



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

INSENERITEADUSKOND

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

SURUGAASI PÕHISTE RASKEVEOKITE TÕHUSUS LAJOS AS NÄITEL

COMPRESSED NATURAL GAS BASED HEAVY-TRUCKS EFFICIENCY ON EXAMPLE OF LAJOS LTD

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Elis Metsar

Üliõpilaskood: 182775EALM

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD

Kaasjuhendaja: Kaur Sarv, MSc

Tallinn 2021

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

(kuupäev digiallkirjas)

Autor: Elis Metsar

(allkirjastatud digitaalselt)

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

(kuupäev digiallkirjas)

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäev digiallkirjas)

Kaasjuhendaja: Kaur Sarv, MSc

(allkirjastatud digitaalselt)

Kaitsmisele lubatud

(kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmiskomisjoni esimees: Jelizaveta Janno, PhD

(allkirjastatud digitaalselt)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Elis Metsar (sünnikuupäev: 15.10.1991)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Surugaasi põhiste raskeveokite tõhusus Lajos AS näitel

Mille juhendaja on Jelizaveta Janno, PhD ja kaasjuhendaja Kaur Sarv, MSc

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäev allkirjas)

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Elis Metsar, 182775EALM

Õppekava, peaeriala: EALM02/18, Logistika, Tarneahela juhtimine

Juhendaja(d): Jelizaveta Janno, PhD ja kaasjuhendaja Kaur Sarv, MSc

Lõputöö teema:

eesti keeles Surugaasi põhiste raskeveokite tõhusus Lajos AS näitel

inglise keeles Compressed Natural Gas Based Heavy-Trucks Efficiency On Example Of Lajos Ltd

Lõputöö põhieesmärgid:

1. välja selgitada surugaasi kasutamise tõhusus omahinna ja CO₂ emissiooni vähendamiseks

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teooria kogumine	01.10.2020
2.	Andmete kogumise meetodi valimine	01.11.2020
3.	Teooria läbitöötamine	01.11.2022
4.	Töö uurimusliku osa läbiviimine	15.11.2020
5.	Teooria ja varasemate uuringute läbitöötamine	30.11.2020
5.	Arvandmete töötlus	02.12.2020
6.	Heitegaaside kalkulaatori loomine	02.12.2020
7.	Analüüside teostamine	24.12.2020
8.	Järelduste tegemine	26.12.2020
9.	Ettepanekute ja kokkuvõtte kirjutamine	30.12.2020
10.	Vormistamine ja viimistlemine	03.01.2021

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "04" jaanuar 2021a

Üliõpilane: Elis Metsar (kuupäev digiallkirjas)
(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD (kuupäev digiallkirjas)
(allkirjastatud digitaalselt)

Kaasjuhendaja: Kaur Sarv, MSc
(allkirjastatud digitaalselt)

Programmijuht: Jelizaveta Janno, PhD (kuupäev digiallkirjas)
(allkirjastatud digitaalselt)

SISUKORD

EESSÕNA	8
SISSEJUHATUS	9
1. TEOORIA	12
1.1 Kliimanetraalsus.....	12
1.1.1 Kasvuhoonegaasid ja nende vähendamine Euroopa transpordisektoris	13
1.1.2 Kasvuhoonegaasid ja nende vähendamine Eesti transpordisektoris	15
1.2 Surugaas	18
1.2.1 Biometaan.....	20
1.3 Surugaasi majanduslikud näitajad ja varasemad uuringud	22
2. LÄHTEÜLESSANNE	26
2.1 Lajos AS ettevõtte tutvustus.....	26
2.2 Lajos AS transpordiosakond	27
2.2.1 Tsistern raskeveokid	28
2.2.2 Kallur raskeveokid	29
2.2.3 Multilift raskeveokid.....	30
2.2.4 Külmik-ja tenthaagistega raskeveokid	31
2.3 Probleemi formuleerimine ja uurimisülesanded	33
3. METOODIKA	35
3.1 Uurimusstrateegia.....	35
3.2 Lajos AS tasuvusanalüüs.....	39
3.3 CO ₂ heitehulga arvutamine.....	40

4. SÜNTEES JA ANALÜÜS.....	42
4.1 Surugaasi tasuvus Lajos AS näitel	42
4.3 CO ₂ vähendamine Lajos AS näitel.....	49
4.4 CO ₂ vähendamine 3 ettevõtte näitel	51
4.5 Järeldused ja ettepanekud	54
KOKKUVÕTE	57
SUMMARY	60
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	63
LISAD	69
Lisa 1 Surugaasil põhinev Lajos AS raskeveoki aruanne Scania Fleet Management Portal näide	69
Lisa 2 Diisli põhinev tsisternveoki analüüs	70
Lisa 3 Surugaasil põhinev tsistern raskeveoki analüüs	71
Lisa 4 Diislil põhinev kallur raskeveoki analüüs	72
Lisa 5 Surugaasil põhinev kallur raskeveoki analüüs.....	73
Lisa 6 Diislil põhinev konkslift raskeveoki analüüs	74
Lisa 7 Surugaasil põhinev konkslift raskeveoki analüüs.....	75
Lisa 8 Diislil põhinev rahvusvahelise raskeveoki analüüs	76
Lisa 9 Surugaasil põhinev rahvusvahelise raskeveoki analüüs.....	77

EESSÕNA

Käesoleva töö pealkiri on surugaasi põhiste raskeveokite tõhusus Lajos AS näitel.

Magistritöö uuritavaks probleemiks on kõrge CO₂ emissiooni hulk ja konkurentsisureve transpordisektoris. Ettevõtte ei ole varem mõõtnud CO₂ emissiooni hulka ega leidnud viisi, mis pakuks konkurentsieelist teiste sarnaste ettevõtete ees.

Uurimustöö eesmärgiks on välja selgitada, kas surugaasi erivormide kasutamine vähendab CO₂ emissiooni hulka ja kas alternatiivkütuste kasutamisel tekib konkurentsieelis. Eesmärgini jõudmisteks viib autor läbi ekspertintervjuud, tuvastab alternatiivkütuste erinevad liigid, teostab tasuvusanalüüsi ning loob kalkulaatori, mille abil on võimalik mõõta CO₂ emissiooni hulka Lajos AS masinapargis.

Uurimisstrateegiaks on juhtumiuurimus, mille käigus keskendutakse Lajos AS tegevusele. Uurimise läbiviimiseks kasutatakse kombineeritud uurimismetoodikat. Kvalitatiivsete andmete kogumiseks teostatakse intervjuud ja uuritakse varasemaid uurimusi. Kvantitatiivsete andmetena kasutatakse Lajos AS analüüsi andmeid ja Scania Fleet Management Portal Lajos AS andmeid.

Uurimistöö tulemuseks on selge ülevaade CO₂ emissiooni hulga hetkeolukorrast ning selle vähendamise võimalusest tulevikus kasutades alternatiivkütusena surugaasi. Samuti leitakse kas surugaasi kasutamine vähendab transpordi ühe kilomeetri omahinda. Uurimistulemustel põhinevalt tehakse ettevõtte juhtkonnale parendusettepanekud, kuidas saavutada tugevam konkurentsieelis maanteetranspordi sektoris.

Käesoleva magistritöö autor soovib tänada juhendajat Jelizaveta Jannot, kaasjuhendajat Kaur Sarve ja Lajos AS töötajaid, kes aitasid uurimuse läbiviimisele kaasa.

Märksõnad: keskkonnajalajälg, CO₂ emissioon, konkurentsieelis, kulusäästlik transport, surugaas.

SISSEJUHATUS

Transpordi ettevõtted on tugevalt mõjutatud üha enam globaliseeruvama majanduskeskkonnaga. Samuti mängib transpordisektor suurt rolli kasvuhoonegaaside tekitamisel olles üks suurimaid CO₂ emissiooni tekitaja [1]. Tihe konkurentsisurve paneb transpordi ettevõtteid välja töötama ja kasutusele võtma uusi lahendusi, et pakkuda klientidele paremat veohinda parima kvaliteedi juures [2].

Käesoleva magistritöö uuritavaks probleemiks on CO₂ emissiooni vähendamine, samal ajal konkurentsieelise säilitamine, kasutades surugaasi maanteetranspordi sektoris.

Magistritöö eesmärgiks on välja selgitada surugaasi tõhusus omahinna ja CO₂ emissiooni vähendamiseks Lajos AS näitel. Eesmärgini jõudmiseks tuvastab autor surugaasi erinevad liigid, nende CO₂ emissiooni heitehulgad ühe kilogramm surugaasi kohta ja surugaaside ühe kg hinnad. Eesmärgi saavutamiseks viib autor läbi ekspertintervjuud, uurib varasemaid uuringuid, teostab tasuvusanalüüsi ja CO₂ kalkulaatori, mille abil on võimalik tuvastada CO₂ heitehulga hetkeolukord ja teostada tuleviku stsenaarium kasutades surugaasi. Samuti leiab autor, kui palju väheneks surugaasi kasutades ühe kilomeetri omahind.

Võttes arvesse 2020. aasta alguses levima hakanud *COVID-19* pandeemiat, mis põhjustas järsu muutuse maailma majanduskeskkonnas, ning sellest tulenevalt veelgi suuremat konkurentsisurvet, peab autor töö vajalikkust veelgi tähtsamaks.

Lajos AS on 28 aastat tegutsenud transpordi ettevõtte, mille eesmärgiks on pakkuda mitmekülgseid transpordilahendusi. Peamiselt pakutakse siseriiklikku puisteainete vedusid tsistern-, kallur- ja -konksliftveokitega. Kuid teenuste nimekirjast võib leida ka rahvusvaheliste vedude osutamist, puisteainete müüki ja tolli- ja ladustamisteenuseid [3].

Uurimistöö teemat ajendas valima asjaolu, et Lajos AS kliendid on aina rohkem hakanud tähelepanu pöörama keskkonnaaspektidele, ning nõudma CO₂ emissiooni mõõtmist, andmete kajastamist ja CO₂ emissiooni vähendamist. Samuti on kasvanud konkurentsisurve ning veohinnad muutunud madalamaks. Käesoleval hetkel puudub selge ülevaade Lajos AS poolt tekitatud CO₂ emissiooni hulgast ja kuidas vähendada ühe kilomeetri omahinda, et pakkuda madalamat veohinda klientidele.

Uurimisprobleemi lahendamiseks püstitab autor järgnevad uurimisülesanded:

1. Leida ja võrrelda diisel ja surugaasil töötavate raskeveokite ühe kilomeetri omahinda

2. Tuvastada erinevad surugaasi liigid
3. Leida diisel ja erinevate surugaasi liikide CO₂ emissioon
4. Teostada CO₂ stsenaariumianalüüs võimaliku maksustamise korral
5. Konkurentsieeliste väljaselgitamine

Uurimistöö tulemuseks on selge ülevaade CO₂ emissiooni hulga hetkeolukorrast ning selle vähendamise võimalusest tulevikus kasutades alternatiivkütusena surugaasi. Samuti leitakse kas surugaasi kasutamine vähendab transpordi ühe kilomeetri omahinda. Uurimustulemustel põhinevate parandusettepanekute elluviimisel on võimalik mõõta CO₂ emissiooni hulka, vähendada CO₂ emissiooni ja ühe kilomeetri omahinda.

Käesolevat tööd hakati kirjutama ning uuringuid läbi viima 2020. aasta alguses võttes aluseks 2019 aasta Lajos AS majandusandmeid [4] ja *Scania Fleet Management Portal* Lajos AS andmeid [5].

Lõputöö koosneb neljast peatükist:

1. Teooria;
2. Lähteülesanne;
3. Metoodika;
4. Süntees ja analüüs;

Esimeses osas analüüsitakse ja töötatakse läbi teemakohast kirjandust ja varasemaid uuringuid. Antud peatükis antakse ülevaade kliimanetraalsuse olemusest ja kuidas on võimalik CO₂ vähendada. Leitakse, millised on keskkonnasõbralikumad ja kulusäästlikumad kütuseliigid. Teises peatükis tutvustatakse uuritavat ettevõtet, formuleeritakse töö probleem, eesmärk ja uurimusülesanded. Kolmandas peatükis kirjeldab autor, milliseid metoodikaid kasutatakse, et lahendada uurimisprobleem ja jõuda lahendusteni. Neljandas osas teostab autor vajalikud arvutused ja analüüsid. Saadud tulemuste põhjal teostatakse kokkuvõtte ja tehakse parendusettepanekud.

Magistritöö tulemus on kasulik uuritavale ettevõttele, kui ka teistele kaasaegsetele transpordi ettevõtetele. Magistritööga põhjalikum tutvumine aitab mõista, kuidas on võimalik vähendada CO₂ emissioonide hulka ja vähendada ühe kilomeetri omahinda olles seejuures keskkonnasõbralik.

Edasised uurimissuunad autori hinnangul võiksid olla:

- Surugaasil põhinevate raskeveokite hästi toimivate transpordisüsteemide väljatöötamine ja juurutamine;
- Eesti maanteetranspordi kliimapoliitika väljatöötamine vähendamaks CO₂ emissiooni hulka transpordisektoris.

1. TEOORIA

1.1 Kliimaneutraalsus

Aastal 1965 pidas Itaalia tööstur Aurelio Peccei kõne, mis osutus inspireerivaks OECD teadusjuhile Alexander Kingile. Mõlemad leidsid, et nad tunnevad sügavat muret inimkonna ja planeedi pikaajalise tuleviku pärast. Nad nimetasid seda olukorda inimkonnast tulenevaks ohtlikuks olukorraks [6].

Aastal 1968 kutsusid Peccei ja King kokku Euroopa teadlased Rooma konverentsile, mis ei toonud küll edu, kuid seal kujunes välja samasuguste mõtlejate põhirühm. Nende eesmärk oli edendada kolme peamist ideed, mis määratlevad endiselt Rooma Klubi: globaalne ja pikaajaline perspektiiv ning mõiste „*problematique*”. Tegemist on põimunud globaalsete probleemide kogumikuga, olgu need siis majanduslikud, keskkonnavalased, poliitilised või sotsiaalsed [6].

„Kasvu piirid” oli Rooma Klubi esimene raport, kus toodi välja rahvaarvu ohjeldamatu kasvamine, ning sellest tulenevalt kaupade ja ressursside tohutu kasutamine. Kuni tänaseni peeti seda tuleviku ohuks, kuid nüüdseks on kasvav kliimakriis mõjutanud miljoneid elusid. Sellise olukorra mõistmine ja aktsepteerimine loob aluse ühiskonna murranguks. Selliselt on võimalik saavutada harmoonia inimese ja looduse vahel [7].

Aastal 1994 jõustus Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni kliimamuutuste raamkonventsioon, mille eesmärgiks oli stabiliseerida kasvuhoonegaaside kogus atmosfääris. Konventsiooni põhimõtetest tulenevalt peavad kõik osapooled kaitsma kliimasüsteemi diferentseeritud vastutusega ja vastavate võimalustega. Seega peavad arenenud riigid võtma enda peale juhtiva osa kliimamuutustega võitlemisel [8].

Kyoto protokoll on järg Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni kliimamuutuste protokollile. Tegemist on ühe tähtsaima rahvusvahelise õigusaktiga, mille eesmärk on võidelda kliimamuutuste vastu. Selle eesmärgiks on vähendada vahemikus 2008-2012 kasvuhoonegaase, mis põhjustavad kliimasoojenemist 5% võrreldes aasta 1990 tasemega. Euroopa Liit ratifitseeris protokollid aastal 2002. Protokoll jõustus aastal 2005, kui selle ratifitseeris ka Venemaa. Antud protokollid ei ratifitseerinud mitu arenenud riiki. Nende hulgas olid ka Austraalia ja USA [9].

Kliimaneutraalsuse eesmärgiks on paisata õhku täpselt nii palju kasvuhoonegaase, kui meie ökosüsteem jõuab parajasti ära neutraliseerida. Eesmärgiks on viia kasvuhoonegaaside hulk atmosfääris nulli [10].

Praegusel hetkel paisatakse atmosfääri rohkem kasvuhoonegaase, kui ökosüsteem seda ära jõuab siduda. Põhilisteks allikateks on näiteks erinevad tööstused, transport ja ka toiduainete tootmine. Sellest tulenevalt toimub kliimasoojenemine. Selle ära hoidmiseks on seatud eesmärk Euroopa Liidus, et kõik liikmesriigid peavad olema kliimaneutraalsed aastaks 2050. Eesti eesmärgiks on aastaks 2050 vähendada kasvuhoonegaaside hulka 80%, mis ei täida eesmärki. Samal ajal on Soome eesmärgiks muutuda kliimaneutraalseks aastaks 2035 [11].

Kliimaneutraalsuse eesmärgiks on tagada tulevikus kõigile parem elukeskkond. Tegemist on väga olulise teemaga, mis vajab kiiret sekkumist. Aastal 2019 kinnitas Euroopa Nõukogu Pariisi leppes, et Euroopa peab olema kliimaneutraalne aastaks 2050. Selleks peavad kõik liikmesriigid välja töötama pikaajalise strateegia, mille alusel edasi liikuda ning kaasama kõik sektorid [12].

1.1.1 Kasvuhoonegaasid ja nende vähendamine Euroopa transpordisektoris

Euroopa Nõukogu ja Euroopa parlament on välja töötanud seitsmenda keskkonnavalase tegevusprogrammi, mille kohaselt peaks aastaks 2050 olema järgmised prioriteetsed eesmärgid [13]:

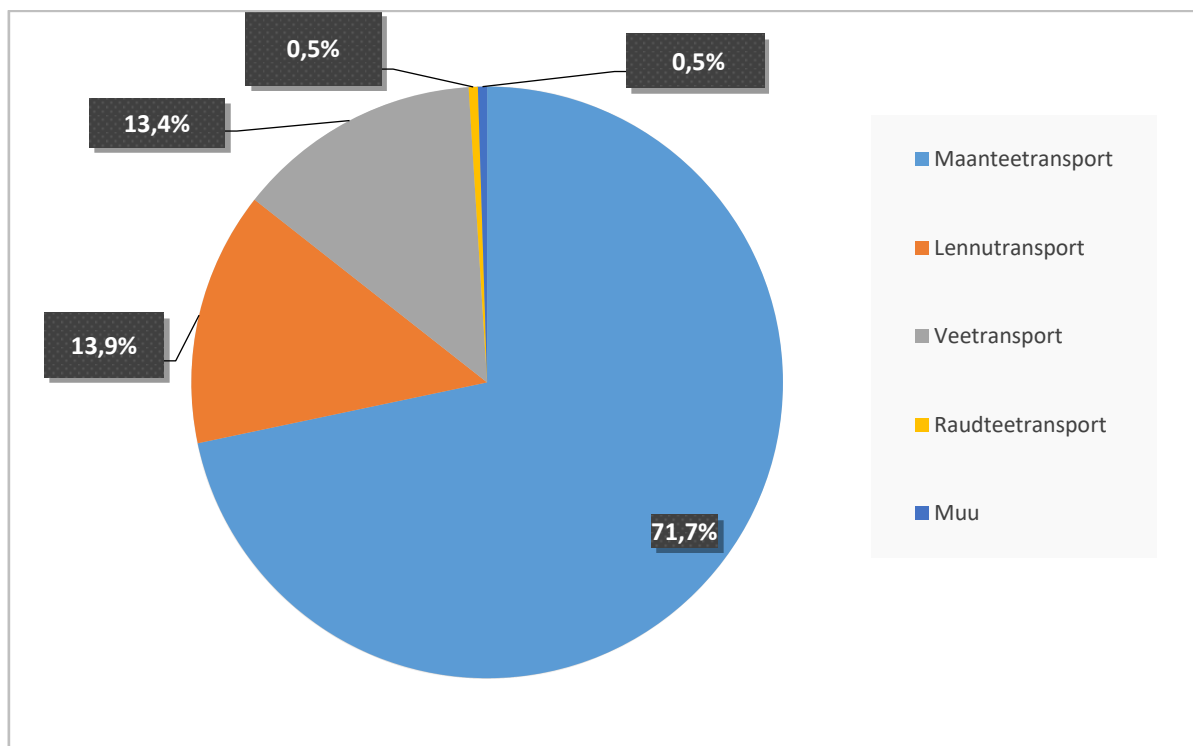
- Kaitsta, säilitada ja täiustada EL loodusvarasid;
- Muuta EL ressursitõhusaks, roheliseks ja konkurentsivõimelisemaks madala süsinikdioksiidiheitega majanduseks;
- Kaitsta liidu kodanikke keskkonnast tuleneva surve ning tervise- ja heaoluriskide eest;
- Kasutada maksimaalselt ära EL keskkonna õigusaktidest tulenevaid hüvesid parandada EL keskkonnavalaseid teadmisi;
- Tagada investeringud keskkonna- ja kliimapoliitikasse ning tegeleda keskkonna välismõjudega;
- Parendada keskkonnavalase integratsiooni ja poliitika sidusust;
- Suurendada EL linnade jätkusuutlikkust;
- Suurendada EL koostööd rahvusvaheliste keskkonna- ja kliimaga seotud probleemide lahendamisel;

Peamisteks kasvuhoonegaaside tekitajateks on [14]:

- CO₂ ehk süsinikdioksiid;
- CH₄ ehk metaan;
- N₂O ehk diämmastikoksiid ehk naerugaas;
- F-gaasid ehk fluoreeritud gaasid;

Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärgiks on aastaks 2050 vähendada transpordisektoris tekkinud heitgaaside hulka 90%. Euroopa Liidu kasvuhoonegaaside heitest moodustab 25% transpordist tulenevad gaasid. Käesoleval hetkel on see number aina kasvamas [14].

