

2035



**TAL
TECH**

KLIIMANEUTRAALSE TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI TEEKAART 2035

Autorid

Teekaardi koostamise töörühma juht: prof Jarek Kurnitski

Teekaardi projektijuht ja toimetaja: Helen Sooväli-Sepping

Teekaardi juhtrühm: prof Erkki Karo, prof Jarek Kurnitski, prof Kati Kõrbe-Kaare, Kristel Vene, Helen Sooväli-Sepping

Teekaardi tehniline toimetaja: Helena Kuivjõgi

Teekaardi temaatilised töörühmad

- **Õppetöö ruumivajadused ja õpikeskonna areng aastani 2035:** Betra Leesment, prof Kimmo Lylykangas, üliõpilasesindus
- **Ülikooli hoonete energiatõhusus, ehitus ja renoveerimine:** Riina Uska, prof Jarek Kurnitski, Helena Kuivjõgi, prof Ergo Pikas, prof Targo Kalamees
- **Energiatootmine ja salvestamine ning roheenergia:** prof Ivo Palu, Victor Astapov
- **Andmepõhine energiajuhtimine ja energia-paindlikkus:** prof Eduard Petlenkov, prof Martin Thalfeldt, prof Argo Rosin
- **Liikuvuse meetmed, prognoosid ja liikuvus-andmete kogumine:** prof Kati Kõrbe, Tanel Jairus, emeriitprof Dago Antov
- **Sisseostetud teenused / ESG ning rakedamine ülikooli juhtimisstruktuuris:** Merle Ojasoo, Madis Margus, prof Erkki Karo, Helen Sooväli-Sepping
- **Toitlustamine ülikoolis:** Kristel Vene, Kerli Kirsimaa, Kirke Laanemaa, Bashir Bashiri
- **Andmekogumise arendus ja automatiseerimine:** Kaja Kuivjõgi, Reijo Karu

2025

Tallinna Tehnikaülikool

Telefon: 620 2002

E-post: info@taltech.ee

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn



SISUKORD

EESSÕNA	5
KOKKUVÕTE	6
1. KLIIMANEUTRAALSEKS PÜRGIV ÜLIKOO	8
2. KLIIMANEUTRAALSE ÜLIKOO LI DEFINITSIOON	11
3. KLIIMANEUTRAALSUSE TEEKAART	13
3.1 Koondtulemused mõjualades 1-3	15
3.2 KHG-heite koondtulemused mõjualades 1 ja 2	17
3.3 Võtmenäitajad rohestrateegia rakenduskavas	18
4. PÕHIVALDKONDADE ÜLEVAADE	19
4.1 Ülikooli hooned ja energia	20
4.1.1 Tallinna Tehnikaülikooli õpperuumide ülevaade	20
4.1.2 Hoonete kirjeldus ja energiatõhususe olukord aastatel 2023–2024	22
4.1.3 Hoone- ja energiavaldkonna analüüsi metoodika	24
4.1.4 Hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumid	28
4.1.5 Tulemused	30
4.1.6 Järeldused ja meetodid	35
4.2 Liikuvus	37
4.2.1 Liikuvuse hetkeseis	37
4.2.2 Metoodika	39
4.2.3 Tulemused	40
4.2.4 Stsenaariumid ja meetmed	42
4.3 Sisseostetavad tooted ja teenused	45
4.3.1 Andmed	45
4.3.2 Metoodika	45
4.3.3 Tulemused	47
4.3.4 Näitlikustavad meetmed keskkonnasõbraliku tarbimise soodustamiseks	50

4.4	Toitlustus	52
4.4.1	Ülikooli toitlustus	52
4.4.2	Toitlustuse stsenaariumid	55
4.4.3	Metoodika	57
4.4.4	Tulemused	59
4.4.5	Järeldused ja meetmed	60
5.	KOKKUVÕTE MEETMETE KOHTA	62
LISA 1		65
LISA 2		67
LISA 3		70



EESSÕNA

Kliimaneutraalne Tallinna Tehnikaülikool 2035 on ülikooli pika plaani üks osa. Ülikooli arengusuunda iseloomustab täielik tulevikukindlus. Euroopa tipp-tehnikaülikoolide EuroTeQ võrgustiku liikmena jagab ülikool veendumust, et puhas kasv ja üleilmne konkurentsivõime on saavutatav kõrgetasemelise teaduse, uenduslike tehnoloogiate ja inseneerial põhinevate uuenduste abil. Oma pühendunud teadlaskonnaga aitame luua kestlikku ühiskonda ning suurendame ülikooli mõju ja nähtavust nii Eestis kui ka rahvusvaheliselt.

Tehnikaülikool on viimastel aastatel pööranud õppetöös rohkem tähelepanu tööturu jaoks vajalike roheoskuste ning kestlikkust suurendavate pädevuste lõimimisele õppekavadesse. Teadusvaldkondade võimestamisel edendame valdkondadevahelisi algatusi ning kutsume ellu tulevikutehnoloogiatesse panustavad fookustippkeskused.

Ülikool on välja arendanud kasvuhoonegaaside arvutamise meetodika, mida on hõlbus kasutada kõigil avalik-õiguslikel asutustel.

Kliimaneutraalse ülikooli teekaart on teadlaste ja tugitöötajate kaasabil loodud ülikooli arenguks vajalik juhtimise töövahend. See võimaldab andme- ja teadmispõhiselt koostöös teadlastega välja töötada otstarbekamad

ja majanduslikult säästvamad uuematel tehnoloogiatel põhinevad keskkonnateadlikud lahendused. Ülikool vajab nii organisatsiooni kui ka linnakuna juhtimiseks pikka ettemõtlemist, et ellu viia julgeid ja tulevikukindlaid ideid ning muuta õppe- ja teaduskeskkond säästlikumaks ja kasutajasõbralikumaks.

Teadmised ja oskused on ülikooli vundament – neile ehitame jätkusuutliku ülikooli. Mente et manu!

Tiit Land
Tallinna Tehnikaülikooli rektor

KOKKUVÕTE

Tallinna Tehnikaülikooli soov on olla oma tegevusvaldkondade kaudu ühiskonnas roheinnovatsioonile ning madala süsinikujalajäljega majandusele teedrajav ülikool. Vastavalt ülikooli arengukavale 2021–2025 on ülikooli üks eesmärk saavutada kliimaneutraalsus aastaks 2035. Selle eesmärgi täitmiseks vajalike tegevuste jaoks asutati teekaardi koostamise töörühm, mille töö tulemusel sündis käesolev ülikooli kliimaneutraalsuse teekaart.

Teekaart annab põhjaliku ülevaate ülikooli kasvuhoo- negaaside heite (KHG-heite) kohta aastatel 2023–2024 ning toob välja võimalikud stsenaariumid, kuidas saavutada kliimaneutraalsus. Ülikooli KHG-heidet ehk süsinikujalajälge arvestatakse kolmes mõjualas. Mõjuvalad 1 ja 2 on seotud linnakute asukohaga ning ülikooli tekitatavate otseste ja energiakasutuse kaudsete KHG heitkogustega. Mõjualasse 3 kuulub muu kaudne heide, mis tekib ülikooli igapäevategevuse tulemusel.

Teekaardi loomisel koostati kõikides kesksetes valdkondades vähemalt kolm stsenaariumi, et eristada KHG-heite vähendamise majanduslikku ja tehnilist potentsiaali ning välja pakkuda parimad võimalikud parendustegevused. Stsenaariume koostasid valdkonnaekspertide töörühmad, kes töötasid välja erineva ambitsioonikuse taseme ja maksumusega tegevused, mille alusel on võimalik seada KHG-heite vähendamise eesmärgid.

Enne teekaardi koostamist töötati välja ülikooli kasvuhoo- negaaside arvutamise meetoodika ning 2023. aastal tehti esimene kasvuhoo- negaaside inventuur¹. Selle järgi oli aastal 2022 ülikooli KHG-heide ehk jalajalg 27 400 CO₂ ekvivalenttonni (2,53 tCO₂e/in). Teekaardi koostamise käigus vaadati üle KHG-inventuuri meetoodika ning täpsustati andmeallikaid. Selle tulemusena võeti ülikooli kliimaneutraalse teekaardi algtasemeks 2024. aasta KHG-heide 23 719 CO₂ ekvivalenttonni (2,17 tCO₂e/in).

Algtaseme KHG-heide jaotub valdkondade vahel järgmiselt: hooned 42% (energia, uusehituse ja renoveerimise ehitustooted); sisseostetud tooted ja teenused 29% (tarvikud, seadmed, IKT, üritused, kirjandus, tervis-

hoid jne rahalise mahu järgi); liikuvus 28% (igapäevane liikumine ülikooli ja tööreisid); toit 1% (toitlustus ülikoolis).

Kliimaneutraalsuse poole liikumiseks vaadeldakse teekaardis kolme võimalikku koondstsenaariumi, mis on kombineeritud hoonete, liikuvuse, teenuste ja toitlustuse stsenaariumide alusel: tagasihoidlik, uuenduslik ning maksimaalne võimalik kliimaneutraalsuse stsenaarium.

Tagasihoidlikus stsenaariumis eeldatakse, et ülikoolis jätkuvad senised tegevusviisid ning ülikooli jalajälge teadlikult ei mõjutata – jalajälje muutus sõltub peamiselt väliskeskkonna arengust (nt üleminek rohelisele energiale) ning tehakse hädavajalikke otsuseid, nagu hoonete renoveerimine ja uute riiklike rohejuhiste rakendamine.

Uuenduslik stsenaarium on ambitsioonikamate eesmärkidega – eelarve võimekuse raames vähendatakse ka süsinikujalajälge. Selle stsenaariumi tulemusel võiks ülikooli KHG-heide väheneda igal aastal ligikaudu 3–5%. Maksimaalse võimaliku kliimaneutraalsuse stsenaarium eeldab, et hooned renoveeritakse (ligikaudu 10% hoonefondi pindalast aastas), toitlustuses vähendatakse süsinikujalajälge ning liikuvuse vallas teevad ülikool, linn ja omavalitsused koostööd, arendades väiksema jalajäljega liikuvusvõimalusi.

Ülikooli kliimaneutraalsuse teekaardi eesmärkide täitmiseks pakuti välja majanduslikult mõistlik uuenduslik stsenaarium. Selles stsenaariumis suunab ülikool investeeringuid (keskmiselt 10 miljonit eurot aastas) teadlikult, seades eesmärgiks ja võttes arvesse süsinikujalajälje vähendamise võimalusi ja vajadusi peamiselt hoonete ja energiakasutuse valdkonnas. Uuendusliku stsenaariumi puhul on prognoos, et aastaks 2035 on ülikooli süsinikujalajalg 13 600 CO₂ ekvivalenttonni (1,24 tCO₂e/in), mis on 43% väiksem kui algtase aastal 2024. Sealjuures vähendatakse ülikooli mõjuvalades 1 ja 2 tekitatavat heidet 80%. Mõjuvalad 1 ja 2 on kliimaneutraalseks pürgiva ülikooli esmased mõjuvalad, mille heide peaks olema nullilähedane.

1 Tallinna Tehnikaülikooli kasvuhoo- negaaside jalajalg, 2022. aasta emissioonid. Prof Kimmo Lylykangas jt 2023, <https://taltech.ee/rohepoore/kliimanutika-tuleviku-keskus/KHG-mudel>.

Et vähendada ülikooli süsinikujalajälge soovitud tulemuseni aastaks 2035, soovib teekaart uuenduslikus stsenaariumis rakendada järgmisi meetmeid.

1. Renoveerida halvima energiatõhususega hooned ja paigaldada neile päikeseelektrijaamad, renoveerimata hoonetes rakendada võimekuse olemasolu korral andmepõhist tehnosüsteemide juhtimist.
2. Loobuda strateegiliselt vähem vajalikest ja halvima tõhususega hoonetest, asendades need ülikoolilinnakus uute hoonetega, mis on ruumikasutuselt efektiivsemad ja energiatõhusad.
3. Edendada kaugtööd ja -õpet ning parandada virtuaalkonverentside- ja koosolekute toimivust.
4. Parandada linnaku teenuseid ja parkimiskorraldust ning soodustada säästva transpordi kasutamist.
5. Ülikoolis pakutav toit peaks atraktiivsuse tõstmiseks ja jalajälje vähendamiseks olema võimalikult hooajaline, värske ja kohalik. Veiseliha asemel tuleks pakkuda alternatiivseid valguallikaid ning ürituste toitude eelistada taimetoitu. Oluliselt tuleb vähendada suure soola-, rasva- ja suhkrusisaldusega ultratöödeldud toitude osakaalu. Ülikooli ruumides tegutsevatel toitude pakajatel peaks

olema läbipaistev väikese süsinikujalajälje ja jätkusuutlikkuse programm.

6. Sisseostetavate toodete ja teenuste puhul aitab süsinikujalajälge vähendada terviklik ja jätkusuutlik hankepoliitika ning erinevate kulukategooriate juhtimise kava, kus vaadatakse üle mittekriitiliste toodete ja teenuste tarbimise vajalikkus ning püüeldakse väikese jalajäljega toodete ja teenuste soetamise suunas. Nendes tegevustes on oluline roll selliste hangete juhendite ja reeglite koostamisel, kuhu lisatakse täiendavaid tingimusi ja nõudeid, mis suunavad ülikooli tegema keskkonnasäästlikke otsuseid.





1. KLIIMANEUTRAALSEKS PÜRGIV ÜLIKOO

Tallinna Tehnikaülikooli arengukavas 2021–2025 on püstitatud ühe põhieesmärgina ülikooli kliimaneutraalsuse saavutamine aastaks 2035. See on pikaajaline strateegiline eesmärk, mis väljendab ülikooli soovi ja väärtusi olla ühiskonnas roheinnovatsioonile ning madala süsinikujalajäljega majandusele teedrajav ülikool. Selle ambitsiooni elluviimiseks on ülikool koostanud ja kasutusele võtnud rohestrateegia 2023–2035. Rohestrateegia eesmärgid, meetmed ja võtmenäitajad on liigitatud ülikooli arengukavas välja toodud tegevusvaldkondade alusel: päriselu õpetav ülikool; kõrgetasemelist teadust tegev ülikool; majanduse mootor ja jätkusuutlik ehk kestlik ja kaasav ülikool.

Rohestrateegia rakendamisel on põhieesmärgina välja toodud kestlik ülikool koos tegevuste ja numbriliste eesmärkidega (vt tabel 1).

Kliimaneutraalse ülikooli teekaardi koostamisele eelnes ülikooli kasvuhoonegaaside (KHG) jalajälje arvutamise meetodika väljatöötamine ning 2023. aastal koostati esimene kasvuhoonegaaside inventuur. 2023. aasta veebruaris algatas rektor prof Tiit Land kliimaneutraalse ülikooli teekaardi koostamise.

Teekaardi koostamise üks aluseid on Eesti Vabariigi haridus- ja teadusministeeriumi ja Tallinna Tehnikaülikooli vahel sõlmitud haldusleping aastateks 2022–2025. Selle lepingu järgi peaks kasvama ajavahemikus 2022–2025 tehnika, tootmise ja ehituse õppevaldkonnas vastuvõetute arv 10%, mille tulemusel suureneb ülikooli üliõpilaste arv mõne aastaga 10 000ni. Halduslepingust tulenev kestlikult kasvava ülikooli areng tähendab üht-

lasi kõikidest ülikooli tegevusvaldkondadest (eelkõige liikuvuse ja toidu valdkonnast) tuleneva heite kasvu. See ei ole kliimaneutraalse ülikooli eesmärgi seisukohast suur probleem, sest KHG-heide arvutatakse ruutmeetri ja inimese kohta.

Teekaardi loomisel koostati kõikides põhivaldkondades vähemalt kolm stsenaariumi, et eristada KHG-heite vähendamise majanduslikku ja tehnilist potentsiaali ning välja pakkuda parimad võimalikud parendustegevused. Stsenaariume koostasid valdkonnaekspertidest koosnevad töörühmad, kes töötasid välja erineva ambitsioonikuse taseme ja maksumusega tegevused, mille alusel on võimalik seada KHG-heite vähendamise eesmärgid.

Kliimaneutraalse teekaardi stsenaariumeid on võimalik kasutada valdkonniti eraldi, mis lisab nende kasutamisele paindlikkust ja võimaldab erinevaid arenguteid omavahel kombineerida. See on oluline riskijuhtimise seisukohast. Näiteks ei näe heitlikus olukorras kõrgharidusrahastus ette ülikooli hoonete renoveerimiseks kuluva rahastuse tagamist, kuid võimaldab heite vähendamist planeerida juhaks, kui tekivad täiendavad rahastusmeetmed. Sedalaadi stsenaariumide kasutamise loogika tagab realistlikuma võimaluse liikuda ülikoolil kliimaneutraalsuse poole.

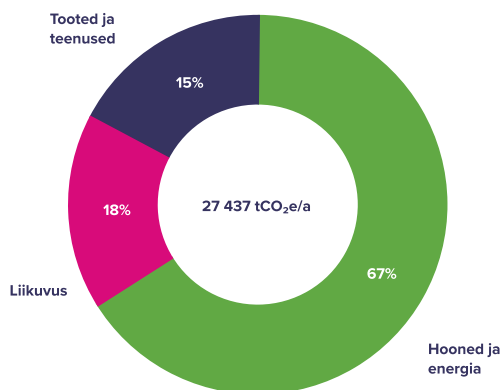
2023. aastal tehtud KHG-inventuuri³ järgi (2022. aasta kohta) on ülikooli KHG-heide ehk jalajalg 27 400 CO₂ ekvivalenttonni (joonis 1). Inventuuri järgi moodustus KHG-heide järgmiselt: hooned (sh energia, ehitus ja hooldus) 67%, liikuvus (sh igapäevane liikumine ja lähedused) 18%, sisseostetud teenused 15%, toit 0,2%, jäätmed 0,2%, vesi 0,0%.

2 Tallinna Tehnikaülikooli rohestrateegia 2023–2035, <https://oigusaktid.taltech.ee/tallinna-tehnikaulikooli-rohestrateegia/>.

3 Tallinna Tehnikaülikooli kasvuhoonegaaside jalajalg, 2022. aasta emissioonid. Prof Kimmo Lylykangas jt, 2023. <https://taltech.ee/rohepoore/kliimanutika-tuleviku-keskus/KHG-mudel>.

Tabel 1. Tallinna Tehnikaülikooli rohestrateegia eesmärgid ja võtmenäitajad

Arengukava tegevusvaldkonnad ja põhieesmärgid		Rohestrateegia eesmärgid	Rohestrateegia võtmenäitajad	
KESTLIK ÜLIKOOOL	KESTLIK JA KASAV ÜLIKOOOL	Oleme suunanäitaja kestliku tuleviku ja kliimanutika ühiskonna loomisel ning suurendame ülikooli mõju ja nähtavust nii Eestis kui rahvusvaheliselt	2025	2035
			I Rohepöörde ning prioriteetsete arendussuunade teemaline nähtavuse osakaal meediakajastustes (SOV-st), %	I Rohepöörde ning prioriteetsete arendussuunade teemaline nähtavuse osakaal meediakajastustes (SOV-st), %
			II KHG jalajalg aastas, tCO ₂ ekv/m ²	II KHG jalajalg aastas, tCO ₂ ekv/m ²
KESTLIK ÜLIKOOOL	KESTLIK JA KASAV ÜLIKOOOL	Oleme suunanäitaja kestliku tuleviku ja kliimanutika ühiskonna loomisel ning suurendame ülikooli mõju ja nähtavust nii Eestis kui rahvusvaheliselt	III Summaarne kaalutud energia-kasutus kWh/m ² kohta aastas energiamärgise skaalal	III Summaarne kaalutud energia-kasutus kWh/m ² kohta aastas energiamärgise skaalal



Joonis 1. Ülikooli KHG-heide ja valdkondade osakaal 2022. aasta KHG-inventuuri tulemusel

Heite kogusumma ja jaotus on mõnevõrra moonutatud, mis tuleneb toitlustajate ning lähetuste osade andmete puudumisest. Seetõttu on toitlustuse ja liikuvuse osakaalud tegelikust väiksemad. Ülikooli inventuuris on kindlad andmed energiakasutuse kohta energiaarvete järgi ja samuti on teada sisseostetavate teenuste maksumus. Jäätmetel ja veel oli ülikooli 2022. aasta koguheites väike osakaal, sel põhjusel neid selles uuringus pikemalt ei käsitleta.

KHG-heite teke jaotatakse füüsilise asukoha järgi kolme skooپی⁴ ehk mõjualasse (Joonis 2). Nendest kaks esimest on seotud ülikooli asukohaga, väljendades ülikooli poolt otseselt ja kaudselt tekitatud KHG heitkoguseid. Kolmas mõjuala väljendab heidet, mida ülikool ise ei tekita, kuid mis tekib ülikooli igapäevategevuse tulemusel.

Tallinna Tehnikaülikooli KHG-heidet rahaliselt ei kompenseeri (no offset). Ülikool seob 16 CO₂ ekvivalenttonni enda omandis oleva metsamaa kaudu, kuid teekaardis seda süsinikku siduva elemendina ei arvestata. Samuti panustavad suur osa ülikooli projektidest ühel või teisel viisil eri sektorite (ehitus, energeetika, tootmine jt) heite vähendamisse.

Ülikooli rakendusprojektina töötatakse välja ülikooli käeajälje arvutamise metoodikat, mis võimaldab KHG-heite kompenseerimist arvutada väikese süsinikujäljega tegevustega (õpe, teadus), aidates parandada ühiskonna teadlikkust ülikooli mõju kohta ning rakendada uusi tehnoloogiaid ja teaduslahendusi.

MÕJUALA 1

	Ülikooli transpordivahendite kütus
	Gaasiküte

MÕJUALA 2

	Kaugküte
	Elektrienergia võrgust

MÕJUALA 3

	Lähetused
	Toit
	IKT
	Igapäevane liikumine
	Tooted ja teenused
	Hoonete ehitus
	Tarbevesi
	Jäätmed

Joonis 2. KHG-heite arvestamisel kasutatav mõjualade jaotus

4 Greenhouse Gas Protocol, <https://ghgprotocol.org>.



TEHA:

nähtu versus standardiseeritud nähtu
tõttu aga auditeeritud nähtu
"lolle on hästi palju" vs hindamine
oma tütartajaid
netta kaalumiseks aega

sp
spalimajandusest rekipõhinuse
utikaelid kasumiju 2,5% SKP st

KUI se tuled andustalituse
Lühem ja reikogja kehtuma,
kutnu mind ka :) vedluse

2. KLIIMANEUTRAALSE ÜLIKOOLI DEFINITSIOON

Ülikooli KHG-heidet arvestatakse kõigis kolmes mõjualas (Joonis 2). Kliimaneutraalse ülikooli esmased mõjualad on 1 ja 2 ning need on seotud linnakute asukohaga ning ülikooli tekitatud KHG otseste heitkogustega. Need mõjualad peavad olema aastaks 2035 nullilähedased. Mõjuala 3 puhul on võimalik ülikoolis seada ühiselt kokkulepitud eesmärgid selle kohta, kui palju ja kiiresti plaanitakse KHG-heidet vähendada.

Tallinna Tehnikaülikool seab kliimaneutraalseks pürgiva ülikoolina KHG heitkoguste vähendamise eesmärgid ja viib nende saavutamiseks ellu järgmised tegevused.

- Kliimaneutraalseks pürgiv ülikool vähendab mõjualades 1 ja 2 ülikooliga seotud KHG-heidet⁵ 2023. aasta algtasemelt 0,93 CO₂ ekvivalenttonni 2035. aastaks tasemele 0,18 CO₂ ekvivalenttonni inimese⁶ kohta aastas.
- Kliimaneutraalseks pürgiv ja seejuures tudengite arvu kestlikult suurendav ülikool panustab vabatahtlikult riigi tasandil võetud KHG-heite vähendamise kohustuste täitmisel. Ülikool on ühiskonnas teedrajav kõrgharidusasutus, kes rakendab heite vähendamisega seotud tegevusi teadus-, arendus- ja õppetegevuses, tõstes seejuures töötajate ja tudengite KHG-heite vähendamise alast teadlikkust ja edendades innovatsiooni kestlike lahenduste loomisel.
- Ülikooliga seotud otsesed KHG heitkogused arvutatakse mõjualades 1 ja 2 ülikooli hoonete ja transpordivahendite energiakasutuse ametlike kasvuhoonegaaside heitetegurite abil⁷.
- Ülikooli KHG koguheide kõigis kolmes mõjualas (sh nii hoonete, liikuvuse, teenuste kui ka toidu valdkond) väheneb 2023. aasta algtasemelt 2,17 CO₂ ekvivalenttonni 2035. aastaks tasemele 1,24 CO₂ ekvivalenttonni inimese kohta aastas.

Kliimaneutraalsust arvestatakse kasvuhoonegaaside heite järgi. „Kasvuhoonegaasid (KHG) on lühilainelist päikesekiirgust mitteneelavad või vähe neelavad ning pikalainelist soojuskiirgust neelavad gaasid Maa atmosfääris, mis põhjustavad kasvuhoooneefekti, kuna takistavad soojusenergia lahkumist Maalt maailmaruumi pikalainelise soojuskiirgusena⁸“.

Kasvuhoonegaasid tekivad peamiselt looduslikult, kuid viimase paarisaja aasta jooksul on lisandunud inimtegevuse tagajärjel tekkivad kasvuhoonegaasid, mistõttu on nende gaaside kontsentratsioon atmosfääris kiirelt suurenenud ja vähenenud on energia äraanne Maa atmosfäärist. KHG jalajälje hindamisel tuuakse välja nii kogu KHG heitkogused absoluutväärtusena kui ka suhteline kogus (näiteks inimese, pindala jne kohta). Lihtsuse mõistes teisendatakse kõik kasvuhoonegaasid süsinikdioksiidi ekvivalendiks (rahvusvaheline lühend „CO₂(e)“), mis võimaldab kõigi kasvuhoonegaaside kogumõju ühe arvuna väljendada⁹.

Kliimaneutraalse ülikooli teekaardis on arvestatud juba eelnevalt välja arvutatud eriheitetegureid, mis sisaldavad samuti kõikide kasvuhoonegaaside mõju. Edaspidi viidatakse kasvuhoonegaaside heitele ka kui „KHG jalajalg“, „KHG-heide“ või „süsinikujalajalg“.

5 Heitkogused tonnides ja m² kohta on toodud tabelites 3 ja 4.

6 Inimeste all mõeldakse nii töötajaid kui ka üliõpilasi.

7 <https://kasvuhoonegaasid.ee>.

8 KHG jalajälje hindamise juhend. Stockholm Keskonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn), 2023. <https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/rohereform/organisatsiooni-de-khg-jalajalg#juhendmaterjal>.

[de-khg-jalajalg#juhendmaterjal](https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/rohereform/organisatsiooni-de-khg-jalajalg#juhendmaterjal).

9 KHG jalajälje hindamise juhend. Stockholm Keskonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn), 2023. <https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/rohereform/organisatsiooni-de-khg-jalajalg#juhendmaterjal>.



3. KLIIMANEUTRAALSUSE TEEKAART

Tallinna Tehnikaülikooli kolm koondstsenaariumi on koostatud hoonete (sh energia, uusehitus ja renoveerimine), liikuvuse (sh igapäevane liikumine ja lähetused), toodete ning teenuste ja tootlustuse stsenaariumide põhjal. Kliimanetraalsuse teekaardi aluseks on üliõpilaskonda kasvatava ülikooli arengustsenaarium, mille arengukomponendid on järgmised:

- TalTech kasvatab vastavalt riigi ja ülikooli vahel sõlmitud halduslepingule perioodil 2022–2025 tehnika, tootmise ja ehituse õppevaldkonnas vastuvõetute arvu 10%;
- IT valdkond ja kolledžid suurendavad vastuvõttu;
- üliõpilaste arv suureneb mõne aasta jooksul 8000-lt 10 000-le;
- maksimaalse kasvustsenaariumi korral õpib aastal 2035 ülikoolis 14 000 üliõpilast;
- kasvustsenaariumide realiseerumisel KHG jalajälgi inimese kohta väheneb.

Ülikooli kliimanetraalsuse koondstsenaariumidena vaadeldakse kahte võimalikku ning ühte hetketeadmistel põhinevat ülikooli rahalist võimekust ületavat stsenaariumi.

- **Tagasihoidlik** stsenaariumis, milles ülikooli süsinikujalajälje vähendamise teadlikult ei investeerita, jääb tudengite arv senisele tasemele ning süsinikujalajälje muutus sõltub väliskeskkonnast: üleminekust rohelisele energiale, hoonete renoveerimisest, uute riiklike juhiste rakendamisest jpm;
- **Uuenduslik** stsenaarium näeb eelarves ette süsi-

nikujalajälje vähendavad tegevused: tudengite arv kasvab 10 000ni, igal aastal suunatakse hinnanguliselt 10 miljoni euro ulatuses investeringuid hoonete renoveerimisse ja taristu kestlikusse, minnakse üle rohelisele energiale, ülikooli KHG-heide väheneb igal aastal hinnanguliselt 3–5%, ülikoolis väljatöötatud innovaatilised tehnoloogiad võetakse kiiresti kasutusele.

