiamaajanduse arengukava ENMAK transpordi valdkonna meetmete uuring.

171 Energiamaajanduse arengukava ENMAK transpordi valdkonna meetmete uuring.

172 Bensini ja diisli keskmine.

173 Analüüsi koostajate informatsiooni alusel.

174 Arvestuslikult 90% kütusekulu kokkuhoiust.

Positiivne mõju SKP-le ja tööhõivele tekib läbi elektritarbimise ja transpordiettevõtete tegevuse ülejäägi kasvu.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Meetme käivitamise perioodi algus, aasta	2021	
Meetme käivitamise perioodi lõpp, aasta	2030	
Investeeringu maksumus <sup>175</sup>	25 000	tuh EUR
Kütusekulu vähenemine diisel vs elekter	30,0%	
Kütusekulu enne (diisel) <sup>176</sup>	33 250	tuh EUR
Kütusekulu pärast (elekter) <sup>177</sup>	23 275	tuh EUR
CO <sub>2</sub> e vähendamise potentsiaal max <sup>178</sup>	75 000	tonni aastas

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-119	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	25,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	1 837 500	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	75 000	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	32 136	t EUR/a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	214	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	22	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Meede aitab laiendada kodumaiste kütuste kasutamist ning asendada imporditavate kütuste hulka sh suurendada energiatulenevat, suurendada taastuvate energiaallikate osakaalu energia lõpptarbimises ning vähendada süsinikumahukust transpordisektoris, mille mõjul paraneb välisõhu kvaliteet ja keskkond, sest väheneb transpordisektoris õhku paiskavate saasteainete hulk vedelkütuste asendamisel elektriga.

#### PEAMISED RISKID.

Tehnoloogiaga ning selle arenguga seotud riskid (Tallinna linn juba testib).

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.

Täiendavad testimised busside sobivuse osas linnakeskkonnas.

### Trans11: Surugaasibusside kasutuselevõtt

#### KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

MKM-i hinnangul on oluline maakonna liinivedudel kasutusele võtta maksimaalses ulatuses CNG busse, mis kasutavad kütusena kodumaist biometaani. Lisaks kulutõhususe ja keskkonnasõbralikkuse aspektidele aitab see meede olulisel määral täita taastuvenergia direktiivist tulenevat riikliku transpordieesmärki, motiveerides suurema biometaani tarbimisega korrelatsioonist tootmist suurendada. Meetmega seonduva teavitustegevuse tulemusena on Eesti kodumaine biometaaniturg aktiveerunud.

Meede on kulutõhus st marginaalkulu on negatiivne. Sotsiaal-majanduslik mõju on aga negatiivne – nii SKP kui ka tööhõive on kerges languses, mille põhjuseks on fossiilkütuse kulu/tarbimise vähenemine.

<sup>175</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>176</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>177</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>178</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>179</sup>	1 005	surugaasibussi
Investeeringu erikulu = erasektori kulu <sup>180</sup>	2 000	EUR/buss
Kütusekulu enne investeeringut <sup>181</sup>	10 000	EURfoss/buss/a
Kütusekulu pärast investeeringut <sup>182</sup>	8 434	EURgaas/buss/a
Kütusekulu enne investeeringut <sup>183</sup>	0,47	TJfoss/buss
Muud lisanduvad kulud aastas <sup>184</sup>	-517	EUR/buss/a
Investeeringu eluiga <sup>185</sup>	15	aastat
Emissioonifaktor <sup>186</sup>	9,75	tCO <sub>2</sub> eq/TJ

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-428	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	2,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	68 573	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	0	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-3 160	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-50	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-5	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Meetmed aitavad laiendada kodumaiste kütuste kasutamist ning asendada imporditavate kütuste hulka sh suurendada energiajulgeolekut, suurendada taastuvate energiaallikate osakaalu energia lõpptarbimises ning vähendada süsinikumahukust transpordisektoris, mille mõjul paraneb välisõhu kvaliteet ja keskkond, sest väheneb transpordisektoris õhku paisatavate saasteainete hulk vedelkütuste asendamisel elektri ja biometaaniga.

Biometaanil laiendatakse kasutuselevõtt toob endaga kaasa biojäätmete taaskasutuse suurenemise, põllumajandusjäätmete käitluse parendamise, mislābi paranevad bioväetiste omadused ja vähenevad lāgas peituvate umbrohuseemnete ja patogeenide levik. Lisaks kasvaks konkurentsivõime/mitmekesisus energiakultuuride kasvatamise kaudu ning edeneb ka vähevārtuslike maade kasutuselevõtt. Paraneb ka tōōviljakus pōllu-majandussektoris ja maapiirkondades suureneb tōōhōive biometaanil tootmisüksustes.

**PEAMISED RISKID.**

Väljaarendamist vajab tanklavōrk, samuti vajab tōuget kodumaise biometaanil tootmine, juhul kui eesmārgiks on kohaliku kütuse kasutamine.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TĀIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Tanklavōrgu ja biometaanil tootmise arendamisega seotud uuringud.

179 Hinnanguliselt on vōimalik asendada maakonnaliinidel 67 busi aastas.

180 Analūsi koostajate eksperthinnang.

181 Eeldatud busi lābisōit 50 000 km aastas ning kütuse tarbimine 20 l/100km.

182 Arvestuslik kütuse tarbimine on 1440 m<sup>3</sup> aastas.

183 Arvutus.

184 Eeldatud 33% kütusekulude kokkuhōiust.

185 Analūsi koostajate hinnang.

186 Bensiini ja diisli keskmine, vāhendatud biodiisli (10%) osakaaluga, millest on lahutatud maagaasi emissioonifaktor.

**Trans12: Vesinikusõidukid**

KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

Meetme eesmärgiks on vesinikusõidukite kasutusele võtmine. Toetatakse üle 9 tuhande sõidukit soetamist aastas perioodil 2040-2050. Toetuse summaks on eeldatud kuni 2000 eurot sõiduki kohta.

Sõidukite läbisõiduks on eeldatud 13 000 kilomeetrit aastas, mis on keskmine läbisõit sõiduautel. Sisepõlemismootoriga sõidukite kütusekuluks on võetud 7 l/100km ning CO<sub>2</sub> heite emissioonifaktoriks 65,9 t CO<sub>2</sub>eq/TJ.

Arvestatud toetuse summa perioodil 2040-2050 on ligikaudu 200 miljonit eurot.

Väga esialgsete eelduste alusel on meetme marginaalkulu negatiivne ehk otsekulude arvestuses on meede isetasuv. Meede on negatiivse sotsiaal-majandusliku mõjuga: nii SKP kui ka tööhõive meetme tulemusena mõnevõrra vähenevad, samas on otsene rahaline mõju positiivne, mida näitab ka negatiivne marginaalkulu. SKP ja tööhõive languse põhjuseks on kütusekulude ja muude autokulude vähenemine.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise potentsiaal max <sup>187</sup>	100 758	vesinikusõidukit
Investeeringu erikulu = toetus <sup>188</sup>	2 000	EUR/auto
Investeeringu erikulu = erasektori kulu <sup>189</sup>	2 000	EUR/auto
Kütusekulu enne investeeringut <sup>190</sup>	1 000	EURfoss/auto/a
Kütusekulu pärast investeeringut <sup>191</sup>	234	EURve/auto/a
Kütusekulu enne investeeringut <sup>192</sup>	0,031	TJfoss/auto
Muud lisanduvad kulud aastas <sup>193</sup>	-253	EUR/auto/a
Investeeringu eluiga <sup>194</sup>	15	aastat
Emissioonifaktor <sup>195</sup>	42	tCO <sub>2</sub> eq/GJ

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-268	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	403,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	794 018	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	132 336	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-26 667	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-41	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-79	töökohta/a

187 Arvestatud on, et ca 16% sõidukitest aastal 2050 on vesiniku baasil.

188 Analüüsi autorite hinnang.

189 Analüüsi autorite hinnang.

190 Eeldatud on autode läbisõiduks keskmiselt 20 000 km aastas ning kütuse tarbimiseks 5 l/100km.

191 Hinnang on tehtud surugaasi baasil – eeldatud on sarnast kulude taset.

192 Arvutus.

193 Eeldatud 33% kütusekulude kokkuhoiust (vesinikautode hoolduskulu on väiksem).

194 Analüüsi koostajate eeldus.

195 Fossiilkütuste kaalutud keskmine.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Meetme kaasmõjudeks on transpordi taastuenergia osakaalu suurendamine transpordisektoris, linnaõhu välisõhu saaste ja müra vähenemine.

**PEAMISED RISKID.**

Vesiniku tootmisega seotud riskid – nt komponentide kättesaadavus jms.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Uuringud vesinikitehnoloogia valdkonnas.

**Trans13: Rattataristu linnades (koos kergliiklustunnelitega)**

*KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Vastavalt MKM-ile on eesmärgiks toetada suuremate linnade rattateede põhivõrgustike väljaehitamist (sh rattamajad, turvalised hoiukohad), et edendada sarnaselt põhjamaadele (Soome, Taani) rattakasutust Eestis. Saavutada 2030. aastaks ligikaudu pool Helsingi rattakasutamise potentsiaalset Tallinnas ja teistes suurtes linnades (s.o 5% kogu liikumistest). Meede keskenduks eelkõige Tallinna linnale.

Meede on otsekulude arvestuses tasuv, sest kokkhoitud autokulud ületavad kergliiklusteede taristuga seotud kulud. Sotsiaal-majanduslikus arvestuses on mõju SKP-le ja tööhõivele kergelt negatiivne, põhjuseks on autokulude (kütus ja hooldus) vähenemine.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Infra hoolduskulu aastas <sup>196</sup>	4%	% meetme maksumusest
Meetme maksumus aastas <sup>197</sup>	13	M EUR
Kütuse tarbimise vähenemine <sup>198</sup>	530	max, TJ/a
Kütuse tarbimise vähenemine <sup>199</sup>	8,7	M EUR/a max
Muude kulude kokkuhoid <sup>200</sup>	7,8	M EUR/a max
Süsiniku emiteerimise faktor (CEF) <sup>201</sup>	66	tCO <sub>2</sub> e/TJ

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-299	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	78,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	926 158	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	34 949	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-4 649	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-65	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-57	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Positiivne mõju välisõhu kvaliteedile. Panustab transpordi tulemusvaldkonna indikaatori „Jalgsi ja rattaga töö käimise osakaal“ täitmisesse. Müra vähenemine linnas. Positiivne tervisemõju aktiivsete liikumisviiside edendamiseks.

196 Eeldus, et aasta hoolduseks on vajalik kulutada ca 1/25 investeeringu maksumusest, et hoida teed rahuldavas seisukorras.

197 Ekspert hinnang koostöös ministereeriumi ametnikega.

198 Analüüsi koostajate arvutus + Ekspert hinnang koostöös ministereeriumi ametnikega.

199 Energiasäästupotentsiaal Eesti transpordis ja liikuvuses, Energiamajanduse arengukava 2030+ taustauuring.

200 Eeldatud 90% kütusekulude kokkuhoiust.

201 Fossiilkütuste kaalutud keskmine.



**PEAMISED RISKID.**

Rattateede mahutamise võimalused linnakeskkonnas.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Põhjalik planeerimine enne investeringute tegemist.

**Trans14: Tartu trammiliikluse arendamine**

*KHG vähenemise sektor: TRANSPORT*

Käib REKK 2030 meetme - Ühistranspordi teenuse lisamine alla.

MKM-i kohaselt on eesmärgiks trammivõrgustiku arendamine Tartu linnas (s.h trammide soetamine). Eesmärgiks on ka trammide suurem keskmine liikumiskiirus ehk reisijale ajavõit. Sellega suurendatakse eelduslikult trammiga tööle liikuvate inimeste osakaalu.

Saavutatav KHG heite vähendamine projektidest on hinnanguliselt Tallinnas 6100 t CO<sub>2</sub> aastas. Marginaalkulu on kergelt positiivne, kuna kokkuvõttes autokuludelt ei kata täielikult lisanduvaid trammiliikluse kulusid. Sotsiaal-majanduslike näitajate osas on mõõdetud mõningast SKP ja töökohtade arvu tõusu, mille põhjuseks on trammidega seotud kulud (investeeringud, opereerimiskulud).

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Liiniläbisõit <sup>202</sup>	808	'000 tramm km
Kulu trammiliikluses <sup>203</sup>	3,41	EUR / km
Kütuse jm autokulude kokkuvõid <sup>204</sup>	-7,9	M EUR/aastas

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	28	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	90,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	103 700	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	6 100	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	442	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	53	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	18	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Positiivne mõju välisõhu kvaliteedile. Panustab transpordi tulemusvaldkonna indikaatori „Ühistranspordi kasutajate arv töölkäijatest“ täitmisesse.

**PEAMISED RISKID.**

Võimalikud takistused, mis tulenevad linnateedel ehitamise keerukusest. Suhteliselt suur investeeringu maksumus ning sellega seotud võimalikud riskid.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Linn peaks kaardistama tänased takistused. Nt trammide eraldamine autoliiklusest, vajalik trammide liikumise prioriteedisüsteem. Meede eeldab detailsemat analüüsi võimaliku trassikoridori lõikes.

202 Tallinn Arvudes 2019; liini pikkuseks on eeldatud 10 km.

203 Tallinn Arvudes 2019.

204 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

**Trans15: Praamiliikluse elektrifitseerimine**

KHG vähenemise sektor: TRANSPORT

MKM-i kohaselt on eesmärgiks viia mandri ja Saaremaa ning Hiiumaa vahel sõitvad praamid elektrile. Tehniliselt on elektrile üleminek saavutatav Hiiumaa ühenduse praamid 50% ulatuses ning Saaremaa ühenduse praamid 100% ulatuses. Laevade ümberehitamine toimub aastal 2021–2022 ja liine hakkavad laevad täismahus teenindama alates aastast 2023.

KHG heite vähendamise potentsiaal alates 2023. aastast: Saaremaa liinil – 8072 t CO<sub>2</sub>/a; Hiiumaa liinil – 4120 t CO<sub>2</sub>/a. Meetmel on marginaalne sotsiaal-majanduslike mõju – nii SKP-le kui ka tööhõivele.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Meetme rakendamise aastaid (investeeringuperiood) <sup>205</sup>	2	aastat
Investeeringu maht <sup>206</sup>	23	M EUR

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	67	€/tCO <sub>2</sub> e
Investeeringuvajadus 2021-2050	23,0	M EUR
CO <sub>2</sub> eq vähenemine 2021-2050	341 376	t
CO <sub>2</sub> eq vähenemine aastal 2050	12 192	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-170	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	6	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	6	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Positiivne mõju väliskaubandusbilansile. Väheneb välisõhu saasteainete heide.

