



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Mehaanika ja tööstustehnika instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

**ABB ROBOTICS HEITKOGUSTE ARUANDLUSE
FUNKTSIONAALSUSE ARENDAMINE**

**EMISSION REPORTING FUNCTIONALITY DEVELOPMENT FOR
ABB ROBOTICS**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Julia Danilov

Üliõpilaskood: 162916EALM

Juhendajad: Jelizaveta Janno, PhD

Jevgeni Družkov, MSc

Tallinn 2022

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.

Autor: Julia Danilov

/ allkirjastatud digitaalselt /

(kuupäev digiallkirjas)

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD

/ allkirjastatud digitaalselt /

(kuupäev digiallkirjas)

Kaasjuhendaja: Jevgeni Druzkov MSc

/ allkirjastatud digitaalselt /

(kuupäev digiallkirjas)

Konsultant: Maria Timofejeva MSc

/ allkirjastatud digitaalselt /

(kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmisele lubatud

Kaitsmiskomisjoni esimees: Jelizaveta Janno, PhD

/ allkirjastatud digitaalselt /

(kuupäev digiallkirjas)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, **Julia Danilov** (sünnikuupäev: 12.12.1986)

1. Annan Tallinna Tehnika Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose *ABB Robotics* heitkoguste aruandluse funktsionaalsuse arendamine, mille juhendaja on Jelizaveta Janno, PhD ja kaasjuhendaja on Jevgeni Družkov 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 digiallkirjas)

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Julia Danilov 162916EALM
Õppekava, peeriala: EALM02/14, Tarneahela juhtimine
Juhendaja: Jelizaveta Janno PhD
Kaasjuhendaja: Jevgeni Družkov MSc
Konsultant: Maria Timofejeva MSc

Lõputöö teema:

ABB Robotics heitkoguste aruandluse funktsionaalsuse arendamine

Emission reporting functionality development for ABB Robotics

Lõputöö põhieesmärgid:

Arendada välja heitkoguse aruandluse süsteem *ABB Robotics* ettevõttes kasutatavate transpordiliikide heitkoguse tasemete analüüsi tegemise tarbeks

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1	Andmete kogumine	01.11.2021
2	Teooria ja metoodika koostamine	28.11.2021
3	Töö deklareerimine ÕIS keskkonnas	13.12.2021
4	Töö empiiria koostamine	20.12.2021
5	Järelduste valideerimine	28.12.2021
6	Töö esitamine	03.01.2022
7	Töö kaitsmine	13.01.2022

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 03.01.2022

Üliõpilane: Julia Danilov /allkirjastatud digitaalselt/
Juhendaja: Jevgeni Družkov MSc /allkirjastatud digitaalselt/
Konsultant: Maria Timofejeva MSc /allkirjastatud digitaalselt/
Programmijuht: Jelizaveta Janno PhD /allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

EESSÕNA	7
Lühendite ja tähiste loetelu.....	8
SISSEJUHATUS	10
1. OLEMASOLEVAD LAHENDUSED.....	13
1.1. Heitkoguste aruandluse standardid.....	13
1.2. Heitkoguste arvutamise meetodid	16
1.3. Heitkoguste arvutamise tarkvaralahendused.....	21
2. LÄHTEÜLESANNE	25
2.1. <i>ABB Robotics</i>	25
2.2. Tegevusvaldkonnad ja strateegilised eesmärgid	27
2.3. Lähteolukorra kirjeldus	30
2.4. Probleemipüstitus	34
3. METOODIKA	37
3.1. Uurimisstrateegia	37
3.2. Andmekogumismeetodid	40
3.2.1. Poolstruktureeritud intervjuu	41
3.2.2. Sisuanalüüs	43
3.3. Andmeanalüüsimetodid	44
3.3.1. Horisontaalanalüüs	45
3.3.2. Süsteemi nõuete analüüs	45
3.3.3. Kasutusmallide diagramm	46
3.3.4. Andmevoo diagramm.....	48
4. ANALÜÜS JA SÜNTEES	50
4.1. Horisontaalanalüüsi tulemused	50
4.2. Analüüs <i>FURPS</i> mudeli järgi.....	52
4.3. Kasutusmallide analüüs	54
4.4. Andmevoo analüüs.....	56
4.5. Järeldused ja ettepanekud.....	57
KOKKUVÕTE	60
SUMMARY	62

KASUTATUD ALLIKAD.....	64
LISAD	68
Lisa 1 Ülevaade kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise standarditest ja meetoditest	68
Lisa 2 Poolstruktureeritud intervjuu küsimused	69
Lisa 3 Andmevoo diagrammis kasutatavad ikoonid.....	70
Lisa 4 Intervjuude horisontaalanalüüs	71
Lisa 5 Teksti horisontaalanalüüs	76

EESSÕNA

Uurimistöö pealkiri on: *ABB Robotics* heitkoguse aruandluse funktsionaalsuse arendamine.

Lõputöö teema sai sõnastatud koostöös *ABB Robotics* Euroopa transpordi ja logistika hangete juhi Maria Timofejevaga tulenevalt ettevõtte vajadusest. KGH heitkoguste tulemuslikkuse aruandlus esindab tänapäeval korporatiivse vastutuse põhimõtteid ning on ettevõtte vastutuse ja jätkusuutlikkuse saavutamise protsessi põhinäitaja. Antud töös käsitleb autor ainult transpordivoogudest tingitud süsiniku jalajälje aruandlust. Probleem seisneb selles, et *ABB* kontsernis puudub ühtne süsteem KGH heitkoguste andmete konsolideerimiseks ja esitamiseks ettevõtte üksuste kaupa, seega on võimatu määrata lühi- ja pikaajalisi eesmärke süsiniku jalajälje vähendamiseks. Ettevõtte probleemist tulenevalt on käesoleva magistr töö eesmärk arendada välja heitkoguse aruandluse süsteem *ABB Robotics* ettevõtte jaoks.

Kasutades peamiselt kvalitatiivsed meetodeid pakkus autor KHG heitkoguste prognoosimiseks välja sobiliku lähenemise, mis on kooskõlas rahvusvaheliste normidega ning teeb ettepaneku CO₂ heitkoguste raporteerimiseks logistika teenusepakkujate poolt. Lisaks saavad kirjeldatud heitkoguse aruandluse süsteemi tehnilised parameetrid, defineeritud kasutusmallid ja andmevood.

Võtmesõnad: ökoloogiline jalajalg, keskkonnuaruandlus, transport, heitgaasid, jätkusuutlik tarneahel, magistr töö.

Lühendite ja tähiste loetelu

ABB – *ASEA Brown Boveri*

B&R – *Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik GmbH*

CCWG – *Clean Cargo Working Group*

CEN – *European Committee for Standardization*

COP26 – *Conference of the Parties*

CO₂ – *Süsinikdioksiid*

CO₂e – *Süsinikdioksiidi ekvivalent*

SCM – *Supply Chain Management*

EBITA – *Earnings before interest, taxes, and amortization*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

ETW – *EcoTransIT World*

GCD – *Great Circle Distance*

GFE – *Green Freight Europe*

GHG – *Greenhouse Gas*

GIS – *Geographic Information System*

GLEC – *Global Logistics Emissions Council*

HBEFA – *Handbook of Emission Factors for Road Transport*

IATA – *The International Air Transport Association*

ICAO – *International Civil Aviation Organisation*

IEA – *International Energy Agency*

IMO – *The International Maritime Organization*

IPCC – *The Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO – *International Organization for Standardization*

KHG – Kasvuhoonegaasid

KPI - *Key Performance Indicator*

NDC - *Nationally Determined Contributions*

TEU - *Transport Equivalent Units*

TSC - *Transport Service Category*

TtW – *Tank-to-Wheel*

VOS - *Vehicle Operation System*

UML - *Unified Modeling Language*

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*

WMO - *World Meteorological Organization*

WRI - *World Resources Institute*

WtT – *Well-to-Tank*

WtW – *Well-to-Wheel*

3PL - *Third-Party Logistics*

SISSEJUHATUS

Tänapäeva maailmas on ökoloogia ja jätkusuutlikkus kindel prioriteet. Rahvusvahelised organisatsioonid nagu Ühinenud Rahvaste Organisatsioon ja Euroopa Liit koostavad strateegiat ning seavad ranged eesmärgid ja ajakavad selleks, et võidelda kliimamuutustega. 1997. võeti vastu Kyoto protokoll, mille eesmärk oli riikide kasvuhoonegaaside (KHG) heitkoguseid vähendada perioodil 2008-2012 5% võrra võrreldes 1990. aastaga. [1]. Pariisi kliimamuutuse leping (ingl.k. *Paris Agreement*) allkirjastati detsembris 2015, see on suunatud pidurdama kliima soojenemist ning aastaks 2050 saavutama heitgaaside emissiooni neutraalsuse [2].

Magistritöö teema valik on seotud keskkonnaprobleemide temaatika olulisuse suurenemisega nii rahvusvahelisel kui ka organisatsiooni tasemel. Erasektori ettevõtted näitavad oma valmidust toetada globaalseid ja riiklikke initsiatiive ning integreerida jätkusuutlikkuse eesmärgid enda otsustusprotsessidesse. Transpordiplaneerimise valdkonnas on lisaks kuludele ja ajale saanud keskkonnasäästlikkusest kolmas otsustuspunkt.

ABB Robotics on üks neljast globaalse *ABB Ltd* kontserni äriüksusest. *ABB Robotics* on esindatud tehastega ja teeninduskeskustega USAs, Rootsis, Austrias, Hiinas, Brasiilias, Hispaanias ja Indias. Tehased ja teeninduskeskused on iseseisvad juriidilised isikud, kuid nende tulemused ja strateegilised eesmärgid on konsolideeritud ja raporteeritud globaalsel tasemel *ABB Robotics* lipu all. Peale äriüksuse protsesside uurimist selgus, et hetke seisukohast lähtuvalt on vaja saada selge pilt *ABB Robotics* nii valmistoodangu kui ka tootmiseks vajalike materjalide transpordivoogudest tingitud KHG heitkoguste kohta kõikides transpordiliikides: mere-, raudtee-, auto- ning lennutranspordis. Sellest tulenevalt seisneb magistritöö uurimisprobleem selles, et ettevõttel puudub ühtne heitkoguse aruandluse süsteem. Enamus vedudest on teostatud koostööpartnerite poolt. Koostööpartnerid kasutavad KHG andmete raporteerimiseks erinevaid aruandluse formaate, mille tõttu kulub analüüsile palju aega.

Ühtne aruandluse süsteem kiirendab partnerite poolt esitatud aruannete analüüsi ning aitab kiiremini tuvastada teatud otsuste mõju süsiniku jalajälje dünaamikale teatud aruandluse perioodi jooksul. Ühtlase formaadi puudumine ei võimalda võrrelda partnerite ökoloogilist jalajälge ja esitada viimastele soovitusi selle vähendamiseks.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on arendada välja heitkoguse aruandluse süsteem *ABB Robotics* ettevõttes kasutatavate transpordiliikide heitkoguse tasemete analüüsi tegemise tarbeks. Magistritöö eesmärgi saavutamiseks esitab autor järgmised uurimisküsimused:

1. Milliseid parameetreid on vaja arvesse võtta heitkoguse aruandluse süsteemi arendamisel?
2. Milliseid valemeid ja suhtarve kasutatakse heitkoguse arvutamiseks?
3. Milliseid lühi- ja pikaajalisi eesmärke on võimalik seada *ABB* üksustele ökoloogilise jalajälje vähendamiseks?
4. Kuidas on võimalik kasutada heitkoguse aruandluse süsteemi selleks, et suunata või aidata koostööpartneritel vähendada ökoloogilist jalajälje?

Uurimisküsimusest lähtuvalt on töö jaotatud neljaks peatükiks. Esimeses peatükis käsitleb autor enim kasutatavad standardeid, aruandlussüsteeme ja parameetreid. Teises peatükis uurib autor ettevõtte *ABB Robotics* tegevusvaldkondi ja strateegilisi eesmärke, käsitleb ettevõtte olemasolevaid äriprotsesse ja transpordivoogusid, seejärel struktureerib probleemi ja püstitab uurimisülesanded. Kolmandas peatükis kirjeldab autor magistritöö uurimisülesannete täitmiseks kasutatavat meetodikat. Magistritöö uurimisstrateegia näol on tegemist kombineeritud juhtumiuuringuga, kus andmekogumismeetoditeks kasutatakse poolstruktureeritud intervjuud *ABB Robotics* spetsialistidega ja dokumentide sisuanalüüsi. Andmeanalüüsimetoditeks on horisontaalanalüüs intervjuudest ja dokumentidest saadud andmete uurimiseks, aruandluse süsteemi nõuete määramine *FURPS* mudeli alusel, aruandluse süsteemi kasutusmallide ja andmevoo analüüs. Neljandas peatükis saadud järelduste ja tulemuste põhjal koostatakse heitkoguse aruandluse süsteem ja tehakse ettepanek süsteemi integreerimiseks ja rakendamiseks.

Uurimuses kasutatakse *ABB Robotics* transpordi ja logistika valdkonna intervjueritud spetsialistide poolt saadud informatsiooni, rahvusvahelisi standardeid, teaduslikke artikleid, temaatilist kirjandust, koostööpartnerite raporteid, aruandeid ja ettevõtte sisemisi dokumente. Intervjuude ja dokumentide sisuanalüüsi tulemustest lähtuvalt plaanib autor defineerida heitkoguse aruandluse süsteemi funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded *FURPS* mudeli abil. Nõuete määramisel lähtub autor kokkulepitud praktikatest ja eeldatava kasutaja soovidest eesmärgiga defineerida aruandlussüsteemi kasutusmallid ning visualiseerida süsteemi andmevood vastava diagrammiga.

Käesoleva magistritöö eeldatavad tulemused on kasulikud ettevõttele, mis alustab keskkonnaaruandluse rakendamist transpordivoogude jätkusuutlikkuse mõõtmiseks, analüüsimiseks ja täiustamiseks. Edasised uurimissuunad transpordivaldkonna heitkoguste aruandluses on autori arvamusel järgi järgmised: logistika protsesside digitaliseerimine, mis võimaldaks süsiniku jalajälje andmete kättesaadavust ekspediitorile või saatjale, standardite täiendamine ja arvutusmeetodite ühtlustamine globaalsel tasemel ning tarneahela juhtimise protsesside uuendamine, kaasates otsustusprotsessi keskkonnamõjuga seotud parameetreid.

1. OLEMASOLEVAD LAHENDUSED

1.1. Heitkoguste aruandluse standardid

Selleks, et pakkuda välja aruandluse süsteemi heitkoguse arvutamiseks pidi autor täpsemalt uurima heitkoguste aruandluse olemust, ülemaailmseid standardeid ja raamistikke era- ja avaliku sektori tegevustest, väärtusahelatest ja leevendusmeetmetest tulenevate kasvuhoonegaaside, eriti süsinikdioksiidi (CO₂) kui kõige laialdasemalt levinud kasvuhoonegaasi, heitkoguste mõõtmiseks ja haldamiseks. Peale süsinikdioksiidi (CO₂) arvatakse kasvuhoonegaaside hulka metaan (CH₄), diämmastikoksiid (N₂O), fluorosüivesinikud (HFC), perfluorosüivesinikud (PFC), väävelheksafluoriid (SF₆) ja teised looduslikud ning inimtekkelised atmosfääri gaasilised koostisosad, mis neelavad ja kiirgavad infrapunakiirgust [3]. Antud magistritöö kirjutamise käigus toimus Glasgow kliimamuutuste konverents (ingl.k. *Conference of the Parties; COP26*), mille võtmetulemuseks sai niinimetatud Pariisi reeglistiku (ingl.k. *Paris Rulebook*) sõlmimine. Jõuti kokkuleppele süsinikdioksiidi turgude 6. artikliga seotud põhinormide osas, mis muudab Pariisi kokkuleppe täielikult toimivaks. See annab kindluse ja prognoositavuse nii turusisestele kui ka turuvälistele lähenemisviisidele, mis toetavad leevendamist ja kohanemist. Samuti lõpetati läbirääkimised tõhustatud läbipaistvuse raamistiku (ingl.k. *Enhanced Transparency Framework; ETF*) üle, mis sisaldab endas kokkulepitud tabelid ja vormingud eesmärkide ning heitkoguste arvestamiseks ja aruandluseks [4].

Keskkonnaaruannete avalikustamine erasektori ettevõtete poolt loob uue suhte tööstuse ja keskkonna vahel, esindab korporatiivse vastutuse põhimõtteid ning on ettevõtte vastutuse ja jätkusuutlikkuse saavutamise protsessi põhinäitaja [5]. Keskkonnaaruandlus on keskkonnaalaste küsimuste raporteerimine, näiteks KGH (kasvuhoonegaaside) heitkoguste tulemuslikkuse aruandlus, mis ei kata ainult finantsaruandlust, vaid on spektrilt oluliselt laiem ning võib esineda eraldi aruande või brošüürina väljaspool finantsaruandeid. Selline aruandlus sisaldab tavaliselt keskkonnabilanssi koos tegevusplaanidega.[6] Lisaks peavad ettevõtted ja muud organisatsioonid vastutama oma süsiniku jalajälje eest sidusrühmade, näiteks tarbijate, äripartnerite ja investorite ees.

Praegu on CO₂ arvutamiseks kaheksateist standardit, programmi, tööriista, raamistikku ja meetodikat, mida kasutatakse eraldiseisvalt. Lisa 1 annab ülevaate nendest standarditest ja

meetoditest. Mõned standardid reguleerivad tegevust ainult teatud transpordiliigis nagu näiteks *IMO (The International Maritime Organization)* ja *CCWG (Clean Cargo Working Group)*, mis katavad ainult meretranspordiga seotud aspektid või *IATA (The International Air Transport Association)* ja *ICAO (International Civil Aviation Organisation)*, mis fokuseeruvad lennundusele. Teised raamistikud ei ole globaalsed ning viimased on piiratud geograafilisest aspektist lähtuvalt: *SmartWay* organisatsioon toetab jätkusuutlikkuse küsimustes Põhja-Ameerika ettevõtlike transpordi ahelaid. Sellest ülevaatest selgub, et praegu puudub ametlik ülemaailmne standard, mis ühendaks kõiki transpordiliike ning haldaks samal ajal ka ümberlaadimist ja teisi transpordi operatsioone [7]. Edaspidi uurib ja võrdleb autor täpsemalt kolme peamist hetkel avaldatud standardit KHG mõõtmiseks ja raporteerimiseks, mis on kooskõlas Pariisi kokkulepetega: *GHG (Greenhouse Gas)* protokoll, *EN 16258*, *ISO 14064*. Kõik kolm standardit: *GHG* protokoll, *EN 16258*, *ISO 14064* pakuvad lähenemise heitkoguste kalkuleerimiseks, kuid haldavad erinevaid heiteallikaid ning pakuvad välja mõõtmise metoodikat vastavalt kohaldamisalale.

GHG protokoll töötati välja koostöös Maailma Ressursside Instituudi (ingl.k. *World Resources Institute; WRI*) ja Maailma Säätva Arengu Ärinõukoguga (ingl.k. *World Business Council for Sustainable Development; WBCSD*). Protokoll areng algas aastal 1997. ja selle esimese standardi väljaanne avaldati aastal 1998. Hiljem 2001. aastal sai protokoll uuendatud täiendavate juhistega, mis seletavad lahti, kuidas ettevõtted saavad mõõta elektri- ja muudest energiaallikatest tulenevaid heitkoguseid ning võtta arvesse kogu väärtusahela heitkoguseid. [8] *GHG* Protocol töötas välja ka arvutustööriistade komplekti, mis aitab organisatsioonil arvutada kasvuhoonegaaside heitkoguseid ja mõõta kliimamuutuste leevendamise projektide eeliseid, kuid nimetatud lahendus ei ole piisavalt kohandatud logistika sektori jaoks.

ISO (International Organization for Standardization) on avaldanud mitmeid standardeid kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamiseks ja käsitlemiseks. 2006. aastal avaldatud standard *ISO 14064* määratleb peamiselt põhiideed ja terminite ühtlustamise ning keskendub peamiselt organisatsioonidele [9]. *ISO 14067* avaldati 2013. aastal ja käsitleb süsiniku jalajälge toote kogu elutsükli tasandil [10]. Uus *ISO* standard: *ISO 14083* "Veotegevuse kasvuhoonegaaside heitkoguste kvantifitseerimine ja aruandlus", mille eesmärk on logistika heitkoguste arvestus aruandluse jaoks kogu multimodaalses tarneahelas, on arengufaasis [11]. Plaanijärgselt asendab uus rahvusvaheline standard *ISO 14083* olemasoleva Euroopa *EN 16258* standardi ning selle avaldamine on plaanitud 2022. aasta lõpus. Ei *ISO 14064* standard ega ka *GHG* protokoll ei keskendu hetkel konkreetselt transpordi lahendustele [12].

CEN (European Committee for Standardization) standard EN 16258 hõlmab "Veeteenuste (kauba- ja reisijatevedu) energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise ja deklareerimise metoodikat". See Euroopa standard kehtestab ühtse metoodika energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamiseks ja deklareerimiseks, mis on seotud mis tahes transporditeenusega (kaubavedu, reisijad või mõlemad). Standard määrab kindlaks üldpõhimõtted, määratlused, süsteemiipiirid, arvutusmeetodid, jaotamisreeglid eesmärgiga edendada standardiseeritud ja usaldusväärseid kvantifitseeritud andmed transporditeenusega seotud energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste kohta. EN 16258 sisaldab ka näiteid põhimõtete rakendamise kohta. Käesoleva standardi potentsiaalsed kasutajad on iga isik või organisatsioon, kes peab transporditeenusega seotud energiatarbimise ja KHG heitkoguste kvantifitseerimise tulemuste edastamisel tuginema standardiseeritud metoodikale. Eelkõige on kasutajateks mõeldud veeteenuse osutajad (kauba- või reisijate vedajad) ning veeteenuste korraldajad (transpordi alltöövõttu teostavad vedajad, ekspedeerijad ja reisibürood) kui ka transporditeenuse kasutajad (saatjad ja reisijad). [13] Kahjuks, ei käsitle standard kaupade käitlemist ja ladustamist terminalides ja ladudes. Üleval kirjeldatud standardid ei ole omavahel vastuolus ning kasutavad aluseks samu rahvusvahelisi norme, kuid katavad erinevaid alasid ning kasutavad erinevaid lähenemisi (Tabel 1.1.1.).

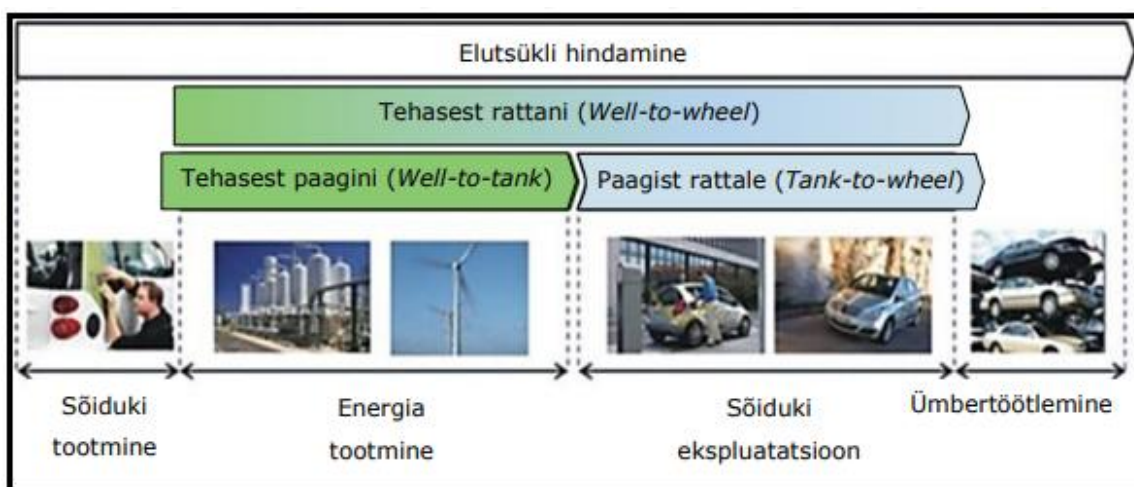
Tabel 1.1.1. KHG mõõtmis- ja aruandlus standardite ülevaade [14] Autori poolt kohandatud

Nr	Omadus	ISO 14064-1:2018	CEN 16258	GHG Protocol
1	Sihtkasutaja	Igat tüüpi ettevõtted	Transporditeenuste pakkujad	Igat tüüpi ettevõtted
2	Kohaldamisala	KHG kvantifitseerimiseks ja aruandluseks organisatsiooni tasandil	<ul style="list-style-type: none"> • Transpordiliigi/sõiduki otseheide • Kaudsed heited: transpordiliigi/sõiduki jaoks kasutatavate kütuste tootmine ja transport 	<ul style="list-style-type: none"> • Otse heide (etapp 1) • Kaudsed heited (etapp 2 ja 3) sealhulgas büroohooned, hooldus, valgustus ja kolmandate osapoolte teenused
3	KGH heiteallikad	<ul style="list-style-type: none"> • Otseheide • Energia kaudne heide • Muu kaudne 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>WtT</i> – <i>Well-to-Tank</i> (energia tootmine) • <i>TtW</i> – <i>Tank-to-Wheel</i> (sõiduki poolne) 	Etapp 1,2 ja 3 heiteallikad
4	Mõõtmise metoodika	Organisatsioonide kasvuhoonegaaside inventuuri kavandamine, arendamine, haldamine, aruandlus ja kontrollimine	<ul style="list-style-type: none"> • Spetsiifilised mõõdetud väärtused • Vedaja sõiduki tüüpi marsruudi tüübi väärtused • Vadaja pargi/laevastiku väärtused • Vaikimisi väärtused 	Otsemõõtmine, avaldatud heitetegurid, kütusekasutuse vaikeandmed <ul style="list-style-type: none"> • Kütusepõhine • Vahemaapõhine • Kulupõhine
5	Tegevuse andmed	<ul style="list-style-type: none"> • Energia kulu • Tegelik vahemaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Kütusepõhine • Kütusekulupõhine 	<ul style="list-style-type: none"> • Etapp 1: kütusekulu • Etapp 2: ostetud energia ja tarnijapõhine, kohalik võrk • Etapp 3: raporteeritud energiakasutus või kolmandate osapoolte heitkogused
6	Turuspetsiifilised piirangud	Rahvusvaheline standard, sobib igale turule	Spetsiifiline CEN omistatud riikide jaoks	Rahvusvaheline standard, sobib igale turule
7	Rahvusvahelised organisatsioonid	<i>World Trade Organization (WTO)</i>	<i>CLECAT (European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services)</i>	<i>Smart Way by US EPA, Global Green Freight, EcoTransit World, GLEC, IPCC by UNEP & WMO</i>

Praegu ei ole ülemaailmselt aktsepteeritud standardit kasvuhoonegaaside heitkoguste jaotamiseks multimodaalse transpordi valdkonnas, vaid valik riiklikult toetatud standarditest, organisatsioonide enda väljatöötatud standarditest, uurimisasutuste soovitudest, piirkondlikest lähenemisviisidest ja üksikute transpordiliikide standarditest. Ainus ametlik rahvusvaheline standard transpordioperatsioonide heitkoguste arvutamiseks on Euroopa norm *EN 16258*. Kuid ka see norm võimaldab endiselt valida mitme alternatiivse lähenemise vahel [15]. Neid alternatiive uurib autor järgmises peatükis.