Aastal 2017 oli kõige suuremaks heitgaaside tekitajaks Euroopa Liidus transpordisektoris maanteetransport 71,7%, sellele järgnesid lennutransport 13,4%, veetransport 13,4%, raudteetransport 0,5% ja muu 0,5% [15].



Joonis 1.1.1 Kasvuhoonegaaside heite osakaal transpordiliikide kaupa Euroopas

Allikas: autori poolt koostatud

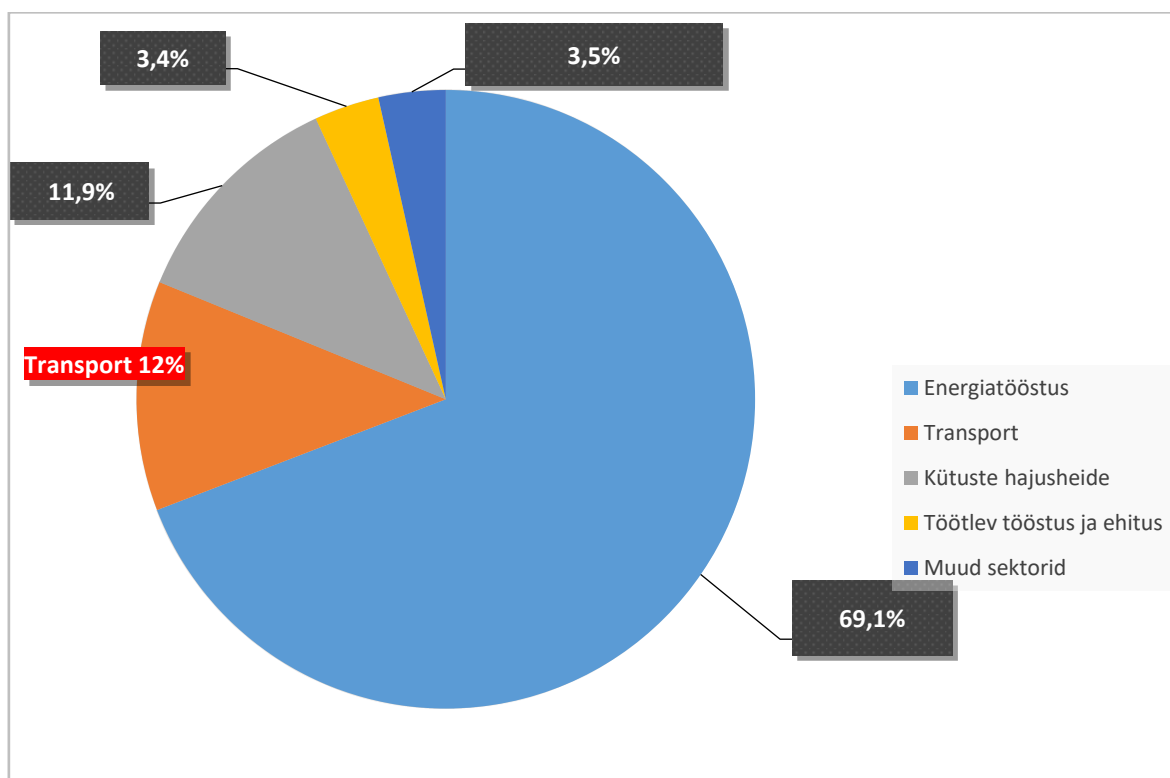
Rahvastiku arv maailmas kasvab iga aasta keskmiselt 1,05% ehk 81 miljonit inimest [16]. Seetõttu suureneb ka kaupade transport veoautodega. Sellest tulenevalt tekitavad veoautod suurel hulgal kasvuhoonegaase. Üha rohkem on hakatud keskenduma sellele, kuidas vähendada jalajälge raskeveokitel. Selleks on välja töötatud erinevaid kütuseid, mida on raskeveokitel võimalik kasutada. Üheks selliseks võimaluseks on surugaas, mis on ökonoomsem ja keskkonnasõbralikum. Hetkel on see maailmas kõige levinum alternatiiv diislile, kuid siiski on vähe kasutusel [17]. Samuti kasutatakse ka LNG kütust, kuid kuna Eestis on ainult 1 tankla siis hetkel pole see Eestis enamuse transpordi ettevõtete jaoks ratsionaalne [18]. Välismaa praktikas leidub ka elektril töötavaid veoautosid. Rootsis on ehitatud spetsiaalne testlõik, kus on elektriliinid ning veoautod saavad sealt elektriühendust. See on sarnane trollibussi põhimõttele [19].

Pariisi kokkuleppe kohaselt tuleb kiirendada kogu transpordisektori heitevabaks muutmist. Selleks on aluseks võetud komisjoni 28. novembri 2018. aasta teatis „Puhas planeet kõigi jaoks – Euroopa pikaajaline strateegiline visioon, et jõuda jõuka, nüüdisaegse, konkurentsivõimelise ja kliimaneutraalse majanduseni“ [20].

Tulenevalt uutest regulatsioonidest peavad raskveokite tootjad vähendama alates aastast 2025 veoautode CO₂ heitehulka vähemalt 15% ja aastaks 2030 30%. Scania on võtnud endale eesmärgiks vähendada aastaks 2025 CO₂ hulka 20% võrreldes aastaga 2015. Samuti vähendatakse ka tootmisest tulenevaid CO₂ heitmeid selleks ajaks 50% [21].

1.1.2 Kasvuhoonegaasid ja nende vähendamine Eesti transpordisektoris

Transpordisektor on Eestis heitgaaside tootmise poolest teisel kohal. Kogu Eesti heitgaaside hulgast toodab transpordisektor 12%, mis on märkimisväärselt suur kogus [22]. Kokku tekib Eestis 20 miljonit tonni CO₂, millest transpordisektor tekitab 2,4 miljonit tonni [23].



Joonis 1.1.2 Kasvuhoonegaaside heite osakaal erinevates sektorites Eestis 2018

Allikas: Autori poolt koostatud

Aastaks 2050 peab Eesti vähendama kasvuhoonegaaside hulka 80%. Selleks, et tulemusteni jõuda on Keskkonnaministeerium loonud visiooni ja kliimapoliitika põhialused aastani 2050. Selle kohaselt tegutsetakse järgmiselt transpordisektoris [24]:

- Sundliikumise vajaduse vähendamine ja vähese süsinikeitega transpordisüsteemi arendamine (ühistransport, kergliiklusteed jne). Hästi toimiva transpordisüsteemi välja töötamine;
- Ökonoomsete ja säästlike transpordikütuste osakaalu suurendamine. Maksupoliitikaga mõjutamine ökonoomsete sõidukite, säästlike transpordikütuste ning ühistranspordi eelistamine. Riigihangete korral annab säästlik ja ökonoomne sõiduk eelise;
- Madalamate kasvuhoonegaaside heitega transpordivahendite eelistamine. Kergliiklusteede, ühistranspordi ja energiatõhusate kaubavedude eelisarendamine. Kasvuhoonegaaside hulga vähendamine ilma maksukoormat suurendamata;
- Teaduse- ja arendussuundade edendamine ja kompetentsi suurendamine säästva ja ökonoomse transpordi alal;

Hetkel on Eesti Majandus-ja Kommunikatsiooniministeerium koostamas uut Transpordi ja Liikuvuse arengukava, mille kohaselt peaks eristama investeeringuid ja meetmeid [25].

Investeeringute kohaselt on plaanis järgmised sammud:

- Linna liiklusruumi säästlikumaks kujundamine, et suurendada säästvate liikumisviiside osakaalu ning viia ühistransport üle taastuvenergiale -200 miljonit eurot;
- 1520 mm raudteede elektrifitseerimine - 300 miljonit eurot;
- 1520 mm raudtee rongide kiiruse tõstmine kuni 160km/h, et suurendada pikamaa reisitranspordi osakaalu- 260 miljonit eurot;
- Uute elektrirongide soetamine- 120 miljonit eurot;
- Rail Balticu arendamine -1,6 miljardit eurot;
- Suursaarte vaheliste ühenduse üle viimine keskkonnasõbralikele praamidele – 35 miljonit eurot;

Kasutusele võetakse meetmed, mis ei vaja investeeringuid. Nendeks on järgmised sammud:

- Transporditaristu kavandamisel juhindutakse „kasutaja maksab“ põhimõttest. See tähendab, et taristu kulumise katmiseks vajaminevad rahalised vahendid tulevad muu hulgas taristu kasutajalt (v.a jalakäijad, jalgratturid ja

teised aktiivsed liikumisviisid). Samuti seda, et transpordivahendite negatiivne keskkonnamõju on hinnastatud (s.o keskkonnavaenulikumad valikud on kallimad), eesmärgiga suunata inimesi valima keskkonnasõbralikum alternatiiv või katma oma valiku negatiivse mõju kulud ühiskonnale;

- Transporditaristu kulude katmiseks ja keskkonnavalade eesmärkide saavutamiseks rakendatakse veondussektorile teekasutustasusid. Keskkonnasõbralikele transpordivahenditele üleminekut soodustatakse näiteks heitevabadele kütustele soodustuste tegemisega, aga ka muude poliitiliste instrumentidega;
- Soodustatakse emissioonivaba merendust laevade kalda elektrivõrguga lülitumise abil sadamas seismise ajal või analoogsete keskkonnasäästlike tehnoloogiate kasutamist;
- Energiatõhusate ja kaasaegsete tehnoloogiate kasutuselevõtule aitamine (automaatsildumise seadmete, laevade alternatiivkütuste kasutuselevõtu eelistamine);
- Diferentseeritakse sadamatasud lähtuvalt keskkonnavaladest kriteeriumidest, vältimaks konkurentsi keskkonnasäästu arvelt;
- Laeva teekondade muutmine operatiivseks ja laevade seismise vältimine reidil või sadamates kasutades digilahendusi, rakendades *Just in Time* põhimõtet;
- Teaduspõhiste lahenduste väljatöötamise toetamine keskkonnasäästlike laevakütuste, tehnoloogiate ning digitaliseerimisvaldkonnas;
- Riigihangete planeerimisel tuleb eelistada energiasäästlikke ja keskkonnasõbralikke kütust tarbiva sõiduvahendi kasutamist, mis aitab kaasa riigi keskkonna-, kliima- ja energiatõhususe eesmärkide saavutamisele. Sellele aitavad kaasa nii keskkonnasõbralikke maanteeõidukite direktiivi alusel rakendatavad keskkonnahoidlikud maanteeõidukite hanked, kui ka era- ja äri sektor, mis saaksid luua sünergiat riigi poolt võetud eesmärkidega;
- Tuleb kaaluda „kasutaja maksab“ printsiibi rakendamist ja kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärgi täitmiseks nende põhimõtete väljendamist nii riigi aktsiisipoliitikas;

Hetkel ei ole Eesti Vabariigi Valitsusel plaanis investeerida ega rakendada erinevaid meetmeid raskeveokite sektorisse, et vähendada kasvuhoone gaase. Põhiliselt investeeritakse ühistransporti, et muuta bussid ja rongid inimestele ahvatlemaks, et neid kasutataks rohkem ja sõiduautode hulk liikluses väheneks [25].

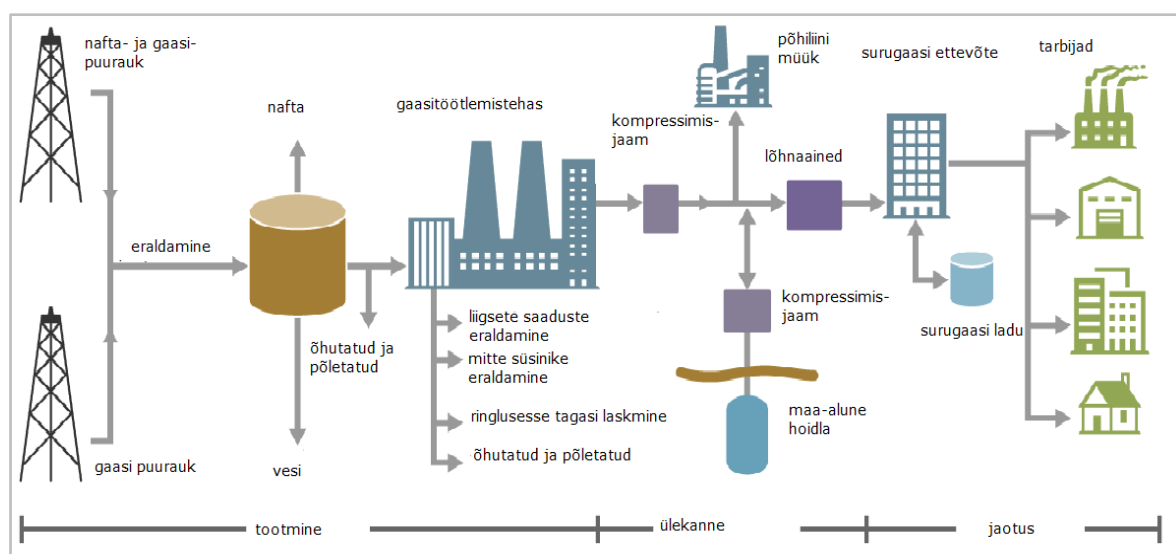
1.2 Surugaas

Käesolevas peatükis keskendutakse surugaasile ja selle omadustele. Kuna tegemist on hetkel Eestis kõige kättesaadavama alternatiivkütusega on autor valinud just selle uurimusobjektiks [26].

CNG lühend tuleneb inglise keelsetest sõnadest *compressed natural gas*. Surugaas on transpordiks kasutatav kütus. Tegemist on kokku surutud maagaasiga mille põhikomponendiks on metaan. Surugaasi saamiseks surutakse maagaas kokku 200-250 bari juurde. Sellise alternatiivkütuse puhul on tegemist lõhnatu, värvitu ja maitsetu gaasiga [27].

Surugaas avastati esmakordselt Itaalias aastal 1930, kuid tollel hetkel ei leidnud see kasutust. Alles 40 aastat hiljem, naftakriisi ajal, saadi aru, et surugaas on võrdväärne transpordikütus. 1970. aastate lõpus, kui nafta hind tõusis järsult, leidis surugaas rohkem kasutust. 2000. aastani ei olnud surugaas väga atraktiivne. Alles peale uut järsku naftahinna tõusu aastal 2000 on surugaasi hakatud kasutama transpordikütusena aina rohkem. Samuti hinnatakse üha rohkem surugaasi keskkonnasõbralikkust ja madalamat hinda [28].

Maagaas tekib kui orgaanilised ained lagunevad biokeemilisel teel. Maagaas ehk looduslik gaas koguneb maakoore gaasi sisaldavatesse kihtidesse, samuti ka naftakihi ülaossa. Gaasi kätte saamiseks tehakse puuraugud ja nende kaudu saadakse gaas kätte ehk kaevandatakse. Tihti kaevandatakse gaasi naftapuurimisel. Sellisel juhul eraldatakse gaas naftast [29]. Joonisel 1.3 on kujutatud surugaasi tootmist ja kohaletoimetamist.



Joonis 1.1.3 Surugaasi tootmine ja kohaletoimetamine

Allikas: [17] autori poolt kohandatud

Peale gaasi kaevandamist eraldatakse gaas teistest ainetest, peale mida gaas õhutatakse ja eemaldatakse uuesti mitte vajalikud ained. Sealt edasi liigub gaas kompressioonjaama, kus gaas surutakse kokku. Selles protsessis on võimalik valmistada erinevaid kütuseks sobivaid gaase. Peamisteks sellisteks alternatiivkütusteks on surugaas, veeldatud maagaas ja vedelgaas. Peale lõpliku produkti valmimist pannakse kütus spetsiaalsetesse mahutitesse ning transporditakse kas otse kliendile või näiteks tanklatesse, kust on juba võimalik seda soetada [30].

Surugaasi uurimise käigus on välja selgitatud eelised ja puudused [28].

Eelised:

- Surugaas on keskkonnasõbralik, kuna see põleb puhtamalt kui fossiilsed kütused;
- Võrreldes teiste fossiilsete kütustega on see ohutum ja lihtsam hoiustada;
- Surugaas on äärmiselt usaldusväärne erinevalt elektrienergiast;
- Surugaas on odavam kui fossiilsed kütused;
- Surugaas on üks turvalisemaid kütuseliike;
- Ei ole kergestisüttiv;
- Säästlikum;

Puudused:

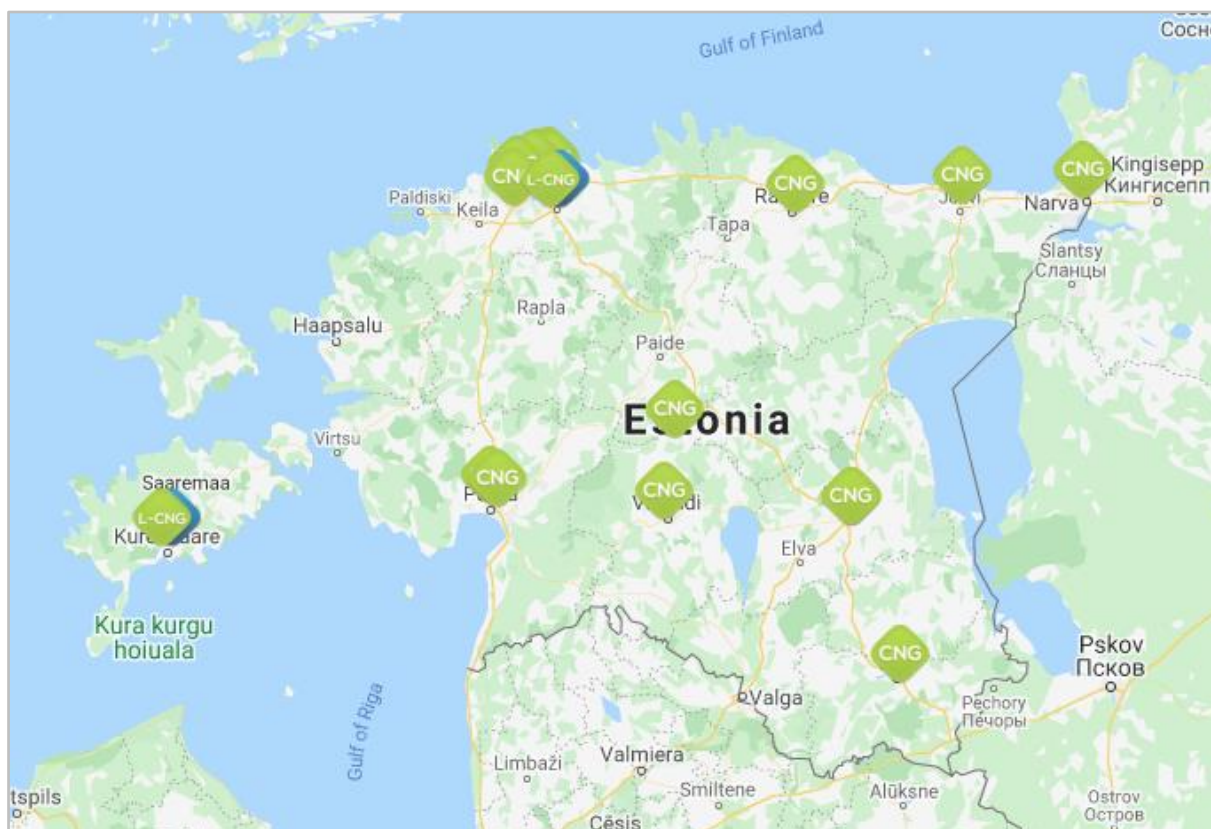
- Surugaas ei ole taastuv energiaallikas, sest on fossiilset päritolu;
- Surugaas tekitab kasvuhoonegaase;
- Lühike läbisõit surugaasiga;
- Riskid surugaasi balloonid;
- Pikk tankimisaeg;
- Surugaasi tanklate kehv infrastruktuur;
- Kõrgem masina ostuhind;

Kõige rohkem kasutab surugaasi maailmas Iraan, Pakistan, Argentiina, Brasiilia ja Hiina. Euroopa riikidest kasutab kõige rohkem surugaasi Itaalia, olles oma kasutusmahu poolest maailmas seitsmendal kohal [28].

Kõige rohkem surugaasi tanklaid Euroopas on Itaalias, Saksamaal, Rootsis, Tšehhis ja Hollandis. 100 kilomeetri raadiuses on kõige rohkem tanklaid Itaalias, Tšehhis, Bulgaarias, Eestis ja Rootsis [31].

Euroopa Komisjoni kohaselt peab aastaks 2025 olema iga 150 kilomeetri raadiuses vähemalt üks surugaasi tankla, et tagada operatiivne ligipääs tankimistele ja seeläbi vähendada kasvuhoonegaaside teket atmosfääris [20].

Eestis on kokku 20 surugaasi tanklat, mis on kergesti ligipääsetavad. Küll aga esineb veel palju puuduseid tanklate infrastruktuuris ning seetõttu muutub logistika keeruliseks. See on üks põhjuseid, miks paljud ettevõtted pole soetanud surugaasil põhinevaid veoautosid. Murekohaks on ka tankurite tankimise kiirus. Surugaasi tankimine on aeglasem kui diisli oma. Lisaks on praegusel hetkel mureks ka tankurite madal võimekus, mis tähendab, et gaasi tankimisel ei ole tankuril piisavalt survet ja tankimine ei ole sujuv. Tihtipeale võib tankimine aega võtta kuni 40 minutit. Eriti esineb selliseid juhtumeid, kui järjest on tankinud suured bussid ja veoautod [31].