**PEAMISED RISKID.**

Meetme elluviimiseks on vajalik arvestada riigiabi reegleid, s.o tagada, et tegemist ei oleks lubamatu riigiabiga ning investeeringute läbi ei saaks vedaja konkurentsieelist.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.**

Riigiabireeglitega arvestamine, täiendava uuringuvajaduse elluviimine.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

Tuleb analüüsida, mida tähendab muudatus Saarte Liinid AS-ile, kes haldavad sadamaid, mille kaldalt elektrit kasutatakse, sh võimalike ehitustööde teostamise vajadust ning mahtu jne.

**Põllumajandus**

Suurima CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaaliga meede põllumajanduse sektoris on happeliste muldade neutraliseerimine. Lisanduvad tegevused, mis on olulised tõhususe ja sektori kasumlikkuse parandamiseks (Joonis 20). Investeeringuvajaduste poolest domineerib esimesel perioodil eelkõige sõnnikukäitlemise parendamine (Joonis 21). Analüüs kajastab investeeringuna ainult varadega seotud investeeringuid. Suur osa põllumajandussektori tegevustest, millel on KHG heidet vähendav mõju, toovad kaasa kas saamata jäänud tulu või lisanduva kulu, mis investeeringute hulgas ei kajastu.

205 Ekspertninnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

206 Ekspertninnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

## 2020-2030

Perioodi alguses on vajalik läbi viia uuringud, mis võimaldaks erinevate põllumajanduspraktikate ja tehnoloogiate kliimamõju täpsemalt hinnata. Lisaks on vajalik analüüsida happeliste muldade neutraliseerimisel muldade süsiniku sidumise potentsiaali ja sellega seonduvat investeeinguvajadust (väetamistehnika, masinapark). Täpsemad uuringud ja analüüsid on aluseks edasiste meetmete rakendamisel põllumajanduses ning esmalt tuleks rakendada meetmeid, mille süsiniku sidumise potentsiaal realiseerub pika aja jooksul.

## 2030-2050

Perioodi lõpupoole on eelduslikult saadaval alternatiivkütustel või sise põlemismootoreid mitte kasutavad põllumajandusmasinad

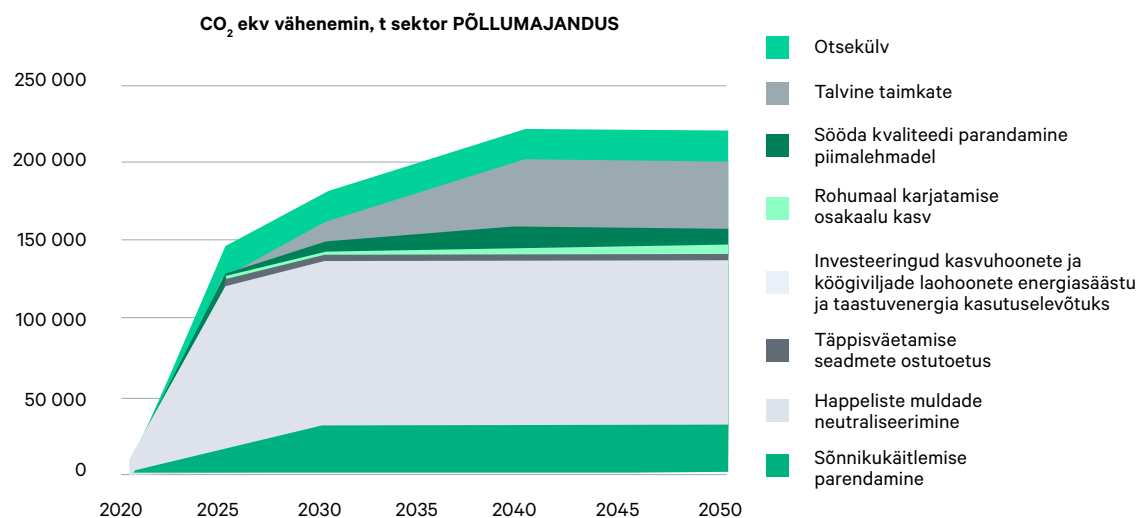
### Peamised riskid, võimalused, eeldused põllumajandussektori meetmete rakendamisel.

**Risk:** 2050 aasta raames on suure määramatusega taime- ja loomakasvatuseks vajaliku maa hulk. Globaalse trendina on rahvastiku arv ning maavajadus pidevas kasvus. Looma- ja taimekasvatuse suurenedes suureneb ka sektori heide.

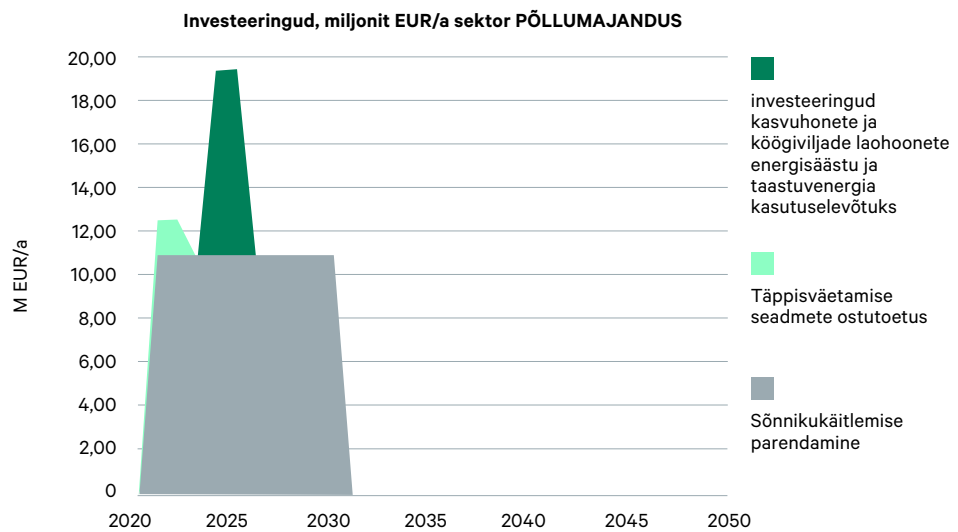
KHG vähendamise meetmed on suuresti seotud hoonete ning masinapargi tõhususe parandamisega ning vähesse süsinikuga kütuste kasutamisega kuna toidutootmist vähendada ei tohiks.

### Täiendavad uuringuvajadused.

Kriitiline on olulise KHG heide vähendamise mõjuga happeliste muldade neutraliseerimisel süsiniku sidumise potentsiaali väljaselgitamine. Lisaks on vajalikud uuringud, mis valmistaks ette ja toetaks põllumajandusettevõtetes energiatõhususe saavutamist.



Joonis 21. CO<sub>2</sub> ekv vähenemine, t/a põllumajanduse sektoris.



Joonis 22. Investeeringud põllumajanduse sektoris miljonit EUR/a<sup>207</sup>.

### Agri01: Sõnnikukäitlemise parendamine

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Meetmel on positiivne mõju välisõhu saasteainete heite vähenemisele, aidates saavutada õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi (NEC-direktiiv) eesmärki vähendada aastaks 2030 ammoniaagi heidet 1% võrreldes 2005. aastaga. Meede aitab leevendada ka lõhnaprobleemi ning vähendada toitainete leostumist veekogudesse. (Keskkonnaministeerium, 2019) KHG heide väheneb, kuna katusega hoidlate metaani heitkogus on ligikaudu 70% madalam kui katmata hoidlatel. Meede koosneb kahest tegevusest:

- Sõnniku hoidmine katmata vedelsõnnikuhooldate asemel telk- või betoonkatusega hoidlates või kinnises teras või plastikmahutis (vajalik investeering 92,1 miljonit eurot);
- Sõnniku sisestuslaotusseadmete soetamise toetamine (vajalik investeering 19,8 miljonit eurot).

Negatiivne SKP kasv tekib põllumajandusettevõtete kasumi vähenemisest, tööhõive kasvu mõjutab aga tegevuskulude kasv.

### Peamised arvutuskäigu eeldused

Rakendamise aastaid	10	aastat
Maksimaalne hulk investeerivaid põllumajandusettevõtjaid <sup>208</sup>	300	ettevõtet
Meetme rakendamise potentsiaal; % sõnnikukätlusest <sup>209</sup>	70	%
Investeering 1% sõnnikukätlusest <sup>210</sup>	1,6	M EUR / %
KHG heite kahanemise faktor 1% sõnnikukätlusest <sup>211</sup>	411	tCO <sub>2</sub> e / %

207 Joonisel esitatud vaid need meetmed, mille puhul on investeeringuvajadus.

208 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

209 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

210 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

211 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	153	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	112	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	734 400	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	28 800	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-1 841	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	74	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	34	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Mahukate sõnnikukäitluse investeeringute läbiviimine elavdab majandustegevust maapiirkondades ja suurendab maksutulu.

**PEAMISED RISKID<sup>212</sup>.**

- Kuna mittetootlik investeering, siis ka 70% toetusmäär ei pruugi olla piisavalt motiveeriv.
- Vähene teadlikkus sobivast tehnoloogiast.
- Investeeringud on juba tehtud (laguuntüüpi sõnnikuhoidlad) ning investeeringute eluiga ei ole veel läbi.
- Puudub piisavalt täpne statistika sõnniku koguste ja sõnnikukäitluse tehnoloogiate kohta.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>213</sup>.**

- Statistika parendamine sõnniku koguste ja sõnnikukäitluse tehnoloogiate kohta.
- Sõnnikukäitluse parendamise täpne mõju KHG heitkogustele sellise täpsusega, et mõjusid saaks kajastada KHG inventuuris.

**Agri02: Happeliste muldade neutraliseerimine***KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS*

Muldade neutraliseerimine aitab suurendada mulla süsiniku sidumise potentsiaali. Eestis on enam kui pool kasutuses olevast põllumajandusmaast (545 000 ha) happeliste muldadega, mille orgaanilise süsiniku varu on aluseliste muldadega võrreldes oluliselt madalam. Happelised mullad on vaja neutraliseerida taimede kasvuks optimaalsele tasemele, mis on enamiku põllumajanduskultuuride jaoks happesusega pHKCl 6,5-7,0 ja küllastusastmega 80%. Sellise meetmega suurendatakse orgaanilise süsiniku (Corg) sisaldust mullas. Meetme rakendamiseks on vajalik lubiväetist ligikaudu 70 800 tonni aastas. Samuti peab arvestama, et pärast põhineutraliseerimist tuleb rakendada korduslupjämist iga 5 aasta järel. Põllumajandusuuringute Keskuse analüüsi andmetel suureneb 0,1 pH ühiku suurenemisel Corg sisaldus keskmiselt ligikaudu 0,02-0,03 ühikut. Meetme maksumusest suurema osa moodustab lubiväetise transport. 2019. a hindade kohaselt on keskmine lupjämise hind hinnanguliselt 155 eurot/ha. Meetme rakendamise maksimaalne pind (maksimaalne vajadus) on 545 000 ha, kuid tulenevalt piiratud tehnilisest võimekusest võiks reaalne maht olla 2050. aastaks 275 000 ha.

Negatiivne SKP kasv tekib põllumajandusettevõtete kasumi vähenemisest, tööhõive kasvu mõjutab aga tegevuskulude kasv.

<sup>212</sup> Maaeluministeriumi poolne eksperthinnang.

<sup>213</sup> Maaeluministeriumi poolne eksperthinnang.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	30	aastat
Meetme rakendamise tsükkel <sup>214</sup>	5	aastat
Meetme rakendamise maht <sup>215</sup>	50	% max
Happeliste muldade kogupind <sup>216</sup>	275 500	ha
Meetme rakendamise maht aastas	54 500	ha
Lupjamise maksumus <sup>217</sup>	155	EUR/ha
CO <sub>2</sub> ekv kahanemise faktor <sup>218</sup>	0,37	t/ha aastas

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel<sup>218</sup>**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	90	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	2 823 100	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	100 825	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-7073	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	49	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	113	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Katsetega on kindlaks tehtud, et lupjamisega on võimalik hoida ära hapestumisega kaasnev põllumuldade saagikuse langus, säilitades sellega Eesti põllumajandustootjate konkurentsivõimet.

**PEAMISED RISKID<sup>219</sup>.**

- Põlevkivituha kasutuselevõtmisel selle piisava koguse ja ühtlase kvaliteedi tagamine, muuhulgas raskemetallide optimaalne kontsentratsioon.
- Logistika võib saada takistuseks – väetiste hoiustamiseks sobivate ladude vähesus ja transpordikulud võivad olla planeeritust suuremad – põlevkivituhk paikneb valdavalt Ida-Virumaal, kuid lupjamist vajavad mullad eelkõige Kesk- ja Lõuna-Eestis.
- Tööde läbiviimiseks ebapiisav masinapark ja ebapiisav tööde teostajate arv.
- Riigiabi piirangud neutraliseerimise hüvitamisel põllumajandustootjatele.
- Teatud lubiväetiste hind võib kallineda seoses suurte avalike infrastruktuuri objektidega, mistõttu neutraliseerimise kogumaksumus võib kallineda veelgi.

**RISKIDE MAANDAMISSETPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>220</sup>**

- Selgitamist vajab happeliste muldade neutraliseerimise täpne mõju muldade orgaanilise süsinikuvaru suurenemisele ja lämmastiku leostumisele keskkonda (sh dilaammastikoksiidina õhku), et mõjusid saaks kajastada KHG inventuuris.
- Happeliste muldade ja nende neutraliseerimise majanduslik mõju (kulud ja saamatajäänud tulud).

<sup>214</sup> Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

<sup>215</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

<sup>216</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

<sup>217</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

<sup>218</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

<sup>219</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

<sup>220</sup> Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

**Agri03: Täppisväetamise seadmete ostutoetus**

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Liigse koguse kasutamisel jääb osa lämmastikust taimede poolt sidumata ja satub seeläbi nitraadina põhjavette või dilämmastikoksiidi ja ammoniaagina välisõhku. Täppisväetamise seadmete ostutoetus võimaldab vähendada lämmastikväetiste kasutamist. Meetme sihtgrupiks on arvestatud 100 põllumajandusettevõtet. Meetme rakendamine aitaks vähendada ca 69 tonni CO<sub>2</sub> ekv. Meede aitab vähendada lämmastiku lekke ohtu ja panustab seeläbi välisõhu ja veekogude kaitsesse. See aitab kaasa õhukvaliteedi parandamisele, väheneb pinnaveekogude eutrofeerumine ja põhjavee reostus. Meetme rakendamise potentsiaaliks oleks 20% põllumaast (seejuures põllumaa pindala 690 208 ha). Koguinvesteeringuks on arvestatud 3,3 miljonit eurot.

