LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

VIHREÄ LOGISTIIKKA JA SEN TULEVAISUUS

Rapo Väinö

Opinnäytetyö
Liiketalouden koulutus
Tradenomi (AMK)

2022

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Abstract of Thesis

Liiketalouden koulutus
Tradenomi (AMK)

Tekijä	Väinö Rapo	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Satu Valli		
Työn nimi	Vihreä logistiikka ja sen tulevaisuus		
Sivu- ja liitesivumäärä	40 + 1		

Opinnäytetyössä selvitettiin, mitä toimia vihreään logistiikkaan liittyy teoriassa sekä tarkasteltiin, hyödyntävätkö tutkimuksen kohteina olleet yritykset teoriassa esiteltyjä vihreän logistiikan toimintakeinoja liiketoiminnassaan. Lisäksi selvitettiin, ohjaako yritysten vihreän logistiikan kehittämistä sisäiset tekijät, vai ohjaako kehitystä ulkoiset tekijät kuten lainsäädäntö. Lisäksi työn tarkoituksena oli jäljittää, seuraavatko yritykset vihreää logistiikkaa suorituskykymittaristoja hyödyntäen. Työssä pyrittiin myös luomaan katsaus vihreän logistiikan tulevaisuuden kehityssuuntauksiin.

Tietoperusta muodostui monesta eri osasta. Ensimmäiseksi tarkasteltiin kuljetussektorin tuottamia hiilidioksidipäästöjä sekä kuljessektorin päästöjä ohjailevaa lainsäädäntöä. Seuraavat tietoperustan osat koostuivat logistiikan yleiskatsauksesta toimialana sekä erilaisten vihreiden logististen toimien esittelemisestä. Teoriaosuuten kuului myös katsaus vetytalouteen yhtenä osana vihreän logistiikan tulevaisuutta.

Tutkimus oli menetelmäsuuntaukseltaan laadullinen. Tutkimuksen aineisto hankittiin teemahaastatteluiden ja verkkosivustojen sisältöanalyysien avulla. Haastattelut litteroitiin. Kysymyspatteriston laatiminen ja aineiston analysoiminen pohjautui tietoperustaan.

Tutkimustuloksista selvisi, että yritykset pitävät erityisesti uusia teknologisia ratkaisuja kuten sähköautoja ensisijaisena keinoja kuljetusliikenteen päästöjen vähentämiseksi. Isot logistiikkayritykset ovat kehittäneet omia strategisia ohjelmia vihreiden tavoitteiden saavuttamiseksi.

Avainsanat: logistiikka, vihreä logistiikka, kestävä kehitys, toimitusketjun hallinta, ilmastonmuutos

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Anstract of Thesis

Bachelor of Business Administration

Author	Väinö Rapo	Year	2022
Supervisor	Satu Valli		
Subject of thesis	Green Logistics and Its Future		
Number of pages	40 + 1		

The aim of this thesis was to research the activities green logistics involves in theory, and if companies apply these measures in their own business practices.

In addition, the study investigated whether the development of green logistics in companies is driven by internal factors or by external factors such as legislation. Furthermore, the work aimed to investigate whether companies are using performance metrics designed to measure green logistics. Lastly, the study sought to provide an overview of future trends in green logistics.

The theoretical base consisted of many different sections. The first part presented the distribution of carbon dioxide emissions from the transportation sector. Some legislation governing the carbon emissions in the EU and transportation vehicles were also presented in this section. The following part of the theoretical base consisted of an overview of logistics as an industry and a presentation of various activities involved in green logistics. The theoretical part also included an overview of the hydrogen economy as one future trend of green logistics.

The study was qualitative in its methodological approach. The data was collected through thematic interviews and content analysis of websites. The interviews done were transcribed. The set of questions and the data were compiled by using the study's theoretical base as framework. The theory also formed a good foundation to analyse the empirical data.

The results of the study showed that companies consider new technological solutions, in particular electric vehicles, as a preferred means to reduce transport emissions. Large logistical companies have developed their own strategic programmes to achieve green targets.

Keywords: logistics, green logistics, sustainable development, supply chain management, climate change

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 5

2 LOGISTIIKKA TOIMIALANA 9

3 VIHREÄ LOGISTIIKKA 14

3.1 Ilmastonmuutos 17

3.2 Kiertotalous auttamassa vihreän logistiikan kehittymistä 19

3.3 Vihreän logistiikka liikenteessä 20

3.4 Vihreä varastointilogistiikka 24

3.5 Miten logistiikan vihreyttä mitataan 26

4 YRITYSTEN NÄKEMYKSIÄ VIHREÄSTÄ LOGISTIIKASTA JA SEN TOTEUTUMISESTA OSANA STRATEGIAA 31

5 POHDINTA 35

LÄHTEET 37

1 JOHDANTO

Suomella on tärkeä rooli Euroopan ilmasto-ohjelmassa, sillä Euroopan komissio edellyttää Suomen vähentävän hiilidioksidipäästöjään 39 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Suomessa liikenne on avainasemassa tavoitellun vähennyksen suhteen. Liikenteen aiheuttamat päästöt tulisi puolittaa vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. (Ahonen 2017.)

Kasvavan ympäristötietoisuus ja kehittyvä logistiikka ovat luoneet muutospaineita logistiikkaan, jonka myötä vihreä logistiikka on syntynyt käsitteeksi. Vihreällä logistiikalla voidaan tarkoitta useita eri asioita, kuten esimerkiksi toimitusketjun ekotehokkuuden muuttamista mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavaksi tai materiaalien kierrätyksen tehostamista. (Logistiikan Maailma 2022a.)

On olemassa monia eri mittareita logistiikan ympäristövaikutusten mittaamista varten. Logistisen ekotaseen avulla pyritään mittamaan logistisen ketjun kaikkien eri vaiheiden ympäristövaikutuksia. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Tutkimuksessa haetaan vastausta siihen, mitä käsitetään vihreällä logistiikalla ja miten sitä huomioidaan logistiikka-alan yrityksissä. Opinnäytetyön päätavoite on selvittää mitä vihreä logistiikka tarkoittaa käsitteenä sekä miten vihreän logistiikan arvioidaan kehittyvän tulevaisuudessa.

Tutkimuksen pääkysymys on:

• Mitä on vihreä logistiikka ja miten se tulee kehittymään tulevaisuudessa?

Alatutkimuskysymykset ovat:

• Kehittävätkö yritykset itse vihreää logistiikka vai ohjaavatko ilmastonmuutos ja lainsäädäntö vihreän logistiikan kehitystä?

• Millä tavoin sekä minkälaisilla mittareilla logistiikan vihreyttä mitataan?

1.1 Tutkimusmenetelmä ja sen perustelut

Tutkimukseni on laadullinen, koska tutkittavia havaintoyksikköjä on vain muutama, joten haastatteluista saatavien tulosten perusteella ei voi tehdä tilastollisesti päteviä johtopäätöksiä. Jos tutkimus olisi määrällinen, havaintoyksikköjä tulisi olla huomattavasti enemmän.

Laadullisessa analyysissä tutkimusaineistoa tarkastellaan usein kokonaisuutena eli aineiston ajatellaan selittävän jotain yksittäiseksi ymmärretyn loogisen kokonaisuuden rakennetta. Argumentaatiota ei voi rakentaa muuttujien välillä esiintyvien erojen perusteella. Laadullisen tutkimuksessa ei siis käytetä tilastollisia todennäköisyyksiä, ja usein laadullisessa tutkimuksessa käytettävien yksiköiden määrä on niin alhainen, että niiden väliset eroavaisuudet eivät ole tilastollisesti merkittäviä. (Alasuutari 2011.)

Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuksen otanta on yleensä niin pieni, että sen pohjalta ei ole järkevää tehdä uusia tilastollisiin todennäköisyyksiin perustuvia johtopäätöksiä. Aineiston laadun on oltava korkeaa, koska aineistoa tulkitaan perusteellisesti. (Alasuutari 2011.)

Laadullisen tutkimus koostuu kahdesta vaiheesta, jotka ovat havaintojen pelkistäminen ja tulosten tulkinta. Havaintoja pelkistäessä havaintoja tarkastellaan aina tietystä teoreettis-metodologisesta näkökulmasta. Aineistoa tarkastellaan kiinnittämällä huomiota ainoastaan siihen, mikä on teoreettisen viitekehyksen ja kysymyksenasettelun kannalta olennaista eli otanta valitaan harkinnanvaraisesti. Tällöin analyysin kohteena oleva aineisto pelkistyy hallittavampaan muotoon. Havaintoja yhdistetään esimerkiksi etsimällä haastatteluun vastanneiden havaintoyksiköiden vastauksia yhdistäviä piirteitä. Havaintoyksiköiden haastattelujen tuloksia tarkastellaan yleisemmällä tasolla määriteltyjen toimintatyyppien variantteina. Laadullisessa tutkimuksessa on tärkeää supistaa raakahavainnot mahdollisimman suppeaksi havaintojen joukoksi, jotta kokonaiskuva pysyisi yhteneväisenä. (Alasuutari 2011.)

Tutkimukseni haastattelun toteutan teemahaastatteluna. Aineiston koodauksen apuvälineenä käytän teemahaastattelurunkoa. Tarkoituksenani on myös käyttää teemakortistoa yhtenä apukeinona aineiston analysoimisessa. Analyysitapoja,

joita aineiston analyysissä tulen käyttämään, ovat teemoittelu ja aineiston erittely. Tutkimuksen aineisto kerätään haastattelemalla neljää suomalaista logistiikka-alalla toimivaa yritystä. Haastattelun lisäksi teen sisältöanalyysin kahdesta suuresta logistiikka-alalla globaalisti toimivasta yrityksestä. Laadullinen tutkimusmenetelmä soveltuu opinnäytetyöhöni, koska tutkittavia havaintoyksikköjä on vain muutama, joten haastatteluista saatavien tulosten perusteella ei voi tehdä tilastollisesti päteviä johtopäätöksiä. Jos tutkimus olisi määrällinen, havaintoyksikköjä tulisi olla huomattavasti enemmän. Tutkimusaineiston kerään haastatteluilla.

Tutkimukseni haastattelun toteutan teemahaastatteluna. Teemahaastattelussa haastattelun aihepiirit on määrätty etukäteen. Teemahaastattelu poikkeaa strukturoidusta haastattelusta siten, että teemahaastattelusta puuttuu strukturoidulle haastattelulle tyypillinen kysymysten tarkka muoto ja järjestys.

Teema-alueet on päätetty etukäteen, ja haastateltavat käyvät läpi kaikki eri teemat. Haastattelun laajuus ja teemojen läpikäyntijärjestys vaihtelevat haastateltavien välillä. Suomalaisten tutkijoiden keskuudessa teemahaastattelut ovat suosittuja, koska haastateltavat saavat vastata vapaasti, jolloin vastaukset edustavat haastateltavia henkilöitä itseään. Teemat muodostavat myös kehikon, jonka avulla aineiston litterointi on helpompi jäsennellä. (Eskola & Suoranta 2002, 86–87.)

Aineiston koodauksen apuvälineenä käytän teemahaastattelu runkoa. Tarkoituksenani on myös käyttää teemakortistoa yhtenä apukeinona aineiston analysoimisessa. Analyysitapoja, joita aineiston analyysissä tulen käyttämään, ovat teemoittelu ja aineiston erittely. Tutkimuksen aineisto kerätään haastattelemalla kahta suomalaista logistiikka-alalla toimivaa edustajaa. Haastattelun lisäksi teen sisältöanalyysin kahdesta suuresta logistiikka-alalla globaalisti toimivasta yrityksestä.

1.2 Tutkimuksen reliaabilius

Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuuden arviointia on tehtävä koko tutkimusprosessin ajan kaikissa tutkimuksiin liittyvissä vaiheissa. Tutkimuksen toteuttamista ja tutkimuksen luotettavuutta ei voi siis pitää toisistaan erillisinä

tapahtumina. Tutkijan on kyettävä dokumentoimaan, kuinka tutkimuksen kohteiden luokittelua ja kuvaamista on päädytty toteuttamaan juuri sillä tavalla kuin se on tutkimuksessa tehty. (Vilkka 2021.) Tutkimukseni on reliaabeli, jos koko tutkimusprosessin raportointi on tehty pätevästi.

Tutkimus on pätevä silloin, kun tutkimuksessa käytetyn teorian käsitteet on siirretty yhteneväisesti kyselylomakkeelle (Vilkka 2021). Tutkimuksen pätevyyttä analysoidaan tarkistamalla, että kyselylomakkeet ovat syntyneet johdonmukaisesti teoriatiedon sekä teoriatiedon synnyttämän ajatusmaailman mukaisesti.

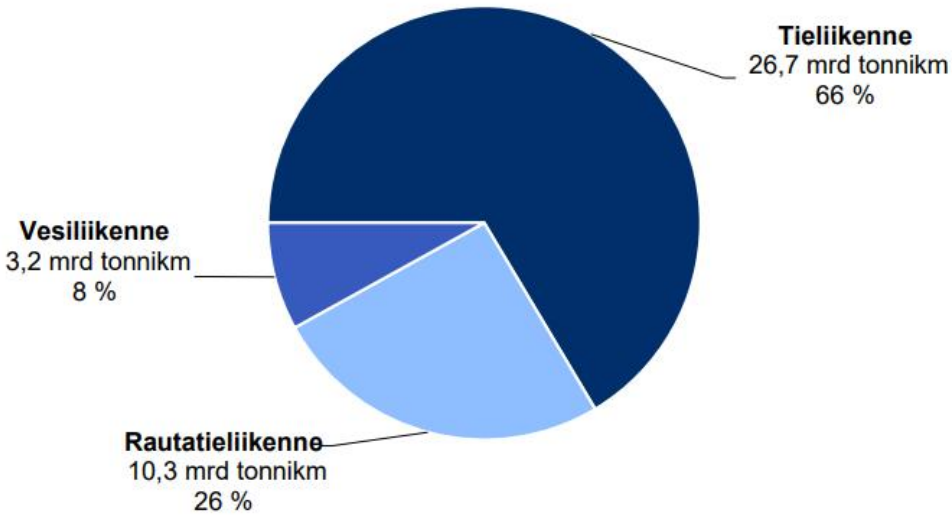
Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta parantaa tutkijan asianmukainen selostus tutkimuksen toteuttamisesta. Haastatteluun vaikuttavat seikat kuten aika, häiriötekijät sekä tutkijan oma itsearviointi tilanteessa tulisi ottaa huomioon, kun haastattelua arvioidaan. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 227.) Tutkimukseni on luotettava, koska pyrin noudattamaan tutkimusprosessin eri vaiheissa luotettavan ja pätevän tutkimuksen periaatteita. Tutkimuksen aineiston ja empirian purkamisessa ja analysoinnissa tarkastelen huolellisesti niitä tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin ja kulkuun.