- **Maksimaalne** stsenaarium näeb ette kliimanetraalsuse saavutamise. Selle stsenaariumi järgi: õpib 2035. aastal tehnikaülikoolis 14 000 üliõpilast, samaks aastaks on saavutatud ka ülikooli kliimanetraalsus mõjualades 1 ja 2 (1 451 CO₂ ekvivalenttonni), toimub täiemahuline hoonete renoveerimine (st iga aasta 10% ulatuses hoonefondi pindala renoveerimist), hooned on heitevabad (ei tarbi kohapeal fossiilkütuseid), tootlustuses minimeeritakse süsinikujalajälgi, hangetes eelistatakse teadlikult väikseima süsinikujalajäljega ringmajanduslikke tooteid ja teenuseid, liikuvuse vallas teevad ülikool, Tallinn ja teised kohalikud omavalitsused väiksema süsinikujalajäljega liikuvusvõimaluste arendamise nimel koostööd (sh vähendatakse parkimiskohtade arvu ja võetakse ülikoolisiselt kasutusele elektriautod ehk need kuuluvad ülikoolile).

Neljas ülikooli kõige suurema heitega valdkonnas moodustati iga valdkonna spetsiifikat arvestav erinev arv stsenaariume, mis on pandud kokku koondstsenaariumiks (vt tabel 2).

Tabel 2. KHG-heite arvestamisel kasutatav mõjualade jaotus

	Tagasihoidlik	Uuenduslik	Maksimaalne
Teenused	Baasstsenaarium ¹	Baasstsenaarium ¹	Baasstsenaarium ¹
Hooned	RENO	UUENDAV	Täisstsenaarium
Toit	Baasstsenaarium (2023. a jalajälgi)	PCF (süsinikujalajälje) minimeerimine	PCF (süsinikujalajälje) minimeerimine
Liikuvus ²	RENO	Ülikooli juhitud pingutuste stsenaarium	Ülikooli ja linna koostöö stsenaarium

1 Sisseostetavate teenuste ja toodete kategoorias on arvutuslikult koostatud ainult baasstsenaarium, sest organisatsiooni tasandi valikute ja muutuste mõju ei avaldu hetkel arvutuste aluseks oleva riigi tasandi Exiobase¹⁰i andmebaasi koefitsientides (nt valik korraldada ainult taimse toiduga üritusi ei mõjuta otseselt koefitsiente). Uuendusliku ja maksimaalse stsenaariumi mõju avaldumine saab toimuda kas kulude struktuuri muutuse kaudu (nt vähendada sisseostetud ürituskorralduse kulude osakaalu ülikooli pindadel toimuvate ürituste abil, mille jalajälgi on kaetud ülikooli ruumikasutuse ning tootlustuse jalajälje arvutustes) või uudsete teaduspõhiste meetodite väljatöötamise kaudu, mis aitavad üksikasjalikumalt organisatsiooni tasandi valikute mõju hinnata.

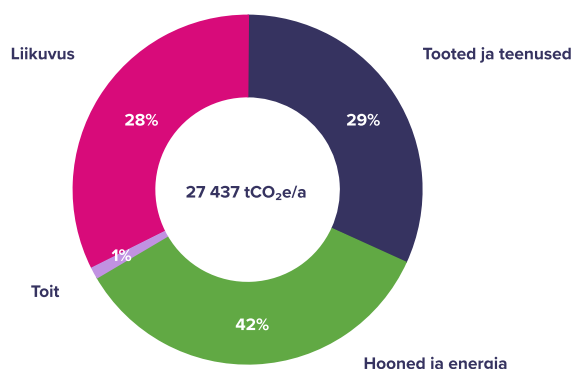
2 Liikuvuse stsenaariumidest jäeti välja välisüliõpilaste riikidevahelised reisirid.

¹⁰ Andmebaasi koefitsientide puhul võetakse arvesse globaalseid riikidevahelisi kaubavooge ja rahvusvahelisi tarneahelaid. Tehnikaülikooli uurigus on kasutatud otseselt Eesti jaoks arvutatud tegureid, milles omakorda võetakse arvesse konkreetse kategooria kaubandussaldosid eri riikidega.

3.1 KOONDTULEMUSED MÕJUALADES 1-3

Koondtulemuste arvutamise lähteandmed pärinevad 2023. ja 2024. aasta esimesest poolest. Analüüsis lähtutakse 2024. aasta sotsiaalsest ja majanduslikust olukorrast ja valitakse 2024. aasta algtasemeks. 2024. aastal olid valdkondade KHG-heite osakaalud järgmised (joonis 3):

- hooned 42% (energia, uusehituse ja renoveerimise ehitustooted);
- teenused 29% (tarvikud, seadmed, IKT, üritused, kirjandus, tervishoid jne rahalise
- mahu järgi);
- liikuvus 28% (igapäevane liikumine ülikooli ja tööreisid);
- toit 1% (toitlustus ülikoolis).



Joonis 3. Ülikooli KHG-heite (23 719 tCO₂e) osakaalud 2024. aastal

Tulemused erinevad vähesel määral 2023. aasta KHG-inventuuri tulemustest. Erinevus tuleneb kasutatud ametlikest, mitte kõiki kaudseid heitkoguseid sisaldavatest energiakandjate heiteteguritest¹¹, maagaasilt töhusale kaugküttele üleminekust Mustamäel ning toidu/toitlustuse andmete täpsustamisest. Seetõttu on oluline peale KHG-heite numbrite jälgida ka iga valdkonna heite põhikomponente energia-, liikumis-, raha- ja massiühikutes. Asjakohased selgitused on toodud järgnevatel peatükkides.

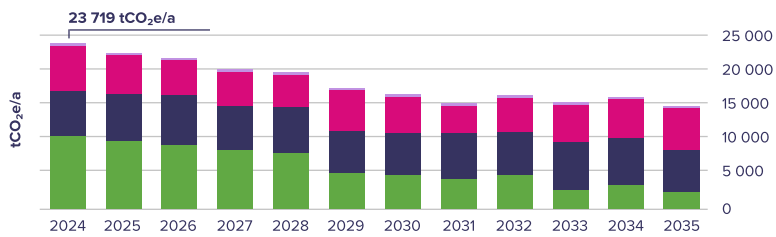
Hoonevaldkonna hüplikud tulemused on tingitud ehitusmaterjalidest, mis tekitavad suure jalajälje ehitushangete ajal. Stsenaariumides ei ole arvestatud rohelise energia ostmise võimalustega, sest elektri ja soojuse eriheitetegurid kahanevad prognoosi järgi üllikiires tempos. Samas on taastuvelektri tootmise eesmärk – toota aastaks 2030 100% ulatuses tarbimise mahus – kehtestatud valitsuse otsusega. Samuti ei sisalda stsenaariumid KHG-heite kompenseerimist, sest see ei mõjuta KHG-heidet, mida ülikool tekitab, ning selleks puuduvad praegu Eestis ka arvestatavad võimalused.

Uuendusliku stsenaariumi puhul (joonis 5) on valdkondade heite osakaalud aastaks 2035 oluliselt muutunud, kusjuures KHG-heitest 47% kuulub teenuste alla, 38% moodustab liikuvus, 14% hooned ja 2% toit. Võrreldes 2024. aasta algtasemega on kõige rohkem heide vähenenud – tervelt 82% – hoonete puhul. Liikuvuse vallas on heide vähenenud 23%. Teenuste heitkogused püsivad umbes samal tasemel, sest käibe kasv tasandab heite vähenemise, samuti tuleb teenuste puhul arvestada suure määramatusega, sest heitetegurid ei sõltu ülikooli tegevusest ning nende mõjutamiseks puuduvad võimalused.

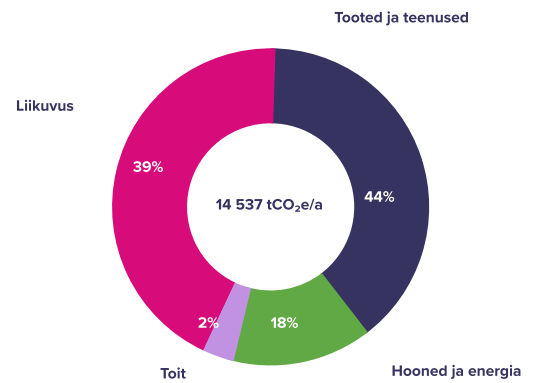
Joonistel 4–6 on toodud koondstsenaariumide koguheide ja heite vähenemine aastaks 2035, mis ajaks on prognoosi kohaselt ülikooli süsinikujalajalg kas 14 600, 13 600 või 12 600 CO₂ ekvivalenttonni vastavalt tagasihoidlikule, uuenduslikule või maksimaalsele stsenaariumile. Nende stsenaariumide järgi väheneb KHG-heide vastavalt –39%, –43% või –47% võrreldes algtasemega.

¹¹ <https://kasvuhoonegaasid.ee>.

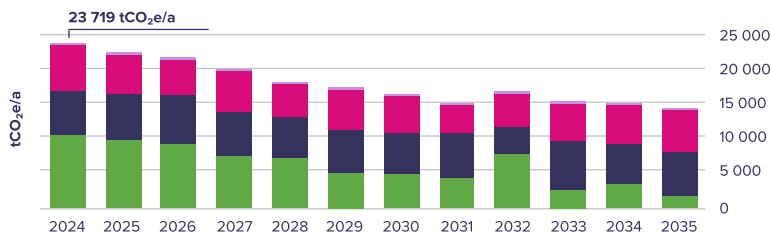
2035 tagasihoidlik



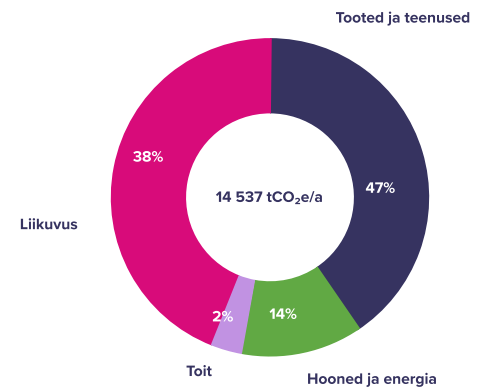
Joonis 4. Valdkondade jaotus ja süsinikujalajälg tagasihoidlikus stsenaariumis



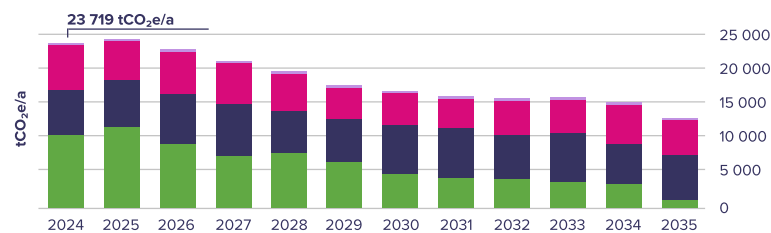
2035 uuenduslik



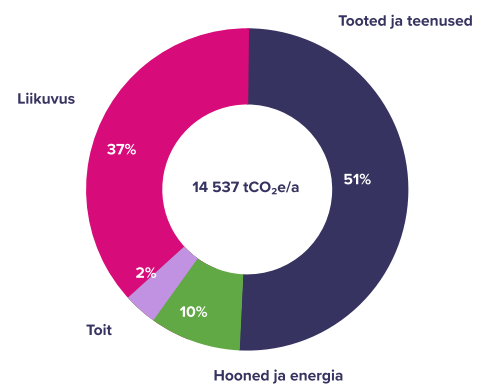
Joonis 5. Valdkondade jaotus ja süsinikujalajälg uuenduslikus stsenaariumis



2035 maksimaalne



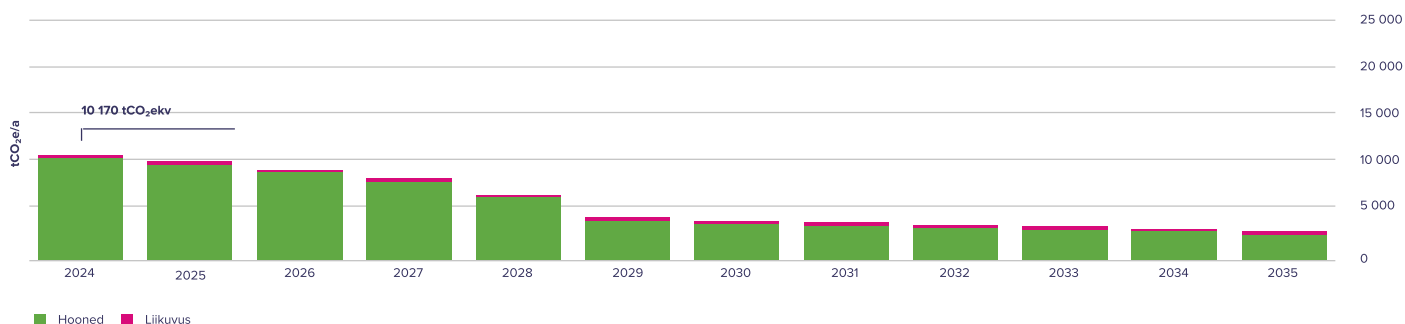
Joonis 6. Valdkondade jaotus ja süsinikujalajälg maksimaalses stsenaariumis



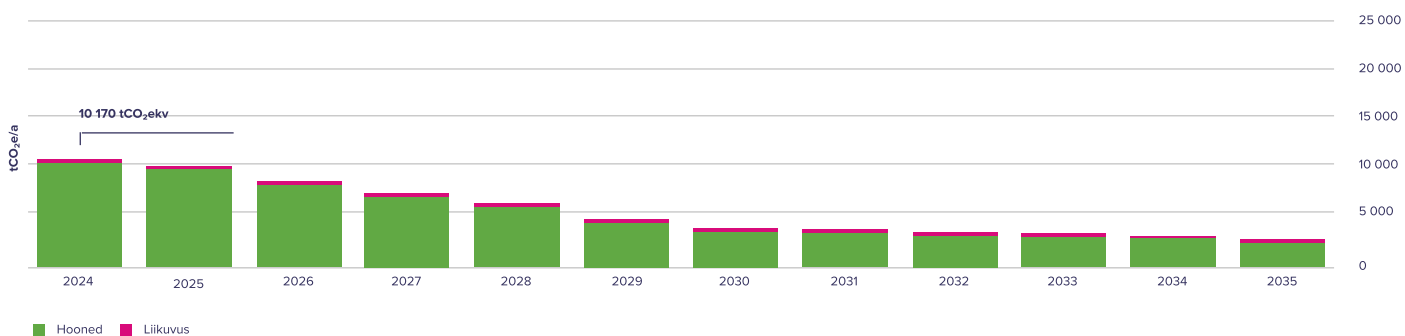
3.2 KHG-HEITE KOONDTULEMUSED MÕJUALADES 1 JA 2

Joonistel 7–9 on toodud mõjualade 1 ja 2 KHG-heide. Mõjualasse 1 kuulub otsene heide kohapeal, st kütuse põletamine nii ülikooli sõidukites kui ka hoonete gaasiküttes. Mõjuala 2 heitkogused sisaldavad kaudse heite energiatarbimist ülikoolis ehk teisisõnu ostetud elektrit ja kaugküttesoojust. Hoonete energia kasuta-

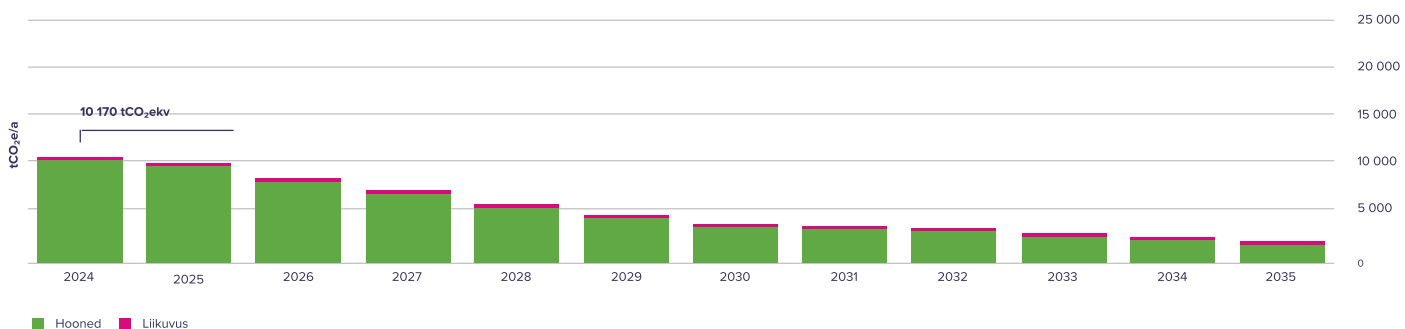
mise osakaal on märkimisväärne. Peamiselt tänu energia eriheiteteguritele, aga ka hoonete energiasäästule väheneb aastaks 2035 KHG-heide kas –77%, –80% või –86% vastavalt tagasihoidlikule, uuenduslikule või maksimaalsele stsenaariumile.



Joonis 7. Valdkondade jaotus ja süsinikjalajälg mõjualades 1 ja 2 tagasihoidliku stsenaariumi korral



Joonis 8. Valdkondade jaotus ja süsinikjalajälg mõjualades 1 ja 2 uuendusliku stsenaariumi korral



Joonis 9. Valdkondade jaotus ja süsinikjalajälg mõjualades 1 ja 2 maksimaalse stsenaariumi korral

3.3 VÕTMENÄITAJAD ROHESTRATEEGIA RAKENDUSKAVAS

Rohestrateegias kasutatud ühikutes on mõjualade 1–3 puhul 2024. aasta KHG-heite algtase 23 719 CO₂ ekvivalenttonni ehk 125 CO₂ ekvivalentkilogrammi üldpinna ruutmeetri kohta aastas, mis vastab 2,17 CO₂ ekvivalenttonnile inimese kohta¹². Ülikooli hoonete summaarne kaalutud energiakasutus on 239 kWh ruutmeetri kohta aastas energiamärgise skaalal, mis vastab haridushoone grupis E-energiaklassile.

Vastavalt teekaardi järgmistes peatükkides esitatud arvutustele pakume välja kliimaneutraalseks pürgiva ülikooli võtmenäitajad uuendusliku stsenaariumi järgi.

Eesmärk on saavutada 2035. aastaks olukord, kus KHG-heide mõjualades 1–3 on 72 CO₂ ekvivalentkilogrammi üldpinna ruutmeetri kohta ning 1,24 CO₂ ekvivalenttonni inimese kohta (tabelis 3 paksus kirjas; eeldusel, et ülikooli liikmeskonna arv jääb samaks). Hoonete summaarse kaalutud energiakasutuse eesmärk on 170 kWh ruutmeetri kohta aastas ning hoonefondi (haridushoonete grupi) summaarne energiaklass on D.

12 Tehnikaülikooli andmetel on ülikoolis 8898 üliõpilast ja 2050 töötajat, kellest 1 719 on täistööajaga töötajat. Käsunduslepingulisi töötajaid ei ole arvestatud. <https://taltech.ee/ulikool/ulikool-arvudes>.

Tabel 3: Mõjualade 1–3 KHG-heite võrdlus aastatel 2024 ja 2035 eri stsenaariumide korral

Koond-stsenaarium	Ühik	KHG-heide		KHG-heite vähenemine
		2024	2025	
Tagasihoidlik	tCO ₂ e	23 719	14 537	
	kgCO ₂ e/m ²	125	77	-39%
	tCO ₂ e/in	2,17	1,33	
Uuenduslik	tCO ₂ e	23 719	13 563	
	kgCO ₂ e/m ²	125	72	-43%
	tCO ₂ e/in	2,17	1,24	
Maksimaalne	tCO ₂ e	23 719	12 592	
	kgCO ₂ e/m ²	125	67	-47%
	tCO ₂ e/in	2,17	1,15	

Mõjuala 1 ja 2 ülikooli hoonete ja transpordivahendite energiakasutusest tulenevate otseste ja kaudsete KHG heitkoguste algtase 2024. aastal on 53 CO₂ ekvivalentkilogrammi üldpinna ruutmeetri kohta ning 0,94 CO₂ ekvivalenttonni inimese kohta aastas.

Mõjuala 1 ja 2 KHG heitkoguste vähendamise eesmärk 2035. aastaks on saavutada olukord, kus KHG-heide on 11 CO₂ ekvivalentkilogrammi üldpinna ruutmeetri kohta ning 0,19 CO₂ ekvivalenttonni inimese kohta aastas (tabelis 4 paksus kirjas). Ka hoonete summaarse kaalutud energiakasutuse eesmärk 170 kWh ruutmeetri kohta aastas (D-energiaklass) sisaldub mõjualades 1 ja 2.

Tabel 4: Mõjualade 1 ja 2 KHG-heite võrdlus aastatel 2024 ja 2035 eri stsenaariumide korral

Koond-stsenaarium	Ühik	KHG-heide		KHG-heite vähenemine
		2024	2025	
Tagasihoidlik	tCO ₂ e	10 170	2 324	
	kgCO ₂ e/m ²	53	12	-77%
	tCO ₂ e/in	0,93	0,21	
Uuenduslik	tCO ₂ e	10 170	2 018	
	kgCO ₂ e/m ²	53	11	-80%
	tCO ₂ e/in	0,93	0,18	
Maksimaalne	tCO ₂ e	10 170	1 451	
	kgCO ₂ e/m ²	53	8	-86%
	tCO ₂ e/in	0,93	0,13	



4. PÕHIVALDKONDADE ÜLEVAADE

4.1 ÜLIKOOLI HOONED JA ENERGIA

Kliimaneutraalse ülikooli teekaardi eesmärk hoone- ja energiavaldkonnas on koostada ülevaade kogu ülikooli hoonefondi energiakasutuse ja tehnilise seisukorra kohta ning pakkuda välja võimalikud stsenaariumid ülikooli hoonete süsinikujalajälje vähendamiseks ning meetmed selle rakendamiseks.

Esmalt vaadati üle ülikooli õppetööga seotud ruumivajadused ja õpikeskkond. Asjakohane töörühm tegi ülevaate võimalikest arengustsenaariumidest, lähtudes tudengite arvu suurenemisest – õppetöö metoodikatest lähtuvat ruumianalüüsi siinkohal ei käsitleta. Seejärel vaadati üle hoonete energiakasutuse ja renoveerimise valdkond. Uuring valmis kolme töörühma koostöös ning

see käsitles järgmist: ülikooli hoonete energiatõhusus, ehitus ja renoveerimine; energia tootmine ja salvestamine ning roheenergia; andmepõhine energiajuhtimine ja energiapaindlikkus.

Ülevaade koostati esmalt ülikooli hoonete energiatõhususe ja süsinikujalajälje kohta aastal 2024. Seejärel hinnati kogu hoonefondi renoveerimise ja uuendamise vajadust, arvestades praegusi ülikooli kinnisvara arendamisega seotud eesmärgi. Stsenaariumide loomisel võeti arvesse ka uuenduslikke lahendusi, nagu energia tootmine ja salvestamine ning andmepõhine energiajuhtimine. Hoonete analüüs ei hõlma töötajate ruumide ja laborite kasutusviiside arenguvõimalusi.

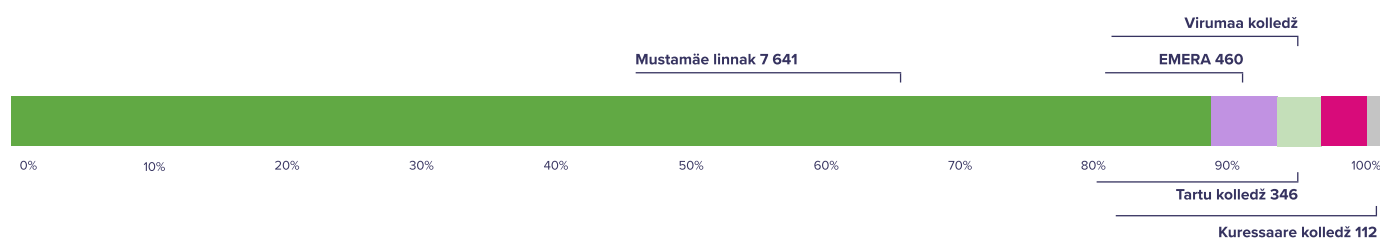
4.1.1 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI ÕPPERUUMIDE ÜLEVAADE

Teekaardi projekti õpperuumide osa eesmärk oli välja selgitada üldkasutatavate ja eriotstarbeliste õppetöökasutatavate ruumide praegune pindala ning seejärel arvutada pindala ühe tudengi kohta, kui ülikoolis oleks üliõpilasi kokku 10 000 või 14 000.

Üliõpilased

Tallinna Tehnikaülikoolis õppis 10. novembri 2023. aasta seisuga 8 898 üliõpilast, sealhulgas 522 doktoranti. Üle 85% üliõpilastest õppis Mustamäe linnakus ja kõige vähem oli üliõpilasi Kuressaare kolledžis (joonis 10).

Vastavalt riigi ja ülikooli vahel sõlmitud halduslepingule on tehnikaülikoolil kohustus perioodil 2022–2025 kasvatada tehnika, tootmise ja ehituse õppevaldkonnas vastuvõetute arvu 10%. Lisaks on infotehnoloogia teaduskond seadnud endale eesmärgi kasvada lähiaastatel vähemalt 200 üliõpilase võrra. Kolledžid soovivad samuti üliõpilaste arvu suurendada (eriti Virumaa kolledž) seoses õiglase ülemineku meetmete (kuni aastani 2029) raames seatud eesmärkidega. On realistlik, et ülikool jõuab mõne aasta jooksul 10 000 üliõpilaseni.

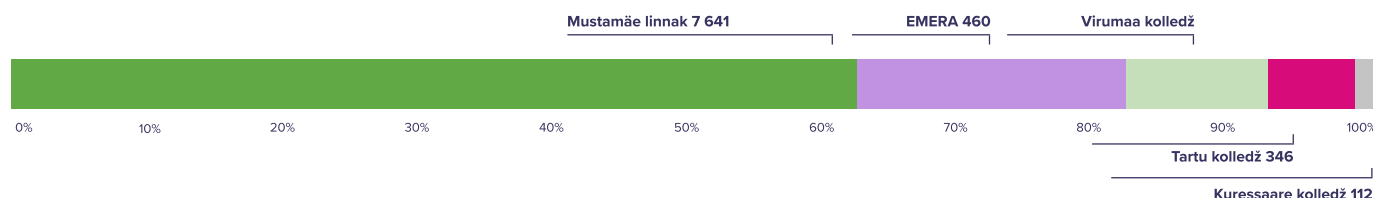


Joonis 10. Üliõpilaste arv asukoha järgi seisuga 10.11.2023

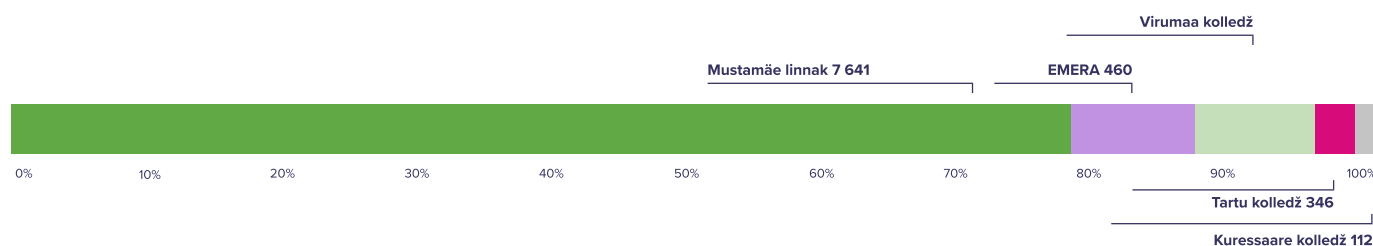
Õpperuumid

Õpperuumidena käsitletakse ülevaates üldkasutatavaid auditooriume, arvutiklasse, laboreid ja struktuuriüksusele kuuluvaid eriotstarbelisi auditooriume. Selguse huvides on eraldi välja toodud üldkasutatavate ja eriotstarbeliste ruumide andmed.

Kõige suurema osa ehk veidi üle 60% üldkasutatavatest õpperuumidest asuvad Mustamäe linnakus (joonis 11). Kõikidest õpperuumidest asub ligikaudu 80% Mustamäel (joonis 12).



Joonis 11. Üldkasutatavate ruumide pindala asukoha järgi



Joonis 12. Kõikide õpperuumide jaotus asukoha järgi

4.1.2 HOONETE KIRJELDUS JA ENERGIATÕHUSUSE OLUKORD AASTATEL 2023–2024

Tallinna Tehnikaülikooli hoonefondi kogupindala on 190 126 m² ning see on jaotatud kaheksasse erinevasse linnakusse (joonis 13). Hoonefondi kuulub kokku 49 hoonet, kuhu kuulub hoonete kasutusotstarbe alusel

1. 38 haridushoonet, mis on kasutusel nii õppe- kui ka kontorihoonena;
2. üheksa üliõpilaselamut, mis on sarnased korterelamu kasutusele;
3. üks avalik hoone;
4. üks majutushoone.