Joonis 1.1.4 surugaasi tanklate võrgustik Eestis
Allikas: [31] autori poolt kohandatud

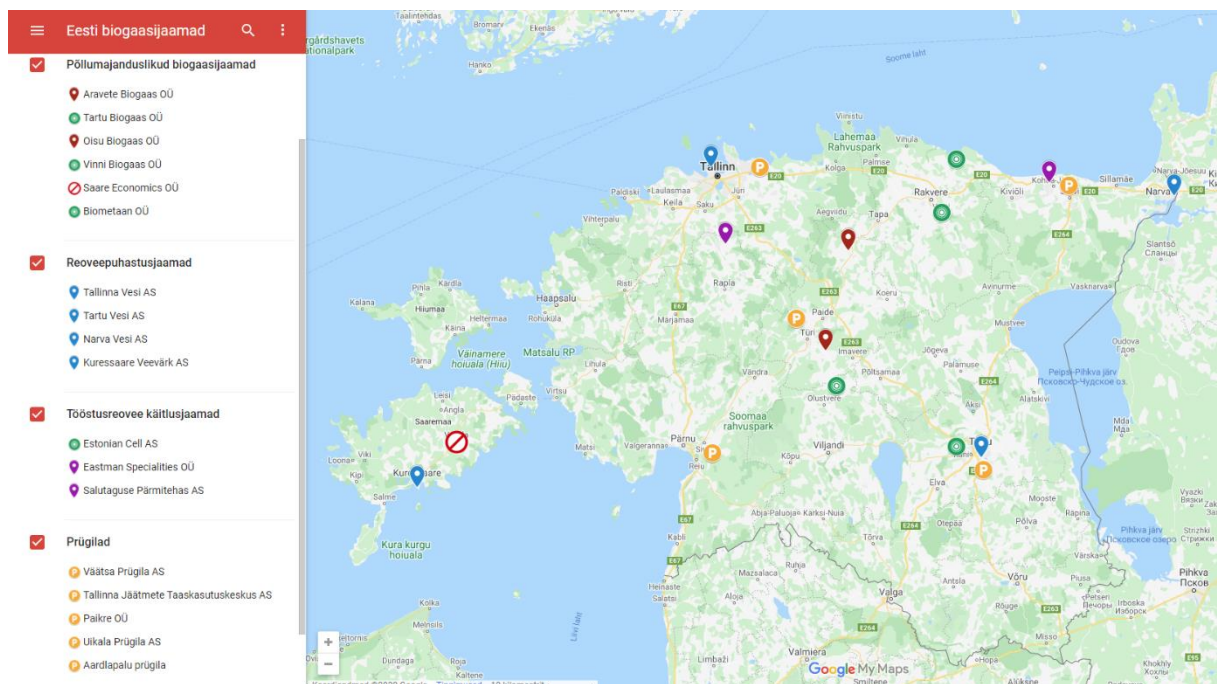
1.2.1 Biometaan

Biometaan on surugaasile sarnanev kütus. Seda toodetakse biolagunevatest jäätmetest, reoveest, reoveesetest, põllumajandusliku päritoluga jäätmetest ning erinevat päritolu biomassist. Tegemist on gaasilise ainega, mis on saadud kääritamise teel ja mida võib

[illegible]

Tartu Biogaas OÜ, Vinni Biogaas OÜ, Biometaan OÜ ja Estonian Cell AS toodavad raskveokitele sobilikku kütust. Samuti on nendel neljal tehasel võimekus katta kogu biometaani hetkevajadus Eestis. Tegemist on äärmiselt keskkonnasõbraliku kütusega. Arvutuste kohaselt toodavad biometaanil töötavad veoautod ligi 96% vähem kasvuhoonegaase [34].

21



Joonis 1.1.6 Eesti biogaasijaamade asukohad

Allikas: [33]

Üha enam ettevõtteid maailmas on hakanud tootma ise biometaan enda poolt tekitatavatest jäätmetest. Üheks põhjuseks on vanade jäätmete liiga kulukas ümbertöötlemine ning teiseks põhjuseks on biometaan ära kasutamine ettevõtte siseselt. Näiteks Suurbritannias on supermarketi kett nimega Sainsburys, mis toodab biometaan järelejäänud toiduainetest. Saadud biometaan kasutatakse ära ettevõtte kaubaautode ja raskeveokite kütusena. Kokku on nende masinapargis 109 ühikut, millest 51 on alternatiivkütusel põhinevad [37].

1.3 Surugaasi majanduslikud näitajad ja varasemad uuringud

Üheks peamiseks põhjuseks miks on hakatud surugaasi rohkem kasutama on surugaasi odavam hind võrreldes diisli ja bensiiniga. Algselt hakati surugaasi peamiselt uurima sellepärast, et tegemist on keskkonnasõbralikumal transpordi kütusega eriti metropolides. Õli hinna kasvades hakati aru saama, et lisaks emissiooni vähendamisele pakub surugaas ka madalamat transpordikütuse hinda. Samuti on surugaasiturg kindlam kui õliturg, kuna surugaasi leidub kõikides maailma piirkondades [38].

Surugaas pakub märkimisväärselt võimalust lühikeste vahemaade läbimiseks raskeveokitega USAs. Eriti hea on kasutada surugaasi bussidel, kaubaautodel ja prügiautodel, mille läbitavad vahemaad on lühikesed. Teede ja tanklate infrastruktuuri arenedes peaks tasuvusaeg olema mitte rohkem kui kolm aastat. Küll aga surugaasi kasutamine sõiduautode puhul näitab pikemat tasuvusaega USA turul, kuna gaasi hind on võrreldes Euroopaga kallim. Selleks, et võetaks rohkem kasutusele surugaasi USAs, peaks surugaasi hind laskuma Euroopa keskmisele tasemele [39].

Erinevate riikide juhtumiuuringud näitavad, et surugaasi kasutamisele võtmine teeb neid vähem sõltuvateks teistest riikidest. Ülemaailmselt on näha erinevate riikide kogemustest, et surugaasi puhul on tegemist kliendi-ja keskkonnasõbralikumaga kütusega. Seetõttu on hakanud aina enam erinevad riigid välja ehitama surugaasi infrastruktuuri, et teha see kättesaadavamaks. Hetkel on sellisteks teerajatakse järgnevad riigid: Suurbritannia, USA, Pakistan, Hiina, Jaapan, Saksamaa, Argentiina, Šveits, Brasiilia, Katar, Korea, Indoneesia, Malaisia, Rootsi, Alžeeria, Nigeeria, Iirimaa, Itaalia, Bangladesh, India, Tšiili, Hispaania, New York (USA), Belgia. Nendes riikides on paljud linnad viinud ühistranspordi üle surugaasile [38].

USA valitsus peaks üle vaatama alternatiivkütustel põhinevate veoautode poliitika, ning soodustama biometaaniga kasutusele võtmist. Seda sellepärast, et biometaan vähendab oluliselt CO₂ hulka ja on kulusäästvam [39].

Surugaasi tanklate infrastruktuuri rajamine on väga kallis. Keskmiselt maksab maailmas ühe surugaasitankla ehitamine ligikaudu 600 000 - 1 000 000 dollarit. Kuid hetkel ei ole see kõige suuremaks takistuseks kasutamaks surugaasi, kui transpordikütust. Kõige suuremaks barjääriks on lisainvesteeringud ettevõtjatele ja eraisikutele, kuna surugaasil põhinevad raskeveokid ja sõiduautod on kallimad. Selleks on hakanud paljud riigid toetama selliste masinate soetamist erinevate ergutusprogrammidega. Sellisteks võimalusteks on riigi poolsed laenud, toetused, maksuvabastused või maksusoodustused, masinate importtariifide alandamine või kaotamine, importtollimaksudest vabastamine jne [40].

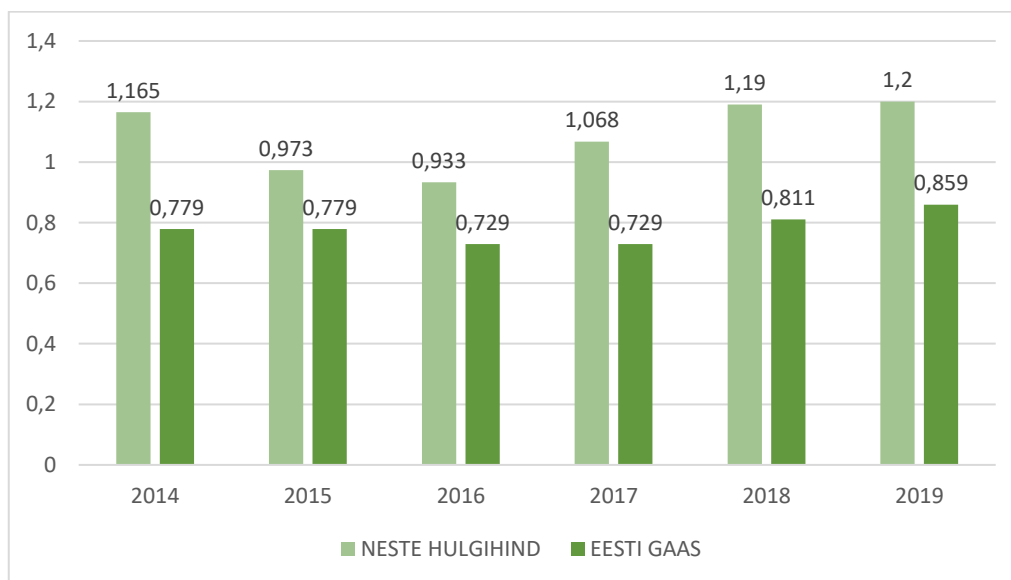
Tampere Ülikooli poolt koostatud uurimuses selgus, et Soomes oleks võimalik üle minna aastaks 2030 raskeveokitel biometaanile ligikaudu 50% kõikidest raskeveokitest. Biometaaniga kogupotentsiaali kasutamisel raskeveokitel vähendaks transpordisektor ligikaudu 50% CO₂ heitmete hulka Soomes. Selleks, et kiirendada biometaanile üleminekut on vaja ulatuslikumat poliitilist raamistikku nii tarbimises kui tootmises [41].

Poola ülikooli Opole teadurite poolt tehtud arvutuste kohaselt on kõige tasuvam alternatiivkütus maagaas. Uurimuses toodi välja, et tõhusus on sõltuv küttehinnast,

läbitavast vahemaast ja aastasest kütusekulust. Arvutuste aluseks võeti varasemad turu kütusehinnad ja lisainvesteeringute maksumused [42].

Biometaani laialdane kasutusele võtmine vähendaks oluliselt CO₂ hulka atmosfääris. Biometaani kasutamine on hea dekarboniseerimise võimalus kogu transpordisektoris. Tehnoloogia areneb aasta-aastalt aina edasi, ning tänu sellele on uue tehnika soetamis maksumused odavamad. Erinevalt erinevate elektrilahendustele ei vaja biometaani tootmistehnoloogia tulevikus suuri investeeringuid [37].

Võttes aluseks Neste diisli hulgihinna [43] ja Eesti Gaasi hulgihinna [36], on näha, et surugaasi hind on olnud stabiilsem kui diisli hind. Alljärgneval Joonis 1.1.7 on näha kütuste kõikumist viimase viie aasta jooksul. Mõlema kütuse puhul on olnud pigem kasvava trendida, kuid tuleb tähele panna, et diisel kütus on oluliselt kallim kui surugaas.



Joonis 1.1.7 Diisli ja surugaasi hinnavõrdlus

Allikas: autori poolt koostatud

Saksamaa Föderaalne transpordi- ja digitaalse infrastruktuuriministeerium on otsustanud, et CO₂ vähendamiseks tuleb eelistada surugaasil või veeldatud maagaasil põhinevaid raskeveokid. Selleks on läbitöötatud transpordipoliitika ja sisse viidud hulganisti uuendusi. Raskeveokite puhul on olulisemaks uuenduseks 8000 euro suurune toetus surugaasil põhineva raskeveoki soetamisel ja teemaksu vabastamine [44].

Samuti on Saksamaa valitsus vastu võtnud seaduse, mille kohaselt peab alates 2021 hakkama tasuma CO₂ heitetasu ühe tonni kohta. Kui algselt taheti ühe tonni CO₂

hinnaks teha 10 €/t, siis kiiremaks kliimasekkumiseks otsustati, et hinnaks tuleb 25 €/t, ning 5 aasta pärast 55 €/t [45].

2. LÄHTEÜLESSANNE

2.1 Lajos AS ettevõtte tutvustus

Lajos AS puhul on tegemist Eesti ühe vanima transpordi ettevõttega. Lajos AS on erakapitalil põhinev ettevõtte, mis asutati aastal 1992. Ettevõtte omanikuks on Einar Vallbaum, kes on samuti olnud pikaajaline ERAA president. Idee luua transpordiettevõtte tuli omaniku huvist autode vastu. Samuti omandas Einar Vallbaum ka vastava hariduse. Ettevõtte alustas tööd kahe töötajaga, kuid juba sama aasta lõpuks oli töötajaid 15. Esialgu osutati transporditeenust Eestis sees, kuid seoses töömahtude kasvuga hakati peatselt tegelema ka rahvusvaheliste vedudega Balti riikidesse ning Kesk- ja Ida-Euroopasse [3].

Kolm aastat hiljem avati veoautode remonditöökoda, et pakkuda veelgi paremat teenust. Samuti hakati remonditeenust pakkuma ka teistele firmadele ja eraklientidele. Sellest tulenevalt avati varuosade kauplus. Praeguseks hetkeks on remonditöökojast välja kasvanud eraldi seisev ettevõtte nimega Eler Hydraulic OÜ. Eler Hydraulic pakub ka pesulateenuseid [46].

Firma kiire kasvu tõttu loodi aastal 1998 erinevad osakonnad, et keskenduda kindlatele suundadele rohkem ning, et igapäeva töö oleks kiirem ja täpsem. Aastal 2008 loodi tütaretttevõtted Läti ning aastal 2010 Leetu [47].

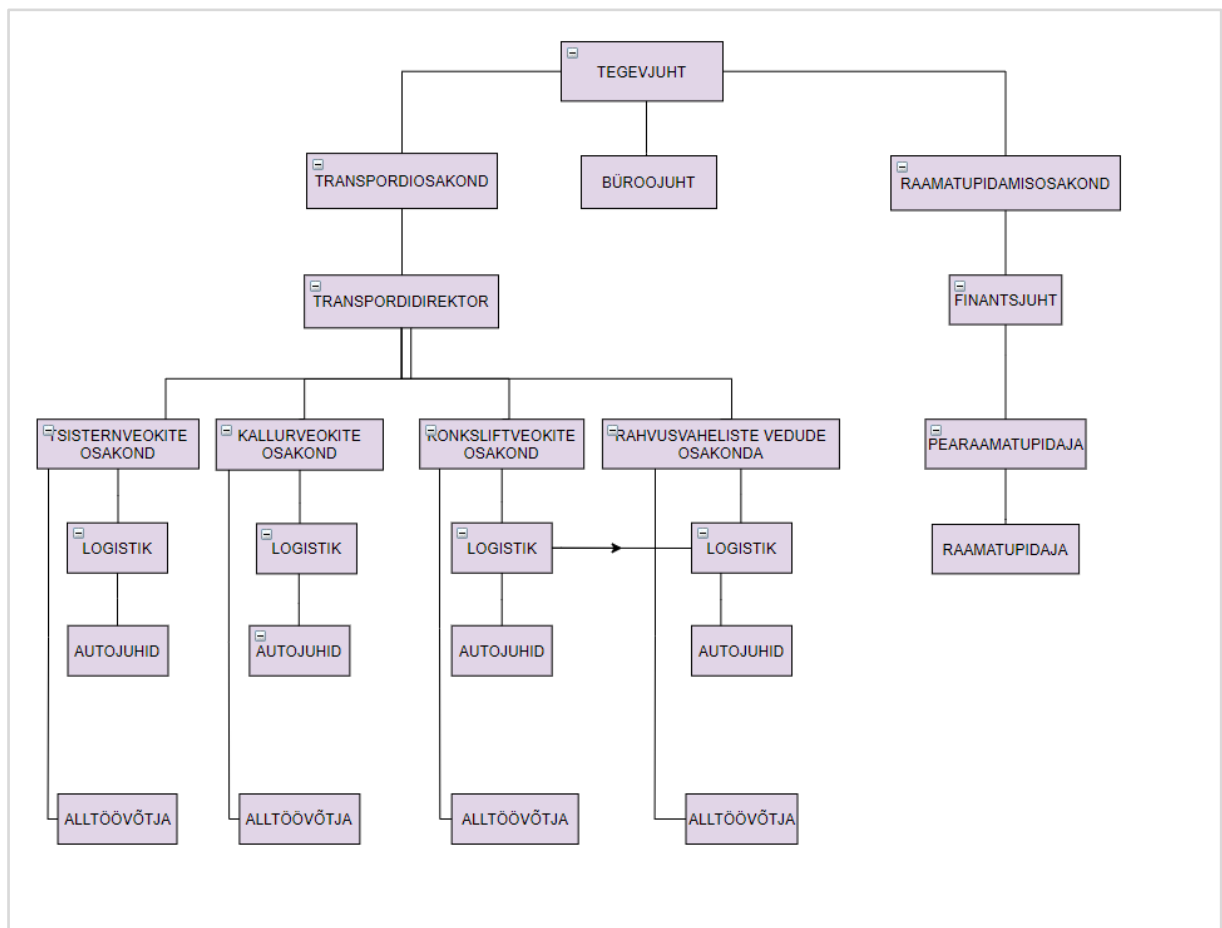
Lajos AS kuulub Eesti Rahvusvahelise Autovedajate Assotsiatsiooni ning Eesti kaubandus-ja tööstuskotta. Samuti omab ettevõtte jäätmeluba tava- ja olmejäätmete veoks, metallijäätmete veoks ning ohtlike jäätmete käitluslitsents nii Eestis kui ka Rootsis [3].

Lajos AS asutaja, ning juhatuse liige Einar Vallbaum on ka ERAA praegune president. Tänu sellele on kaasatud ka Lajos AS ERAA erinevatesse projektidesse. Näiteks oli Lajos ERAA paberivaba programmi Mobicarnet üks esimesi testijaid ning tagasiside andjaid [46].

Lajos AS toetab paljusid eri projekte ning üritusi. Suurimateks nendest on Viru-, ning Kehala Ralli. Samuti on ta abiks olnud kohaliku Kunda linna taas korrastamisel ning Viru-Nigula valla koristus projektidel.

Ettevõtet juhib tegevjuht Erko Vallbaum, kes juhib transpordi osakonda, raamatupidamis osakonda ja büroojuhti. Transpordi osakonda juhib transpordidirektor.

Transpordi osakond koosneb omakorda neljast eraldiseisvast osakonnast. Nendeks osakondadeks on tsisternveokite osakond, kallurveokite osakond, konksliftveokite osakond ja rahvusvaheliste vedude osakond. Transpordidirektori tööks on ka teha tsisternveokite logistikat. Kallurveokite ja konksliftveokite osakondades on üks logistik. Rahvusvaheliste vedude osakonnas on kaks logistikut. [3] Joonis 2.1 on kujutatud Lajos AS struktuur.



Joonis 2.1. Lajos AS struktuur
Allikas: Autori poolt koostatud

2.2 Lajos AS transpordiosakond

Lajos AS transpordiosakonna siseseid osakondi võib lugeda eraldiseisvateks väikeettevõteteks. Iga osakond tegeleb eri turul, eri klientide ning -tehnikaga. Iga osakonna eest vastutav logistik tegutseb peamiselt iseseisvalt ning vastutab suuna arengu ning majandustulemuste eest. Suuremad investeeringud ning muutused kooskõlastatakse transpordidirektori ning juhatuse esimehega. Igapäevategevustega kursis olemiseks korraldab juhatuse esimees iga nädalast üldkoosolekut, kus

arutatakse hetkeseisu, turu olukorda ning edasisi samme. Viimaste trendide võtmesõnaks on olemasoleva turu kaitsmine, selle laiendamine ning tehnika uuendamine. [3]

2.2.1 Tsistern raskeveokid

Tsisternveokitega transporditakse erinevaid puisteaineid. Joonis 2.2 on kujutatud Lajos AS tsistern raskeveok. Sellisteks puisteaineteks võib olla näiteks tsement, tuhk, liiv jne. Peamiseks klientideks on riigisisesed betooni-, ning elektri tootjad ja teede ehitajad. 80% tööst tehakse ära riigis sees, ülejäänu naaberriikides. Lajos AS autoparki kuulub 11 tsisternveokit. Tsisternhaagiseid on ettevõttel 13, samuti on vastava tehnika peale reservmasin, tänu millele on võimalik reageerida kiirelt ette planeerimata remondile või nõudluse kasvule turul. Hooajalisel perioodil kasutab tsisternvedude logistik ka alltöövõtjaid. Hooajaliseks perioodiks võib lugeda aprill - september, kui kliima on sobilik. Väikefirmadele pakutakse ka tsemendi müüki.