2 LOGISTIIKKA TOIMIALANA

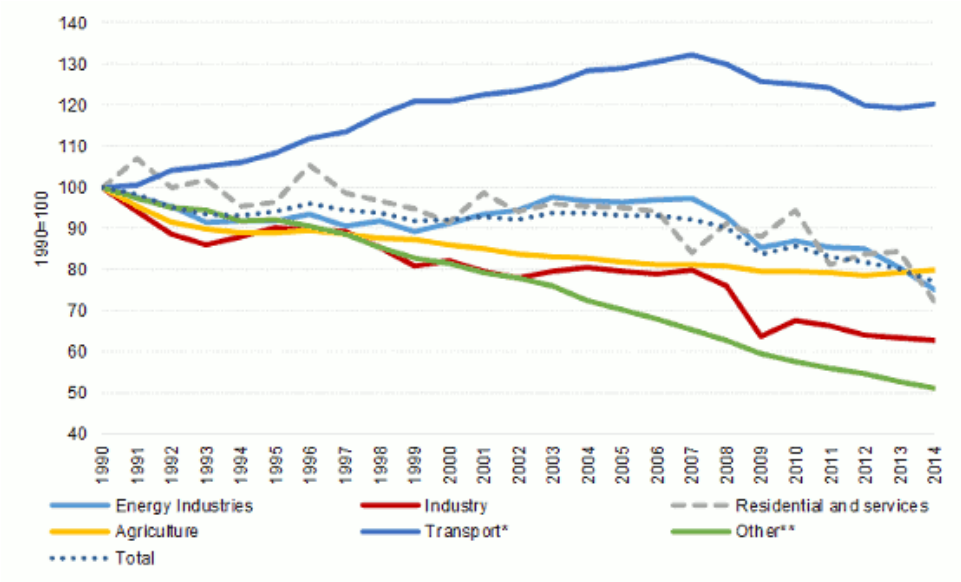
Logistiikalla tarkoitetaan kuljetusta, varastointia ja tuotteiden käsittelyä koko tuotanto- ja toimitusketjun aikana. Logistiikka on ollut laajan akateemisen tutkimuksen kohteena vasta 1960-luvun alusta lähtien, vaikka logistiset toiminnot ovat olleet keskeisessä asemassa taloudellisen ja sosiaalisen kehittymisen kannalta ammoisista ajoista lähtien. (McKinnon, Cullinane, Browne & Whiteing 2010, 3.)

Tieliikenteen osuus vuonna 2019 Suomen kotimaan tavaraliikenteessä kuljetetuista tonneista oli selkeästi suurin eli noin 66 %, kuten kuvio 2 osoittaa. Rautatieliikenteen osuus oli 12 % ja vesiliikenteen 3 %. Näin ollen vesi- ja rautatieliikenne yhdessä muodostavat vain 15 % Suomen tavaraliikenteestä. (Salanne, Tikkanen, Herneoja, Kaartinen & Valli 2021.)

Liikenteen osuus Euroopan kaikista kasvihuonekaasupäästöistä on lähes neljännes, ja se on suurin syy kaupunkien ilmansaasteisiin. Liikenteen päästöt eivät ole vähentyneet yhtä asteittain kuin muilla aloilla: päästöt alkoivat vähentyä vasta vuonna 2007, ja ne ovat edelleen suuremmat kuin vuonna 1990 kuten voimme huomata tämän kuviosta 2.

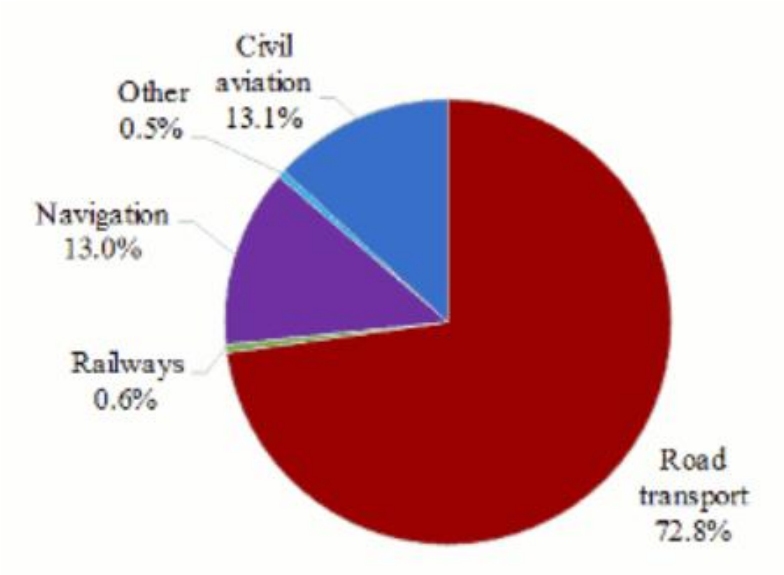


Kuvio 1. Kotimaan tavaraliikenteen kuljetussuoritteen kuljetusmuotojakauma vuonna 2019 (Salanne, Tikkanen, Herneoja, Kaartinen & Valli 2021)



Kuvio 2. EU:n tuottamat kasvihuonepäästöt elinkeinosektoreittain vuoteen 2014 saakka (Euroopan komissio 2022b).

Kuljetussektorilla tieliikenne on ylivoimaisesti suurin päästöjen aiheuttaja, sillä sen osuus kaikista liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä oli yli 70 prosenttia vuonna 2014 (Euroopan komissio 2022b). Tieliikenteen osuudessa liikennepäästöissä ei ole tapahtunut viime vuosina suuria muutoksia, koska vuonna 2019 se aiheutti yhä 72 prosenttia kaikista EU-maiden sisäisen ja kansainvälisen liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Tieliikenteen päästöjen odotetaan kuitenkin kutistuvan huomattavasti lähivuosina verrattuna muihin kuljetusmuotoihin, koska suurin osa jäsenvaltioiden nykyisistä ja suunnitelluista toimenpiteistä kohdistuu juuri tieliikenteeseen. (Euroopan ympäristövirasto 2021.)



Kuvio 3. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt liikennemuodoittain vuonna 2014 (Euroopan komissio 2022b)

Suurimmat päästöjen kasvut vuoteen 2030 mennessä ennustetaan tapahtuvan lentoliikenteessä ja sen jälkeen kansainvälisessä meriliikenteessä, koska ne eivät ole etusijalla EU-maiden kansallisessa politiikassa. Näiden toimijoiden odotetaan siksi muodostavan suuremman osuuden liikennealan päästöistä tulevina vuosina. (Euroopan ympäristövirasto 2021.) Tarkemmin liikenteen kasvihuonepäästöjä liikennemuodoittan voi tarkastella kuviosta 3.

EU:n koko liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöt kasvoivat tasaisesti vuosina 2013-2019, mikä poikkeaa merkittävästi muiden alojen päästöistä kyseisenä ajanjaksona. Vuotta 2020 koskevien alustavien arvioiden mukaan liikenteen päästöt vähenevät huomattavasti, mikä johtuu toiminnan vähenemisestä Covid-19-pandemian aikana. Liikenteen päästöjen odotetaan jatkavan kasvuaan vuoden 2020 jälkeen. Euroopan ympäristöviraston laatimat kansalliset ennusteet osoittavat, että vaikka jäsenvaltioissa parhaillaan suunnitteilla olevat toimenpiteet toteutettaisiinkin, liikenteen kotimaiset päästöt alittavat vuoden 1990 tason vasta vuonna 2029. Kansainvälisen ilmailu- ja meriliikenteen päästöjen ennustetaan edelleen kasvavan, mikä hidastaa liikenteen kokonaispäästöjen kutistumista. (Euroopan ympäristövirasto 2021.)