1.2. Heitkoguste arvutamise meetodid

Peamine eesmärk, mis seisab *EN 16258* standardi arengu taga, on suurema täpsuse, läbipaistvuse ja järjepidevuse saavutamine energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamises logistikasektoris. Selleks on standardis toodud juhiseid, kuidas vedajad, ekspedeerijad ja logistikaettevõtted saavad kasvuhoonegaaside heitkoguseid arvutada. Lisaks on pakutud nädisarvutusi, kuidas määrata usaldusväärseid ja realistlikke numbreid energia tarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste kohta ning esitatakse arvutamiseks standardväärtused [16]. Edaspidi uurib autor, millised raamistikud ja valemid on pakutud arvutuseks ja millised tausta parameetrid on kriitilised süsiniku jalajälje mõõtmiseks.



Joonis 1.2.1. Sõiduki eluring ja KHG arvestuse põhimõtted [18]

EN 16258 standard eeldab, et sõidukite energiatarbimise ja sellega seotud heitkoguste arvutustes on arvesse võetud protsessid energia tootmisest lõpptarbimiseni [17]. See lähenemisviis nimetatakse "Well-to-wheel", mis saaks eesti keelde tõlkida nagu Tehasest rattani.

Well-To-Wheel omakorda koosneb kahest osast:

1. *Well-To-Tank (WtT)* – energiatarbimine ja emissioon energia tootmisel, sealhulgas energiaallikate tootmisel tekkivad kaod nt. kõrgepingeliinides.
2. *Tank-To-Wheel (TtW)* – energiatarbimine ja emissioon sõiduki opereerimise ajal. Tarbimise all mõistetakse siin energia lõpptarbimist.

Ettevõtted, mis saavad ise määrata oma diislikütuse, laevadiisli, lennuki petrooleumi või elektrisõidukite poolt kasutatud elektri täpse mõõtmise abil või oma arvutuste põhjal, on võimelised konkreetseid teisendusteguri väärtuseid kasutades arvutama kasvuhoonegaaside heitkoguseid .

Tabel 1.2.1. Kütuste heitetegurid EN 16258 alusel [17] Autori poolt kohandatud

Kütuse tüüp	KGH heitetegur					
	Tank-to-wheel (gt)			Well-to-wheel (gt)		
	gCO _{2e} /MJ	kgCO _{2e} /kg	kgCO _{2e} /l	gCO _{2e} /MJ	kgCO _{2e} /kg	kgCO _{2e} /l
Bensiin	75,20	3,25	2,42	89,40	3,86	2,88
Etaanool	0,00	0,00	0,00	58,10	1,56	1,24
Bensiini/etanooli segu 95/5	72,60	3,08	2,30	88,40	3,74	2,80
Diiseli	74,50	3,21	2,67	90,40	3,90	3,24
Bio-diiseli	0,00	0,00	0,00	58,80	2,16	1,92
Diisli/biodiisli segu 95/5	71,00	3,04	2,54	88,80	3,80	3,17
Veeldatud naftagaas (LPG)	67,30	3,10	1,70	75,30	3,46	1,90
Kokkusurutud maagaas (CNG)	59,40	2,68	-	68,10	3,07	-
Lennukibensiin (AvGas)	70,60	3,13	2,50	84,80	3,76	3,01
Reaktiivbensiin (Jet B)	70,60	3,13	2,50	84,80	3,76	3,01
Jet Petrooleum (Jet A1 ja Jet A)	72,10	3,18	2,54	88,00	3,88	3,10
Raske kütteõli (HFO)	77,70	3,15	3,05	84,30	3,41	3,31
Laeva diisliõli (MDO)	75,30	3,24	2,92	91,20	3,92	3,53
Laevagaasiõli (MGO)	75,30	3,24	2,88	91,20	3,92	3,49

Vastavalt standardile *EN 16258* tuleb näidata mõlemad väärtused: emissioon sõiduki opereerimise ajal (*Tank-to-Wheel*) ja kogu energia tsükli puhul (*Well-to-Wheel*). Mõlema väärtuse puhul mõõdetud energia/kütuse tarbimise korrutamiseks kasutatakse konkreetseid teisendustegureid. Valem allpool illustreerib arvutuskäiku.

(1.2.1.)

$$G_T = F \times g_T \text{ või } G_W = F \times g_W$$

G_T - *Tank-to-Wheel* heitkogused kilogrammides CO₂ ekvivalent (CO_{2e})

G_W - *Well-to-wheel* heitkogused kilogrammides CO₂ ekvivalent (CO_{2e})

F - mõõdetud energiatarbimine (nt l, kg, kWh)

g_t - *Tank-to-Wheel* heitetegurid mõõdetud väärtustest kilogrammides CO_{2e}

g_w - *Well-to-wheel* heitetegurid mõõdetud väärtustest kilogrammides CO_{2e}

KGH heitkoguste arvutamisel standardi järgi võetakse arvesse CO_{2e} ühikut (süsinikdioksiidi ekvivalent), kuna süsinikdioksiid moodustab suurima osa kasvuhoonegaaside tootmisest. CO₂ kogus näitab iga kasvuhoonegaasi tüübi mõju kliimasoojenemisele, kasutades CO₂ muundamise kogust või kontsentratsiooni, millel oleks sarnane mõju [17]

Kasvuhoonegaaside heitkoguseid saab määrata kahe põhilise lähenemisviisi abil: kas tarbimispõhise (ingl.k. *Consumption-Based*) või vahemaapõhise (ingl.k. *Distance-Based*) meetodiga. Tarbimispõhise meetodi puhul arvutatakse KHG heitkogused mõõdetud energiatarbimise ja energiaspetsiifiliste heitetegurite abil. Standard *EN 16258* soovib kasutada tarbimispõhist meetodit, kuna see annab täpsemaid tulemusi kui vahemaapõhine meetod.

Tarbimispõhise lähenemise puhul võime vaadelda kolme erinevat juhtumit, kus energia tarbimise andmed on saadaval. Tähtis on kõige kolme juhtumi puhul arvestusse kaasata tühjad sõidud:

1. Tegelik transporditeenus puhul
2. Sõiduki või marsruudi keskmiste väärtuste alusel edasi-tagasi reisi jaoks, mis on nimetatud ka sõiduki operatsioonisüsteemiks (ingl.k. *Vehicle Operation System; VOS*). Neid väärtusi ei mõõdetud selle tegeliku transporditeenus puhul, vaid need mõõdeti teatud perioodi jooksul, näiteks aasta jooksul.
3. Keskmiseid autopargi väärtusi, mis on tüüpilised vaadeldavale veeteenusele.

Vahemaapõhine lähenemine sobib paremini olukordades, kus suur osa veeteenuseid tehakse alltöövõtjatele kuuluvate sõidukitega. Järgmised parameetrid on vajalikud arvutamiseks: saadetise kaal, andmed läbitud vahemaade või tonnkilomeetrite kohta (tonnkilomeeter võrdub kaal korda vahemaa). Need parameetrid seotakse seejärel heiteteguritega sõidukilomeetri või tonnkilomeetri kohta, et teha kindlaks, kui palju kasvuhoonegaase tekitab tonnkilomeetri kohta. Põhiline arvutusvalem on järgmine:

(1.2.2.)

$$\text{vahemaa} \times \text{kaal} \times \text{heitetegur} = \text{CO}_2,$$

kus vahemaa - saadetise läbitud vahemaa kilomeetrites

kaal - saadetise kaal kilogrammides

heitetegur tonnkilomeetri kohta

CO₂ - heitkogused kilogrammides

Tegureid on saadaval ametlikest andmebaasidest, nagu *HBEFA (Handbook of Emission Factors for Road Transport)*, mis katab ainult maanteetranspordi, või sellistest avalikutest arvutusvahenditest, nagu *EcoTransIT World*. Teine võimalus on võtta aluseks soovitatavad keskmised heitetegurid, pakutud Euroopa transpordi uurimise põhjal [19]. Erinevalt tarbimispõhisest meetodist võtavad heitetegurid juba arvesse koormuse kasutamist ning sõiduki tühisõite.

Tabel 1.2.2. Soovitatavad keskmised heitetegurid [19] Autori poolt kohandatud

Transpordiliik	kgCO₂/tonne-km
Maanteetransport	62
Raudteetransport	22
Praami vedu	31
Lähimerevedu	16
Intermodaalne maantee/raudtee	26
Intermodaalne maantee/praam	34
Intermodaalne maantee/lähimerevedu	21
Torutransport	5
Süvamere konteiner	8
Süvamere tanker	5
Õhutransport	602

Arvestades asjaoluga, et analüüs on nii hea kui häid andmeid on kasutatud, on selgelt eelistatav, et ettevõtted mõõdavad heitetegureid oma konkreetsete transporditoimingute jaoks, mis kajastavad nende tarneahela, toodete ja kliendibaasi omadusi, et saada usaldusväärsemad ja rohkem kohandatud andmeid. Peale mitme teadustöö uurimist [20] võib järeldada, et *EN 16258* standard on suunatud pigem veoteenuse osutajatele, mitte veoteenuste kasutajatele nagu kaubasaatjad ja kaubasaajad. Standard ei sisalda hetkel aruandlusmehhanismi, mis võimaldaks saadetise eest vastutaval poolel teostada saadetise taseme arvutusi ning transpordiahela heitkogused kokku võtta. See tähendab, et standardile vastavus peaks hõlmama mitte ainult veotegevuse käigus heidete arvutamise võimalust, vaid ka kohustuslikku aruandlust saadetise eest vastutavale poolele.

1.3. Heitkoguste arvutamise tarkvaralahendused

Lähtuvalt erinevatest standarditest ja heitkoguse arvutamise lähenemistest eksisteerivad erinevad tarkvaralised lahendused heitkoguste arvutamiseks. *EcoTransIT World* on tarkvaralahendus, mis võimaldab automaatselt arvutada energiatarbimist, süsinikuheidet, õhusaasteaineid ja väliskulusid. Nimetatud platvorm on mõeldud peamiselt vedajatele, logistikateenuste pakkujatele ja kaubasaatjatele ning selle eesmärk on säilitada ja arendada ülemaailmselt tunnustatud vahendit ja metoodikat süsiniku jalajälje arvutamiseks ja kaubaveosektori keskkonnamõju hindamiseks. *EcoTransIT* järgib suures osas standardit *EN 16258* ja *GLEC* raamistikku, kuid lisaks hõlmab muid standardeid ja metoodikaid kõikide transpordiliikide jaoks. [21]

Allpool on välja toodud veebipõhise arvutiprogrammi metoodikad ja kasutatud andmete peamised seisukohad [22]. *EcoTransIT World* abil saab hinnata süsiniku jalajälge järgmiste transpordiliikide puhul:

- Maanteetransport.
- Raudteetransport.
- Siseveetransport.
- Meretransport.
- Õhustransport.

Transport avaldab keskkonnale erinevat mõju, kuid ainult mõnede eeltoodud kategooriate puhul on võimalik võrrelda üksikuid vedusid kvantitatiivsetel alustel. Lähtuvalt sellistest parameetritest nagu kaubavedude proportsionaalne olulisus võrreldes üldmõjudega, andmete kättesaadavus ja metoodika sobivus üksikute vedude kvantitatiivseks võrdlemiseks said valitud keskkonnamõjude mõõtmiseks (vt tabel 1.3.1.) järgmised vedude parameetrid.

Tabel 1.3.1. *EcoTransIT Worldis* sisalduvad keskkonnamõjud [22] Autori poolt kohandatud

Lühend	Kirjeldus	Kaasamise põhjused
PEC	Esmane energiatarbimine (<i>ingl.k. Primary energy consumption</i>)	Ressursitarbimise põhinäitaja
CO ₂	Süsinikdioksiidi heitkogused	Kasvuhooneefekti peamine näitaja
NO _x	Lämmastikoksiidi heitmed	Eutrofeerumine, ökotoksilisus, mürgisus inimestele
SO ₂	Vääveldioksiidi heitmed	Hapestumine, ökotoksilisus, mürgisus inimesele
NMHC	Mitte-metaan hüdro süsinikud	Mürgisus inimestele, soovine sudu
PM _{dir}	Sõidukitest pärinevad tahked osakesed (peamiselt diislikütus)	Inimese mürgisus, kasvuhooneefekt
PM _{ind}	Tahked osakesed energia tootmisel ja varumisel (peamiselt elektri jaamad, rafineerimistehased)	Inimese mürgisus, kasvuhooneefekt
Tolm	PM _{ind} ja PM _{dir} summa	-

Kaubavedu Euroopas teostatakse erinevate transpordiliikidega. *EcoTransIT Worldis* käsitletakse kõige olulisemaid transpordiliikidel põhinevaid tarkvara režiime, mis kasutavad tavalisi sõidukitüüpe ja jõusüsteeme. Need on loetletud tabelis 1.3.2.

Tabel 1.3.2. *EcoTransIT Worldis* sisaldavad transpordiliigid [22] Autori poolt kohandatud.

Transpordiliik	Sõidukid	Käigujõu energia
Maanteetransport	Maanteevedu üksikute veokite ja veoauto haagistega/liigendiga veoautod	Diislikütus
Raudteetransport	Raudteetransport lühikeste, keskmiste ja pikkade rongidega	Elekter ja diislikütus
Meretransport	Merelaevad ja parvlaevad	Raske kütteõli/laeva diisliõli
Siseveeteed	Siseveelaevad	Diislikütus
Õhustransport	Lennukid	Petrooleum

Käesoleval tarkvaral esinevad erinevad piirangud. Üks nendest on piirang, mille tõttu *EcoTransIT* ei näita, kas primaarenergia tarbimine pärineb taastuvatest või taastumatutest allikatest. Transpordiga seotud keskkonnamõjusid nagu maakasutus, müra, ohutus ja tuumarisk ei võetud arvesse. Lisaks ei ole praeguses versioonis ka metaaniheitmeid kaasatud. Selle põhjuseks on asjaolu, et CO₂ on transpordisektoris domineeriv kasvuhuonegaas ja metaani heitkogused on seetõttu vähetähtsad. [22]

BigMile, sarnaselt *EcoTransITiga*, on tarkvaraplatvorm, mis kogub ja kombineerib saatjate, logistikateenuste pakkujate ja vedajate igapäevaste toimingute andmeid [23]. See koosneb kolmest moodulist: süsiniku jalajälg – sertifitseeritud süsiniku jalajälje arvutamiseks; süsinikuanalüüs – heitkoguste ja tõendite põhiste parendusplaanide kohta ülevaate loomiseks ja kasumi leidja (ingl.k. *Profit Finder*) – logistika voogude optimeerimiseks. *BigMile* on suunatud nii kaubasaatjatele kui ka logistikateenuste pakkujatele, hõlmates kõiki viise ja kõiki võimalikke kütuseid, sealhulgas kõiki olulisi fossiilkütuseid, erinevat tüüpi biokütuseid, elektrit, sünteetilisi kütuseid jne. [24]

BigMile meetoditega on võimalik arvutada järgmised mõõdikud:

- CO₂/tonn - näitab saatja toimingute tõhusust.
- CO₂/tonn.km - näitab võrgu või vedaja toimingute tõhusust.
- CO₂/ühik.
- CO₂/ühik.km (Lühim võimalik vahemaa).
- CO₂/ühik.km (Suurringi vahemaa).

Teatud arvestuse piires arvutatakse maht lähetatud tonnkilomeetrite kujul. CO₂ heitkogused arvutatakse kasutatud kütusekogus (või elektrienergia kogus) korrutatuna asjakohase heitekoefitsiendiga, nagu on määratletud Rijkswaterstaat majandus- ja kliimaministeeriumi poolt või muus piirkondlikus ekvivalentses dokumendis. Peamine alusnõue on, et heitetegurid oleksid kooskõlas *Well-To-Wheel (WtW)* põhimõttega [24].

Süsiniku jalajälje analüüs on oluline vahend transpordi ja logistika dekarboniseerimiseks. Selle tähtsuse lahti mõtestamise tulemusena on saadaval mitmeid tööriistu ja meetodikaid, mis võimaldavad määrata transpordi- ja logistikategevuse süsiniku jalajälge. Kuigi kõik need tööriistad ja meetodikad on suunatud süsiniku jalajälje kindlaksmääramisele, on neil selle arvutamiseks veidi erinevad viisid. Seetõttu võivad andmenõuded, arvutusalgoritmid, arvutustulemused ja aruandlusandmed nende vahel erineda. Paljude teadustööde seisukohalt on ilmselgelt vaja vahendeid ja meetodikaid ühtlustada, vähemalt selleks, et tulemused oleksid

võrreldavad. Ühe tööriista arvutusmetoodika ja tulemused peavad olema võrreldavad teiste tööriistade poolt kasutatavate metoodikate ja esitatud tulemustega. [7][12][15][17][20][24]

Jätkusuutlikkus tõuseb kogu maailmas ettevõtete tegevuskavades üha kõrgemale. Globaalsed ettevõtted on eestvedaja rollis ning peavad üles ehitama tegevusvaldkondade parimaid tavasid ja samal ajal visandama potentsiaalsed null- ja jätkusuutlikkuse pimealad ning erinevused standardite tõlgenduses. Sellel põhjusel peab autor vajalikuks uurida ning käsitleda heitkoguste arvutamise lahendusi konkreetse ettevõtte näitel.

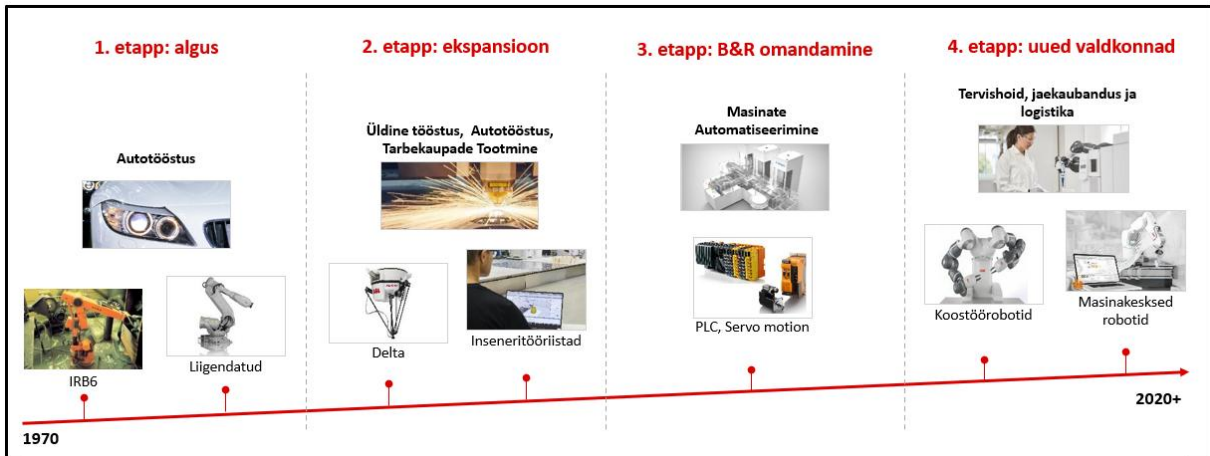
2. LÄHTEÜLESANNE

2.1. *ABB Robotics*

ABB Ltd on rahvusvaheline ettevõtte, mis töötab enam kui 130 aastat, rohkem kui sajas riigis ja spetsialiseerub elektri- ja energeetika tehnikale, robotika ja automatiseerimise lahendustele [25]. Juunis 2020 tutvustati uut detsentraliseeritud ärimudelit, mille alusel anti kontserni üksustele täielikud volitused ja vastutus otsuste tegemiseks. Korporatiivne vastutus hõlmab portfelli arengut, kapitali jaotamist, tulemusjuhtimist, ühist poliitikat ning kaubamärki. Äriüksused samal ajal keskenduvad oma osakondade juhtimisele, tulemuslikkusele ja portfelli haldusele. Uue ärimudeli järgi on äriüksused jaotatud järgmiselt: Elektrivõrgud (ingl.k. *Electrification*), Tööstusautomaatika (ingl.k. *Process Automation*), Kesk- ja madalpingeseadmed (ingl.k. *Motion*), robotika ja ajamid (ingl.k. *Robotics and Discrete Automation*). Need äriüksused omakorda on jaotatud 20 juhtivaks divisjoniks, mis teevad väärtust loovaid äriotsuseid klientide lähedal [*Ibid*].

ABB Robotics on üks neljast globaalse kontserni äriüksusest, mis on esindatud tehastega USA-s, Rootsis, Austrias, Hiinas ning omab teeninduskeskused Brasiilias, Hispaanias ja Indias. Äriüksuse ajaloo algpunktiks võib pidada aastat 1974, kui *ABB* leiutas esimese mikroarvutiga juhitava elektrilise tööstusroboti. Järgnevatel aastakümnetel on *Robotics* äriüksus oma portfelli kasvatanud robotmudelite ja tarkvaralahenduste lisamise kaudu. *B&R* omandamisega 2017. aastal on *ABB Robotics* lisanud oma portfelli tugevad masinate automatiseerimise võimsused [26].

Tänapäeval jätkab ettevõtte uuenduste loomisega mitte ainult tootmiskesksetes robotikas (nagu näiteks üldine tööstus, autotööstus, tarbekaupade tootmine) kui ka sellistes segmentides nagu tervishoid, jaekaubandus ja logistika. *ABB Robotics* on praegu ainus ettevõtte turul, kes pakub oma klientidele nii robotika kui ka automaatika lahendusi sama divisjoni poolt. Tasub mainida, et peamised konkurendid tegutsevad kas robotika valdkonnas (*KUKA Roboter, Fanuc Co., Ltd, Universal Robots*) või automatiseerimise alal (*Siemens, Rockwell Automation, Schneider Electric*).

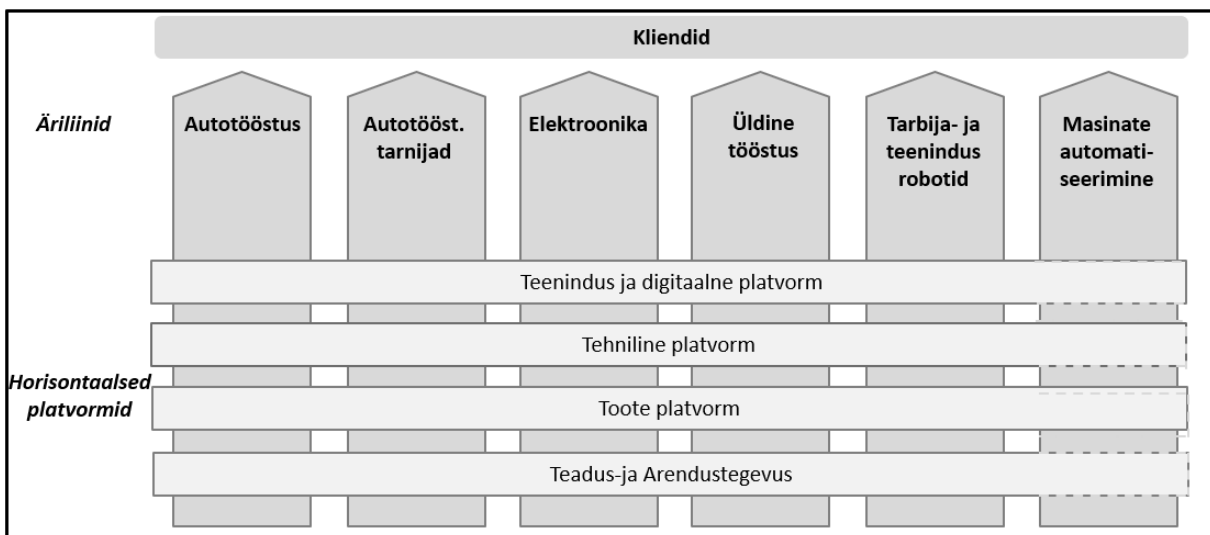


Joonis 2.1.1. ABB Robotics arengu etapid [26] Autori poolt kohandatud

ABB Robotics defineerib ettevõtte eesmärged järgmiselt:

1. Luua oma tegevusest kõrgemat väärtust.
2. Nihutada tehnoloogia piire, et viia esitlus uuele tasemele.
3. Edendada hoogu ühiskonna ja tööstuse ümberkujundamiseks, et saavutada tootlikum ja jätkusuutlikum tulevik.