SKP ja tööhõive marginaaselt kasvu mõjutavad eelkõige investeeringud.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	2	aastaid
Meetme rakendamise maht	100	% max
Investeeringu maht kokku <sup>221</sup>	3,3	M EUR
Meetme netokulu <sup>222</sup>	-0,075	M EUR/a
CO <sub>2</sub> kahanemise potentsiaal <sup>223</sup>	2,3	tuh t

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	16	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	3300	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	67 850	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	2300	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-122	tuh EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	-2	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-1	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Põllumajandusettevõtetel oleks võimalus kokku hoida kuni 100 000 eurot aastas lämmastikväetiste kasutamise vähenemisel.

**PEAMISED RISKID<sup>224</sup>.**

- Meetme vajadus võib olla planeeritust suurem.
- Tehnoloogia kiire aegumine, eriti tarkvara.

Riskide maandamisettepanekud: Seadme kasutuse jälgimine.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>225</sup>.**

KHG inventuuris saab mineraalväetiste kasutamise vähenemist arvesse võtta, kuid võib olla vajadus täpsustada väetiste kasutamise vähenemise täpne kogus erinevate tehnoloogiate ja põllumajanduspraktikate lõikes.

221 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

222 Mudeli arvutusvalem.

223 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

224 Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

225 Maaeluministeeriumi poolne ekspert hinnang.

### Agri04: Investeeringud kasvuhoonete ja köögiviljade lahoonete energiasäästu ja taastuenergia kasutuselevõtuks

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Meetme eesmärgiks on aiandussektoris taastuenergia osakaalu suurendamine ja energiasääst. Meede aitab suurendada energiasäästu läbi kaasaegse tehnoloogia kasutuselevõtu. Meetme CO<sub>2</sub> heite vähendamise potentsiaal on ligikaudu 126 tonni CO<sub>2</sub> aastas. Heite vähendamise täiendav potentsiaal on maagaasi osalisel asendamisel taastuenergiaga. Kasutusest langeks välja umbes 2 haebaefektiivset ja vananenud katmikala, uute katmikalade vajadus aianduses on 3 ha, praeguste hinnangute kohaselt tooksid muudatused kaasa umbes 10% energiasäästu. Aiandussektori investeeringuvajadus energiasäästu projektidesse on 17 miljonit eurot. Hinnanguliselt kulub kasvuhoone kütmiseks, mis on renoveerimata ja ei arvesta energiatõhususe standardeid 330 000 m<sup>3</sup>/ha gaasi. Arvestades, et gaasi hind on 0,48 eurot/m<sup>3</sup>, kulub 1 ha kütteks ligikaudu 160 000 eurot aastas. Uute katmikaladega oleks võimalik kulusid energiale vähendada 10% võrra ehk 2 ha puhul ligikaudu 32 000 eurot.<sup>226</sup>

SKP kasvu mõjutavad positiivselt investeeringud, kuid selle mõju neutraliseerib tegevuse ülejäägi vähenemine.

#### Peamised arvutuskäigu eeldused

Rakendamise aastaid	2	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>227</sup>	30 000	max, m <sup>2</sup>
Meetme rakendamise maht	100	% max
Investeeringu erikulu <sup>228</sup>	567	EUR/m <sup>2</sup>
Maagaasi sääst <sup>229</sup>	0,31	EUR/m <sup>2</sup> /a
CO <sub>2</sub> kahanemise faktor <sup>230</sup>	0,0042	t/m <sup>2</sup> /a
Investeeringu eluiga <sup>231</sup>	30	aastat

#### Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	5017	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	17 000	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	3 339	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	126	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-10	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	11	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	5	töökohta/a

#### KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Eesti aiandussektori konkurentsivõime suurenemine, regionaalareng, tööhõive suurenemine ning maagaasi impordi vähenemine.

#### PEAMISED RISKID.

Tehnoloogiate sobivus.<sup>232</sup>

226 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

227 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

228 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

229 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

230 Mudeli arvutusvalem.

231 Ekspert hinnang koostöös ministeeriumi ametnikega.

232 Uuringu autorite ekspertinang.



**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.**

Kasvuhoonete ja köögiviljade laohoonete pidev jälgimine.

**TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>233</sup>.**

Energiasäästu ja taastuenergia osakaalu täpne potentsiaal.<sup>234</sup>

**Agri05: Auditid suuremates põllumajandusettevõtetes**

*KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS*

Puudulike eelduste tõttu ei ole meede hetkel mudelis kajastatud, kuid koht on loodud eelduste sisestamiseks, kui need peaksid tekkima.

Meetme eesmärgiks on välja töötada lämmastiku, fosfori ja CO<sub>2</sub> audit koos parendamissoovitustega suuremates põllumajandusettevõtetes. Auditite eesmärgiks oleks praeguse olukorra kindlaks tegemine ja välja töötada meetodika olukorra parandamiseks. Meetme sihtgrupis oleks umbes 400 põllumajandusettevõtet. Meede suurendaks taimetoitainete ja muude ressursside kasutamise tõhusust, vähendaks välisõhu saastet ja lõhnahäiringuid. Maksumuseks on hinnatud 3,1 miljonit eurot, 400 ettevõtte auditeerimiseks kuluks 800 inimtöökuud. Üks inimene suudaks 3 aastaga teha 15 auditit, seega täiskohaga saaks auditeid teha vähemalt 30 inimest.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Meetme sotsiaalmajanduslik mõju avaldub taimetoitainete ja muude ressursside kasutamise tõhususe suurenemisel. Välisõhu saaste vähendamine, lõhnahäiringute vähendamine, veekaitse.

**PEAMISED RISKID<sup>235</sup>.**

Uue meetmena on meetme täpne mõju ja potentsiaal ebaselged. Auditite läbiviimine annaks võimaluse välja töötada täpsemad meetmed KHG vähendamiseks.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>236</sup>.**

- Suuremates põllumajandusettevõtetes olukorra selgitamine ning võimalike meetmete kirjeldamine/ üldistamine erinevat tüüpi põllumajandusettevõtete kaupa.
- Välja selgitada täpne CO<sub>2</sub> vähendamise potentsiaal.

**Agri06: Alternatiivkütusel põllumajandusmasinad**

*KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS*

Meede ei ole mudelis kajastatud, kuna uuring teostamise hetkel puudub tehnoloogia põllumajandusmasinates alternatiivkütustele üle viimiseks. Loodud on koht eelduste sisestamiseks, kui need peaksid tekkima.

Meetme eesmärgiks on põllumajandusmasinates alternatiivkütuste kasutamine fossiilkütuste asemel.

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Välisõhu saaste vähenemine.

**PEAMISED RISKID<sup>237</sup>.**

- Sobiva ja piisavalt kulutõhusa tehnoloogia osas ei ole turul piisavalt pakkumist.
- Puudub piisav motivatsioon ja teadlikkus alternatiivkütuste kasutamiseks.
- Fossiilse kütuse kasutamise maksumus jääb pikemal perioodil madalamaks kui alternatiivkütustel.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS.**

- Eesti tingimustes põllumajandusmasinatele kõige sobivama kohaliku alternatiivkütuse väljaselgitamine.<sup>238</sup>

233 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

234 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

235 Uuringu autorite poolne eksperthinnang.

236 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

237 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

238 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

**Agri07: Rohumaal karjatamise osakaalu kasv**

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Karjatatakse ainult mitte-piimaveiseid. Sõnnikuga seotud lämmastikuühendite sidumine rohumaal. Metaan väheneb aga ammoniaak väljub kontrolli alt ja N<sub>20</sub> emissioon võib isegi tõusta (koorik soodustab denitrifikatsiooni protsesse). KHG vähenemise hindamiseks on võrreldud rahvusvahelisi andmeid erinevate loomapidamise viiside kohta.

Täiendav lisakulu mõjutab positiivselt tööhõivet, kuid tegevuse ülejäägi langus muudab SKP kasvu negatiivseks.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	20	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>239</sup>	15	% lihaveistest
Meetme rakendamise maht	100	% max
Lihaveiste arv (perioodi keskmine) <sup>240</sup>	180 000	tk
Pidamise kallinemine <sup>241</sup>	241,7	€/veis/a
KHG vähenemise faktor	80	Metaani % CO <sub>2</sub> heitest
Metaani heide kogu lihaveise karjal <sup>242</sup>	43 512	t/CO <sub>2</sub> ekv

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**<sup>239 240 241 242</sup>

Marginaalkulu (kulutõhusus)	1250	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	107 040	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	5221	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-3692	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	17	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	46	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Metaani heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID**<sup>243</sup>.

- Suuremate loomakasvatusega tegelevate ettevõtete asukoht – karjatamiseks sobivad rohumaad paiknevad teistes piirkondades.
- Karjatamisel võib suurenda ammoniaagi heide.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD/ TÄIENDAV UURINGUVAJADUS**<sup>244</sup>.

Mõjusid ei saa kajastada KHG inventuuris, mistõttu tuleb karjatamise mõju selleks täpselt välja selgitada.

239 Kliimapolitika põhialused aastani 2050, Põllumajanduse valdkonna mõjude hindamine; Tallinn 2016.

240 Maaeluministeerium.

241 KATTETULU ARVESTUSED TAIME- JA LOOMAKASVATUSES 2015; Taustauuring „Loomade heaolu: karjatamise toetus“, Tartu 2009.

242 Finantsakadeemia, 2017.

243 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

244 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

**Agri08: Sööda kvaliteedi parandamine piimalehmadel**

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Piimalehmade sööda seaduvuse parandamine keskmiselt 67%-lt 70%-le. Eelkõige on mõeldud meetmed nagu sööda paremat ettevalmistamist, saagi õigeaegset koristust jms tehnoloogiaid. Taanis kaalutakse aga näiteks (taimsete) rasvade manustamist piimalehmadele, mis aga eeldab selle mõju hindamist loomade tervisele. Eeldatavalt on söödaühiku hind kallim, kuid sööda kogus lehma kohta väheneb.

Täiendav lisakulu mõjutab positiivselt tööhõivet, kuid tegevuse ülejäägi langus muudab SKP kasvu negatiivseks.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	20	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>245</sup>	50	% piimalehmadest
Piimalehmade arv (perioodi keskmine) <sup>246</sup>	95 000	tk
Sööda kallinemine <sup>247</sup>	34	€/ lehm/a
CO <sub>2</sub> kahanemise faktor <sup>248</sup>	0,30	t/ lehm/a

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	113	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	292 125	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	14 250	t CO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-908	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	4	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	11	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

KHG heite vähenemine.

**PEAMISED RISKID<sup>249</sup>.**

- Pole teada tänane seis sööda kvaliteediga
- Teadlikkus võib olla ebapiisav/ebaühtlane

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD / TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>250</sup>.**

- Mõjusid ei saa kajastada KHG inventuuris, mistõttu tuleb sööda kvaliteedi mõju selleks täpselt välja selgitada.
- Optimaalse söödaratsiooni ja sööda koostise väljaselgitamine.
- Uute, kasutusele võetud söödakultuuride sobivust ja keskkonnamõju tuleb jätkuvalt hinnata söötmiskatsetega.<sup>251</sup>

245 Analüüsi koostajate hinnang.

246 Maaeluministerium.

247 PIIMAFOORUM 2016, Ületootmine kui ekspordi taimelava; Kliimapoliitika põhialused aastani 2050, Põllumajanduse valdkonna mõjude hindamine; Tallinn 2016; analüüsi koostajate arvutus.

248 Catalogue of Danish Climate Change Mitigation Measures; 2013.

249 Maaeluministeriumi poolne eksperthinnang.

250 Maaeluministeriumi poolne eksperthinnang.

251 Maaeluministerium, Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava (PõKa 2030 eelnõu tööversioon: 25.04.2019).

**Agri09: Talvine taimkate**

KHG vähenemise sektor: PÖLLUMAJANDUS

Talvise taimkattena on taliteravilja ja mitmeaastaste heintaimede kõrval võimalus kasvatada ka vahekultuure, mis külvatakse kohe pärast põhikultuuri koristamist (kasvuperioodi pikkus peaks olema vähemalt 50 päeva) ning küntakse mulda kevadel (või vahetult enne maa külmumist sügisel). Vahekultuure külvatakse enamasti teraviljade järel, kuid üha enam külvatakse neid ka varajaste köögiviljade ja liblikõieliste (uba, hernes) põldudele. Vahekultuure saab edukalt kasvatada ja minimeeritud mullaharimist ja otsekülvi kasutades. Korralik vahekultuur aitab vähendada umbrohtumist lühiealiste liikidega ja vähendab umbrohu liikide arvu põllul. Vahekultuurid on mullaviljakuse suurendamise ja mullaelustiku aktiveerijatena väga olulised kultuurid, kuid Eestis veel vähe levinud ja uuritud.

Täiendav lisakulu mõjutab positiivselt tööhõivet, kuid tegevuse ülejäägi langus muudab SKP kasvu negatiivseks.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	20	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal <sup>252</sup>	25	% põllumaast
Põllumaa pindala <sup>253</sup>	690 208	ha
Meetme netokulu <sup>254</sup>	15	€/ha
CO <sub>2</sub> ekv kahanemise faktor <sup>255</sup>	0,325	t/ha

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	45,7	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	M EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	1 149 628	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	56 079	tCO <sub>2</sub> ekv/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	-1449	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) aastas perioodil 2021-2050	7	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	18	töökohta/a

**KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.**

Pinna- ja põhjavett säästev põllumajanduspraktika. Soodustab muldade orgaanilise süsiniku varu säilimist.<sup>256</sup>

**PEAMISED RISKID<sup>257</sup>.**

Sagedased rasked ilmastikuolud, mistõttu põllumehed ei jõua vilja õigeaegselt ära koristada ja ei saa ka vahekultuure külvata.

**RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.**

Maandamisettepanekud seotud täiendava uuringuvajadusega erinevate vahekultuuride hindamise osas. Erinevate kultuuride sobivus ja külvamine erinevatel ajaperioodidel.

252 Analüüsi koostajate eeldus.

253 Maaeluministeerium.

254 KATTETULU ARVESTUSED TAIME- JA LOOMAKASVATUSES 2015.

255 Catalogue of Danish Climate Change Mitigation Measures; 2013; Taani taset vähendatud 50%, kuna Eestis kasutatakse vähem väetiseid.

256 Maaeluministeerium, Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava (PõKa 2030) eelnõu tööversioon: 25.04.2019

257 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>258</sup>.

Vahekultuuride uurimise vajadus Eestile; vajalik mõjuhindang, mis selgitaks meetme mõju KHG heitele/süsiniku sidumisele, et seda oleks võimalik kajastada Eesti riiklikus KHG inventuuris.