Joonis 2.2 Lajos AS tsistern raskeveok
Allikas: autori poolt koostatud

Paindlik ja läbinähtav teenusepakkumine oma klientidele on võti osakonna arengule, kuna see tõstab usaldusväarsust. Konkureerivad ettevõtted opereerivad tihtipeale turul pideva maksuvõlga ja riskeeritakse ülekaalu vedamisega. Selline maksekäitumine annab eelise vabadele rahavoogudele, kuid vähendab usaldusväarsust. Et osaleda riigihankes, aga ei tohi olla samal ajal maksuvõlga. Riigihankel osalemise ajaks likvideerib konkurent maksuvõla, kuid kohe peale hanke lõppemist on neil jälle

maksuvõlg. Tekib ebavõrdne situatsioon, kus riik on neile nii öelda pank. Paljudele klientidele pole selline maksekäitumine ja ülekaalu vedamine kahjuks takistuseks saanud. Tänu sellele on neil võimalik pakkuda odavamat tonnkilomeetri hinda ning seeläbi on konkurendil eelis hangetes osalemisel. [47]

2.2.2 Kallur raskeveokid

Kallurveokitega transporditakse samuti erinevaid puisteaineid. Üldiselt selliseid, mis pole sobilikud tsisternveokitega transportimiseks. Sellisteks enam levinumateks puisteaineteks on killustik, põlevkivi aheraine, põllumajanduse saadused, muld jne. Peamisteks klientideks on ehitusfirmad, teede ehitajad, sadamad ning erakliendid. Samuti tegeleb osakond puisteainete müügiga ning laadurteenuse pakkumisega. Lajos AS autoparki kuulub 5 kallurveokit ning 8 kallurhaagist. Joonis 2.3 on kujutatud Lajos AS kallur raskeveok.



Joonis 2.3 Lajos AS kallur raskeveok
Allikas: autori poolt koostatud

Hooajalisel perioodil võib kallurveokite logistik hallata ligikaudu saja alltöövõtja autot. Hooajaliseks perioodiks loetakse siin samuti ehitusperioodi, aprill - september. Ettevõtte pakub peamiselt tipphooajal täisteenust suuremate riigihangete transpordi vajadusteks. Olenevalt hankes suurusest võib see olla kuni 40 masinat igapäevaselt ühel objektil.

Viimase aja trendi kohaselt on mõned hanke võitjad proovinud kulusid kärpida, ning pakkuda enda ettevõtte siseselt logistikateenust. See tähendab et teede ehitajad on võtnud logistilise poole korralduse endale, ning tegelevad otse väikevedajatega. See vähendab oluliselt töömahte ning teeb turul opereerimise keerulisemaks. Ettevõttel pole suurte kulude tõttu võimalik pakkuda nii odavat veohinda, kui seda suudavad pakkuda vene piiri äärsed ettevõtted, kes opereerivad peamiselt illegaalse, odavama aktsiisimääraga kütusega. Selleks on Lajos AS kallurosakond teinud koostööd teiste suuremate Eesti teenusepakkujatega, pakkudes endiselt täiskomplektteenust ühise hankega. [47]

2.2.3 Multilift raskeveokid

Konksliftveokitega transporditakse erinevaid jäätmeid. Peamiselt on nendeks metall, vanarehvid ja ehitusjätmed. Lajos AS autoparki kuulub 5 greiferkraana-konksliftiga raskeveokit ja 5 tavakonksliftiga raskeveokit. Tavakonksliftiga tehakse enamasti konteinerivahetusi. Selle käigus viiakse objektile tühi konteiner, mis koha peal täis laetakse ning hiljem tuleb tavakonksliftmasin sellele järgi ning viib ja tühjendab vastavasse kohta. Joonis 2.4 on Lajos AS surugaasil põhinev konkslift raskeveok.



Joonis 2.4 Lajos AS surugaasil põhinev konkslift raskeveok
Allikas: autori poolt koostatud

Greiferitega on võimalik autojuhil ise laadida erinevaid transporditavaid kaupsid juba objektile otse konteinerisse. Alltöövõtus kasutatakse selles osakonnas kulude kokkuhoidmiseks ja parema logistika tegemiseks liikuvpõhjadega veokeid ehk *walking flooriga* haagiseid.

2.2.4 Külmik-ja tenthaagistega raskeveokid

Rahvusvahelise osakonna peamiseks veokiteks on veokid koos külmikhaagistega. Nendega teostatakse erinevaid temperatuurivedusid. Peamiseks kaupadeks on erinevad toiduained nagu sai, kala, liha jne. Suurimateks koostööpartneriteks on Eesti, Baltikumi ning Skandinaavia suurimad toiduainete tootjad. Mõnikord veetakse ka eritingimusi vajavaid ravimeid.

Samuti kasutatakse selles osakonnas ka kardinhaagiseid. Põhiliselt veetakse nendega erinevaid jäätmeid nagu akukestad, värvipesu vesi jne. Kokku on selles osakonnas 6 veoautot ning 10 haagist. Ka selles osakonnas kasutatakse alltöövõtjaid.

Suurimaks konkurendiks on siinkohal Leedu ning Poola vedajad, kes kasutavad Ida-Euroopa odavtööjõudu ning on saanud suurte hangete tulemusel odavamad ostuhinnad veokitele, mis müüakse mõne aasta möödudes järelturul veelgi kallimalt maha. Tänu sellele on turul äärmiselt raske opereerida ning Lajos AS rahvusvaheline osakond on pidanud tegelema erivedudega. Selleks on üldjuhul jäätmevedu, milleks on vaja eriluba ning toiduainete jaotusvedu Skandinaavias, mis võtab keskmisest rohkem tööjõudu kontori poolel. Samuti pakub rahvusvaheline osakond ka terminaliteenuseid, läbi enda partnerterminalide ning tollimisteenuseid. Joonis 2.5 on kujutatud Lajos AS külmikhaagisega raskeveok.



Joonis 2.5 Lajos AS külmikhaagisega raskeveok
Allikas: autori poolt koostatud

Kuna tsistern-ja kallurveokite töö on hooajaline, siis hooajaväliselt teevad need veokid ka rahvusvahelisi vedusid külmik-ja kardinhaagistega. Selleks on ettevõtteks olemas mõned lisa külmikud ning vajadusel renditakse juurde. Nõnda hajutatakse riske ning seisvaid veoautosid praktiliselt polegi. Vastupidiselt on mõned rahvusvahelise osakonna veokid varustatud kompressori või hüdraulika süsteemidega, ehk tipphooaegadel saavad need masinad opereerida ka tsistern- ja kallurhaagistega. Suurem osa autojuhtidest on kursis kõikide tööde spetsiifikaga, tänu millele on logistikutel lihtne opereerida ka osakondade vahel.

Eelpool toodud näidete tõttu on konkurentsivõime tõstmiseks hakanud Lajos AS mõtlema surugaasi tehnoloogial põhinevate raskeveokite suunas. Surugaasi veokid võiksid olla tänu odavamale kütusehinnale pikas perspektiivis odavama omahinnaga, kütusekulu moodustab diiselmootoritega veokitel ligikaudu 30% veohinnast. Selle tulemusel oleks võimalik pakkuda odavamate kulude tõttu konkureerivamaid veohindu. Samuti ei jäta surugaas suurt keskkonnajälge, võrreldes diiselmootoritega veokitega. Kallurveokite all on katsetatud surugaasi veokeid kolm aastat. Algusperioodil jäid

veokite ostud kõrge hinna, ebakindla tehnoloogia ning puuduliku tanklavörgustiku taha. Nüüdseks on konksliftidega sõitmas esimesed välja ostetud surugaasil põhinevad raskeveokid. Uuema generatsiooni masinatel on paranenud töökindlus, tehnoloogia on arenenud ökonoomsemaks ning Eestis ning Baltikumis kerkib jõudsalt ka surugaasi tanklavörgustik. Surugaasi tehnoloogia on Eestis veel võrdlemisi lapsekingades, tänu sellele pakuvad paljud tootjad neile võimalusi ettevõtet reklaamida. Tehes selleks turul ettevõtte logodega masinatega demo päevi ning osaledes nendega ka erinevatel messidel.

2.3 Probleemi formuleerimine ja uurimisülesanded

Käesoleval hetkel on Lajos AS kliendid aina rohkem hakanud pöörama tähelepanu keskkonnasäästlikele aspektidele. Ka üks osa hinnapäringute hindamiskriteeriumites on ressursi tõhusate lahenduste kasutamine. Hangetes on sees punktid, kus ettevõttelt palutakse detailseid kirjeldusi, kuidas vähendatakse nende tegevusest tulenevalt keskkonna jalajälge ja mis selleks on ette võetud, et seda teha. Samuti saadetakse klientide poolt küsitlusi, mille üheks osaks on välja selgitada, milliseid meetodeid kasutatakse, et vähendada CO₂ emissiooni hulka. Praegusel hetkel saab Lajos AS vastata nendele küsimustele masinapargi uuendamise ja tühja kaubaruumi vähendamise näol. Küll aga ei ole võimalik hetkel mõõta CO₂ hulka ja seda esitada arvandmetena.

Samuti on näha, et hanked, mille võitjaks on parima hinnapakkuja ja tulemused on avalikustatud, kaotatakse või võidetakse väikese hinnavahega. Tihti peale tehakse pakkumine, et katta ära püsikulud, kuid ka siis on olnud juhuseid, kus hanget ei võideta.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on välja selgitada kui palju saaks Lajos AS vähendada kulusid ja keskkonna jalajälge võttes kasutusele surugaasil põhinevad raskeveokid. Samuti hinnata, kas surugaasil põhinevad raskeveokid on otstarbekad erinevates transpordi valdkondades. Tegemist on juhtumiuurimusega, kus uurimusobjektiks on transpordi ettevõtte Lajos AS.

Käesolevas üksikjuhtumis püütakse vähendada kulusid ning tänu sellele tõsta konkurentsieelist. Samuti on oluline osa keskkonna jalajäljel, kuna aina enam on hakanud Lajos AS kliendid tähelepanu pöörama keskkonna aspektidele. Omavahel võrreldakse diislit, surugaasi, biometaanit ja surugaasi kütuste segu, milles on 75% sisaldusega biometaanit.

Töö eesmärgi saavutamiseks on formuleeritud uurimusküsimused. Tuginedes uurimusküsimustele kogutakse teooriat, arvandmeid ning struktureeritakse töö. Eesmärgi saavutamiseks on koostatud järgmised uurimusküsimused:

- Millised on transpordisektori tulevikutrendid?
- Kuidas vähendada ettevõtte kulusid ja olla samaaegselt keskkonnasõbralik?
- Millised on erinevad surugaasi liigid?
- Kui palju saaks Lajos AS vähendada keskkonna jalajälge?
- Kui pikk on surugaasi kasutamise tasuvusperiood?
- Millised on eeldatavad CO₂ tuleviku maksustamisviisid?

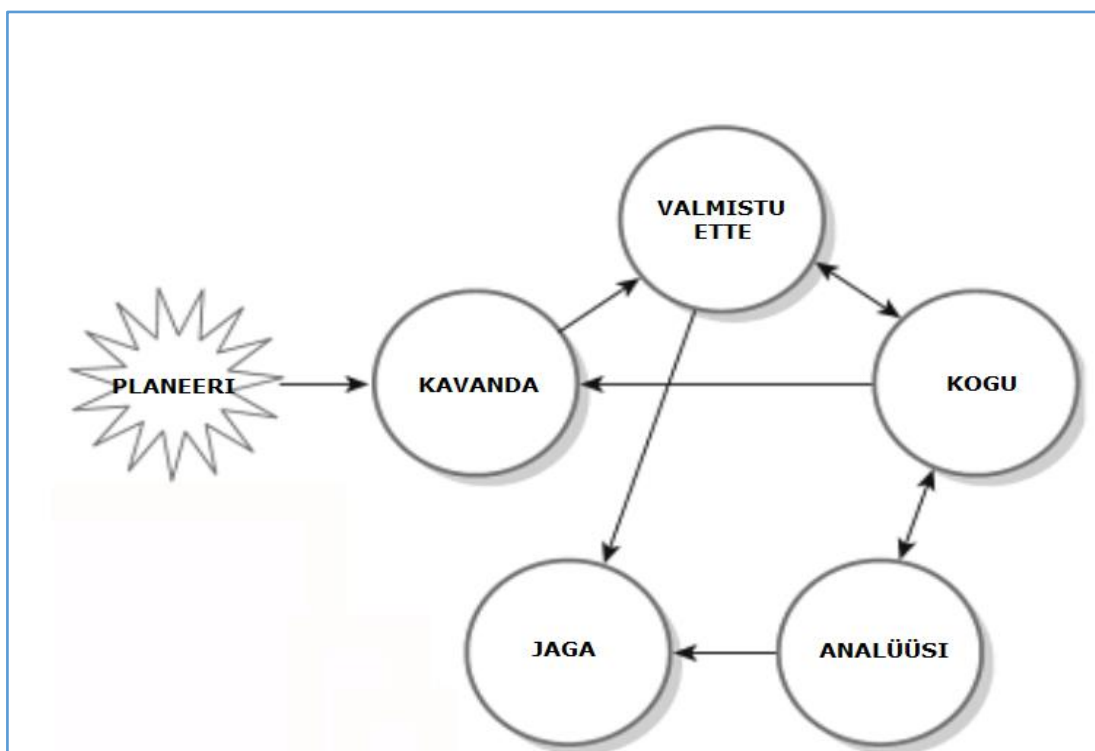
Arvestades, et aastaks 2050 peab Eesti olema kliimaneutraalne ja kuna transpordisektor moodustab ligikaudu 25% kogu Euroopa kasvuhoonegaaside osakaalust, hakatakse rakendama erinevaid meetmeid või makse, et vähendada CO₂ hulka heitmetes. Et vältida sellest tulenevaid lisakulutusi on mõistlik olla kursis tulevikutrendidega ning neid ka rakendada õigeaegselt. Selliselt on võimalik olla valmis turumuutustele ja tekitada konkurentsieelis. Autori hinnangul on tööl praktiline väärtus ettevõttele Lajos AS ning teistele kaasaegsetele transpordiettevõtetele.

3. METOODIKA

3.1 Uurimusstrateegia

Käesoleva magistritöö uurimusstrateegia on kombineeritud juhtumiuurimus, mille peamiseks uurimismeetodiks on juhtumianalüüs ehk juhtumiuuring. Kombineeritud juhtumiuurimuse puhul on tegemist uurimisviisiga, mille käigus keskendutakse ühele või mitmele omavahel seotud juhtumile. Autor kasutab nii kvalitatiivseid kui ka kvantitatiivseid uurimusmeetodeid. Selliselt täiendavad mõlemad meetodid üksteist ja tekib komplementaarsus [48].

Kombineeritud juhtumiuurimus on lähenemine, mis ühendab nii kvantitatiivsed kui ka kvalitatiivsed meetodeid ühes uuringus, et anda probleemist laiem ja terviklikum ülevaade. Kombineeritud juhtumiuuringut kasutatakse juhul, kui võrdlevanalüüs kui ka uuringu aspektide väljatöötamine peavad toimuma terviklikult ja põhjalikult. Kombineeritud meetodite kasutamine võimaldab uurijal saada rikkalikku teavet, mida ei oleks võimalik saada ainult ühe meetodi abil [49]. Joonis 3.1 on kujutatud juhtumiuurimuse protsess.



Joonis 3.1 Juhtumiuurimuse protsess
Allikas: [50] autori poolt kohandatud

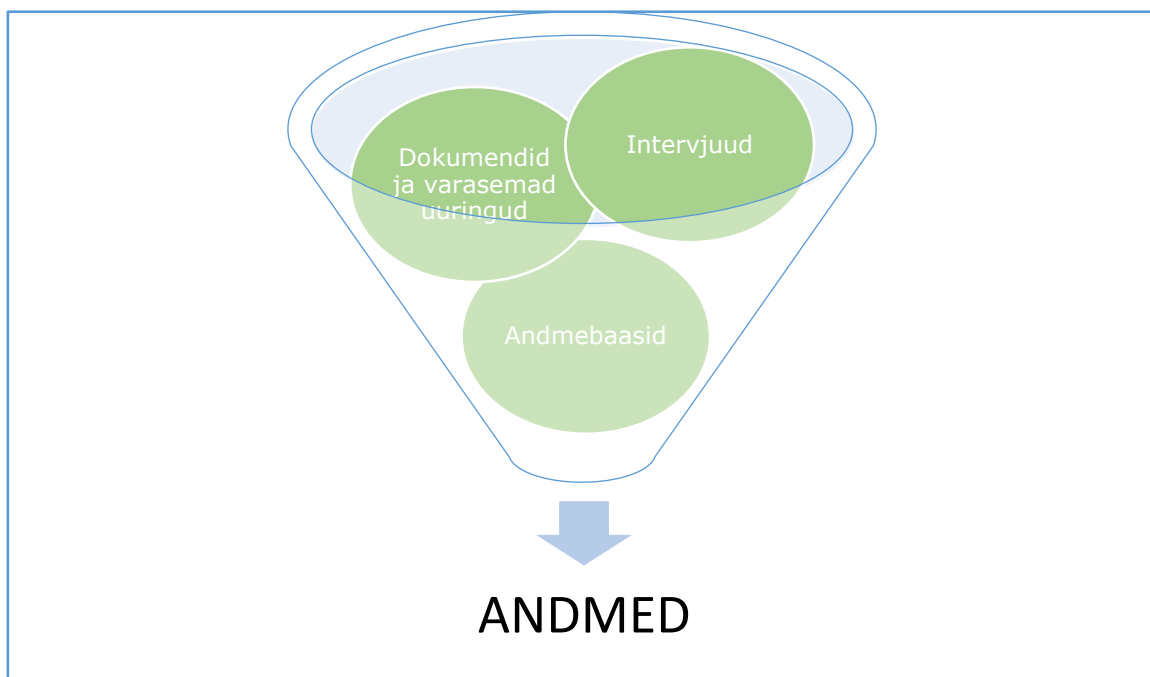
Juhtumiuuringud võimaldavad varasemate uuringute ja aruannete kaudu mõista keerukaid küsimusi. Sellist uurimismeetodit võib pidada usaldusväärseks uurimismeetodiks, eriti kui on vajalik põhjalikku uurimist [51]. Juhtumiuuringu meetod võimaldab uurida andmeid konkreetses kontekstis lähemalt. Enamasti valitakse juhtumiuuringu meetodi uuritavateks väike geograafiline piirkond, väga piiratud arv inimesi või kindel uurimisobjekt [50].

Kvalitatiivse uurimismeetodi eesmärgiks on hankida teadmisi, et mõista paremini inimsüsteeme. Andmekogumise meetodid ei ole piiritletud, kuid tüüpilisteks andmete kogumise meetmeteks on mittestruktureeritud intervjuud, dokumentide ja tekstide analüüsid, küsimustike koostamine ja testimine [48]. Kolm kõige tavalisemat kvalitatiivset meetodit, mida on üksikasjalikult selgitatud nende vastavates moodulites, on osalejate vaatlus, süvaintervjuud ja fookusgrupid. Iga meetod sobib eriti hästi teatud tüüpi andmete saamiseks [52].

Selleks, et jõuda soovitud tulemusteni teostab autor mittestruktureeritud intervjuud Majandus-ja Kommunikatsiooniministeeriumi transpordi arengu ja investeeringute osakonna eksperdiga, Lajos AS töötajatega, Keskkonnaministeeriumi kliimaosakonna nõunikuga ja Eesti Gaas AS müügijuhiga.

Struktureerimata intervjuudes ei kasutata ühtegi seatud küsimust, selle asemel küsib intervjuueerija konkreetse uurimisteema põhjal avatud küsimusi ja püüab lasta intervjuul voolata nagu loomulik vestlus. Intervjuueerija muudab oma küsimusi vastavalt intervjuueeritava konkreetsetele kogemustele. Sellist intervjuueerimisi viisi kasutades on võimalik küsimusi muuta vestluse käigus ja avatud küsimuste abil on võimalik saada rohkem kvalitatiivseid andmeid [53].

Samuti uurib autor Lajos AS dokumente ja analüüse, et teostada võimalikult täpse analüüsi. Analüüside teostamiseks kasutatakse ka varasemaid uuringuid ja majanduslike näitajaid.



Joonis 3.2 Andmete kogumise tööriistad
Allikas: autori poolt koostatud

Kvantitatiivne uurimismeetod keskendub probleemi kirjeldamisele ja probleemi põhjuse tuvastamisele. Kvantitatiivse uurimismeetod põhineb statistilistel, matemaatilistel ja arvutuslikel tulemustel. Enne andmete analüüsimist tuleb andmeid töödelda, et neid kasutada. Selleks tuleb andmed sõnadest teisendada arvandmeteks. Arvandmete analüüsimise käigus saab leida mustreid, keskmisi, testida seoseid, üldistada tulemusi jne. Kvantitatiivne uurimus on vastupidine kvalitatiivsele uuringule, mis hõlmab arvuliste andmete kogumist ja analüüsimist [54].

Erinevate arvandmete saamiseks kasutab autor esmaseid ja teiseseid andmeid. Teisesed andmed saab autor järgnevatest allikatest: *Scania Fleet Management Portal* [5] Lajos AS andmed, Lajos AS analüüs [4] ja *Ecoscore* andmebaas [55]. Tulemusteni jõudmiseks teostab autor vajaminevad arvutused ja loob CO₂ kalkulaatori.