Ettevõtte toimetab kliendikeskse organisatsiooni põhimõttel, kus kliendid ja inimesed on alati iga protsessi keskpunktis. Selleks, et saavutada õiget tasakaalu globaalse mastaabi ja kohaliku reageerimisvõime vahel ning tagada rahuldav algusest-lõpuni lahendus, kujundas ABB Robotics oma struktuuri ümber nii, et kliendikesksed äriüksused töötavad koos tarneplatvormidega (Joonis 2.1.2.).



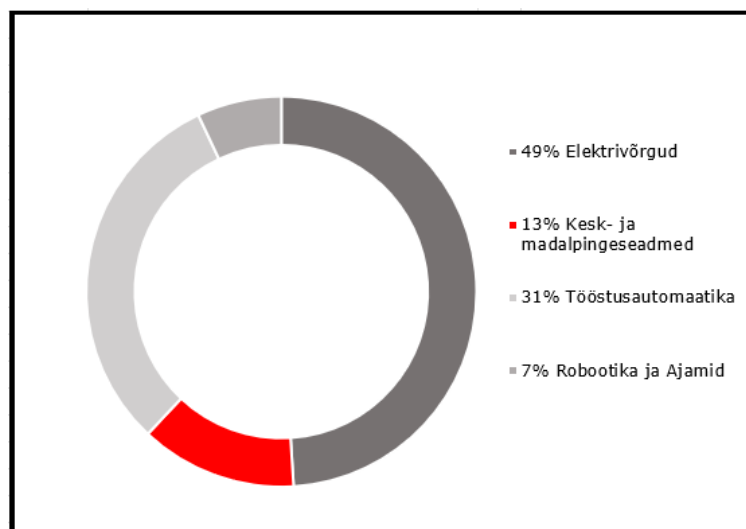
Joonis 2.1.2. ABB Robotics struktuur [26] Autori poolt kohandatud

Uut organisatsioonilist ülesehitust toetavad 6 äriiliini erinevatest kliendisegmentidest ja 4 horisontaalset tarneplatvormi eesmärgiga parandada kasumlikkust, vähendada tarneaega, luua sünergiat ja konsolideerida ressursse. Sellise detsentraliseeritud struktuuri oodatud tulemus on suurem tootlikkus suurema tulu saamiseks, kui ka paremad saavutused valdkondades nagu ohutus ja jätkusuutlikkus, kvaliteet ja paindlikkus, rahavoogude ja kulude optimeerimine.

2.2. Tegevusvaldkonnad ja strateegilised eesmärgid

ABB Ltd detsentraliseeritud ärimudeli seisukohast analüüsitakse divisjonide tulemusi tulemuskaardi (ingl.k. *Scorecard*) süsteemi kaudu, mis hindab läbipaistvalt peamisi parameetreid, sealhulgas tellimuste arv, tegevuslik *EBITA* (kasum enne intresse, makse ja amortisatsiooni), kapitalikulud ja kasutatud kapitali tasuvus [27].

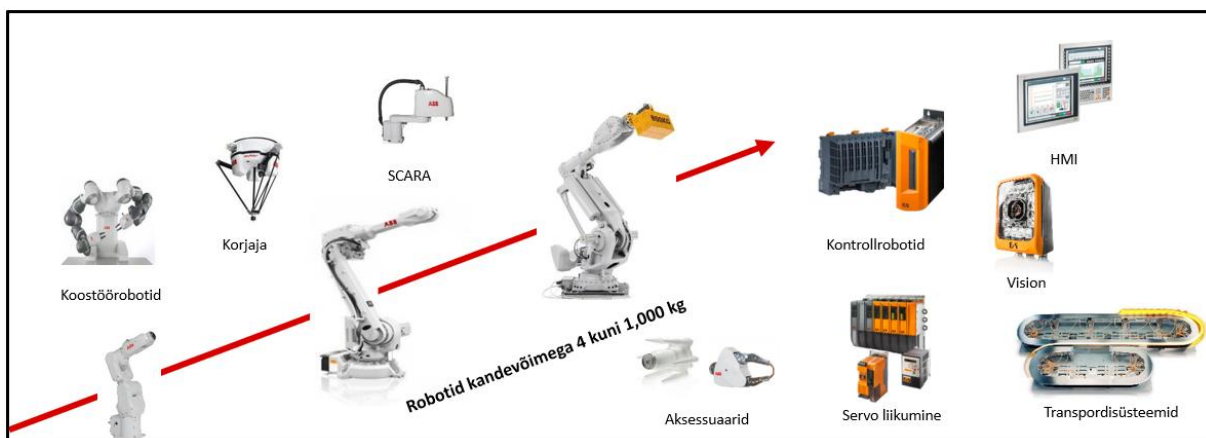
ABB Ltd 2020. aasta aruande järgi kuulus suurim osakaal kontserni tulust Elektrivõrkude (ingl.k. *Electrification*) äriüksusele 50 tuhande töötajaga, mis pakub lahendusi elektrifitseerimiseks ja hoonete haldamiseks, tooteid ja teenuseid kommunaalteenustele, tööstusele, transpordile ja infrastruktuuridele.



Joonis 2.2.1. *ABB Ltd* operatiivse *EBITA* tulemused 2020 aasta aruanne järgi [27] Autori poolt kohandatud

Üksuse aasta tulu oli 11,9 miljardit USA dollarit. Sellele järgneb Kesk- ja madalpingeseadmete (ingl.k. *Motion*) äriüksus, mis projekteerib ja toodab elektrimootoreid, generaatoreid, ajameid ja teenuseid, samuti pakub integreeritud digitaalseid jõuülekande lahendusi. Üksus teenis 2020. aastal 6,4 miljardit USA dollarit. *EBITA* näitaja vaates (joonis 2.2.1.) on see divisjon aga teisel kohal kontsernis tulemusega 31%. [27]

Majandusaruanne järgi teenis *ABB Robotics* 2,9 miljardit dollarit tulu 2020. aastal, ettevõttes töötas ligikaudu 10300 töötajat. Kapitalikulud kinnisvarale, tehastele ja seadmetele olid 2020. aastal kokku 64 miljonit dollarit (võrreldes 59 miljoni dollariga 2019. aastal). Peamised investeeringud 2020. aastal olid seotud tootmisevõimsuste tõstmisega ja tootmiseseadmete väljavahetamisega uuemate vastu. Geograafiliselt peamised kapitalikulud olid 2020. aastal seotud Euroopaga 81%, millele järgnes Aasia, Lähis-Ida ja Aafrika poolt (16%) ja Ameerikas (3%). [Ibid] *ABB Robotics* peamine tegevuse tulemus on tooted, tarkvara, süsteemid ja teenused, mis muudavad masinaid nutikateks ja võimaldavad paindlikku tootmist. Ettevõttel on lai robotite portfoolio kandevõimega 4 kg kuni 1 tonni, mis on võimelised kandma auto šassiid (Joonis 2.2.2.)

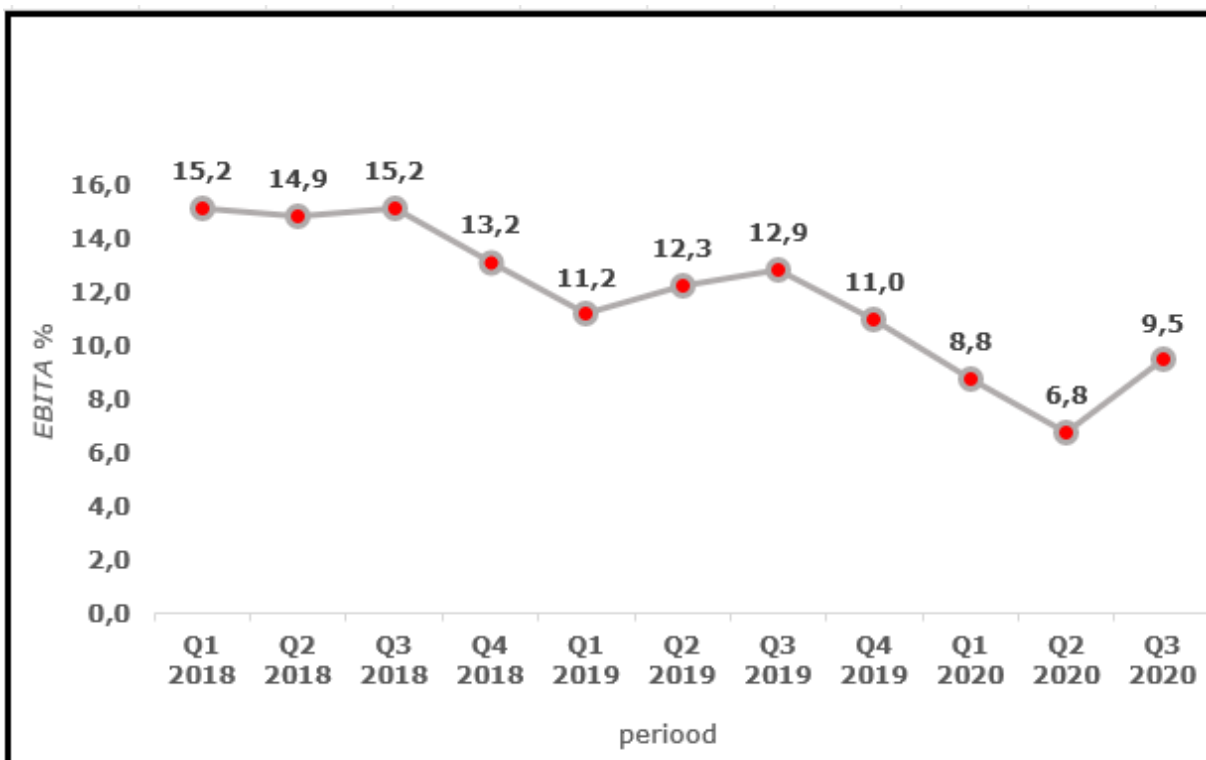


Joonis 2.2.2. *ABB* robotite portfoolio [26] Autori poolt kohandatud

Pandeemia olukorras aastal 2020 kasutati *ABB IRB 910 SCARA* ülitäpset robotit Singapuris uues automatiseeritud laboris, et kiirendada *COVID-19* testimisvõimet 50 000 testini päevas. Robotid täidavad mitmeid korduvaid ja ohtlikke ülesandeid, et parandada töötajate töötingimusi ning vähendada proovide saastumise ohtu. Alates 1974. aastast on *ABB* paigaldanud üle 400 000 roboti üle maailma.

ABB Robotics peamised strateegilised eesmärgid on seotud aktiivse turuosa kasvu ja kasumlikkuse suurenemisega. Vaatamata sellele, et 2020. aasta *EBITA* näitajad said mõjutatud 2019. aastal alanud autotööstuse kriisi ning 2020. aastal *COVID-19* pandeemia poolt (Joonis

2.2.3.), plaanib *ABB Robotics* saavutada 13-17% kasumi enne intresse, makse ja amortisatsiooni aastaks 2023. [28]

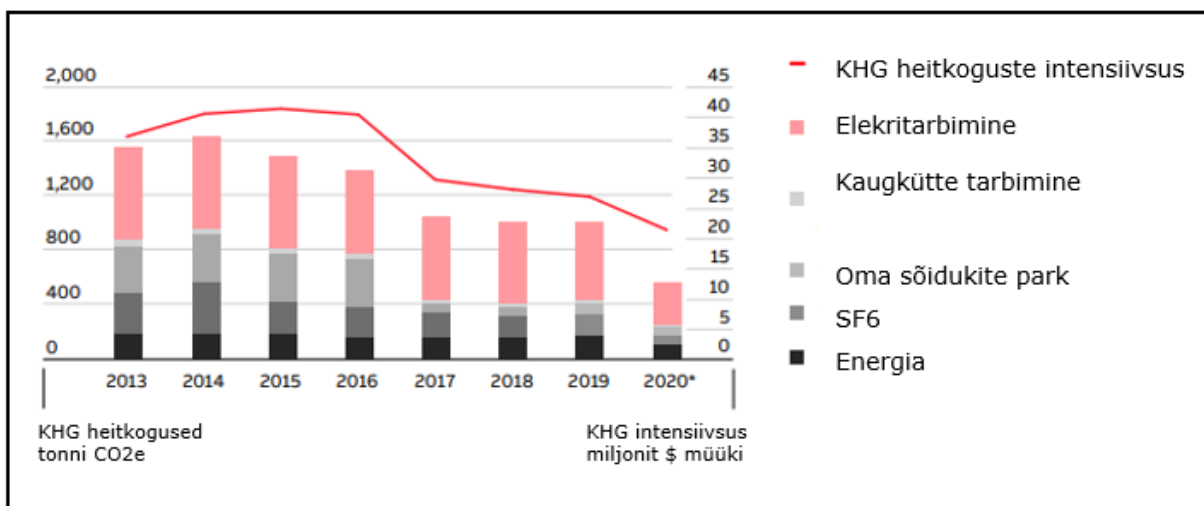


Joonis 2.2.3. *ABB Robotics* EBITA trend 2018-2020 [28] Autori poolt kohandatud

Jätksuutlikus on tähtis osa *ABB* väärtustest ning kontsern plaanib 2030. aastaks kõikehõlmava jätkusuutlikkuse strateegia kaudu vähendada süsiniku jalajälje nullilähedasele tasemele, mille raames on plaanis toetada kliente ja tarnijaid heitkoguste vähendamisel ja süsinikuneutraalsuse saavutamisel. *ABB Robotics* toetab strateegiat oma tegevusega pakkudes lahendused innovatsiooni edendamiseks nagu näiteks autotööstuse täiustatud värvilahendused mis säästavad 33% energiat ja samal ajal 30% värvikadu.

2020. aasta jätkusuutlikkuse raporti järgi on KHG heitmine organisatsiooni poolt kahanevas trendis. Suurim osakaal kulub elektri ja energia tarbimisele. Oma transpordiga seotud heitkogused on neljandal kohal ning samuti kahanevas trendis (Joonis 2.2.4.). Antud graafikus ei ole kajastatud ekspediitorite poolt osutatud transpordi teenused, mis vajavad omakorda tähelepanu kuna Rahvusvahelise Energiaagentuuri (ingl.k. *International Energy Agency; IEA*) andmetel moodustab transpordisektor praegu 23% ülemaailmsetest kasvuhooonegaaside heitkogustest. [29] Rahvusvaheline kaubavedu annab olulise panuse ja samal ajal ei ole

rahvusvahelised laevandusest ja lennundusest tulenevad heitkogused hõlmatud Riiklikult määratud panuste (ingl.k. *Nationally Determined Contributions; NDC*) hulka. [30]

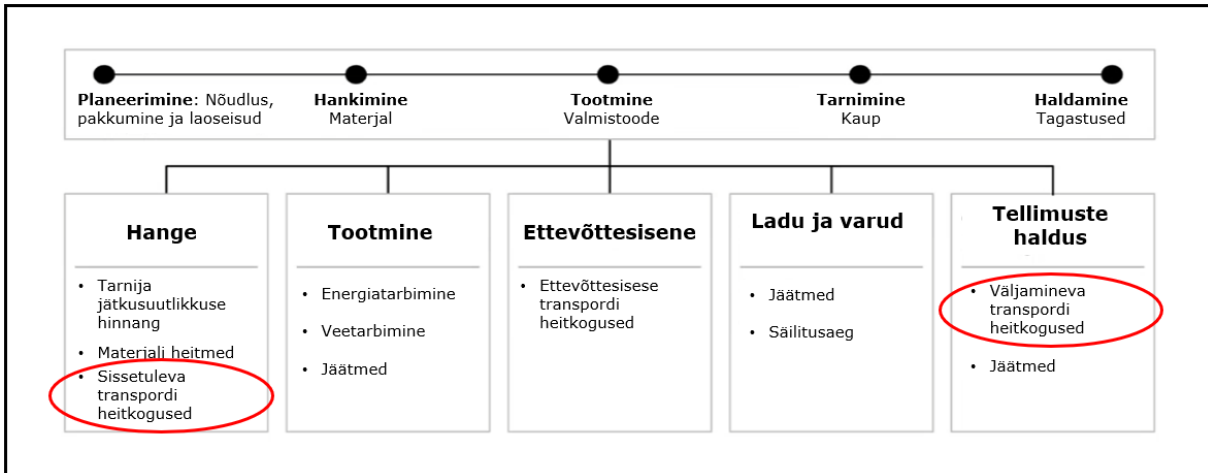


Joonis 2.2.4 ABB KHG heitkogused ja kasvuhoonegaaside intensiivsus [31] Autori poolt kohandatud

ABB kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise eesmärgid on kooskõlas teaduspõhiste sihtmärkide ja Pariisi kokkuleppe 1,5°C stsenaariumiga [31]. Ettevõtte äriüksused, divisjonid ja allüksused pannustavad ABB ühiste eesmärkide saavutamisele ja on pühendunud allüksuse tegevusest genereeritud CO₂-andmete kogumisele, visualiseerimisele ja analüüsile.

2.3. Lähteolukorra kirjeldus

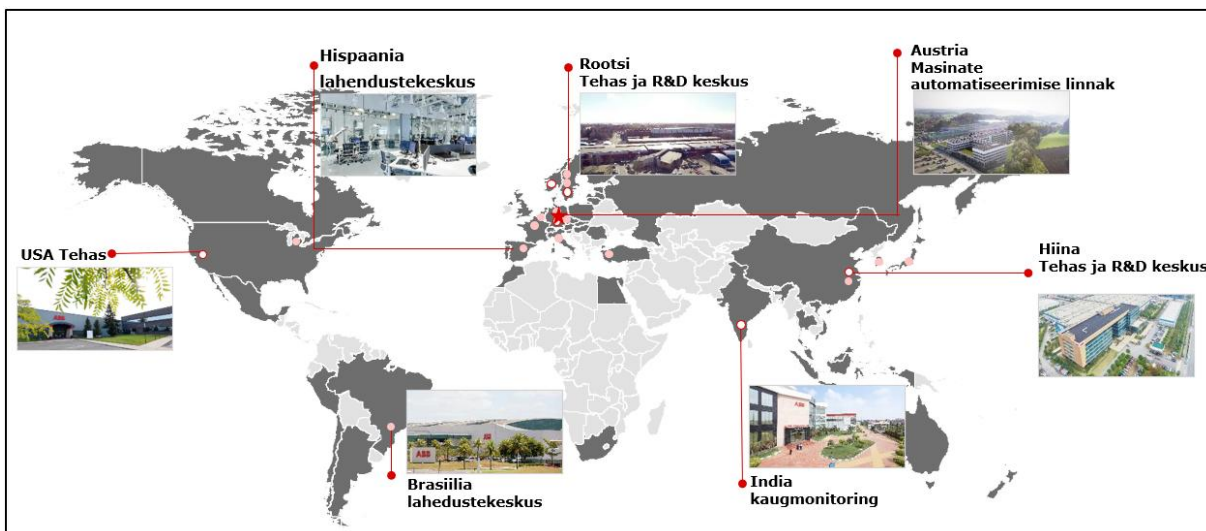
Peale ABB Robotics protsesside uurimist selgus, et hetkeolukorras oleks vajalik saada selge pilt ABB Robotics nii valmis toodangu kui ka tootmiseks vajalike materjalide transpordivoogudest tingitud KHG heitkoguste kohta kõikides transpordiliikides: mere-, raudtee-, auto- ning lennutranspordis.



Joonis 2.3.1. *ABB Robotics* tarneahela skeem koos jätkusuutlikkuse mõõdikutega. Autori poolt koostatud

Joonisel 2.3.1. on näidatud peamised äriprotsessid, nende eest vastutavad osakonnad ning tegevustega seotud jätkusuutlikkuse peamised mõõdikud *ABB Robotics* tarneahelas. Võib mainida, et selline tarneahela ülesehitus on levinud tootmisettevõtete seas. Käesolevas magistritöös fokuseerib autor peamiselt kahele enamasti transpordiga seotud tegevusele nimelt sissetulevate toorainete ja komponentide saadetiste ning väljaminevate lõpptoodete saadetistega seotud transpordioperatsioonidele.

Geograafiliselt ja strateegiliselt on *ABB Robotics* esindatud oma tootmisvõimsustega klientide lähedal, tehased asuvad Auburn Hills linnas USAs, Västerås Rootsis ja Shanghais Hiinas (Joonis 2.3.2.). Selline lähenemine optimeerib transpordivood, toetab valmistoodangu kiiremat tarnet ja lihtsustab tolliformaalsuseid. Hispaanias ja Brasiilias on ettevõtte esindatud lahenduskeskustega, mis pakuvad insenerituge koos müügifunktsiooniga. Indias asub kaugseirekeskus, mille vastutusalaks on tarnida robotika rakendusi ja digitaalseid lahendusi.

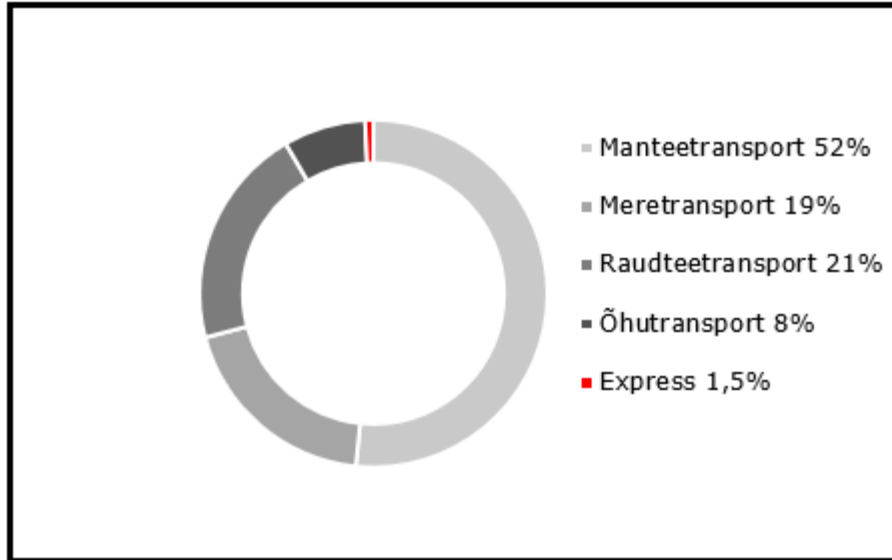


Joonis 2.3.2. *ABB Robotics* geograafiline väärtusahel [26] Autori poolt kohandatud

Kuna *ABB Robotics* võrk on lai ning selle tarneahela transpordivood on massilised, keskendub autor Rootsi ettevõtte üksusele *ABB Robotics SE*, mille kohta on piisavalt siseinfot uuringu läbiviimiseks. Transpordivoogude uurimise ja analüüsi tulemusena kujunev aruandluse süsteemi peab olema võimalik tulevikus integreerida ka teiste üksuste töösse.

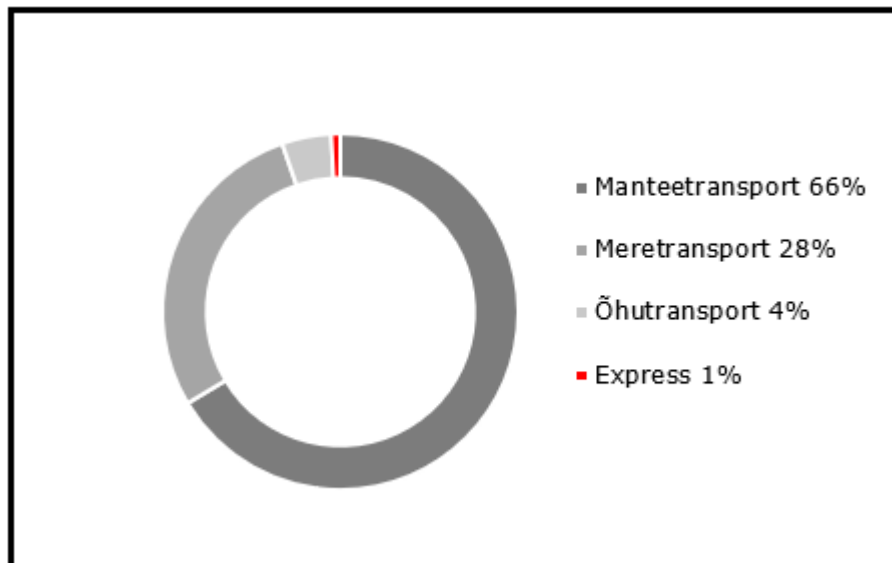
ABB Robotics SE on esindatud Rootsis 1 200 töötajaga, 750 neist töötavad Västerås tehases. 90% toodangut on suunatud ekspordile peamiselt Euroopa riikidesse, kuid ka Ameerikasse ja Hiina. Valmistoodangu tarnimiseks klientidele on kasutatud lennu- ja maanteetransporti, väiksemal määral raudtee- ja meretransporti.

Mis puudutab sissetulevate materjalide voogudesse, siis komponente tarnitakse peamiselt Hiinast, Jaapanist, Koreast, Taiwanist, Euroopast ning kasutusel on kõik transpordiliigid, kasutades enam kui poole saadetiste jaoks maanteetransporti. Sissetulevate komponentide puhul on tegemist peamiselt mahukaubaga ning raudtee on kasutatud 21% vedudest. Sissetulevate kaupade transpordiliikide jaotus ajavahemikus jaanuar kuni juuni 2021 on näidatud joonisel 2.3.3.



Joonis 2.3.3. *ABB Robotics SE* sissetulevate kaupade transpordiliikide jaotus jaanuar - juuni 2021. Andmed *ABB ERP* süsteemist.