**Agri10: Otsekülv**

KHG vähenemise sektor: PÕLLUMAJANDUS

Kokkuhoid saavutatakse peajasjalikult tänu sellele, et otsekülvi puhul mulla eelnevat harimist ei toimu (võit ajas ja rahas), otsekülviku veojõuvajadus on 40% väiksem kui tavapärasel külvikul – väheneb heide põllumajandusmasinate kasutusest. Lisaks süsiniku salvestamisele pinnasesse vähendab otsekülv N<sub>2</sub>O heidet 40-70%, sõltuvalt külvikordade rotatsioonist.

Põllumajandusettevõtete paranev kasumlikkus mõjutab positiivselt SKP kasvu, kuid vähenevad tegevuskulud vähendavad tööhõivet.

**Peamised arvutuskäigu eeldused**

Rakendamise aastaid	10	aastat
Meetme rakendamise potentsiaal	421 500	max ha (teravili, raps)
Meetme rakendamise maht <sup>259</sup>	25	% max
Meetme netokulu <sup>260</sup>	-60	€/ha
CO <sub>2</sub> kahanemise faktor <sup>261</sup>	0,15	t/ha/a

**Peamised tulemused meetme 100% realiseerimisel**

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-400	€/t
Investeeringuvajadus 2021-2050	0	tuh EUR
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine 2021-2050	403 059	t
CO <sub>2</sub> ekv vähenemine aastal 2050	15 806	tCO <sub>2</sub> e/a
Keskmine SKP kasv (kahanemine) aastas vahemikus 2021-2050	3803	t EUR / a
Tööhõive kasv (kahanemine) perioodil 2021-2050	-22	töökohta/a
Sealhulgas otsese tööhõive kasv (kahanemine)	-34	töökohta/a

## KAASNEVAD VÄLISMÕJUD.

Seoses põllumajandusmasinate kasutuse vähenemisega paraneb välisõhu kvaliteet.

PEAMISED RISKID<sup>262</sup>.

Kui mullaharimine taimekasvatusest kõrvale jätta, võib tekkida mitmeid probleeme:

- Põllupinnal olevad koristusjääd on soodsaks pinnaseks kindlate taimehaiguste levikul
- Ebaühtlaselt jaotuvaid koristusjääke pole võimalik laiali jaotada
- Umbrohuseemnete arvukuse tõus mullas
- Soodsamad tingimused mitmete kahjurite, nagu nälkjate ja viljasääskede levikuks

258 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

259 Analüüsi koostajate eeldus.

260 KATTETULU ARVESTUSED TAIME- JA LOOMAKASVATUSES 2015; arvutus.

261 <https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2014/01/jaeMACC.pdf>; lk 9.

262 Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

- Taimehaiguste, umbrohtude ja kahjurite arvukuse tõus võib suurendada taimekaitsevahendite kasutamist
- Traktorijälgi ning tihenend pole võimalik mehaaniliselt parandada

#### RISKIDE MAANDAMISETTEPANEKUD.

Otsekülvi rakendamine teatud rotatsiooniga aastate lõikes, looduslike taimekaitsevahendite kasutamine, täiendava uuringuvajaduse läbiviimine.

#### TÄIENDAV UURINGUVAJADUS<sup>263</sup>.

Mõjusid ei saa kajastada KHG inventuuris, mistõttu tuleb otsekülvi mõju selleks täpselt välja selgitada.

Samuti tuleb välja selgitada otsekülvi potentsiaalne pind ning kui suures mahus seda juba rakendatakse.

## Muud toetavad meetmed (arvutustest väljas, aga olulised)

### Energiatarbimise juhtimine

Selle meetme all võib mõista võimaluste loomist turul tarbimise juhtimise ja abiteenustega (nt sageduse hoidmine) kauplemiseks. Selliste teenuste toimimise võimaldamise abil on võimalik oluliselt vähendada taastuvenergiaallikate süsteemi integreerimise kulusid ja suunata tarbimist tundidele kui on kättesaadavad madala heitega energiakandjad (Aunedi, Teng, & Strbac, 2014). Energiatarbimise juhtimist (*demand response, demand-side response, DSR*) on nimetatud KPP 2050 dokumendis kui energia varustuskindluse tagamiseks olulist lähenemist, kuid meede ei ole eraldi välja toodud REKK 2030 dokumendis. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Energiatarbimise juhtimise meetmed on jagatud sõltuvalt kestusest kahte kategooriasse. Esimene neist on staatiline tarbimise juhtimine, mille mõjud avalduvad pikema aja jooksul on seotud energiasäästuga. Staatiline juhtimine pakub huvi eelkõige sektorites, kus energiatõhusus annab märkimisväärset kokkuhoidu(tegevus) kuludelt, s.o kodumajapidamistes ning äri- ja avaliku teeninduse sektoris. Teine kategooria on dünaamiline tarbimise juhtimine, mis on seotud lühiajaliste tegevustega, mille eesmärgiks on pakkuda teenuseid elektriturule ja -süsteemile. Dünaamiliste meetmetega tarbimise juhtimist suudavad pakkuda ainult suured ühiktarbijad (tööstused) või agregeeritud (koondatud võimsustega) tarbijate grupid, kes on üheaegselt ja tsentraalselt juhitavad. (Rosin, et al., 2014)

### Nutikad kaugkütte ja –jahutusvõrgud (digitaliseerimine)

KHG heite vähendamine tekib olemasoleva taristu ja tootmiseseadmete tõhusamal kasutamisel. Aastal 2018 oli kogu kaugküttevõrgus toodetud soojuse mahuks 5,04 TWh, millest 2,33 TWh oli taastuvenergia. (Umbleja, 2019) Eestis on ca 41 kaugküttesüsteemi, mis on Euroopa Liidu Energiatõhususe direktiivi (2012/27/EL) kohaselt tõhusad kaugküttesüsteemid, kus soojuse tootmiseks kasutatakse vähemalt 50% taastuvenergiat, 50% heitsoojust, 75% koostoodetud soojust või 50% sellise energia ja soojuse kombinatsiooni. (Utilitas, 2018)

### Keskkonnahoidliku majandamise toetamine

Keskkonnahoidliku majandamise toetamise eesmärgid on propageerida keskkonnahoidlike majandamise meetodite juurutamist ja pidevat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ning suurendada bioloogilist ja maastiku mitmekesisust ning kaitsta vee ja mulla seisundit, laiendada põllumajanduse keskkonnahoidlikku planeerimist ning suurendada põllumajandussektori tootjate keskkonnateadlikkust. Hinnanguliseks kuluks prognoositakse ligikaudu 170 miljonit eurot. (Keskkonnaministeerium, 2017)

REKK 2030 meede Keskkonnahoidliku majapidamise toetamine, mille eesmärgiks on põllumajanduse keskkonnahoidlike majandamise meetodite juurutamine ja pideva kasutamise propageerimine. Meetme eesmärgid on propageerida keskkonnahoidlike majandamise meetodite juurutamist ja pidevat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ning suurendada bioloogilist ja maastiku mitmekesisust ning kaitsta vee ja mulla seisundit, laiendada põllumajanduse keskkonnahoidlikku planeerimist ning suurendada põllumajandussektori tootjate keskkonnateadlikkust. Meetme rakendamise periood 2014-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

<sup>263</sup> Maaeluministeeriumi poolne eksperthinnang.

## Teadus- ja arendustegevused

### Energiamajanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm

Eesti energiamajanduse arengukavaga ning Eesti Riikliku Energia ja Kliimakavaga (ENMAK 2030) seatud eesmärkide täitmiseks aastaks 2030 on juba olemasoleva meetmena energiasäästu parandamiseks esitatud meede - Energiamajanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm. Meetme rakendamise perioodiks on määratud aastad 2019-2022. Energeetikaalase teadusja arendustegevuse võimekuse parendamiseks ja teiste seonduvate eesmärkide saavutamiseks käivitati Eestis 2008. aastal riikliku teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni „Teadmistepõhine Eesti 2007–2013” strateegia raames „Energiatehnoloogia programm“ (ETP). ETP meetme raames oli rahaline toetus projektidele kokku 7,1 M€. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

Teadus- ja arendustegevus on ENMAK 2030 dokumendis välja toodud kui oluline tegevus elektrienergia tootmise arendamiseks. ENMAK 2030 kavandab teadus- ja arendustegevust, mis aitab kaasa arengukava 11 meetme edukale rakendamisele. Tegevused on kavas koondada 7 valdkonna alla. Meetme rakendamise perioodiks on toodud 2019-2022. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

### Võimalikud rohetehnoloogia innovatsiooni pilootprojektid

Meedet ei ole eraldi meetmena senistes arengudokumentides käsitletud. Aitaks kaasa tehnoloogiasirdele ja uute tehnoloogiate väljatöötamisele.

Keskkonnaministeeriumi tellimusel on aastal 2017 valminud rohetehnoloogia potentsiaali uuring Eestis, mis selgitas välja Eesti rohetehnoloogia tugevused ja nõrkused (Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017). Nendeks on:

#### Tugevused:

1. Eestis on arvestatav hulk arenenud rohetehnoloogiaid.
2. Energiasektori lahendused on kõige suurema ekspordivõimekuse ning globaalse nõudlusega valdkond
3. Rohetehnoloogia ettevõtted on nii rahvusvaheliselt kui Eestis võrgustunud.
4. Tootmisvõimekuse suurendamine lisanduvate tellimuste jaoks ei ole Eesti ettevõtetele probleem.
5. Lisaks energiasektorile on veel tugevaid valdkondi.
6. Tehnoloogiad kuuluvad Eesti ettevõtetele, allhanget ei pakuta.

(Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017)

#### Nõrkused:

1. Eesti on madala ökoinnovatsiooniga riik.
2. Eesti rohetehnoloogiate majanduslik olukord on nõrk.
3. Paljud ettevõtted on noored ning puudub välisurgudele sisenemise kogemus.
4. Arengumaad ei ole Eesti ettevõtjate jaoks prioriteetsed sihtturud.

(Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017)

### Võimalikud demonstratsiooniprojektid ühistranspordis

Meede valmistaks ette suuremahulisemat struktuurset muutust.

Alternatiivkütuste konkurentsivõimelisuse olemasolu selgitamine, alternatiivkütuste turule tuleku võimaldamine tasakaalustatud konkurentsi tingimustes.

Olulisemad tegevused:

- ettevõtjale ja investorile motiveeriva majanduskeskkonna loomine biokütuste ja teiste alternatiivkütuste tootmiseks ja tarbimiseks;
- avalikus sektoris alternatiivkütuste kasutamise analüüsimine ja sotsiaalmajanduslikult põhjendatult kasutusele võtmine;
- teadus- ja arendustegevus (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017).

Seotud meede on alternatiivkütuste kasutamise edendamine.

## Investeeringud majandustegevuse mitmekesistamiseks maapiirkonnas mittepõllumajandusliku tegevuse suunas

Meetme üldine eesmärk on maapiirkonnas (eelkõige keskustest eemale jäävates piirkondades) püsiva majandusliku baasi ning sobivate ja atraktiivsete töökohtade loomise soodustamiseks maettevõtluse mitmekesistamine ja arendamine. Kogu käesolevaks programiperioodiks kavandatud meetme eelarve on 57 miljonit eurot, millest Euroopa Liidu osa on 44,46 miljonit eurot ja Eesti riigi kaasfinantseering 12,54 miljonit eurot.

Kliimaga seotud tegevuste elluviimiseks on eelarves väike osa.

## Mugava ja moodsa ühistranspordi arendamine+

Meedet on käsitletud Riiklikus energia- ja kliimakavas (REKK 2030). Meetme eesmärgiks on käitumise muutmine, transpordi infrastruktuuri parandamine. See hõlmab ühistranspordi kättesaadavuse parandamist, piletisüsteemide väljatöötamist ja uusi teenuseid. Meetme rakendamise periood on 2015-2030. Meetme hinnanguline maksumus on ligikaudu 17 miljonit eurot aastas. Vähendaks 2020. aastaks kokku 22,1 kt CO<sub>2</sub> ekv, 2025. aastaks kokku 37,9 kt CO<sub>2</sub> ekv, 2030. aastaks 53,6 kt CO<sub>2</sub> ekv, 2035. aastaks 53,6 kt CO<sub>2</sub> ekv. (Keskkonnaministeerium, 2017)

## Riigihangete keskkonnasõbralikkuse nõuded

Keskkonnahoidlike riigihangete eesmärgiks on vähendada toodetest ja teenustest põhjustatud keskkonnamõju, mis tuleneb tootmisest, kasutamisest ja kasutusest kõrvaldamisest. Sellega vähendatakse riske inimese tervisele ja ümbritsevale keskkonnale. (Keskkonnaministeerium, 2018)

Tegu on erinevate tegevuste komplekti, millest saab võib-olla kvantifitseeritud makromajandusliku mõjuga meetmeid tuletada.

Täidetakse EL direktiividest tulenevad kohustused (hoonete energiatõhususe direktiiv, energiasäästudirektiiv), riigi ja kohaliku tasandi eelarvete ressursi efektiivsem kasutamine, soodustatakse innovaatiliste tehniliste lahenduste rakendamist.