Autor teostab tasuvusanalüüsi, et jõuda tulemusteni ja selgitada välja, kui palju muutuks ühe kilomeetri omahind kasutades surugaasil põhinevaid raskeveokeid. Tasuvusanalüüs on protsess, mille käigus organisatsioonid saavad analüüsida otsuseid, süsteeme või projekte või määrata immateriaalse vara väärtuse. Mudel on üles ehitatud nii, et tehakse kindlaks tegevusest saadav kasu ja sellega seotud kulud ning lahutatakse kulud hüvitistest. Lõpetamisel annab tasuvusanalüüs konkreetseid tulemusi, mida saab

kasutada mõistlike järelduste tegemiseks [56]. Tasuvusanalüüsi tulemustest tulenevalt pakub autor välja enda poolset parendusettepanekut.

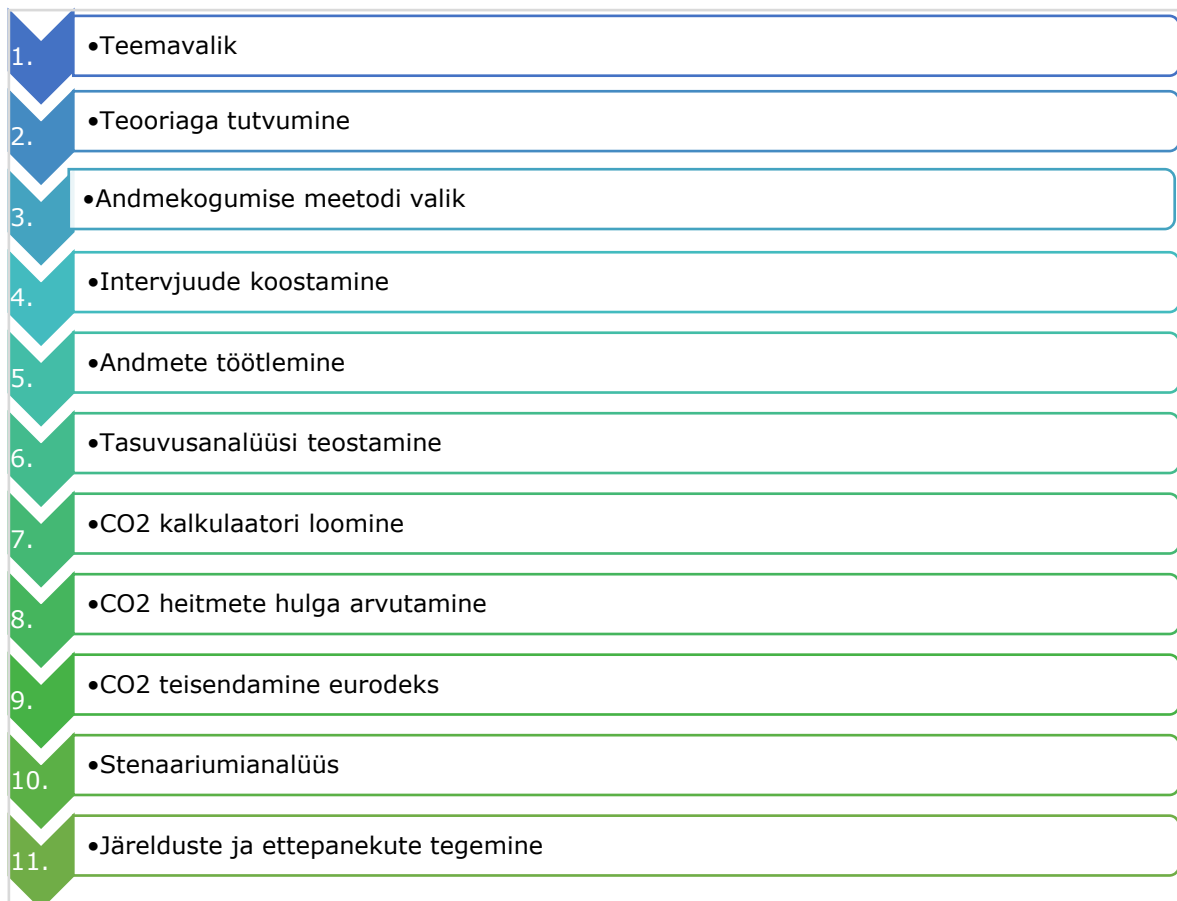
Võrdlevanalüüs on protsess, mille käigus hinnatakse ettevõtte toodete, teenuste või protsesside toimivust võrreldes mõne muu alternatiiviga. Võrdlusanalüüsi eesmärk on tuvastada sisemised võimalused parandamiseks [57]. Tulemusteni jõudes võrdleb autor omavahel hetkeolukorda ja saadud tulemusi. Selleks koostatakse võrdlevanalüüs. Analüüsi eesmärgiks on näidata protsendiliselt, kui suur on veoauto ühe kilomeetri omahinna erinevus kasutades erinevaid võimalike kütuseid.

Samuti teostab autor stsenaariumianalüüsi, mille eesmärgiks on luua stsenaarium, kui palju väheneks Lääne-Virumaal CO₂ hulk, kui kolm ettevõtet hakkaksid kasutama surugaasil põhinevaid veoautosid. Selleks kasutab autor intervjuude saadud andmeid ja teostab arvutused. Arvutuste teostamiseks kasutab autor antud töös loodud CO₂ kalkulaatorit.

Samuti annab autor rahalise väärtuse CO₂ maksustamise korral kasutades varasemaid uuringuid. Aluseks võetakse Saksamaal kehtestatud CO₂ tasu, milleks on 25 €/t. Selle tulemusena on võimalik näha, kui suured oleksid Lajos AS lisakulud võimaliku CO₂ maksustamise korral Eestis.

Stsenaariumianalüüs viiakse läbi selleks, et analüüsida võimalike kütuste mõju keskkonnale, võttes arvesse mitmeid alternatiivseid tulemusi, st stsenaariume, ja esitada tulevaste arenguteede jaoks erinevad võimalused. Stsenaariumianalüüs on tulemusnäitaja eeldatava väärtuse prognoosimise protsess, arvestades ajaperioodi, erinevate olukordade esinemist ja sellega seotud muutusi süsteemi parameetrite väärtustes ebakindlas keskkonnas [58].

Autor koostas magistritöö valmimiseks tööde ülesannete järjekorra, et ülesehitus oleks loogiline ja analüüsi tegemine lihtsustatud. Selleks tuli kõige pealt koguda kõik vajalikud andmed, ning seejärel teostada erinevad analüüsid. Peale analüüsi teostamist teeb autor järeldused ja ettepanekud parenduste tegemiseks. Joonis 3.3 on uurimistöö tööde teostamise järjekord.



Joonis 3.3 uurimistöö tööde teostamise järjekord
Allikas: autori poolt koostatud

3.2 Lajos AS tasuvusanalüüs

Arvutuste teostamiseks koostab autor Lajos AS 2019 andmete põhjal veoautode kuluanalüüsi. Kuluanalüüsi eesmärgiks on välja selgitada veoauto omahind 1 kilomeetri kohta. Omahinna arvutamisel võetakse aluseks läbisõit, küttehind, küttekulu, remondi- ja rehvikulu ja keskmine küttekulu.

$$\frac{(küttehind * küttekulu) + liising + remondikulu}{lābisōit} = 1 \text{ kilomeetri omahind}$$

Selleks, et teada saada kui suur on surugaasi veoauto ja diisel veoauto küttekulu vahe võrdles autor kahte ühesugust Scania veokit. Ühe puhul on tegemist diisel veoautoga ning teise puhul surugaasil põhineva veoautoga. Samuti teostavad need kaks veoautot samasuguseid töid. Aluseks on võetud diisel veoauto küttekulu.

$$100 - \left(\frac{CNG \text{ keskmine küttekulu} * 100}{diisel \text{ küttekulu}} \right) = x\%$$

Arvutustest tulenevalt sai autor väärtuseks 3,58%. Saadud tulemus tuleb lahutada diisel veoauto küttekulust ehk:

$$\text{diiselveoauto küttekulu} - x\% = x$$

Kuna surugaasil põhinevate veoautode ostuhind on Lajos AS 12660 eurot kallim kui diisel veoautol tuleb arvestada ka selle eripäraga. Lajos AS veoautode amortisatsiooni pikkuseks on viis aastat. Et leida kui palju kallim on surugaasil põhineva veoauto ühe aasta kulu tuleb:

$$12660/5 = 2532\text{€}$$

Peale eelnevate arvutuste teostamist kasutab autor surugaasil põhineva veoauto omahinna leidmiseks kasutada sama valemit nagu diisel veoautode puhul. Peale diisel ja surugaasil põhinevate veoautode omahinna leidmist autor võrdleb neid. Samuti leiab autor, kui suur on erinevus ja kas ning kui pikk on surugaasil põhineva veoauto tasuvusaeg. Tasuvusaja leidmiseks tuleb diisel veoauto ühe kilomeetri omahinnast lahutada surugaasil põhineva veoauto ühe kilomeetri omahind, vahe läbi korrutada veoauto läbisõiduga ning jagada 12660 euroga:

$$\frac{12660}{(\text{diisel veoauto 1km omahind} - \text{CNG veoauto 1 km omahind}) * \text{läbisõit}} = \text{tasuvusaeg aastates}$$

3.3 CO₂ heitehulga arvutamine

CO₂ hulga leidmiseks koostab autor kalkulaatori. Kalkulaatori koostamisel võtab autor arvesse, et seda oleks hea kasutada transpordi ettevõttel kergesti leitavate andmetega. Sellepärast leiab autor, kui suur on CO₂ heitehulk 1 liitri või kilogramm kütuse kohta. Selleks kasutab auto Ecoscore andmebaasi. Selle kohaselt paiskub 1 liitri diisli kohta 2640 g CO₂ ja 1 kg surugaasi kohta 2660g. Biometaani kasutades väheneb CO₂ hulk 90%. Selleks, et leida kui suur on CO₂ hulk surugaasist, mis sisaldab 75% biometaani tuleb kasutada järgnevat valemit:

$$(\text{CNG CO}_2 \text{ heitehulk} - 25\%) + \text{Biometaani heitehulk} = 75\% \text{ biometaani sisaldav heitehulk}$$

CO₂ hulga arvutamiseks on vajalik teada kulunud liitrid või kilogrammid ning CO₂ hulka ühe liitri või kilogrammi kohta. Kulunud liitrid ja kilogrammid on auto leidnud

tasuvusanalüüsis ning kasutab neid andmeid. CO₂ kulu ühe liitri või kilogrammi kohta on teisesed andmed. Kogu CO₂ hulga leidmiseks tuleb kasutada järgnevat valemit:

$$\text{kulunud kütusekogu} * \text{CO}_2 \text{ kulu ühe liitri või kilogrammi kohta} = \text{kogu CO}_2 \text{ hulk grammides}$$

Autor annab CO₂ hulgale rahalise väärtuse. Selleks kasutab autor teiseseid andmeid. Andmete aluseks on võetud Saksamaa transpordiministeeriumi poolt kehtestatav CO₂ maks alates 2021. Selleks on 25€/t.

$$\text{CO}_2 \text{ koguhulk tonnides} * 25\text{€} = \text{CO}_2 \text{ hind eurodes}$$

Stsenaariumianalüüsi teostamiseks kasutab autor kolme Lääne-Virumaa ettevõtte andmeid. Andmeteks on nende ettevõtete kogu läbisõit diiselveoautodel. Andmed sisestatakse varasemalt loodud CO₂ hulga arvutamise kalkulaatorisse. Saadud andmeid töödeldakse ja leitakse, mis oleks CO₂ heitehulk, kui kasutatakse surugaasi kütuse erinevaid vorme. Samuti leiab autor, kui palju väheneks kolme ettevõtte näitel CO₂ heitehulk Lääne-Virumaal ja kui suure osa moodustab hetke heitehulk kogu Eesti transpordisektori heitehulgast.

4. SÜNTEES JA ANALÜÜS

4.1 Surugaasi tasuvus Lajos AS näitel

Käesolevas peatükis teostab autor ettevõtte Lajos AS põhjal kulu- ja keskkonnanalüüsi, kus võrreldakse diisel kütusel ja surugaasil töötavate veoautosid. Aluseks võetakse Lajos AS 2019 majandusandmed ning Ecoscore andmekogumik. Samuti kasutab autor Scania Fleet Management Portal Lajos AS andmeid. Samuti tuuakse välja kogu masinapargi keskkonnaaspektid.

Aastal 2019 omas Lajos AS ühte surugaasil põhinevat veoauto. Ülejäänud veoautod olid kõik diiselveokid. Varasemalt on katsetatud LPG seadeldist, kuid kuna see ei andnud soovitud tulemast siis see eemaldati. Aastal 2020 esimeses kvartalis lisandus autoparki veel 2 surugaasil töötavat raskeveokit.

Scania Fleet Management Portal andmetel oli Lajos AS 2019 kogu diiselveokite CO₂ hulk 2593,4 tonni.

Lajos AS autopargi moodustab 32 veoautot. Nendest 11 on tsisternveokid, 10 konksliftveokit, 6 rahvusvahelist transporti teostavat veoautot ja 6 kallurveokit. Kõikide veoautode kogu aastane läbisõit oli 2640696 kilomeetrit. Antud juhul tuleb arvesse võtta, et veoautod lisandusid antud aasta jooksul erinevatel perioodidel. Veoautode liisingperiood on 6 aastat.

Arvutuste teostamisel on aluseks võetud küttehind, küttekulu, liisingmaksumus, remondi-ja rehvikulud ja läbisõit. Selleks, et leida 1 kilomeetri omahind on autor koostanud valemi:

$$\frac{(küttehind * küttekulu) + liising + remondikulu}{lâbisõit} = 1 \text{ kilomeetri omahind}$$

Kuna surugaasil töötavate veoautode küttekulu on väiksem, on võrreldud samasuguseid surugaasil ja diislil põhinevate autode kütusekulusid ning surugaasi kasutamise puhul on viidud küttekulu pöördvõrdelisse väärtusesse. Surugaasi raskeveoki küttekulu on väiksem 3,58%.

Küttehinnaks on võetud aluseks Lajos AS 2019 aasta keskmised kliendihinnad erinevatelt teenusepakkujatelt.

Tsisternveoautodele on võimalik paigalda surugaasi ballooneid, kuid arvesse tuleb võtta, et sellisel juhul pikeneb teljevahe ja manööverdamine muutub raskemaks. Surugaasil töötavaid raskeveokeid ei saaks kasutada kõikide tööde puhul. Tsistern raskeveokite

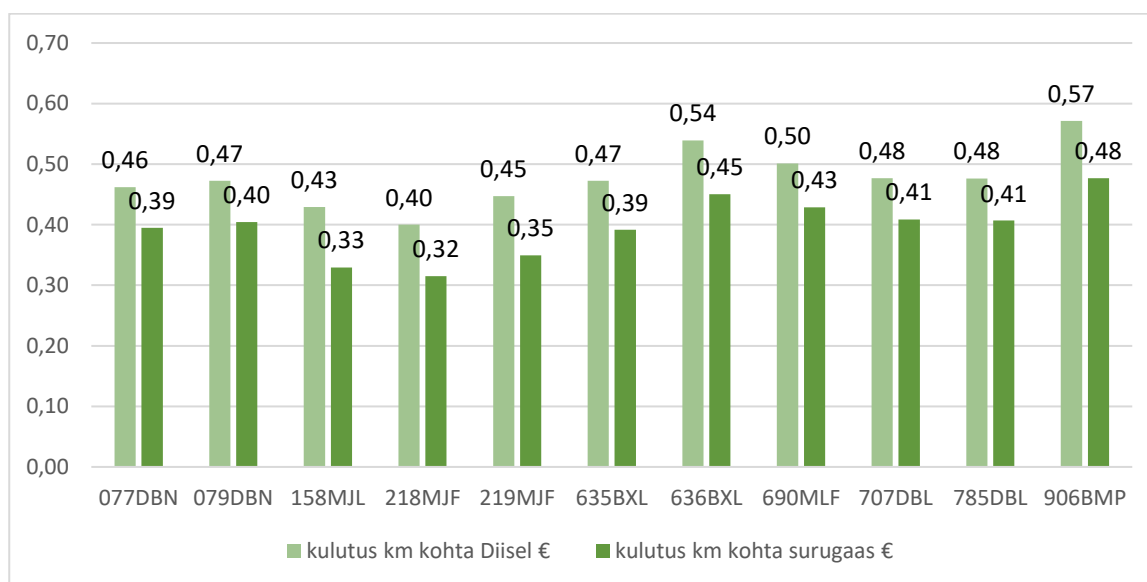
arvutused teostati 11 raskeveoki puhul. Tulemused kajastatakse eurodes ja leitakse ka protsentuaalne vahe. Tabel 4.1 on näidatud tulemused, kui kõik Lajos AS tsistern raskeveokid oleksid surugaasil põhinevad.

Tabel 4.1 diisil ja surugaasil põhinevate tsistern raskeveokite omahinna võrdlus

auto nr	kulutus km kohta Diisel €	kulutus km kohta surugaas €	vahe protsentides
077DBN	0,4620	0,3949	-14,53
079DBN	0,4724	0,4041	-14,46
158MJL	0,4290	0,3294	-23,21
218MJF	0,3998	0,3151	-21,20
219MJF	0,4469	0,3495	-21,81
635BXL	0,4723	0,3914	-17,13
636BXL	0,5393	0,4501	-16,53
690MLF	0,5010	0,4288	-14,40
707DBL	0,4767	0,4087	-14,26
785DBL	0,4764	0,4068	-14,61
906BMP	0,5715	0,4768	-16,58

Allikas: autori poolt koostatud

Tabel 4.1 on näha, et kui kõik tsisternveoautod oleksid surugaasil põhinevad siis väheneks veoauto ühe kilomeetri omahind keskmiselt 17,16%, mis teeb 8 senti kilomeetri kohta.



Joonis 4.1 tsistern raskeveokite omahinna võrdlus

Allikas: autori poolt koostatud

Joonis 4.1 on kujutatud tsistern raskeveokite omahinna võrdlus graafiliselt. Antud jooniselt on näha, et suurem vahe tuleb vanemate raskeveokite puhul. Vanemate

raskeveokite puhul on omahind kõrgem, kuna remondi kulud on kõrged. Samuti on ka küttekulu kõrgem võrreldes uuemate veomasinatega.

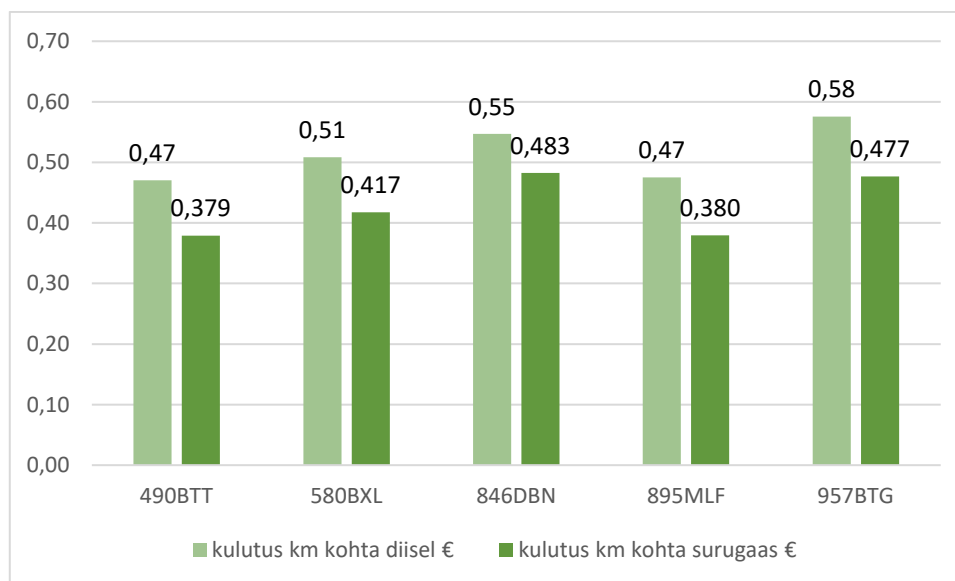
Lajos AS masinaparki kuulub kuus kallur raskeveokit. Arvestades hetke Lajos AS töid on surugaasil põhinevad kallur raskeveokid sobilikud teostama kõiki töid. Tabel 4.2 on näidatud tulemused kui kõik Lajos AS kallurveoautod oleksid surugaasil põhinevad.

Tabel 4.2 diislil ja surugaasil põhinevate kallur raskeveokite omahinna võrdlus

Auto nr	kulutus km kohta Diisel €	kulutus km kohta surugaas €	vahe protsentides
490BTT	0,47	0,38	-19,39
580BXL	0,51	0,42	-17,94
846DBN	0,55	0,48	-11,75
895MLF	0,47	0,38	-20,07
957BTG	0,58	0,48	-17,22

Allikas: autori poolt koostatud

Tabel 4.2 on näha, et kui kõik kallurveoautod oleksid surugaasil põhinevad siis väheneks auto ühe kilomeetri hind keskmiselt 17,27%, mis teeb 10 senti kilomeetri kohta.



Joonis 4.2 omahinna erinevus kallur raskeveokite puhul

Allikas: autori poolt koostatud

Joonis 4.2 on näha, et tänu suurtele läbisõitudele on omahinna keskmine vahe veelgi suurem. Samuti mängib ka kallur raskeveokite puhul rolli vana tehnika kõrged remondikulud.