Liikenteen päästöt aiheuttavat myös kaikkein eniten erilaisia ilmanlaatuongelmia Euroopassa. EU:ssa säännellään pienhiukkasten, typen oksidien, palamattomien

hiilivetyjen ja hiilimonoksidin päästöjä. Euro-päästöstandardit ovat johtaneet pakokaasujen hiukkaspäästöjen ja muiden epäpuhtauksien, kuten hiilivetyjen ja hiilidioksidin, huomattavaan vähenemiseen. (Euroopan komissio 2022a.)

Tieliikenteen typenoksidipäästöt (NOx) - ja erityisesti typpioksidipäästöt (NO2) eivät kuitenkaan ole vähentyneet niin paljon kuin odotettiin, kun Euro-standardit otettiin käyttöön vuodesta 1991 lähtien. Syynä tähän on se, että päästöt todellisissa ajo-olosuhteissa ovat usein suuremmat kuin hyväksyntätesteissä mitatut päästöt erityisesti dieselajoneuvojen osalta. (Euroopan komissio 2022a.)

Tilastokeskuksen pika-arvion mukaan kotimaan liikenteen päästöt vuonna 2020 olivat noin 10,4 Mt CO2-ekv ja ne vähenivät noin 7 % eli 0,8 miljoonaa tonnia edellisvuoteen verrattuna. Tämä johtuu muun muassa tieliikenteen liikenteen ja polttoaineen kulutuksen vähenemisestä sekä lentopetrolin kulutuksen vähenemisestä koronapandemian seurauksena. Vuonna 2020 tieliikenteen osuus liikenteen päästöistä oli noin 95 prosenttia. (Traficom 2021.)

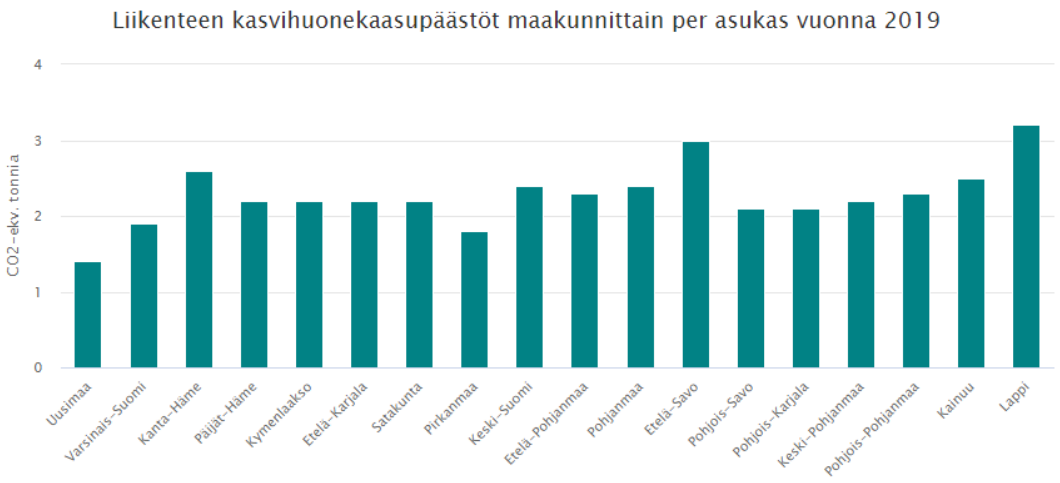
Liikenteen päästöjä seurataan vuosittain Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän LIPASTO:n ja Tilastokeskuksen kasvihuonekaasujen inventaarion perusteella. Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin viidennes. (Traficom 2021.)

Tilastokeskuksen kasvihuonekaasujen inventaarion mukaan liikenteen päästöt kasvoivat tasaisesti 1990-luvun alkupuolelta vuoteen 2007 asti, mikä johtui pääasiassa liikennesuoritteen kasvusta. Sen jälkeen ne kääntyivät laskuun, mikä johtui muun muassa talouden taantumasta, autojen energiatehokkuuden parantumisesta ja polttoaineiden bio-osuuden kasvusta. Viime vuosina bio-osuuden muutokset liikennepolttoaineissa ovat johtaneet tieliikenteen päästöjen vuosittaisiin vaihteluihin tilastoissa. Tämä johtuu Suomen jakeluvelvoitelainsäädännöstä, joka on antanut jakelijoille joustovaraa biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen täyttämisessä etukäteen. (Traficom 2021.)

Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän LIPASTO:n mukaan tieliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2020 noin 9,9 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Tieliikenteen

hiilidioksidipäästöistä noin 53 % oli peräisin henkilöautoista, reilu 33 % kuorma-autoista, reilu 8% pakettiautoista, reilu 4 % linja-autoista ja reilu 1 % moottoripyöristä, mopoista ja mopoautoista. Rautatieliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat noin 0,06 miljoonaa tonnia, ja niiden osuus kotimaan liikenteen päästöistä oli alle 1 prosentti. Rautatieliikenteen päästöt ovat vähentyneet vuodesta 1994, mikä johtuu osittain rautatieverkon sähköistämisestä. Kotimaan vesiliikenteen hiilidioksidipäästöt kalastusaluksen mukaanluettuna olivat noin 0,4 Mt CO2-ekv. vuonna 2020, mikä on vajaa 4% kokonaispäästöistä. Kotimaan ilmailun päästöt olivat Tilastokeskuksen pikaennakkotiedon mukaan noin 0,1 Mt vuonna 2020, ja niiden osuus kotimaan liikenteen päästöistä oli noin 1 %. (Traficom 2021.)

Kuviosta 4 voidaan huomata kuinka Suomen korkean väestötiheyden maakunnissa liikenteen kasvihuonepäästöt ovat matalampia asukasta kohden kuin harvaan asutuissa maakunnissa. Esimerkiksi Lapissa liikenteen kasvihuonepäästöt olivat yli kaksi kertaa korkeammat asukasta kohden kuin Uudellamaalla. (Traficom 2021).



Kuvio 4. Liikenteen kasvihuonepäästöt maakunnittain per asukas vuonna 2019 (Traficom 2021)

3 VIHREÄ LOGISTIIKKA

Vihreä logistiikka on jatkuvasti kehittyvä käsite, jota voidaan kuvata logistiikkastrategioiden, -rakenteiden, -prosessien ja -järjestelmien kokonaisvaltaisena muutoksena kohti järkevämpää ja tehokkaampaa resurssien käyttöä. On olemassa monenlaisia menettelytapoja, joiden avulla logistiikasta pyritään tekemään mahdollisimman ympäristöystävällistä. Jokaisen organisaation olisi arvioitava omat tavoitteensa, valmiutensa ja suunnitelmansa tavoitteiden saavuttamiseksi. (Bradley 2021.)

Logistiikkastrategiat, joiden avulla toimintaa suunnitellaan ja linjataan useiden vuosien aikajänteellä, auttavat toimitusketjun hallintaa merkittävästi. Logistiikkastrategia on integroitava kiinteästi yrityksen kaikkiin toimintoihin, jotta sen toteuttaminen voitaisiin varmistaa. Strategisella tasolla tehtyjä päätöksiä on noudatettava kaikessa logistiikkatoiminnassa. Monissa yrityksissä ongelmana on, että päivittäisessä toiminnassa tehdyt päätökset eivät ole strategian mukaisia. (Logistiikan maailma 2022b.)

Toimitusketjun hallinnan keskeisiä strategisia päätöksiä ovat varastojen ja tuotantolaitosten sijainnin valinta, ulkoistaminen, varastointikäytännöt ja jakelureittien valinta. Yleensä strategiset logistiikkapäätökset perustuvat raaka-aineiden tai markkinoiden läheisyyteen. Toimitusketjujen ja -verkostojen jäsenyys, roolit ja hallinto ovat myös erittäin tärkeitä päätöksiä. Verkostot on otettava huomioon esimerkiksi alihankkijoita ja kumppaneita etsittäessä tai jakelujärjestelmää rakennettaessa. (Logistiikan maailma 2022b.)