Valmistoodangu jaoks on kaupade kaalu tüübi järgi tegemist peamiselt "keskmise" kaubaga (ingl.k. *Average Goods*). Tähtis mainida, et väljaminevate kaupade kohaletoimetamiseks raudteetranspordi ei kasutata (joonis 2.3.4.)



Joonis 2.3.4. *ABB Robotics SE* väljaminevate kaupade transpordiliikide jaotus jaanuar - juuni 2021. Andmed *ABB ERP* süsteemist.

Kõik transpordi operatsioonid on *ABB Robotics SE* jaoks teostatud vedajate ekspediitorite poolt. Kõik ekspediitorid on kohustatud esitama igakuised raportid teostatud vedude kohta. Raportid sisaldavad: vastuvõtu ja kohaletoimetamise asukoha üksikasju, maksumuse andmeid, läbitud vahemaad, saadetise ja arve numbreid, saadetise omadusi nagu kaal, maht, sõiduki tüüp, maksustatav kaal (ingl.k *Chargeable Weight*) ning CO2 andmed. Heitkoguste osas on vedajad kohustatud esitama *WtW* CO2 andmeid kilogrammides, uksest ukseni. Vedajate raportid on saadetud peamiselt tabelitena *MS Excel* [33] tabeli formaadis, mõned andmed on aeg-ajalt puudu ning mõned vedajad ei ole punktuaalsed raportite esitamise tähtaegade suhtes. *ABB Robotics ERP* (ingl.k. *Enterprise Resource Planning* ehk ettevõtte ressurside planeerimise tarkvaralahendus, mille abil juhitakse ettevõtte tegevust) süsteemis on kajastatud andmed vastuvõtu ja kohaletoimetamise asukoha, saadetise kaalu ning valitud transpordiliigi kohta.

Kirjeldatud olukorra väljakutse seisneb selles, et ettevõttel puudub ühtne heitkoguse aruandluse süsteem. Ettevõtte ei oma sõidukite parki ning veod on teostatud koostööpartnerite poolt. Sõltuvalt kokkulepetest tarnijate ja klientidega võivad erineda transpordiliigid, tarneajad ja *Incoterms* (rahvusvaheliste kaubandusreeglite kogu, mis on koostatud rahvusvahelise kaubanduskoja egiidi all) tingimused. Lisaks on väljakutseks ka tarneahela, transpordi planeerimise ja *ERP* süsteemide sidumine süsiniku jalajälje arvutamise vahenditega.

2.4. Probleemipüstitus

Ettevõtte sisemised andmed on info silodes: äriandmed on saadaval peamiselt *ERP* süsteemist ja jätkusuutlikkuse andmed samal ajal on vedajate poolt esitatavad. Koostööpartnerid kasutavad KHG andmete, peamiselt süsinikdioksiidi (CO2) kui kõige laialtlevinuma kasvuhoonegaasi, raporteerimiseks erinevaid aruandluse formaate, mille tõttu kuulub analüüsile palju aega.

Ühtne aruandluse süsteem kiirendaks partnerite poolt esitatud aruannete analüüsi ning aitaks kiiremini tuvastada teatud otsuste mõju süsiniku jalajälje dünaamikale teatud aruandluse perioodi jooksul. Ühtse formaadi puudumine ei võimalda võrrelda partnerite ökoloogilist jalajälge ja esitada viimastele nõudeid selle vähendamiseks. Ülaltoodut arvesse võttes tuleb mainida, et *ABBs* puudub ühtne süsteem andmete konsolideerimiseks ja esitamiseks ettevõtte üksuste kaupa, seega on võimatu määrata lühi- ja pikaajalisi eesmärke jalajälje

vähendamiseks. See võib tulevikus takistada ettevõtte poolt seatud eesmärkide saavutamist, täpsemalt aga eesmärki, mille saavutamisel saab *ABB* aktiivselt monitoorida ökoloogilist jalajälge kõikides ettevõtte üksustes.

Ettevõtte probleemist tulenevalt on käesoleva magistritöö eesmärk arendada välja heitkoguse aruandluse süsteem ettevõtte *ABB Robotics SE* jaoks. Magistritöö mahupiirangu tõttu kuulub töö skooptöö *ABB* transpordiga seotud üksuste heitgaaside emissioonid. Töö tulemusel valmib geneeriline (ingl.k. *Generic*) tüüpi süsteem, mida saab suhteliselt kiiresti sobitada ka muude ettevõtte üksuste tegevustega.

Lisaks eelnevale peab süsteem olema sisendiks mis tahes infosüsteemi jaoks, et oleks võimalik seda integreerida olemasolevatesse aruandlussüsteemidesse ja -platvormidesse. Selle omaduse arendamisel on tähtis koostada analüüsi dokumentatsioon nii, et see oleks sõltumatu implementeerimise viisist ja tehnoloogiast. See annab tähtsa eelise - ühilduvuse ja agiilsuse kiiresti muutuvate ettevõtte digitaliseerimises ning annab võimaluse integreerimiseks partnerite infosüsteemidesse.

Magistritöö eesmärgi saavutamiseks püstitas autor järgmised uurimisküsimused:

1. Milliseid parameetreid on vaja arvesse võtta heitkoguse aruandluse süsteemi arendamisel?
2. Milliseid valemiteid ja suhtarve kasutatakse heitkoguse arvutamiseks?
3. Milliseid lühi- ja pikaajalisi eesmärke on võimalik seada *ABB* üksustele ökoloogilise jalajälje vähendamiseks?
4. Kuidas on võimalik kasutada heitkoguse aruandluse süsteemi selleks, et suunata või aidata koostööpartneritel vähendada ökoloogilist jalajälge?

Selleks, et anda vastused magistritöös esitatud uurimisküsimustele, tuleb autoril täita järgmised uurimisülesanded:

1. Analüüsida olemasolevaid rahvusvahelisi heitkoguste arvutamise standardeid.
2. Uurida transpordis kasutatavaid heitkoguse aruandluse süsteeme ja meetodeid.
3. Tuua välja erinevate meetodite eelised ning kitsaskohad.
4. Läbi viia ekspertintervjuu *ABB Robotics* ettevõtte töötajatega, et kaardistada ettevõtte nõudeid heitkoguse süsteemile.
5. Valida ja seejärel rakendada süsteemi dokumenteerimise viisi, et tagada süsteemi parameetrite ja arvutusloogika integreeritavus infosüsteemidesse.

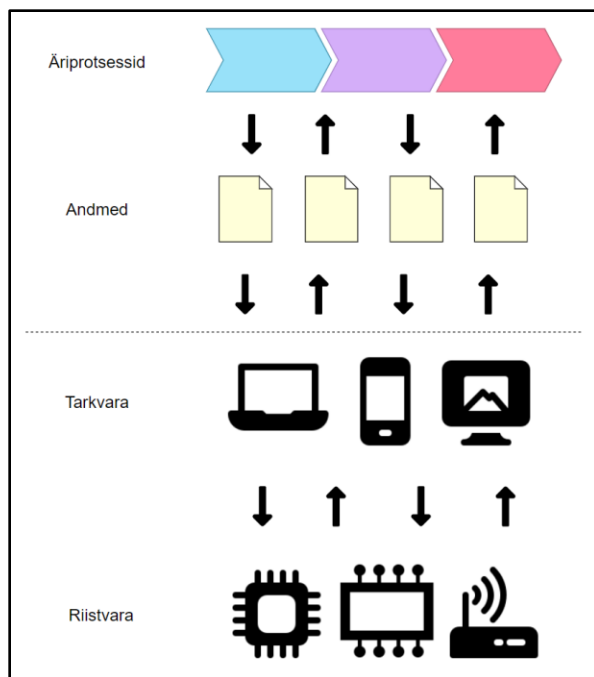
Lõputöö probleemi olulisus tuleneb asjaolust, et jätkusuutlikkuse tähtsus ühiskonnas kasvab. Ettevõtte aruandlusesse ning otsustusprotsessi lisandub uus süsiniku jalajälje juhtimise dimensioon, mis peab olema kooskõlas korporatiivse vastutuse põhimõtetega. Heitkoguse aruandluse süsteemi loomine ja areng on vältimatu samm ettevõtte CO2 neutraalsuse saavutamiseks, mis on aktuaalne ka kliima soojenemist pidurdamisele suunatud ülemaailmsete jõupingutuste vaates.

3. METOODIKA

3.1. Uurimisstrateegia

Käesoleva magistritöö uurimisstrateegia näol on tegemist kombineeritud juhtumiuuringuga [32], mille uurimisobjektiks on *ABB Robotics* ettevõtte näitel transpordiga tegelev üksus. Käesolev kitsendus transpordile määrab ettevõtte tasemel uurimuse fookust, mis on töö oluliseks kitsenduseks, kuna ettevõttes on ka mitmeid teisi üksusi. Ülaltoodud uurimuse fookus määrati mitmest põhjustest lähtuvalt. Esiteks, autorile on kättesaadavad mitmed organisatsioonisisemed dokumendid, mille põhjal on võimalik teha analüüsi. Teiseks, ekspediitori partnerettevõtted on juba teatud määral rakendanud süsteemi, mille põhjal raporteeritakse heitkogustest. See tähendab, et on võimalik analüüsida raporteid ja teha koondi olemasolevate lahenduste parameetritest ning arvutuste meetodikatest. Kolmandaks, üksuse tegevus on seotud kindla äriprotsessiga, mis on kvantitatiivselt mõõdetav ja analüüsitav. Sellest tulenevalt on oluline määrata üksuse tegevuse asukoht uurimuse fookuses, selleks kasutab autor joonist 3.1.1.

Joonis 3.1.1. Uuringu äriprotsessid ja andmete kihid. Autori poolt koostatud



Uurimuse fookuses asub transpordiüksuse tegevus kõige ülemisel tasemel - äriprotsesside tase. Tegemist on abstraktse tasemega, kuhu liigitatakse kõik ettevõtte äriprotsessid koos nende tegevustega. Abstraktsiooni eesmärk on visualiseerida joonisel, millistel tasemetel tehakse analüüsi ja millistel tasemetel eeldatakse süsteemi tehnilist implementeerimist.

Analüüsi skooopi kuuluvad äriprotsessi ja nendest tekkivate andmete tase. Täpsemalt aga analüüsitakse transpordiüksuse protsesside kõiki tegevusi, mis initsieerivad mistahes heitkoguse statistikaga seotud dokumente. Arusaam tegeliku infovoo kohta on antud töös kriitiline, kuna sellest sõltub andmeanalüüsi fookus. See tähendab, et nimetatud fookusesse peavad jääma kõik heitkoguse aruandlusega seotud protsessid, et uurimus kataks kõiki tegureid ja aktoreid (inimesed või süsteemid, mis käivitavad protsesse).

Andmete taseme analüüsi juures on arukas vaadata mitu aspekti. Kuna organisatsiooni infovoogusid on keeruline eraldada struktuurseteks gruppideks, siis kasutab autor andmete taseme analüüsiks järgmisi põhimõtteid.

1. Infovoog peab olema seotud ainult transpordiüksusega, mis kuulub uurimuse fookusesse.
2. Infovoos sisalduvate andmete profiil peab olema seotud transpordist tuleneva heitkoguse temaatikaga.
3. Analüüsitakse dokumentide (raportide) formaati, struktuuri ja loogilist ülesehitust.
4. Võetakse arvesse igas andmevormingus olevaid dokumente. Antud punkt annab võimaluse mitte ainult välja pakkuda dokumendi ülesehitust, vaid ka andmevormingute ühtlustamist. Mida vähem süsteemid vahetavad erinevaid vorminguid, seda kiirem ja suurema veakindlusega on infovahetusprotsess.
5. Analüüsitakse dokumentide saatjaid ja vastuvõtjaid. Eriti oluline on antud punkti juures defineerida, millistes infosüsteemides dokumente luuakse ja millistes andmebaasides viimaseid salvestatakse. Sellest tulenevalt on võimalik teha ettepanekuid infosüsteemide optimeerimiseks ja riskasutuseks.

Tarkvara ja riistvara taset magistritöö mahupiirangu tõttu ei vaadelda. Küll aga viiakse läbi analüüs lähtuvalt infotehnoloogia headest tavadest ja kasutatakse analüüsimeetodeid, mille abil valmistatakse ette tehnilist dokumentatsiooni mistahes infosüsteemi jaoks - ei oma vahet, kas arendatakse uus infosüsteem, liidestatakse heitkoguse arvutusmudel olemasolevasse infosüsteemi või arendatakse kontoritarkvara abil kompleksne analüüsidokument (nt *MS Exceli* [33] näol). Iga stsenaariumi korral saab nimetatud dokumentatsiooni kasutada tehnilise lahenduse implementeerimiseks.

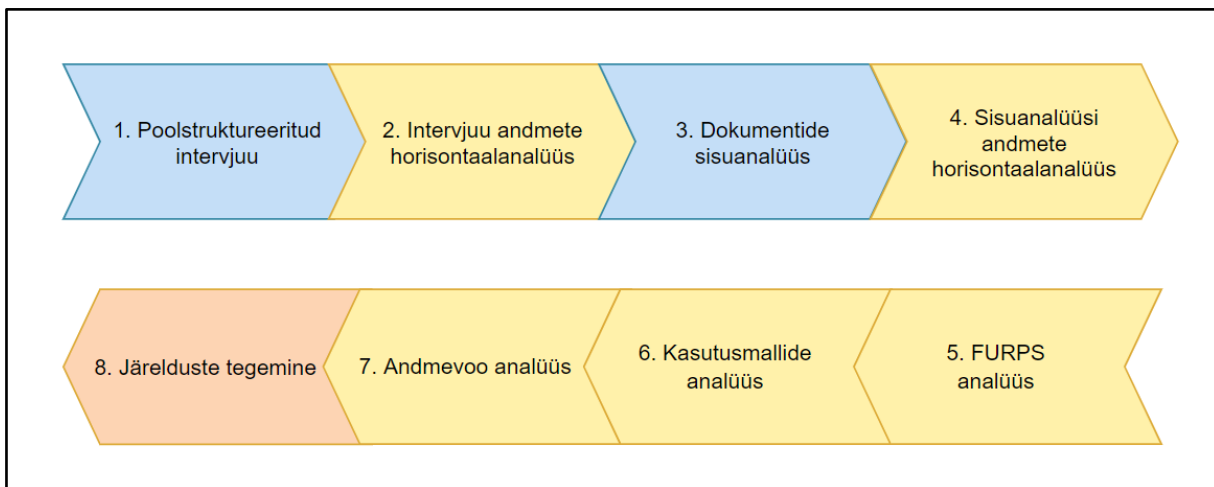
Uuringu skoobis rakendatakse kombineeritud kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid meetodeid. Joonisel 3.1.2. kirjeldatakse analüüsi etapilist jaotust. Metoodika struktuuris kasutab autor andmete kogumise ja andmeanalüüsi meetodeid. Käesolevas magistritöös kasutatakse järgnevaid andmekogumismeetodeid (joonisel 3.1.2. märgitud sinise värvitooniga).

1. Poolstruktureeritud intervjuu [34]
2. Dokumentide sisuanalüüs [35]

Uurimisülesannete täitmiseks kasutatakse järgmisi andmeanalüüsi meetodeid (joonisel 3.1.2. märgitud kollase värvitooniga).

1. Horisontaalanalüüs (ingl.k. *Cross-Case analysis*) [36]
2. Süsteemi nõuete analüüs kasutades *FURPS* mudelit [37]
3. Süsteemi funktsionaalsuse analüüs kasutusmallide abil (ingl.k. *Use Case Analysis*) [38]
4. Andmevoo analüüs kasutades andmevoo diagrammi (ingl.k. *Data Flow Analysis*) [39]

Siinkohal on oluline mainida, et meetodeid ei teostata ülaltoodud järjekorras, st ei teostata kõigepealt ainult andmekogumismeetodeid ja seejärel andmeanalüüsimeetodeid, vaid järgitakse joonisel 3.1.2. esitatud järjestust. Kõigepealt teostatakse intervjuude kui primaarallikate analüüs, sest intervjuudest saadud ekspertide andmete põhjal on võimalik paremini disainida dokumentide sisuanalüüsi, võttes arvesse ekspertide arvamust dokumentide (tekstide) valikul.



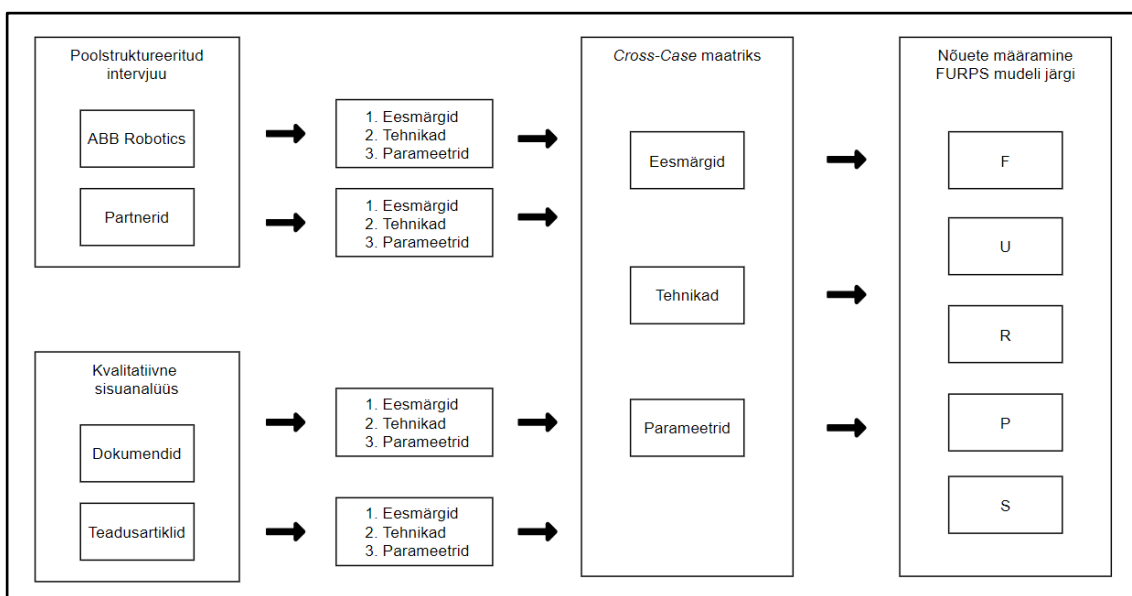
Joonis 3.1.2. Andmete kogumise ja analüüsi etapid (järjestatud). Autori poolt koostatud

Pärast seda, kui andmekogumismeetodid on läbi viidud ja nende andmed on horisontaalanalüüsiga analüüsitud, teostatakse ülejäänud andmeanalüüsimeetodid: *FURPS*, kasutusmallide ja andmevoo analüüsid. Viimase etapina tehakse järeldused (joonisel 3.1.2.

märgitud oranž värvitooniga) ja tuuakse välja peamised analüüsi tulemused. Järelduste tegemine ei ole antud uurimuse raames andmekogumise- ega andmeanalüüsimeetod, vaid on analüüsi kokkuvõtlik ja oluline osa.

3.2. Andmekogumismeetodid

Uurimuse üks kriitilisematest osadest on andmekogumisprotsess. Käesoleva magistritöö raames kasutatud andmekogumismeetoditest saadud andmed formuleerivad heitkoguse arvutuse mudeli lähteparameetrid ja arvutusmetodoloogia. Magistritöö analüüsi esimene samm on andmekogumine ja selle protsessi loogika on esitatud joonisel 3.2.1.



Joonis 3.2.1. Andmekogumismeetodite kasutamise disain [34] Autori poolt koostatud

Analüüsi esimeseks etapiks on poolstruktureeritud intervjuu läbiviimine. Nimetatud protsessi väljundiks on kategoriseeritud andmed arvutusmudeli eesmärkide, meetodite ja parameetrite kohta. Paralleelselt sellega viiakse läbi kvalitatiivne sisuanalüüs, mille väljundiks on samuti kategoriseeritud andmed.

Joonisest 3.2.1. on võimalik näha, et kvalitatiivse sisuanalüüsi ja poolstruktureeritud intervjuu meetoditest väljundid on samasuguse struktuuriga. Sellega saavutatakse võimalus andmeid ühte moodi mõõta ja omavahel kindlaksmääratud kriteeriumite alusel võrrelda. Andmete ühtlane struktuur aitab paremini aru saada kuivõrd erinevalt kirjeldatakse magistritöö skooopi kuuluvaid lahendusi ja nende parameetreid.

Andmete kategoriseerimist on tarvis selleks, et viia läbi horisontaalanalüüs *Cross-Case* maatriksi abil, mis omakorda on sisendiks süsteemi nõuete analüüsiks *FURPS* mudeli järgi. Sellest tulenevalt pööratakse suurt tähelepanu andmekogumismeetodile, sest nende kvaliteedist, objektiivsusest ja sisust sõltub kogu andmeanalüüsi tulemus.

3.2.1. Poolstruktureeritud intervjuu

Magistritöö üks olulisematest andmekogumismeetoditest on poolstruktureeritud intervjuu. Nimetatud meetod valiti seetõttu, et intervjuu abil on võimalik esitada ettevalmistatud küsimusi isikule, kes otseselt asub käesoleva magistritöö uurimuse skoobis [32]. Sellest tulenevalt on võimalik saada tulevase süsteemi kasutajalt infot selle kohta, milline süsteem peab lõpuks välja nägema ja millist konkreetset kitsaskohta viimane parandama peaks.

Poolstruktureeritud intervjuu kasutamisel on mitu eelist, kuid eeliste kasutamiseks on tarvis läbiviijalt situatsioonitaju. Esiteks, on võimalik kasutada ettevalmistatud küsimusi. See annab võimaluse kujundada vestluse struktuur selliselt, et see vastaks magistritöö uurimisülesannete täitmise loogikale, nimelt struktureerida küsimuste ja vastuste paari teatud uurimisülesande (või selle osa) täitmise tarbeks. Teiseks, poolstruktureeritud intervjuu abil on võimalik esitada suunavaid küsimusi. Nimetatud eelis annab olulise paindlikkuse juhul, kui autor vajab esitada lisaküsimusi intervjuu käigus välja tulnud uute üksikasjade kohta, mis omakorda võivad osutada uurimuse jaoks tähtsateks ja mida intervjuu läbiviija ei osanud intervjuu ettevalmistamise ajal ette näha. See tähendab, et poolstruktureeritud intervjuul ei ole piiranguid küsimuste arvu kohta, mis lisab olulisel määral paindlikkust [39].

Lisaks eelnevale, poolstruktureeritud intervjuu küsimusi on võimalik ümber sõnastada juhul, kui ettevalmistatud küsimuse sõnastus ei ole intervjuueeritavale arusaadav. Tähtis on see, et on lubatud küsimuste järjekorra muutmine intervjuueerimise ajal, mistõttu autor ei ole seatud rangetesse piiridesse [39].

Eeltoodut arvesse võttes on võimalik tähele panna, et poolstruktureeritud intervjuul kui andmekogumismeetodil on mitu eelist, kuid see ei tähenda, et viimasel ei esine puudusi. Üheks suureks puuduseks on ajaline maht, mida tuleb planeerida intervjuu ettevalmistamisel, läbiviimisel ja saadud andmete analüüsimisel. Nimetatud protsess nõuab korralikku ajaplaneerimist ja tegevuste läbimõtlemit. Kuna küsimuste arv ei ole piiratud, siis alati peab

planeerima intervjuu läbiviimise ja andmete analüüsi faasi täiendavat ajalist puhvrit. Sellest tulenevalt ei tea intervjuueerija kunagi, kui palju aega kulub intervjuu läbiviimiseks [32].

Nagu on võimalik tähele panna eeltoodust, siis eeldab poolstruktureeritud intervjuu läbiviimine ettevalmistust. Selleks, et viia läbi poolstruktureeritud intervjuu, koostas autor intervjuu kodeerimisjuhendi (vt tabel 3.2.1.).

Põhikategooria	Alamkategooria	Koodid	Intervjuu küsimuse nr
1. Eesmärgid	1.1 ABB	1.1.1 Äriprotsessid	3, 4, 7
		1.1.2 Keskkond	5, 22
	1.2 Partnerid	1.2.1 Äriprotsessid	8
		1.2.2 Keskkond	13, 14, 17, 22
2. Metoodikad	2.1 Formaati	2.1.1 Lähenemine	9, 14, 15, 16, 20, 21
		2.1.2 Komponendid	6, 19
	2.2 Valemid	2.2.1 Struktuur	9
		2.2.2 Algoritmid	9
3. Parameetrid	3.1 Sisendid	3.1.1 Allikas	11, 12, 13, 15
		3.1.2 Tüüp	10
	3.2 Väljundid	3.2.1 Allikas	11, 19
		3.2.2 Tüüp	10, 18, 19

Tabel 3.2.1. Intervjuu kodeerimisjuhend [36] Autori poolt koostatud

Intervjuu küsimused grupeeriti kolme rühma: mudeliga saavutatavad eesmärgid, arvutusmudelil kasutatavad metoodikad ja tehnikad ning arvutustes kasutatavad parameetrid. Küsimuste grupeerimine aitab koondada intervjuueeritavate käest saadud andmed loogilise struktuuri järgi. Iga rühm esindab intervjuu kindlat valdkonda ja koondab endasse alagruppe. Iga poolstruktureeritud intervjuu küsimus määratakse kindlasse alamgruppi, st iga küsimuse vastus kannab endas informatsiooni, mida on tarvis uurimisülesande või selle osa täitmiseks

(vt lisa 2). Intervjuu küsimustele vastuseid saab hiljem analüüsida *Cross-Case* maatriksi abil ehk teostada horisontaalset analüüsi, mille käik seletatakse lahti andmeanalüüsi meetodite osas [36].