Konkslift raskeveokeid on kokku 10, millest 9 on diislil põhinevad. Nendest viis on kraanadega. Kraanadega raskeveokite puhul tuleb tähele panna, et tegemist on

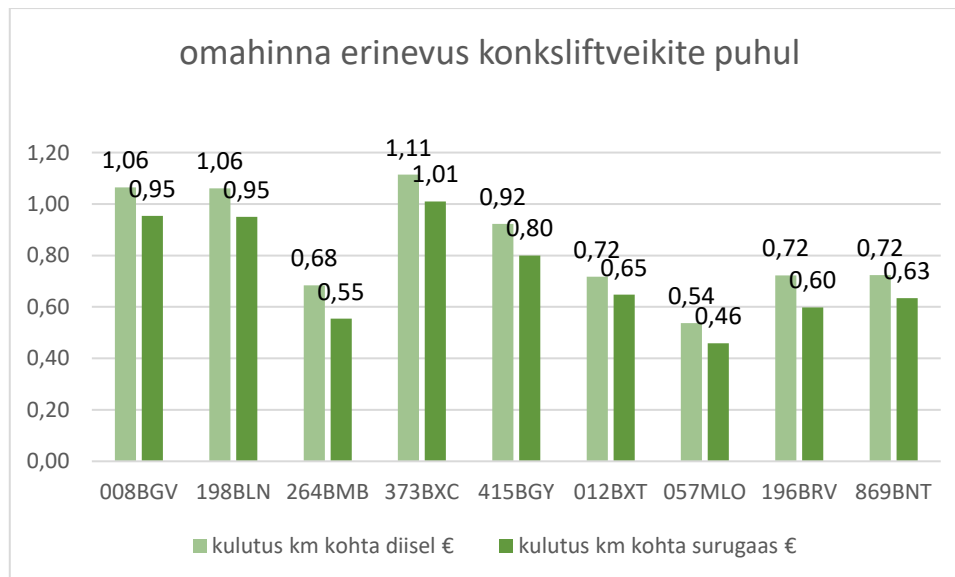
raskemate veoautodega ja sellest tulenevalt saab korraga vedada vähem tonne. Küll aga ei mõjuta see Lajos AS transpordi hinda, kuna tasustamine on kilomeetri ja tunni põhine. Tabelis 4.3 on näidatud tulemused kui kõik Lajos AS konkslift raskeveokid oleksid surugaasil põhinevad.

Tabel 4.3 diisil ja surugaasil põhinevate kallur raskeveokite omahinna võrdlus

auto nr	kulutus km kohta Diisel €	kulutus km kohta surugaas €	vahe protsentides
008BGV	1,06	0,95	-10,38
198BLN	1,06	0,95	-10,49
264BMB	0,68	0,55	-18,92
373BXC	1,11	1,01	-9,35
415BGY	0,92	0,80	-13,25
012BXT	0,72	0,65	-9,74
057MLO	0,54	0,46	-14,60
196BRV	0,72	0,60	-17,29
869BNT	0,72	0,63	-12,35

Allikas: autori poolt koostatud

Tabel 4.3 on näha, et kui kõik konksliftveoautod oleksid surugaasil põhinevad siis väheneks auto ühe kilomeetri hind keskmiselt 12,93%, mis teeb 10 senti kilomeetri kohta.



Joonis 4.3 omahinna erinevus kallur raskeveokite puhul

Allikas: autori poolt koostatud

Joonis 4.3 on näha, et suurem ühe kilomeetri omahinna vahe on tavalift konksliftide puhul. Selline vahe tuleb kuna diisil põhinevate tavaliftide küttekulu on kõrge. Samuti on näha, et uuemate veoautode ühe kilomeetri omahinna erinevus on väike.

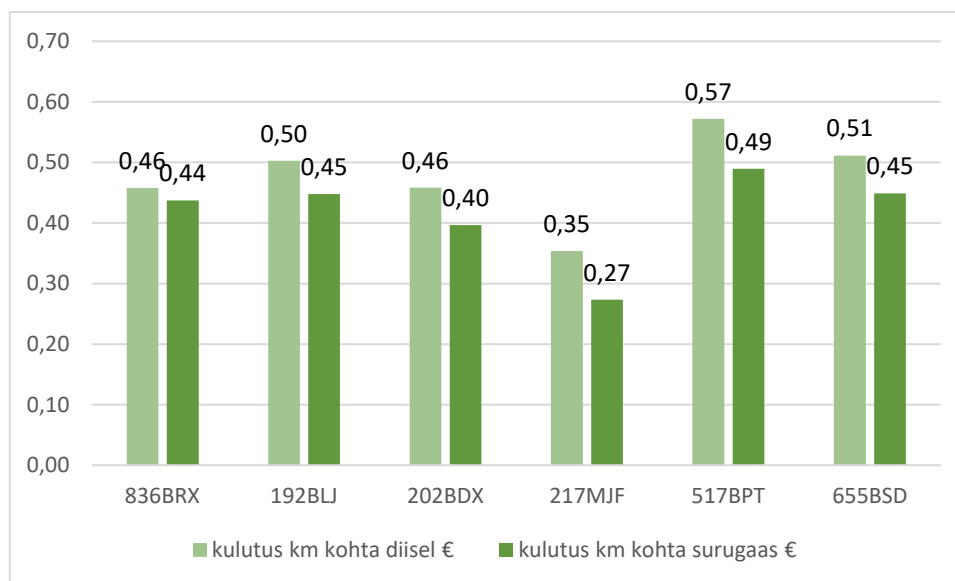
Lajos AS omab kuute diislil põhinevat raskeveokit, mis teostavad külmik-või kardinhaagistega rahvusvahelisi vedusid. Tabel 4.4 on näidatud tulemused kui kõik Lajos AS rahvusvahelisi vedusid teostavad veoautod oleksid surugaasil põhinevad.

Tabel 4.4 diislil ja surugaasil põhinevate rahvusvaheliste raskeveokite omahinna võrdlus

Auto nr	kulutus km kohta Diisel €	kulutus km kohta surugaas €	vahe protsentides
836BRX	0,46	0,44	-4,48
192BLJ	0,50	0,45	-10,92
202BDX	0,46	0,40	-13,47
217MJF	0,35	0,27	-22,81
517BPT	0,57	0,49	-14,44
655BSD	0,51	0,45	-12,21

Allikas: autori poolt koostatud

Tabel 4.4 on näha, et kui kõik rahvusvahelisi vedusid teostavad veoautod oleksid surugaasil põhinevad siis väheneks auto ühe kilomeetri hind keskmiselt 13,05%, mis teeb 6 senti kilomeetri kohta.



Joonis 4.4 omahinna erinevus rahvusvaheliste raskeveokite puhul

Allikas: autori poolt koostatud

Rahvusvahelisi vedusid teostavate veoautode puhul tuleb arvesse võtta, et Skandinaavias on surugaasi hinnad kohati kaks korda kõrgemad [59]. Seega tuleb välismaal tankimise korral arvestada, et ühe kilomeetri hind tõuseb kõrgemaks kui diislil põhinevate raskeveokite omahind. Selliseid veoautosid saab kasutada ainult siis kui reisi ring on väiksem kui 450 kilomeetrit ning veok jõuab ühe paagitäie kütusega tagasi Eestisse tankima.

Surugaasi raskeveokite tasuvusperioodi leidmiseks tuleb 12660 jagada diiselveoauto 1 km omahinnast lahutatud surugaasi veoauto 1 km omahind ja see korrutatud kogu aastase läbisõidu summaga ehk:

$$\frac{12660}{(\text{diisel veoauto 1km omahind} - \text{surugaasi veoauto 1 km omahind}) * \text{läbisõit}} = \text{tasuvusaeg aastates}$$

Arvutusi ei ole teostatud rahvusvahelisi vedusid teostavatele veoautodele kuna need ei ole otstarbekad. Hetkel on Euroopa surugaasi tanklate võrgustik kehv ning surugaasi hind kõrge.

Tsisternveoautode puhul on keskmine surugaasil põhineva veoauto soetamise tasuvusaeg keskmiselt 1,8 aastat. Autode 077DBN, 079DBN, 707DBL ja 785DBL tuleb tähele panna, et need veoautod on soetaud 2019 mais ja juunis. Seega sõitsid need veoautod tegelikkusest vähem. Selliseid andmeid on omavahel hea võrrelda juhuks kui Lajos AS peaks kaotama mõne kliendi ja tööde hulk väheneb. Tabel 4.5 on kujutatud surugaasil põhinevate tsistern raskeveokite tasuvusaeg.

Tabel 4.5 surugaasil põhinevate tsistern raskeveokite tasuvusaeg

auto nr	Surugaasi tasuvusaeg
077DBN	2,5
079DBN	2,5
158MJL	1,0
218MJF	1,4
219MJF	1,1
635BXL	1,2
636BXL	1,3
690MLF	3,1
707DBL	2,3
785DBL	2,3
906BMP	1,0
KESKMINE	1,8

Allikas: autori poolt koostatud

Kallurveoautode puhul on keskmine surugaasi raskeveoki soetamise tasuvusaeg keskmiselt 1,8 aastat. Veoauto 846DBN puhul on tegemist juuli kuus lisandunud veoautoga. Sellest tulenevalt oli aastane läbisõit väike ja tasuvusaeg pikk. Tegelikult oleks tasuvusaeg oluliselt lühem kuna antud raskeveokite läbisõidud on suured. Tabel 4.6 on kujutatud surugaasil põhinevate kallur raskeveokite tasuvusajad.

Tabel 4.6 surugaasil põhinevate kallur raskeveokite tasuvusaeg

Auto nr	Surugaasi tasuvusaeg
490BTT	1,1
580BXL	1,1
846DBN	3,8
895MLF	1,9
957BTG	1,0
KESKMINE	1,8

Allikas: autori poolt koostatud

Konksliftveoautode puhul on keskmine surugaasi veoautode soetamise tasuvusaeg keskmiselt 1,96 aastat. Nende veoautode puhul tuleb tähele panna, et töö iseloomust tulenevalt toimub väga palju tööd koha peal ja tasustamine toimub tunni põhiselt. Tabel 4.7 on kujutatud konkslift raskeveokite tasuvusajad.

Tabel 4.7 surugaasil põhinevate konkslift raskeveokite tasuvusaeg

auto nr	Surugaasi tasuvusaeg
K008BGV	2,5
K198BLN	1,7
K264BMB	1,1
K373BXC	1,9
K415BGY	1,8
M012BXT	3
M057MLO	2,6
M196BRV	1,2
M869BNT	1,8
KESKMINE	1,96

Allikas: autori poolt koostatud

Saadud tulemuste põhjal on näha, et vanemad ja rohkem remonti vajavad diisliil põhinevat raskeveokite ühe kilomeetri omahind on märgatavalt kõrgem kui surugaasil põhinevate raskeveokite ühe kilomeetri omahind. Suurema läbisõiduga surugaasil põhinevate raskeveokite tasuvusaeg on lühem.

4.3 CO₂ vähendamine Lajos AS näitel

Selleks, et näha kui palju väheneks surugaasi raskeveoki kasutamisel CO₂ hulk Lajos AS näitel on autor loonud kalkulaatori. Kalkulaatoris on võimalik arvutada kütusele kulunud raha kui CO₂ hulka erinevatel läbisõitudel. CO₂ hulga teada saamiseks on aluseks võetud Ecoscore andmebaas.

Keskmiselt paiskub õhku 2640 grammi CO₂ ühe liitri kohta diisli puhul. Surugaasi puhul on selleks koguseks 2666 grammi 1kg surugaasi puhul. Kasutades biometaani tavalise surugaasi asemel väheneb CO₂ hulk 90%.

1 liiter diislit kaalub 835 grammi. Diislikütus sisaldab 86,2% süsiniku ehk 720 grammi süsiniku. Selleks, et põletada selline hulk süsinikdioksiidiks on vaja 1920 grammi hapnikku. Summa on 720+1920=2640 grammi CO₂/l diislikütuse kohta.

1 kilogramm surugaasi sisaldab 72,7% ehk 727 grammi süsinikku. Selleks, et põletada selline hulk süsinikdioksiidiks on vaja 1939 grammi hapnikku. Summa on 727+1939=2666 grammi CO₂/kg surugaasi kohta.

Selleks, et leida kui palju CO₂ paiskub õhku teatud läbimaa jooksul tuleb leida kogu kulunud kütus. Kogu kulunud kütuse leiame kui korrutame keskmise kütusekulu läbisõiduga ja jagame selle sajaga: keskmine kütusekulu x läbisõit/100. Seejärel tuleb kogu kulunud kütus korrutada CO₂ hulgaga ühe grammi või liitri kohta vastavalt surugaasile või diislile: kogu kulunud kütusekulu x 2640 või 2666. Selleks, et leida kui palju CO₂ paiskub õhku biometaani puhul tuleb vähendada 90% tavalise surugaasi heitekoguseid. Lõpliku tulemuse saamiseks tuleb sisestada kalkulaatorisse keskmine kütuse kulu 100 km kohta ja kogu läbisõit. Samuti on antud kalkulaatoriga võimalik arvutada ka kütusele kulunud kogu summa. Selleks peab teadma kütuse hetke hinda ja keskmist kütusekulu. Tabel on Exceli põhine ja väga kergesti kasutatav.

Tabel 4.8 CO₂ emissiooni kalkulaatori näidis

CO ₂ ja kütusekulu kalkulaator	Diisel	Surugaas	Biometaan
Läbisõit km	10000	10000	10000
Kütuse hind €	1	0,74	0,8
Kütuse kulu l või kg	28	27	27
Kütusekulu kogukulu €	2800	1998	2160
Kütusekulu kogukulu l või kg	2800	2700	2700
CO ₂ heite hulk l või g kohta grammides	2640	2666	266,60
CO ₂ heite hulk kogu läbisõidu kohta grammides	7392000	7198200	719820

Allikas: autori poolt koostatud

Saadud arvutuste põhjal on näha, et kui Lajos AS kasutaks surugaasil põhinevaid raskeveokeid väheneks CO₂ hulk kõigest 3% ehk 68 tonni.

Alexela AS pakutavale surugaasile on lisatud tavalise surugaasi hulka juba 75% biometaani ning kui kasutada seda väheneks CO₂ hulk ca 66%. Sellisel juhul oleks heitehulk 883,9 tonni, mis vähendaks kogu CO₂ hulka 2593,4-883,9= 1709,5 tonni. Kasutades ainult biometaani väheneks CO₂ hulk 90% ehk 631,3 tonnini. Käesoleval hetkel on see aga transpordi ettevõtte jaoks otstarbetu, kuna sellega kaasnevad lisakulud kallima küttehinnaga. Samuti ei rakendu ühtegi toetust sellise kütuse kasutamiseks. Alljärgnevalt on koondatud tulemused ühtsesse Tabel 4.9.

Tabel 4.9 CO₂ emissiooni hulk erinevates kütustes kogu läbisõidu puhul

CO₂ hulk kütuses	CO₂ hulk tonnides	CO₂ hulga vähenemine %
CO ₂ hulk D kütuses	2593,4	0
CO ₂ hulk surugaasi kütuses	2525,4	3
CO ₂ hulk biometaani kütuses	252,5	90
CO ₂ HULK 75% biometaani kütuses	883,9	66

Allikas: autori poolt koostatud

Et vähendada CO₂ heitehulka transpordisektoris on üheks võimaluseks see maksustada. Selliselt toimib ka Saksamaa transpordiministeerium, mis on otsustanud, et alates aastast 2021 maksab üks tonn tekitatud CO₂ 25 € ja aastast 2025 on ühe tonni CO₂ hind 55 €. Võttes aluseks need andmed, leiab autor kui suured kulutused lisanduksid Lajos AS ettevõttele CO₂ maksustamise näol.

Tabel 4.10 CO₂ maksustamine 25€/t Lajos AS puhul

CO₂ kulu 25€/T	CO₂ hulk tonnides	kulu €
CO ₂ hulk D kütuses	2593,4	64835,30
CO ₂ hulk surugaas	2525,4	63134,42
CO ₂ hulk biometaan kütuses	252,5	6313,44
CO ₂ HULK 75% biometaan	883,9	22097,05

Allikas: autori poolt koostatud

Tabel 4.10 väljatoodud tulemustest on näha, et kasutades diisel veoautosid lisanduks ettevõttele 64835,30 € suurune iga aastane kulu. Kui kasutada tavalist surugaasi lisanduks ettevõttele 63134,42 € suurune iga aastane kulu. Kasutades surugaasi, mille sisaldus on 75% biometaani, lisanduks ettevõttele 22097,05 € suurune iga aastane kulu. Kõige madalam lisakulu lisanduks kasutades 100% biometaani. Sellisel juhul oleks

iga aastane kulu 6313,44 €. Küll aga tuleb tähele panna, et hetkel ei pea ettevõtteid, mis kasutavad surugaasi, Saksamaal maksma teemakse. Samuti toetab Saksamaa valitsus surugaasi veoautode soetamist 8000 euroga.

Kui Eestis rakenduksid samasugused tingimused, väheneksid Lajos AS 26 surugaasil põhineva veoautodega soetamisega kaasnevad kulud 121160 € võrra. Teekasutustasud väheneksid ligikaud 26000 euro võrra. Hetkel lisanduks surugaasi veoauto soetamisel võrreldes diisel veoautoga 329160 €. Kui aga arvestada Saksamaal surugaasil põhinevad veoautodele rakenduvaid tingimusi lisanduks surugaasil põhinevad veoautode soetamisel $329160 - 121160 - 26000 = 147160$ € võrreldes diisel veoautodega. Sellisel juhul väheneks ettevõtte soetusmaksumus ligikaudu 44%.

4.4 CO₂ vähendamine 3 ettevõtte näitel

Stsenaariumianalüüsis teostatakse kolme Lääne-Virumaa ettevõtte näitel CO₂ arvutused diisel mootorite raskveokitel. Saadud tulemusi võrreldakse kui tegemist oleks surugaasil põhinevatel autodel. Leitakse kui palju väheneks CO₂ hulk kasutades 75% biometaanis sisaldavat surugaasi. Kõige pealt leitakse CO₂ hulk diiselveokite puhul.

Esimeseks ettevõtteks valiti käesoleva töö uurimisobjekt Lajos AS. Arvutused on teostatud peatükis 4.2.

Teiseks ettevõtteks valiti anonüümseks jääda soovinud ettevõtte, mille peamiseks tegevusalaks on toiduainetööstus. Tegemist on ettevõttega, mille masinaparki kuulub 16 raskeveokit, millega sooritatakse jaotusvedusid. Antud ettevõtte keskmine ühe veoauto aastane läbisõit on 103000 kilomeetrit. Sellest 35% läbitakse Lääne-Virumaa maakonnas ehk:

$$(103000 * 16) * 0,35 = 576800 \text{ kilomeetrit}$$

Võttes aluseks, et autode keskmine kütusekulu on 34 l/100 km, saame me varasemalt koostatud kalkulaatori abil teada, et kogu kulunud kütuse hulk on 196112 liitrit Lääne-Virumaal. Antud kütusekulu CO₂ hulk on 517735680 grammi ehk 517,74 tonni CO₂.

Kolmandaks ettevõtteks valiti Kunda Nordic Tsement AS. Kunda Nordic Tsement AS loodi 1992. aastal ja see kuulub HeidelbergCement Groupi kontserni. Kunda Nordic Tsement AS-i peamine tegevusaladeks on erinevat liiki tsemendi tootmine, lubjakivikillustiku tootmine ja graniitkillustiku vahendamine. Seoses süsihappegaasi kvoodi pideva tõusu ja kasutuses olnud vana tehnoloogia kasutamisega, lõpetati Kundas 2020 a. klinkri tootmine. Edaspidiselt vähendamaks heitkoguseid tuuakse klinker

Kundasse Gotlandilt Slite tehast laevadega, kus kasutatakse tänapäevast väiksema süsinikujalajäljega kuivmenetluse tehnoloogiat [60].

Antud töös pööratakse tähelepanu lubjakivikillustiku tootmisele ja transpordile kulutatud CO₂ koguse arvutamisele ja selle võimalikule vähendamisele.

2019 a. toodeti 831 949 t. lubjakivikillustiku. Tootmiseks transporditakse eelnevalt lõhatud kivi purustus-sorteerimissõlme, kuni 1,5 km kauguselt. Pikaajaliste mõõtmiste tulemusel kulub keskmiselt 1 tonni lõhatud kivi purustisse vedamiseks 0,1 liitrit [60].

2019 a. müüdi ja transporditi klientidele 588 855 tonni lubjakivikillustiku. Arvutuste aluseks on arvestatud keskmiseks koorma kaaluks 26 t. ja keskmiseks veokauguseks 41 km.

Võttes aluseks, et tootmises kulub ühe tonni lubjakivikillustiku vedamiseks 0,1 liitrit kütust saame me kogu kütusekulu tulemuseks:

$$831949 * 0,1 = 83194,9 \text{ liitrit}$$

Antud kütusekulu CO₂ hulga saame arvutada varem loodud kalkulaatori abil, tulemuseks saame 219,63 tonni CO₂.

Müüdud lubjakivikillustiku CO₂ hulga leidmiseks tuleb leida, mitu koormat veeti, selleks jagame kogu killustiku müügi ühe auto koorma kaaluga:

$$588855 : 26 = 22648 \text{ koormat}$$

Arvestades, et keskmisel läbitakse ühe koormaga Lääne-Virumaal 41 kilomeetrit leiame kogu läbitud kilomeetrite arvu:

$$22648 * 41 = 928568 \text{ kilomeetrit}$$

Keskmise kütuse aluseks võetaks Lajos AS kallur veoautode keskmine kütusekulu, kuna antud raskeveokid teostavad samasuguseid töid. Keskmiseks kütusekuluks on 36. Kogu kütusekulu leiame järgnevalt:

$$928568 * 36 : 100 = 334284 \text{ liitrit}$$

Varasemalt koostatud kalkulaatori abil saame teada, et kütusekulu CO₂ hulk on 882,51 tonni CO₂.