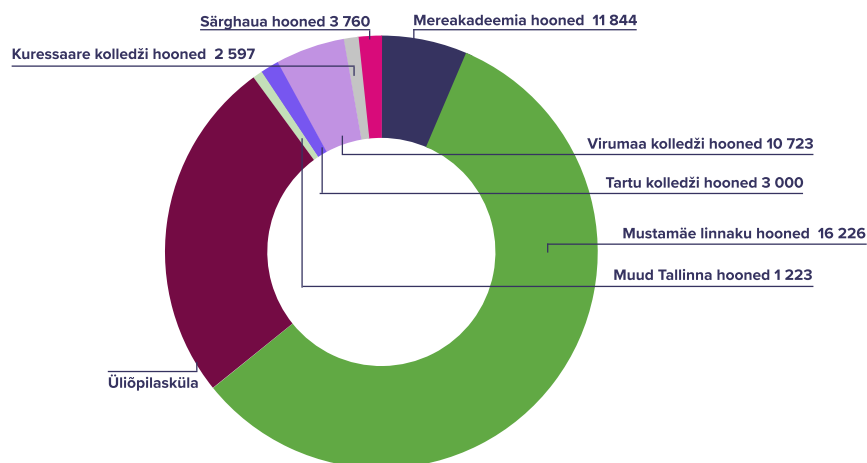
Hoonefondi mõõdetud tarbimisandmete alusel arvatud energiatõhususarv¹³ (edaspidi „KEK“) oli 2023. aastal 239 kWh/m², mis liigitub vastavalt majandus- ja

taristuministri määrusele nr 36¹⁴ energiatõhususe hindamisskaalal haridushoone grupis E-energiaklassi. Joonisel 14 on toodud välja kõikide hoonete KEK-märgiste osakaalud aastal 2023. Arvestades koguenegiatarbimist, saavutab praegu vaid 13% hoonetest A-, B- või C-energiaklassi ning 11% hoonetest D-energiaklassi.

Kui kõik ülikooli hooned järjestati vastavalt KEKile ja KHG-heitele kasvavas järjestuses (lisa 1 tabel 24), selgus, et energiatarbimise seisukohalt on mitmed Mustamäe linnaku hooned halvemas seisukorras kui mujal. Suurema energiatarbimisega hooned on väljastpoolt Mustamäe linnakut veel Virumaa kolledži põlevkivi kompetentsikeskus, mereakadeemia hooned ja Tartu kolledži õppehoone (C-hoone).

¹³ Arvutatakse elektri ja soojuse normaliseeritud tarbimisandmete korrumtamisel kaalumisteguritega (elekter 1,0, tõhus kaugküte 0,65 ja gaas 1,0) köetava pinna ruutmeetri kohta.

¹⁴ Majandus- ja taristuministri määrus nr 36 „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/119032024003?leiaKehtiv>.



Joonis 13. Ülikooli hoonefondi jaotus kätava pindala järgi ruutmeetrites linnakute kaupa

Hoonefondi kogupindala **190 126 m²**

Energia tootmise seisukohalt on 2024. aasta alguse seisuga ülikooli Mustamäe linnaku neljale hoonele paigaldatud 360 kW võimsusega päikesepaneelid.

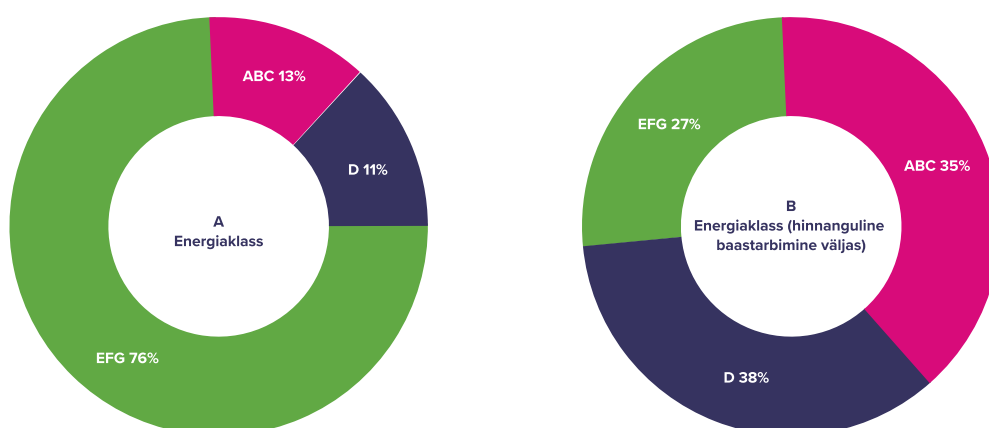
Andmeid analüüsides tuvastati, et tehnikaülikooli kõikide hoonete peale kokku on ligikaudu 1,15 MW elektri baasvõimsust ehk sellise võimsusega seadmete kogum töötab ülikooli hoonetes pidevalt ööpäev läbi (joonis 15).

Baastarbimine moodustab kaks kolmandikku ülikooli elektrienergiast ja sellel on suur säästupotentsiaal. Püütoitega nii õöl kui päeval suure võimsusega töötavaid seadmeid ei ole eeldatavasti nii suures mahus ning vaid osa tarbijaid jäävad välja lülitamata. Nende ülesleidmine ja asjakohase juhtimise rakendamine eeldab suuremate tarbimiskohtade juures olevate laborite ja hoonete energiaanalüüsi. See võib sisaldada näiteks nii üldist ruumikasutuse inventuuri tegemist, ventilatsioonisüsteemide käiduaja tuvastamist ja kohandamist reaalsele vajadusele kui ka täpsemat süsteemide energiatarbimise mõõtmist.

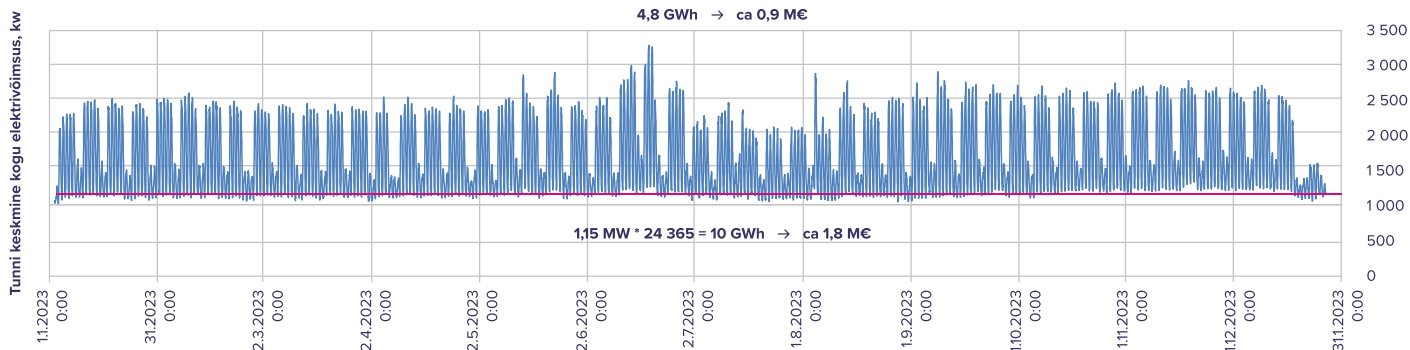
Suur baastarbimine mõjutab oluliselt ülikooli hoonete energiamärgiseid. Energiamärgis (nii tarbimisandmetel põhinev kui ka arvutuslik märgis) sisaldab hoone tüüpilise kasutusega seotud energiakasutust, mis näiteks valgustuse ja seadmete puhul on öisel ajal null ning tehnosüsteemide puhul varieerub sõltuvalt kütte- ja jahutusvajadusest.

Võib oletada, et valdav osa baastarbimisest on nn protsessienergia¹⁵, mida ei võeta energiamärgise arvutamisel arvesse ning mida saab seetõttu maha lahutada vaid juhul, kui see energia on arvestiga mõõdetud. Kui paigaldada kõikidele süsteemidele, mis ei kuulu hoone tüüpilise kasutuse alla, arvestid, on võimalik korrigeeritud KEKi arvutamisel suur osa baastarbimisest maha lahutada. Sellise korrigeerimise eeldus on suure ja

15 Energiatõhususe arvutusmetoodikas ei võeta protsessienergiat hoonete energiatõhususe puhul arvesse. Protsessienergia alla kuulub tehnosüsteem või elektritarviti, mis ei ole mõeldud hoone sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks ja kasutamiseks ega elektriseadmete kasutamiseks (nt serverid, kuumköögid jne).



Joonis 14. Ülikooli hoonefondi KEK-märgiste osakaal, arvestades A) kogutarbimist ja jättes välja B) baastarbimise aastal 2023



Joonis 15. Ülikooli hoonefondi elektritarbimine aastal 2023

pideva tarbimisega seadmete/süsteemide üles leidmine ja nendele arvestite paigaldamine. Et tuua välja, miks peaks baastarbimist mõõtma ja edaspidi jälgima, on hoonete energiaanalüüs tehtud kahes olukorras: kogutarbimine ning muutuvtarbimine – kogutarbimine, kust on protsessienergia välja jäetud. Kui arvestada ainult muutuvtarbimist (joonis 14, paremal), oleks aastal 2023 A- kuni C-energiaklassis üle kolmandiku ülikooli hoonetest ning renoveerimist võib vajada vähem hooned.

Seega võib eeldada, et ilma baastarbimiseta on energiamärgiste jaotus lähemal tegelikkusele kui kogutarbimine. Sellest võib järeldada, et energiatõhususarvu saab lihtsal moel vähendada: paigaldada tuleb lisaarvestid. Siiski tuleb arvesse võtta, et KHG-heidet see ei vähenda.

4.1.3 HOONE- JA ENERGIIVALDKONNA ANALÜÜSI METOODIKA

Hoone- ja energiavaldkonna olukorra kirjeldamise ja parandusettepanekute tegemiseks vaadati üle ülikooli õpperuumide kasutatavus ning hoonete energiatarve ja sellest tulenev süsinikujalajalg. Stsenaariumide loomisel arvestati hoonete hetkeseisukorda ja ülikooli kinnisvaraarenduse eesmärgi. Arvesse võeti ka uuenduslikke lahendusi, nagu energia tootmine ja salvestamine ning andmepõhine energiajuhtimine. Analüüsi tulemused ei näidanud energia salvestamise potentsiaali tehnikaülikooli Mustamäe linnakus, kuna hoonete taastuenergia omatarve on küllaltki suur. Seetõttu ei olnud mõistlik teekardi stsenaariumides energia salvestamist arvestada. Analüüsi tulemused on dokumendis välja toodud.

Õpperuumid

Õpperuumide kasutuse arvutuste aluseks võeti ruumiregistri andmed ning osaliselt on neid käsitsi korrastatud. Eriotstarbeliste õppetöö ruumidena käsitletakse arvutiklasse, eriotstarbelisi auditooriume ja laboreid. Kuna registris ei ole andmed korrastatud, siis ei saa eristada ainult õppetööga seotud laboreid. Täpsete andmete puudumine eriotstarbeliste õpperuumide kohta võib moonutada üldpilti.

Ruutmeetrite leidmisel ühe tudengi kohta arvestati struktuuriüksuse ruumide pindala ja tudengite arvu. Tulevikustsenaariumide koostamisel lähtuti nii kolledžite kui ka Mustamäe linnaku prognoosist, kui palju võiks tudengite arv kasvada, ning õpperuumide arvu muutusest. Mustamäe linnakus ruumide arv muutub ja kuna osade tulevaste auditooriumide puhul ei ole veel ruutmeetrid ega tudengite mahutavus teada, siis on nende ruumide pindala puhul kasutatud praeguste sama kohtade arvu vahemikus olevate ruumide keskmist pindala. Kui ruumiregister hakkab täies mahus tööle, saab uuringu andmeid automaatselt ruumiregistri ja ÖISI info põhjal.

Hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumide arvutused

Hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumide energiatõhususarvu ja süsinikujalajälje arvutuse aluseks võeti ülikooli hoonete 2023. aasta energiatarbimine. Seejärel võeti arvesse hoonete renoveerimisest tulenev energiasääst, renoveerimise ja uute hoonete ehitusest tingitud süsinikujalajalg, kohapeal tarbitud päikeseelekter ja andmepõhisest süsteemide juhtimisest tulenev energiasääst. Nendele arvutuste põhjal leiti hoonete energiatõhususarv ja süsinikujalajalg kuni aastani 2035.

Hoonete renoveerimine. Hooned mida rekonstrueeritakse olulisel määral (oluliselt rekonstrueeritavad hoo-

ned) peavad vastavalt määrusele nr 63¹⁶ saavutama energiamärgise klassi C (piirarvud toodud tabelis 5). Ülikooli kliimanetraalsuse teekaardi idee on saavutada võimalikult energiatõhus ülikooli hoonefond – renoveerida aastaks 2035 võimalikult palju ja võimalikult hästi. Kuna maht on suhteliselt suur, tuleb energiatõhususe eesmärke tõsta. Eesmärk on renoveerida hooned selliselt, et hoonete kaalutud energiakasutus oleks C- ja B-klassi piiri peal, nii et koos päikesepaneelidega oleks võimalik jõuda B- ja A-klassi piiri peale.

Sellest lähtuvalt peab renoveeritud hoonete soojustarbimine olema 20–70% ning elektritarbimine 4–30% väiksem võrreldes olukorraga enne renoveerimist. Elektrienergia sääst on hoonetel arvestatud vaid muutuenergia puhul (mitte baasenergia puhul). Energiatõhususe hindamise aluseks on võetud 2025. aastal jõustuvad energiaklasside piirarvud (joonis 16) ning ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri määrmuses nr 63 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹⁷”, toodud energiakandjate kaalumistegurid. KHG-heite arvutamisel on kasutatud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse koostatud Eesti ametlikke heitetegureid¹⁸ (vt joonis 16).

Hoonete renoveerimise järjekorra loomise aluseks võeti 2023. aasta tarbimisandmete alusel arvatud ülikooli hoonefondi kaalutud energiakasutus ja süsinikjalajälje andmed (lisa 1). Eesmärk oli alustada renoveerimist halvima energiatõhususega hoonetest ehk energiaklassi E–G kuuluvatest hoonetest. Sealjuures jälgiti, et esmajärjekorras saaksid renoveeritud suurima süsinikjalajäljega hooned, ning lähtuti juba plaanis olevatest eesmärkidest ja suundadest.

16 Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, <https://www.riigiteataja.ee/akt/119022025004>.

17 <https://www.riigiteataja.ee/akt/113122018014?leia=Kehitv>.

18 <https://kasvuhoonegaasid.ee>

Tabel 5. Hoonete energiaklasside piirarvud vastavalt määrusele nr 36

	Haridushoone	Korterelamu	Avalik hoone	Majutushoone	Klass
tCO ₂ -ekv/MWh	95	110	120	140	A
	115	130	155	165	B
	155	150	190	200	C
	195	180	230	240	D
	240	220	270	290	E
	290	260	310	350	F
	üle 290	üle 260	üle 310	üle 350	G

Renoveerimisjärjekorras esimesed olid vanemad hooned, mille energiatarvet ei ole võimalik muul viisil kui renoveerimisega vähendada (U01–U06 hooned). NRG-, ICO-, ICT- ja SCI-hoonete renoveerimine ei olnud prioriteet ja see jäi hilisemasse aega, kuna nende hoonete probleem seisneb peamiselt liigses elektritarbimises, mida peab esmalt uurima ja võimaluse korral vähendada.

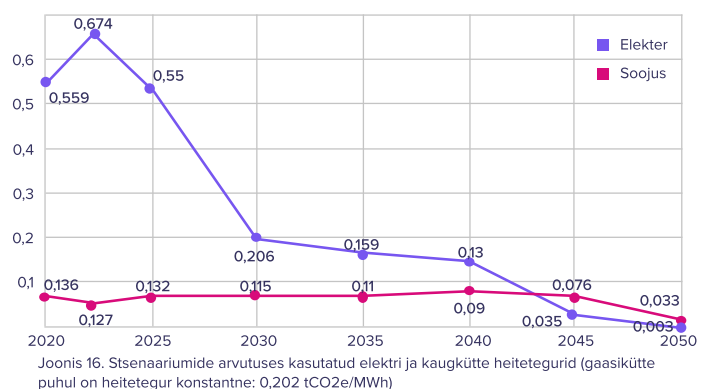
Peale renoveerimise rakendatakse andmepõhist energijuhtimist (täpsemalt järgmises lõigus) alates 2025. aastast kõikidele hoonetele, kus see on tänase seisuga võimalik. Hoonete renoveerimisest tuleneva energiasäästu määramisel arvestatakse, et selle puhul täiendatakse ka hooneautomaatikasüsteemi ja rakendatakse andmepõhist energijuhtimist.

Andmepõhine energijuhtimine (AI-põhine juhtimine). Tänapäeva tehnoloogia võimaldab järjest lihtsamini hoonete energiat mõõta, jälgida ja ka juhtida. AI-põhine juhtimine aitab muuta hooned energiatõhusamaks ning parandada sisekliimat. Tallinna Tehnikaülikoolis on uut andmepõhist masinõpet ehk AI-põhist kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemide juhtimist rakendatud U06-hoone puhul. Teekaardis on U06-hoone energiasääst võetud teiste hoonete energiasäästu hindamise võrdlusaluseks.

AI-põhise juhtimise rakendamine eeldab piisava andurite hulga ja võimekusega hooneautomaatikasüsteemi olemasolu. Seetõttu hinnati teekaardi tarbeks ülikooli kõikide hoonete hooneautomaatikasüsteeme (building management system, BMS) ja selle abil süsteemide juhtimist ning sellest tuleneva energiasäästu potentsiaali realiseerimist järgmiste kriteeriumide järgi:

1) piisav teoreetiline juhitavus:

A. eksisteerib piisavalt uus (kaasaegseid andmedastusmeetodeid toetav) kaugligipäasetav BMS;



- B. juhitavad süsteemid ja BMSi integreeritud seadepunktid – juhtimisvõimekust hinnati viie alamsüsteemi puhul: kütteringid, ventilatsioonisüsteem (õhukogus ja temperatuur), ruumikontrollerid, jahutusseadmed;
- C. piisav tagasiside süsteemi toimivuse kohta mõõtepunktides – võimalus tuvastada mõõdetud väärtuse alusel, et määratud temperatuuri seadepunkt saavutatakse;

2) piisav tegelik juhitavus:

- A. kasutusest / süsteemide vigadest tingitud juhtimispiirangute puudumine – teatud kasutusega süsteemide juhtimine ei ole tehniliselt mõistlik ja vigaselt toimiva süsteemi optimeerimine ei ole võimalik.

Hooned filtreeriti esialgu eespool toodud punkti 1 alapunkti a alusel. Piisava automaatikaga hoonetes hinnati punkti 1 alapunktide b ja c kehtivust kõigis viies alamsüsteemis osakaaluna kõigist seda liiki süsteemidest kõnealuses hoones. Leitud juhitavuspotsiaaliid agregeeriti eraldi kütte ja elektritarbimise juhitavuse potentsiaalina teoreetiliseks juhitavuseks. Kasutusest ja süsteemi vigadest tulenevad süsteemi juhitavuse piirangud lisati tegeliku juhitavuspotsiaali saamiseks taas osakaaluna kõigist vastavatest alamsüsteemidest.

Saadud tegelikku juhtimisvõimekust kasutati skaaleringu jaoks vastavalt elektri- ja kütteenergia säästupotentsiaalile, mille hinnangu alusena kasutati U06-hoones juba rakendatud AI-põhise juhtimise seniseid tulemusi. Selles hoones saavutatud elektrienergia sääst oli 5% ja kütteenergia sääst 20% kuus.

Taastuenergia kasutamine. Renoveerimise juures on arvestatud, et igale renoveeritud hoonele paigaldatakse ka päikeseelektrijaam (PV-süsteem). See tähendab, et PV-süsteem paigaldatakse tabelis 6 toodud hoonetele. Täna normaliseeritud kogutarbimisest on maha arvestatud nii renoveerimisest tulenev potentsiaalne energiasääst kui ka hoone katusel toodetud energiast kohapeal kasutatud osa. Seejärel on saadud korrigeeritud mõõdetud elektritarbimine võrgust. Päikeseelekt-

rijaama võimsuseks on võetud kinnisvaraosakonna hinnang, mis arvestab iga hoone katusepinna reaalselt mahutavust.

Päikeseelektrijaama tootluse hindamiseks kasutati ülikooli liginullenergiahoonete uurimisrühma välja töötatud PV-kalkulaatorit¹⁹. Kuna hoonete elektritarbimine on mõõdetud alajaamade gruppide kaupa, siis sisestati PV-kalkulaatorisse normaliseeritud hoonegruppide mõõdetud elektritarbimine. Kalkulaatorisse sisestati veel päikesepaneelide maksimaalne koguvõimsus, paneelide kalle 42° horisontaalist ning suund lõunasse (180°). Energiatõhususarvu leidmisel kasutatud renoveeritud hoonete gruppide PV maksimaalne nominaalvõimsus ning hinnatud kohapeal tarbitud PV-energia osakaal on toodud tabelis 6.

Kinnisvara uuendamine. Renoveerimine on olemasoleva hoone puhul esimene valik juhul, kui hoone asukoht ja funktsionaalsus vastab vajadusele. Renoveerimise käigus saab hoone ruumijaotust muuta ning luua kaasaegse õpi- ning töökeskkonna, kuid samas on täidetud ka tehnilised parameetrid, mida muuta ei saa.

Lisaks hoone asukohale on piirav tegur korruse kõrgus, mida muuta ei ole võimalik. Tavapraktikas on mitmed hooned lammutatud, sest tehnosüsteemid ei mahuks vanasse hoonesse ära. Samuti on keeruline teha kandekonstruktsioonide muudatusi. Nii tulebki vahel langetada ruumikasutuse ning kulu- ja energiatõhususe tõttu otsus loobuda suure energiatarbimisega vanadest hoonetest, mille renoveerimine hea sisekliima ja vajaliku energiatõhususega hooneks ei ole enam majanduslikult mõistlik.

Seega on üks võimalik stsenaarium, et ülikool loobub mõnest hoonest ning ehitab juurde ülikooli vajadustele paremini vastavaid hooned. Selleks pakuti võimaliku variandina välja, et ülikool loobub Koplis asuva mereakadeemia, samuti küberneetika ja puidutöötlemise õppehoonetest ning ehitab uue õppehoone, mis koondata Tallinnas tegutseva ülikooli osa rohkem Mustamäe

¹⁹ <https://pv-calc.nzeb.site/>

Tabel 6. Hoonegruppide puhul hinnatud PV võimsus, hinnanguline omatarbe osakaal ning võimalik kasutatav katuse pindala PV-de jaoks (v.a NRG ja SOC, PV-d puuduvad)

Hoonete grupp	Hoonealune pind, m ²	PV võimsus, kW	Omatarbe, %	PV-de alla minev pindala, m ²	PV-de alla minevkogu hoone-alusest pinnast, %
U03, U01, U02, U02B	7906	208	94,0%	2971	38%
U05, U04, U04B, GEO	4665	148	99,0%	2114	45%
U06, U06A, U05B	4168	96	100,0%	1371	33%

linnakusse. Samuti lisati variant, et ehitatakse uus majutushoone, et vähendada õppejõudude või tudengite pendelrännet ja tuua Mustamäe linnakusse rohkem majutusvõimalusi.

Eestis kehtivate nõuete järgi peab uus hoone saavutama A-energiaklassi (koos päikesepaneelidega). See on eesmärk ka uue õppehoone (12 000 m²) planeerimisel. B-energiaklassi piir on haridushoonel 115 kWh/m², koos päikesepaneelidega tuleb tagada 95 kWh/m². Uue õppehoone normaalaasta küttekuludeks on arvatud 40% ICT-hoone küttekulust (36 kWh/m²) ja elektrikuludeks on hinnatud ülikoolis 2034. aastaks renoveeritud hoonete elektritarbimisest 10 kWh/m² suurem kulu – 40 kWh/m², mis tähendab energiatõhususarvu 103 kWh/m² (siin ei ole arvestatud PV-dega energia tootmist).

Uue majutushoone (3000 m²) eesmärk on samuti saavutada A-energiaklass (koos päikesepaneelidega). B-energiaklassi piir on majutushoonel 165 kWh/m², koos päikesepaneelidega tuleb tagada 140 kWh/m². Uue majutushoone küttekulu hinnati sarnase eesmärgiga, kuid kehvema soojustusega juba olemasoleva Academic hosteli energiatarbimisest 30% väiksemaks ehk normaalaastal on küttestarbimine 96,5 kWh/m². Elektrikulu hinnati Academic hosteli energiatarbimisest 20% suuremaks ehk normaalaastal on elektritarbimine 40,3 kWh/m², mis tähendab energiatõhususarvu 143 kWh/m² (siin ei ole arvestatud PV-dega energiatootmist).

Hoonete renoveerimisest ja uue hoone ehitamisest tulenev süsinikujalajalg on arvatud Rootsi Boverketi²⁰ raportis toodud piirmääradega: uue õppehoone puhul 380 CO₂ ekvivalentkilogrammi ruutmeetri kohta ja hotelli/majutushoone puhul 375 CO₂ ekvivalentkilogrammi ruutmeetri kohta brutopinna puhul. Eeldus on, et need piirmäärad on saavutatavad ka netopinna puhul. Renoveerimise KHG-heiteks on hinnatud 150 CO₂ ekvivalentkilogrammi ruutmeetri kohta, mis on 20

CO₂ ekvivalentkilogrammi ruutmeetri kohta rohkem, kui on saadud ehituse süsinikujalajälje hindamisprintsipiide rakendamise uuringus²¹.

Energia salvestamise MÕJU hindamine

Hinnati ka elektrienergia salvestamise ja PV-süsteemi võimsuse suurendamise potentsiaali Mustamäe linnaku hoonete näitel. Arvestades, et hetkel on võrgust ostetava elektrienergia heide suurem kui kohapeal toodetud päikseelektrijaamade oma, saab ideaalis salvestite abil vältida elektri võrku müümist ning seeläbi suurendada kohapeal tarbitava roheenergia osakaalu. Selleks võeti aluseks normaliseeritud elektrienergia tarbimine Mustamäe linnaku hoonetes, arvatati võimalik PV-tootlus (vastavalt tabeli 6 andmetele PV-kalkulaatoriga) ning seejärel sisestati tootlus simulatsioonitarkvarasse, et arvutada hoonete energiasalvestamise potentsiaal.

Akuga salvestamise süsteemi (edaspidi „salvestus“) paigaldust uuriti viie hoonete grupi ehk nende alajaama ja PV-süsteemi puhul, mille maksimaalsed nominaalvõimsused on toodud tabelis 7. U01- ja U02-hoonetel on juba PV-süsteem olemas. SCI- ja ICT-hooned lisati analüüsi, kuna nende elektritarbimine on kõige suurem.

Iga hoonete grupi puhul uuritakse kolme erinevat olukorda:

SALVESTUS 1: akusse salvestus võimsusega 175 kVA ja mahtuvusega 350 kWh;

SALVESTUS 2: akusse salvestus võimsusega 175 kVA, aga suurema mahtuvusega – 525 kWh;

SALVESTUS 3: akusse salvestus väiksema võimsusega 80 kVA ja mahtuvusega 240 kWh.

Päikesepaneelide installeerimis- ja salvestuslahenduste puhul analüüsiti elektri impordi ja ekspordi muutust (otsene süsinikujalajälje vähenemine) ja võimsuse vähenemist elektrivõrgus (kaudne süsinikujalajälje vähenemine).

20 <https://www.boverket.se/en/start/publications/2023/limit-values-for-climate-impact-from-buildings/>.

21 <https://eehitus.ee/timeline-post/uuring-ehituse-susini-ku-jalajalg/>.

Tabel 7. Mustamäe hoonegruppide päikesepaneelide (PV) maksimaalsed nominaalvõimsused kilovattides

Hoonegrupp(m(alajaam))	PV võimsus, kW
NRG	36
U01-U03	208
U04-U05 + GEO	148
U05B-U06A	96
SCI, ICT	85

mine). Analüüsi hetketarbimise põhjal algset olukorda ning lisaks tehti analüüs olukordade kohta, kus elektri baasvõimsus väheneb sammuga 10% ja 30%. Vähenemise korral arvestati ka renoveerimisest tulenevat säästu. Kokku analüüsi iga hoone puhul üheksat erinevat olukorda.

4.1.4 HOONE- JA ENERGIIVALDKONNA STSENAARIUMID

Teekaardi eesmärk on vähendada ülikooli süsinikuajalajälge. Hooned on ühed suurimad energiatarbijad nii Eestis kui ka Euroopas. Seetõttu tuleb leida lahendusi, kuidas võimalikult palju hooned energiatõhusamaks muuta, arvestades sealjuures nii kultuurilisi, sotsiaalseid kui ka majanduslikke aspekte.

Hoone- ja energiavaldkonnas koostati eespool käsitletud meetodeid kasutades stsenaariumid kogu ülikooli hoonefondi kohta. Stsenaariumide valik tulenes nii Euroopa Liidu nõudest renoveerida halvima energiatõhususega hooned paremaks kui ka kinnisvaraosakonna senistest eesmärkidest aastani 2035. Ülikooli teekaardi koondstsenaariumideks on valitud kolm võimalikku varianti – renoveeriv, uuendav ning täisstsenaarium –, mis sarnaselt teistele valdkondadele võtavad arvesse erinevaid võimalikke arengustsenaariumeid. Nullstsenaarium on hea võrdlusalus teiste stsenaariumide mõju hindamisel. Kokku koostati neli stsenaariumi (tabel 9):

- 1. nullstsenaarium** – hoonetega ei tehta midagi, hoonete arv ja seisund jäävad nii, nagu praegu;
- 2. täisstsenaarium** – ajavahemikus 2025–2034 renoveeritakse u 90% ülikooli hoonefondist nii, et hoonete koond-KEK on B-energiaklassis (keskmiselt 46% kütteenergia ja 30% elektrienergia säästu hoone kohta);
- 3. renoveeriv stsenaarium (RENO)** – alustatakse

renoveerimist kõige kehvema energiatõhususega ja suurema süsinikuajalajäljega hoonetest: peahoone korpused, loodusteaduste maja ning Mektory – keskmiselt 2,4% ülikooli hoonefondi kogupindalast aastas. Täiendavalt arvestatakse ka ülikooli kinnisvaraosakonna seniste eesmärkidega. Tabeli 24 lisas 1 on toodud kogu Tallinna Tehnika-ülikooli hoonefond energiatõhususe järjestuses.