Olulised tegevused:

- avaliku sektori liginullenergia hoonete projekteerimise ja ehitamise pilootprojektid, sh uute innovaatiliste tehniliste rakendamise;
- keskvalitsuse hoonete rekonstrueerimine või asendamine; koolimajade ja lasteaedade rekonstrueerimise hoogustamine;
- arhitektuuriväärtusega, muinsuskaitsealustel ja miljööaladel paiknevate elamute jm hoonete energiatõhusaks renoveerimisel linnaehitusliku jm kultuuriväärtuse säilitamise toetamine;
- rohemärgiste süsteemi väljatöötamine ja rohelised riigihanked (keskkonnamõju kvaliteedikriteeriumiks);
- teadus- ja arendustegevus, s.h. hoonete valdkonna;
- uuringute ja analüüside tellimine. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)



## Viited

- Allik, A. (2018). *Päikeseenergia Sektori Varadesse Investeerimise tulusus ja riskid*. Tartu: Tartu Ülikool.
- Arumägi, E., Simson, R., Kuusk, K., Kalamees, T., & Kurnitski, J. (2017). *Hoonete kuluoptimaalsete energiatõhususe*. Tallinna Tehnikaülikool.
- AS Kunda Nordic Tsement. (2019). *Jätkusuutlikkuse eriväljaanne 2018*. Kunda: AS Kunda Nordic Tsement.
- Aunedi, M., Teng, F., & Strbac, G. (2014). *Carbon impact of smart distribution networks: Report D6 for the "Low Carbon London" LCNF project*. London: Imperial College London.
- Bianco, V., Scarpa, F., & Tagliafico, L. A. (Märts 2017. a.). Estimation of primary energy savings by using heat pumps for heating purposes in the residential sector. *Applied Thermal Engineering*, 114, 938-947. Allikas: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.12.058>
- Burleson, E. (2014). *IPCC Fifth Assessment Report (Ar5) 2014 Contributing Author*. Kasutamise kuupäev: 27. 3 2019. a., allikas [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2461542](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2461542)
- Ehitisregister. (2019). *Ehitisregistri avaandmete aruanne - HOONE ENERGIJA MÄRGISED*. Allikas: <https://avaandmed.ehr.ee/>
- EL. (2018). *Puhas planeet kõigi jaoks (COM(2018)773/F1)*. Allikas: Euroopa Komisjon: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ET/COM-2018-773-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>
- Elering. (2016). *Eesti Pikaajaline Gaasitarbimise Prognoos*. Tallinn.
- Elering. (2018). *Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2018*. Allikas: [https://elering.ee/sites/default/files/public/Infokeskus/ele-ring\\_vka\\_2018\\_web.pdf](https://elering.ee/sites/default/files/public/Infokeskus/ele-ring_vka_2018_web.pdf)
- Environmental Working Group. (2011). *Meat eater's guide to climate change + health*. Allikas: Lifecycle Assessments: methodology & results: [http://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology\\_ewg\\_meat\\_eaters\\_guide\\_to\\_health\\_and\\_climate\\_2011.pdf](http://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology_ewg_meat_eaters_guide_to_health_and_climate_2011.pdf)
- Euroopa Komisjon. (2008). *KOMISJONI MÄÄRUS nr 889/2008*. Euroopa Liidu Teataja.
- Finantsakadeemia OÜ. (2018). *KULUTÕHUSAIMATE MEETMETE LEIDMISEKS KLIIMAPOLIITIKA JA JAGATUD KOHUSTUSE MÄÄRUSE EESMÄRKIDE SAAVUTAMISEKS EESTIS*. Keskkonnainvesteeringute Keskus.
- Finantsakadeemia OÜ. (09 2018. a.). *Riigi üldine energiatõhususkohustus aastatel 2021-2030 ning taastuvenergiaeesmärkide täitmine*. Allikas: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium: [https://www.mkm.ee/sites/default/files/180917\\_energiatohusus\\_2030\\_aruanne.pdf](https://www.mkm.ee/sites/default/files/180917_energiatohusus_2030_aruanne.pdf)
- Gailan, I. (28. 03 2019. a.). *World Energy Council*. Allikas: WEC Academy Discussion - transportation, Indrek Gailan - Milline saab olema riigi poolt suunatud transpordisektori areng heitmete vähendamiseks?: [http://www.wec-estonia.ee/wec-akadeemia-diskussioon---transportdist/?fbclid=IwAR20cHgKjI5T87tcav2YdZ59v0rUVnd2vAoxsHW-YwCeQZJVI\\_FaXr9x11M](http://www.wec-estonia.ee/wec-akadeemia-diskussioon---transportdist/?fbclid=IwAR20cHgKjI5T87tcav2YdZ59v0rUVnd2vAoxsHW-YwCeQZJVI_FaXr9x11M)
- Ilisson, A. (2019). *Soojuspumpade konkurentsivõime uurimine kaugküttesüsteemis Eesti tingimustes*. TalTech, Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut, Tallinn. Allikas: <https://digi.lib.ttu.ee/i/file.php?DLID=12554&t=1>
- Ingermann, K. (28. veebruar 2012. a.). *Kaugkütte soojuskaod*. Allikas: TalTech: <https://www.ttu.ee/ttu-uudised/uudised/vilistlasele-3/karl-ingermann/>
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers*. Allikas: IPCC: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Jüssi, M., Poltimate, H., Luts, H., & Metspalu, P. (2014). *Energiasäästupotentsiaal Eesti transpordis ja liikuvuses: Energiamaajanduse arengukava 2030+ taustauring*. Tallinn, Tartu: Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus, Eesti Arengufond. Allikas: Energiasäästupotentsiaal Eesti transpordis ja liikuvuses: Energiamaajanduse arengukava 2030+ taustauring: [https://energiatalgud.ee/img\\_auth.php/d/d2/J%C3%BCssi,\\_M.,\\_Poltim%C3%A4e,\\_H.\\_jt.\\_Energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaal\\_Eesti\\_transpordis\\_ja\\_liikuvuses.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/d/d2/J%C3%BCssi,_M.,_Poltim%C3%A4e,_H._jt._Energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaal_Eesti_transpordis_ja_liikuvuses.pdf)
- Kaasik, A., & Möls, M. (2017). *Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimethodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine*. Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ.
- Kalev Kallemets, F. E. (Esitaja). (24. 05 2019. a.). *Kirjalik kommentaar/ tagasiside Kalev Kallemetsalt*. Tallinn.
- Kallio, T., Heinla, P., Salujärv, K., Eerola, L., Rähä, A.-K., & Piirsalu, A. (2016). *BALTICCONNECTOR Keskkonnamõju hindamise aruanne*. Gasum Oy.
- Keskkonnaministeerium. (2017). *Eesti seitsmes kliimaaruanne*. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- Keskkonnaministeerium. (2017). *Kliimapolitika põhialused aastani 2050*. Allikas: Envir: [https://www.envir.ee/sites/default/files/kpp\\_2050.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/kpp_2050.pdf)
- Keskkonnaministeerium. (22. märts 2018. a.). *Keskkonnahoidlikud riigihanked*. Allikas: Envir: <https://www.envir.ee/et/keskkonnahoidlikud-riigihanked>
- Keskkonnaministeerium. (2019). *Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2017 National Inventory Report*. Tallinn. Allikas: [https://www.envir.ee/sites/default/files/content-editors/Kliima/Inventuur/nir\\_est\\_1990-2017\\_150319.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/content-editors/Kliima/Inventuur/nir_est_1990-2017_150319.pdf)
- Keskkonnaministeerium. (2019). *Õhusaasteainete vähendamise programm*. Allikas: <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/valisohukaitse/ohusaasteainete-vahendamise-programm>
- Keskkonnaministri määruse „Väljaspool tööstusheite seaduse reguleerimisala olevatest põletusseadmetest väljutatavate saasteainete heite piirväärtused, saasteainete heite seireõuded ja heite piirväärtuste järgimise kriteeriumid“ eelnõu seletuskiri. (19. Detsember 2017. a.). Allikas: Envir: [https://www.envir.ee/sites/default/files/101017mcp\\_seletuskiri.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/101017mcp_seletuskiri.pdf)

- KIK. (2017). *KIK toetab lasteaedade rekonstrueerimist enam kui 12 miljoni euroga*. Allikas: Keskkonnainvesteeringute Keskus: <https://www.kik.ee/et/artikkel/kik-toetab-lasteaedade-rekonstrueerimist-enam-kui-12-miljoni-euroga>
- Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate. (1. Aprill 2019. a.). Allikas: Eesti Teadusinfosüsteem: <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/6bc8120f-9873-44f4-94b1-8dba6edaa298>
- Kopti, M., Punab, H., & Güldenkoh, M. (2015). *Veeldatud maagaasi laevakütusena kasutuselevõtu tehnilise ja majandusliku teostatavuse uuring*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.
- Laaniste, M., Gailan, I., & Raamat, M. (12. märts 2019. a.). *Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+*. Eesti.
- Maaeluministerium. (5. mai 2019. a.). *Eesti maaelu arengukava 2014–2020*. Allikas: Maaeluministeriumi kodulehekülg: <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/uuring-2017-mak-2014-prioriteetid-1-6-aruanne.pdf>
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministerium. (2018). *Eesti riiklik energia- ja kliimakava (REKK 2030)*. Allikas: Euroopa Komisjon: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/estonia\\_draftnecp.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/estonia_draftnecp.pdf)
- Mandel, M. (12. märts 2019. a.). *Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+*. Eesti.
- Mihkla, L. (2019). *Kirjalik kommentaar antud uuringu vahearuandele, eksperthinnang*. Tallinn: Keskkonnaministerium.
- Moltex Energy. (January 2018. a.). *An Introduction to the Moltex Energy Technology Portfolio*. Allikas: [https://www.moltexenergy.com/learnmore/An\\_Introduction\\_Moltex\\_Energy\\_Technology](https://www.moltexenergy.com/learnmore/An_Introduction_Moltex_Energy_Technology)
- New Scientist . (8. May 2019. a.). *Uber and Lyft increased traffic delays in San Francisco by 40 percent*. Allikas: <https://www.newscientist.com/article/2202011-uber-and-lyft-increased-traffic-delays-in-san-francisco-by-40-percent/>
- Piirimäe, K., Pihor, K., Rozeik, H., & Piirits, M. (2017). *Mereala planeeringu alusuuring: merekeskkonna ressurside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudel*. Tallinn: PRAXIS.
- Riigi Teataja. (10. 06 2017. a.). Allikas: Kohaliku omavalitsuse hoolekan-deasutuste hoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107062017003>
- Riigi Teataja. (09. 04 2018. a.). *Lasteaiahoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord*. Allikas: Riigi Teataja: <https://www.riigiteataja.ee/akt/106042018025>
- Rosin, A. (Esitaja). (16. September 2014. a.). *Ülevaade energiasäästlikest ja taastuvenergia lahendustest*. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn.
- Rosin, A., Drovtar, I., Link, S., Höimoja, H., Mölder, H., & Möller, T. (2014). *Tarbimise juhtimine suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs tarbimise juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks*. Tallinn: Elering.
- Schlömer S., T. B. (2014). *Annex III: Technology-specific cost and performance parameters*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate*. Allikas: Annex III: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-iii.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf)
- Soojusmajandus . (8. juuni 2015. a.). Allikas: Majandus- ja Kommunikatsiooniministerium: <https://www.mkm.ee/et/tegevused-eesmargid/energeetika/soojusmajandus>
- Soojuspumba dimensioneerimine. (2019). Allikas: Kliimaseade: <https://www.kliimaseade.ee/abiks-alla/espl/soojuspumba-dimensioneerimine/>
- Statistikaamet. (1. september 2017. a.). *Soojuse bilanss, aasta*. Allikas: Eesti Statistika: <https://www.stat.ee/34175>
- Statistikaamet. (29. Mai 2019. a.). Allikas: Eesti Statistika: <https://www.stat.ee/>
- Statistikaamet. (8. august 2019. a.). *Leibkonnad elukoha ja sooja veega varustatuse järgi*. Allikas: Eesti Statistika: <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?DataSetCode=LET091>
- SW Energia OÜ. (21. veebruar 2017. a.). *Kõige parem viis sooja vee saamiseks*. Allikas: SW Energia: <https://swenergia.ee/soe-tarbvesi/>
- Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut; OÜ Alkranel . (2016). *Eesti merestrateegia meetmekava Eesti mereala hea keskkonnaseisundi saavutamiseks ja säilitamiseks keskkonnamõju strateegiline hindamine*. Tartu-Tallinn.
- Tammiste, L., Poltimäe, H., Kuldna, P., Kallaste, T., Kirsimaa, K., Grünvald, O., & Kuusk, K. (2018). *Nordic Green to Scale for countries*. Helsinki.
- Terrestrial Energy. (2019). *IMSR® power plants are a cleaner and cost-competitive alternative to burning fossil fuels*. Allikas: <https://www.terrestrialenergy.com/technology/competitive/>
- Triikkel, A. (Esitaja). (18. Juuni 2019. a.). *Concepts of CO2 capture and storage*. Hotell Euroopa Konverentsikeskus, Tallinn, Eesti.
- Umbleja, S. (15. 05 2019. a.). *Kaugküte Eestis 2018 ja tõhus kaugküte*. Allikas: Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing: [https://epha.ee/wp-content/uploads/2019/05/SIIM\\_EJKY\\_15052019\\_ettekanne.pdf](https://epha.ee/wp-content/uploads/2019/05/SIIM_EJKY_15052019_ettekanne.pdf)
- Utilitas. (2018). *Utilitas: tõhusa kaugkütte määrgise taga on suurinvesteeringud*. Allikas: <https://www.utilitas.ee/utilitas-tohusa-kaugkutte-maargise-taga-suurinvesteeringud/>
- Vabariigi Valitsus. (2017). *Eesti Energiamaajanduse arengukava aastani 2030*. Tallinn.
- Vali, L. (2013). *Kaugkütte Energiasääst*. Eesti Arengufond.
- Vassiljev, D., Tammist, R., Kruus, M., Siitam, P., Lahtvee, V., Koovit, T., & Pitk, P. (2012). *Taastuvenergia 100% - üleminek puhtale energiale*. Eesti Taastuvenergia Koda.
- Winther, M., & Dore, C. (2017). *Non road mobile machinery 2016*. European Environment Agency.

## Lisa 1. Arvutusmodeli funktsionaalsuse kirjeldus

Arvutusmodel on tööriist, mis aitab hinnata erinevate kliimaneutraalsuse saavutamiseks vajalike meetmete finants-, keskkonna- ja sotsiaalmajanduslikku mõju.

Tööriist on eelkõige mõeldud meetmete isoleeritud mõju analüüsimiseks ning üldjuhul ei arvesta meetmete omavaheliste seostega. Samas on loodud funktsionaalsus, mis võimaldab kuvada erinevate meetmete ter-vikpilti, kuid Kasutaja vastutuseks jääb kontrollida kas kombineeritavate meetmete realiseerimismahud ja ajaraamistik on reaalselt teostatavad. Samuti on meetmete kombineerimisel oluline tulemuste tõlgendamine, kus võib olla erinevate mõjude puhul kattuvusi (nt mõju SKP-le, töökohtadele).

Arvutusmodel koosneb järgnevtest peamistest töölehtedest:

- „Meetmete nimekiri + stsenaarium“ – See tööleht on ühtlasi nimekiri kõikidest meetmetest ja rakendus, mille abil on kasutajal võimalik defineerida oma kliimaneutraalsuse stsenaarium. Samuti on töölehel kuvatud peamised tulemused tabulaarsel ja graafilise kujul, et kasutajal oleks interaktiivselt võimalik näha erinevate muudatuste tulemust.
- „Sisendid eeldused reeglid“ – Töölehel on kuvatud mudeliülesed eeldused, mis mõjutavad rohkem kui ühte meedet.
- „Sektorite graafikud“ – Töölehel on KHG sektoripõhised detailsed investeeingu ja CO2e säästu graafikud
- Meetmelehed – Kokku 57 meetmelehel on kirjas iga meetme arvutuskäigu eeldused, allikad ja tulemused. Samuti on meetmelehtedel kogu arvutuskäik võtmeindikaatorite arvutamisel, sh sotsiaalmajandusliku mõju indikaatoritel.