Kokku toodavad kolm ettevõtet Lääne-Virumaal CO₂ kasutades diisli põhinevaid raskeveokeid:

$$2593,4 + 517,74 + 219,63 + 882,51 = 4213,28 \text{ tonni}$$

Selleks, et leida kui palju kulub kütust surugaasil põhinevatel autodel vähendada kogu kütusekulu 3,58%.

Lajos AS arvutused on teostatud 4.2 peatükis.

Toiduainete tööstuses tegutseva ettevõtte kütusekulu on 196112 liitrit, vähendades seda kogust 3,58% võrra saame:

$$196112 - 3,58\% = 189091 \text{ liitrit}$$

Kunda Nordic Tsement AS tootmisele ja müügile kulunud transpordi kogu kütusekulu on:

$$83194,9 + 334284 = 417479 \text{ liitrit}$$

Selleks, et leida kui palju kulub kütust surugaasil põhinevatel autodel vähendada kogu kütusekulu 3,58% saame:

$$417479 - 3,58\% = 402533 \text{ liitrit}$$

Kõigi kolme ettevõtte kogu kütusekulu surugaasi raskeveokitel oleks:

$$947253 + 189091 + 402533 = 1538877 \text{ liitrit}$$

Varasemalt koostatud arvutuste ja kalkulaatori abil saame teada, et kütusekulu CO₂ hulk kasutades 75% biometaan sisaldavat surugaasi on:

$$4102,6 - 66\% = 1394,88 \text{ tonni}$$

Diislil ja surugaasil (75% sisaldusega biometaan) põhineva raskveokite CO₂ hulga vahe on:

$$4213,28 - 1394,88 = 2818,4 \text{ tonni}$$

Kasutades surugaasi, mille sisaldus on 75% biometaan väheneks nende kolme ettevõtte CO₂ hulk 66%.

4.5 Järeldused ja ettepanekud

Antud magistritöös leiti, et kasutades surugaasil põhinevaid raskeveokeid väheneksid Lajos AS ühe kilomeetri omahind vastavalt raskeveokite liikide järgmiselt:

- Tsistern raskeveokid 8 senti kilomeetri kohta;
- Kallur raskeveokid 10 senti kilomeetri kohta;
- Konkslift raskeveokid 10 senti kilomeetri kohta;
- Rahvusvahelisi vedusid teostavad raskeveokid 6 senti kilomeetri kohta

Keskmiselt väheneks kogu Lajos AS ühe kilomeetri omahind 15,1%. Küll aga tuleb tähele panna, et rahvusvahelisi vedusid teostavate raskeveokite puhul ei tohiks olla ringi pikkused rohkem kui 500 kilomeetrit. Eesti naaberriikides on surugaasi kütuse hind kallim ja samuti pole tanklate infrastruktuur välja arenenud. Tankides teistes riikides väheneb surugaasi hinnatõhusus oluliselt või muutub isegi kulukamaks.

Tsistern raskeveokite puhul tuleb tähele panna, et surugaasi balloonidest tulenevalt muutub raskeveoki teljevahe pikemaks. See muudab manööverdamise keerulisemaks. Sellest tulenevalt võib juhtuda, et osadele raskesti ligipääsetavetele objektidele ei saa ligi. Küll aga on selliseid objekte üldiselt vähe. Analüüsi kohaselt on tsistern raskeveokite tasuvusaeg 1,8 aastat.

Kallur raskeveokite puhul on surugaasi tõhusus kõige suurem. Kallur raskeveokid teostavad töid Eesti siseselt ja sellest tulenevalt on ligipääsetavus surugaasi tanklatele hea. Seega on võimalik tankida soodsat surugaasi üle Eesti. Kallur raskeveokit soetamise tasuvusaeg on 1,8 aastat.

Konkslift raskeveokite puhul on ühe kilomeetri omahinna vähenemine sama suur kui kallur raskeveokite puhul. Siinkohal tuleb aga tähele panna, et konksliftid, millel on pealisehitusena paigaldatud ka kraana on oluliselt raskemad. Sellest tulenevalt ei saaks vedada nii palju tonne kui on kliendi soov. Konkslift raskeveokite soetamis tasuvusaeg on 1,96 aastat.

Rahvusvahelisi vedusid teostavate raskeveokite puhul on surugaasi tõhusus omahinna kujunemisel kõige väiksem. Kuna suurem osa vedudest on korjekoormad, siis enamasti on läbisõidud väikesed ja palju aega kulub peale-ja mahalaadimistele. Samuti on üldiselt ühe reisi kilometraaž pikem kui 500 kilomeetrit, seega ei oleks võimalik ühe paagitäie surugaasiga teostada ühte reisi. Arvesse tuleb võtta, et enamus reisirid toimuvad

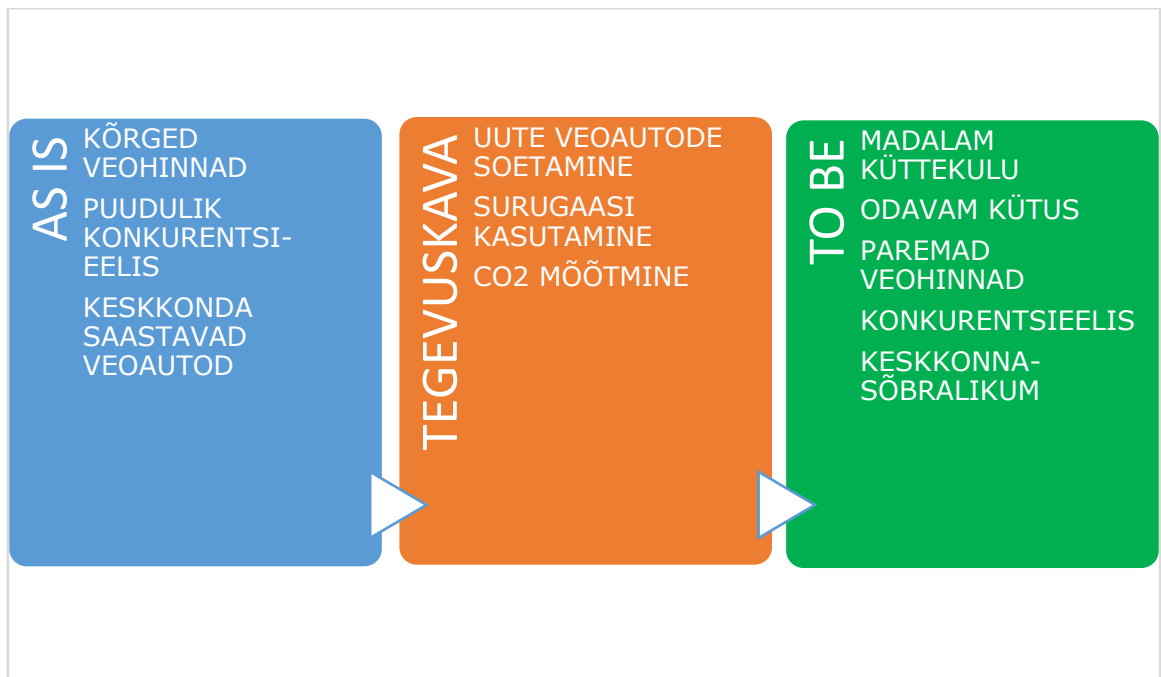
marsruudil Eesti-Rootsi-Eesti on tankimine Rootsis kallis. Rootsis maksab üks kilogramm surugaasi ligikaudu 1,87 eurot.

Lajos AS kogu diisli põhinevate raskeveokitest tulenev CO₂ emissioon on 2593,4 tonni. Kasutades surugaasi väheneks CO₂ emissiooni hulk 3% ehk kogu heitehulk oleks 2525,4 tonni. Intervjuude ja uurimuste põhjal selgus, et tankides Eestis surugaasi sisaldab see juba biometaani, mis on oluliselt keskkonnasõbralikum kui surugaas. Tankides 75% biometaani sisaldavat surugaasi väheneks CO₂ emissioon 66% ehk kogu heitehulk oleks 883,9 tonni. Samuti on Eestis võimalik tankida 100% biometaani. Tankides puhast biometaani väheneks CO₂ emissiooni hulk 90%. Selliselt oleks kogu masinapargi CO₂ emissioon 252,5 tonni.

Kolme ettevõtte CO₂ emissiooni mõõtmis tulemused näitasid, et diisli põhinevad raskeveokid toodavad 4213,28 tonni CO₂. Selline hulk CO₂ emissiooni moodustab kogu Eesti transpordisektori heitehulgast 0,18%. Arvestades, et tegemist on ainult kolme ettevõttega on nende CO₂ emissioon kõrge. Kui need ettevõtted kasutaksid surugaasil põhinevaid raskeveokeid ja tangiksid 75% biometaani sisaldavat surugaasi oleks kolme ettevõtte CO₂ emissiooni hulk 1394,88 tonni. Selle tulemusel väheneks kolme ettevõtte CO₂ emissiooni hulk 66%.

Kasutades surugaasil põhinevaid raskeveokeid väheneks Lajos AS ühe kilomeetri omahind 9 senti. Siinkohal pole arvesse võetud rahvusvahelisi teostavaid raskeveokeid, kuna tegemist ei ole esialgu otstarbeka muutusega. Arvestades teiste Euroopa riikide CO₂ maksustamispoliitikat oleks Lajos AS valmis võimalikule CO₂ maksustamisele Eestis ja sellega kaasneks selge konkurentsieelis.

Autor teeb ettepaneku, et Lajos AS võiks minna järk-järgult üle surugaasil põhinevatele raskeveokitele. Esmasteks väljavahetatavateks võiksid olla kallur raskeveokid ja konkslift raskeveokid ilma kraanadeta. Seejärel kaardistada tsistern raskeveokite puhul kui palju raskeveokeid on võimalik välja vahetada, et oleks võimalik sooritada kõik tööd ja seejuures rahuldada klientide soovid. Hetkel ei ole otstarbekas välja vahetada raskeveokeid, mis teostavad rahvusvahelisi vedusid. Rahvusvaheliste raskeveokite puhul tuleks jälgida surugaasi infrastruktuuri arengut, erinevate riikide surugaasi kasutamise soodustusi ja surugaasi hindasid riikides, kus töid teostatakse. Kui eelpool nimetatud asjaolud on ettevõtte jaoks soodsad siis asendada diisli põhinevad raskeveokid surugaasil põhinevate raskeveokitega. Omades surugaasil põhinevaid raskeveokeid võiks Lajos AS olla teerajajaks teistele transpordi ja raskeveokeid omavatele ettevõtetele. Lajos AS soovituslik tegevuskava on kujutatud Joonis 4.5



Joonis 4.5 Lajos AS tegevuskava
Allikas: autori poolt koostatud

Kuna maailm on liikumas kliimaneutraalsuse poole on mõistlik kaardistada, millised olemasolevad ja potentsiaalsed kliendid hindavad keskkonnasõbralikkust ja koos nendega liikuda puhtama tuleviku suunas.

KOKKUVÕTE

Transpordiettevõtted on tugevalt mõjutatud üha enam globaliseeruvama majanduskeskkonna poolt. Samuti mängib transpordisektor suurt rolli kasvuhoonegaaside tekitamisel, olles üks suurimaid CO₂ emissiooni tekitaja. Tihe konkurents surve paneb transpordiettevõtteid välja töötama ja kasutusele võtma uusi lahendusi, et pakkuda klientidele parimat veohinda parima kvaliteedi juures.

Käesolev uurimistöö viidi läbi transpordi ettevõttes Lajos AS. Tegemist on ettevõttega, mis on tegutsenud aastast 1992 kuni tänapäevani. Lajos AS puhul on tegemist mitmekülgse ettevõttega, mis pakub erinevate puisteainete transporti ja müüki, rahvusvahelisi vedusid, tollimis- ja laoteenuseid jne.

Käesoleva magistritöö uuritavaks probleemiks on kõrge CO₂ emissioon ja konkurents surve maanteetranspordi sektoris.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on välja selgitada, kui palju saaks Lajos AS vähendada kulusid ja keskkonna jalajälge, võttes kasutusele surugaasil põhinevad raskeveokid. Samuti hinnata, kas surugaasil põhinevad raskeveokid on otstarbekad erinevates transpordivaldkondades. Tegemist on juhtumiuurimusega, kus uurimusobjektiks on transpordi ettevõtte Lajos AS.

Uurimisprobleemi lahendamiseks ja eesmärgini jõudmiseks püstitas autor järgnevad uurimisülesanded:

1. Tuvastada erinevad surugaasi liigid;
2. Leida ja võrrelda diisel ja surugaasil töötavate raskeveokite ühe kilomeetri omahind;
3. Leida diisel ja erinevate surugaasi liikide CO₂ emissioon;
4. Teostada CO₂ stsenaariumianalüüs võimaliku maksustamise korral;
5. Konkurentsieeliste väljaselgitamine;

Käesoleva magistritöö uurimisstrateegia on kombineeritud juhtumiuurimus. Tulemusteni jõudmiseks viidi läbi ekspertintervjuusid ja uuriti varasemaid uuringuid. Samuti kasutati Lajos AS 2019 majandusanalüüsi ja *Scania Fleet Management Portal* Lajos AS andmeid. Kogutud andmete põhjal teostati tasuvusanalüüs selgitamaks välja kas surugaasi kasutusele võtmine on kasulik.

Antud magistritöös leiti, et keskmine surugaasil põhinevate veoautode tasuvusaeg on 1,85 aastat. Kasutades surugaasil põhinevaid raskeveokeid väheneksid Lajos AS ühe kilomeetri omahind vastavalt raskeveokite liikide järgmiselt:

- Tsistern raskeveokid 8 senti kilomeetri kohta;
- Kallur raskeveokid 10 senti kilomeetri kohta;
- Konkslift raskeveokid 10 senti kilomeetri kohta;
- Rahvusvahelisi vedusid teostavad raskeveokite puhul ei ole mõistlik kasutada surugaasi;

CO₂ emissiooni leidmiseks koostas autor kalkulaatori, mille abil oleks võimalik edaspidi lihtsalt mõõta CO₂ heitehulka. Kalkulaatori loomiseks kasutati *Ecoscore* andmebaasi. Kalkulaatori abil leiti kui suur on Lajos AS CO₂ emissioon. Samuti teostas autor stsenaariumianalüüsi, mille eesmärgiks oli välja selgitada kui palju CO₂ tekitavad kolm Lääne-Virumaa ettevõtet, mis omavad raskeveokeid või ostavad teenust sisse.

Lajos AS kogu diislil põhinevate raskeveokitest tulenev CO₂ emissioon on 2593,4 tonni. Kasutades surugaasi väheneks CO₂ emissiooni hulk 3% ehk kogu heitehulk oleks 2525,4 tonni. Tankides 75% biometaan sisaldavat surugaasi väheneks CO₂ emissioon 66% ehk kogu heitehulk oleks 883,9 tonni. Samuti on Eestis võimalik tankida 100% biometaan. Tankides puhas biometaan väheneks CO₂ emissiooni hulk 90%. Selliselt oleks kogu masinapargi CO₂ emissioon 252,5 tonni.

Kolme ettevõtte CO₂ emissiooni mõõtmise tulemused näitasid, et diislil põhinevad raskeveokid toodavad 4213,28 tonni CO₂. Selline hulk CO₂ emissiooni moodustab kogu Eesti transpordisektori heitehulgast 0,18%. Kui need ettevõtted kasutaksid surugaasil põhinevaid raskeveokeid ja tangiksid 75% biometaan sisaldavat surugaasi oleks kolme ettevõtte CO₂ emissiooni hulk 1394,88 tonni. Selle tulemusel väheneks kolme ettevõtte CO₂ emissiooni hulk 66%.

Toetudes lõputöö tulemustele, tegi autor järgmised ettepanekud ettevõtte juhtkonnale:

- Välja vahetada kallur ja konkslift (ilma kraanadeta) raskeveokid surugaasil põhinevate raskeveokite vastu;
- Kaardistada tsistern raskeveokite puhul kui palju raskeveokeid on võimalik välja vahetada ja seejärel järk-järgult üle minna surugaasil põhinevatele raskeveokitele, et oleks võimalik sooritada kõik tööd ja seejuures rahuldada klientide soovid;

- Jälgida surugaasi infrastruktuuri arengut, erinevate riikide surugaasi kasutamise soodustusi ja surugaasi hindasid teistes riikides, et teostada tulevikus külmik- ja kardinhaagistega rahvusvahelisi vedusid surugaasil põhinevate raskeveokitega;
- Mõõta CO₂ emissiooni kasutades antud töös loodud CO₂ mõõtmis kalkulaatorit;

Autor hindab lõputöö järeldusi ja tulemusi olulisteks. Ettepanekuid arvesse võttes saaks Lajos AS vähendada ühe kilomeetri omahinda ja see tekitaks olulise konkurentsieelise. Arvestades tulevikutrende, kus aina enam hakatakse kasutusele võtma alternatiivkütustel põhinevaid raskeveokeid, et vähendada CO₂ emissiooni, on mõistlik kasutada surugaasil põhinevaid raskeveokeid. Surugaasile järk-järgult üle minek annab selge konkurentsieelise võimaliku CO₂ maksustamise korral Eestis. Samuti lihtsustab see hangetel osalemist, milles nõutakse CO₂ mõõtmist ja keskkonnasõbralikke raskeveokite kasutamist.

Edasised uurimissuunad autori hinnangul võiksid olla:

- Surugaasil põhinevate raskeveokite hästi toimivate transpordisüsteemide väljatöötamine ja juurutamine;
- Eesti maanteetranspordi kliimapoliitika väljatöötamine vähendamaks CO₂ emissiooni hulka transpordisektoris.

SUMMARY

Compressed Natural Gas Based Heavy-Trucks Efficiency On Example Of Lajos Ltd

Elis Metsar

Transport companies are strongly affected by the increasingly globalized economic environment. The transport sector also plays a major role in greenhouse gas emissions, being one of the largest emitters of CO₂. Intense competitive pressure is forcing transport companies to develop and implement new solutions to offer customers the best freight rates with the best quality.

The aim of this master's thesis is to find out how much company Lajos Ltd. could reduce costs and the environmental footprint by using heavy-trucks based on compressed natural gas. Also assess whether compressed natural gas based heavy-trucks are appropriate in different transport sectors. This is a case study where the object of research is the transport company Lajos Ltd.

In order to solve the research problem and reach the goal, the author set the following research tasks:

1. Identify different types of compressed gas;
2. Find and compare the cost per kilometer of heavy-truck based on diesel and compressed natural gas;
3. Find CO₂ emissions of diesel and different types of compressed natural gas;
4. Carry out a CO₂ scenario analysis in case of possible taxation;
5. Identification of competitive advantages;

The research strategy of this master's thesis is a practical case study. To achieve the set goals, expert interviews were conducted and previous studies were examined. The data of Lajos Ltd 2019 economic analysis and Scania Fleet Management Portal Lajos Ltd data were also used. On the basis of the data collected, a cost-benefit analysis was carried out to determine whether the using of compressed natural gas is efficient.

In this master's thesis it was found that the average payback period of compressed natural gas trucks is 1,85 years. By using heavy-trucks based on compressed natural gas, the cost price per kilometer of Lajos Ltd would decrease according to the types of heavy trucks:

- Tank heavy-trucks 8 cents per kilometer;

- Tipper heavy-trucks 10 cents per kilometer;
- Hooklift heavy-trucks 10 cents per kilometer;
- It is not reasonable to use compressed natural gas for heavy-trucks which provides international transport;

In order to find CO₂ emissions, the author compiled a calculator, which would make it possible to easily measure CO₂ emissions in the future. The Ecoscore database was used to create the calculator. CO₂ emission of Lajos Ltd was calculated by using the calculator. The author also performed a scenario analysis, the aim of that was to find out how much CO₂ is generated by the three companies, that own heavy trucks or purchase the service, in Lääne-Viru county.

Lajos Ltd total CO₂ emissions from diesel based heavy-trucks is 2593,4 tons. Using compressed natural gas would reduce CO₂ emissions 3%, the total emission would be 2525,4 tons. Compressed gas containing 75% biomethane would reduce CO₂ emissions 66%, the total emissions would be 883,9 tons. It is also possible to refuel with 100% biomethane in Estonia. Tanking pure biomethane would reduce CO₂ emissions 90%. In this way, the total CO₂ emissions of the heavy-trucks would be 252,5 tons.

The results of the measurement of CO₂ emissions of three companies showed that diesel based heavy-trucks produce 4213,28 tons of CO₂. This amount of CO₂ emissions makes up 0,18% of the total emissions of the Estonian transport sector. If these companies used heavy-trucks based on compressed natural gas and refueled with compressed natural gas containing 75% biomethane, the CO₂ emissions of the three companies would be 1394,88 tonnes. As a result, the CO₂ emissions of the three companies would be reduced 66%.