- 4. uuendav stsenaarium** – renoveerimine samamoodi nagu RENO stsenaariumis, millele täienduseks loobutakse Mustamäe linnakusse koondumise eesmärgil Koplis asuva mereakadeemia, küberneetika ja puidutöötlemise õppehoonetest, ehitatakse uus õppe- ja uus majutushoone ning uus ja laiendatud Mektory (RENO + UUS). Selle stsenaariumi eesmärk on tuua ainult renoveerimisele (RENO) võrdluseks olukord, kus kehvema tõhususega hoonete asemele rajatakse uued heitevabad hooned.

Stsenaariumides (v.a null- ja täisstsenaarium) on arvestatud, et aastal 2025 on paigaldatud tarbijatele eraldi arvestid, mis ei kuulu hoone tüüpilise kasutuse alla, ning seega on võimalik korrigeeritud KEKi arvutamisel baas-
tarbimist maha arvestada. Lisaks on eeldatud, et aastal 2025 liituvad kõik vastava võimekusega hooned AI-põhise juhtimisega ning sellest tulenev energiasääst on sisse arvestatud. Päikeseelektrijaama energiatootmine lisatakse arvutusse alates aastast, kui hoone on renoveeritud.

Stsenaariumide maksumuse hindamisel on arvestatud, et ülikooli hoonete renoveerimine maksab keskmiselt 2000 eurot/m² ning uue hoone ehitamine 3000–3800 eurot/m² (hinnad suletud netopindala kohta ja koos käibemaksuga seisuga 2025). Täisstsenaariumi koguinvesteering on 282 miljonit eurot (tabel 8), RENO stsenaariumi koguinvesteering on 54 miljonit eurot ning uuendava stsenaariumi koguinvesteering on 108 miljonit eurot (tabel 10). Renoveerimise koguinvesteeringu hindamisel on välja jäetud keldrikorruste pindalad, kuna need üldiselt suurt renoveerimist ei vaja.

Tabel 8. Täisstsenaariumi tulud ja investeeringud aastate kaupa

Täisstsenaarium					
Rakenda-mise aasta	Tegevus	Tulu (mln €)	Investee-ring (mln €)	Pindala, m ²	Investeering (tuh €/m ²)
2025	REN B-klass	0	0	0	0
2026		0	56,3	28 164	2,0
2028		0	56,3	28 164	2,0
2030		0	56,3	28 164	2,0
2032		0	56,3	28 164	2,0
2034		0	56,3	28 164	2,0
2035	Kokku	0	282	140 820	2,0

Tabel 9. Stsenaariumide kirjeldus koos kogu hoonefondi pindalaga aastate kaupa

Rakenda- mise aasta	Nullstsenaarium		RENO		Uuendav		Täisstsenaarium	
	Tegevus	Pindala, m ²	Tegevus	Pindala, m ²	Tegevus	Pindala, m ²	Tegevus	Pindala, m ²
2025		190 126	alg	190 126	Alg	190 126	alg	190 126
2026	Energiasäästmist ei toimu	188 158	H1 müük	188 158	H1 müük	192 021		188 158
2028		188 158	H2 REN	188 158	H2 REN	188 158		188 158
2030		188 158	H3 REN	188 158	H3 REN + H2 müük	178 282	REN B-Klassi	188 158
2032		188 158	H4 REN	188 158	Uus õppehoone + H3 müük + H4 REN	185 951		188 158
2034		188 158	H5 REN	188 158	Uus majutus + H5 REN	188 951		188 158
2035		188 158	H6 REN	188 158	H6 REN	188 951		188 158

Tabel 10. Renoveeriva ja uuendava stsenaariumi tulud ja investeeringud aastate kaupa

Rakenda- mise aasta	RENO					Uuendav				
	Tegevus	Tulu (mln €)	Investeering (mln €)	Pindala (m ²)	Investeering (tuh €/m ²)	Tegevus	Tulu (mln €)	Investeering (mln €)	Pindala (m ²)	Investeering (tuh €/m ²)
2025	H1 müük	1,0	0,0	0	0	H1 müük	1,0	0	0	0
2026	H2 REN	0	9,0	4 716	2,0	H2 REN	0	9,0	4 716	2,0
2028	H3 REN	0	10	4 897	2,0	H3 REN + H2 müük	1	10	4 897	2,0
2030	H4 REN	0	11	5 672	2,0	UÕH + H3 müük + H4 REN	5,0	10	17 672	3,2
2032	H5 REN	0	9,0	9 398	1,0	Uus majutus + H5 REN	0	56	12 398	1,5
2034	H6 REN	0	14	7 052	2,0	H6 REN	0	18	7 052	2,0
2035	Kokku	1,0	54	31 738	1,7	Kokku	7,0	14	46 736	2,3

4.1.5 TULEMUSED

Hoone- ja energiavaldkonna analüüsi tulemusel selgitati välja õpperuumide kasutus ja võimalikud stsenaariumid üliõpilaste arvu suurenemisel. Saadud tulemused asetati kolme stsenaariumi konteksti ning arutati nende kaalutud energiasutus ja süsinikujalajälg aastani 2035.

Õpperuumide kasutuse tulemused ja võimalikud stsenaariumid

Üldkasutatavate õpperuumide pindala on hetkel 10 867,9 m² ja eriotstarbeliste õpperuumide pindala 20 317 m², kokku 31 185 m² (tabel 11).

Mustamäe linnakus on tehtud otsus vähendada aastaks 2027 üldkasutatavate õpperuumide arvu kuue võrra ja kogu üldkasutatavate õpperuumide pindala kahaneb 10

529,4 m²-le. Täiendav õpperuumide pindala vähendamine pole otstarbekas, sest ülikoolil on eesmärk kasvada ligikaudu tuhande tudengi võrra paari aasta jooksul.

Kolledžite direktorite arvamuse kohaselt ei ole neil vajadust õpperuumide arvu ega pindala vähendada. Vajaduse korral muudetakse ruumide otstarvet. Kui võrrelda kolledžeid Mustamäe linnakuga, siis on kolledžitel üldkasutatavates õpperuumides pinda ühe tudengi kohta kordades rohkem. Kui EMERAs on ruumi ühe tudengi kohta 5,04 m², siis Mustamäe linnakus 0,89 m². Kui võtta arvesse eriotstarbeliste ruumide mahtu, siis on Mustamäe linnakus ühele tudengile ruumi 3,24 m². Tudengite arvu suurenemise korral 10 000ni oleks Mustamäel ühe tudengi kohta pinda 0,78 m² (koos eriotstarbeliste ruumidega 2,97 m²), mis oleks tunniplaani koostamise seisukohalt võimalik.

Vastavalt tabelis 11 toodule: kui üliõpilaste arv kasvab 14 000ni, jääb Mustamäe linnakus ruumi puudu ja tun-

Tabel 11. Üliõpilaste arv, ruumide arv, üldkasutatavate ja eriotstarbeliste õppetöruumide pindala ja pindala ühe tudengi kohta praegu ja tulevikustsenaariumide järgi

Asukoht		Näitaja	2024	Üliõpilaste arv 10 000	Üliõpilaste arv 14 000
TALTECH	Üliõpilaste arv		8 890	10 000	14 000
	Üldkasutatavate ruumide arv		151	145	
	Üldkasutatavate ruumide pindala		10 867,9 m ²	10 529,4 m ²	
	Idkasutatavate ruumide pindala 1 tudengi kohta		1,18 m ²	1,05 m ²	0,75 m ²
	Eriotstarbeliste õpperuumide pindala			20 316,6 m ²	
	Eriotstarbeliste õpperuumide pindala 1 tudengi kohta		2,28 m ²	2,03 m ²	1,45 m ²
	Kogu õppetöö ruumide pindala 1 tudengi kohta		3,47 m ²	3,08 m ²	2,20 m ²

niiplaan muutub kõikidele osapooltele väga ebamuga- vaks. Regionaalsed kolledžid saaksid ka üliõpilaste arvu olulise suurenemise korral olemasolevates ruumides hästi hakkama.

Kaalutud energiakasutus ja süsinikujalajälg aastani 2035 Hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumides

Hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumide sisendina kasutati eelnevalt toodud renoveerimise ja PV elektri- energia tootmise lähteandmeid ning andmepõhisest juhtimisest saadavat potentsiaalset säästu, mille tule- mused on siin peatükis eraldi välja toodud. Kuna akuga salvestamise süsteemil suurt mõju ei ole, siis seda ei ole hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumides arves- tatud.

Tabel 12. Hoonetest U01-U03B võrku müüdud energia

AJ 639st võrku müüdud energia, MWh			
	Salvestus 1	Salvestus 2	Salvestus 3
Algne	1,59	0,50	2,00
SC1	2,82	1,18	4,70
SC2	4,20	1,75	6,99

Arvestades kõikide analüüsitud hoonete mõju, siis väheneks elektrivõrgu tarbimine peamiselt tänu baas- võimsuse vähendamisele ja päikesepaneelide kasuta- misele. Joonise 17 a osas on näha, et võrreldes tänase olukorraga väheneks süsinikujalajälg vastavalt kas 7,2% või 7,3%, kui kasutada algses olukorras PV-sid või PV-sid koos salvestusega. Juhul kui vähendada baasvõimsust 10% (SC1), väheneks süsinikujalajälg mõlemal juhul 16%, ning kui vähendada baasvõimsust 30% (SC2), väheneks süsinikujalajälg 27,8%.

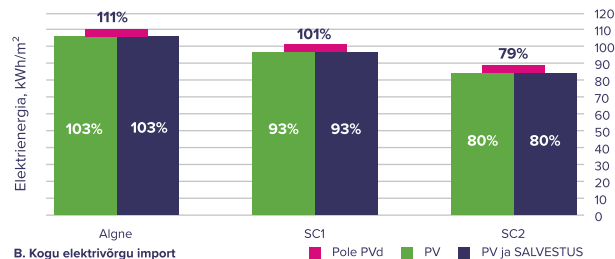
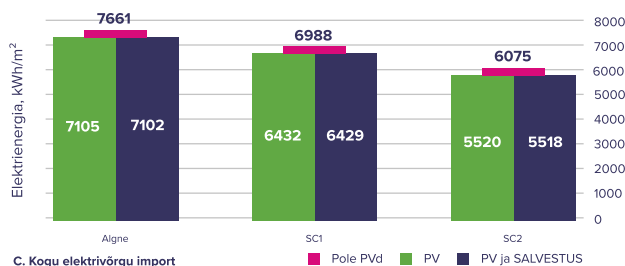
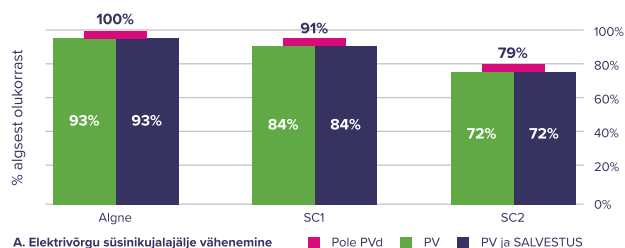
Sellest võib järeldada, et kui eesmärk on salvestite abil vähendada süsinikujalajälge PV-de toodetud energia salvestamise abil, siis selle mõju on tarbimist arvestades

Mustamäe linnaku PV elektrienergia tootmise ja elekt- rienergia salvestuse potentsiaal. Analüüsi käigus sel- gus, et hoonete grupil U01–U03B on kõige suurem potentsiaal akusse salvestamise kasutamiseks, sest nendel hoonetel on kõige rohkem PV-sid ning elektri- energia võrku suunamise asemel saaks kasutada koha- pealset salvestamist. Kui analüüsida eri stsenaariume ning salvesti võimsuse ja mahtuvuse olukordi (vt ptk 4.1.3), on võimalik vähendada salvestite kasutamisel võrku müüdava elektrienergia kogust, mis jääb hoo- negrupil U01–U03B vahemikku 1,6–6,99 MWh (0,1–0,44 kWh/m² analüüsitud hoonete köetava pindala kohta) aastas (tabel 12).

AJ 639st võrku müüdud energia, kWh/m ²			
	Salvestus 1	Salvestus 2	Salvestus 3
Algne	1,10	0,03	0,13
SC1	0,18	0,07	0,30
SC2	0,27	0,11	0,44

väike. Salvestite mõju rahalise võidu saamiseks tuleb täiendavalt välja selgitada. Kolme stsenaariumi kohta on joonisel 18 toodud välja lisaks süsinikujalajälje vähene- misele ka kogu elektrivõrgu impordi vähenemine.

Andmepõhise energiajuhtimise võimekus. Hooneauto- maatikasüsteemi ülevaatuse käigus selgus, et ülikooli kõikidest hoonetest 25-l on olemas hooneautomaatika- süsteem. Liiga vana süsteemi või ebapiisava juhitavuse poolest ei saanud pooltel hoonetel andmepõhise juhti- mise võimekust hinnata. Stsenaariumide arvutamisel ei saanud nendele hoonetele seetõttu rakendada juhtimi- sest tulenevat säästu. Kõikides hoonetes, mida ei ole tabelis 13 loetletud, tuleb andmepõhiseks juhtimiseks



Joonis 17. Võrdlus stsenaariumide süsinikujalajälje ja elektrienergia impordi vähenemise kohta analüüsitud hoonete elektrivõrgus

Baasvõimsuse vähenemise stsenaariumid

luua vajalikud tingimused – paigaldada hooneautomaatika-süsteem, või kui see on olemas, kuid mitte juhitav, teha suurem süsteemi renoveerimine (juhtimiseks vajalike andurite paigaldusest kuni jälgimisplatvormi ajakohastamiseni).

Süsteemide kirjelduse järgi on AI-põhise juhtimise potentsiaal 14 hoonel, mis kõik asuvad Mustamäe linnaosas. Arvestades varem saavutatud sääste ja hooneautomaatika-süsteemide võimekust, jääb saavutatav elektrienergia sääst hoonetel vahemikku 2–5% ning soojusenergia sääst vahemikku 10–20%. Tabelis 13 on täpsemalt välja toodud iga hoone puhul AI-põhise juhtimise potentsiaal ning vastavalt U06-hoone praktilisele skaleeritud potentsiaalne sääst. Teoreetiliselt on 11 hoonet väga hästi juhitavad, kuid tegelik juhitavus on tagatud seitsmel hoonel. See avaldub ka potentsiaalse säästu hinnangus. Ülejäänud hooned on juhitavad, kuid täit potentsiaali neist ei saa, kuna ei ole piisavalt ruume, kus toimiks juhtimiseks vajalik andmevahetus, või kõik süsteemid pole juhitavad, kuna on vanad. ICT- ja ICO-hoone puhul on võimalik kasutada AI-põhist juhtimist vaid siis, kui hooneautomaatika renoveeritakse eelnevalt.

Andmepõhisest energiajuhtimisest tulenevat säästu võeti seega hoone- ja energiavaldkonna stsenaariumide arvutamisel arvesse.

Alalisvoolutehnoloogia võimalused. Tallinna Tehnikaülikoolis testitakse erinevaid alalisvoolutehnoloogiaid, et parandada üldsuse teadlikkust alalisvoolutehnoloogiate kohta ja hõlbustada ehitussektoris üleminekut alalisvoolule. Teekaardi kontekstis alalisvoolutehnoloogiast tulenevat säästu veel hinnata ei saanud, kuid edaspidi tuleks kaardistada tehnoloogia võimalik kasutamine hoonetes ja taristus (nt välisvalgustus). Hinnanguliselt aitaks see säästa kuni 20% energiat, 30% toorainet, vähendada energiasüsteemi elutsükli kulusid 20%, vältida voolukvaliteedi ja ülekoormusega seotud probleeme ning suurendada hoonete energiatõhusust.

Tabel 13. AI-põhise juhtimise potentsiaaliga hooned ja juhtimisest tulenev energiasääst neis hoonetes

Hoone	AI-põhise juhtimise potentsiaal protsentides			Potentsiaalne sääst protsentides				
	Teoreetiline	Teor. elekter	Teor küte	Tegelik	Tegel. elekter	Tegel. küte	Elekter	Küte
U06A	100	-	-	89	82	88	5	20
U06	100	100	100	89	82	88	5	20
SOC	98	96	100	88	80	89	5	20
ICT *	100	100	100	87	80	87	5	20
U02	97	98	97	86	82	87	5	20
U05	100	100	100	82	71	82	4	18
U01	88	77	90	81	77	67	5	15
U03	100	100	100	78	89	46	5	11
LIB	100	100	100	71	78	43	5	10
U02B	98	96	100	67	48	68	3	15
U04	100	100	100	66	57	54	3	12
NRG	64	31	64	64	31	64	2	14
GEO	86	96	87	54	48	55	3	12
ICO *	51	64	52	51	64	52	4	12

* Hoone automaatika vajab renoveerimist, et leitud suurt säästupotentsiaali ära kasutada.

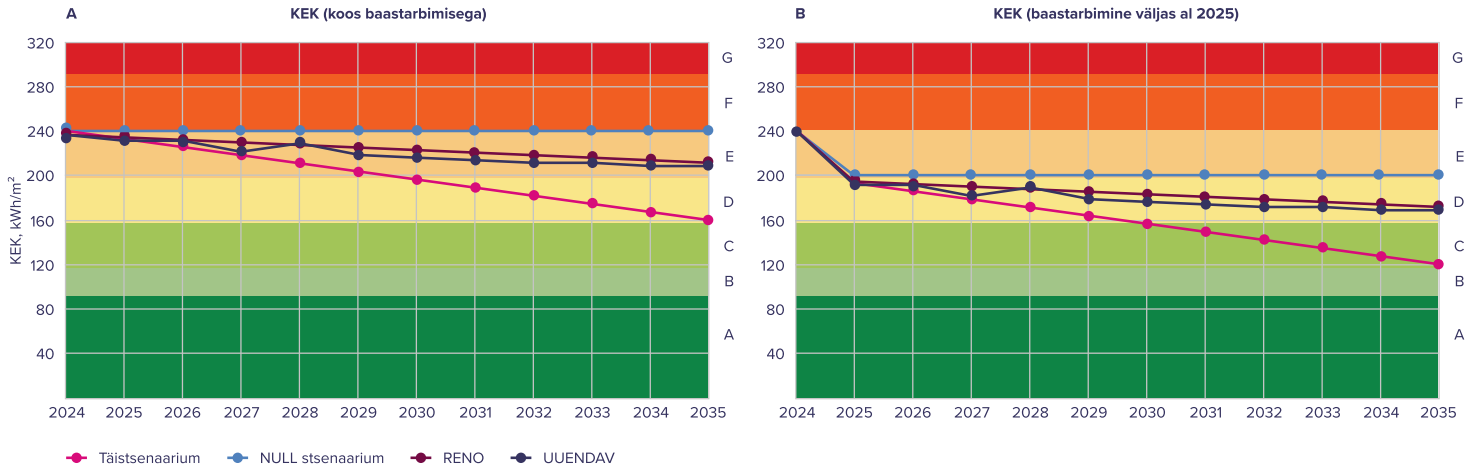
Stsenaariumide mõõdetud
tarbimisandmete alusel arvutatud
energiatõhususarv (KEK)

Nelja stsenaariumi hoonefondi mõõdetud tarbimisandmete alusel arvutatud energiatõhususarvu (KEK) vähenemine aastani 2035 on toodud joonisel 18. Nul-
lstsenaariumi puhul ei ole rakendatud energiasäästu
meetmeid ning selle tõttu on ka tarbimine läbi aastate
sama. KEK on klass või kaks madalam, kui arvestada
välja baastarbimine (joonise 18 b osa).

Täisstsenaariumi puhul on eesmärk saavutada vaid
muutuvat energiatarvet arvestades hoonete koond-KEK
B-energiaklass (joonise 18 b osa, roheline joon). Selleks
tuleks iga aasta renoveerida 10% kogu hoonefondist
nii, et aastani 2035 säästa energiat kokku keskmiselt

8% aastas võrreldes eelmise aasta energiatarbimisega.
Tõenäoliselt jääks tegelik kaalutud tarbimine kuskile B-
ja D-klassi vahele. Tulemuseks on heitevabad hooned
ning 2035. aastaks 50% võrra vähem soojus- ja elektri-
energia tarbimist.

RENO ja uuendava stsenaariumi puhul jääks muutuva
tarbimisega arvutatud koond-KEK C- ja E-klassi vahele
(joonis 18, hall ja tumesinine joon). Nende stsenaari-
umide puhul renoveeritaks aastas keskmiselt 2,4% teh-
nikaülikooli hoonefondi kogupindalast, mis jääb alla
Euroopa energiatõhususe direktiivi 3% piirist. Selle tule-
musel tarbitaks 2035. aastal 12% vähem soojusenergiat
RENO stsenaariumi puhul ning 20% vähem soojusener-
giat uuendava stsenaariumi puhul. Elektrienergiat tarbi-
taks mõlema stsenaariumi puhul 20% vähem. Viimasel
juhul on arvestatud, et ka baastarbimise osakaalu on
umbes kolmandiku võrra vähendatud.

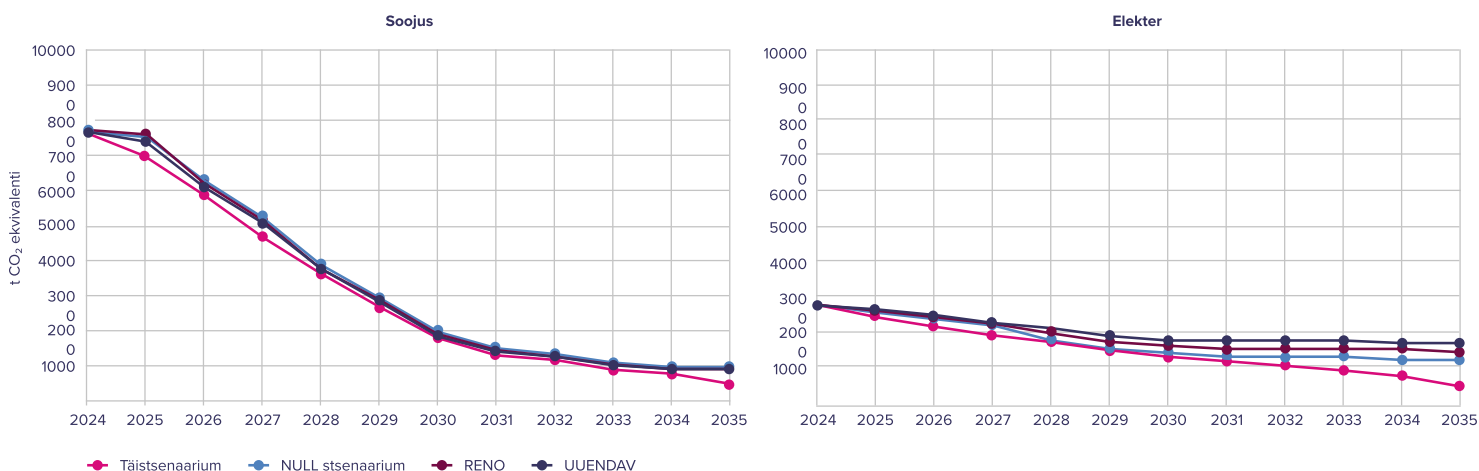


Joonis 18. Kõikide ülikooli hoonete koond-KEK (kWh/m²) nelja stsenaariumi puhul: a) ülikooli koguenergia tarbe alusel arvutatud KEK, b) koguelektritarbest on baastarbimine maha arvestatud

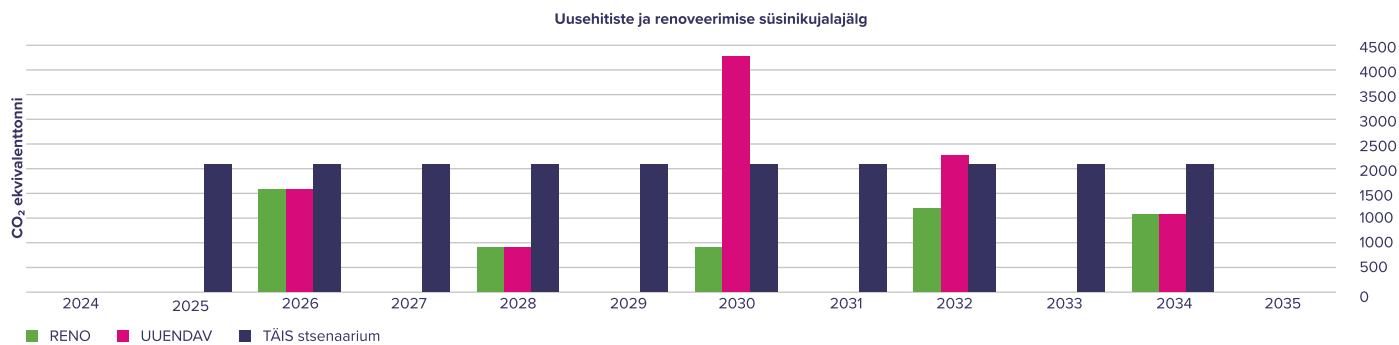
Stsenaariumide KHG-heide

Eelnevalt välja arvatud hoonete energiatarbimisele rakendati elektri, soojuste ja gaasi heitetegureid. Tulemused on toodud joonistel 19–22. Soojuse tootmisest tulenev KHG-heide on väiksem kui elektri tootmise puhul. Soojusenergia tarbimine väheneb stsenaariumides üldiselt rohkem ning sellest tulenevalt on uuendava stsenaariumi KHG-heide umbes 300 tonni võrra väiksem kui RENO stsenaariumi puhul.

Elektritarbimine vähenes vähemal määral, kuid KHG-heide vähenemist kuni 2035. aastani mõjutab oluliselt heitetegurite langus. Renoveerimisest ja uue hoone ehitusest tulenev KHG-heide avaldub konkreetsetel ehitusaastatel (joonis 20) vastavalt stsenaariumile. Kogu hoonetega seotud KHG-heide on toodud joonisel 22, kus täisstsenaariumi puhul jääb esialgu KHG-heide suuremahulise renoveerimise tõttu kõrgemale tasemele, kuid saavutab renoveerimise lõppedes kõige väiksema väärtuse.



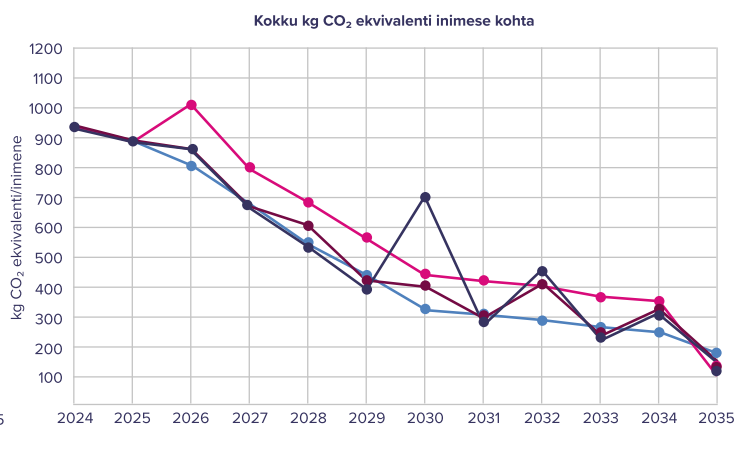
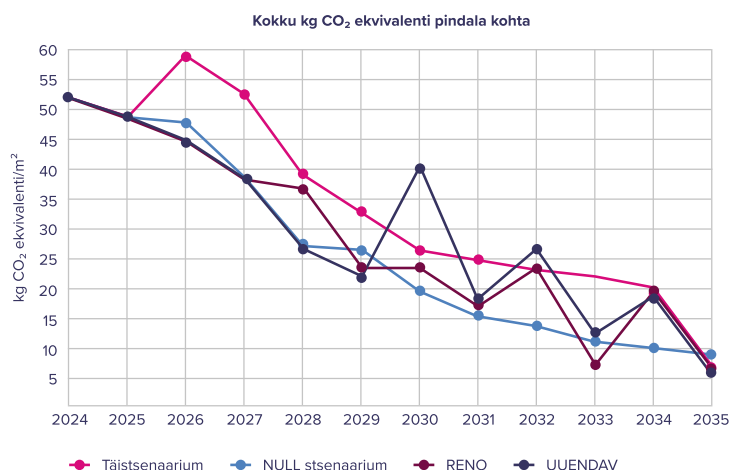
Joonis 19. Soojuse- ja elektritarbimisest tulenev KHG-heide CO₂ ekvivalenttonnides aastatel 2024–2035 eri stsenaariumide korral



Joonis 20. Uusehitistest ja renoveerimisest tulenev süsinikujalajälg



Joonis 21. Kogu energiakasutusest ja ehitamisest tulenev KHG-heide



Joonis 22. Soojuse- ja elektritarbimisest tulenevad heitkogused (CO₂ ekvivalenttonni pindala ja inimese kohta) 2024–2035 eri stsenaariumide korral

Vastavalt teekaardi võtmenäitajale on KHG-heide siin toodud ka suhtelise näitajana ehk hoonefondi pindala ja ülikooliga seotud inimese kohta (joonis 22). Aastal 2022 oli tehnikaülikooli liikmeskonna suurus 10 865 inimest. Täisstsenaarium võimaldab heitkoguse viia ligi 7 CO₂ ekvivalentkilogrammini ülikooli hoonefondi pindala kohta ning 117 CO₂ ekvivalentkilogrammini inimese kohta aastas. Teekaardis analüüsiti ka kahte keskmist ehk realistlikku lahendust, kus renoveeritakse või uuendatakse ülikooli kinnisvara u 2,4% kogupindalast aastas. Nende kahe realistliku (uuendav ja RENO) stsenaariumi korral langevad heitkogused aastaks 2035 vastavalt 10–12 CO₂ ekvivalentkilogrammini pindala kohta või 170–200 CO₂ ekvivalentkilogrammini inimese kohta aastas.