Intervjuu valimisse kuuluvad *ABB Robotics* töötajad ja nimetatud üksuse partnerid, kes otseselt on seotud heitkoguse statistika analüüsimisega. Tulenevalt sellest, et heitkoguse arvutamise mudel peab tulevikus sobima nii ettevõttele kui ka partneritele, siis mõlema osapoolse arvamuse teada saamine on oluline. *ABB Robotics* ettevõttes intervjueritakse: Jurgen Bussert, Transport ja Logistikajuht, *ABB Robotics SE*; Jonathan Vaisbrot, Globaalne Transpordi Hangete juht, *ABB Motion*; Maria Timofejeva, Euroopa Transpordi ja Logistika Hangete juht, *ABB Robotics*.

3.2.2. Sisuanalüüs

Sisuanalüüsi näol on tegemist kvalitatiivse andmekogumismeetodiga, mida kasutatakse laialt juhtumiuuringutes. Täpsemalt aga on tegemist dokumentide analüüsiga, mille abil grupeeritakse dokumendi ehk allika teksti lõigud ettenähtud kategooriatesse. Iga kategooria, analoogselt poolstruktureeritud intervjuu kodeerimisjuhendile, esindab kindlat valdkonda ja on omakorda jaotatud alamgruppidesse. Sellest tulenevalt kasutatakse dokumentide analüüsimisel sama kodeerimisjuhendit nagu intervjuu küsimuste puhul (vt tabel 3.2.1.) [35].

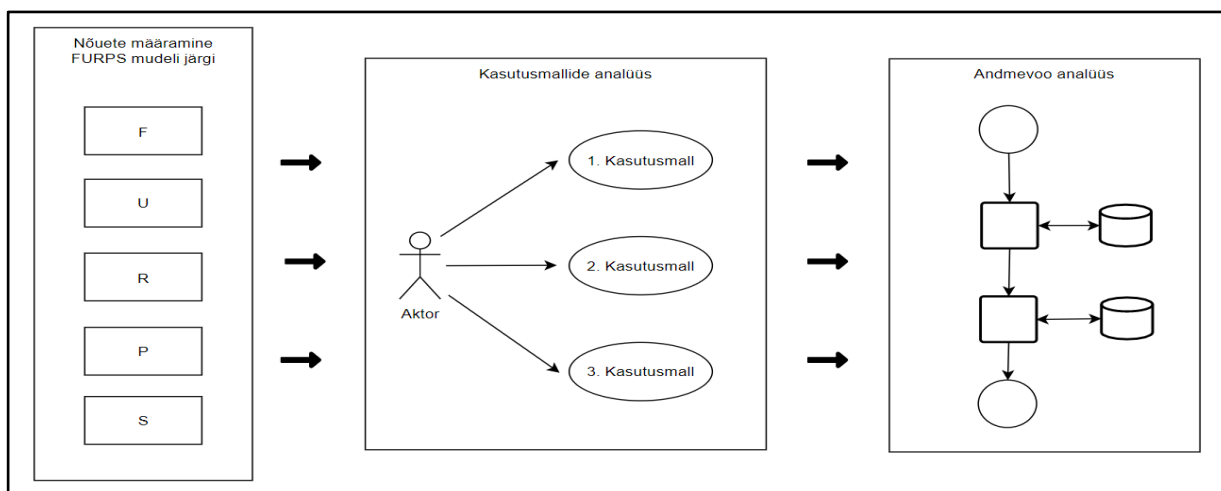
Selleks, et viia läbi sisuanalüüsi, määras autor kriteeriume, millele peab vastama analüüsitav allikas:

1. Käsitleb informatsiooni veonduses kasutatavate tehnoloogiate kohta, mille eesmärgiks on heitgaaside raporteerimine või sellekohase statistika koostamine.
2. Käsitleb seadusi, direktiive, standardeid või kokkuleppeid heitkoguse raporteerimise, vähendamise või analüüsimise kohta.
3. *ABB Robotics* või koostööpartnerite organisatsiooni dokumendid, mis sisaldavad informatsiooni hetkel kasutuses oleva või tulevikus planeeritava heitkoguse raporteerimise süsteemi kohta.
4. Käsitleb heitkoguse parameetreid ja nende arvutuse meetodeid (loogika, algoritmid ja valemid).

Autor viib läbi dokumentide sisuanalüüsi selleks, et täiendada poolstruktureeritud intervjuudest saadud andmeid. Selle abil kaasatakse uurimusse informatsiooni maailmas kasutatavate praktikate kohta, mida *ABB Robotics* spetsialistid ei maini. Lisaks eelnevale, dokumentide sisuanalüüs on tõhus meetod intervjuudes väljatoodud uue dokumentatsiooni analüüsimiseks, mis lisab uurimistööle põhjalikkust ja mitmekülgust.

3.3. Andmeanalüüsimeetodid

Andmekogumisprotsessi järgselt teostab autor andmete analüüsi. Selleks kasutatakse nelja erinevat meetodit. Esimeseks andmekogumismeetodiks on horisontaalanalüüs, mille abil analüüsitakse poolstruktureeritud intervjuu ja sisuanalüüsi andmeid (vt joonis 3.2.1.). Nagu nimetatud joonisest on näha, võtab horisontaalanalüüs kokku kahe eelneva meetodi tulemused, moodustades selleks sisendi *FURPS* analüüsi tarbeks.



Joonis 3.3.1. Andmeanalüüsi meetodite kasutamise disain [37]

FURPS mudeli alusel grupeeritakse heitkoguse arvutuse analüüsi mudelile kehtestatud nõudeid vastavalt metodikale, mida kirjeldatakse täpsemini järgmistes magistritöö osades. Kui *FURPS* analüüs on teostatud, viib autor läbi kasutusmallide analüüsi, kirjutades lahti mudeli põhilise funktsionaalsuse (vt joonis 3.3.1). Nimetatud analüüsi protsesside jada komponent on andmevoo analüüs, mille abil tehakse ettepanek *ABB Robotics* veondusega seotud üksuse andmevoo organiseerimise osas, mille abil oleks kõige efektiivsem vahetada ja hoiustada heitkoguste raportite andmeid.

3.3.1. Horisontaalanalüüs

Magistritöö üheks andmeanalüüsi meetodiks on horisontaalanalüüs (ingl.k *Cross-Case Analysis*). Nimetatud meetodi abil on võimalik analüüsida mitut teksti korraga, mis teeb andmeanalüüsi meetodi juhtumiüleseks. Horisontaalanalüüsi meetod sobib käesoleva magistritöö uurimisstrateegiasse, kuna võimaldab samadel alustel analüüsida ja võrrelda omavahel poolstruktureeritud intervjuude ja sisuanalüüsi tulemusi [36].

Horisontaalanalüüsi läbiviimiseks on tarvis koostada *Cross-Case* maatriks, mis käesolevas magistritöös ühtib poolstruktureeritud intervjuude ja sisuanalüüsi kodeerimisjuhenditega. Analüüsi ajal võrreldakse eelnimetatud meetodite tulemusi, et saada tulemuseks süsteemi nõuete kogum. Meetodi põhiliseks eeliseks on võimalus koondada erinevatest allikatest informatsiooni ja selle võrdlemise teel teha valik arendatava heitkoguse raporteerimise süsteemi arvutuste metodoloogia, parameetrite ja algoritmide osas. Oluline on mainida, et horisontaalse analüüsi tulemused on üldistatud kujul, et tagada võimalus andmete eksponeerimiseks [36].

3.3.2. Süsteemi nõuete analüüs

Käesoleva magistritöö üheks oluliseks väljundiks on heitkoguse aruandluse süsteemi tehniline kirjeldus, mis hõlmab endas süsteemi funktsionaalseid ja mittefunktsionaalseid nõudeid. Nimetatud nõuded on kriitilise tähtsusega *ABB Robotics* töötaja jaoks, kes hakkab nimetatud süsteemi tehniliselt realiseerima. Selleks, et kirjeldada nõudeid standardiseeritud kujul, kasutatakse *FURPS* mudelit. See tagab süsteemi nõuete arusaadavust ja vähendab väärmõistmise tõenäosust. Lisaks eelnevale, mudel sisaldab endas erinevaid analüüsi komponentide grupe, mis aitab koostada täiuslikuma nõuete komplekti [37].

FURPS mudelit kasutatakse süsteemi kirjelduse tegemiseks, et iga arendaja, analüütik või mistahes muu süsteemi realiseerija saaks aru süsteemi nõuetest. Selleks, et süsteemi nõuded oleksid struktureeritud, kasutatakse *FURPS* mudelis järgmisi nõuete grupe [37].

1. *F (Functionality)* - süsteemi funktsionaalsus ehk tegelikud funktsioonid, mida kasutaja saab käivitada (nt teatud perioodi statistiliste andmete genereerimine). See on ainus

funktsionaalseid nõudeid kirjeldav mudeli komponent, ülejäänud komponente nimetatakse mittefunktsionaalseteks.

2. U (*usability*) - süsteemi kasutatavus (nt raportite formaat ja ülesehitus, funktsiooni nappude asukoht), süsteemi dokumentatsiooni nõuded.
3. R (*reliability*) - süsteemi töökindlus, vigade esinemise tõenäosus, arvutuste täpsus ja süsteemi kättesaadavus.
4. P (*performance*) - süsteemi töötamise kiirus, ressursside kasutus (nt andmebaaside kasutus ja ligipääs koostööpartneri võrgule või ressurssidele).
5. S (*supportability*) - süsteemi testitavus, modulaarsus, arendatavus ja adaptiivsus olemasolevates infosüsteemides ja (arvutisüsteemide) infrastruktuuris.

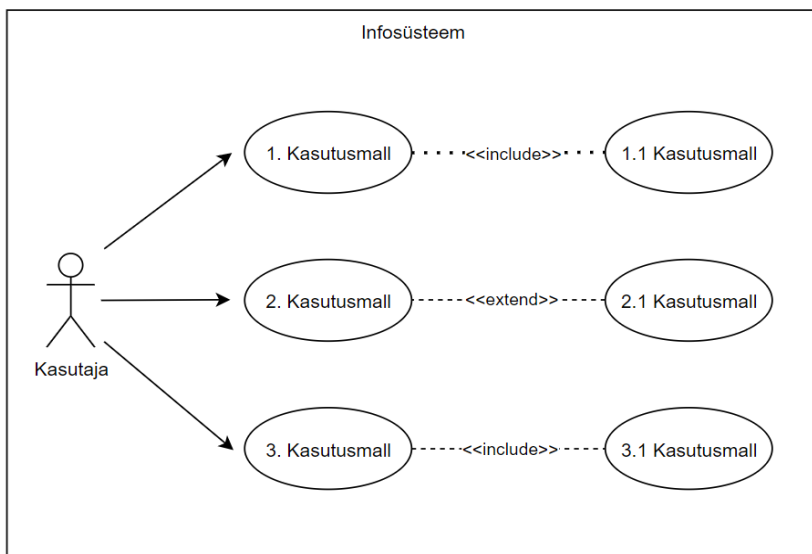
Nimetatud gruppide kasutamine süsteemi nõuete koostamisel on suunatud koostööpartnerite (ekspedeerijate) ja *ABB Robotics* üksuse vahelisele infovahetusele. See tähendab, et raporteerimissüsteemi nõuete koostamisel võetakse arvesse nõudeid ja soove, mida mõlemad osapooled tähtsamaks peavad. Nimetatud asjaolu on võimalik saavutada poolstruktureeritud intervjuude kaudu.

FURPS analüüsi põhifookuses on funktsionaalsuse kirjeldamine, nimelt parameetrite ja valemite defineerimine, mille abil tehakse heitkoguste arvutused. Nimetatud mudeli komponent dikteerib suures osas teiste komponentide konfiguratsioone. Nt kui on tarvis arvutuste jaoks kasutada parameetreid, mis asuvad kliendi andmebaasis, siis selleks on vaja ka ligipääsu ja võimalust pärida andmeid. See omakorda mõjutab süsteemi testitavust, arendatavust ja töökindlust. Lisaks eelnevale, funktsionaalsed nõuded on aluseks kasutusmallide koostamiseks.

3.3.3. Kasutusmallide diagramm

Käesoleva magistritöö üheks andmeanalüüsi meetodiks on süsteemi analüüs kasutades kasutusmallide diagrammi (ingl.k *Use Case Diagram*). Selleks, et süsteemi implementeerija saaks paremini aru, kuidas jaotatakse arendatav funktsionaalsus ja kes on süsteemi aktoriks (inimene või arvuti), kasutatakse laialt levinud kasutusmallide diagrammi.[38]

Nimetatud diagramm projekteeritakse kasutades ühtset UML modelleerimiskeele (ingl.k *Unified Modeling Language*). Unifitseeritud modelleerimiskeelt kasutatakse süsteemide spetsifitseerimiseks ja visualiseerimiseks. Magistritöös kasutatakse UML notatsioone ainult kasutusmalli ja aktori vahelise relatsiooni defineerimiseks. Lisaks kasutatakse UML-spetsiifilist loogikat, diagrammi ülesehitust ja ikoone. [*Ibid*]

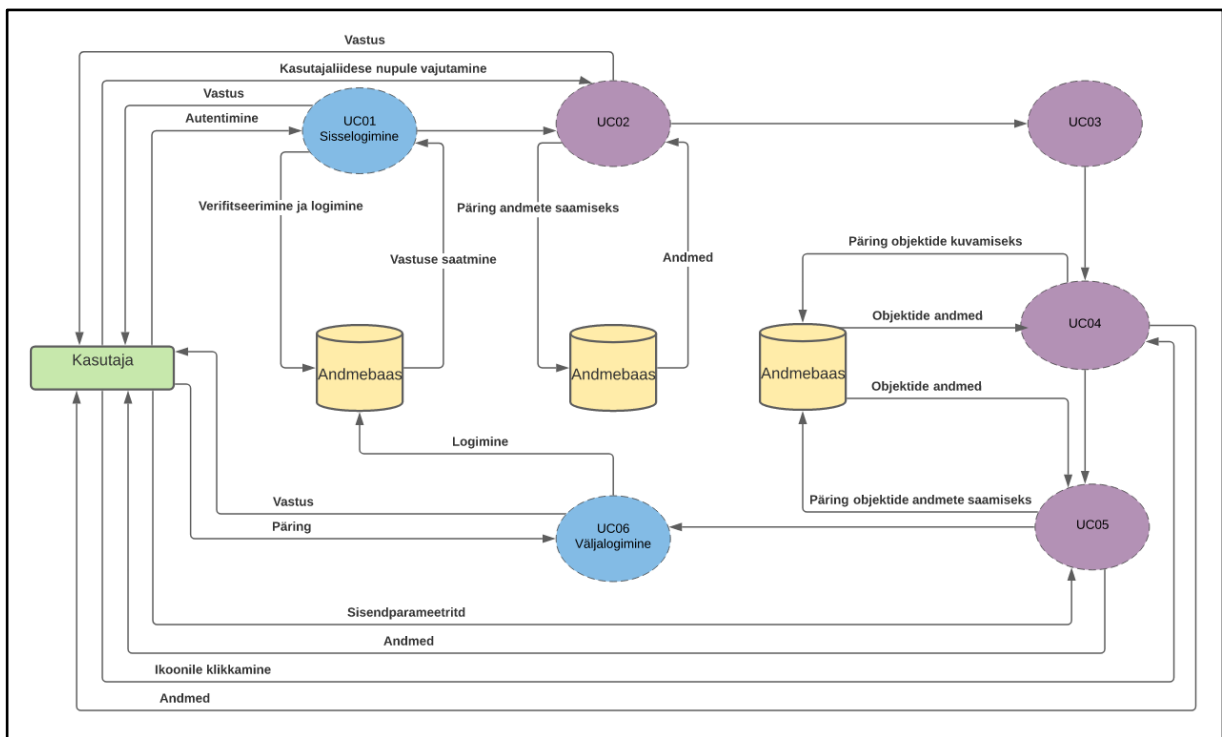


Joonis 3.3.3. Kasutusmalli diagramm [38] Autori poolt koostatud

Joonisel 3.3.3. esitatakse lihtsustatud näide kasutusmallide diagrammist. Oluline on defineerida diagrammis kasutatud ikoone ja relatsioone. Vasakul asub aktor, kes antud juhul on süsteemi kasutaja, kuid võib olla mõnel juhul tegemist süsteemi või organisatsiooni või selle üksusega. Keskel asuvad ovaalikujuulistes ikoonides süsteemi funktsiooni sõnastused. Funktsiooni all mõeldakse konkreetset loogiliselt eraldatud süsteemi funktsionaalsuse komponenti. Funktsionaalsus võib käivitada teisi funktsioone (märgistatud punktiirjoontega). Termin *Include* tähendab olukorda, kus funktsionaalsuse kasutamisel käivitatakse automaatselt järgmine süsteemi funktsioon (nt sisselogimisel tehakse alati autentimist). Termin *Extend* viitab olukorrale, kus tegevus järgneb teatud tingimustel (nt veateate ilmumine juhul, kui sisestati vale parool).

3.3.4. Andmevoo diagramm

Süsteemi kirjeldamise viimaseks etapiks on andmevoo diagrammi koostamine (ingl. k. *Data Flow Diagram*). Nimetatud diagrammi koostamise eesmärgiks on visualiseerida mudeli funktsionaalsuse seos erinevate komponentidega, mida on vaja süsteemi tööks. Nimetatud komponendid ei pruugi asuda kasutaja võrgus, seega on eriti oluline see identifitseerida ja tehnilise realisatsiooni eest vastutavale isikule näidata. [39]



Joonis 4.3.3. Andmevoo diagramm (ingl. k. *Data Flow Diagram*) [39] Autori poolt koostatud.

Andmevoo diagrammi näitega on võimalik tutvuda joonisel 3.3.4. Eeltoodud diagrammil on näha süsteemi funktsioone, millele nummerdamisel kasutatakse prefiks UC (ingl. k. *Use Case*, kasutusmall) ja järjekorra number. See on hea tava kasutusmalli nimede loomiseks ja teeb kasutusmallidele viitamise mugavamaks. Diagrammil esitatakse peamised komponendid, mille detaile ei kirjeldata. Sellest tulenevalt on võimalik ühelt diagrammilt näha kogu süsteemi toimimise algoritmi loogikat ja süsteemi komponente. Näites esitatakse kasutusmallid erinevate värvidega - sellega on võimalik eristada süsteemi tuumfunktsionaalsust ja süsteemi

toetavat funktsionaalsust. Näiteks joonisel on toetavaks funktsionaalsuseks sisselogimine ja väljalogimine, kõik teised kasutusmallid on seotud süsteemi tuumfunktsionaalsusega.[39]

Lisaks eelnevale on andmevoo diagrammi abil võimalik näha toimimise algoritmi. Kasutusmallid on seatud järjekorda, mida on võimalik jälgida relatsioonide abil (nooled kasutusmallide ja süsteemi komponentide vahel). Noolte suund näitab andmevoo suunda ja päringu või vastuse kirjeldust (ilma detailideta). [39]Andmevoo diagrammis kasutatavate ikoonide legend asub lisas 3.

Autor on veendunud, et kasutatud meetodid tagavad võimaluse saada uurimisülesannete lahendamiseks vajalikud andmed, kuna andmekogumismeetodid hõlmavad endas primaar- ja sekundaarallikaid *ABB Robotics* töötajate ja erinevate dokumentide näol. Andmeanalüüs viiakse läbi kaasates tulemusi mõlemast andmekogumismeetodist, st aruandluse süsteemi nõuete määramisel lähtutakse nii ettevõtte vajadustest kui ka maailmas realiseeritud praktikatest. Sellest tulenevalt ei lahenda aruandluse süsteem ainult kitsa valdkonna probleemi, vaid on toeks kogu *ABB* kontsernile ja paljudele ettevõtetele üle maailma.

Meetodika on väljatöötatud tihedas koostöös ettevõttega, mille tulemusel defineeritakse ettevõtte konkreetsed ootused ja vajadused aruandluse süsteemi suhtes. Süsteemi peamist funktsionaalsust kirjeldatakse vastavalt intervjuudes saadud vastustele, mistõttu magistritöös arendatavat lahendust saab kasutada *ABB Robotics* ettevõttes. Süsteemi nõuete kirjeldamisel ja formuleerimisel kasutatakse maailmas ja ka *ABB Robotics* ettevõttes tuntud meetodeid. . Sellest tulenevalt võib magistritöö analüüsi tulemusi pidada aruandluse süsteemi dokumentatsiooniks, mida saab otseselt rakendada süsteemi arendamisel.

4. ANALÜÜS JA SÜNTEES

4.1. Horisontaalanalüüsi tulemused

Horisontaalanalüüsi (Lisa 4) esimeseks osaks on eesmärgi kategooria tulemuste kirjeldamine. Intervjuudest tulenevalt on üheks tulemiks asjaolu, mille järgi *ABB Robotics SE* tarneahela strateegia aastateks 2023–25 näeb ette aruandlussüsteemi loomist, mis võimaldaks jätkusuutlikkuse monitooringut, raporteerimist ja analüüsi. Selleks on vajalik saada selged usaldusväärsed rahvusvaheliselt aktsepteeritavad CO₂ näitajad tarneahela toimimise hindamiseks ning oma klientidele ja partneritele esitamiseks. Arvutuse mehhanism peaks võimaldama ka tulemuse võrdlust teiste suurte sama valdkonna ettevõtetega. *ABB* jätkusuutlik tarneahel tugineb peamiselt transpordi ja logistika valdkonna optimeerimisele koostöös vedajatega. Tähtis on mainida, et vedaja valimisel peab süsiniku jalajälg olema sama tähtis komponent nagu transiidi aeg ja selle maksumus. Hetkel aga ei ole võimalik arvestada nimetatud komponendiga CO₂ näitajate puudumise tõttu. (Lisa 4)

Hetkeseisuga nõuab *ABB Robotics SE* lepinguliste veoteenuste pakkujatelt igakuist saadetiste statistikaaruannet ja tugineb ainult hankijate CO₂ andmetele, mis on saadud erinevate meetodite kasutamisel, mis takistab õuna ja õuna võrdlemist. Lepingulised teenusepakkujad kasutavad hetkel mõõtmise allikana peamiselt *EcoTransit* tarkvara lahendust, kuid peaks üles ehitama standardse raamistiku kõikide vedajate jaoks. Mõned partnerid väidavad, et osapoolte saadetised on juba CO₂-neutraalsed ja *ABB* ei saa kontrollida, kas see vastab tõele või mitte, kuna puudub täielik juurdepääs algandmetele, näiteks mis tüüpi sõidukit või laeva oli saadetise kohaletoimetamiseks kasutatud. Sarnane olukord paistab olevat ekspediitoritega, kellel pole täielikku juurdepääsu vedaja andmetele ja nende kontrollimiseks pole võimalust ega head tööriista. *ABB Robotics* soovib saada andmeid äripiirkonna tasemel ja seda ei saa globaalsed vedajad pakkuda. Hetkel põhineb aruanne kogu *ABB* saadetiste andmetel ja riigi tasandil ega ole jagatud äriüksuste kaupa. Erinevate vedajate aruannete kombineerimine on üsna aeganõudev, kuna arvutusmetoodika ja andmeformaadid on erinevad. (Lisa 4)

Teadusallikate uurimise käigus selgus, et lisaks vedajate poolt raporteerimisele oleks võimalik teostada tarneahela CO₂ heitkoguste eelhinnang (*Ex-Ante*). Seda oleks võimalik realiseerida *ABB* andmete ning keskmiste ja väikeste väärtuste põhjal. *Ex-Ante* eelhinnang on oluline prognoosimise ja eesmärkide püstitamise jaoks. Sellist lähenemist on soovitatav kasutada CO₂

aruandluse algaasis. Edaspidi on soovitatav tugineda tegelikel andmetel, mida peaksid veoettevõtjad igal aastal mõõtma. Vajalik on saada ettevõtte või vastava transporditeenuse kategooria jaoks konkreetne heitetegur, mis kujuneb välja järgmistest andmetest: kogu veetud kauba kaal, tegelikud läbisõidukaugused ja tarbitud kütuse tüüp ning kogus. Tegelikud heitetegurid annaksid ülevaate, kuidas muutus olukord teatud perioodi jooksul teatud transpordisõlmes. Lisaks annaks see võimaluse tõsta esile probleemset kohad, mis vajaksid lisameetmeid nagu piirangute püstitamine sõidukite vanusele, biokütuse kasutamise osakaalu määramine ja tühjade sõitude optimeerimise võimalused. (Lisa 5)

Tehnikate ja meetodikate kategoorias töid kõik intervjueritud *ABB* spetsialistid välja vahemaapõhilise meetodi, arvestades lokaalsetes süsteemides olevate andmetega: *ABB* ise ja ka vedaja ei oma täpseid kütusekulu andmeid iga saadetise kohta. Vedajad esitavad igakuiseid statistilisi aruandeid inglise keeles erinevates formaatides transpordiliikide kohta ja arvutavad CO₂ (kilogrammides) mõju saadetise tasemel. *ABB Robotics ERP* süsteemist on saadaval andmed saadetise alg- ja sihtpunktist, kaalu ja transpordiliigi kohta ning puuduvad andmed veoki tüübist, kütusest, sõiduki koormuse täituvusest ning tühjasõitude osakaalust. (Lisa 4)

Teadusallikatele tuginedes selgub, et CO₂ arvutamine ei ole keeruline, kui on teada erinevate transpordiliikide tegelik kütusekulu. Kaubasaatjal või ekspedeerijal kui kolmanda osapoole logistikateenuse pakkujal (ingl.k. *Third-Party Logistics; 3PL*) puudub äritegevuse olemuse tõttu otsene juurdepääs oma tarnijate esmastele andmetele. Vahemaapõhine lähenemine sobib just sellistes olukordades, kus suur osa veoteenuseid tehakse alltöövõtjatele kuuluvate sõidukitega. Vahemaapõhise lähenemise puhul on CO₂ arvutamiseks vajalikud järgmised parameetrid: saadetise kaal, andmed läbitud vahemaade või tonnkilomeetrite kohta (tonnkilomeeter võrdub kaal korda vahemaa). Need parameetrid seotakse seejärel heiteteguritega sõidukilomeetri või tonnkilomeetri kohta, et teha kindlaks, kui palju kasvuhoonegaase tekitab saadetise kohaletoimetamiseks. Arvutus peaks esitama CO₂ või CO₂e kujul kilogrammides või tonnides. (Lisa 5)

Parameetrite kategoorias toovad *ABB* spetsialistid esile järgmised tulemused. Aruande visualiseerimiseks on kasutusel *Power BI Dashboard* (üheleheline tööriist, mis visualiseerib andmeid hästi kujundatud graafikute ja diagrammidega, fokuseerides põhielementidele) ning *ABB Robotics* nõuab vedajatelt riigi tasandil kohalikku aruannet. Kuid tulevikus oleks soovitatav andmed esitada äriüksuse põhiselt - kontonumbri lõikes, kus iga kontonumber on seotud maksja ehk konkreetse tootmisasutusega (tehasega). Kriitilised andmed CO₂ arvutamiseks on *ABB* spetsialistide silmis: vahemaa, kaal, transpordiliik, kütus, seadmete kasutamine. Eeltoodud komponentide olulisus erineb veotüübist sõltuvalt. Näiteks

kiireloomulise (ingl. k. *Express*) saadetise kohaletoimetamiseks lennukiga on oluline ainult saadetise kaal, vahemaa aga ei ole antud juhul oluline. Saamas on tähtis lisada asjakohased parameetrid ja meetodikat tulenevalt transpordiliigist. Näiteks kütusetüüp ja -kulu on õhustranspordi puhul võtmeteguriks, kuid raudteeveo puhul kütusekulu ei peeta KHG heitkoguste hindamisel võtmeteguriks. Tulenevalt intervjuu vastuste analüüsist on selgelt näha vajadust vedajate-poolsete CO₂ arvutuste standardiseerimise järele, et võimaldada ka vedajate süsiniku jalajälje võrdlust. Lisaks vajab *ABB Robotics* soovitusi algoritmide ja valemit kasutamiseks erinevate transpordiliikide jaoks, et võimaldada arvutuste läbipaistvust. Täpsuse tasemed võivad erineda CO₂ eel- ja järelhinnangu puhul (*Ex-Ante* ja *Ex-Post*), kus *Ex-Ante* CO₂-heitme prognoosimisel kasutatakse keskmisi ja väikeväärtuseid ning *Ex-Post* CO₂-heite täpsusaste sõltub vedajate poolt raporteeritud andmetest, kui vedu on teostatud. (Lisa 4, 5)

4.2. Analüüs *FURPS* mudeli järgi

FURPS analüüsi tulemuse näol on tegemist funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete komplektiga, mida kasutatakse süsteemi arendamisel. Nõudeid defineeriti lähtuvalt intervjuude ja dokumentide sisuanalüüsi tulemustest, st nõuete määramisel lähtuti parimatest praktikatest ja eeldatava kasutaja soovidest.