Based on the results of the analyse, the author made the following suggestions to the company's management:

- Replace tipper and hooklift (without cranes) heavy-trucks with compressed natural gas based heavy-trucks;
- In the case of tank heavy-trucks, mapping how many heavy-trucks can be replaced is needed and then gradually switching to compressed natural gas based heavy-trucks in order to be able to perform all the work and at the same time satisfy the customer's wishes;

- Monitor the development of compressed natural gas infrastructure, remission for the use of compressed natural gas in different countries and compressed natural gas prices in other countries in order to carry out future international transport of refrigerated and curtainsider trucks with compressed natural gas based heavy-trucks;
- Measure CO₂ emissions using the CO₂ measurement calculator created in this work and present them to costumers;

The author considers the conclusions and results of the Master thesis important. Taking into account the results, Lajos Ltd could reduce its cost per kilometer and this would create a significant competitive advantage. Considering future trends, the increasing use of alternative fuel based heavy-trucks to reduce CO₂ emissions makes sense for the use of compressed natural gas based heavy-trucks. Switching diesel based heavy-trucks to compressed natural gas based heavy-trucks provides a clear competitive advantage in the case of possible CO₂ taxation in Estonia. It also facilitates participation in procurement that requires the measurement of CO₂ and the use of environmentally friendly heavy-trucks.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] U. S. E. P. Agency, „EPA,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>. [Kasutatud 28 detsember 2020].
- [2] OECD, „OECD-better policies for better lives,” 2000. [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.oecd.org/daf/competition/sectors/2379173.pdf>. [Kasutatud 20 detsember 2020].
- [3] L. AS, „www.lajos.ee,” Lajos AS, 2020. [Võrgumaterjal]. Available:
<http://www.lajos.ee/ettevottest>. [Kasutatud 2 september 2020].
- [4] L. AS, „Lajos AS andmeanalüüs 2019,” AS Lajos , Kunda, 2020.
- [5] „Scania Fleet Management Portal,” Scania, [Võrgumaterjal]. Available:
<https://fmpnextgen.scania.com/#/sign-in>. [Kasutatud 15 september 2020].
- [6] T. c. o. Rome, „<https://www.clubofrome.org/>,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.clubofrome.org/>. [Kasutatud 20 11 2020].
- [7] „<http://www.clubderoma.net/>,” [Võrgumaterjal]. Available:
<http://www.clubderoma.net/archivos/CoR/CoR-ClimateEmergencyPlan-Diciembre2018.pdf>. [Kasutatud 11 20 2020].
- [8] „<https://www.riigiteataja.ee/>,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13101704>. [Kasutatud 16 oktoober 2020].
- [9] „<https://op.europa.eu/en/home>,” [Võrgumaterjal]. Available:
http://publications.europa.eu/resource/cellar/b2d8257e-bd35-49f6-8356-934286204791.0008.02/DOC_2. [Kasutatud 16 oktoober 2020].
- [10] „<https://www.kliimamuutused.ee/>,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.kliimamuutused.ee/uudised/mida-tahendab-kliimaneutraalsus>. [Kasutatud 10 oktoober 2020].

- [11] „Kliimamuutused,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.kliimamuutused.ee/uudised/mida-tahendab-kliimaneutraalsus>. [Kasutatud 12 oktoober 2020].
- [12] „<https://ec.europa.eu/>,” [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en. [Kasutatud 11 20 2020].
- [13] „<https://eur-lex.europa.eu/>,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>. [Kasutatud 21 11 2020].
- [14] „www.envir.ee,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/kliima/kliimapoliitika-pohialused-aastani-2050-0>. [Kasutatud 13 oktoober 2020].
- [15] „Publications Office of the EU,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f0f3e1b7-ee2b-11e9-a32c-01aa75ed71a1>. [Kasutatud 13 oktoober 2020].
- [16] „Worlometer,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.worldometers.info/world-population/>.
- [17] U. E. I. Administration, „U.S. Energy Information Administration,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eia.gov/>. [Kasutatud 23 september 2020].
- [18] S. Jefimov, „LNG transpordikütusena,” %1 *Eesti Gaasiliidu liikmete ettekanded LNG ja LPG kasutamisest transpordisektoris*, Tallinn, 2017.
- [19] „Sandviken PurePOWER,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://sandvikenpurepower.com/in-english/electric-highway.html>. [Kasutatud oktoober 17 2020].
- [20] „EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EL) 2019/1242,” *Euroopa Liidu Teataja*, pp. 198-240, 20 juuni 2019.
- [21] Scania, „Scania,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/3650985-scania-s-science-based-targets-are-now-approved>. [Kasutatud 26 september 2020].

- [22] M. o. Envirement, „GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN ESTONIA 1990-2018,” Republic of Estonia, Estonia, 2020.
- [23] Keskkonnaministeerium, „Keskkonnaministeerium,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/kliima/rahvusvaheline-aruandlus/kui-palju-eestis-kasvuhoonegaase-tekib>. [Kasutatud 14 oktoober 2020].
- [24] „www.envir.ee,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/kliima/kliimapoliitika-pohialused-aastani-2050-0>. [Kasutatud 17 oktoober 2020].
- [25] J. Peetre, Interviewee, *Majandus-ja kommunikatsiooniministeerium*. [Intervjuu]. 24 november 2020.
- [26] „Alexela,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.alexela.ee/et/tanklad-mugavuspoed-ja-muugipunktid#kuva=kaart;tankla-teenused=koik;kutused=koik;teeninduspunkti-liik=tanklad;region=koik>. [Kasutatud 3 september 2020].
- [27] „NGC CNG Company Limited,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://cng.co.tt/what-is-cng/>. [Kasutatud 11 oktoober 2020].
- [28] M. I. Khan, T. Yasmin ja A. Shakoor, „Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transport fuel,” *Elsevier*, pp. 786-795, 11 oktoober 20.
- [29] N. Tamtik, „Surugaasi tankla tehniline kirjeldus,” Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanikateaduskond , Tallinn, 2016.
- [30] „Geology and Earth Science News and Information,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://geology.com/articles/horizontal-drilling/>. [Kasutatud 2 oktoober 2020].
- [31] „NGVA Europe,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ngva.eu/stations-map/>. [Kasutatud 16 oktoober 2020].
- [32] E. AS, „<https://www.biometaan.info/>,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.biometaan.info/> . [Kasutatud 16 10 2020].
- [33] M. E. B. Assotsiatsioon, „<http://eestibiogaas.ee/>,” [Võrgumaterjal]. Available: <http://eestibiogaas.ee/>. [Kasutatud 12 oktoober 2020].

- [34] E. B. Association, „<https://www.europeanbiogas.eu/>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/07/Biomethane-in-transport.pdf>. [Kasutatud 12 oktoober 2020].
- [35] A. Vaht, „Gaasituru aastakonverents,“ %1 *Transport kui globaalselt suurim kliimaprobleem*, Tallinn, 2020.
- [36] M. Berk, Interviewee, *Surugaas ja biometaan AS Eesti Gaas näitel*. [Intervjuu]. 12 detsember 2020.
- [37] E. B. Association, „EBA,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.europeanbiogas.eu/>. [Kasutatud 20 oktoober 2020].
- [38] M. I. Khan, T. Yasmeen, M. Farooq ja M. Wakeel, „Renewable and Sustainable Energy Reviews,“ Elsevier Ltd., Amsterdam, 2016.
- [39] E. J. Moniz, H. D. Jacoby ja A. J. M. Meggs, „The Future of Natural Gas An Interdisciplinary MIT Study,“ Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2011.
- [40] A. Janssen, S. F. Lienin, F. Gassmann ja A. Wokaun, „Model aided policy development for the market penetration of natural gas vehicles in Switzerland,“ Elsevier Ltd, Amsterdam, 2006.
- [41] A. Pääkkönen, K. Aro, P. Aalto, J. Konttinen ja M. Kojo, „The Potential of Biomethane in Replacing Fossil Fuels in Heavy Transport—A Case Study on Finland,“ Faculty of Engineering and Natural Sciences, Tampere University, Tampere, 2019.
- [42] A. Kalinichenko, V. Havrysh ja I. Atamanyuk, „The Acceptable Alternative Vehicle Fuel Price,“ MDPI, Opole, 2019.
- [43] N. AS, „Neste,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.neste.ee/ee/hulgimyykk>. [Kasutatud 18 august 2020].
- [44] B. f. V. u. d. Infrastruktur, „Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,“ 22 mai 2018. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/lkw-maut-harmonisierung.pdf?__blob=publicationFile. [Kasutatud 19 oktoober 2020].
- [45] E. e. T. d. A. Européens, „EURACTIV MEDIA NETWORK BV,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/german->

cabinet-agrees-to-a-co2-price-of-e25-from-january-2021/. [Kasutatud 8 detsember 2020].

- [46] E. Vallbaum, Interviewee, *Lajos AS tutvustus*. [Intervjuu]. 29 september 2020.
- [47] M. Hein, Interviewee, *AS Lajos tutvustus*. [Intervjuu]. 27 september 2020.
- [48] S. Hirsijärvi, P. Remes ja P. Sajavaara, *Uuri ja kirjua*, Tallinn: Mediciana, 2010.
- [49] F. Almeida, „Strategies to perform a mixed methods study,” INESC TEC, Porto, 2018.
- [50] R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods*, Sage: Thousand Oaks, 2014.
- [51] S. Gulsecen ja K. A. „Teaching ICT to teacher candidates using PBL: a qualitative and quantitative evaluation,” *Educational Technology & Society*, Athabasca, 2006.
- [52] N. Mack, *Qualitative Research Methods: A Data Collector's Field Guide*, Seattle: Family Health International, 2005.
- [53] „Simply Psychology,” Creative Commons, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.simplypsychology.org/interviews.html>. [Kasutatud 28 november 2020].
- [54] J. Creswell, „Qualitative, quantitative, and mixed method approaches,” Thousand Oaks, Sage, 2003.
- [55] „Ecoscore,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>. [Kasutatud 20 september 2020].
- [56] S. Inc., „smartsheet,” Smartsheet Inc., 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.smartsheet.com/expert-guide-cost-benefit-analysis>. [Kasutatud 2 detsember 2020].
- [57] Oxford, „Oxford reference,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199234899.001.0001/acref-9780199234899-e-624>. [Kasutatud 13 detsember 2020].
- [58] Ş. Y. Balaman, *Decision-Making for Biomass-Based Production Chains: The Basic Concepts and Methodologies*, Izmir: Elsevier Inc., 2018.
- [59] „CNG Europe,” [Võrgumaterjal]. Available: <http://cngeurope.com/countries/sweden/>. [Kasutatud 2 oktoober 2020].

- [60] A. Allar, Interviewee, *Ljubjakivikillistiku transport toomiseks ja müügiks*. [Intervjuu]. 28 september 2020.
- [61] L. S. Sterling, *The Art of Agent-Oriented Modeling*, London: The MIT Press, 2009.
- [62] „European Alternative Fuels Observatory,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/ng-natural-gas/filling-stations-stats>. [Kasutatud 16 oktoober 2020].

LISAD

Lisa 1 Surugaasil põhinev Lajos AS raskeveoki aruanne Scania Fleet Management Portal näide

JÄLGIMISARUANNE
LAJOS AS
AASTANE ÜLEVAADE: 2019



Muutus kütusekulus

+14 029 kg **+100 %**

Muutus kokku

Protsentuaalne muutus

Muutus süsinikdioksiidi emissioonis

+38,3 tonnid

Muutus kokku

+988 g/km

Keskmine muutus

Sõidetud vahemaa kokku

38 772 km

CO2-heltmed kokku

38,3 tonnid

Varustus	Odomeeter (km)	Vahemaa (km)	Scania Juhilabi (%)	Vaba veeremine (%)	Tühikäik (%)	Ligikilrus (%)	Järsud pidurdamised (#/100 km)	Kütusekulu (kg/100km)	Süsinik-dioksiid (tonnid)
KESKMINE	39 276	38 772	62	9,1	20	22	6,2	34,3	38,3
504 DBS	39 276	38 772	62	9,1	19,9	21,9	6,2	34,3	38,3

Lisa 2 Diisli põhine tsisternveoki analüüs

Diisli põhine tsistern raskeveok Lajos 2019	S077DB N	S079DBN	S158MJL	S218MJF	S219MJF	S635BXL	S636BXL	S690MLF	S707DBL	S785DBL	S906BMP
remont €	1932	1932,31	5063	4970	8123	3644	4723	6012	2789	2102	6180
läbisõit km	72848	71124	115025	104849	116160	123015	100939	53263	75726	76293	124446
liising €	8266,65	8266,65	0	0	0	14028,5	14028,5	0	9447,6	9447,6	19519,92
kütuse kulu l/kg	32,2	32,9	38,5	35,6	37,7	33,2	35	39,2	31,2	32,5	36,5
kütuse hind €	1	1	1	0,99	1	0,99	1,01	0,99	1,01	1	1
kulunud liitrid l/kg	23457,0 56	23399,796	44284,625	37326,244	43792,32	40840,98	35328,65	20879,096	23626,512	24795,225	45422,79
kulunud kütuse raha €	23457,0 56	23399,796	44284,625	36952,981 56	43792,32	40432,570 2	35681,936 5	20670,305 04	23862,777 12	24795,225	45422,79
kulutused kokku €	33655,7 06	33598,756	49347,625	41922,981 56	51915,32	58105,070 2	54433,436 5	26682,305 04	36099,377 12	36344,825	71122,71
kulutus km kohta €	0,4619 99	0,472396 884	0,429016 518	0,399841 501	0,446929 408	0,472341 342	0,539270 614	0,500953 852	0,476710 471	0,476384 793	0,571514 633

Lisa 3 Surugaasil põhinev tsistern raskeveoki analüüs

CNG põhine tsistern raskeveok Lajos 2019	S077DB N	S079DBN	S158MJL	S218MJF	S219MJF	S635BXL	S636BXL	S690MLF	S707DBL	S785DBL	S906BMP
remont €	1932	1932,31	5063	4970	8123	3644	4723	6012	2789	2102	6180
läbisõit km	72848	71124	115025	104849	116160	123015	100939	53263	75726	76293	124446
liising €	10798,6 5	10798,65	2532	2532	2532	16560,5	16560,5	2532	11979,6	11979,6	22051,92
kütuse kulu l/kg	31	31,7	37,1	34,3	36,3	32	33,7	37,8	30,1	31,3	35,2
kütuse hind €	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
kulunud liitrid l/kg	22582,8 8	22546,308	42674,275	35963,207	42166,08	39364,8	34016,443	20133,414	22793,526	23879,709	43804,992
kulunud kütuse raha €	16033,8 45	16007,878 68	30298,735 25	25533,876 97	29937,916 8	27949,008	24151,674 53	14294,723 94	16183,403 46	16954,593 39	31101,544 32
kulutused kokku €	28764,4 95	28738,838 68	37893,735 25	33035,876 97	40592,916 8	48153,508	45435,174 53	22838,723 94	30952,003 46	31036,193 39	59333,464 32
kulutus km kohta €	0,39485 63	0,404066 682	0,329439 124	0,315080 516	0,349456 928	0,391444 198	0,450125 071	0,428791 543	0,408736 807	0,406802 634	0,476780 807

Lisa 4 Diislil põhinev kallur raskeveoki analüüs

Diisli põhinev kallur raskeveok Lajos 2019	S490BTT	S580BXL	S846DBN	S895MLF	S957BTG
remont €	5147	4634	2424	3558	7806
läbisõit km	123993	116028	49298	67174	117401
liising €	9400	12842,88	6450	0	14945,16
kütuse kulu l/kg	35,3	35,8	36,7	42,2	38,2
kütuse hind €	1	1	1	1	1
kulunud liitrid l/kg	43769,529	41538,024	18092,366	28347,428	44847,182
kulunud kütuse raha €	43769,529	41538,024	18092,366	28347,428	44847,182
kulutused kokku €	58316,529	59014,904	26966,366	31905,428	67598,342
kulutus km kohta €	0,470321139	0,508626401	0,547007303	0,474966922	0,575790172

Lisa 5 Surugaasil põhinev kallur raskeveoki analüüs

CNG põhinev kallur raskeveok Lajos 2019	S490BTT	S580BXL	S846DBN	S895MLF	S957BTG
remont €	5147	4634	2424	3558	7806
läbisõit km	123993	116028	49298	67174	117401
liising €	11932	15374,88	8982	2532	17477,16
kütuse kulu l/kg	34	34,5	35,4	40,7	36,8
kütuse hind €	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
kulunud liitrid l/kg	42157,62	40029,66	17451,492	27339,818	43203,568
kulunud kütuse raha €	29931,9102	28421,0586	12390,55932	19411,27078	30674,53328
kulutused kokku €	47010,9102	48429,9386	23796,55932	25501,27078	55957,69328
kulutus km kohta €	0,379141647	0,417398719	0,482708413	0,379630077	0,47663728

Lisa 6 Diislil põhinev konkslift raskeveoki analüüs

Diisli põhine konkslift raskeveok Lajos 2019	K008B GV	K198BLN	K264BMB	K373BXC	K415BGY	M012BXT	M057MLO	M196BRV	504DBS	M869BNT
remont €	22907	17208	15229	6973	20408	3975	8780	6027	2061	10129
läbisõit km	43319	64259	81596	59645	53232	56712	58218	82944	36187	74127
liising €	0	20266	0	31800	0	16114	0	13100	7765	13140
kütuse kulu l/kg	53,6	47,8	49,2	46,4	53,9	36,3	38,6	49,2	35	41,8
kütuse hind €	1	1	1,01	1	1	1	1	1	0,71	0,98
kulunud liitrid l/kg	23218, 98	30715,802	40145,232	27675,28	28692,048	20586,456	22472,148	40808,44 8	12665,45	30985,086
kulunud kütuse raha €	23218, 98	30715,802	40546,684 32	27675,28	28692,048	20586,456	22472,148	40808,44 8	8992,4695	30365,384 28
kulutused kokku €	46125, 98	68189,802	55775,684 32	66448,28	49100,048	40675,456	31252,148	59935,44 8	18818,469 5	53634,384 28
kulutus km kohta €	1,0647 98	1,061171 229	0,683559 051	1,114062 872	0,922378 419	0,717228 382	0,536812 463	0,72260 137	0,520033 976	0,723547 213

Lisa 7 Surugaasil põhinev konkslift raskeveoki analüüs

CNG põhine konkslift raskeveok Lajos 2019	K008BG V	K198BLN	K264BMB	K373BXC	K415BGY	M012BXT	M057MLO	M196BRV	504DBS	M869BNT
remont €	22907	17208	15229	6973	20408	3975	8780	6027	2061	10129
läbisõit km	43319	64259	81596	59645	53232	56712	58218	82944	36187	74127
liising €	2532	22798	2532	34332	2532	18646	2532	15632	7765	15672
kütuse kulu l/kg	51,7	46,1	47,4	44,7	52	35	37,2	47,4	35	40,3
kütuse hind €	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
kulunud liitrid l/kg	22395,9 2	29623,39 9	38676,504	26661,315	27680,64	19849,2	21657,096	39315,45 6	12665,45	29873,181
kulunud kütuse raha €	15901,1 1	21032,61 329	27460,317 84	18929,533 65	19653,254 4	14092,932	15376,538 16	27913,97 376	8992,4695	21209,958 51
kulutused kokku €	41340,1 1	61038,61 329	45221,317 84	60234,533 65	42593,254 4	36713,932	26688,538 16	49572,97 376	18818,469 5	47010,958 51
kulutus km kohta €	0,9543 18	0,949884 27	0,554209 984	1,009884 041	0,800143 793	0,647375 018	0,458424 167	0,597667 99	0,520033 976	0,634194 808

Lisa 8 Diisli põhinev rahvusvahelise raskeveoki analüüs

Diisli põhinev rahvusvaheline raskeveok Lajos 2019	R836BRX	S192BLJ	S202BDX	S217MJF	S517BPT	S655BSD
remont €	358,43	5047	5942	2520	6187	5759
läbisõit km	30428	91850	88239	95215	111180	105963
liising €	3333,35	14000	8708	0	20295,24	17380
kütuse kulu l/kg	34	31,1	29,5	32,1	33,4	30,2
kütuse hind €	0,99	0,95	0,99	1,02	1	0,97
kulunud liitrid l/kg	10345,52	28565,35	26030,505	30564,015	37134,12	32000,826
kulunud kütuse raha €	10242,06	27137,0825	25770,19995	31175,2953	37134,12	31040,80122
kulutused kokku €	13933,84	46184,0825	40420,19995	33695,2953	63616,36	54179,80122
kulutus km kohta €	0,457928	0,502820713	0,45807636	0,353886418	0,572192481	0,511308676

Lisa 9 Surugaasil põhinev rahvusvahelise raskeveoki analüüs

CNG põhine rahvusvaheline raskeveok Lajos 2019	R836BRX	S192BLJ	S202BDX	S217MJF	S517BPT	S655BSD
remont €	358,43	5047	5942	2520	6187	5759
läbisõit km	30428	91850	88239	95215	111180	105963
liising €	5865,35	16532	11240	2532	22827,24	19912
kütuse kulu l/kg	32,8	30	28,4	31	32,2	29,1
kütuse hind €	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
kulunud liitrid l/kg	9980,384	27555	25059,876	29516,65	35799,96	30835,233
kulunud kütuse raha €	7086,073	19564,05	17792,51196	20956,8215	25417,9716	21893,01543
kulutused kokku €	13309,85	41143,05	34974,51196	26008,8215	54432,2116	47564,01543
kulutus km kohta €	0,437421	0,447937398	0,396361155	0,273158867	0,489586361	0,448873809