4.1.6 JÄRELDUSED JA MEETODID

Hoonete energia ja tootmise töörühmade analüüsides saadud tulemused näitavad, et nii energiat, KHG-heidet kui ka maksumust arvestades on mõistlik järgida uuendavat või RENO stsenaariumi. Uuendav stsenaarium on kallim, sest lähtub ülikooli arenguvajadustest ja selle raames ehitatakse renoveerimise kõrval ka mõned uued hooned, saavutades nii väiksema energiatarbe ja KHG-heite. Nii renoveeritud kui ka uues õppehoones on lisandväärtusena parem sisekliima ning kaasaegne töö- ja õpikeskkond. Juhul kui ülikool ei suuda teha arenguvajadustele vastavaid investeeringuid, on võimalik lähtuda ainult renoveerivast ehk RENO stsenaariumist, mille tulemused ja maksumus on tagasihoidlikumad. Uuendava stsenaariumi puhul tuleks rakendada järgmisi meetmeid:

- analüüsida töötajate töökohakasutust ning koostada töökohtade vajaduspõhine tegevuskava koos eelarvestamisega;
- analüüsida ülikooli kinnisvara vajadusi, koostada tegevuskava koos eelarvestamisega;
- teha elektritarbimise inventuur, mis tuvastab üleliigse tarbimise, ja rakendada selle vähendamise meetmed;
- juhtida kõikides ülikooli hoonetes energiakasutust andmepõhiselt, sh koos hoonete automaatika eelneva renoveerimisega;
- kaardistada alalisvoolutehnoloogia võimalik kasutamine kõikide linnakute hoonetes ja taristus (nt välisvalgustus);
 - hoonete renoveerimisel arvestada järgmist:
 - teha ülikooli juhtimise tasandil otsuseid, mis vähendavad fossiilkütuste tarbimist;
 - kaaluda soojusenergiaallikana kaugkütet;
 - toota võimalikult palju taastuvenergiat ning suurendada sealjuures selle kohapealset kasutust – näiteks paigaldada vajaduse korral akuga salvestussüsteem hoonetele, mille omatarve on tootlusest väiksem;
 - renoveerida hooned, võttes ehitusmaterjalid ringkasutusse;
- uuendada ja hallata säästlikult kinnisvara: efektiivsusest lähtudes loobuda mereakadeemia, küberneetika ja puidutöötlemise õppehoonetest, ehitada Mustamäe linnakusse uus õppehoone ja majutushoone;
- paigaldada renoveeritud ja uute hoonete katustele päikeseelektriijaamad, mis vähendavad võrgupõhist energiatarbimist keskmiselt 10 kWh/m² aastas.

4.2 LIIKUVUS

4.2.1 LIIKUVUSE HETKESEIS

Käesolev analüüs hõlmab Tallinna Tehnikaülikooliga seotud liikumisi ja nende jalajälge. Kasutades Telia Crowd Insights andmestikku kõigi Tallinna Tehnikaülikooli õppehoonetega seotud liikumiste kohta 2022. ja 2023. aastal, määrati statsionaarseks õppetööks mõeldud asukohtadega seotud liikumiste maht ning sellega kaasnev süsinikujalajalg. Lisaks kasutati sisen-dina varasemaid uuringuid²² ja Mustamäe linnaku parkla automaatsüsteemi andmeid. Uuringu raames tehti 2024. aasta mais paikvaatlused sõidukipargi vanuse ja heitetaseme määramiseks. Tallinna Tehnikaülikoolis 10. novembri 2023. aasta seisuga õppivast 8898 üliõpilasest õpib üle 85% Mustamäe linnakus (joonis 10), mistõttu on seda linnakut käsitletud põhjalikumalt. Mustamäe linnakuga seotud liikumiste arv ja jalajalg on kordades suuremad kui ülejäänud asukohtadel kokku, suhtarvud on toodud joonisel 23.

Ülikooliga seotud liikumised saab jagada kahte peamisse kategooriasse: igapäevased liikumised ja lähedused. Kuna Telia meetodika (täpsemalt vt ptk 4.2.3) põhineb ühetaolistel pindalaobjektidel, siis on andmed esitatud mõjutatud teiste lähedalasuvate objektide ja elupaikadega seotud liikumiste vormis.

22 <https://digikogu.taltech.ee/et/item/23881214-a157-4a1a-a86c-d35f3b5e231b>

Igapäevane töö JA elukoha vaheline liikumine

Ülikooli teeninduspiirkond asub kogu riigis. Mustamäe linnaku tudengite ja töötajate elukohad asuvad peamiselt Tallinnas ja selle lähiumbruses²³ (joonis 24).

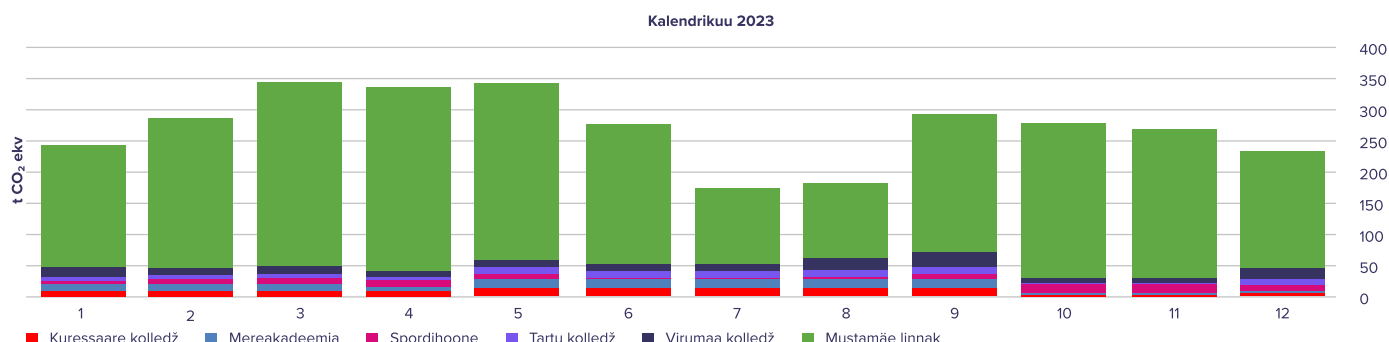
Lähetused teistesse asukohtadesse

Lähetused on ülikoolide, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli jaoks olulised mitmel põhjusel.

Esiteks võimaldavad need ülikooli teadlastel ja õppejõududel osaleda rahvusvahelistel konverentsidel, seminaridel ja töötubades, kus jagatakse uuemaid teadustulemusi ja ideid. See hoiab ülikooli teadustöö ja õppetegevuse kõrgel tasemel ning kursis globaalsete arengusuundumustega.

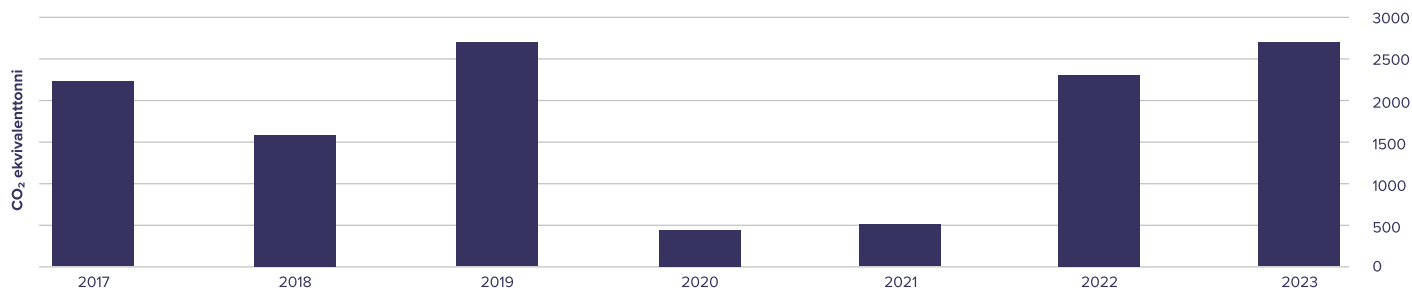
Teiseks soodustavad lähetused rahvusvaheliste koostöövõrgustike loomist ja tugevdamist, mis on olulised ühiste teadusprojektide algatamiseks, rahastuse taotlemiseks ja üliõpilasvahetuse edendamiseks.

23 <https://digikogu.taltech.ee/et/item/23881214-a157-4a1a-a86c-d35f3b5e231b>



Joonis 23. Tehnikaülikooli töötajate ja tudengite liikumiste jalajälje jaotus Telia 2023. aasta mobiilpositsioneerimise andmete põhjal

Välislähetuste arv aasta lõikes



Joonis 24. Tallinna Tehnikaülikooli välislähetuste arv aasta lõikes

Kolmandaks annavad lähetused võimaluse tutvustada Eesti teadust ja ülikoole rahvusvahelisel areenil, parandades seeläbi nende mainet ja atraktiivsust potentsiaalsete välisüliõpilaste ning -teadlaste silmis. Samas on lennureisid teistesse riikidesse olulise jalajäljega, moodustades arvestatava osa kogu liikuvuse süsinikujalajäljest (vt joonis 25).

4.2.2 METOODIKA

Liikuvuse süsinikujalajälje arvutamisel võeti aluseks Telia Crowd Insights'i mooduli Emission Insights andmed liikumisviiside summaarse kilomeetraži kohta. Moodul kasutab andmete töötlemiseks CERO²⁴ meetodikat. Telia Travel Emission Insights ühendab Telia Crowd Insights'i platvormi asukohapõhised mobiilsideandmed CERO arvutusmudeliga, mis põhineb Markus Robèrti välja töötatud kliimapõhise reisiplaneerimise mudelil²⁵, mis kasutab tagasivaatavat (backcasting'u) mudelit (tuletatavate tulevikustsenaariumide loomine vastandina ennustavale (forecasting'u) mudelile). Esiteks aitab see meetoodika kavandada ettevõtete keskkonnasäästlikumat liikumispoliitikat ja teiseks jälgida ettevõtetes liikuvust Stockholmi mobiilsusprojekti raames.

24 <https://web.archive.org/web/20240302143137/https://zeromission.se/en/services/cero/>, <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1232452>

25 <http://dx.doi.org/10.1080/15568310701517752>.

Eeldades püsivaid teekonnakaugusi, kui töötaja i läheb üle liikumisviisilt 1 liikumisviisile 2 liikumisliigi j puhul (nt eraautolt ühistranspordile või fossiilkütusega autolt bio-kütusega autole, ärireisid või töölesõit), saab keskmist suhtelist heitkoguste vähenemist ettevõttes, kus töötajad kasutavad liikumisviisi 1 liikumiseesmärgi j jaoks, väljendada järgmiselt:

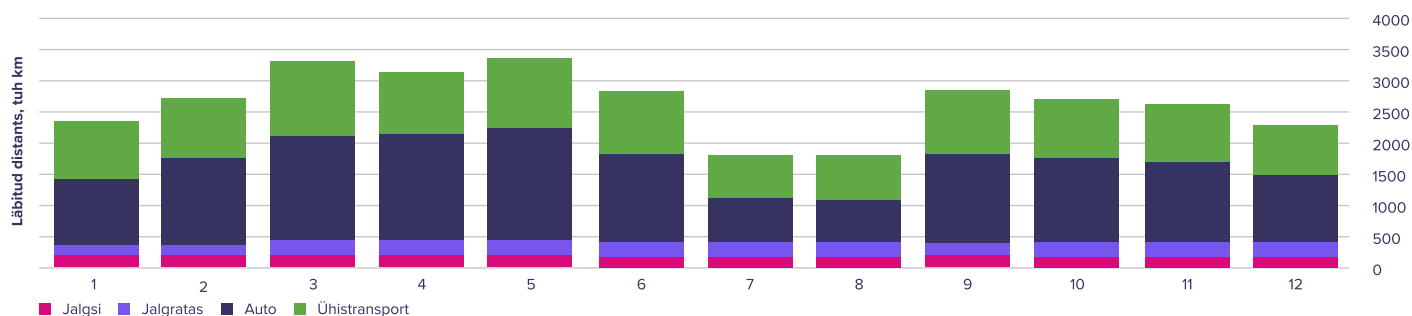
$$\sigma^j = \frac{\sum_i s_{i1}^j (u_{i1}^j - u_{i2}^j)}{N_1^j \sum_i \sum_j u_{im}^j s_{im}^j} \quad i = 1, \dots, N_1^j$$

kus:

- i – üksikisik ettevõttes
- j – liikumiseesmärk (ärireis või töölesõit)
- u_{i1}^j – heide kilomeetri kohta praeguse liikumisviisiga $m = 1$ liikumiseesmärgi j puhul isiku i kohta
- u_{i2}^j – heide kilomeetri kohta alternatiivse liikumisviisiga $m = 2$ liikumiseesmärgi j puhul isiku i kohta
- m – liikumis- või suhtlusviis m alternatiivi seast (nt auto, lennuk, videokonverents)
- s_{i1}^j – aastane läbitud vahemaa isiku i poolt praeguse liikumisviisiga $m = 1$ liikumiseesmärgi j puhul
- N_1^j – nende töötajate koguarv liikumiseesmärgi j puhul, kes kasutavad praegust liikumisviisi $m = 1$

Et tulemus vastaks Tallinna Tehnikaülikooli oludele, kaardistati töötajate ja tudengite Mustamäe linnaku autopark, et määrata täpsemad eriheitetegurid. Len-

Kalendrikuu 2023



Allikas: Telia Crowd Insights

Joonis 25. Igapäevaste liikumiste jaotus kalendriaasta lõikes

nureiside jalajälje arvutamiseks kasutati Atmosfairi²⁶ mudelit, mille andmesisendid olid registreeritud lähetusel, samuti välistudengite arv ja päritoluriik. Liikuvuse aastase dünaamika hindamiseks kasutati EcoCounteri loendusseadmete Eesti keskmisi väärtusi linnakeskkonna kohta.

Stsenaariumi ja meetmete väljatöötamisel lähtuti linna ja linnaku planeerimise ülesannete jaotusest ülikooli ja Tallinna linna vahel, arvestades ka üldist trendi säästvama liikuvuse suunas. Iga meetme puhul hinnati teiste riikide kogemusele tuginedes mõju liikumisviisi mahule ja eriheitetegurile.

4.2.3 TULEMUSED

Võttes aluseks läbitud kilomeetrid, on liikumiste maksimumperioodiks aktiivse õppetöö aeg (joonis 26). Väljaspool seda aega vähenevad kõigi liikumisviisidega seotud kilometraažid.

Parklates asuvate loendurite (joonis 27) põhjal on semestri alguse tööpäevadel parklad peaaegu 100% täituvusega. Semestri lõpupoole parkla täituvus väheneb. Erand on juuni viimased nädalad, kus seoses ülikooli lõpuaktustega on täituvus taas suur.

Semestri lõpupoole väiksem õppehoonete kasutus langeb kokku tunniplaanijärgse õppehoonete kasutusega (joonis 28). Samas on Eesti keskmine jalgrattaka-

sutus selline, et põhiline kasutusperiood jääb õppetöövälisesse aega.

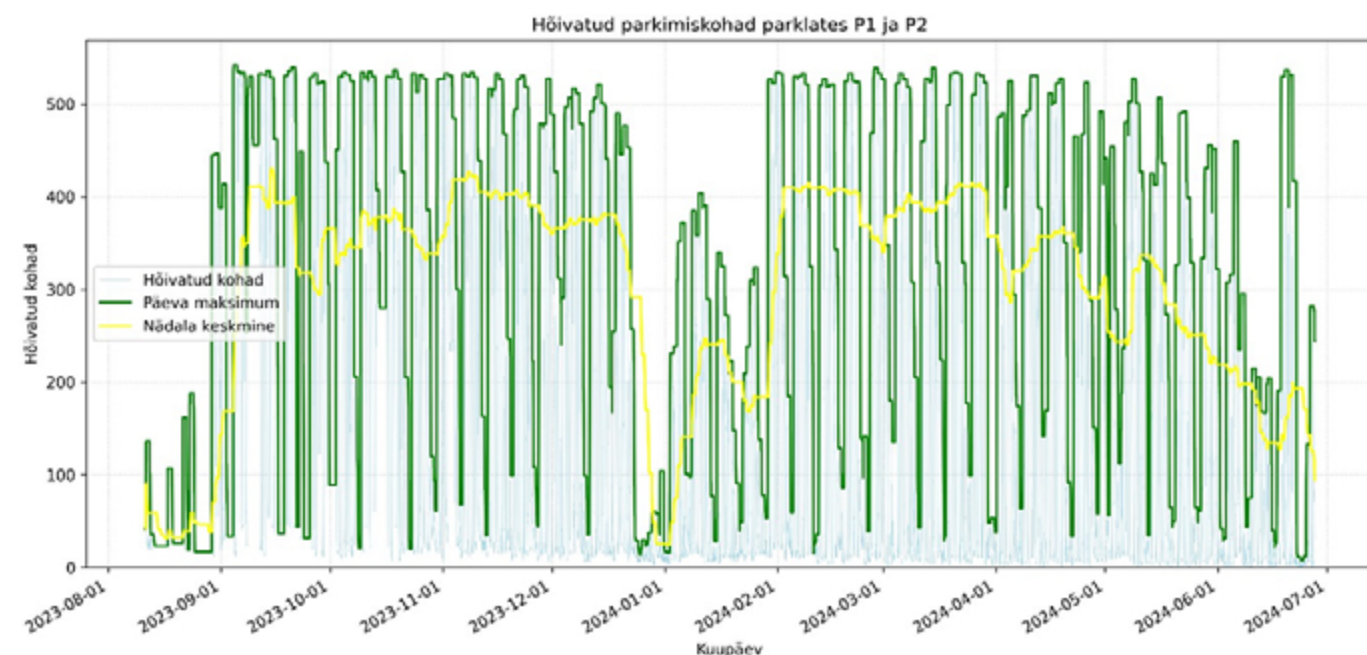
Parklates läbiviidud vaatlused näitasid, et tehnikaülikooli töötajate ja üliõpilaste kasutatavad sõidukid on nii Eesti kui ka Harjumaa keskmisest²⁷ uuemad ja säästlikumad (joonis 28). Vaatluste käigus kaardistati mitmel päeval parklates asuvad sõidukid ning kontrolliti nende heitenäitajaid Transpordiameti andmete põhjal. Transpordiameti sõidukite andmete alusel on Eesti keskmine süsinikuheide 190,93 g/km, samal ajal kui Harju maakonna keskmine on 185,49 g/km. Tallinna Tehnikaülikooli töötajate ja üliõpilaste sõidukite heide on sellest madalam – keskmiselt 159,91 g/km.

4.2.4 STSENAARIUMID JA MEETMED

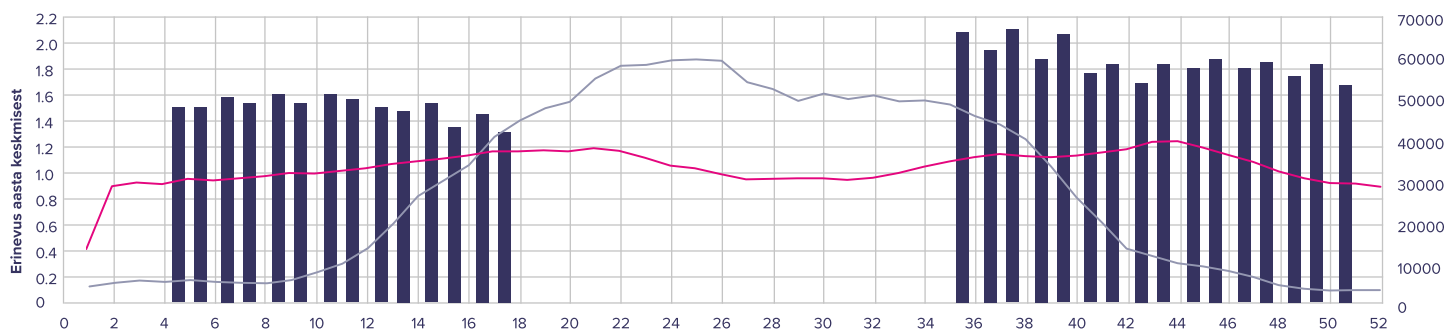
Ülikooli liikuvusega seotud süsinikuheite vähendamiseks on välja töötatud kolm stsenaariumi. Iga stsenaarium sisaldab erinevaid meetmeid ja nende hinnangulist mõju sõiduvõimalikule ning reise arvule. Iga meetme osas arvestati senises praktikas ilmnenud muutuste määra ning tänase jalajälje põhjal arvutati süsinikuheite potentsiaalne sääst. Sel viisil avaldub meetmete mõju vastavalt sellele, kuidas muutuvad konkreetselt seotud liikumisviiside maht ja jaotus.

26 <https://www.atmosfair.de/en/offset/flight/>.

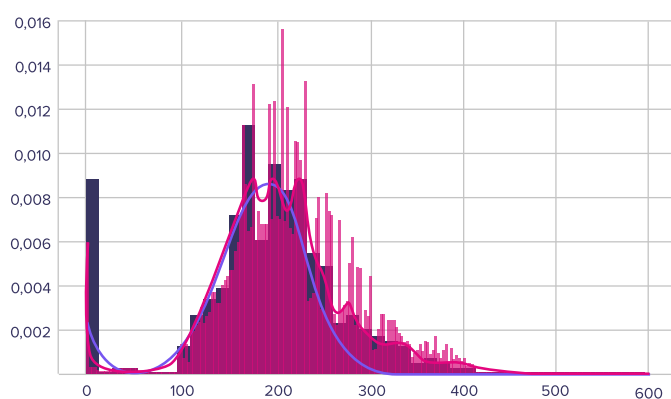
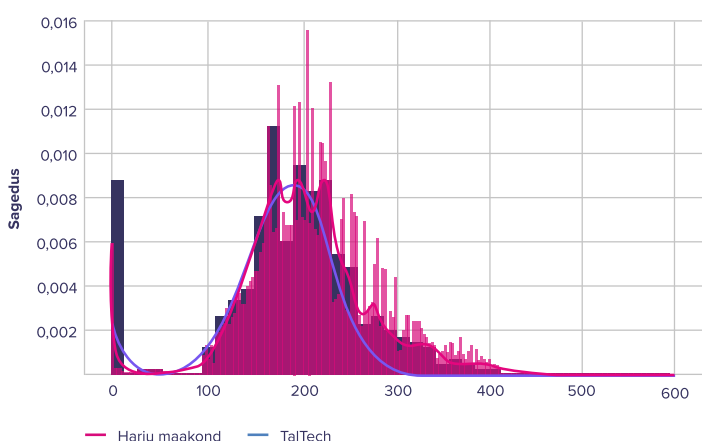
27 <https://avaandmed.eesti.ee/datasets/soidukite-staatused-eestis>.



Joonis 26. Parklate täituvuse ajaline dünaamika



Joonis 27. Mustamäe linnaku hoonekasutus ning liikuvus üliõpilaste arvu alusel nädalase tunniplaani järgi ja kergliikumisviiside kasutussageduse erinevus aasta keskmisest liikluskasutusest



Joonis 28. Autopargi keskmise süsinikuheite erinevus

Stsenaariumide juures on arvestatud sellega, et töötajate ja üliõpilaste (sh välistudengite) arv ei muutu olulisel määral. Kuna olulise osa jalajäljest moodustavad välisüliõpilaste liikumised päritoluriiki ja tagasi, kirjeldati stsenaariumeid kahes variandis. Variant A arvestab kõiki liikumisi, variant B jätab välja välisüliõpilaste liikumise jalajälje. Mõlema variandiga on analüüsitud kolme järgmist stsenaariumi.

Stsenaarium 1: tavapärase arengu stsenaarium

See stsenaarium eeldab praeguste trendide jätkumist ilma olulise ülikooli- ja linnapoolse sekkumiseta.

Muutuste alus:

- Elektrisõidukite järkjärguline kasutuselevõtt
- Minimaalsed muutused ühistranspordi taristust
- Ülikool ei reguleeri ega suuna liikuvust

Hinnanguline mõju:

- Sõiduvõimalik: jääb suures osas muutumatuks
- Sõitude arv: mõningane kasv ülikooli laienemise tõttu
- Süsinikujalajalg ei vähene ega suurene

Stsenaarium 2: ülikooli juhitud pingutuste stsenaarium

See stsenaarium keskendub meetmetele, mida ülikool saab iseseisvalt rakendada oma süsinikujalajälje vähendamiseks. Meetmeid on kirjeldatud tabelis 14.

Stsenaarium 3: ülikooli ja linna koostöö stsenaarium

See stsenaarium põhineb ülikooli juhitud pingutustel ning hõlmab koostööd linnaga olulisemate muutuste elluviimise vallas. Kolmandas stsenaariumis käsitletakse nii stsenaariumi 2 meetmeid kui ka tabelis 15 toodud lisameetmeid.

Variant A: stsenaariumid koos välisüliõpilaste liikumistega

Analüüsi tulemused aastate 2024–2035 kohta on toodud joonisel 30 ning stsenaariumide tulemuse muutus võrreldes 2024. aastaga liikumisviiside kaupa on toodud joonisel 31. Täpsem arvutustabel on esitatud lisa 3.