Kasutajal on võimalik „Meetmete nimekiri + stsenaarium“ lehel muuta üksikute meetmete rakendamise mahtu 0->100% (või ka >100%), rakendamise algus- ning lõppaastat.

Samuti on kasutajal võimalik sellel töölehel valida, kas arvutuskäigu puhul eeldatakse ajas muutuvaid või mittemuutuvaid eriheitetegureid. Ajas mittemuutuvate eriheitetegurite puhul jäävad need näitajad tänasele tasemele. Ajas muutuvate eriheitetegurite korral peegeldavad arvutused paremini energiakandjate süsinikumahukuse vähenemist.

Arvutusmodel ei võta automaatselt arvesse väliseid tegureid nagu EL-i heitkogustega kauplemise süsteemi (EL HKS) ühiku hind, vedelkütuste hinnad, maagaasi hind, elektri hind jms, mis mõjutaksid tavaolukorras meetmete valikut või meetmete rakendamise mahtusid/ajaperioode. Mudel koostatakse püsihindades, mis aitab paremini hinnata reaalset mõju majandusele ja muudab erinevate perioodide näitajad võrreldavaks, samuti on dünaamilise finantsmudeli koostamine seotud suuremate veaohutudega, kuna on seotud täiendavate eelduste ja mudellahendustega. Sellegipoolest võimaldab arvutusmodel sisendhindu meetmete üleselt kergelt muuta.

Mudel võimaldab teatud piirangutega hinnata individuaalselt iga meetmega kaasnevat makromajanduslikku mõju. Makromajanduslik mõju arvutatakse rahvamajanduse sisend-väljund raamistiku abil, mis kasutab aga tänaseid majanduse seoseid tulevikuprognoside tegemisel. Kahjuks ei ole veel leitud head lahendust prognoositavate sisend-väljund tabelite arvutamiseks.

## Annex II. Climate neutrality scenario

Based on the measures analyzed in this study a possible climate neutrality scenario was developed. In order to assess the feasibility of achieving net zero emissions, a “baseline” of projected 2050 emissions was identified using the Baltic Energy Technology Perspective Survey, which was supplemented with expert of different sectors and authors of this report. If the measures analyzed in this study were to be implemented, the total emissions would likely reach 2,25 Mt CO<sub>2</sub> equivalents by 2050 and the emissions from the energy sector would be close to zero. Investments in carbon capture/use (CCS/CCU) technologies are not included in the scenario, but indicative costs and possible solutions for these technologies are reflected in the study.

The scenario is built based on the assumption, that energy security is to a large extent achieved by using local energy capacities without requiring large-scale imports. The modelling tool developed within the study also allows the development of alternative scenarios, such as emissions reduction through a complete decommissioning of oil shale electricity accompanied by the development of renewable energy infrastructure and large-scale energy imports to cover the demand for electricity. While opting for this alternative scenario would potentially reduce the cost of reaching climate neutrality by several billion euros, it raises the question of energy dependency and whether such a high import dependency is socially acceptable, economically desirable or even possible given the developments in the Baltic-Nordic electricity market. Over the next 30 years, all the Baltic-Nordic countries will need to invest significantly in new generation capacity and large-scale imports may not be possible if investments are not being made at a sufficient pace in all neighboring countries. The Estonian system operator Elering has indicated based on an annual analysis on security of supply of electricity, that given the EU regulations, it is increasingly important to conduct regional analyses with system operators in neighboring countries. These estimates should be considered when determining future investment needs and pace.

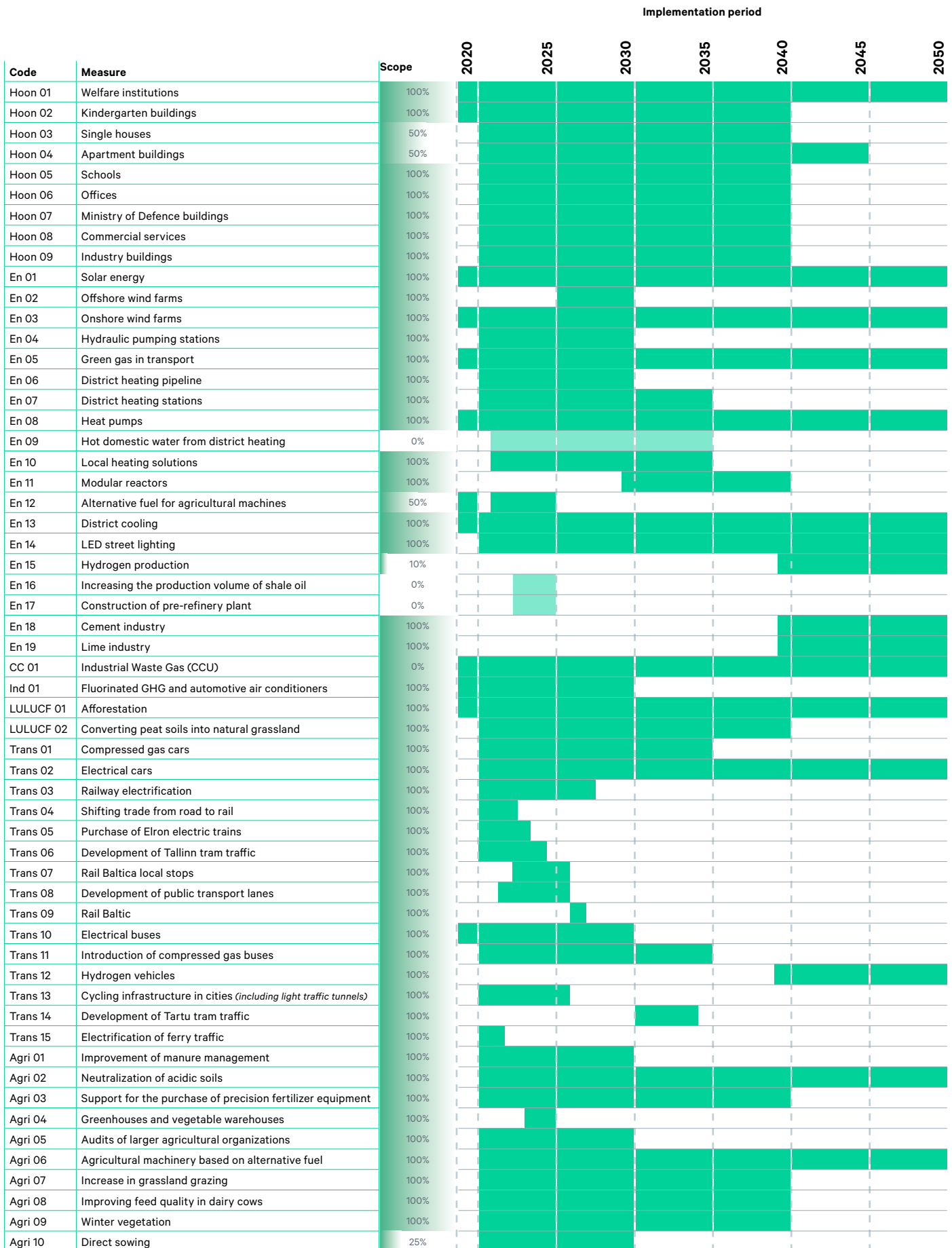
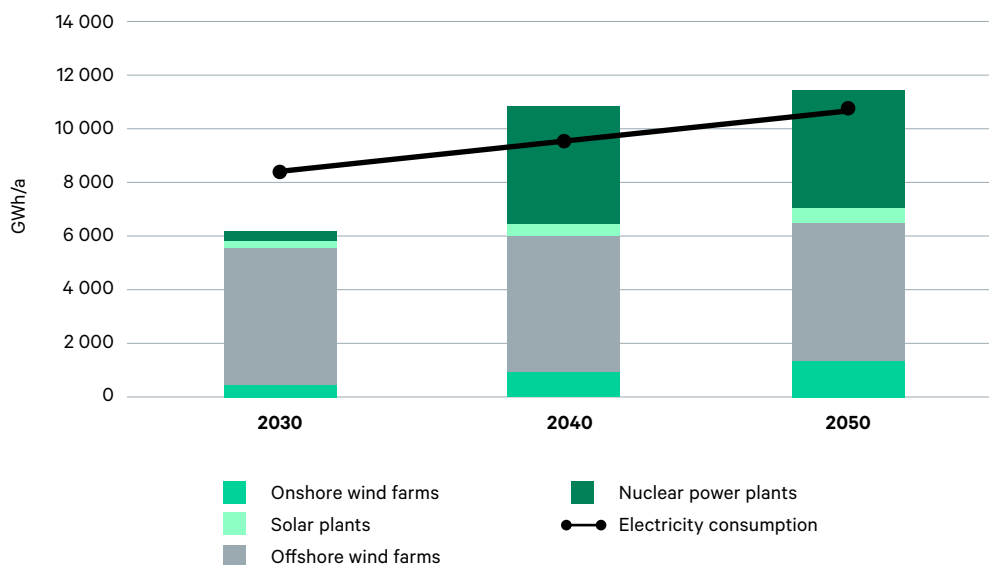


Figure 1. Expected activity volumes and implementation periods for the climate neutrality scenario.

Based on the above, we have compiled a scenario for achieving climate neutrality, for which the main results are presented in Table 1. below:

Activities will result in 2050	
677	MW capacity of installed solar plants
1300	MW capacity of installed offshore wind farms
500	MW capacity of installed onshore wind farms
500	MW capacity of installed pumped storage plants
15000	Cars using compressed gas
3000	Compressed gas trucks
504 000	Vehicles that use electricity
101 000	Hydrogen powered vehicles
866	GWh, electric car consumption (primary energy efficiency 2,5 times better)

**Table 1. Volumes of energy sector infrastructure and fleet, resulting from the assumptions of the climate-neutral scenario.**



**Figure 2. Carbon-free electricity generation from the assumptions of the climate-neutral scenario 2030-2050**

The implementation of this scenario would cover the projected 10.8 TWh of electricity consumption estimated in the BENTE analysis from domestic capacities. Renewable energy with balancing capacity could cover about 8.6 TWh.

The scenario also identified the expected implementation period for each measure. Measures that are technologically and economically viable, ready to be used and address significant emission sources, need to be implemented immediately. The measures that are likely to require technological development or a more accurate assessment of regulatory and economic risks in the future, should be implemented in later decades. In the scenario, the expected change in specific emissions factors (or average GHG emissions) was calculated based on the rate of implementation of measures. As a result of the reduction in GHG emissions, the cost-effectiveness of some measures (e.g. energy savings in buildings) also began to decrease as the energy saved by these measures is expected to be cleaner in the future and therefore each unit of energy saved has a smaller GHG reduction effect. This, however, does not mean that these activities should be disregarded in the future due to the decreased savings potential, as they also encompass several co-benefits, such as improving indoor climate in buildings, helping to reduce the need to invest in new production capacities, bringing economic savings in fuel costs etc.

			2020	2030	2040	2050
Electricity	Primary energy emission factor for non-renewable energy sources	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,36	0,36	0,36	0,36
	Average efficiency of conversion from primary energy to electricity		36%	36%	36%	36%
	Share of non-renewable energy sources in electricity generation		83%	50%	10%	0
	Average emission factor for electricity in the grid	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,83	0,50	0,10	0
Heat	Primary energy emission factor for non-renewable energy sources	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,22	0,20	0,20	0,20
	Average efficiency of conversion from primary energy to heat		80%	80%	80%	80%
	Percentage of heat generation from non-renewable sources		45%	37%	20%	7%
	Share of district heating in heat supplied to buildings		55%	60%	60%	60%
	Average specific emission factor for heat supplied to buildings	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,12	0,09	0,05	0,02
Buildings (electricity and heat)	Average emission factor for total energy delivered to the building	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,33	0,21	0,06	0,01
Fuels	Average primary energy specific emissions factor for liquid fuels (10% biofuels)	t CO <sub>2</sub> ekv/MWh	0,24	0,24	0,24	0,24

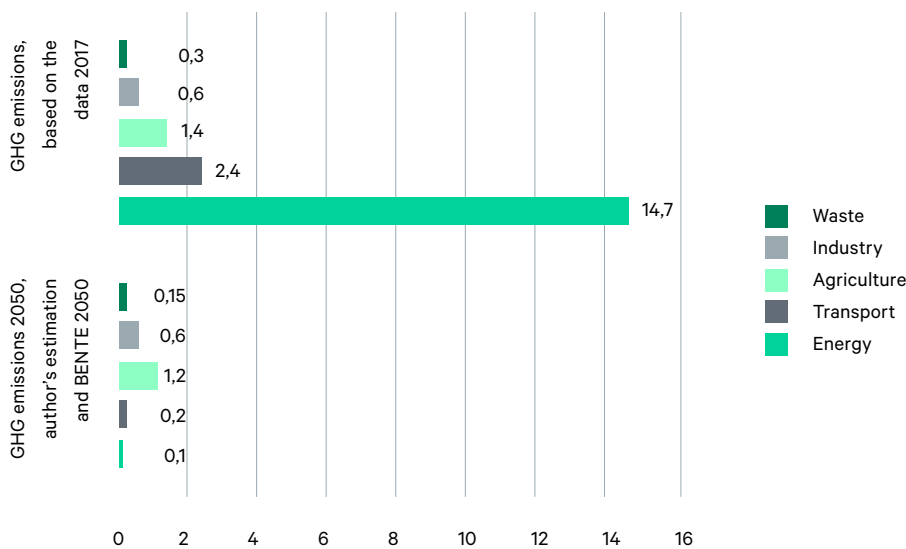
**Table 2. Changes in the estimate specific emissions factors and other energy system parameters for the 2020-2050 scenario**

The volumes which need to be implemented and the investments that these volumes entail, are also calculated in the scenario. Some of these investments will be made any way due to regulatory pressures (EU Directives, Emissions Trading Scheme), while others require the development of regulatory frameworks, financial incentives, human capital and supporting investments favorable to research and development. This analysis does not prescribe which measures should be taken to ensure the achieving of the fulfilment of this scenario. Rather, it is designed to showcase the magnitude of the changes and investments needed to achieve climate neutrality and the socio-economic impact it entails. The next step for the government, is to discuss and agree upon with social partners on the key actions needed for ensuring the implementation of those activities in all areas. This is due to the lack of regulatory and financial incentives or knowledge and skills impede with the successful implementation of some measures.

### Impact of investments on GHG emissions reduction

Reaching a climate-neutral Estonia (where net greenhouse gas emissions have been reduced to zero or below) by 2050 is technically feasible and, with strategically wise investments, profitable in the long term in all areas, both private, public and non-profit. Most of the measures analyzed in the report are needed to meet the already agreed upon target of -80% GHG reduction. Thus, a fundamental acceleration of the pace of the implementation of activities is required. The existing measures are insufficient to not only reach climate neutrality by 2050 as described in this study, but also to reach the target of -80% GHG emissions by 2040.