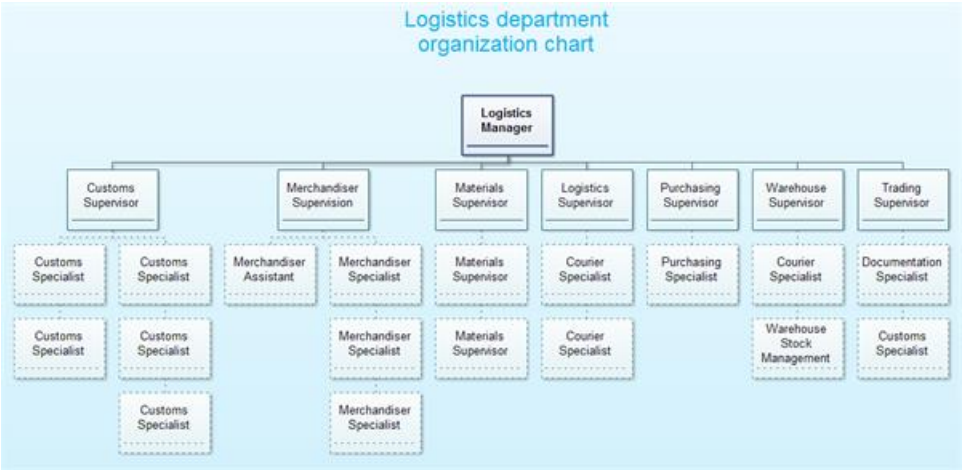
Logistiikkastrategia ei välttämättä ole aina kirjallisessa muodossa. On monia menestyviä yrityksiä, joilla ei ole lainkaan kirjallista strategiaa, vaan se on sisällytetty yrityksen toimintaan. Kirjallinen strategia takaa kuitenkin jatkuvuuden ja yhdenmukaisuuden, edistää yhteisiä työmenetelmiä ja voi helpottaa uusien työntekijöiden opastamisessa. (Logistiikan maailma 2022b.)

Kustannusten vähentämisstrategioissa keskitytään yleensä varastointi- ja kuljetuskustannusten minimointiin. Sitoutuneen pääoman määrän vähentämisellä pyritään minimoimaan logistiikkajärjestelmään sidotun rahan määrä. Kustannusten vähentämisstrategioissa pyritään myös parantamaan

sijoitetun pääoman tuottoprosenttia. Tämän vuoksi tuotteita kuljetetaan esimerkiksi suoraan asiakkaille varastoinnin vähentämiseksi, käytetään yhteisiä varastoja omien varastojen sijasta tai käytetään kolmannen osapuolen logistiikkapalveluntarjoajaa. Näissä tapauksissa muuttuvat kustannukset voivat kasvaa, mutta sijoitetun pääoman tuotto kasvaa. (Logistiikan maailma 2022b.)

Palvelun parantamisstrategia perustuu periaatteeseen, jonka mukaan tuotto riippuu logistisen palvelun tasosta. Palvelukeskeisessä strategiassa keskitytään siihen, että asiakkaalle tarjotaan riittävän korkeatasoista palvelua merkittävän kilpailuedun saavuttamiseksi. Tässä strategiassa kustannukset kasvavat nopeasti, kun logistiikan asiakaspalvelun tasoa nostetaan. Lisääntyneet tulot kuitenkin kompensoivat kasvaneet kustannukset tai jopa ylittävät ne. Ennen lisäarvopalvelujen käyttöönottoa on kuitenkin tärkeää varmistaa, että asiakkaat ovat halukkaita maksamaan niistä. (Logistiikan maailma 2022b.)

Logistiikkayrityksillä voi olla monia organisaatiorakenteita, mutta tyypillisimmän logistiikan organisaatiorakenteen tulisi koostua logistiikkapäälliköstä, tullivalvojasta, myyntipäälliköstä, materiaalipäälliköstä, ostopäälliköstä, varastopäälliköstä, jakelupäälliköstä, lähetysasiantuntijasta ja varastohenkilöstöstä. Kuviossa 5 on esitetty yksi esimerkki siitä, miltä yrityksen logistinen rakenne voi näyttää. Pienten yritysten logistiikkarakenteet ovat usein pienempiä ja yksinkertaisempia kuin kuviossa näytetty esimerkki. (Lynch 2021.)



Kuvio 5. Logistiikkaosaston organisaatiokaavio (Lynch 2021)

Logistiikkajärjestelmä on organisaatioiden, ihmisten, toimintojen, informaatio ja resurssien verkosto, joka osallistuu tuotteiden fyysiseen kuljetukseen toimittajalta asiakkaalle. Logistiikkajärjestelmä voi koostua kolmesta pääverkostosta tai osajärjestelmästä:

1. Hankinta: Raaka-aineiden ja osien hankinta toimittajilta ja niiden kuljetus tuotantolaitoksiin.

2. Tuotanto: Raaka-aineiden muuntaminen valmiiksi tuotteiksi.

3. Jakelu: Valmiiden tuotteiden kuljetus tehtailta varastoverkostoon ja sieltä loppukäyttäjille (Farahani, Rezapour & Kardar 2011).

Nykyaikana vihreällä logistiikalla tarkoitetaan nykyaikana useiden eri tutkimussuuntausten yhteenliittymää viimeisten 50 vuoden ajalta. Näistä tutkimuksista voidaan erottaa viisi eri teemaa, jotka ovat rahtiliikenteen ulkoisvaikutusten vähentäminen, paluulogistiikka, kaupunkilogistiikka, yritysten logistiset ympäristöstrategiat ja vihreän toimitusketjun hallinta (McKinnon, Cullinane, Browne & Whiteing 2010, 6).

Voittojen maksimointi on ollut useimpien logistiikan tutkimiseen kohdistuneiden tutkimusten keskiössä. Tutkimukset, joiden keskiössä on nimenomaan logistiikan vihreys muodostavat edelleen hyvin pienen osan kaikista julkaistuista logistiikkatutkimuksista, vaikka ympäristöongelmiin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomioita yhteiskunnallisella tasolla. Vihreän logistiikan tutkiminen on kuitenkin hyvin vakiintunut ja laaja tutkimusalue, kun otetaan huomioon vihreää logistiikka tutkineiden tutkimusyen korkea laatu (McKinnon, Cullinane, Browne & Whiteing 2010, 3-5).

Vihreä logistiikka on otettava huomioon kestävässä kehityksessä. Kestävä kehitys koostuu kolmesta pilarista: taloudellisesta, yhteiskunnallisesta ja ympäristöllisestä. Näitä periaatteita kutsutaan epävirallisesti englannin kielessä myös nimellä “3P” - Profit, People ja Planet. Näiden palvelulähtöiseen ajattelutapaan perustuvien pilarien välisen tasapainon avulla logistiikka voi auttaa yrityksiä tarjoamaan optimaalisia tuotteita ja palveluita sekä samalla varmistamaan resurssien entistä järkevämmän käytön. Vihreässä logistiikassa sovelletaan siis kolmiulotteista elinkaariajattelua perinteisen yksiulotteisen, vain

talouteen keskittyvän lähestymistavan sijaan. Kun organisaatio vähentää ympäristövaikutuksiaan ja tukee myönteistä sosiaalista käyttäytymistä, se voi saada vastinetta myös rahoilleen (Bradley 2021).

3.1 Ilmastonmuutos

Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteena on tehdä Euroopasta ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Kunnianhimoisen suunnitelman tavoitteena on vähentää nykyisiä kasvihuonepäästöjä 50 prosentilla (Montag, Klünder & Steven 2021).

Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (IPCC) varoittaa kuudennessa arviointiraportissaan, että maapallon lämpeneminen on huomattavasti nopeampaa kuin aiemmin on oletettu. Nykysuuntauksilla maapallo lämpenisi jo noin 1,5 celsiusastetta vuoden 2030 tienoilla verrattuna esiteolliseen aikaan ja siten 10 vuotta aikaisemmin kuin vuonna 2018 ennustettiin. IPCC:n kuudennessa arviointiraportissa tehtiin johtopäätös, että maapallon pintalämpötilan nousu jatkuu ainakin vuosisadan puoliväliin saakka. Maailmanlaajuinen 1,5 °C:n lämpeneminen ylittyy 2000-luvulla, ellei hiilidioksidi- ja muita kasvihuonekaasupäästöjä pystytä vähentämään jyrkästi tulevina vuosikymmeninä. Hiilidioksidipäästöjä ei synny ainoastaan viimeisessä tuotantovaiheessa, vaan niitä syntyy kaikissa tuotantoketjun vaiheissa. Toimitusketjujen osuus hiilidioksidipäästöistä on noin 80 prosenttia alasta riippuen. (Maailman talousfoorumi, 2021.) Siksi on ratkaisevan tärkeää keskittyä yksittäisten yritysten ja muiden organisaatioiden sijaan koko toimitusketjuun, jotta voidaan torjua dramaattista ilmaston lämpenemistä ja saavuttaa kestävän kehityksen tavoitteet (Montag, Klünder & Steven 2021).

EU:n päästökauppajärjestelmän (EU ETS) tavoitteena on pitää Euroopan talousalueella (ETA) sijaitsevien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten ja lentojen kasvihuonekaasupäästöt EU:n laajuisen päästökauppasektorin päästökattoa pienempinä. Päästökauppajärjestelmä kattaa yli 40 prosenttia EU:n kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä ja vajaa puolet Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022).

Päästökaupan perusperiaatteisiin kuuluu, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään siellä, missä vähennykset ovat halvimpia saavuttaa. Jos yritysten on halvempaa ostaa päästöoikeuksia markkinoilta kuin toteuttaa päästövähennystoimia, niiden on kannattavampaa ostaa päästöoikeuksia kuin vähentää omia päästöjään. Käänteisesti, päästövähennystoimet, jotka ovat päästöoikeuksia halvempia, kannattaa toteuttaa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022).

Euroopan komissio on kehittänyt 1. syyskuuta 2017 alkaen sovellettavan RDE-menettelyn (Real-Driving Emissions) henkilöautojen korkeiden tieliikennepäästöjen vähentämiseksi, sillä viime vuosina on todettu, että ajoneuvojen ja laboratoriotestien välillä on merkittäviä eroja. Tämä testimenettely kuvastaa paremmin todellisia päästöjä tiellä ja vähentää todellisessa ajossa mitattujen päästöjen ja laboratoriossa mitattujen päästöjen välistä eroa. Jotta päästöjä voidaan testata reaaliaikaisesti, testin toteuttamista varten käytetään kannettavia ajoneuvon sisäisiä päästöanalysaattoreita. (Euroopan komissio 2022a.)

RDE-menettely täydentää laboratoriomenetelmää, jotta voidaan tarkistaa, että laboratoriotestissä mitatut typenoksidipäästöt ja pienhiukkasmäärät pysyvät kohtuullisia raja-arvoja alhaisempina myös todellisissa ajo-olosuhteissa. Euro 6d-TEMP- tai Euro 6d -sertifioidut kevyet hyötyajoneuvot sertifioidaan todellisissa ajotesteissä. (Euroopan komissio 2022a.)

Testausjärjestelmän huomattavan muuttamisen lisäksi on moottoriajoneuvojen hyväksynnästä ja markkinavalvonnasta 30. toukokuuta 2018 annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/858, joka mahdollistaa ajoneuvojen ympäristöominaisuuksien tehokkaan riippumattoman markkinavalvonnan (Euroopan komissio 2022a). Maailmanlaajuinen siirtyminen kohti vähähiilistä kiertotaloutta on jo käynnissä, ja komission heinäkuussa 2016 hyväksymällä vähäpäästöisellä liikkuvuusstrategialla pyritään varmistamaan, että Eurooppa pysyy kilpailukykyisenä ja pystyy vastaamaan ihmisten ja tavaroiden lisääntyviin liikkuvuustarpeisiin (Euroopan komissio 2022b).

3.2 Kiertotalous auttamassa vihreän logistiikan kehittymistä

Kiertotalous on käsite, joka yhdistää resurssit ja tuotteet sekä tuotteet ja kuluttajat. Vihreä logistiikka auttaa sulkemaan kiertotalouden kehän. Vihreä logistiikka on tärkeä väline kiertotalouden kehittämisessä (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka 2018).

Vastauksena nykyajan uhkiin luonnonympäristölle on kiertotalousmalli, jolla pyritään lieventämään tuotannon ja kulutuksen haitallisia ympäristövaikutuksia, erityisesti kun on kyse kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä. Kiertotalouden merkitys on kasvamassa, kun otetaan huomioon, että kiertotaloudessa jokaisesta resurssiyksiköstä saadaan enemmän lisäarvoa kuin perinteiseen lineaariseen malliin verrattuna (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka 2018).

Vuonna 2019 vain noin 43% muovista materiaalihyödynnettiin Suomessa. Valtaosa muovista hyödynnettiin energiana. (Tilastokeskus 2022.) Yhteiskuntana meillä on yhä paljon tehtävää kiertotaloudellisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Mikä siis estää kiertotalouden ja kiertävän toimitusketjun kehittymistä?

Kiertotalousjärjestelmän tehokkuuden kannalta keskeistä on materiaalivirta, joka on osa teollisuuden tuotantotoimintaa. On varmistettava, että materiaalivirrat kierrätetään tehokkaasti. Tarkoituksena on virtaviivaistaa tuotteiden toimittamiseen osallistuvien yritysten tuotantojärjestelmien logistisia prosesseja, tehostaa tuotantologistiikkaa ja hallita tehokkaasti kiertotalousjärjestelmään osallistuvien yritysten toimitusketjuja. Kiertotalousjärjestelmään ja siihen osallistuviin yrityksiin vaikuttavat kuitenkin useat eri tekijät, kuten muun muassa:

- poliittiset ja oikeudelliset tekijät
- markkinatekijät
- sosiaaliset ja kulttuuriset tekijät
- tekniset ja teknologiset tekijät
- luonnolliset tekijät. (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka 2018.)

On toivottavaa, että edellä mainitut tekijät tukevat yrityksiä jätteiden uudelleenkäytössä ja kierrätyksessä. Yritysten tuotteita, joista voi kulutuksen jälkeen tulla jälleen arvokasta materiaalia talousjärjestelmässä, suositaan ja pidetään ympäristöystävällisinä. Mineraalista alkuperää olevat materiaalit ja orgaaniset luonnonvarat palaavat usein tuotantojärjestelmiin kierrätysmateriaaleina. (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka 2018.)

3.3 Vihreän logistiikka liikenteessä

Vihreän logistiikan tarkoituksena on varmistaa, että logistiset prosessit toteutetaan siten, että niiden haitalliset vaikutukset ympäristöön pysyvät minimoituina. Vihreä logistiikka on monitasoinen käsite, johon sisältyy sekä vihreää logistiikkatoimintaa että sosiaalisia toimia. Näillä sosiaalisilla toimilla tuetaan vihreän logistiikan hallintaa, standardisointia ja valvontaa. (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka 2018.)