28 Ülikooli või üliõpilasküla võimalikku investeeringut ei ole hinnatud

Tabel 14. Stsenaariumi 2 meetmed liikuvuse valdkonnas

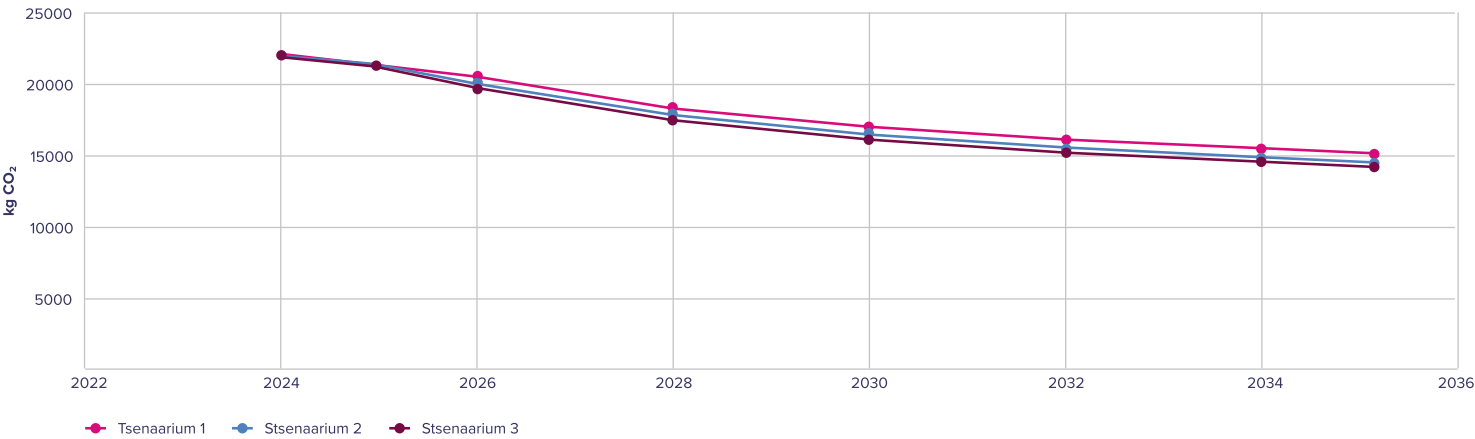
Meede	Kirjeldus	Hinnanguline mõju
Kaugtöö ja distantsõppe edendamine	Paindliku tööpoliitika rakendamine töötajatele Veebikursuste ja hübriidõppe võimaluste suurendamine	20% vähenemine igapäevases pendelrändes
Linnaku teenuste parandamine	Linnaku majutusvõimaluste täiendamine ²⁸ Toitlustus- ja puhkevõimaluste suurendamine jalgikäigu kaugusel	10% vähenemine väljaspool linnakut tehtavates sõitudes
Säästva transpordi soodustamine	Stimulite ja boonuste pakkumine ühistranspordi või ühissõidukite kasutamiseks Jalgrattataristu parandamine linnakus (turvaline parkimine, katusealune parkimine, avalikus kasutuses duširuumid) Ülikooli süstikbussi teenuse rakendamine linnaku ja oluliste transpordisõlmede vahel	15% nihe autokasutuselt säästvatele liikumisviisidele
Parkimiskorralduse muudatused	Tasuline parkimine soodustustega vähese heitega sõidukitele Parkimiskohtade arvu järkjärguline vähendamine vastavalt iga päev kasutamata jäävate kohtade arvule	10% vähenemine autokasutuses
Virtuaalkonverentside ja -koosolekute edendamine	Investeerimine kvaliteetsesse videokonferentsi varustusse Töötajate julgustamine osalema konverentsidel virtuaalselt (kui võimalik)	30% vähenemine lähetustes
Hinnanguline üldmõju	Sõiduvähiarv: 25% üleminek autodelt säästvatele liikumisviisidele Reiside arv: 15% vähenemine sõitude koguarvus	

Tabel 15. Stsenaariumi 3 meetmed liikuvuse valdkonnas (lisaks stsenaariumis 2 toodule)

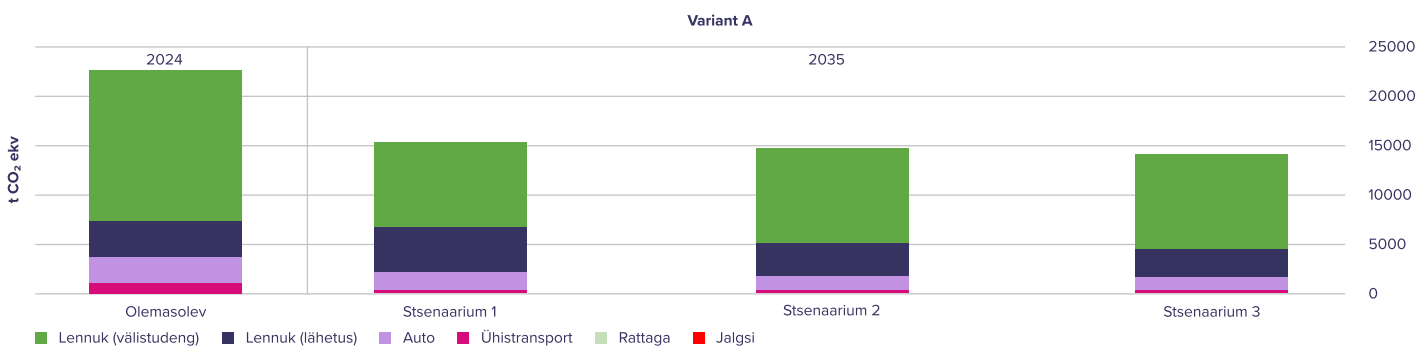
Meede	Kirjeldus	Hinnanguline mõju
Ühistranspordi parandamine	Koostöö linnaga busside ja trollide sageduse suurendamiseks Uute ühistranspordiliinide loomine ülikooli teenindamiseks	Täiendav 10% üleminek autokasutuselt ühistranspordile
Jalgrattataristu arendamine	Koostöö linnaga eraldatud jalgrattaradade loomiseks, mis ühendavad ülikooli peamiste elamupiirkondadega Jalgrattajagamise programmi rakendamine koostöös linnaga	Täiendav 5% üleminek jalgrattasõidule
Pargi-ja-reisi süsteemi rakendamine	Koostöö linnaga pargi-ja-reisi süsteemi rajatiste loomiseks võtmeasukohtades Kiirühenduste pakkumine nendest asukohtadest ülikoolini	10% vähenemine pikamaa autopendelrändes
Linnatranspordi säästva transpordi poliitika	Linnatranspordi toetamine ümikumaksude või vähese heitega tsoonide loomiseks Koostöö nutika liikluskorralduse süsteemide arendamiseks	Täiendav 5% vähenemine autokasutuses
Ühised pingutused üliõpilaste majutuseks	Partnerlus linnaga taskukohase üliõpilasmajutuse arendamiseks linnaku või ühistranspordihenduste lähedal	15% vähenemine üliõpilaste pikamaa pendelrändes
Hinnanguline üldmõju	Sõiduvähiarv: 45% üleminek autokasutuselt säästvatele liikumisviisidele Reiside arv: 25% vähenemine reiside koguarvus, kusjuures ülejäänud reiside keskmine pikkus on lühem	

Variant B: stsenaariumid välisüliõpilaste liikumisteta

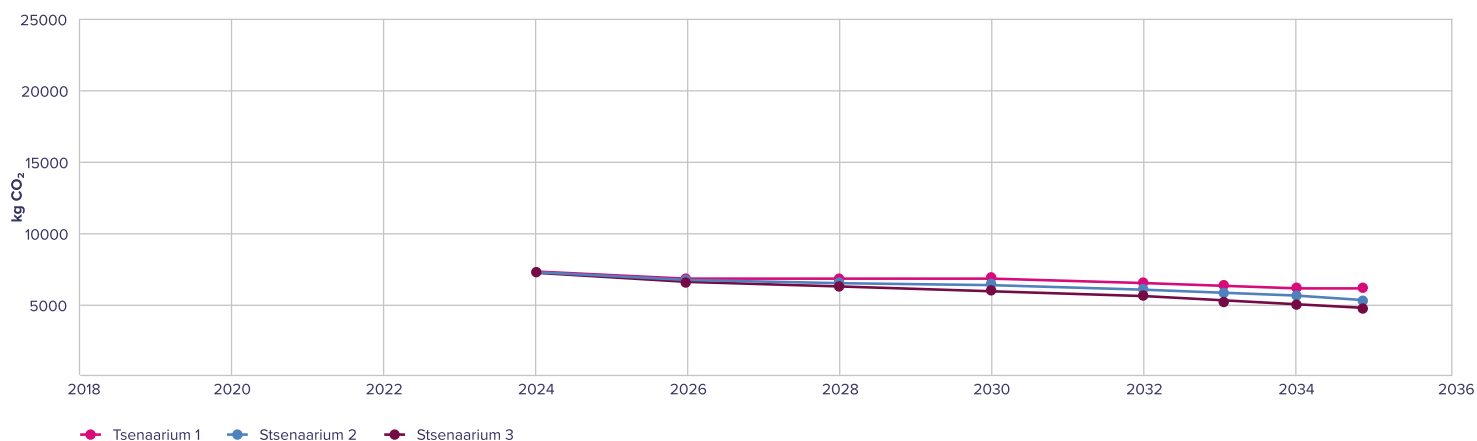
Analüüsi tulemused aastate 2024–2035 kohta on toodud joonisel 40 ning stsenaariumide tulemuse muutus võrreldes 2024 aastaga liikumisviiside kaupa on toodud joonisel 41. Täpsem arvutustabel on esitatud lisas 3.



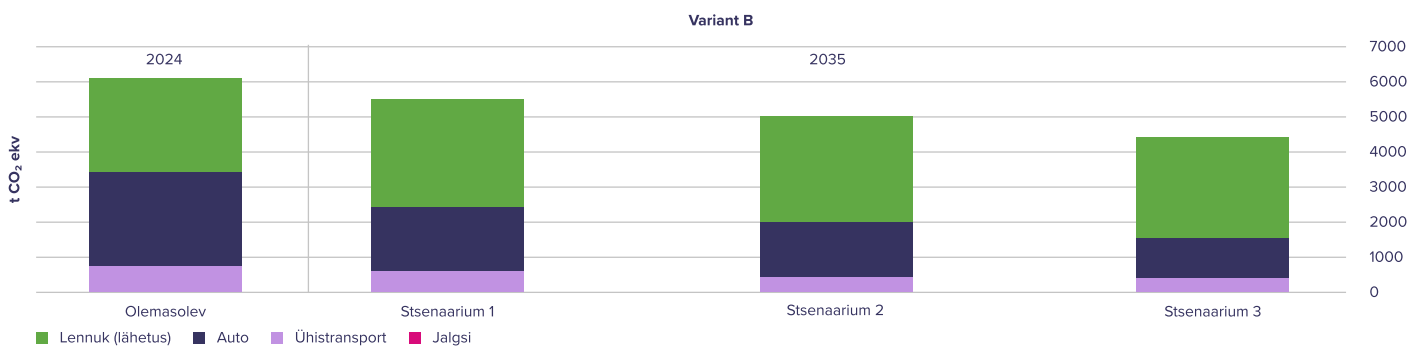
Joonis 29. Süsinikujalajälje muutus stsenaariumide lõikes – stsenaarium 1: tavapärase arengu stsenaarium; stsenaarium 2: ülikooli juhitud pingutuste stsenaarium; stsenaarium 3: ülikooli ja linna koostöö



Joonis 30. Stsenaariumide süsinikuheide 2035 liikumisviiside järgi variandis A (stsenaariumid välisüliõpilaste liikumistega; võrdlus 2024. aasta seisuga)



Joonis 31. Süsinikujalajälje muutus stsenaariumide lõikes – stsenaarium 1: tavapärase arengu stsenaarium; stsenaarium 2: ülikooli juhitud pingutuste stsenaarium; stsenaarium 3: ülikooli ja linna koostöö



Joonis 32. Stsenaariumide KHG-heide 2035 liikumisviiside järgi variandis B (stsenaariumid välisüliõpilaste liikumisteta; võrdlus 2024. aasta seisuga)



4.3 SISSEOSTETAVAD TOOTED JA TEENUSED

Sisseostetavad tooted ja teenused on ülikooli igapäevase toimimise lahutamatu osa. Sisseostetavate toodete ja teenuste kategooria sisaldab kõiki teistes kategooriates kajastamata tooteid ja teenuseid. Ülikooli süsinikujalajälje mahust moodustasid need 2022. aasta inventuuri alusel 14,6%. Käesolevas peatükis koostatud sisseostetavate toodete ja teenuste kategooria baasstsenaariumi 2023. aasta algtase on 6544 CO₂ ekvivalenttonni ning aastaks 2035 prognoositakse langust 2,3% – 6391 CO₂ ekvivalenttonni.

Kaupade ostmisel ei mõjuta kliimat ja keskkonda mitte ainult kaubad ise, vaid kogu tootmisprotsess kuni tarnimiseni. On oluline, et ülikool püüdleb ostetavate toodete ja materjalide eluea pikendamise poole. Vastutustundlikum teenuste ja kaupade sisseost eeldab kogu ülikoolipere teadlikkust kliimaneutraalse ülikooli eesmärkidest ja vastutustundlikust töökorraldusest.

4.3.1 ANDMED

Ülikooli süsinikujalajälje arvutusmodel sisaldab sisseostetavate teenuste alamkategooriasse kuuluvaid järgmisi tooteid ja teenuseid: IT riist- ja tarkvara, laboriseadmed ja kemikaalid, turundusmeened, õppematerjalid ja trükitud teavikud, printimisseadmed, töötajate koolitus ja tervishoiuteenused, ürituskorraldus ja sellega seonduv toitlustus, uuringuteenused ja muud sisseostetavad väiksemad teenused (õigusabi, konsultatsioonid jms).

4.3.2 METOODIKA

Sisseostetavate teenuste jalajälje arvutusmetoodika põhineb ülikooli ostude summa (ülikooli sisseostude aluseks on raamatupidamislikud ostuarved ilma käibemaksuta) ning rahvusvaheliselt võrreldava toodete tootmise ja soetamise (kaubanduse) erinevusi arvesse võtva

Exiobase'i andmebaasi eriheitetegurite korrutisel²⁹. Eriheitetegurid on koostatud Exiobase'i andmebaasi alusel ülikooli sisseostude eri alamkategooriate kaupa.

Nii oli näiteks 2022. aastal IT tarkvara ostude koefitsient 0,19, aga meenete ost korrutatakse 0,47-ga, mis kõnealuse mudeli arvutustes avaldub selliselt, et 1 euro ürituskorraldust või kemikaale tekitab üle kahe korra rohkem heidet kui näiteks tarkvaralitsentsid. Exiobase'i koefitsiendid on ajas muutuvad olenevalt rahvusvahelistest arengutest – koefitsientide koostamise aluseks on maailma kaubandussuhete ning keskkonnamõju andmed, mis annavad tervikliku ülevaate toodete jalajälje kujunemise kohta väärtusahelates.

Rohepöörde kontekstis võib eeldada, et toodete ja teenuste pakkumine muutub keskkonnasõbralikumaks, näiteks taastuvenergia osakaalu suurenemise kaudu tootmisprotsessis. Täpsemaid koefitsientide erinevusi Exiobase'i andmebaas tuvastada ei võimalda (näiteks seda, kas värske kurk on pärit Soomest, Hispaaniast või Eestist).

Eriheitetegurite muutuse prognoos 2023–2035

Baasstsenaariumi loomiseks on kehtivas TalTechi KHG-inventuuri mudelis kasutatavate sisseostetavate toodete ja teenuste kategooria **Exiobase 3** andmebaasist saadud andmete alusel koostatud eriheitetegurite prognoos, mis on kombineeritud ülikooli kehtiva eelar-

²⁹ EXIOBASE on globaalne mitme piirkonna keskkonnakaitset hõlmav laiendatud tarne-kasutuse tabel (MR-SUT) ja sisend-väljundtabel (MR-IOT). See koostati, ühtlustades ja täpsustades riikide tarne-kasutuse tabeleid, hinnates heitkoguseid ja ressursside kaevandamist tööstusharude kaupa. Seejärel seoti riikide tarne-kasutuse tabelid kaubandusandmetega ja koostati MR-SUT tabelid ning nende alusel omakorda MR-IOT-tabelid. MR-IOT-d saab kasutada tootjarühmade lõpptarbimisega seotud keskkonnamõju analüüsimiseks. <https://www.exiobase.eu>.

vestrateegia alusel tuletatud sisseostetavate toodete ja teenuste kulude ja investeeringute prognoosiga. Arvutused on tehtud 2023. aasta püsihindade alusel, st kulude prognoos kajastab ainult reaalkasvu ning eriheitetegurite prognoos ei arvesta inflatsiooni mõju.

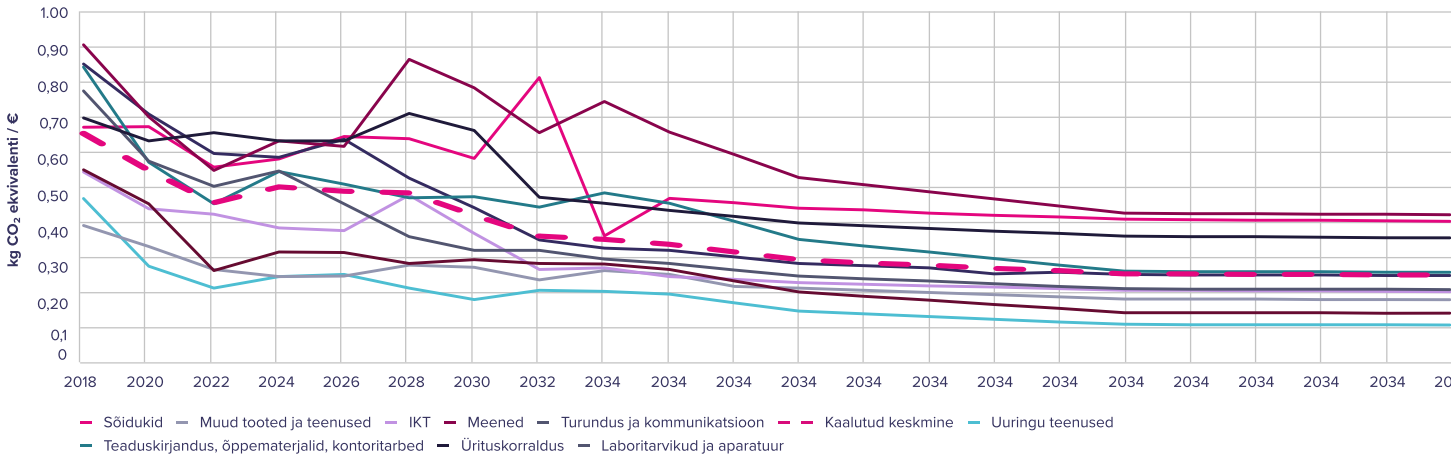
Baasstsenaariumi eriheitetegurite prognoosi aluseks on võetud Enerdata koostatud EnerBlue võrdluste konservatiivse stsenaariumi (lähtub Pariisi kliimakokkuleppe riiklikult kindlaksmääratud panuste andmetest ning 2–3,5 °C globaalse soojenemise trajektooriga) realiseerumine globaalselt³⁰ ning Eesti Keskkonnauuringute

30 <https://eneroutlook.enerdata.net/forecast-world-co2-intensity-of-electricity-generation.html>.

Keskuse elektritootmise eriheitetegurite prognoos³¹, jättes muu mõju konstantseks.

Selle tulemusel on saadud eriheiteteguri ülikooli prognoositava kulustruktuuriga kaalutud keskmiste väärtuste vähenemine vahemikus 2023–2035 ligikaudu 25% (joonis 34). Tuleb rõhutada, et selle arvutuse tulemusena on eriheitetegurite vähenemise prognoos võrdlemisi konservatiivne, sest üleilmselt võrreldavate andmete puudumise korral ei saa sama üksikasjalikult prognoosida toodetega seotud muude tegurite (materjalide kasutus, toodete eluiga, transport jne) süsinikuajalähe (eeldatavat) vähenemist.

31 <http://kasvuhooonegaasid.ee/#/emission-factors/projections-emission-factors>.



Joonis 34. Eriheitetegurite ajalugu (inflatsiooniga korrigeerimata) ja prognoos 2023–2035 (2023. aasta hindades), CO₂ ekvivalentkilogrammi euro kohta

Tabel 16. Eriheitetegurite prognoos 2023. aasta hindades

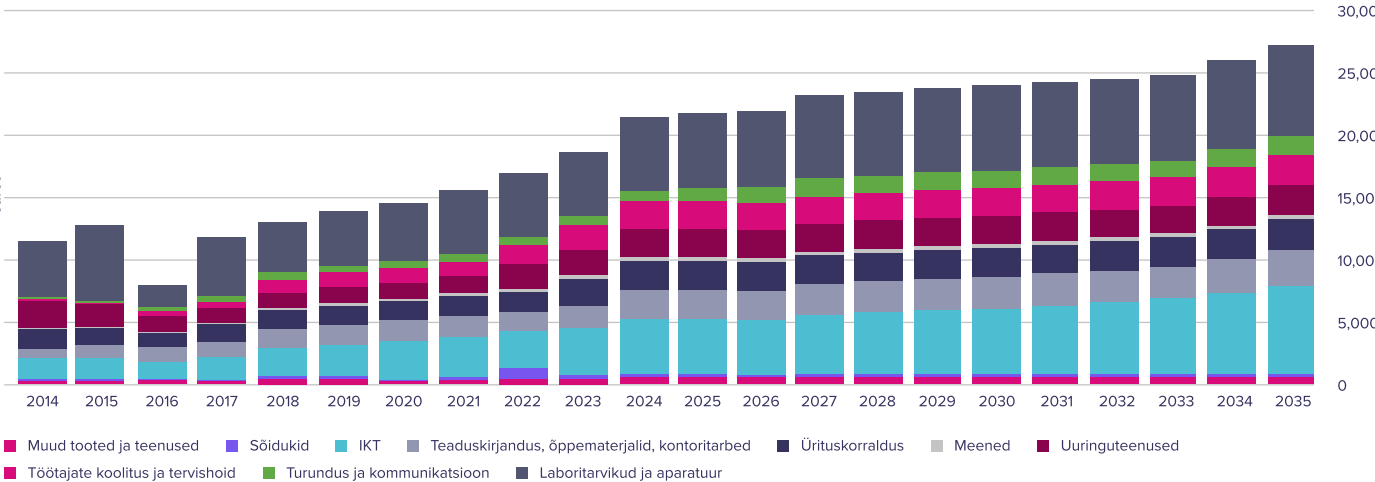
Eriheitetegurid kgCO _{2e} /euro	2023	2025	2030	2035	2035/2023
Laboritarvikud ja aparatuur	0,43	0,39	0,36	0,35	-17,8%
IKT	0,25	0,23	0,21	0,20	-16,7%
Ürituskorraldus	0,45	0,35	0,26	0,26	-42,5%
Teaduskirjandus, õppematerjalid, kontoritarbed	0,32	0,28	0,25	0,25	-21,9%
Töötajate kooolitus ja tervishoid	0,27	0,20	0,15	0,15	-45,3%
Uuringuteenusud	0,20	0,15	0,11	0,11	-43,2%
Turundus ja kommunikatsioon	0,28	0,25	0,21	0,21	-25,5%
Meened	0,65	0,52	0,42	0,42	-35,4%
Sõidukid	0,46	0,44	0,40	0,40	-13,7%
Muud tooted ja teenused	0,25	0,22	0,18	0,18	-27,6%
Kokku	0,34	0,29	0,25	0,25	-25,4%

Erinevate sisseostetavate teenuste kategooriate areng sõltub sellest, kui suur mõju on elektritootmisel asjaomasele kategooriale, sealhulgas missugune on prognoositud elektritootmise mõju partnerriikides ja kuidas arenevad kaubandussuhted teenusekategooria puhul riikide lõikes (st kellelt ostetakse, kellele müüakse jne).

4.3.3 TULEMUSED

Ülikooli sisseostetavate teenuste süsinikujalajälje TAGASIHOIDLIK baasstsenaarium

Kulude prognoos on koostatud lähtudes ülikooli kasvustrateegiast (tudengite arvu kasv 10 000 tudengini) ning eeldusega, et ülikooli eelarvestrateegia kulud ning 2023. aasta proportsioonid jätkuvad kulukategooriate lõikes. 2024. aastast edasi on arvestatud eelarve reaali-



Joonis 35. Kulude ja investeeringute ajalugu ja prognoos 2024–2035 2023. aasta hindades

Tabel 17. Kulude ja investeeringute prognoos 2023. aasta hindades

Kulud ja investeeringud, t/euro	2023	2025	2030	2035	2035/2023
Laboritarvikud ja aparatuur	5 409	5 854	6 660	6 993	29,3%
IKT	5 278	5 970	6 627	6 959	31,8%
Ürituskorraldus	2 260	2 634	2 824	2 965	31,2%
Teaduskirjandus, õppematerjalid, kontoritarbed	1 538	1 782	1 919	2 015	31,0%
Töötajate koolitus ja tervishoid	1 277	1 488	1 595	1 675	31,2%
Uuringuteenused	1 404	1 688	1 754	1 842	31,2%
Turundus ja kommunikatsioon	826	963	1 032	1 084	31,2%
Meened	296	345	370	389	31,2%
Sõidukid	363	416	451	474	30,8%
Muud tooted ja teenused	831	969	1 038	1 090	31,2%
Kokku	19 481	22 056	24 272	25 485	30,8%

kasvu 1% aastas. Kõik kulud ja investeeringud on viidud 2023. aasta hindadesse, et need oleksid eriheiteteguritega võrreldavatel alustel.

Tabelis 17 on näha, et kõige suurema süsinikujalajälje sisseostetavatest teenustest ja kaupadest moodustavad **laborimaterjalide ja aparatuuri ja IKT sisseost ning ürituste korraldamine**. Kuivõrd kulude proportsioonide osas on eeldatud 2023. aasta konstantset jaotust, siis tulevad kategooriate vahelised erinevused ainult eriheitetegurite erinevast arengust.

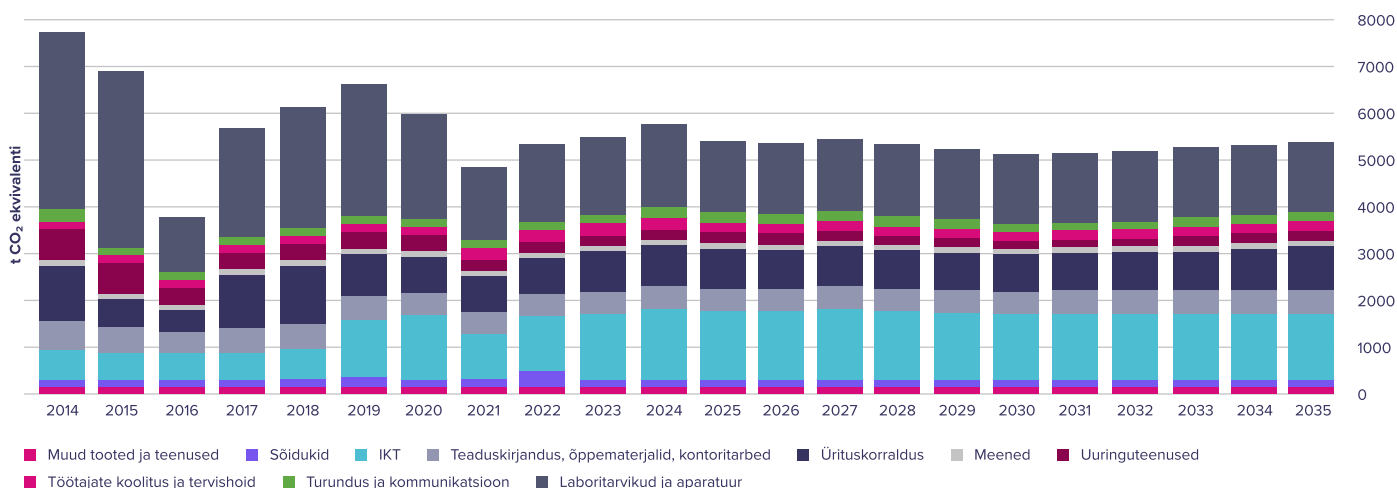
Eriheitetegurite prognoosist nähtub, et elektritootmisega seonduv positiivne mõju on oodatud aastatel 2023–2030 ning sealt edasi tegurite areng sisuliselt peatub. Samal ajal on ülikooli eelarvestrateegia alusel prognoositud kulude reaalkasv teekaardis vaadeldavad perioodil ligikaudu 30%.

Nende eeldustega väheneb baasstsenaariumis sisseostetavate toodete ja teenuste emissioon aastaks 2030 ligikaudu 6% ning seejärel pöördub jälle mõõdukale kasvule (vt joonis 36).

UUENDUSLIK ja MAKSIMAALNE stsenaarium ning soovituslikud käitumismudelite muutused KHG emissioonide vähendamiseks

Eespool kirjeldatud baasstsenaariumi alus on peamiselt väliskeskkonna energeetikaga seotud prognoositavad muutused (Exiobase'i koefitsientide muutuste prognoos). Võttes arvesse nii ESG põhimõtteid kui ka ülikooli strateegilist eesmärki olla kliimanutika tuleviku eestvedaja, on lisaks eriheitetegurite prognoositavale muutusele vaja ellu kutsuda ka muutusi ülikoolipere igapäevakäitumises seoses ostutsuste tegemisega.

Täiendavate tegevuste planeerimisel ja elluviimisel tuleks lähtuda põhimõttest, et **süsinikujalajälge vähendatakse põhitegevust toetavalt**, kuid senisest rohkem läbimõeldud otsuste kaudu. Süsinikujalajälje vähendamisega saab alustada otsustest, mis on lihtsalt elluviidavad ning ei halvenda töötajate tööheaolu ja töötulemuste saavutamist. Teekaardi raames on valdkondadeülevalt koostatud kaks täiendavat stsenaariumi organisatsiooni tasandi strateegiliste valikute mõtestamiseks ning nende võimaliku mõju tuvastamiseks.



Tabel 18. Sisseostetavate toodete ja teenuste jalajälje prognoos, tCO2e

Kulud ja investeeringud, t/euro	2023	2025	2030	2035	2035/2023
Laboritarvikud ja aparatuur	2 324	2 311	2 381	2 470	6,3%
IKT	1 296	1 369	1 385	1 423	9,9%
Ürituskorraldus	1 015	920	736	766	-24,6%
Teaduskirjandus, õppematerjalid, kontoritarbed	491	503	484	502	2,4%
Töötajate koolitus ja tervishoid	339	303	234	243	-28,2%
Uuringuteenused	278	247	200	207	-25,4%
Turundus ja kommunikatsioon	233	238	219	228	-2,2%
Meened	191	179	156	162	-15,2%
Sõidukid	168	181	183	189	12,8%
Muud tooted ja teenused	210	208	192	199	-5,0%
Kokku	6 544	6 460	6 171	6 391	-2,3%

Uuenduslik stsenaarium otsib sisseostetavate toodete ja teenuste puhul tasakaalu jalajälje vähendamise ja liikmeskonna tööheaolu vahel. Toimub sisseostetavate toodete ja teenuste jalajälje regulaarne seire, jalajälje vähendavate heade tavade esiletõstmine ning kogemuste vahetamine, et toetada ülikooli liikmeskonda uuenduslike tavade leidmisel ja rakendamisel. Ülikooli organisatsioonina järgib muutunud ELi ja riiklike regulatsioonide ning valdkondlike juhiseid (näiteks alates 2022. aastast on kehtestatud kohustuslikud keskkonnanahoiu kriteeriumid ning võimalikud täiendavad piirangud sõidukite, mööbli, koristusteenuse, IT-seadmete ja koopiapaberi hankimiseks), kaitudes vastutustundlikult, kuid üldiselt suuremaid tarbimispiiranguid tegemata.

Maksimaalses stsenaariumis seatakse kõrgemad eesmärgid süsinikujalajälje vähendamisel, mis võib tuua kaasa teatud mittekriitiliste toodete ja teenuste tarbimise piiramise ning tegevuste/ostude vältimise. Ülikool hangib põhitegevusi toetavaid teenuseid ja tooteid (nt laboritarvikud ja aparatuur, teaduskirjandus jne) võimalikult keskkonnasõbralikult, ilma põhitegevuste kvaliteeti mõjutamata. Tegevusi korraldatakse otstarbekamalt ja läbimõeldumalt (nt ürituste võimalikult palju ülikooli ruumides korraldamine, vähendades sisseostetavate teenuste kulusid ja arvestuslikku jalajälge ning kasutades tõhusamalt ülikooli ruume ja vahendeid). Ülikooli kliimaneutraalsuse eesmärgi saavutamiseks on võimalik seada ka täiendavaid tarbimispiiranguid.

Tabelis 19 on välja toodud kahe stsenaariumi kohased soovitusel ülikooliperele käitumise ja ostutsuste muutmiseks.