In order to assess the feasibility of achieving net zero emissions, a baseline, which shows the likely emissions trajectory for 2050, was identified. For the development of a baseline, the Baltic Energy Technology Perspective Survey was used, supplemented by assessments by experts in the field and authors of the study at hand. If the measures in the analysis are implemented in full, the total emissions in 2050 are projected to reach of 2.25 Mt CO<sub>2</sub> equivalents, with energy sector contributing close to zero emissions. Investments in carbon capture / use (CCS / CCU) technologies are not included in the possible scenario, but indicative costs and possible solutions for these technologies are reflected in the work.



**Figure 3. Reduction of GHG emissions required to achieve the objective of climate neutrality**

In the year 2050, the emissions in the energy sector will originate from some low-emission production capacities, which are used to balance energy grids (e.g. gas-fired district heating boilers). In the transport sector, the emissions originate from heavy transport, shipping, maritime and agricultural machinery that have not been converted to run on alternative fuels. In agriculture, half of the emissions arise from livestock farming (animals, manure management) and the other half from fertilizer use. The emissions in the industrial sector originate mainly from processes (mainly the cement industry) and are projected to stay at the same level. The emissions in the waste management sector in 2050 will be decreased by half of 2017 emissions due to waste recycling and the reduction in waste volumes.

The LULUCF sector will be addressed as part of carbon sequestration. The main measures for capturing GHG emissions are afforestation, conversion of peat soils to natural grasslands and liming of soils. These measures can remove approximately 1,6 Mt of CO<sub>2</sub> equivalent of emissions. The remaining 0,65 Mt CO<sub>2</sub> equivalent will possibly be sequestered through strategic forestry policy. By fully implementing the afforestation measure and by regulating felling targets, it is possible to achieve net zero emissions by 2050, as the current data suggests that those measures combined would allow to remove approximately 4 Mt CO<sub>2</sub> equivalents in 2050. The strategic objectives in the forestry sector should in this case take into account that:

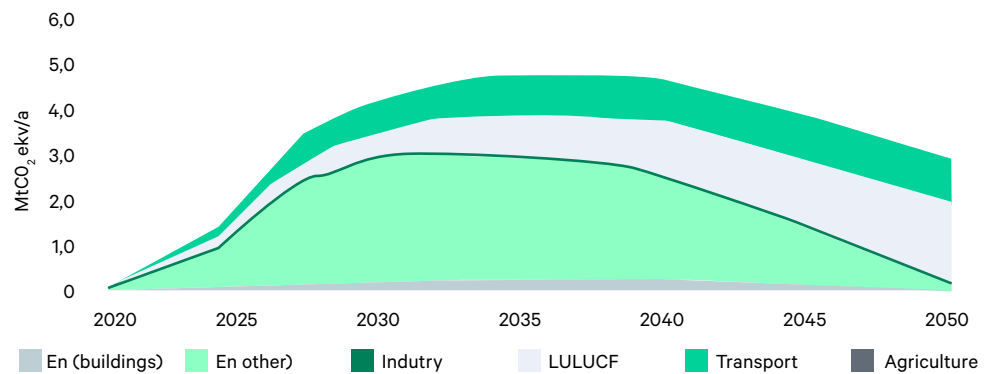
1. During the first two decades, felling volumes should decrease to about 10 million cubic meters per year;
2. During 2040-2050, annual felling rates should be around 8 million cubic meters per year;

At the same time, the the total forest reserves are decreasing.

This does not take into account the carbon capture potential offered by CCS/CCU technologies available in 2050.

Figure 4 shows the dynamic reduction of GHG emissions in the period of 2020-2050. The emission factors have been calculated for each decade. Thus, the impact of the GHG emissions reduction investments made at the beginning of the period will decrease towards the end of the period. The volume of the LULUCF sector in the figure is the capturing of GHG emissions, i.e the sequestering effect of activities started in 2020 will become apparent towards the end of the period.





**Figure 4. Reduction of GHG emissions over time by each sector.**

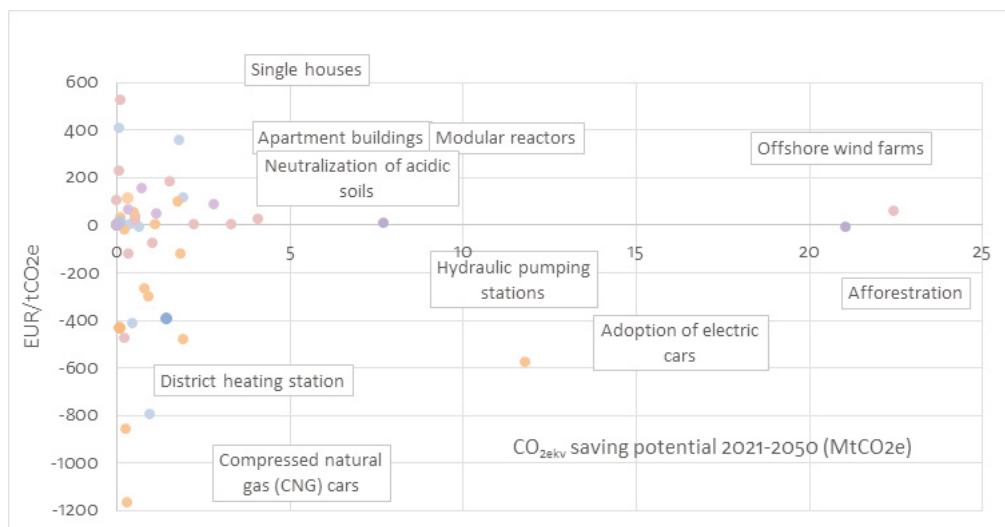
GHG emission reductions are presented based on fixed point emission factors, hence the marginal cost curves present a mixture of measures, which can be combined with different policy options. At the request of the customer, the authors have replaced the fixed emission factors and the conventional marginal cost analysis with a more dynamic model that calculates the emissions factor at the beginning of each decade based on the activities and assumptions of the previous decade. The calculation model allows to use the static emission factors in parallel.

This analysis enables the effects of activities and the reduction of GHG emissions to be presented over time. As the initial assignment was to map the measures for reduction, the consumption curve has not been prepared on a similar basis, it is not possible to present a final graph showing the reduction of the consumption over time.

Figure 5. illustrates the GHG reduction potential of each activity and its associations with dynamic emission factors and cost-effectiveness. As emission factors are decreasing over time, activities with a higher GHG reduction potential should be launched earlier in the 2020-2050 period. The GHG reduction potentials shown in the figure are the sum of the annual GHG reductions over the analyzed period.

The 2020-2030 period is characterized by a much larger investment volume than other periods. Investments into energy efficiency in the early phase brings rapid impacts and cost savings, since it is also reducing the need for investments in low-carbon energy sources. There are several areas with high energy saving potential in the buildings sector: residential buildings, offices, retail space, industrial buildings, farms, publicly owned buildings in different government domains. The potential for saving energy has also been mapped in the transport sector and in industrial processes.

Reducing the carbon intensity of energy carriers is a long-term process and should therefore start in the beginning of the 2020-2050 period. In the coming years, there is a need for the acceleration of the development of wind and solar energy systems, encouraging the uptake of EVs in transport sector, continuing the support for biomethane production and supporting the development of hydrogen technologies to further reduce the carbon intensity of energy carriers.



**Figure 5. Cost-effectiveness of measures (y-axis) and cumulative GHG emission saving potential over the period 2020-2050 (x-axis). Measures of negative value generating gross social income (GNI).**

Due to the time-consuming nature of creating the structural change in the transport sector, the greatest impact of GHG reductions can be achieved by taking early action, including steps towards reaching the set target of -80% GHG reduction by 2040. Given that around 700,000 vehicles will be in use in 2050, about 500,000 of them should be electric, 100,000 hydrogen vehicles, and the rest should be with internal combustion engines that use biofuel. In 2018, there were about 50 thousand new vehicle registrations in Estonia, of which 26 thousand were new vehicles. Thus, about half of the yearly initial registrations of vehicles should be alternative-fuel vehicles. The widespread introduction of vehicles should be preceded by the establishment of the necessary refueling infrastructure.

Regarding carbon sequestration, it is necessary to start research and implementation activities as soon as possible. In order to have an impact in 2050, strategic decisions need to be made at the beginning of the 2020-2050 period and implementation should be monitored throughout the period to ensure coherence with other public sector strategic plans.

**The period between 2030-2050** is associated with much greater uncertainties, but it is possible to highlight some trends and choices that lie ahead.

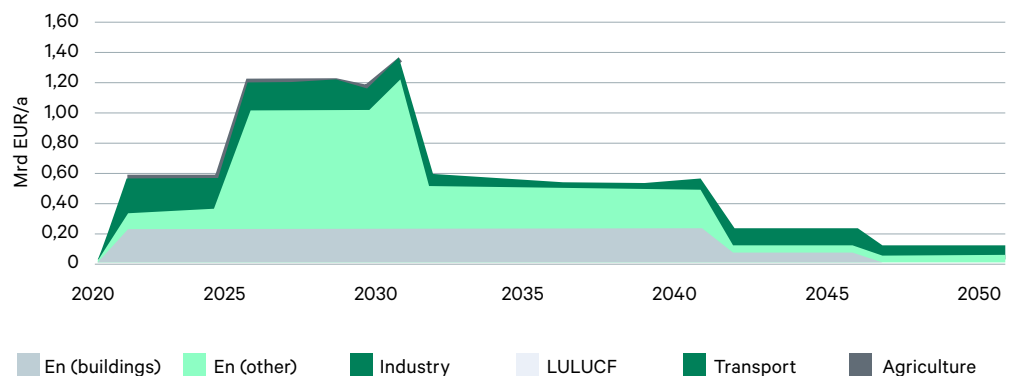
Given the development of the Nordic-Baltic electricity market, climate neutral base load capacity and additional balancing capacity are likely to be needed in the future. Without the addition of balancing power (either in Estonia or the Baltic-Nordic region), it is most likely not possible to fully integrate the renewable energy capacities projected in the scenario. Co-operation and co-ordination between transmission system operators throughout the region is therefore essential to ensure the reliability of the electricity systems in the region (including very high levels of renewable electricity capacity) and efficient functioning of electricity markets. Based on the analyzed activities, domestic electricity generation and consumption will produce and use 7.2 TWh of energy from natural energy sources (solar and wind) by 2050. This baseline is compensated by a pump-hydro storage plant with a capacity of 500 MW and an annual production of 1.5 TWh. The domestic energy consumption is expected to be 10.8 TWh, which means that 2.1 TWh (19.4%) of projected domestic consumption is not covered by these sources. Accordingly, the investment also foresees a possible construction of a modular reactor, but this can be generalized as a necessary investment in base load energy production, which doesn't necessarily have to be based on nuclear fuel.

In the second half of the period, in order to reduce the last few tons of GHG emissions, further action is needed in the transport, agricultural and industrial sectors. Although the measures have a smaller impact and are less cost-effective, they are still needed for achieving the goal of climate neutrality. It is also estimated that the installation of some carbon capture technologies is required to avoid the cost of emitting GHGs.

## Volume and distribution of investments

Analyzing the socio-economic impacts of the measures in this study, were as important as analyzing the impacts of investments on khg emissions. Baseline data for each measure was collected to model the potential financial and GHG emission impact. The direct change in the cost and income (including investments) and the change in GHG (CO<sub>2</sub> equivalent) emissions from the implementation of the measure for the 2020-2050 period (for some measures up to 2060) was modeled. The measures' impact on GDP and labor costs was analyzed based on the National Input-Output Framework. Impact on GDP and employment was either direct, indirect or induced (concomitant).

Based on the data available today and the assumptions made in the study, the total investments needed for the implementation of the measures is approximately EUR 17.3 billion. This volume assumes the full implementation of 85% of the measures, and a partial, or no implementation of the remaining 15%.



**Figure 6. Yearly and sectoral investments, billion euros (61.8 million euros calculated for investments in 2020).**

The perceived volume of the investments is not additional compared to the existing 80% reduction target. The achievement of the 80% reduction target requires a substantial investment in the energy sector, energy efficiency and transport sector between 2020 and 2030 and the period leading up to 2050, these necessary investments are already part of the total investment volume of EUR 17.3 billion.

Other assumptions and baselines may lead to a different estimation of the costs of the required measures. It should also be noted that both the cost of technologies and other relevant variables will change over the 30 year period, hence it is an indicative estimation which needs to be updated as data improves, using the modelling tool developed in the study.

In order to achieve the goal of climate neutrality, it is necessary that both the private and public sectors, including all ministries, local governments, sectors and all natural and legal persons contribute, and it requires changes in both levels of production and consumption. A total of 17.3 billion EUR is expected to be invested in the analyzed measures, with the private sector investing the majority of approximately EUR 13.1 billion. Investments which fall under the public sector's responsibility amount to approximately EUR 4.2 billion. Combined, the annual private and public investments would amount to about 4% of GDP over the next decade (on average 982 million EUR per year) and decreasing thereafter to around 2% in 2031-2040 (on average 566 mln EUR per year) and less than 1% (on average 184 million EUR per year) in 2041-2050.

Based on the comments from the ministries and assumptions of the authors', it is conditionally possible to divide investments between the public sector and the private sector (Table 3.). The involvement of the public sector does not necessarily indicate the need for governmental support but means that the investment is made by a public sector organization, for example a local government investment into the reconstruction of a schoolhouse. Table 3. below summarizes and visualizes the proportional distribution and overall volume of the investments.

The largest investment needs lie within the power generation sector (offshore wind farms 3.9 billion EUR and modular reactors 2.2 billion EUR), with an approximate share of 90% arising from the private sector. Without taking into account these respective investments, the private sector's total investment volume would be 6.4 billion EUR and the proportions of investments between the public and private sector would shift to

40% and 60% respectively. It is important to bear in mind that the realization of these investments depends upon the establishment of an appropriate supporting regulatory and financial framework, without which the investments will not be made.