Funktsionaalseid nõudeid defineeriti järgmiselt.

- 1) Süsteem arvutab CO₂ koguseid vahemaad arvestava lähenemise põhjal CO₂ heitme prognoosimiseks:
 - a) Võttes arvesse vahemaad, pakendi kaalu, heitetegurit sõltuvalt transpordiliigist ja kasutatud sõiduki tüübist.
- 2) Süsteem impordib *Exceli* dokumendi (vedaja raporti, mis järgib *EcoTransIT World KGH* heitkoguste arvutuse instrumenti) ja automaatselt sisestab vedaja raporti andmed funktsioonidesse arvutuste tegemiseks (andmede konsolideerimiseks ja summeerimiseks).
- 3) Süsteem võrdleb prognoositud ja vedaja sisestatud (tegelikud) CO₂ tulemusi ja visualiseerib tulemuse graafiku kujul.
- 4) Süsteem arvutab andmeid alg- ja sihtpunktide järgi ning visualiseerib tulemusi graafiku kujul.
- 5) Süsteem arvutab kontonumbri järgi ning visualiseerib tulemusi graafiku kujul.
- 6) Süsteem arvutab andmed transpordiliikide kaupa ja visualiseerib tulemusi graafikul.

7) Süsteemist on võimalik eksportida andmed *Excel* formaadis.

Lahenduse kasutatavuse kohta käivad nõudeid defineeriti järgmiselt.

- 1) Süsteem visualiseerib andmeid kasutades järgmisi graafikuid:
 - a) Prognoositud ja tegelikud CO2 andmed (*Line Diagram*). [33]
 - b) Kontonumbri, alg- ja sihtpunkti andmed visualiseeritakse *Line* ja *Column* kombineeritud diagrammil. Peab saama näha andmeid eraldiseisvalt, kontonumbri andmed eraldatuna alg- ja sihtpunkti andmetest.
 - c) Transpordiliigi järgi eraldatud andmed visualiseeritakse *Line Diagram* abil.
- 2) Vedaja peab kasutama järgmist formaati:
 - a) Dokumendi vorming on *Excel* dokument.
 - b) Vedaja arvutusmeetodid peavad olema kooskõlas *EcoTransitWorld* instrumendiga.
 - c) Kasutatakse struktuuri transpordiliigi kaupa.
 - i) CO2 arvutus teostatakse vahemaa põhiselt, kus võetakse arvesse sõiduki tüüp, kütuse tüüp, vahemaa ja pakendi kaal.
 - d) CO2 arvutuste tulemused esitatakse kilogrammides.

Süsteemi nõuded töökindluse osas on ära toodud allpool.

- 1) Süsteemis ja raportis kasutatavad tulemused on täisarvulised, ümmardatuna ülespoole.
- 2) Süsteem peab olema kättesaadav *ABB* töötajale.
- 3) Süsteemi arvutusi tehakse automaatselt iga kuu, sellest tulenevalt esitavad vedajad kuu kümnendaks päevaks aruandeid.
- 4) Süsteemi kasutatakse 10-25 kuupäeva vahemikus.
- 5) Raportite integreerimine süsteemi toimub manuaalselt *ABB* töötaja poolt (failide visuaalse kontrollimise eesmärgil). Tulevikus peab saama failide üleslaadimist automatiseerida (nt emaili serverite kaudu). Peale andmete integreerimist jäävad andmed andmebaasi.

Lahenduse ressursside kasutamise nõuded defineeritakse järgmiselt.

- 1) Süsteem kasutab *ABB* põhise andmebaasi raportite salvestamiseks ja lugemiseks.
- 2) Raportid sisestab *ABB* töötaja süsteemi. Raportid saadetakse kindlale organisatsiooni meiliaadressile.
- 3) Kliendi andmete valideerimiseks kasutatakse *SAP* andmeid, st ühendust *SAP* andmebaasiga. (viide *SAPi* tööriistale)

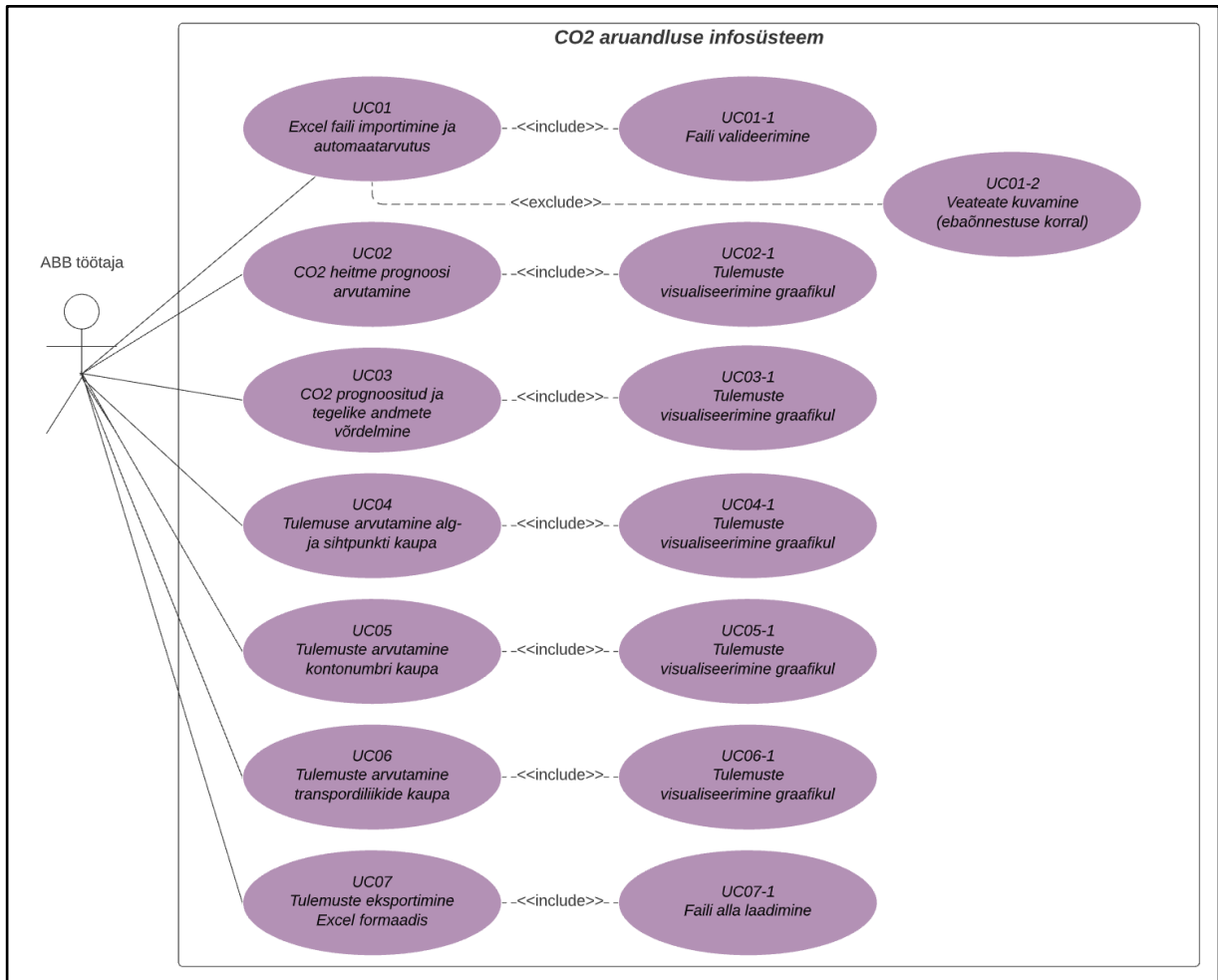
Süsteemi toetatavuse ja ühilduvuse nõuded on ära toodud allpoolt.

- 1) Süsteem ei ole liidestatud kliendi võrguga, st kogu andmevoog kasutajaliidese ja andmebaasi vahel toimub organisatsiooni sisevõrgus.
- 2) Süsteem töötab *Windows 10* operatsioonisüsteemil. Peab säilima valmidus töötamiseks vähemalt kolme järgmise versiooniga.

Võttes arvesse erinevaid infosüsteemi arenduse meetodikaid on oluline *FURPS* mudeli juures välja tuua asjaolu, kus süsteemi nõuete defineerimisel jäetakse arendajal võimalus esitada täpsustavaid küsimusi nõuete kohta. See annab võimaluse teha arendustöös arendustsükleid, kus igas tsüklis näidatakse vahetulemust kliendile ja tehakse täiendusi või korrekture.

4.3. Kasutusmallide analüüs

Kasutusmallide analüüs on tehtud lähtuvalt *FURPS* funktsionaalsetest nõuetest. Eesmärk on defineerida süsteemi funktsionaalsuse skoop, kus on lisaks funktsioonidele ära toodud ka kaasnevad süsteemi tegevused. Lisaks on oluline näidata, millist funktsionaalsust käivitab kasutaja. Analüüsi tulemused on esitatud joonisel 5.3.1.

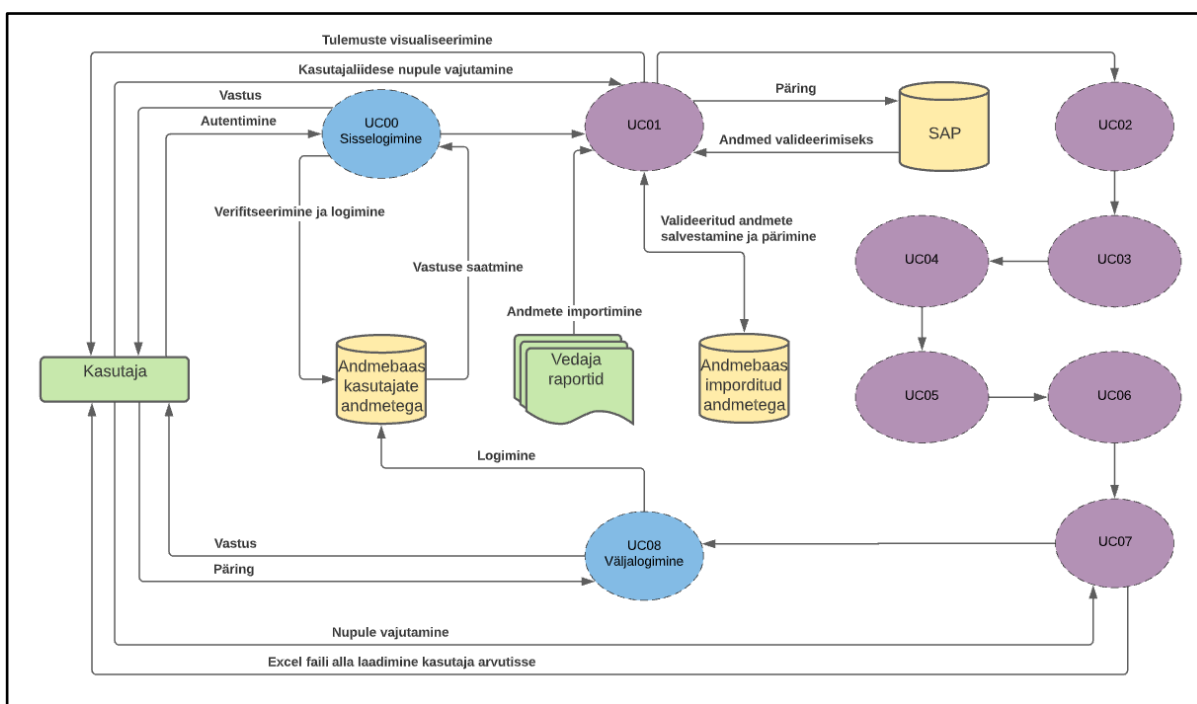


Joonis 5.3.1. Kasutusmallide diagramm. Autori poolt koostatud

Autor defineeris kokku seitse kasutusmalli (v.a infoturbe põhilised aspektid nagu sisse- ja väljalogimine). Igal kasutusmallil on oma kood algusega UC (*Use Case*) ja lühikirjeldus. UC01 kirjeldab faili importimist ja valideerimist. UC02-UC06 (k.a) kirjeldavad arvutuste tegemist erinevate parameetrite kaupa, nagu näiteks tulemuste arvutamine alg- ja sihtpunkti või transpordiliikide kaupa. Nimetatud kasutusmallide tulemuseks on graafik, mille abil saab kasutaja teha visuaalset analüüsi. UC07 defineerib arvutatud tulemuste eksportimist *Excel* faili vormingus.

4.4. Andmevoo analüüs

Analüüsi tulemusel selgus, et lahendus hõlmab endas seitse äriprotsessi kuuluvat funktsiooni ja kaks infoturbealast funktsiooni (UC00 ja UC08), vt joonis 5.4.1. Süsteemi käivitamisel on vaja sisse logida, mille tagajärjel teostatakse kasutaja andmete verifitseerimine. Kui kasutaja on verifitseeritud, siis on võimalik kasutada süsteemi äriprotsessiga seotud funktsionaalsust. Siinkohal on oluline mainida, et kui soovitakse implementeerida lahendust kasutades *Exceli* faili, siis on vaja läbi mõelda, kuidas tagatakse faili kättesaadavus ja kasutamine kindlate isikute poolt.



Joonis 5.4.1. Süsteemi andmevoo diagramm. Autori poolt koostatud.

Andmevoog saab alguse UC01 funktsiooni juures, kus teostatakse vedaja raporti importimine ja selle valideerimine SAP andmebaasi poolt ning uute andmete salvestamine andmebaasi või failiserverisse (juhul, kui kasutatakse failipõhist andmete hoiustamise viisi). Pärast on võimalik kasutada valikuliselt UC02-UC06, kus kasutatakse süsteemis olevaid andmeid, st uusi andmeid ei teki, vaid teostatakse erinevaid arvutusi kasutades juba olemasolevaid andmeid. UC07 juures on võimalik vajadusel arvutatud tulemused alla laadida faili põhiselt, kasutades *Exceli* formaati.

4.5. Järeldused ja ettepanekud

Esimese sammuna pakub autor keskenduda kahele esimesele uurimisküsimusele, mis puudutavad heitkoguse aruandluse süsteemi koostamiseks vajalikke parameetreid, valemid ja suhtarve. Uurimusest pärinevate andmete põhjal on võimalik koostada CO₂ prognoosi arvutuste mudel, mis võimaldaks arvutada tulevase perioodi (nt aasta) heitkoguse prognoosi ja seada KHG eesmärk kindla transpordiliigi jaoks. Tulenevalt intervjuudest ja teadusallikate analüüsist teeb autor KHG heitkoguste prognoosimiseks ettepaneku kasutada vahemaapõhilist lähenemist kasutades kesk- ja väikeväärtuseid, mis on kooskõlas EN 16258 standardiga. Vastav valem (1.2.2.) on toodud allpool. CO₂ heitkoguste prognoosi kalkuleerimiseks on vaja eelmise aasta vedude statistilisi andmeid: saadetud kaupade kaal, läbitud vahemaa, transpordiliik ning asjakohased heitetegurid, mis olid toodud tabelis 1.2.2.

(1.2.2.)

$$\text{Vahemaa} \times \text{kaal} \times \text{heitetegur} = \text{CO}_2$$

kus vahemaa - saadetise läbitud vahemaa kilomeetrites

kaal - saadetise kaal kilogrammides

heitetegur tonnkilomeetri kohta

CO₂ - heitkogused kilogrammides

Siinkohal on tähtis välja tuua, et sellise prognoosi täpsus on ligikaudne ja annab indikatiivse ülevaate, mitte aga tegelikud CO₂ heitkogused. Saadud indikatiivsed väärtused toetavad kasvuhoonegaaside heitkoguste astmelise vähendamise strateegiat. Sellise meetodi rakendamine annab vastuse kolmandale uurimisküsimusele ning toetab ka ABB üksuste lühija pikaajalisi eesmärke ökoloogilise jalajälje vähendamiseks.

Tegeliku (*Ex-Post*) süsiniku jalajälje määramiseks pakub autor kasutada konkreetset arvutusvahendit eesmärgiga standardiseerida kõikide vedajate CO₂ raportite sisu. Antud töö kirjutamise käigus selgus, et KHG heitkogused on mõjutatud paljude tegurite poolt ning lihtsa valemi koostamine iga transpordiliigi jaoks ei ole võimalik. Seega peale teadusallikate ja vedajate raportite uurimist tuuakse välja usaldusväärne, standarditega kooskõlas ja laialt levinud instrument *EcoTransIT World*. Selline valik on põhjendatud ka asjaoluga, et enamus ABB Robotics vedajatest kasutab mainitud heitkoguste arvutamise tarkvaralahendust. Samasuguse lahenduse kasutamine kõikide vedajate poolt annab kindluse, et kasutatud

vaikeväärtused, läbitud distantsi määramine ja sõidukite parameetrid võimaldavad teha vedajate vahel õiglase võrdluse.

Lihtsalt tarneahela heitkoguste mõõtmine ei ole äriüksuse eesmärk omaette. Nagu igas teises sektoris, on kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamine logistikas esimene samm heitkoguste mõistmiseks ja seejärel selle vähendamiseks. Suurettevõtete allhanke meeskondadel on hea võimalus olla nn "kriitilise filtri" rollis, kes ühendab stiimuleid jätkusuutlike tarneahelate edendamiseks, kuna logistikateenuste pakkujad kipuvad olema aeglased muutusi iseseisvalt käivitama. Intervjuudest selgus asjaolu, et *ABB Robotics* hankimise protsessi poole pealt ei ole hetkel transpordi teenusepakkuja jätkusuutlikkus vedaja valikul otsustuspunktiks. Hetkel ei esita *ABB Robotics* äriüksus oma vedajatest koostööpartneritele peale hinna ja tarneaja muid nõudeid, kuid süsinikuneutraalsuse saavutamiseks on võimalik esitada nõudeid teiste parameetrite suhtes, mis aitavad edendada äri tulemusi. Heaks tavaks võib pidada keskkonnanõuete rakendamise lähenemist, kus on kirjeldatud eeldused näiteks maantesõidukite vanusele (üldjuhul peavad sõidukid olema kuni 10 aastat vanad ning kuni 3500 kg täismassiga veokite vanusepiir on 5 aastat). Lisaks sõiduki vanusenõudele võib maanteetranspordi puhul lisada juhiseid kütuse tüübile, elektrisõidukite kasutusele ning piirata tühjade sõitude osakaalu kindla määraga (nt 20% läbitud vahemaast). Sarnaseid nõudeid saavad transpordi hangetega tegelevad üksused rakendada ka lennutranspordile, kus peamised tegurid CO₂ heitmises on lennukite vanus ning biokütuse kasutamise määr. Meretranspordi puhul on peamised süsiniku jalajälje vähendamise võimalused seotud laevastiku suuruse ning kütuse moderniseerimisega. Selline lähenemine toetab *ABB Robotics* strateegiat aidata koostööpartneritel vähendada ökoloogilist jalajälge ning vastab antud uurimistöo neljandale uurimisküsimusele.

Magistritöö neljandaks uurimisülesandeks oli läbi viia ekspertintervjuu *ABB Robotics* ettevõtte töötajatega, et kaardistada ettevõtte nõudeid heitkoguse süsteemile. Arendatava heitkoguse aruandluse süsteemi funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete määramiseks viidi läbi poolstruktureeritud intervjuud *ABB Robotics* spetsialistidega ja teostati dokumentidele sisuanalüüs. Selle tulemusel valmis struktureeritud nõuete kogum, mille abil defineeriti süsteemi nõuded *FURPS* mudelis ja seejärel tehti kasutusmallide analüüs, mis hõlmab endas kindlaksmääratud süsteemi funktsioone: vedajate *Excel* aruannete importimine ja valideerimine, CO₂ heitme prognoosi arvutamine, CO₂ prognoositud ja tegelike andmete võrdlemine, heitkoguse arvutamine alg- ja sihtpunkti, kontonumbri ja transpordiliikide kaupa ning tulemuste eksportimine *Excel* formaadis. Kokku defineeriti seitse funktsionaalset ja kaksteist mittefunktsionaalset nõuet.

FURPS nõuete määramine, kasutusmallide kirjeldamine ja andmevoo diagrammi koostamine on tõhusad ning maailmatuntud praktikad, mille abil dokumenteeritakse mistahes süsteem. Mainitud praktikatega kirjeldati süsteemi parameetreid ja arvutusloogikat nii kasutaja kui ka tehnilise realisatsiooni perspektiivist lähtuvalt. Sellest tulenevalt on magistritöö tulemuseks heitkoguse aruandluse süsteemi arendusdokumendi esimene osa, mis on tehnilise realisatsiooni peamine sisendmaterjal. Süsteemi analüüsi selliselt, et seda on võimalik tehniliselt implimenteerida mistahes viisil (nt *Excel* dokumendis või eraldiseisva tarkvara moodulina). Nimetatud lähenemisega tagati süsteemi arvutusloogika integreeritavus infosüsteemidesse, mis on ka magistritöö viiendaks uurimisülesandeks.

Käesolev magistritöö võib olla esimeseks etapiks ettevõtte tarneahela jätkusuutlikkuse jälgimise ja optimeerimise protsessi arendamises, sest viimane hõlmab endas mitmeid valdkondi: logistika protsesside digitaliseerimine, mis võimaldaks vedajate andmete esitamist ekspediitorile või saatjale, standardite täiendamine ja arvutusmeetodite ühtlustamine globaalsel tasemel, ettevõtete *ERP* süsteemide täiendamine jätkusuutlikkusele suunatud moodulitega (nt *SAP Sustainability Performance Management 4.0*) ning kõige tähtsam - mõtteviisi muutmine logistiliste allhangete otsustusprotsessis.

KOKKUVÕTE

Jätkusuutlikkus on ülemaailmse tähelepanu all ja kliimamuutusele mõju vähendamine on tähtis eesmärk järgmisteks aastakümneteks nii rahvusvahelisel kui ka riigi majandusharude ja organisatsioonide tasemel. Süsiniku jalajälje vähendamine on tähtis osa *ABB Robotics SE* äriüksuse strateegiast, mille raames on plaanis optimeerida äritegevust, toetada kliente ja tarnijaid heitkoguste vähendamisel ja süsinikuneutraalsuse saavutamisel. Ettevõtte ambitsioonid on saada oma klassi parimaks ettevõtteks jätkusuutlikkuse vaates ning selle eesmärgi saavutamiseks on loogiline samm aruandlussüsteemi loomine, mis võimaldaks jätkusuutlikkuse mõõdikute jälgimist, raporteerimist ja analüüsimist. Ettevõtte eesmärkidest tulenevalt püstitati käesoleva magistritöö eesmärk: arendada välja heitkoguse aruandluse süsteem *ABB Robotics SE* ettevõtte jaoks. Lõputöö eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Milliseid parameetreid on vaja arvesse võtta heitkoguse aruandluse süsteemi arendamisel?
2. Milliseid valemeid ja suhtarve kasutatakse heitkoguse arvutamiseks?
3. Milliseid lühi- ja pikaajalisi eesmärke on võimalik seada *ABB* üksustele ökoloogilise jalajälje vähendamiseks?
4. Kuidas on võimalik kasutada heitkoguse aruandluse süsteemi selleks, et suunata või aidata koostööpartneritel vähendada ökoloogilist jalajälge?