Tabel 19. Täiendavad stsenaariumid ja soovitusel

Valdkond	Uuenduslik stsenaarium Tasakaalu hoidmine jalajälje vähendamise ja liikmeskonna tööheaolu vahel	Maksimaalne stsenaarium Tarbimise piiramine ja tegevuste jalajälje vähendamine
Üritused ja toitlustus	Ürituste korraldamisel eelistatakse võimaluse korral ülikooliruumi ja ülikooli hankepartneriks valitud toitlustajat. Toitlustuse tellimisel eelistada taimset ja kohalikku toitu.	Üritusi korraldatakse valdavalt ülikooli ruumides. Toitlustuses pakutakse täistaimset ja kohaliku päritoluga toitu.
IT riistvara	Määratakse riistvara elutsükli koos korralise hooldusega, et tagada riistvara maksimaalne eluiga.	Ülikoolis on rakendatud ühe arvuti poliitika ning IT-jalajälje vähendamise juhised.
Meened	Eelistatakse ringmajanduslikke meeneid. Meeneid jagatakse turunduslikult kaalutletud eesmärkidel.	Ülikooli meened on valmistatud jätkusuutlikest ja taaskasutatud materjalidest, meeneid jagatakse kinkekaardipõhiselt kaalutletud eesmärkidel.
Laboriseadmed ja aparatuur	Võimaluse korral soetatakse pikema elueaga seadmed, keskkonnasõbralikumaid kemikaale ja nende alternatiive. Edendatakse jagamiskultuuri.	Ostude juures eelistatakse teadlikult kõige madalama jalajäljega, seejuures kvaliteetseid tooteid, laboriseadmeid jagatakse võimaluse korral teiste teadusasutustega.

Metodoloogiliselt on oluline arvesse võtta, et selliste organisatsiooni tasandi stsenaariumide mõju ei avaldu riigi tasandi Exiobase'i andmebaasi koefitsientides (nt valik korraldada ainult taimse toiduga üritusi ei mõjuta otseselt koefitsiente), vaid stsenaariumide mõju hindamine saab toimuda kas kulude struktuuri muutuse kaudu (nt vähendada sisseostetud ürituskorralduse kulude osakaalu ülikooli pinnal toimuvate ürituste abil, mille süsinikjalajalg on kaetud juba ülikooli ruumikasutuse ning toitlustuse jalajälje arvutustes) või uude teaduspõhiste meetodite väljatöötamise kaudu, mis aitavad detailsemalt organisatsiooni tasandi valikute mõju hinnata.

Seetõttu ei ole ka uuendusliku ja maksimaalse stsenaariumi KHG-heite muutuste prognoose hetkel välja arvatud. Pigem saab teekaardi elluviimisel seada nende stsenaariumide valikul KHG-heite vähendamise tulemusseesmärke, mille poole organisatsioonina püüelda (nt vähendada tegevuste jalajälge X% aastaks N).

4.3.4 NÄITLIKUSTAVAD MEETMED KESKKONNASÕBRALIKU TARBIMISE SOODUSTAMISEKS

Nende stsenaariumide puhul on oluline koostada hangete juhendid/reeglid, kuhu saab lisada täiendavaid tingimusi tehnilistesse kirjeldustesse, mis kohustavad tehingupartnereid arvesse võtma sotsiaalseid ja keskkonnanäiteid ning praktiseerima vastutustundlikku tarbimiskultuuri. Näiteid täiendavate tingimuste ja sõnastuse kohta:

- Tarnija peab näitama üles sotsiaalset vastutust ja looma väärtust nii ettevõtte kui ka ühiskonna jaoks, lahendades sotsiaalseid, keskkonna- ja majandusprobleeme kooskõlas rahvusvaheliselt tunnustatud põhimõtetega (ILO, ÜRO 10 põhimõtet).
- Sisseostetavate teenuste ja kaupade pakkujad kinnitavad, et sisseostetavate toodete ja teenuste tootmisel ei ole kasutatud materjalidena hävimisohus olevaid liike.
- Kaupade ja teenuste ostu juures eelistame nende pakkujate tooteid, kellel on märgis Fair Trade, ECOCERT, Nordic Swan, PEFC või samaväärsed tunnismärgid.

- Hanke esemed on võimalikult funktsionaalsed, ökonoomsed ja hoolikalt kavandatud, võttes arvesse elutsükleid ning keskkonna- ja sotsiaalseid aspekte (LUT Group, taaskasutatud materjalid, kohalik tooraine, modulaarsus, 5R).
- Luua või hankida keskne süsteem mööbli/seadmete/varustuse (sealhulgas laboriseadmete) korduvkasutamiseks.
- Tarnijatelt nõutakse keskkonnasertifikaate, digipasse ja muid jätkusuutliku ärikäitumise tõenduseid.
- Võimaluse korral eelistatakse hangetes kohalikke tooteid ja tooraineid.
- Näidissõnastused hanketingimustesse: ürituskorraldusega seotud hangetes eelistame rohevõtme märgisega teenusepakkujaid.
- Näidissõnastused hanketingimustesse: riistvara pakkujal on kohustus pärast kasutusaja lõppemist kasutatud toode tagasi võtta.

4.4 TOITLUSTUS



4.4.1 ÜLIKOOI TOITLUSTUS

Ülikooli toitlustusvaldkonna süsinikujalajälje analüüs selgitab välja ülikooli territooriumil tegutsevate kohvikute (12 teenusepakkujat) ja snäkiautomaatide (kaks teenusepakkujat) toidu KHG-heite. Üritustel pakutav toitlustus ning kontoris tarbitud kohv on arvestatud sisseostetavate teenuste hulka ja ei kuulu selles analüüsis käsitlemisele.

Toidu süsinikujalajälje hindamine on kompleksne, sest see eeldab eri tegevuste jalajälje ja hindamismudelite kombineerimist. Seetõttu ei ole võimalik ühe kindla hindamismeetodiga tagada andmete täielikku objektiivsust. Siiski pakuvad mitmed toidu elukaare ja toidusüsteemide, samuti Maa planetaarsete piiride lähenemise lõimimise uuringud piisavalt täpseid tulemusi, mida on võimalik kasutada toidu süsinikujalajälje arvutamiseks ja tulemuste tõlgendamiseks.

Viimastel aastatel on ülikool astunud märkimisväärsed samme toitlustusega seotud süsinikujalajälje vähenda-

miseks. Alates 2023. aastast on toitlustuse hankedokumentides välja toodud jäätmete minimeerimise nõue (korduvkasutatavad nõud, ülejääva toidu realiseerimine, st selle kaasa pakkimine) ja nõuded toorainele (hooajalisusega arvestamine, transpordiahela optimeerimine, mahetooraine kasutamine). Senisest suuremat tähelepanu on pööratud taimsetele valikutele, sealhulgas ürituste toitlustusteenuse hankes.

Ülikool on tõstnud teadlikkust toidu jalajälje kohta. Koostöös Limericki ülikooliga viidi Mustamäe linnaku majandusteaduskonna õppehoone söögikohas 2024. aasta märtsis ellu katseprojekt. Selles projektis kuvati menüüekraanil lisaks hindadele ka päevapakkumiste Nutritics'i programmis arvatud süsinikujalajalg. Katsetusel oli kaks eesmärki: suurendada sööjate teadlikkust toiduportsjoni jalajälje kohta ning jälgida kuvatud informatsiooni mõju sööjate toitumisharjumustele (joonis 36). Katseprojekt vältas üks kuu ning selle aja jooksul kasvas taimetoidu müük kolm protsenti – 10%-lt 13%-le.



Joonis 37. Päevaprae hinna juures on kuvatud ka toidu süsinikujalajalg, mis on arvatud Nutritics'i programmis.



Joonis 38. Cuploopi ja Ringo korduvkasutatavate pandipakendite tagastuskastid.

Sellest eksperimendist on ennatlik teha põhjanevaid järeldusi tootumiskäitumise muutuse kohta, kuid see näitab eksperimentide ja katseprojektide olulisust ülikooli linnakus.

Ülikooli Mustamäe linnakus on kasutusel kaks üleriigilist korduvkasutatavate nõude tagastussüsteemi: Ringo ja CupLoop (joonis 38). Need on nutikad taara tagastuse kioskid, mis võimaldavad kohest tagatisraha tagasimakset taara puhul, millega toitu ja jooki kaasa ostetakse.

2024. aastal õppeaine „Turundusuuringud I“ (TMM0410) kursusetöö raames korraldatud uuring³² tehnikaülikooli tudengite ja töötajate toidutarbimise harjumuste kohta näitas, et ülikooli tudengid ja töötajad tellivad kullerteenusega toitu ülikooli linnakusse. Google Forms platvormil põhinevas küsitluses osales 100 inimest. Nendest 50 olid tudengid, 43 töötajad ning seitse vastajat õppisid ja töötasid ülikoolis. Kõige rohkem vastanuid oli vanusevahemikus 22–26 (veerand vastanutest).

19% osalenutest vastas jaatavalt kullerteenuse kasutamise kohta toidu tellimise eesmärgil. Peamiselt on kullerteenusega toidu tellijateks tudengid vanusevahemikus 22–26 eluaastat. Katseuuringus vastanute hulgas on kullerteenusega toidu tellimine ülikoolis vähelevinud. Soovituslik on küsimustikku täiendada ja korrata, mõistmaks, milline on kullerteenuse kasutamise osakaal ülikooli töötajate ja tudengite toitlustamises (eriti argipäeva õhtupoolikuti, kui söögikohad on kinni).

Andmete kogumine

2023. aasta ülikooli toitlustuse jalajälje arvutamiseks koostati nimekiri ülikoolis kasutatud toidu valmistamiseks enim toidu jalajälge panustavatest toiduainetest ning arvatati nende süsinikujalajälg. Jalajälje arvutuste andmed põhinevad peamiselt RISE andmebaasil, mis on kalkuleeritud Rootsi toiduainete alusel (põhineb hindamise meetodikal ISO 14040), ja osaliselt Our World in Data andmebaasil, milles leidub jalajälje andmeid Eesti kohta.

Sama toitade nimekirja (lisa 2 tabel) on soovitatav kasutada ka edaspidi süsinikujalajälje arvutamiseks, et jälgida iga-aastast muutust jalajäljes. Plus Kohvikud OÜ kohvikute puhul on arvesse võetud vitriini jaoks tehtud valmistised, kuid mitte koogid, tordid, pirukad, sest need ostetakse sisse. Kookide, pirukate ja tortide müük

moodustab umbes 2% kõikidest toitadest. R-Kiosk (Reitan Convenience Estonia AS) on oma andmetes esitanud kogu müügiloleva kauba, sealhulgas sisseostetud snäkid.

Ülikoolis toimuvate ürituste toitlustuse andmed saadi tegevusaruandest (sisseostetavad teenused) ning need korrutati Exiobase'i andmebaasi (taksonoomias „hotelid ja restoranid“) jalajälje koefitsiendiga 1 EUR = 0,33 kgCO₂e/kg.

Nimekiri enim toidu jalajälge suurendavatest toiduainetest, mida on jalajälje arvutuses arvestatud: Eesti veiseliha, imporditud veiseliha, lambaliha, sealih, kana, hakkliha (50% veiseliha, 50% sealih), muna, lõhe, põhjaatlandi süsikas ehk saida, tursk, heeringas, sinimere- ehk rannakarbid, kuivatatud oad, kuivatatud hall hernes, kuivatatud kikerherned, kuivatatud läätsed, seene valk/proteiin, kartulid, spagetid/makaronid, kaer, riis, jasmii-niriis, sai, rukkileib, piim, hapukoor (10–20%), vahukoor (40%), või, juust (31%), õun, apelsin, banaan, maasikad, sibul, spinat, rohelised herned värsked/külmutatud, tomat, jäasalat, nisujahu, suhkur, margariin (40%), magus mandel, rapsiõli, oliiviõli, filtrikohv, apelsinimahl, karastusjoogid, õlu, tume šokolaad, krevetid, muu kala, tofu, kaerahelbed, muud kaunviljad, vein, mais, marjad ja viinamarjad, oder, muud puuviljad, sojapiim, muud kõõgiviljad, päklid, tsitruselised, nisu ja rukis.

Edaspidi on soovituslik küsida lisaks tarbitud kogustele ka kogumüügi andmeid (kassatšekid), et oleks võimalik välja arvutada jalajälg inimese kohta.

Arvutus ei sisalda kõikide toiduainete tarbimist, tegemist on mudeliga, mis aasta-aastalt samamoodi arvutades näitab, kas ja kui palju toidu KHG-heide väheneb.

Toitlustuse jalajälje arvutuse tulemused

Toitlustuse süsinikujalajälg oli 2023. aastal umbes 309 CO₂ ekvivalenttonni. Tabelis 20 on toodud süsinikujalajälg CO₂ ekvivalenttonnides ja ülikooli sööjate ligikaudne arv, mis on saadud visuaalsel jälgimismeetodil, kui palju inimesi päevas söömas käib. LIB- ja SOC-hoone sööjate arv on saadud kassa müügitšekkide põhjal. Ürituste toitlustuse jalajälg oli sisseostetavate teenuste puhul 284 CO₂ ekvivalenttonni, kokku koos toitlustusega 593 CO₂ ekvivalenttonni. See moodustab ülikooli jalajäljest 1,3%.

32 Karoliina Rebane, Robin Suursaar, Erki Peegel. 2024. TalTechi tudengite ja töötajate toidu tarbimisharjumuste uuring.

Tabel 20. Toitlustuskohtade süsinikujalajälg CO2 ekvivalenttonnides 2023. aastal (paksus kirjas on arvatatud jalajälg toitlustaja esitatud andmete alusel, kursiivis prognoos sarnase suurusega söögikoha alusel)

Asukoht	Teenusepakkuja (pakkumise aeg kuudes)	Ligikaudne sööjate arv aastas	tCO ₂ e
EMERA	Baltic Restaurants Estonia AS (12 kuud)	118 000	95 364 *
LIB- ja SOC-hoone	Venieta OÜ (6 kuud) Plus Kohvikud OÜ (5 kuud)	36 000 + 96 000	72 825 + 60 688
U04-õppehoone	Reitan Convenience Estonia AS (12 kuud)	50 000	13 972
U01-õppehoone	Reitan Convenience Estonia AS (12 kuud)	(arvestatud kokku eelmisel real)	8 569
STU-hoone	Vaba Koht OÜ (12 kuud)	3 600	8 000
Tartu kolledž	KRISTIFT OÜ (12 kuud)	3 600	8 276
Virumaa kolledž	KADAKA BAAR OÜ (12 kuud)	3 600	8 000
U06A-hoone	Baltic Restaurants Estonia AS (7 kuud) Magadah OÜ (4 kuud)	3 600	7 000
ICO-hoone	Sitkus OÜ (7 kuud) Magadah OÜ (3 kuud)	3 600	7 248 + 3 106
ICT-hoone	Venieta OÜ (5 kuud)	9 600	10 000
Spordihoone	Herne kohvik (3 kuud)	2 000	2 245
Kohvi- ja snäkiautomaadid	Coffee Address OÜ (12 kuud)	-	3 272
KOKKU	-	360 000	308 565

* EMERA all on esitatud Baltic Restaurants AS-i U06A-hoones asuva kohviku poolaasta andmed. Andmed saadi vaid kahe suurema tooraine pakkuja käest (Kaupmees ja HORECA SERVICE OÜ).

Kõik toitlustajad ei suutnud tehniliste takistuste tõttu täita tabelit (Venieta OÜ, OÜ Vaba Koht, OÜ KADAKA BAAR, OÜ Magadah). Nende jalajälg on prognoosi tabelis esitatud sarnase suurusega söögikoha alusel.

Ülikoolis serveeritud toiduportsjonite arvu järgi võib väita, et toitlustusasutustes käib söömas väike osakaal töötajatest ja tudengitest. Näiteks käis kõige suuremas SOC-hoone toitlustuskohas söömas 2024. aasta veebruaris ligikaudu 400 inimest päevas, märtsis 750 inimest päevas. Keskmine sööjate arv kuude lõikes on toitlustaja hinnangul päevas 400–500 inimest.

Suurema müügitahumahu teevad EMERA, LIB- ja SOC-hoone toitlustuspakkujad ning Reitan Convenience Estonia AS (U04- ja U01-hoone). LIB- ja SOC-hoone kohvikutes (Plus Kohvikud) käib aastas söömas vastavalt ligikaudu 36 000 ja 100 000 inimest. EMERA-s käib hinnanguliselt söömas 118 000 inimest (arvestades EMERA tudengite ning koolipäevade arvu).

Kolledžites (Virumaa ja Tartu) ning STU-, U06A- ja ICO-hoones süüakse u 10–15 praadi päevas (visuaalne jälgimismeetod). Spordihoones asuv Herne kohvik on samuti väikese sööjate arvuga. ICT-hoones müüakse u 30–40 praadi päevas. Kokku sööb ülikooli erineva-

tes söögikohtades umbes 360 000 inimest aastas, mis on ligikaudne arv, kuna täpsete andmete saamine tagantjärele ei ole võimalik. Arvestades, et ülikooliperre kuulus 2023. aastal kokku 11 000 inimest, teeb see inimese kohta 32 söögikorda aastas. Ülikooli söögikohad pakuvad toitlustusteenust ka Bolti ja Wolti toidukullerteenusele; toit valmistatakse kohapeal, kuid tarbitakse väljaspool. Kullerteenuste toiduportsjonite täpne arv on teadmata, kuid seda on arvestatud kaudselt ülikooli süsinikujalajäljes, kuna jalajälg arvutatakse sisseostetud tooraine kaudu.

4.4.2 TOITLUSTUSE STSENAARIUMID

Kestliku toidutarbimise kujundamisel seati kolm peaeesmärki, mis oleksid mitte ainult keskkonna ja majanduse mõttes elujõulised, vaid ka kultuuriliselt sobivad. Kultuuriliselt sobivana jäeti toorained, millega kohalikud on harjunud, samaks. Ei lisatud eksootilisi ja innovaatilisi tooraineid, nagu mükoproteiin või ekstrudeeritud taimevalgumass. Keskendudes nendele eesmärkidele, loodi tasakaalustatud lähenemisviis, mis käsitleb toidutarbimise eri aspekte, nagu:

- kultuuriline sobivus – eesmärk vähendada kõrvalekaldeid kultuuriliselt eelistatud toitudest, tagades, et söögikohtades pakutav toit vastaks teenindatava elanikkonna kultuurilistele eelistustele ja toitumisharjumustele (funktsioon f1);
- väike süsinikujalajälg – eesmärk vähendada toidutarbimise süsinikujalajälge (funktsioon f2);
- kulutõhusus – eesmärk vähendada portsjoni hinda (funktsioon f3).

Kuna toidu söömisel ülikooli toitlustuskohtades peaeesmärk on tasakaalustatud toitumine, peavad kõik toidutarbimise muudatused toitlustuskohtades tagama minimaalsete toitumisooste täitmise ja järgima Eesti toidusoovitusi, kus igapäevase lõunasöögi praetaldriku kombineerimisel tuleks lähtuda nn taldrikureeglist (joonis 39).

Seega tuleb keskkonnahoiu eesmärkide saavutamisel

Taldrikureegel

aitab sul koostada tervikliku toidukorra



Taldrikureegli võimaluste
kohta vaata lisaks: toitumine.ee



Tervise
Arengu
Instituut

pidada silmas toitumislaseid piiranguid.

4.4.3 METOODIKA

Optimeerimismudeli (süsinikujalajalg, kultuuriline sobivus, hind) loomine

Tulevikustsenaariumide koostamiseks kavandati optimeerimismudel. Eespool nimetatud eesmärgid võeti arvesse minimeerimist vajavate funktsioonidena (eesmärgifunktsioonid). Peamiseks eesmärgifunktsiooniks (f_1) võeti, et toidud peavad olema kultuuriliselt sobivad ehk tooraineks valitakse needsamad toorained, mida juba tarbitakse. Seejärel püüti vähendada a) süsinikujalajälge või b) portsjoni hinda. Portsjoni hinna minimeerimise eesmärk oli vaadata, kas toitude hind muutub, kui need on keskkonnasõbralikumad. Eesmärgifunktsioo-

$$f_1 = \left(\frac{x_i^* - x_i}{x_i} \right)^2 \quad \text{eq. 1}$$

$$f_2 = x_i^* \times CFP_i \quad \text{eq. 2}$$

$$f_3 = x_i^* \times price_i \quad \text{eq. 3}$$

kus:

x_i^* – kohandatud toiduaine kogus i

x_i – toiduainete praegune tarbimiskogus

CFP_i – toiduaine i süsinikujalajalg

$price_i$ – toiduaine i maksumus

Optimeerimismudel juhul, kui minimeeritakse süsinikujalajälge:

$$\min x_i^* = w_1 \left(\frac{x_i^* - x_i}{x_i} \right)^2 + w_2 (x_i^* \times CFP_i) \quad \text{eq. 4}$$

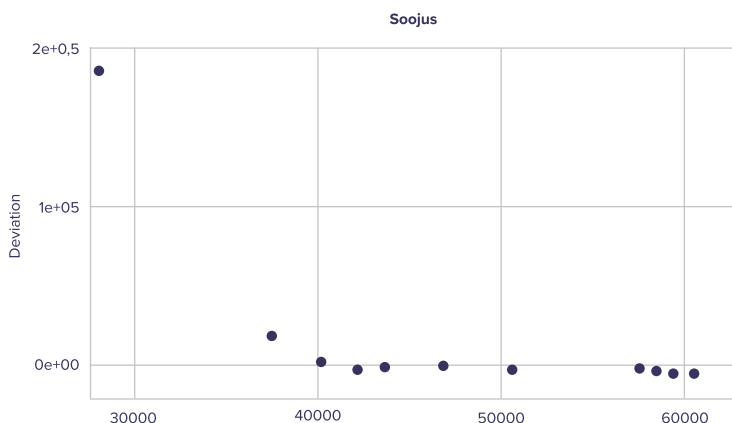
Optimeerimismudel juhul, kui minimeeritakse süsinikujalajälge:

$$\min x_i^* = w_1 \left(\frac{x_i^* - x_i}{x_i} \right)^2 + w_2 (x_i^* \times price_i) \quad \text{eq. 5}$$

nid matemaatilises vormis on järgmised:

kus w_1 ja w_2 on iga eesmärgifunktsiooni kaalusuhted, mis võimaldavad seada üht eesmärki teisest olulisemaks.

Kohandades neid kaalusuhteid eesmärgifunktsioonides, saab genereerida mitu optimaalset lahendust. Optimaalsete lahenduste kogum moodustab kõvera, mida tuntakse Pareto diagrammina. Pareto diagrammid süsinikujalajälje ja maksumuse sõltuvuse kohta kultuurilisest vastuvõetavusest on toodud joonisel 40 (osad a ja b). Iga punkt Pareto diagrammil esindab optimaalset lahendust, kus kõik piirangud on täidetud. Näiteks näitab joonise 40 osa a, et süsinikujalajälje vähenedes väheneb kultuuriline vastuvõetavus. Seetõttu nimetatakse Pareto diagrammi ka kompromissi diagrammiks. Otsustaja ülesanne on valida optimaalne lahendus, mis sobib kõige paremini uuritava probleemiga. Käesolevas töös põhinevad tulemused võrdsetel kaaludel ($w_1 = w_2 = 0,5$).



Joonis 40. Pareto diagramm, kus x-teljel on a) PCF (süsinikujalajalg) ja b) hind ning y-telg näitab kõrvalekallet kultuurilisest vastuvõetavusest

Muuhulgas on oluline, et kõik kolm eesmärgifunktsiooni olid arvutustes allutatud ka toitumiskiirangutele. See tähendab, et arvutustes tagati, et toidutarbimine vastaks minimaalsele toitumisvajadusele (taldrikureegel 2023).

Selles mudelis on arvesse võetud viit peamist toitumistegurit: energiasisaldus (kJ), kiudained (g), süsivesikud (g), valgud (g) ja rasvad (g). Arvestati, et kui lähtutakse taldrikureeglist, on mikrotoitained samuti normis ning seega arvutustes mikrotoitaineid eraldi arvesse ei võetud. Optimeerimismudeli toorandmed põhinevad SOC-hoone söökla menüül. Kokku loetleti 45 toiduainet (lisa 2) ning iga toiduaine kohta on kokku võetud viiekuulise

perioodi ostukogused ning hind aastal 2023. Iga toiduaine toiteväärtuse andmed (energia, valgud, rasvad, kiudained, süsivesikud) on saadi andmebaasidest (näiteks Nutridata) ning summeeriti (tabel 21).

Neid viie toitumisteguri väärtusi kasutatakse piirangutena ehk siis inimene peab saama portsjonist vajaliku koguse energiat, kiudaineid, süsivesikuid, valku ja rasva. Toidu kõrvale tarbitav jook on stsenaariumide arvestuses vesi, kuigi reaalselt tarbiti piima, karastusjooke, mahla, filterkohvi vms, mis kajastuvad osaliselt ka jalajälje arvutustes (lisa 2), kuid nende energeetiline väärtus on jaotatud teiste toorainete peale.

Tabel 21. Toitumiskiirangute loetelu (optimeerimismudel garanteerib, et toidukordade puhul on tarbijale tagatud tabelis esitatud toitaineväärtused)

Piirangud	Summeeritud väärtused (SOC-hoone menüü, 5 kuud)
Energia (kcal)	557 92 015
Kiudained (g)	1 720 727
Süsivesikud (g)	6 018 115
Valgud (g)	3 107 977
Rasvad (g)	2 558 339

Süsinikujalajälje optimeerimine

Süsinikujalajälje ja portsjoni maksumuse optimeerimise arvutused Plus Kohvikud OÜ viiekuulise menüü näitel on esitatud tabelis 22. Baastarbimise juures on toidu süsinikujalajalg sööklas viie kuu jooksul 60 CO₂ ekvivalenttonni ja maksumus ületab 63 000 eurot. Süsinikujalajälje minimeerimise juures näitavad tulemused, et optimeeritud toidutarbimisega on võimalik süsiniku-

jalajälge vähendada 29,7%, säilitades samas tooraine/portsjoni sama maksumuse. Kui eesmärk on hinnakulu vähendamine, on tulemused peaaegu samad mis baastarbimise korral. See näitab, et toidu hind toiduenergia mõttes on tootlustuskohtadel juba piisavalt optimeeritud ning hinna optimeerimine suuremat võitu süsinikujalajälje vähendamisel ei anna.

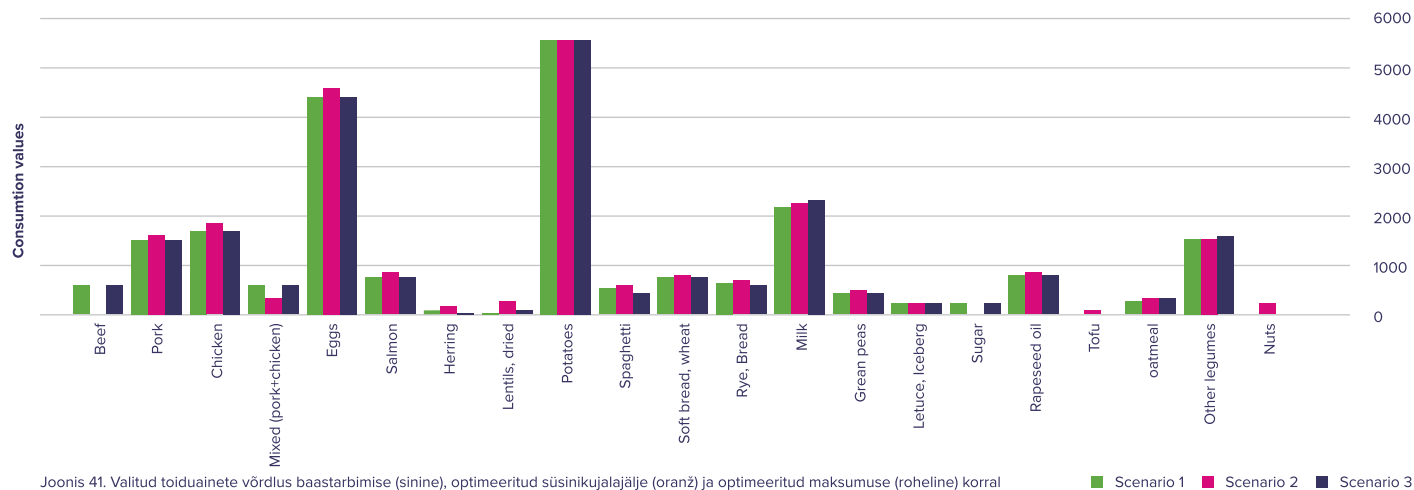
Joonis 41 illustreerib toidutarbimise muutusi valitud

Tabel 22. Toidutarbimise süsinikujalajälje ja maksumuse võrdlus optimeerimise tulemusel Plus Kohvikud OÜ viiekuulise menüü näitel

	Praegune tarbimine	Süsinikujalajälje minimeerimine	Maksumuse minimeerimine
Kogu süsinikujalajalg (tCO ₂ e)	60,69	42,64	60,69
Koguhind (tuhandetes eurodes)	63,85	63,85	60,32

toodete puhul eri stsenaariumides. Stsenaariumis 2 soovib mudel optimeerimise tulemusel vähendada veiseliha– peamiselt veiseliha suure süsinikujalajälje tõttu – ja suhkru tarbimist. Seevastu soovib mudel suurendada teiste loomset päritolu toodete, nagu sea-

liha, kana, muna, lõhe ja heeringa tarbimist, et tagada puudujääv valgu osakaal. Lisaks soovib mudel suurendada läätsede ja pähklite tarbimist.



4.4.4 TULEMUSED

Võimalikke stsenaariume on kolm.

Esimese stsenaariumi kohaselt tudengite ja töötajate arv ei muutu, samas vähendatakse jalajälge menüü optimeerimisega 29,7%.

Teises stsenaariumis suureneb tudengite arv 10 000ni (seejuures jääb töötajate arv samaks – 2050) ning jalajälge vähendatakse samuti 29,7%. Lisaks käib 30% rohkem tudengeid ja töötajaid sooja täisväärtuslikku toitu söömas.