	Public sector (million EUR)	Private sector (million EUR)
Buildings	1 534	3 754
Energy	681	7 945
Transport	1 736	1 374
Industry (processes)	-	4
Agriculture	88	44
LULUCF	155	-
TOTAL	4 194	13 121
Share (%)	24%	76%

**Table 3. Indicative breakdown of investments between public and private sectors.**

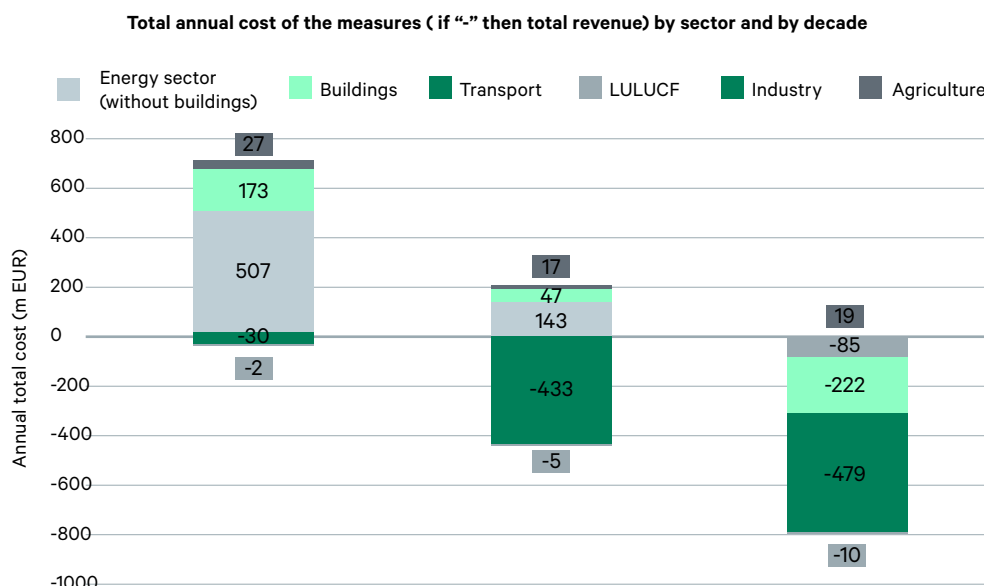
In addition to creating additional jobs during the implementation of the measures, achieving the objective in the long term will also provide the opportunity to improve the competitiveness of the economy and restructure it in order to be better prepared for future developments.

Strategic investments in the next decade support innovation and the creation of new, high value-added jobs in low-carbon sectors and prevent the development of technical expertise bottlenecks (e.g. lack of necessary specialists) by contributing to the development of human capital.

Structural changes in the economy are a natural process, and the proposed (and other supporting) measures can be designed in a way to ensure long term positive impact on direct income and expenditure, GDP and employment.

### Socio-economic impacts of the investments

Calculations of the socio-economic impact of the investments showed that the life-cycle weighted average marginal cost of the measures (reduction in ton CO<sub>2</sub> equivalent divided by net cost) is broadly negative, i.e. that revenues outweigh the costs. However, direct costs calculations show that (cash flow) costs are higher than revenues in the first decade of the period (2021-2050). This will change in the following decades when the operating income of the measures starts to outweigh the operating costs and investments, so all in all the revenues are higher than the costs.

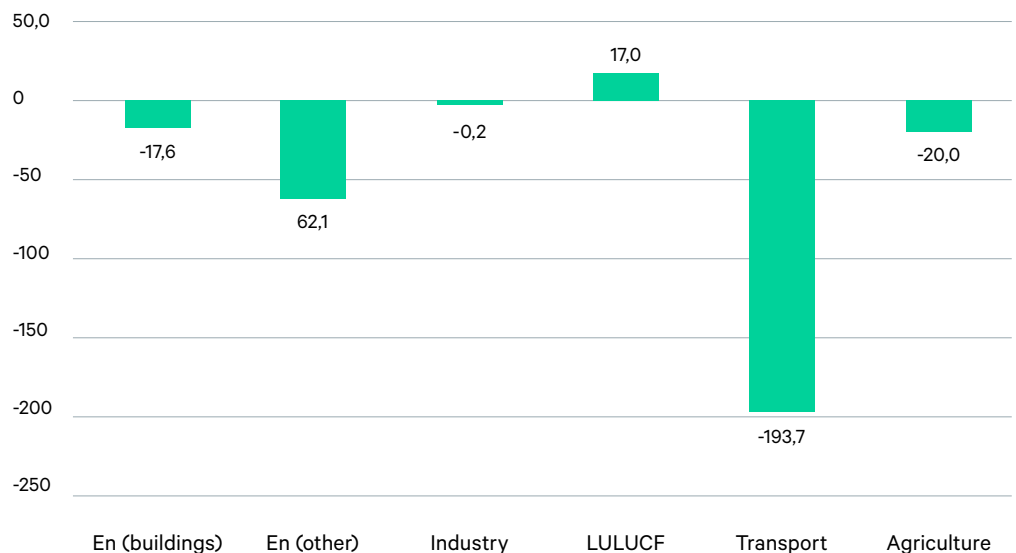


**Figure 7. Total annual cost of measures (if “-” then total revenue) by sector and by decade.**

As a result of the analysis, two types of activities were identified: activities that generate savings, e.g. activities that are self-profitable, and activities that entail additional costs. The cost of the measures changes as the price of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) rises. As a result, activities considered as cost-effective, can become profitable. In the case of cost-effective measures where the driving force is the change in regulation, the public sector plays the key role.

Socio-economic impacts which arise from the implementation of the measures, cannot be automatically aggregated, since the effects of the measures are calculated independently, and the simultaneous application of the measures may create interactions and feedbacks which are difficult to calculate. However, the summarization of the results of the socio-economic impacts indicates the direction and extent of the possible effects.

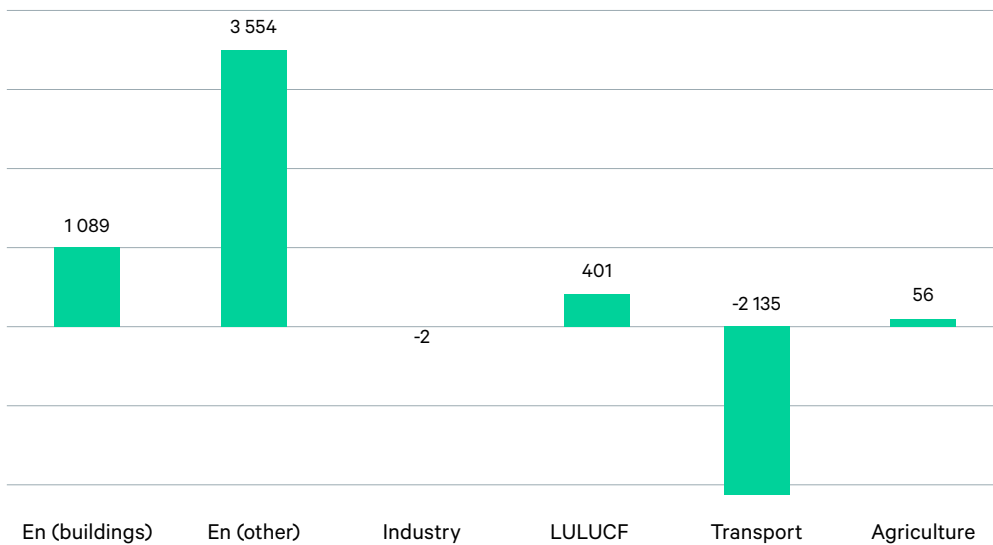
In terms of GDP, the impact of the measures is predominantly negative (Figure 7), although the impact on Estonia's GDP is modest (ca 10%). The main contributor to GDP change is the reduction of carbon intensity in the transport sector, yet the associated potential reduction of tax revenues can also be considered as a risk for the government. Transport has a major impact on the GDP through the reduction of state tax incomes (excise duties in particular), and thus on total state revenues, which outweighs positive effects (such as the positive impact of increased purchasing power or use of local fuel).



**Figure 8. Average annual GDP change by economic activity, EUR million**

The negative impact of energy efficiency in buildings on the GDP occurs through the reduction of costs and activities in the heating sector, which outweighs other, predominantly positive effects (investments, increase in purchasing power). In other energy sectors, the main source of negative impact is the decline in oil shale energy and the resulting economic impacts.

The impacts on employment can be divided to total impact (see Figure 8) and direct impact. The total impact was determined based on the direct, indirect and induced (derived) effects on the economy. In the calculations, employee compensation coefficients (estimated to be spent on labor costs from changes in output and induced final consumption) and the average wage in Estonia were used, as it is not possible to differentiate activities by calculating the total impact.



**Figure 9. Jobs (total impact) annually by sector**

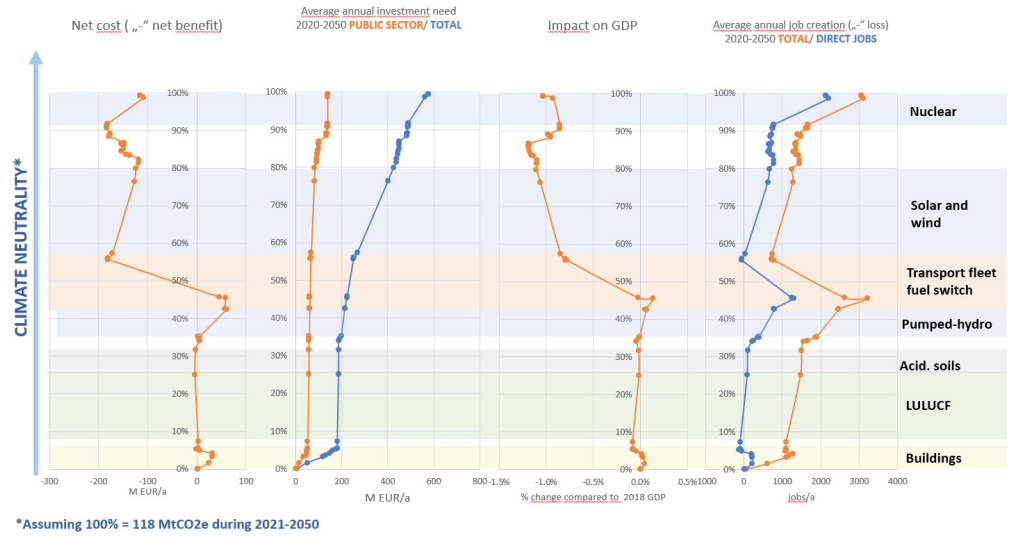
The short-term positive impact on employment occurs in the investment phase and is mostly related to construction, machinery and equipment installation, but also the retail trade (e.g. electric cars and other expensive vehicle sales) and IT solutions (new parking systems etc.). When investments lead to a reduction in the volume of activities (e.g. heating of buildings, fuel consumption, electricity generation, etc.), it will have a long-term negative impact on employment and GDP, which is a natural process associated with the shift towards capital-/technology-/knowledge-intensive economic activities. The measures analyzed in this study are directly related to investments in the deployment of different technologies. However, international experience has shown that when investments into human capital development and research and development activities occur simultaneously, it is more likely to create high value-added knowledge-intensive jobs at a higher pace.

The impact on different regions is highly dependent on sector concentrations in the area. As an example, when a measure aims at reducing electricity production, it will consequently primarily affect the oil shale sector in Ida-Virumaa. However, as the production of renewable energy (wind, solar) increases, the regional impact distribution cannot be evaluated. Instead of increasing electricity imports (to replace oil shale electricity), the model assumes investments in on-site production to ensure energy security and security of supply close to current levels.

It is also difficult to assess the regional impact for sectors that are more mobile. For example, if a building service is required to make an investment, the impact may not be regional. To a certain extent, the regional impact can also be assessed through the location of the implementation. For example, a district cooling measure is only feasible in Tallinn, Tartu and Pärnu, and the impact on employment should also mainly occur in these locations.

The permanence and duration of the impacts depend primarily on the nature of the action. Generally, the direct effect of the cessation of production (e.g. oil shale energy) is long-term. In the case of new production, the positive impact of the investment on employment is relatively short-term and the impact of investments made for further management of the production is long-term, depending on the life of the investment (maximum life expectancy up to 50 years).

### Assessment of the cumulative impact of the measures



**Figure 10. Cumulative impact of the measures on the different volumes to reach the climate target. The measures are ranked according to the authors’ assumption based on the order of their implementation.**

The assessment of the cumulative impact of measures provides an overview of the path to climate neutrality. In order to present the cumulative effect, the authors have assumed a sequence of measures that prioritizes the implementation of already existing and more tangible measures first, and measures with a longer realization period later. Accordingly, Figure 10. shows, that reducing the first 50% of greenhouse gases on the path towards climate neutrality is likely to have a marginal impact in terms of total costs and GDP, but a significant positive impact in terms of jobs. In order to achieve the first 50% reduction in GHG’s, most of public sector investments are concentrated into the energy efficiency sector to develop supporting measures for building renovations, while the other measures in the early implementation category have low investment needs. The graph also shows that measures aimed at carbon-free electricity generation (solar plants, wind farms, modular reactors) and fuel switching measures in the transport sector (in particular the widespread introduction of electric cars) have the greatest impact on all indicators and GHG reductions.

---

## Contact us

### SEI Stockholm and SEI HQ

Linnégatan 87D Box 24218  
104 51 Stockholm Sweden  
Tel: +46 8 30 80 44  
info@sei.org

#### Louise Karlberg

Centre Director

### SEI Africa

World Agroforestry Centre  
United Nations Avenue  
Gigiri P.O. Box 30677  
Nairobi 00100 Kenya  
Tel: +254 20 722 4886  
info-Africa@sei.org

#### Stacey Noel

Centre Director

### SEI Asia

15th Floor Witthyakit Building  
254 Chulalongkorn University  
Chulalongkorn Soi 64, Phayathai Road  
Pathumwan Bangkok 10330 Thailand  
Tel: +66 2 251 4415  
info-Asia@sei.org

#### Niall O'Connor

Centre Director

### SEI Tallinn

Erika str 14 10416  
Tallinn Estonia  
Tel: +372 627 6100  
info-Tallinn@sei.org

#### Lauri Tammiste

Centre Director

### SEI Oxford

Florence House 29 Grove Street  
Summertown Oxford  
OX2 7JT UK  
Tel: +44 1865 42 6316  
info-Oxford@sei.org

#### Ruth Butterfield

Centre Director

### SEI US Main Office

11 Curtis Avenue  
Somerville MA 02144-1224 USA  
Tel: +1 617 627 3786  
info-US@sei.org

#### Michael Lazarus

Centre Director

### SEI US Davis Office

400 F Street  
Davis CA 95616 USA  
Tel: +1 530 753 3035

### SEI US Seattle Office

1402 Third Avenue Suite 900  
Seattle WA 98101 USA  
Tel: +1 206 547 4000

### SEI York

University of York  
Heslington York  
YO10 5DD UK  
Tel: +44 1904 32 2897  
info-York@sei.org

#### Lisa Emberson

Centre Director

### SEI Latin America

Calle 71 # 11-10  
Oficina 801  
Bogota Colombia  
info-LatinAmerica@sei.org

#### David Purkey

Centre Director