Töö esimeses osas anti ülevaate keskkonnaaruandluse olemusest, heitkoguste aruandluse standarditest, nende eelistest ja kitsaskohtadest. Selgus, et organisatsioonid kasutavad erinevaid lähenemisi, mis on suunatud süsiniku jalajälje kindlaksmääramisele. Eeltoodud lähenemistes kasutatakse erinevaid viise arvutuste tegemiseks, mistõttu esitatakse erinevad nõuded sisendandmetele, arvutusalgortimidele, arvutustulemustele ja aruandlusandmetele. Tänapäeval eksisteerib meetodikate ühtlustamise järele globaalne vajadus, vähemalt selleks, et KHG heitkoguste tulemused oleksid võrreldavad ja läbipaistvad.

Teises uurimistöö osas uuriti *ABB Robotics SE* tegevusvaldkondi, äritulemusi ja eesmärke. Tänu saadud andmetele oli võimalik täita uurimisülesandeid nagu heitkoguse aruandluse süsteemi arendamine ning süsteemi dokumenteerimise viisi valimine. Nimetatud ülesannete täitmine on oluline selleks, et tagada süsteemi parameetrite ja arvutusloogika integreeritavust infosüsteemidesse.

Metoodika peatükis keskendus autor juhtumiuuringul, kus andmekogumismeetodiks valiti poolstruktureeritud intervjuu *ABB Robotics* ettevõtte ekspertidega eesmärgiga kaardistada ettevõtte nõuded heitkoguse süsteemile. Intervjuule järgnes saadud vastuste horisontaalanalüüs, mille käigus defineeris autor eesmärgid, parameetrid ja metoodika aruandlussüsteemi arendamiseks. Lisaks eelnevale viis autor läbi dokumentide sisuanalüüsi andmete kogumiseks kirjalikest allikatest, mille tulemustega täiendati analüüsi tulemusi.

Magistritöö neljandas osas annab autor vastused kõikidele püstitatud uurimisküsimustele, pakub vahemaapõhilise lähenemise KHG heitkoguste prognoosimiseks kasutades kesk- ja väikeväärtuseid, mis on kooskõlas *EN 16258* standardiga ning teeb ettepaneku tegeliku CO₂ heitkoguste raporteerimiseks vedajate poolt. Lisaks tõi autor välja võimalikud meetmed ja stiimulid, mis on suunatud logistikateenuste pakkujatest koostööpartneritele vähendamaks ökoloogilist jalajälge ja edendamaks tarneahela jätkusuutlikkust.

Intervjuude ja dokumentide sisuanalüüsi tulemustest lähtuvalt defineeriti funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded *FURPS* mudeli abil, st nõuete määramisel lähtuti kokkulepitud praktikatest ja eeldatava kasutaja soovidest. Lisaks defineeris autor kokku seitse kasutusmalli ning visualiseeris süsteemi andmevood vastava diagrammiga.

Käesolev magistritöö võib olla esimeseks etapiks ettevõtte tarneahela jätkusuutlikkuse jälgimise ja optimeerimise protsessi arendamises, sest viimane hõlmab endas mitmeid valdkondi: logistika protsesside digitaliseerimine, mis võimaldaks vedajate andmete esitamist ekspediitorile/saatjale, standardite täiendamine ja arvutusmeetodite ühtlustamine globaalsel tasemel, ettevõtete *ERP* süsteemide täiendamine jätkusuutlikkusele suunatud moodulitega (nt *SAP Sustainability Performance Management 4.0*) ning kõige tähtsam - mõtteviisi muutmine logistiliste allhangete otsustusprotsessis.

SUMMARY

Sustainability is a global concern and mitigating the effects of climate change is an essential goal for the upcoming decades at the international level as well as at the level of national governments, industries, and organizations. Carbon footprint reduction is a significant part of ABB Robotics SE's business unit strategy. Scope includes optimization of own processes and support for customers and suppliers in achieving carbon neutrality. The company's ambition is to become the best company in its class in terms of sustainability, and the logical step towards this aim is to create a reporting system that would allow monitoring, reporting and analysis of GHG emissions caused by operations including inbound and outbound transport. Based on the company's targets, the objective of the Master Thesis was set to develop an emissions reporting system for ABB Robotics business unit. To achieve this goal following research questions were raised by the author:

1. What parameters need to be considered when developing an emissions reporting system?
2. What formulas, ratios and emission factors are used for emissions calculations?
3. What short-term and long-term goals can be set for ABB business units to reduce their environmental footprint?
4. How can an emissions reporting system be used for service sourcing decision making?

The first chapter with a theoretical approach provided an overview of environmental reporting baseline, emission reporting standards, their advantages, and bottlenecks. Analyzed studies showed that organizations are provided with different approaches and calculation methods to determine their carbon footprint which is leading to different requirements for input data, calculation algorithms, calculation results and reporting data. Several studies agree in the conclusion that the need for global harmonization of GHG calculation methodologies remains, at least for comparable and transparent GHG emissions results.

The second part of the study describes ABB Robotics SE business model, portfolio, business results and strategic objectives. Based on the data obtained, it was possible to get inputs for the research tasks of this master's thesis, such as developing an emission reporting system and choosing the method of documenting the system to ensure the integration of system parameters and computational logic into information systems.

In methodology chapter author uses case study analysis to determine problems and qualitative methods such as content analysis of a semi-structured interview with ABB Robotics experts to

map the company's requirements for the GHG emissions reporting system as well as scientific articles and internal documents of the organization to secure compliance with global standards and the best practices. The FURPS model was chosen for technical description of the emission reporting system functional and nonfunctional requirements in a standardized and widely accepted format. One of the additional methods of data analysis in this master's thesis is system analysis by means of a use case diagram with common usage patterns to support the system implementer with defined description of how functionality is distributed and who is the actor of the system. The last step in describing the system is to create a data flow diagram. The purpose of compiling this diagram is to visualize the relationship between the functionality of the model and the various components required for the operation of the system.

The final chapter of empirical study answers all the research questions. The author suggested a distance-based approach to forecasting GHG emissions that is based on available transport related data and adjusted emission factors that comply with the most internationally accepted standard for transport and logistics - EN 16258 standard. The author proposes an updated and standardized reporting flow of actual CO₂ emissions by forwarder companies. In addition, the author outlined possible sourcing related measures and incentives targeted at logistics service providers to reduce ecological footprint and promote supply chain sustainability that will support ABB Robotics with their supply chain migration towards carbon neutrality.

Based on the results of the content analysis of the interviews and documents, the functional and non-functional requirements were defined using the FURPS model, i.e., the requirements were determined based on the agreed practices and the preferences of the intended user. In addition, the author defined a total of seven usage patterns and visualized the system data flows with the corresponding diagram.

The importance of supply chain sustainability management is indubitable, and the present study can be the first step in developing a process for monitoring and optimizing the sustainability of a company's supply chain. The following stages are expected to cover several areas like digitization of logistics processes to enable carrier data accessibility to the freight forwarder and shipper, improvement of international standards and harmonization of calculation methods at the global level, upgrading companies' ERP systems with sustainability-oriented modules (e.g., *SAP Sustainability Performance Management 4.0*) and, most importantly, change of the decision-making principles for transport services sourcing.

KASUTATUD ALLIKAD

- [1] Keskkonnaministeerium, „Kyoto protokoll “ 06.07.2021. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://envir.ee/kyoto-protokoll> . [Kasutatud 14 november 2021].
- [2] United Nations Climate Change “Paris Agreement”. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [Kasutatud 14 november 2021].
- [3] Riigikogu, „Atmosfääriõhu kaitse seadus,“ Riigiteataja, 01.01.2019 [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122122018007> [Kasutatud 14 november 2021].
- [4] UN climate change press release 13.11. 2021 [Võrgumaterjal].Saadaval: <https://unfccc.int/news/cop26-reaches-consensus-on-key-actions-to-address-climate-change> [Kasutatud 16 november 2021].
- [5] M. JohnJones “Accounting for the environment: Towards a theoretical perspective for environmental accounting and reporting” Accounting Forum Volume 34, Issue 2, June 2010, Pages 123-138
- [6] D. Collison, S. Slomp, “Environmental accounting, auditing and reporting in Europe: the role of FEE” European Accounting Review, Vol. 9 2000, No. 1, pp. 111-129
- [7] P. Wild “Recommendations for a future global CO2-calculation standard for transport and logistics” Transportation Research Part D: Transport and Environment Volume 100, November 2021, 103024
- [8] About GHG Protocol [Võrgumaterjal].Saadaval: <https://ghgprotocol.org/about-us> [Kasutatud 16 november 2021].
- [9] ISO, 2006. ISO 14064-1. Greenhouse Gases- Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals.
- [10] ISO, 2013. ISO 14067. Greenhouse Gases-Carbon Footprint of Products-Requirements and Guidelines for Quantification and Communication.
- [11] ISO 2021, ISO 14083 Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations.

- [12] I. Davydenko, V. Ehrler, D. De Ree, A. Lewis, L. Tavasszy, "Towards a global CO2 calculation standard for supply chains: Suggestions for methodological improvements" J. Transport Res. Part D, 32 (2014), pp. 362-372
- [13] CEN (European Committee for Standardization), 2012. EN 16258:2012 – Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers) [Võrgumaterjal]. Saadaval: <http://www.cen.eu/> [Kasutatud 16 november 2021]
- [14] 3CS-Consulting keskkonna aruandluse presentatsioon koostatud ABB jaoks, 04.10.2021. Autori erakogu
- [15] F. Kellner, M. Schneiderbauer, "Further insights into the allocation of greenhouse gas emissions to shipments in road freight transportation: The pollution routing game"
- [16] M.Schmied, W.Knörr, "Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258" European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT), April 2012 European Journal of Operational Research Volume 278, Issue 1, 1 October 2019, Pages 296-313
- [17] V. Konečný, P. František ja R. Berežný, „Calculation of Emissions from Transport Services and Their Use for The Internalisation of External Costs in Road Transport“ kd. XI, nr 4, p. 15, 2016
- [18] E. Meerbach, "Puhtama õhu piirkond Tallinna jätkusuutliku transpordipoliitika vahendina", Tallinna Tehnikaülikool magistritöö, 01.06.2021
- [19] A. McKinnon, M. Piecyk "Measuring and Managing CO2 Emissions of European Chemical Transport"
- [20] H. Auvinena, U. Clausen, I. Davydenko, D. Diekmann, V. Ehrlerd, A. Lewis "Calculating emissions along supply chains — Towards the global methodological harmonisation" Research in Transportation Business & Management, Volume 12, October 2014, Pages 41-46
- [21] EcoTransIT, 2014. Ecological transport information tool for worldwide transport. IFEU Heidelberg, INFRAS Berne & IVE Hannover [Võrgumaterjal] Saadaval <https://www.ecotransit.org/en/> [Kasutatud 26 november 2021]
- [22] J.Borken, H.Helms, N.Jungk, W.Knörr "EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool Environmental Methodology and Data Final Report." May 2003

[23] About BigMile™ [Võrgumaterjal]. Saadaval <https://bigmile.eu/> [Kasutatud 26 november 2021]

[24] I. Davydenko, W.M.M. Hopman, R.Gijlswijk, A. Rondaij, J. Spreen "Towards harmonization of Carbon Footprinting methodologies: a recipe for reporting in compliance with the GLEC Framework, Objectif CO2 and SmartWay for the accounting tool BigMile™" October 2019

[25] About ABB. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://global.abb/group/en/about> [Kasutatud 10 november 2021].

[26] ABB Robotics & Discrete Automation Supplier Handbook 2021. [Kasutatud 10 november 2021].

[27] ABB Group Aastaruanne 2020 [Võrgumaterjal]. Saadaval: https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107991A8880&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch&_ga=2.244397958.225330827.1636816835-602646266.1636367794 [Kasutatud 12 november 2021].

[28] ABB Capital Markets Day 2020, 19.11.2020 [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://global.abb/group/en/investors/strategy-events/capital-markets-day-2020> [Kasutatud 11 november 2021].

[29] International Transport Forum "Greenhouse gas emissions: Country data" 2010 [Võrgumaterjal]. Saadaval <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGcountry.pdf> [Kasutatud 25 november 2021].

[30] UNEP "Emissions Gap Report 2020" 9.12.2020 [Võrgumaterjal]. Saadaval <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EGR20.pdf> [Kasutatud 25 november 2021].

[31] ABB Group Sustainability report 2020 [Võrgumaterjal]. Saadaval: https://sustainabilityreport.abb.com/2020/?_ga=2.175911457.225330827.1636816835-602646266.1636367794 [Kasutatud 13 november 2021].

[32] S.Hirsjärvi, P. Remes, P. Sajavaara, "Uuri ja kirjuta". Tallinn: Kirjastus Medicina. 2005

[33] <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>

[34] C.Briggs, "Learning how to ask. A sociolinguistic appraisal of the role of the interview in social science research." Cambridge: Cambridge University Press. 1986

- [35] C.Roberts, "A conceptual framework for quantitative text analysis". Kluwer Academic Publishers Vol. 1, 259-274. 2000
- [36] U.Kelle, "Computer-aided qualitative data analysis: Theory, methods and practice." London: Sage (1995)
- [37] A.William Jr.; Jost, W. James "Comparing structured and unstructured methodologies in firmware development" (PDF). Hewlett-Packard Journal. Palo Alto: Hewlett-Packard Co. 40 (2): 80–85 Fischer, April 1989. <http://www.hpl.hp.com/hpjournal/pdfs/IssuePDFs/1989-04.pdf>
- [38] A.Taylor, "J2EE and Beyond: Design, Develop, and Deploy World-Class Java Software." Publisher(s): Pearson ISBN: 9780131417458, 2002.
- [39] E. Yourdon, "Structured programming and structured design as art forms". Publisher: Association for Computing Machinery New York NY United States, 1975.
<https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/1499949>
- [40] L. Õunapuu, "Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes." Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus, 2014.
- [41] DSV Methodology Handbook for EcoTransIT World. Koostatud: Mai 2021, uuendatud: Juuni 2021. Autori erakogu.

LISAD

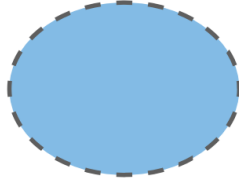
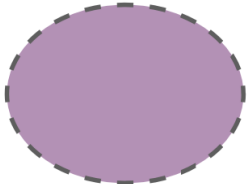
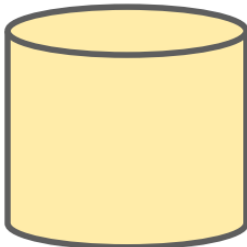
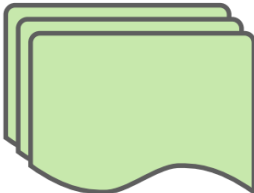
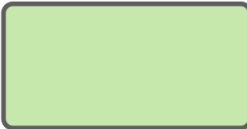

Lisa 1 Ülevaade kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise standarditest ja meetoditest [6]

Standards & Methods	Legal basis	Geographic Scope	Modes of Transport	Trans-shipping	Remarks
EN16258	Official	Europe	All	–	
SmartWay	Program	North America	All	–	
CE Delft	Research	Global	Partly	–	
GHG Protocols	Method	Global	–	–	Several specific areas
ISO	NGO	Global	–	–	
GLEC	Framework	Global	All	–	Based and further developed on existing methods
EcoTransIT	Commercial	Global	All	–	Based on EN16258, GLEC
BigMile	Commercial	Global	All	✓	
IMO	Official	Global	SEA	–	United Nation
CCWG	Initiative	Global	SEA	–	
ICAO	Official	Global	AIR	–	
IATA	Association	Global	AIR	–	
Green Logistics	Research	Europe	–	✓	
Green Efforts	Research	Europe	–	✓	
Green Freight Europe/Asia	Program				
ITEC	Initiative	Europe	–	✓	ECO Hubs
CarbonCare	Commercial	Global	All	✓	

Lisa 2 Poolstruktureeritud intervjuu küsimused

Nr	Küsimus eesti keeles
1	Palun tutvustage ennast: nimi, haridus, praegune amet ja tööülesanded.
2	Palun loetlege oma varasemad töökohad ja -kohustused.
3	Milliseid eesmärke seoses ettevõtte protsesside jätkusuutlikkusega peate tähtsaks?
4	Millest lähtutakse eesmärkide seadmisel Teie ettevõttes (statistika, raamistikud, direktiivid vms)?
5	Kuidas hetkel hindate Teie ettevõtte transpordiga seotud heitkoguste dünaamikat?
6	Millises formaadis ja mis keeles käib andmete kogumine ja raporteerimine?
7	Millised asjaolud mõjutavad hetkel transpordiliigi valikut teatud veoks?
8	Mis faktorid mõjutavad vedaja valikut teatud veoks?
9	Mis lähenemist heitkoguste kalkuleerimisel peate paremaks/täpsemaks: kütusepõhine heitkoguste arvutus, vahemaapõhine heitkoguste arvutamine
10	Millised parameetrid on kriitilised transpordist tuleneva heitgaaside koguse kalkuleerimiseks? (vahemaa, kaal, transpordiliik, kütus, tühjasõidu andmed)
11	Millised transpordiga seotud andmed on saadaval Teie ettevõtte infosüsteemidest (parameeter, andmevorming ja konkreetne allikas)?
12	Millised kriitilised andmed hetkel puuduvad Teie ettevõtte infosüsteemides?
13	Milliseid heitkogust puudutavaid andmeid edastatakse vedajate poolt (parameeter, andmevorming ja konkreetne allikas)?
14	Millised kokkulepped on hetkel vedajaga tehtud raporteerimise osas: sagedus, formaat, sisu?
15	Kuidas praegu toimub vedajalt saadud andmete konsolideerimine?
16	Kui palju aega nõuab vedajalt saadud andmete konsolideerimine?
17	Millised nõuded sõidukitele ja kütustele on esitatud vedajatele Teie ettevõtte poolt, mis otseselt mõjutavad heitkogust?
18	Mis dimensioonis peavad kasutajaliidese või raporti andmed olema kajastatud: tootepõhiselt, kliendipõhiselt või vedaja põhiliselt?
19	Millised andmed peavad olema kajastatud kasutajaliideses või raporti vaates (lähtudes dimensioonist)?
20	Milline oleks soovitud raporteerimise sagedus või raport peab olema saadaval reaalaaja andmetega?
21	Kas Teie ettevõtte vajab mudeli integreerimiseks eraldi tarkvara või on võimalik mudelit integreerida olemasolevatesse süsteemidesse? Kui jah, siis millistesse?
22	Kas oskate välja tuua lisa fakte ja asjaolusid seoses heitgaaside kogusega raporteerimisega? Millised?

Lisa 3 Andmevoo diagrammis kasutatavad ikoonid[39]

Nr	Nimetus	Kirjeldus	Ikoon
1	Kasutusmall	Süsteemis realiseeritav kasutusmall, mille sisu ei ole seotud ärilise tähendusega, vaid mis lisab süsteemile toetatavat funktsionaalsust (nt andmeturbe rakendamine kasutaja autoriseerimise kaudu). Ikooni sees lisatakse kasutusmalli number ja lühikirjeldus.	
2	Kasutusmall	Ärilise funktsionaalsusega seotud kasutusmall. Ikooni sees lisatakse kasutusmalli number ja lühikirjeldus.	
3	Andmebaas	Süsteemis kasutatav andmebaas ehk ressurs, kus hoitakse ja kust päritakse andmeid süsteemis vajalike operatsioonide jaoks. Ikooni sees lisatakse andmebaasi nimetus või lühikirjeldus.	
4	Dokumendid	Süsteemis kasutatav dokumentide hulk, mida kasutatakse süsteemis vajalike operatsioonide jaoks. Ikooni sees lisatakse dokumentide nimetus või lühikirjeldus.	
5	Aktor	Süsteemi kasutaja ehk aktor, kes initsieerib süsteemis toimuvaid operatsioone. Võib olla autoriseeritud isik või süsteemi osa. Ikooni sees lisatakse aktori nimetus või lühikirjeldus.	
6	Suund	Operatsiooni suund. Ikooni täiendatakse operatsiooni lühikirjeldusega.	

Lisa 4 Intervjuude horisontaalanalüüs

Kood	Intervjuu I (Jurgen Bussert, Transport ja Logistikajuht <i>ABB Robotics SE</i>)	Intervjuu II (Jonathan Vaisbrot, Globaalne Transpordi Hangete juht, <i>ABB Motion</i>)	Intervjuu III (Maria Timofejeva, Euroopa Transpordi ja Logistika Hangete juht, <i>ABB Robotics</i>)
1.1.1 Äriprotsessid	a. Jätkusuutlikkuse monitooringu eesmärk on saavutada selged kokkulepitud rahvusvahelised CO2 arvud, mida saab raporteerida ja monitorida, miks/kuidas saame need numbrid mõjutada/vähendada.	a. Peamine eesmärk on jälgida CO2-ekvivalenti heidet, CO2 ekvivalenti müügitellimuse kohta	a. <i>ABB Robotics</i> soovib mõõta CO2 emissiooni lõpptoote ja müügitellimuse kaupa ettevõtte sees. Jätkusuutlik tarneahel on meie tarneahela strateegia 2023–25 üks neljast strateegilisest tugisammast <i>ABB Robotics</i> is, transport ja logistika on kogu <i>SCM</i> -i organisatsiooni võtmeroll. <i>ABB Robotics</i> soovib osata lõpptarbijatele esitada CO2-ga seotud andmeid ja esitada arvutustulemusi, eesmärk on olla oma klassi parim.
	b. Põhiliselt statistika ja direktiivid on eesmärkide seadmise alus/raamistik	b. Transpordiviiside mõju CO2 heitkogustele	b. <i>ABB</i> nõuab lepinguliste veoteenuste pakkujatelt igakuist saadetise statistika aruannet, kuid CO2 mõõtmise metoodikat ei täpsusta, <i>ABB</i> tugineb hankijate arvutustele, kuid peaks üles ehitama raamistiku, mis võimaldaks võrrelda tulemusi teiste suurte sama valdkonna ettevõtetega.
	c. Hetkel tarneaeg ja hind, tulevikus tarneaeg, süsiniku jalajälg ja hind	c. Transiidiaeg, kulu, transpordiliigi üldine CO2-tõhusus, transpordiliikide saadavus marsruudil	c. Praegu ei ole transpordiliigi valik seotud heitkogustega, üldiselt sõltub transpordiviis saadetise kiireloomulisusest, kuid selged sisejuhised kutsuvad üles saatma õhuga ja väljendama ainult kriitilisi saadetisi. Eelistatud on raudtee, meri ja maismaad.