Kolmandas stsenaariumis suureneb tudengite arv 14 000ni, 30% tudengitest ja töötajatest käib söömas ning süsinikujalajalg väheneb 29,7%.

Arvutuste aluseks on võetud, et ülikooli söögikohtades sööb praegu kokku 360 000 inimest aastas. Stsenaariumide süsinikujalajäljed on esitatud tabelis 23.

Tabel 23. Võimalike stsenaariumide süsinikujalajalg

Stsenaariumid	Kirjeldus	Toidukordade arv aastas	tCO ₂ e
20223. aasta baasseis	9 000 tudengit + 2 050 töötajat	360 000	295 000
Koguhind (tuhandetes eurodes)	9 000 tudengit + 2 050 töötajat käib samas osakaalus söömas. Menüüd on parendatud 29,7% väiksema jalajälje poole.	360 000	206 500
Koguhind (tuhandetes eurodes)	Tudengikond kasvab (10 000 tudengit + 2050 töötajat), söömas käib 30% rohkem inimesi. Menüüd on parendatud 29,7% väiksema jalajälje poole.	510 545	292 854
Koguhind (tuhandetes eurodes)	Tudengikond kasvab märgatavalt (14 000 tudengit + 2 050 töötajat), söömas käib 30% rohkem inimesi. Menüüd on parendatud 29,7% väiksema jalajälje poole.	680 727	390 472

4.4.5 JÄRELDUSED JA MEETMED

Ülikoolil lasub vastutus olla ühiskonnas teaduspõhine suunanäitaja. Seetõttu on oluline pakkuda töötajatele ja tudengitele tervislikku, keskkonnateadlikku ning maitsvat toitu. Tehnikaülikoolis on optimeeritud toidutarbimisega võimalik süsinikujalajälge vähendada 29,7%, säilitades samas samasuguse kulu, kaloraazi ning kultuuriliselt harjumuspärase menüü.

Uuringu põhijäreldus on, et toitlustuse jalajalg on ülikooli kogu süsinikujalajäljes väikese kaaluga ning selle põhjus on vähene sööklate külastatavus ülikooli töötajate ja tudengite poolt.

Edaspidi on oluline toitlustuse korraldamisel võtta arvesse kahte aspekti:

1. kuidas saada rohkem ülikooli liikmeid sööma sooja täisväärtuslikku toitu;
2. kuidas toitlustada ülikooli liikmeid võimalikult väikese süsinikujalajäljega, arvestades seejuures hinna stabiilsust ja toidu kultuurilist sobivust.

Nende kahe küsimuse lahendamiseks antakse järgmised soovitusel.

1. Korraldada küsitlus eesmärgiga selgitada välja, miks ei tarbita ülikoolis sooja toitu, ja tuvastada põhjused, sh kas toidu hind on liiga kallis, kas loengute vahed on liiga lühikesed, kas toidu kvaliteet vastab ootustele, kas lõunasöögile eelistatakse kiireid kaloririkkaid vahepalasisid, nagu šokolaad, energiajoogid jms.
2. Et vähendada süsinikujalajälge, peaks pakutav toit olema võimalikult hooajaline, värske ning kohalik.
3. Ülikool peaks vastu võtma otsuse vähendada oluliselt pakutavate ultratöödeldud toitade mahtu.

Ultratöödeldud (suure soola-, rasva- ja suhkrusisaldusega) toidud on nii tervise kui ka keskkonna seisukohast pikaajaliselt tarbides kahjulikud^{33 34 35}. Selleks, et ülikoolis pakutaks täisväärtuslikku, jätkusuutlikku ja tervislikku toitu, tuleks toitlustuskohtades pakkuda ainult sooja toidu võimalust ja viia snäkkide ning karastusjookide pakkumine miinimumini. Sööklate töövälisel ajal tuleks võimaldada tudengitele ja töötajatele hea ligipääsetavus kraaniveele ning müügiautomaatides tuleks pakkuda ultratöödeldud snäkkide ja jookide kõrval ka tervislikke toite.

4. Toidu hind peab olema vastuvõetav ka kõige madalama sissetulekuga ülikooli liikmetele. Võiks kaaluda üliõpilastele toiduportsjoni hinna mõningast kompenseerimist, nagu tehakse Soome ja teiste riikide ülikoolides.
5. Toiduportsjonis sisalduv valk võiks tulla jätkusuutlikest allikatest (mükoproteiin, kaunviljad). Veiseliha tarbimist võiks vastavalt taldrikureeglile piirata.
6. Toidujäätmeid võiks vähendada miinimumini: lõunasöögist ülejäävat toitu võiks pakkuda tööpäeva lõpus soodushinnaga. Samuti võiks kohandada portsjonite suurust tarbija toiduvajaduse alusel teavituskampaania abil. Võiks kaaluda vähemalt ühe bufee-stiilis söögikoha avamist Mustamäe linnakus.
7. Kaasata ülikooli liikmeskonda ja parandada liikmete teadlikkust pakendite kasutamise, toidujäätmete vähendamise ja kestlike toiduvalikute kohta (näiteks kuvada toidu hinna kõrval süsinikujalajalg, eeskujuks võiks võtta Limericki ülikooli 2024. aasta katseprojekti). Viia tudengitega õppetöö raames läbi toidu jalajäljega seotud küsitlusi, projekte, uuringuid, arvutusi jne.

33 Cordova, R., Viallon, V., Fontvieille, E., Peruchet-Noray, L., Janasana, A., Wagner, K. H., Kyrø, C., Tjønneland, A., Katzke, V., Bajracharya, R., Schulze, M. B., Masala, G., Sieri, S., Panico, S., Ricceri, F., Tumino, R., Boer, J. M. A., Verschuren, W. M. M., van der Schouw, Y. T., ... Freisling, H. (2023). Consumption of ultra-processed foods and risk of multimorbidity of cancer and cardiometabolic diseases: a multinational cohort study. *The Lancet Regional Health – Europe*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2023.100771>.

34 Kesse-Guyot, E., Allès, B., Brunin, J., Fouillet, H., Dussiot, A., Berthy, F., ... & Touvier, M. (2023). Environmental impacts along the value chain from the consumption of ultra-processed foods. *Nature Sustainability*, 6(2), 192–202.

35 García, S., Pastor, R., Monserrat-Mesquida, M., Álvarez-Álvarez, L., Rubín-García, M., Martínez-González, M. Á., ... & Bouzas, C. (2023). Ultra-processed foods consumption as a promoting factor of greenhouse gas emissions, water, energy, and land use: A longitudinal assessment. *Science of the Total Environment*, 891, 164417.

8. Lubada kasutada isiklikke kruuse või pudeleid kohvi/tee alandatud hinnaga ostmiseks. Pakkuda toidu kõrvale tasuta kraanivett kõikides ülikooli söögikohtades (osaliselt juba pakutakse, nagu Plus Kohvikud OÜ toitlustuskohad ja U06-hoone kohvik).
9. Ülikooli toitlustuse KHG-heidet saab vähendada ilma hinna ja liigse kultuurilise mõjuta ligikaudu 30%. Selleks tuleks sisse viia iga-aastane toitlustajate aruandluskohustus baastoidugruppide puhul, kus on kajastatud nii kogused, hinnad kui ka küllastajate arv, et arvutada jalajälg inimese kohta.
10. Kohvikutel/toidukohtadel/snäkipakkujatel, kes tegutsevad ülikooli ruumides, peab olema koostatud kättesaadav ja läbipaistev väikese süsiniku jalajälje ja jätkusuutlikkuse programm (nt Reitan Convenience Estonia AS-i programm³⁶).
11. Toitlustuskohad peavad pakkuma taimetoitu, mis on toitainerikas, võimalikult väikese süsinikujalajäljega ja ka maitsev (hea näide on Helsingi ülikooli projekt, kus koostöös toidusektori osapoolte ja vabaühendustega töötati välja 30 kliimasäästlikku veganretsepti lõunasöögirestoranidele³⁷, mille valiku kinnitasid tarbijad oma maitse-eelistuste järgi).

Olgugi et toitlustusega seotud jalajälg moodustab ülikooli jalajäljest marginaalse osa (1,3%), on oluline võtta meetmeid selle vähendamiseks, kuna lisaks jalajälje vähendamisele teenib optimeeritud menüü ka tervise aspekti.

Optimeeritud menüü soodustab veiseliha tarbimise järkjärgulist lõpetamist veiseliha suure süsinikujalajälje ja liha liigse tarbimise tõttu ning suhkru tarbimise vähendamist tervise seisukohalt. Seevastu soovib optimeerimismudel suurendada teiste loomsete ja kalatoodete, nagu sealiha, kana, muna, lõhe ja heeringa tarbimist. Lisaks soovib mudel suurendada läätsede ja pähklite tarbimist. Optimeeritud stsenaariumi tulemusena väheneks toitlustusega seotud süsinikujalajälg ligikaudu 30%.

³⁶ <https://www.reitanretail.no/en/responsibility/environment>.

³⁷ <https://www.helsinki.fi/en/projects/climate-sustainability-kitchen>.



5. KOKKUVÕTE MEETMETE KOHTA

Teekaardi eesmärkide täitmiseks on välja pakutud uuendusliku stsenaariumi (tabel 2) tegevused. See stsenaarium näeb ette ülikooli arenguvajadustest lähtuva liikuvuskava ja renoveerimisplaani, mida täiendatakse mõnest hoonest loobumise ja mõne uue hoone ehitamisega. Ülikooli põhitegevuste vajadustele vastav kaasaegne õpikeskkond suurendab küll tegevuste maksumust, kuid võimaldab ülikoolil kestlikult kasvada ning jõuda mõnevõrra väiksema süsinikujalajärgeni, kui näeb ette ainult olemasolevaid hooned renoveeriv stsenaarium.

Toitlustusvaldkond osutus KHG-heite kontekstis marginaalseks ning valitud tegevused panustavad tervislikku ja mitmekülgseks toitlustusse, püüdes meelitada rohkem tudengeid ülikooli söögikohtadesse. Teenuste KHG-heite osakaal kasvab arvutuste järgi tulevikus ning seda saab ülikool mõjutada hankepoliitika kaudu. **Uuenduslikus stsenaariumis suunab ülikool investeringuid (keskmiselt 10 miljonit eurot aastas) teadlikult, seades KHG-heite vähendamise eesmärgiks ja võttes arvesse selle vähendamise vajadust.**

Hoonete energiatõhususe ja energiatootmise tööühmade analüüsi tulemusel leiti, et kaasaegsest ja otstarbekohasest õpikeskkonnast, energiakasutusest, KHG-heitest ja ka maksumusest lähtudes tasub ülikoolil järgida uuendavat stsenaariumi. Selle tulemusel väheneb ülikooli koguheide mõjualades 1 ja 2 võrreldes algtasemega 80% ning hoonete puhul 82%. Valitud stsenaariumi puhul rakendatakse eelkõige järgmisi meetmeid:

1. 2035. aastaks renoveeritakse Mustamäe linnakus peahoone korpused ning suurema energiatarbega hooned, näiteks SCI-hoone;
2. renoveerimata hoonetes rakendatakse andme- ja juhtimist ja vajaduse korral renoveeritakse hooneautomaatika (näiteks ICT- ja ICO-hoone);
3. loobutakse funktsionaalsuse seisukohalt vähem vajalikest ning samal ajal halvima tõhususega hoonetest, asendades need ülikoolilinnakus uute hoonetega, mis on ruumikasutuselt efektiivsemad ja energiatõhusad;
4. kõikidele renoveeritud ning uutele hoonetele paigaldatakse päikeseelektrijaamad;
5. akuga energia salvestuse süsteemi kasutamine ei ole otstarbekas, kuna kogu toodetud elekter tarbitakse ülikooli hoonetes ka ilma akusid kasutamata.

Teekaardi hoone- ja energiavaldkonna osa koostati 2035. aastani, kuid renoveerimine ning tehnosüsteemide

uuendamine peab ka edaspidi jätkuma nii, et ülikooli KHG-heide väheneks sama jõudsalt, kui just mitte kiiremini. See tähendab, et jätkatakse halvema energia- tõhususega hoonete renoveerimist (vt lisa 1 tabel).

Liikuvuse valdkonnas valiti eelistatud stsenaariumiks ülikooli juhitud pingutuste stsenaarium, mille puhul väheneb valdkonna KHG-heide 23%. Ülikooli koguheide kõigis kolmes mõjualas väheneb selle stsenaariumi järgi 15%. Ülikooli juhitud pingutuste stsenaariumi meetmed on järgmised:

1. edendada kaugtööd ja -õpet, mis vähendab igapäevast kodu ja ülikooli vahelist sõitmist 20%;
2. parandada linnaku teenuseid, mis toob kaasa 10% vähenemise väljaspool linnakut tehtavates sõitides;
3. soodustada säästvat transporti, mille abil saavutatakse 15% muutus, asendades autokasutuse säästvate liikumisviisidega;
4. muuta parkimiskorraldust, mis vähendab autokasutust 10%;
5. edendada virtuaalkonverentse ja -koosolekuid, mille abil saavutatakse 30% vähem lähetusi.

Sisseostetavate toodete ja teenuste puhul kasutati baasstsenaariumi, mille puhul väheneb valdkonna süsinikujalajärg võrreldes 2023. aasta algtasemega 2035. aastaks 2,6%. Kogu ülikooli KHG-heide väheneb selle stsenaariumi järgi 4%, mis tuleneb peamiselt erihetetegurite muutusest. Sisseostetavatest toodetest ja teenustest tulenevat süsinikujalajälge vähendatakse, otsides tasakaalu jalajälje vähendamise ja liikmeskonna tööheaolu vahel. Heidet vähendavate tegevustena nähakse ette kestlik hankepoliitika ja kategooriate juhtimise plaan. Selles valdkonnas on oluline roll hangete juhendite ja reeglite koostamisel, kuhu lisatakse täiendavaid tingimusi ja nõudeid, mis suunaksid tegema keskkonnahoidlikke otsuseid.

Toitlustusvaldkonna puhul kasutati süsinikujalajälje vähendamise stsenaariumi, kus töötajate arv jäeti praegusega samaks. Toitlustuskohtade menüüsid optimeeritakse stsenaariumis tervisliku toitumise põhimõtete alusel ja samal ajal vähendatakse süsinikujalajälge 29,7%. Selle tulemusel väheneb kogu ülikooli KHG-heide 1%. Tudengkonna arvu suurenemise korral prognoositakse, et toitlustuse KHG-heide jääb ligilähedaseks algsele olukorrale või suurendab u 1% võrra ülikooli KHG-heidet. Menüüde arendamisel on oluline toidueelistuste ja -harjumuste ning hinnatundlikkusega arvestamine. Ülikooli toitlustuskohtade atraktiivsuse tõstmiseks ja jala-

jälje vähendamiseks peab ülikoolis pakutav toit olema võimalikult hooajaline, värske ja kohalik. Oluliselt tuleb linnakutes vähendada selliste praegu pakutavate suure soola-, rasva- ja suhkrusisaldusega ultratöödeldud toitude mahtu, mis on kahjulikud nii tervisele kui ka keskkonnale.

LISA 1

Maja tähis	Hoone nimetus	Asukoht	Kokku tCO ₂ ekv	KEK kWh/m ² a	Märgis
SH	Geoloogia instituudi Särghaua hooned (11 hoonet)	Särghaua	21	19	A
TEG	Endine soojustehnika õppehoone	Mereakadeemia hooned	15	27	A
D04	Väikeperede elamu/ühiselamu	Üliõpilasküla	96	102	A
D09	Virumaa kolledži üliõpilaselamu	Virumaa kolledži hooned	97	130	B
CYB	Küberneetika instituut	Mustamäe linnaku hooned	141	140	C
VK1	Inseneriteaduskonna Virumaa kolledži peahoone ja laborihoone	Virumaa kolledži hooned	159	150	C
H05	Academic Hostel	Üliõpilasküla	91	161	B
TCB	Inseneriteaduskonna Tartu kolledži õppehoone (peamaja)	Tartu kolledži hooned	25	162	D
LIB	Raamatukogu	Mustamäe linnaku hooned	471	166	D
KK	Kuressaare kolledži hooned	Kuressaare killed	83	174	D
D03	Üliõpilaselamu 3	Üliõpilasküla	191	179	D
TCA	Inseneriteaduskonna Tartu kolledži õppehoone (A-hoone)	Tartu kolledži hooned	29	183	D
MEK	Mektory - Innovatsiooni- ja ettevõtluskeskus	Mustamäe linnaku hooned	188	196	E
U03	Õppehoone 3	Mustamäe linnaku hooned	254	197	E
U06A	Õppehoone 6a	Mustamäe linnaku hooned	154	197	E
D01	Üliõpilaselamu 1	Üliõpilasküla	279	197	E
S01	Sportihoone	Mustamäe linnaku hooned	222	198	E
D02	Üliõpilaselamu 2	Üliõpilasküla	226	205	E
U06	Õppehoone 6	Mustamäe linnaku hooned	502	206	E
U05B	Õppehoone 5b	Mustamäe linnaku hooned	136	211	E
CON	Ehituse Mäemaja	Mustamäe linnaku hooned	189	211	E
D07	Üliõpilaselamu	Üliõpilasküla	133	214	E
U02	Õppehoone 2	Mustamäe linnaku hooned	247	216	E
U01	Õppehoone 1	Mustamäe linnaku hooned	211	216	E
D06	Üliõpilaselamu	Üliõpilasküla	102	217	E
U05	Õppehoone 5	Mustamäe linnaku hooned	296	219	E
U03B	Õppehoone 3b	Mustamäe linnaku hooned	78	227	E
GEO	Geoloogia instituudi õppehoone	Mustamäe linnaku hooned	50	228	E
D08	Siidisaba üliõpilaselamu	Üliõpilasküla	410	232	F
U02B	Õppehoone 2b	Mustamäe linnaku hooned	32	234	E

Tallinna Tehnikaülikooli hoonete järjestus kaalutud energiakasutuse (KEK) alusel

Maja tähis	Hoone nimetus	Asukoht	Kokku tCO ₂ ekv	KEK kWh/m ² a	Märgis
TCC	inseneriteaduskonna Tartu kolledži õppehoone (C-hoone)	Tartu kolledži hooned	35	235	E
STU	Tudengimaja	Mustamäe linnaku hooned	101	235	E
GLN	Glehn'i loss	Muud Tallinna hooned	59	246	E
D05	Korterelamu, 32 ülikooli korterimandit 46-st (1657,8m ²)	Üliõpilasküla	71	249	F
SOC	Majandusteaduskonna õppehoone	Mustamäe linnaku hooned	664	261	F
MA1-3	Mereakadeemia hooned	Mereakadeemia hooned	601	264	F
TEX	Tekstiilitehnoloogia õppehoone	Mustamäe linnaku hooned	12	287	F
NRG	Energeetikamaja	Mustamäe linnaku hooned	430	304	G
U04	Õppehoone 4	Mustamäe linnaku hooned	389	322	G
ICT	Infotehnoloogiategaduskonna õppehoone	Mustamäe linnaku hooned	982	226	G
ICO	Infotehnoloogiategaduskonna IT Kolledž	Mustamäe linnaku hooned	372	393	G
PKK	Virumaa kolledži põlevkivi kompetentsikeskus	Virumaa kolledži hooned	138	478	G
OBS	Tallinna tähetorn	Muud Tallinna hooned	22	487	G
U04B	Õppehoone 4b	Mustamäe linnaku hooned	139	545	G
SCI	Loodusteaduste maja	Mustamäe linnaku hooned	1044	531	G
TIM	Puidutöötlemise õppehoone	Mustamäe linnaku hooned	103	698	G

LISA 2

Valitud toiduainete (45) nimekiri toitlustuskohtadele eeskujuks Plus Kohvikud OÜ näitel.

Andmete esitamise aasta 2023

Organisatsiooniüksus (üliskoolilinnak) 1

Aastane toidutoorme tarbimine ülikoolilinnaku sööklas (kõik ostetud kaubad)

Kategooria	Kogus / kg	CO ₂ e heitekoefitsient kg CO ₂ e/kg	Summa, € (käibemaksuta)	Päritolumaad	CO ₂ e
Veiseliha, Eesti	489,675	28	3 432,76	Eesti	12710,9
Imporditud veiseliha	-	88	-	-	-
Lambaliha	-	37	-	-	-
Sealiha	1428,121	4,2	6631	Lati	5998,1
Kana	1743,83	2,1	6821,68	Ukraina	3662,0
Hakkliha (50% veiseliha, 50% sealiha)	505	16	1897	Eesti	8080
Muna	4110	1,2	624,4	Eesti	4932
Lõhe	661	3,8	6587,99	Norra	2511,8
Põhjaatlandi ssüsikas e saida / tursk	100	1,5	3210,21	Norra	150
Heeringas	35,2	0,5	158,64	Norra	150
Sinimere- ehk rannakarbid	-	0,4	-	-	-
Oad, kuivatatud	5030	0,4	33,6	Eesti	2012
Hall hernes, kuivatatud	-	-	-	-	-
Kikerhersed, kuivatatud	-	-	-	-	-
Läätsed, kuivatatud	13	57,19	57,19	Eesti	3,9
Seene valik/proteiin	-	-	-	-	-
Kartulid	5632	0,1	5901,07	Eesti	563,2
Spagetid	399,95	0,8	726,79	Eesti	320,0
Kaerariis	-	0,7	-	-	-
Jasmiiniriis	-	3,1	-	-	-
Pehme leib, nisu	748,72	0,5	1160,89	Eesti	374,4
Rukkileib, rukis	626,9	0,3	1323,09	Eesti	168,1
Piim	2157	0,9	1766,22	Eesti	1941,3

Kategooria	Kogus / kg	CO ₂ e heitekoefitsent kg CO ₂ e/kg	Summa, € (käibemaksuta)	Päritolumaa	CO ₂ e
Hapukoor, 15% rasvasisaldusega	806,5	2,2	780,32	Eesti	1774,3
Vahukoor, 42% rasvasisaldusega	24	4,2	111,25	Eesti	100,8
Või	23,5	8	164,65	Eesti	188
Juust, 31% rsvasisaldusega	138,75	5,3	838,25	Eesti	735,4
Õun	13,314	0,2	21,76	Hispania	2,7
Apelsin	20	0,5	32,96	Hispaania	10
Banaan	87,33	0,5	110,32	Panama	52,4
Maasikad	4,5	0,3	49,5	Poola	1,4
Kollane sibul	583,8	0,1	891,79	Eesti	58,4
Spinat	-	0,3	-	-	-
Rohelised herned	251	0,3	295,32	Eesti	75,3
Tomat	302,68	2,09	559,65	Eesti	632,6
Jääsalat	142,54	0,2	329,65	Hispania	28,5
Nisujahu	28	0,4	22,11	Eesti	10,4
Suhkur	127,7	0,6	144,18	Poola	76,6
Margariin, 40% rasvasisaldusega	-	1,1	-	-	-
Magus mandel	-	2,6	-	-	-
Rapsiõli	695	1,4	1003,29	Eesti	973
Oliiviõli	-	5,3	-	-	-
Filtrikohv	77	0,5	404,98	Soome	38,5
Apelsinimahl	276	0,6	310	Eesti	165,6
Karastusjoogid	5412	0,1	4022,85	Leedu	541,2
Õlu	-	0,7	-	-	-
Muud					
Tume šokolaad	-	46,65	-	-	-
Krevetid	20	26,87	270	Norra	537,4
Muu kala	100	13,63	568,97	Norra	1363
Tofu	1	3,16	7,11	Saksamaa	3,2
Kaerahelbed	134	2,48	240,21	Eesti	332,3
Muud kaunviljad	1450,21	1,79	2448,01	Eesti	2595,9
Vein	-	1,79	-	-	-
Mais	201	1,7	212,12	Eesti	341,7
Marjad ja viinamarjad	28,91	1,53	65,6	Hispaania	44,2
Oder	-	1,18	-	-	-

Kategooria	Kogus / kg	CO ₂ e heitekoefitsient kg CO ₂ e/kg	Summa, € (käibemaksuta)	Päritolumaa	CO ₂ e
Muud puuviljad	112,8	1,05	190,79	Kreeka / Hispaania	118,4
Sojapiim	-	0,98	-	-	-
Muud köögiviljad	6112,34	0,53	7258,42	Eesti / Soome / Poola	3239,5
Pähklid	4	0,43	29,45	Soome	1,7
Tsitruselised	53,38	0,39	112,25	Hispaania	20,5
Nisu ja rukis	1375,62	1,57	2023,96	Eesti	2159,7

LISA 3

VARIANT A: Stsenaariumid välisülõpilaste liikumistega

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	0,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	1,21%	5	13,7
Auto	16,0	7,03%	181	2891
Ühistransport	10,9	4,82%	60	657
Lennuk (lähetus)	32,3	14,2%	95	3065
Lennuk (välistudeng)	163,6	72,0%	95	15544
Kokku	227,3		Kokku	22172

Stsenaarium 1			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
1,97			0,00
3,35	1,60%		16,7
14,2	6,80%		2193
10,9	5,23%	40	438
43,0	20,5%	70	3009
135,8	64,9%	70	9504
209,3			15162

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
0,20	20,6%	0	0,00
0,60	32,5%	0	3,02
-1,76	-3,31%	-27	-699
0,00	8,64%	-20	-219
10,7	44,8%	-25	-55
-27,8	-9,85%	-25	-6040
-18,1			-7010

Joonis 37. Jalajälje muutus tavapärase arengu stsenaariumis

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	0,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	1,21%	5	13,7
Auto	16,0	7,03%	181	2891
Ühistransport	10,9	4,82%	60	657
Lennuk (lähetus)	32,3	14,2%	95	3065
Lennuk (välistudeng)	163,6	72,0%	95	15544
Kokku	227,3			22172

Stsenaarium 2			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
2,48	1,20%	0	0,00
5,08	2,45%	5	25,4
9,59	4,63%	154	1478
10,9	5,29%	40	438,0
43,0	20,8%	70	3009
135,8	65,6%	70	9504
206,9			14456

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
0,71	53,9%	0	0,00
2,33	103,3%	0	11,7
-6,39	-34,1%	-27	-1413
0,00	9,89%	-20	-219,0
10,7	46,4%	-25	-55,4
27,8	-8,81%	-25	-6040
-20,5			-7717

Joonis 38. Jalajälje muutus juhitud pingutuste stsenaariumi vaates

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	0,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	1,21%	5	13,7
Auto	16,0	7,03%	181	2892
Ühistransport	10,9	4,82%	60	656,9
Lennuk (lähetus)	32,3	14,19%	95	3065
Lennuk (välitudeng)	163,6	71,98%	95	15545
Kokku	227,3			22173

Stsenaarium 1			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
2,84	1,38%	0	0,00
6,58			32,9
6,39			985,7
10,9			438,0
43,0			3010
135,8			9595

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
1,06	77,0%	0	0,00
3,84			19,20
-9,59			-1906
0,00			-219,0
10,7			-55,4
-27,8			-6040

Joonis 39. Jalajälje muutus koostöö stsenaariumis

VARIANT B: Stsenaariumid välisüliõpilaste liikumisteta

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	2,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	4,31%	5	13,7
Auto	16,0	25,1%	181	2891
Ühistransport	10,9	17,2%	60	656,9
Lennuk (lähetus)	32,3	50,6%	95	3065
Kokku	63,7			6628

Stsenaarium 2			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
1,97	2,68%	0	0,00
3,35			16,7
14,2			2193
10,9			438,0
43,0			3010

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
0,20	-376%	0	0,00
0,60			3,02
1,76			-698,9
0,00			-219,0
10,7			-55,4

Joonis 40. Jalajälje muutus tavapärase arengu stsenaariumi vaates

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	2,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	4,31%	5	13,7
Auto	16,0	25,1%	181	2891
Ühistransport	10,9	17,2%	60	656,9
Lennuk (lähetus)	32,3	50,6%	95	3065
Kokku	63,7			6628

Joonis 41. Jalajäälje muutus juhitud pingutuste stsenaariumis

Stsenaarium 2			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
2,48	3,49%	0	0,00
5,08	7,14%	5	25,4
9,59	13,5%	154	1479
10,9	15,4%	40	438
43,0	60,5%	70	3010
71,1			4952

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
0,71	25,5%	0	0,00
2,33	65,8%	0	11,7
-6,39	-46,2%	-27	-1413
0,00	10,4%	-20	-219,0
10,7	19,4%	-25	-55,4
7,38			-1676

	Olemasolev			Arvutus
	Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
Jalgsi	1,77	2,78%	0	0,00
Rattaga	2,74	4,31%	5	13,7
Auto	16,0	25,1%	181	2891
Ühistransport	10,9	17,2%	60	656,9
Lennuk (lähetus)	32,3	50,6%	95	3065
Kokku	63,7			6628

Joonis 42. Jalajäälje muutus koostöö stsenaariumis

Stsenaarium 3			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
2,48	4,07%	0	0,00
6,58	9,44%	5	32,9
6,39	13,6%	154	985,7
10,9	15,7%	40	438,0
43,0	61,6%	70	3010
69,8			4460

Muutus			Arvutus
Liikumiste arv min km. aast %	Liikumisviiside osakaalud	Liikumisviiside ühikheide gCO ₂ /km	CO ₂ heide t CO ₂
1,06	46,6%	0	0,00
3,84	119,2%	0	19,02
-9,59	-63,5%	-27	-1906
0,00	-8,7%	-20	-219,0
10,7	21,7%	-25	-55,4
6,05			-2161



**TAL
TECH**