Sähköautojen puhtaan imagon vastakohtana esitetään säännöllisesti argumentti, joka koskee niiden akkujen valmistusprosessin aiheuttamaa ympäristön saastumista. Akkujen koostumukseen kuuluu nimittäin erilaisia harvinaisia maametalleja, joiden louhinta ja käsittely voi lisätä hiilidioksidipäästöjä. Kuten ICTT:n (International Council on Clean Transportation) vuonna 2018 julkaisemasta raportista käy kuitenkin ilmi, akkujen valmistusmaalla ja akkujen koostumuksella on paljon suurempi vaikutus päästöihin. (Ellsmoor 2019.)

Vertaileva tutkimus sähköajoneuvojen ja polttomoottoriajoneuvojen välillä Kiinassa tukee ICTT:n raporttia ja osoittaa, että infrastruktuuri ja tehokkaat valmistustekniikat ovat avainasemassa päästöjen vähentämisessä tuotannon aikana. Kiinalaiset sähköajoneuvojen akkujen valmistajat tuottavat valmistuksen aikana jopa 60 prosenttia enemmän hiilidioksidia kuin polttomoottoriajoneuvojen moottorituotanto, mutta ne voisivat vähentää päästöjään jopa 66 prosenttia, jos ne ottaisivat käyttöön amerikkalaiset tai eurooppalaiset valmistustekniikat. Näin ollen akkujen louhintaprosessin ja valmistuksen aiheuttama saastuminen on samaa tasoa tai hieman suurempaa kuin bensiini- tai dieselpohjaisten moottoreiden valmistusprosessin aiheuttama saastuminen. (Ellsmoor 2019.)

ICTT toteaa tutkimuksessaan myös, että sähkö- ja polttomoottorikäyttöisten autojen päästöt eroavat toisistaan huomattavasti niiden elinkaaren aikana. Koska sähköajoneuvot eivät polta polttoainetta ja pakokaasupäästöjä ei synny lainkaan, sähköautot tuottavat suurimman osan päästöistä valmistusprosessin ja energian hankinnan kautta, mikä antaa niille edun bensiini- ja dieselkäyttöisiin autoihin verrattuna. (Ellsmoor 2019.)

Vaikka polttomoottoriautot ovat vähentäneet päästöjään tasaisesti vuodesta 2000 lähtien, sähköautot ovat edelleen selvästi etulyöntiasemassa, koska ne tuottavat lähes olemattomia päästöjä. Kun sähköautot yleistyvät, akkujen kierrätys tehostuu ja vähentää uusien materiaalien talteenoton tarvetta, mikä vähentää kaivostoimintaa ja uusien akkujen tuotantoa. (Ellsmoor 2019.)

Sähköajoneuvojen kokonaisvaikutus korostuu, kun tarkastellaan niiden koko elinkaarta, jolloin polttomoottoriajoneuvot eivät pysty kilpailemaan. Sähköajoneuvot aiheuttavat elinkaarensa aikana huomattavasti vähemmän päästöjä kuin fossiilisilla polttoaineilla toimivat ajoneuvot riippumatta siitä, mistä lähteestä sähköä tuotetaan. (Ellsmoor 2019.)

Kuorma-autokuljetuksilla on joitakin lyömättömiä etuja verrattuna ilma- ja rautatiekuljetuksiin: Ennakoitavissa oleva aikataulu, kustannustehokkuus lyhyillä matkoilla, parempi pilaantuville elintarvikkeille, jotka voidaan helposti varastoida, just in time -toimitus, ovelta ovelle -palvelu ja vielä valtavat mahdollisuudet tehokkuuden lisäämiseen. (Freightera 2022.) Kuorma-autojen monien hyötujen vuoksi eri yritykset ovat tuoneet markkinoille useita sähkökäyttöisiä kuorma-automalleja, kuten kiinalainen BYD. Volvo, Renault ja Tata, Hyundai ja Kia ovat jo myyneet huomattavan määrän akkukäyttöisiä kuorma-autoja. Myös Mitsubishi Fuso, MAN ja Mercedes-Benz tarjoavat perinteisistä kuorma-autoistaan valmiita sähköversioita. (Grolms 2022a.)

Pidemmistä matkoista poiketen akkukäyttöiset kuorma-autot sopivat paljon paremmin kaupunkien pysähteleväiseen liikenteeseen. Energian talteenoton avulla tapahtuvan rekuperoinnin ansiosta ne vaativat pienemmät akut. Useat pienemmät yritykset ovat kehittäneet älykkäitä ja menestyksekkäitä konsepteja "last mile" -toimituksia varten. Kehityksestä huolimatta vetykäyttöiset kulkuneuvot ovat vielä harvinaisia. Teknologia on olemassa, mutta polttokennot ovat hyvin

kalliita, koska niihin tarvitaan arvokasta platinaa. Polttokennossa vety muunnetaan sähköksi, joka sitten käyttää sähkömoottoria. (Grolms 2022a.)

Vetytalous vaatii kestävästi valmistettua vetyä. Tällä hetkellä vain 2 prosenttia siitä 600 miljardista kuutiometristä vetyä, jota valmistetaan vuosittain ympäri maailmaa, tuotetaan vesielektrolyysillä. 98 prosenttia tuotetaan maakaasusta, metaanin osittaisesta hapettamisesta ja hiilen kaasuttamisesta, jolloin sivutuotteena syntyy hiilidioksidia. Näin ollen yhden vetytonnin tuottaminen tuottaa samanaikaisesti 8-12 tonnia hiilidioksidia. Niinpä vedyn käyttäminen liikenteessä on tällä hetkellä melko paljon haitallisempaa ilmastolle kuin perinteinen dieselmoottori. (Grolms 2022a.)

Oletetaan, että 100 wattia sähköä tuotetaan uusiutuvasta lähteestä, kuten tuuliturbiinista. Jotta sähkökäyttöinen kuorma-auto saisi polttokennolla virtaa, tämä energia on muutettava vedyksi, yleensä elektrolyysin avulla. Tämä prosessi on vain noin 75-prosenttisen energiatehokas, joten noin neljännes sähköstä menee automaattisesti hukkaan. Tuotettu vety on puristettava, jäähdytettävä ja kuljetettava vetytankkausasemalle, ja tämän prosessin hyötysuhde on noin 90 prosenttia. Ajoneuvossa vety on muutettava sähköksi, minkä hyötysuhde on 60 prosenttia. Ajoneuvon käyttövoimana käytettävän sähkön hyötysuhde on 95 prosenttia. Kaiken kaikkiaan siis vain 38 prosenttia alkuperäisestä sähköstä voidaan hyödyntää. (Grolms 2022a.)

Euroopan suurimman autoliiton ADAC:n mukaan akkukäyttöisen sähköajoneuvon hyötysuhde on 70-80 prosenttia, kun taas dieselmoottorin hyötysuhde on noin 45 prosenttia ja bensiinimoottorin hyötysuhde vain 20 prosenttia. Lukuisten prosessi- ja muuntovaiheiden vuoksi sähköpolttoaineiden tuotannossa syntyy suuria tehohäviöitä. Kun tarkastellaan prosessin loppupäätä, vain 10-15 prosenttia prosessissa käytetystä energiasta jää jäljelle. (Grolms 2022a.)

Maat, joissa energiankulutus on suurta, eivät pysty vastaamaan vihreän vedyn kysyntään omin voimin, vaan niiden on tuotava vetyä suuria määriä muista maista. Australian, Norjan, Saudi-Arabian ja Argentiinan kaltaiset maat tai Pohjois- ja Länsi-Afrikan kaltaiset alueet luuhaluavat tulevaisuudessa myydä vihreää vetyä. (Grolms 2022a.)