1.1.2 Keskkond	a. Hetkel hinnatakse transpordi heitmete dünaamikat ekspediitorite heitkoguste statistika kaudu. Ei alustatud ettevõtte-siseselt heite aruandlusega, töödokumendid on pooleli	a. Kasutatavates mudelites on siiski mõningaid erinevusi. Kas kaubasaatjad saavad oma kalkulatsiooni transpordiettevõtetele peale suruda? Kas transpordifirmal on tõesti juurdepääs kasutatavatele transpordivahenditele või teevad nad samuti oletusi?	a. Erinevad vedajad kasutavad erinevaid arvutustehnoloogiasid, mõned väidavad isegi, et osapoolte saadetised on juba CO ₂ -neutraalsed ja ABB ei saa kontrollida, kas see vastab tõele või mitte, kuna ABB-l pole täielikku juurdepääsu andmetele, mis tüüpi sõidukit või laeva oli kasutatud.
1.2.1 Äriprotsessid	a. Vedaja/ekspediitori valikul lähtutakse transiidiajast ja hinnast, edaspidi ka süsiniku jalajälje kriteeriumist	a. Transiidiaeg, kulu, transpordiliigi üldine CO ₂ -tõhusus.	a. Ekspediitori valikul võetakse arvesse koostöö taset, pakutavat transiidiaega ja tariifi.
1.2.2 Keskkond	a. CO ₂ -andmed erinevad vedajate lõikes kõigist kuni vähemateni, peamiselt riigi tasandil	a. Vedajad pakuvad igakuiselt CO ₂ heitkogust saadetise kohta	a. Vedajad esitavad igakuiseid statistilisi aruandeid transpordiliikide kohta ja arvutavad CO ₂ mõju saadetise tasemele.
	b. ei alustatud kohapeal heite aruandlusega, töödokumendid on pooleli	b. Nõuded vedajale, et laevad peaksid olema alla 25-aastased	b. Vedajad esitavad igakuiseid statistilisi aruandeid transpordiliikide kohta ja arvutavad CO ₂ mõju saadetise tasemele.
		c. Kasutatavates mudelites on siiski mõningaid erinevusi. Kas kaubasaatjad saavad oma kalkulatsiooni transpordiettevõtetele peale suruda? Kas transpordifirmal on tõesti juurdepääs kasutatavatele transpordivahenditele või teevad nad samuti oletusi?	c. Praegu ei ole globaalsetes raamlepingutes nõudeid vedajatele määratletud – see on valdkond, mida tuleb parandada.
2.1.1 Lähenedamine	a. Arvutamine toimub vahemaa lähenemise põhjal	a. Kui meil on head teadmised seadmete tüübist ja transpordi viisist, siis on kütusepõhine parem. Kui meil puuduvad andmed, võib vahemaa põhine olla asjakohasem.	a. Minu vaatenurgast oleks sobivam kohaldada vahemaa põhise, kuna tavaliselt meil andmed puuduvad ja ühte saadetist saab vedada erinevate transpordiliikidega, ABB ei jaga saadetisi eelveoks, põhiveosteks ja kaasveoks

	b. Vedajalt saadud andmed konsolideeritud kõrgemal tasemel	b. Saadetise andmed on koondatud <i>Power BI</i> alla. Kõigi transpordiliikide puhul 16. kuupäeval eelmise kuu kohta. Kuid andmed on saadaval muudest andmebaasidest (klienditeenindus, kulu jne)	b. Vedajad esitavad igakuiseid statistilisi aruandeid transpordiliikide kohta ja arvutavad CO2 mõju saadetise tasemele.
	c. Iga kuu või kord kvartalis	c. Igakuine	c. Erinevate vedajate aruannete kombineerimine on vaikselt aeganõudev, kuna arvutusmetoodika ja andmevorming on erinev.
	d. Tõenäoliselt on mudeli integreerimiseks vaja eraldi tarkvara, katsed tuleb teha	d. Hetkel tarkvara vajadus ei ole kinnitatud, sest ettevõtte CO2 ümber ei arvuta. Igal juhul näib <i>ABB</i> olevat vahendid selle arvutamiseks.	d. Igakuine aruanne on eesmärk.
			e. Praeguses etapis <i>ABB</i> ei arvuta vedaja andmeid ümber, kuid seda on vaja parandada - tuleks rakendada ühtset lähenemisviisi.
2.1.2 Komponendid	a. Ekspediitorites tulevad erinevad formaadid, peamiselt kasutatud inglise keelt	a. Ekspediitoritelt tulevad erinevad formaadid, ekvivalent kg CO2 + vahemaa, inglise keeles	a. tonn km kohta, andmed on esitatud inglise keeles
	b. Olenevalt <i>ABB</i> kohalikest nõudmistest saab meie üksus praegu kokkulepitud perioodi jooksul tonn/km või vahemaa ja kaalu		b. Ideaalis vajaks <i>ABB</i> aruannet, mis põhineb maksja andmetel.
2.2.1 Struktuur	a. Arvutamine toimub vahemaa lähenemise põhjal	a. Kui meil on head teadmised seadmete tüübist ja transpordi viisist, siis on kütusepõhine parem. Kui meil puuduvad andmed, võib vahemaapõhine olla asjakohasem.	a. Minu vaatenurgast oleks sobivam kohaldada vahemaapõhist, kuna tavaliselt meil andmed puuduvad ja ühte saadetist saab vedada erinevate transpordiliikidega, <i>ABB</i> ei jaga saadetisi eelveoks, põhiveosteks ja kaasveoks

2.2.2 Algoritmid	a. Arvutamine toimub vahemaa lähenemise põhjal	a. Kui meil on head teadmised seadmete tüübist ja transpordi viisist, siis on kütusepõhine parem. Kui meil puuduvad andmed, võib vahemaapõhine olla asjakohasem.	a. Minu vaatenurgast oleks sobivam kohaldada vahemaapõhist, kuna tavaliselt meil andmed puuduvad ja ühte saadetist saab vedada erinevate transpordiliikidega, ABB ei jaga saadetisi eelveoks, põhiveosteks ja kaasveoks
3.1.1 Allikas	a. Transpordiga seotud andmed on saadaval ERP süsteemis: hinnad, standardne T/T, Excel või Power BI	a. Saadaolevad andmed transpordiga seotud ERP süsteemis: vahemaa ja transpordiliik.	a. Praegu puuduvad süsteemides andmed.
	b. Vedaja andmed kohalikul tasemel, CO2, Tonn/km	b. Andmed puudu veoki tüübist ja sõiduki koormuse täituvusest	b. Vedajad esitavad igakuiseid statistilisi aruandeid transpordiliigi kohta ja arvutavad CO2 mõju saadetise tasemele.
	c. CO2-andmed erinevad vedajate lõikes kõigist kuni vähemateni, peamiselt riigi tasandil	c. Vedajad pakuvad igakuiselt CO2 heitkogust saadetise kohta	c. Aruanne on Power BI-s nähtav, kuid kuna ABB Robotics soovib saada andmeid äripiirkonna tasemel ja seda ei saa globaalsed vedajad pakkuda. ABB Robotics nõuab vedajatelt riigi tasandil kohalikku aruannet. Erinevate vedajate aruannete kombineerimine on üsna aeganõudev, kuna arvutusmetoodika ja andmeformaadid on erinevad.
	d. Vedajalt saadud andmed konsolideeritud kõrgemal tasemel	d. Saadetise andmed on koondatud Power BI alla. Kõigi transpordiliikide puhul 16. kuupäeval eelmise kuu kohta. Kuid andmed on saadaval muudest andmebaasidest (klienditeenindus, kulu jne)	

3.1.2 Tüüp	a. Kriitilised andmed CO2 arvutamiseks: vahemaa, kaal, režiim, sissetulev/väljaminek, kuupäev	10. Kriitilised andmed CO2 arvutamiseks: vahemaa, kaal, transpordiliik, kütus, seadmete kasutamine. Olulisus erineb siiski veotüübist sõltuvalt: näiteks kui võtame <i>Express</i> saadetise Euroopas (lennukiga), on oluline ainult kaal, vahemaa ei ole nii oluline	10. Kõiki parameetreid peetakse asjakohasteks, kuid on oluline lisada asjakohased parameetrid transpordiliigi juurde. Erinevate režiimide jaoks peaksid olema erinevad meetodikad. Näide – kütus on õhu jaoks võtmetegur, kuid mitte niivõrd raudtee puhul.
3.2.1 Allikas	a. Transpordiga seotud andmed on saadaval <i>ERP</i> süsteemis: hinnad, standardne <i>T/T</i> , <i>Excel</i> või <i>Power BI</i>	a. Saadaolevad andmed transpordiga seotud <i>ERP</i> süsteemis: vahemaa ja transpordiliik.	a. Praegu puuduvad süsteemides andmed.
	b. Olenevalt <i>ABB</i> kohalikest nõudmistest saab meie üksus praegu kokkulepitud perioodi jooksul tonn/km või vahemaa ja kaalu		b. Ideaalis vajaks <i>ABB</i> aruannet, mis põhineb maksja andmetel.
3.2.2 Tüüp	a. Kriitilised andmed CO2 arvutamiseks: vahemaa, kaal, režiim, sissetulev/väljaminek, kuupäev	a. Kriitilised andmed CO2 arvutamiseks: vahemaa, kaal, transpordiliik, kütus, seadmete kasutamine. Olulisus erineb siiski veotüübist sõltuvalt: näiteks kui võtame <i>Express</i> saadetise Euroopas (lennukiga), on oluline ainult kaal, vahemaa ei ole nii oluline	a. Kõiki parameetreid peetakse asjakohasteks, kuid on oluline lisada asjakohased parameetrid transpordiliigi juurde. Erinevate režiimide jaoks peaksid olema erinevad meetodikad. Näide – kütus on õhu jaoks võtmetegur, kuid mitte niivõrd raudtee puhul.
	b. Kohalik nõudlus on erinev, minu üksuses tonn Km transpordi liigi kaupa väljamineva transpordi puhul	b. Kliendi ja seejärel kasutatud transpordiviisi järgi. Kasutatav vedaja on teisejärguline.	b. Andmed tuleks esitada äri valdkonnapõhiselt, oleks suurepärane teada neid kontonumbri kohta – iga kontonumber on seotud tehase nimega (maksja).
	c. Olenevalt <i>ABB</i> kohalikest nõudmistest saab meie üksus praegu kokkulepitud perioodi jooksul tonn/km või vahemaa ja kaalu		c. Ideaalis vajaks <i>ABB</i> aruannet, mis põhineb maksja andmetel.

Lisa 5 Teksti horisontaalanalüüs

Kood	Tekst 1 (<i>Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258</i>) [16]	Tekst 2 (<i>Recommendations for a future global CO2-calculation standard for transport and logistics P.Wild</i>) [7]	Tekst 3 (<i>DSV Methodology Handbook for EcoTransIT World</i>) [41]
1.1.1 Äriprotsessid	<p>a. Ettevõtted püüavad üha enam oma jalajälge vähendada, mis sobib nii majanduslike kui ka keskkonnanäesmärkidega. Isegi kui motivatsioon energiatarbimist vähendada võib esialgu olla majanduslik, on tarneahela tõhususe paranemisel keskkonnale positiivne mõju.</p>	<p>a. Tõeline ülemaailmne CO₂-heite standard ei ole ikka veel saadaval. EN 16258 on praegu rahvusvaheliselt enim tunnustatud transpordi- ja logistika standard. Lisaks on ühendused enamiku heite standardeid välja töötanud ühe transpordiliigi või konkreetsete piirkondade jaoks</p>	<p>a. Vedajate klientidele suunatud süsinikdioksiidi heitkoguste aruanded hõlmavad CO₂ ja muid kasvuhoonegaaside saasteaineid, mis tekivad õhu-, mere-, maantee-, raudtee- ja siseveetranspordis. <i>EcoTransit World</i> arvutab heitkogused iga saadetise, sealhulgas veoelse ja järelveo tasemel, vahemaa, kaalu, transpordiviisi ja kasutatud sõiduki tüübi alusel.</p>
	<p>b. Lihtsalt heitkoguste mõõtmine ei ole eesmärk omaette. Nagu igas teises sektoris, on kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamine kauba transpordis ja logistikas esimene samm heitkoguste mõistmiseks ja seejärel vähendamiseks. See toetab vähendamise või tühjenemise strateegiate edasist arendamist.</p>	<p>b. 2015. aastal oli logistika ja transpordi globaalsete heitkoguste osakaal (24%) suuruselt teine</p>	<p>b. CO₂ arvutamine ei ole keeruline, kui on teada erinevate transpordiliikide tegelik kütusekulu. Vedaja kui kolmanda osapoolse logistikateenuse pakkuja (<i>3PL</i>) äritegevuse olemuse tõttu puudub ettevõttel otsene juurdepääs oma tarnijate esmastele andmetele. Seega vahemaapõhine lähenemine on kasutatud.</p>
	<p>c. Igaüks, kes pole kunagi varem transporditeenuste süsiniku jalajälgedega tegelenud, mõistab, et nende loomine võib olla keeruline ja aeganõudev.</p>	<p>c. Logistikateenuse pakkujad, transpordi operaatorid, ekspedeerijad, kaubasaatjad jne nõuavad selget, ülemaailmset ja läbipaistvat CO₂ arvutamise standardit. Praegu on olemas segu riigi toetatud standarditest, ühenduste enda väljatöötatud standarditest, uurimisasutuste soovitusetest, piirkondlikest lähenemisviisidest, kuid</p>	

		ühtlustatud ülemaailmne standard puudub.	
1.1.2 Keskkond	a. Arvväärtused võivad olla üheselt mõistetavad väited, juhul kui on selgelt välja toodud, milliseid meetodeid kasutati ja milliste piirangutega need määrati. Standard <i>EN 16258</i> nõuab, et arvutusmeetod ja eelkõige vaikeväärtused oleksid selgelt näidatud.	a. Tarneahelate optimeerimiseks ja parimate tavade väljaselgitamiseks on vaja saadud andmete hindamise standardeid, et saada võrreldavaid hinnanguid. See hindamisstandardi vajadus kehtib ka CO2 heite arvutuste puhul.	a. <i>EcoTransit World</i> algoritm koosneb seega teaduslikult põhjendatud võrdlusalustest, hinnangutest ja mitmetest erinevatest teguritest, mis muudavad arvutused keerukamaks ja tagavad seega usaldusväärseid ja kehtivad heitkogused.
1.2.1 Äriprotsessid	a. Lihtsalt kasvuhoonegaaside heitkoguste mõõtmine ilma neid vältimata või vähemalt vähendamata ei aita kaasa kliimakaitsele	a. Tööriistade ja meetodikate paljusus mõjutab arvutuste täpsust, eriti keeruliste multimodaalsete tarneahelate puhul.	a. Kuna vedaja täidab <i>EcoTransit Word</i> arvutatud ja esitatud andmeid, vastavad nende aruanded standardile <i>EN 16258</i> ja <i>GLEC raamistikule</i> .
1.2.2 Keskkond	a. Õigete tulemuste saavutamiseks nõuab energiakulu ja heitkoguste arvutamine tasustatud kaalu (chargeable weight) asemel alati tegelikke kaalusid (actual weight)	a. Olukordades, kus otsesed mõõdetud andmed ei ole kättesaadavad, peaks standard andma ka juhised andmete hindamiseks. Saadud heitkoguste arvutus on tõenäoliselt vähem täpne kui andmete täieliku kättesaadavuse korral.	a. Ekspediitor edastab <i>ETW</i> -le üksikasjalikud saadetise andmed, mis on krüpteeritud https-i kaudu.
	b. Standard <i>EN 16258</i> annab juhised ainult transporditeenuse kohta, mitte statsionaarsete teenuste jaoks, nagu käitlemine või ladustamine.	b. Täpsustaset võimaldavad ka CO2 eel- ja järel hinnangut (<i>ex-ante</i> and <i>ex-post</i>), kuna need võimaldavad jälgitavate ja hinnanguliste andmete nähtavat vahet. Kus <i>ex-ante</i> CO2-heite prognoos kasutades keskmisi ja vaikeväärtuseid ning <i>ex-post</i> CO2-heite tegelik raporteerimine vedajate poolt, kui vedu on teostatud.	b. Arvutused toimuvad <i>EcoTransIT Wordi</i> serverites.

	<p>c. Standard soovib jaotamisel kasutada kaalu ja vahemaa korrutist (nt tonn kilomeetrid)</p>	<p>c. Vaikeandmed peaksid esitama rühmitatud sõidukite ülemaailmselt ühtlustatud standardite alusel. Seda lähenemisviisi võiks kasutada esimesel aruandlus aastal, võrdluseks ning klientide ja kaubasaatjate jaoks otsuste tegemisel. Edaspidi on soovitatav tugineda tegelikel andmetel.</p>	<p>c. Tulemused saadetakse tagasi ekspediitorile, kus kõik andmed koondatakse ja sisestatakse <i>Power BI Dashboard</i> lahendusse.</p>
	<p>d. Standard näeb ette, et energiakulu ja heitkoguste arvutamine iga teekonna lõigu (leg) kohta, mida mööda nimetatud eset veetakse, tuleb teha eraldi. Iga jalg tuleb arvutada nii, et proportsionaalselt arvestatakse ka tühisõite.</p>	<p>d. Standard <i>EN 16258</i> vajab on raudtee- ja meretranspordi jaoks detailsemat selgitamist, nagu ka lao- ja ümberlaadimise paremat eristamist.</p>	
2.1.1 Lähene mine	<p>a. <i>EN 16258</i> standard eeldab, et sõidukite energiatarbimise ja sellega seotud heitkoguste arvutustes on arvesse võetud protsessid energia tootmisest lõpptarbimiseni "<i>Well-to-wheel</i>"</p>	<p>a. Veoettevõtjad on peamiselt huvitatud oma <i>TTW</i> väärtustest ja puhtast CO₂ heitest. <i>WTW</i> ja CO₂e tulemused on aga kliima mõju hindamisel kesksel kohal.</p>	<p>a. Kiirsaadetise (<i>Express</i>) puhul ei ole saadetiste marsruudi kohta mingit konkreetset teavet, mistõttu see saadetise tüüp on automatiseeritud integreeritud heite aruandlusest välja jäetud.</p>
	<p>b. KGH heitkoguste arvutamisel standardi järgi võetakse arvesse CO₂e ühikut (süsinikdioksiidi ekvivalent), kuna süsinikdioksiid moodustab suurima osa kasvuhooonegaaside tootmisest. CO₂e väärtus näitab iga kasvuhooonegaasi mõju maailmale soojenemine, kasutades CO₂ muundamise kogust või kontsentratsiooni, millel oleks sarnane mõju.</p>	<p>b. Peamiselt annab kütusepõhine lähenemine täpseid tulemusi, kuna see on otseselt seotud heitkogustega.</p>	<p>b. <i>EcoTransitWorld</i> üldmetoodika ei ole projekti lasti süsinikdioksiidi heitkoguste arvutamisel rakendatav, kuna see tooks projekti saadetiste laadi arvestades kaasa ebaõiged tulemused.</p>

	c. Vahemaapõhine lähenemine sobib paremini olukordades, kus suur osa veeteenuseid tehakse alltöövõtjatele kuuluvate sõidukitega. Järgmised parameetrid on vajalikud arvutamiseks: saadetise kaal, andmed läbitud vahemaade või tonnkilomeetrite kohta (tonnkilomeeter võrdub kaal korda vahemaa). Need parameetrid seotakse seejärel heiteteguritega sõidukilomeetri või tonnkilomeetri kohta, et teha kindlaks, kui palju kasvuhoonegaase tekitab tonnkilomeetri kohta	c. Veoettevõtjad peaksid igal aastal mõõtma oma kogu veetud kaupa (kaal), tegelikke läbisõidukaugusi ja tarbitud kütust. Sellest tuleneb ettevõtte või vastava transporditeenuse kategooria jaoks konkreetne heitetegur	c. CO2 arvutamine ei ole keeruline, kui on teada erinevate transpordiliikide tegelik kütusekulu. Vedaja kui kolmanda osapoole logistikateenuse pakkuja (3PL) äritegevuse olemuse tõttu puudub ettevõttel otsene juurdepääs oma tarnijate esmastele andmetele. Seega on vahemaapõhine lähenemine kasutatud.
2.1.2 Komponendid	a. Standard <i>EN 16258</i> pakub arvutuste jaoks standardväärtusi	a. <i>TSC - transport service category</i> - transporditeenuse kategooria	a. <i>EcoTransit World</i> pakub arvutuste jaoks standardväärtusi
2.2.1 Struktuur	a. Kui veeteenuste osutamiseks kasutatakse alltöövõtjaid, siis tavaliselt puudub teave nende sõidukite ja sõidukite edasi-tagasi reise kohta ega andmed koormuse kasutamise või tühisõitude osakaalu kohta. Sel juhul näeb standard <i>EN 16258</i> ette vaikeväärtuste kasutamise nii energiatarbimise kui ka koormuse kasutamise ja tühisõitude jaoks.	b. Aruandlus tuleks esitada CO2 või CO2e kujul	a. <i>EcoTransit World</i> algoritm koosneb seega teaduslikult põhjendatud võrdlusalustest, hinnangutest ja mitmetest erinevatest teguritest, mis muudavad arvutused keerukamaks ja tagavad seega usaldusväärsed ja kehtivad heitkogused.
2.2.2 Algoritmid	a. $Vahemaa \times kaal \times heitetegur = CO_2 \text{ kg}$	a. Transporditeenuse heitkogused võrdub aastane kütusekulu korda heitetegur jagatud aastaga transporditud kaal korda aastaga läbitud vahemaa.	a. $Vahemaa \times kaal \times heitetegur = CO_2$
3.1.1 Allikas	a. Koormustegur ja tühjade sõitude osakaal	a. Mitme tarne korral, mis on tavaline, <i>GCD</i> kasutamine on õiglane ja lihtne	a. Koormustegur ja tühjade sõitude osakaal
	b. Kütuse liik ja biokütuse osakaal		b. Kütuse liik ja biokütuse osakaal
	c. Kütusekulu ja heitetegurid		c. Kütusekulu ja

	sõiduki omadustel		heitetegurid sõiduki omadustel
	d. <i>CEN</i> -standard täpsustab, et arvesse tuleb võtta sõidukite edasi-tagasi reisi kogumahtu, mille käigus üksik saadetist veetakse või planeeritud saadetiste puhul veetakse. Seda sõiduki edasi-tagasi reisi nimetatakse sõiduki operatsioonisüsteemiks <i>VOS</i> . See tagab, et arvutusse kaasatakse tühjad sõidud sõiduki varustamiseks või tühjad sõidud objektile tagasi.		d. Teede vahemaad arvutatakse põhjaliku geograafilise infosüsteemi (<i>GIS</i>) andmebaasi abil, mis hõlmab üleilmseid teede, raudtee, lennundus, mere ja siseveeteede võrgustikke. Lisaks sisaldab <i>GIS</i> -andmebaas ka geograafilisi koordinaate enam kui 100 000 asukohakoodi jaoks, nagu lennujaamad, sadamad ja tegelik teede infrastruktuur igas riigis.
	e. kaubaliik: Puistekaubad, mahtkaubad ja keskmised kaubad		e. Maanteekaubaveo korrigeeritud heitetegur koosneb mitmest parameetrist, nagu riigist sõltuv veoki suurus, heiteklass, biokütuse osakaal ja kütuse kvaliteet (väävlisisaldus). Heitekoefitsiente kohandatakse täiendavalt koormusteguriga (koormuse koefitsient vähimisi 45%) ja tühjasõidu teguriga (20%)
	f. Kui veoteenuste osutamiseks kasutatakse alltöövõtjaid, siis tavaliselt puudub teave nende sõidukite ja sõidukite edasi-tagasi reise kohta ega andmed koormuse kasutamise või tühisõitude osakaalu kohta. Sel juhul näeb standard <i>EN 16258</i> ette vaikeväärtuste kasutamise nii energiatarbimise kui ka koormuse kasutamise ja tühisõitude jaoks.		f. Vedaja kasutab allhanke transporti ja seetõttu ei ole konkreetse veo jaoks kasutatava veoki täpse suuruse teadmine võimalik. Kuid selle asemel, et kasutada üldisi keskmisi, määrab veokite suurused sõltuvalt riigist, kus vedu toimub.
3.1.2 Tüüp	a. Kaubarongide energiakulu sõltub suuresti rongi pikkusest ja kogumassist: mida pikem ja raskem rong, seda vähem kulub energiat ühe transporditava tonni	a. Põhimõtteliselt on kahte tüüpi raudteetransporti – diisel- ja elektrivedurid.	a. Lähte- ja sihtkoha asukohakoodid tõlgitakse lähimasse saadaolevasse rongijaama koos vastavate jaama koodidega. Selle teabe

	kohta. Seetõttu nõuab arvutus eri klasside ja erineva täismassiga rongide spetsifikatsioone.		põhjal arvutatakse vahemaa
	b. Energia eritunnused E tkm või TEU-km kohta on sätestatud EN 16258 standardis, millest saab valida sobiva väärtuse ja kasutada seda energiakulu F arvutamise võrrandis.	b. Massi kõikumised (6000 - 900 tonn) seega on selge grupeerimine vajalik.	b. Arvestus hõlmab erinevaid rongitüüpe, mis on eristatud nende kogumassi järgi. Rongi tüüpe valitakse vaikumisi selle järgi, mis rongid on rohkem kasutusel riigiti
3.2.1 Allikas	a. Meretranspordi puhul vastavad veokaugused navigeeritavate veeteede pikkusele. Meretranspordi puhul kasutatakse märgitud laevateid. Kui marsruutide pikkus on teadmata, saab need määrata nt. veebitööriist <i>EcoTransIT</i>	a. CCWG kasutab CO2/TEU jaotusühikutena	a. Tegelikud mõõdetud heitetegurid esitab CCWG mis põhineb CCWG liikmete iga-aastastel aruannetel. CCWG liikme vedajad esindavad umbes 80% ülemaailmsest ookeani konteinerite mahust. CCWG metoodikas väljendatakse heitekoefitsiente kui "süsinikdioksiidi heide grammides 1 kilomeetri kaugusel veetud konteineri kohta" g CO2 / TEU-km
	b. Määratavad väärtused: Laeva tüüp, Kauba tüüp, Transporditav kaal	b. CCWG lähenemine vahemaa mõõtmiseks konkreetsete kaubateedega on jõuline ja lihtne	b. Konteinerlaevade puhul on CCWG kokku leppinud 70% keskmise mahutavuse kasutamise kõikidel kaubateedel. Konteinerveol lepitakse kokku ja rakendatakse keskmine kaal 10,5 tonni TEU kohta. Kogu laeva kütusekulu ei ole tundlik konteineri täituvuse suhtes.
			c. Vahemaa esitatakse sadama ja sadama vaheliste kauguse alusel, mis põhinevad tegelikel mereteedel.
3.2.2 Tüüp	a. Lennukeid kasutatakse peamiselt kiireloomuliste, kiiresti riknevate või väga väärtuslike toodete pika vahemaa vedamiseks.	a. Lennutransport kasutab CO2 jaotusühikuna üldmassi ja tonn/km	a. ETW arvutab lennujaamade vahelised kaugused suure ringi kauguse (GCD) põhjal, kasutades lennujaamade geograafilisi koordinaate ja lisades 95 km stardi ja maandumise eest, nagu on ette nähtud standardis

			EN 16258.
b. Petrooleumi tarbimine sõltub lennuki tüübist. Lennutranspordi eripära on see, et õhkutõusmise faasi suure energiakulu tõttu sõltub tarbimine ka vahemaast.	b. Kaubalennukitel on tunduvalt madalam eriheitetegur, ligikaudu 400 g tonnkilomeetri kohta, võrreldes reisilennukitega (<i>belly freight</i>)	b. Lennunumbrit kasutatakse lennuki tüüpi määramiseks, energia (kütuse) lõpptarbimise ja heitetegurite määramiseks. Valitud tüüp määrab võimsuse, turbiini vanuse ja selle, kas kaupa veetakse selleks ettenähtud kaubalennukiga või koos reisijatega (<i>belly-freight</i>).	
c. Kui tegelik lennumarsruut jääb näidatud väärtuste vahele, siis tuleb vajalik väärtus saada lineaarse interpolatsiooni teel.	a. <i>GCD</i> - kasutamine vahemaa kalkuleerimisel on õiglane ja lihtne		