Vetytalouden kokonaiskuva tarjonta- ja kysyntäpotentiaalista on puutteellinen. Kattavaa analyysia varten olisi yksilöitävä ja analysoitava mahdolliset tuotantomaat maailmanlaajuisesti. Selvyyttä tarvitaan myös uusiutuvista luonnonvaroista, kuten tuuli-, aurinko- tai vesivarojen saatavuudesta, sekä laitosten ja infrastruktuurien, kuten sähkö- tai kaasuputkien, kustannuksista. Tähänastiset taloudelliset analyysit perustuvat lähes poikkeuksetta tuotanto- ja kuljetuskustannusten tarkasteluun. Tästä ei kuitenkaan voida johtaa markkinahintoja, koska markkinahinnat perustuvat rajakustannuksiin. (Grolms 2022a.).

Logistiikan yleisin ja tärkein kuljetusmuoto on maantiekuljetus ja siten suurin polttoaineen kuluttaja. Merenkululla on kuitenkin lisäksi keskeinen merkitys nykypäivän globaalissa kaupassa, joka edellyttää paljon suurempia ja pidempiaikaisia investointeja. Myös lentokoneet ja rautatiet on otettava huomioon, kun arvioidaan vetyyn perustuvan kuljetuksen mahdollisuuksia tulevaisuudessa. (Grolms 2022a.)

Ylivoimaisesti suurin osa maailman tavarakaupoista kuljetetaan laivoilla, mikä aiheuttaa huomattavia hiilidioksidipäästöjä. Tällä hetkellä on olemassa vain muutamia pieniä aluksia, kuten lauttoja, jotka toimivat akkukäyttöisinä ja kulkevat lyhyitä matkoja. (Grolms 2022b.)

Monissa nykyaikaisissa laivoissa on jo niin sanottuja monipolttoainemoottoreita, joissa voidaan käyttää maakaasua ja bunkkeripolttoainetta tiukkojen päästömääräysten noudattamiseksi. Tämä on kuitenkin vain väliaikainen ratkaisu. Ammoniakkivetyä harkitaan pitkän matkan polttoaineeksi. Tuoreen tutkimuksen mukaan ammoniakki on yksi kolmesta tärkeimmästä polttoaineesta, joilla on potentiaalia vuoteen 2050 mennessä. Tutkimuksen mukaan teollisuus odottaa ammoniakin käytön kasvavan 7 prosenttiin polttoaineesta vuoteen 2030 mennessä ja 20 prosenttiin vuoteen 2050 mennessä. (Grolms 2022b.)

Vaikka sähköinen liikkuvuus edistyy maan pinnalla, ilmakuljetusten sähköistymisessä voi kestää vuosia. Lähes kaikki lentokoneet lentävät edelleen perinteisellä kerosiinilla, joka aiheuttaa ympäristölle haitallisia saastepäästöjä. Monet lentoyhtiöt haluavat puolittaa päästönsä vuoteen 2030 mennessä ja olla ilmastoneutraaleja vuoteen 2050 mennessä. Toistaiseksi fossiilisille polttoaineille

ei kuitenkaan ole juuri vaihtoehtoja. Tämä johtuu siitä, että erityisesti raskaiden suihkukoneiden energiantarve on erittäin suuri. Korvaavan polttoaineen löytäminen ei ole helppoa. (Grolms 2022b.)

Lentoyhtiöt ovat testailemassa kestävän kehityksen mukaista lentopolttoainetta (SAF), useimmiten lisäaineena. Näillä biopolttoaineilla on mahdollisuus tehdä lentoliikenteestä ilmastoystävällisempää ja vähentää riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista, sillä ne valmistetaan uusiutuvista luonnonvaroista, kuten öljykasveista, viljasta, levistä ja puusta. Valitettavasti SAF on vuosien kehitystyön jälkeenkin edelleen liian kallista. (Airbus 2021.)

Pienissä lentokoneissa akut ovat mahdollinen ratkaisu, hieman suuremmissa lentokoneissa polttokennot voisivat olla ratkaisu, ja kaukolennoilla tarvitaan vedystä valmistettuja synteettisiä polttoaineita tai vedyn suoraa polttoa. "Vetypoltto voisi vähentää ilmastovaikutuksia lennon aikana 50-75 prosenttia ja polttokennokäyttö 75-90 prosenttia", totesi Yhteisyritys polttokenno- ja vetyteknologian alalla (FCH JU) poliittisessa asiakirjassaan. (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking 2020.)

Vaikka synteettiset polttoaineet, kuten SAF, ovat kokonaisuudessaan ilmastoneutraaleja, hiilidioksidipäästöt korkealla ilmakehässä ovat edelleen huolenaihe, ja typen oksidien ja vesihöyryn päästöt korkeissa ilmakerroksissa ovat toinen ongelma, sanovat asiantuntijat. Saksan ilmailu- ja avaruuskeskuksen (DLR) tutkijoiden mukaan ilmastoneutraalien pitkän matkan lentokoneiden sertifioitavissa olevien teknologioiden kehittäminen on mahdollista vuoteen 2040 mennessä. (German Aerospace Center 2020.)

3.4 Vihreä varastointilogistiikka

Vihreää logistiikka tarkasteltaessa on kiinnitetty eniten huomiota kuljetusten ympäristövaikutusten hahmottamiseen ja lieventämiseen. Vastaavasti näyttää siltä, että huomiota on kiinnitetty vain vähän toimitusketjuun sisältyvän varastoinnin vaikutusten arviointiin. (McKinnon, Cullinane, Browne & Whiteing 2010, 167.) Mitä toimia varastoalalla pitäisi toteuttaa nykyisin tai ennakoida toteutettavan ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi?

Nykypäivän toimitusketjussa varastointi terminä sisältää monenlaisia toimintoja ja toimialueita mukaan lukien yhteenlastauskeskukset, konsolidointikeskukset, yhdistelmävarastot sekä alueelliset että valtakunnalliset jakelukeskukset. Vaikka useat suuret ja usein tuntemattomat ensisijaiset satamat ja useimpien suurten kaupunkien laitamilla sijaitsevat kuuluisat harmaat rakennukset ovat helposti nähtävissä moottoriteiden risteysten ympärillä, niiden sisällä olevat toiminnot jäävät piiloon. Varasto voi tarkoittaa paikkaa, jossa tavaroita varastoidaan pitkäksi aikaa. Vaikka tavaroiden varastoiminen on edelleen tärkeä toiminto, varasto terminä yhdistetään nykyään enemmän asiakastilausten nopeaan ja virtaviivaiseen toteuttamiseen sekä räätälöinti- ja lisäarvopalvelujen tarjoamiseen asiakkaille. (McKinnon, Cullinane, Browne & Whiteing 2010, 167-168.)

Monet vihreät varastot käyttävät myös kestävän kehityksen konsepteja perustana energian kulutuksen vähentämisessä ja toimintansa tehokkuuden parantamisessa. Esimerkiksi energianhallintajärjestelmillä (kuten energiatehokkaalla valaistuksella sekä liike- ja aikatunnistimilla) voidaan vähentää energiankulutusta. Materiaaleja, kuten esimerkiksi materiaaleja, voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää. Muita menetelmiä ovat uusiutuvat energialähteet (kuten aurinkopaneelit tai tuuliturbiinit), luonnolliset ilmanvaihtojärjestelmät tai vedenkäsittelyratkaisut. Nämä ratkaisut eivät ainoastaan auta suojelemaan ympäristöä, vaan niistä on myös se etu, että ne alentavat käyttökustannuksia ja lisäävät siten taloudellista tehokkuutta. (DB Schenker 2021a.)

Teknologia on avainasemassa vihreiden varastojen toteuttamisessa. Tulevaisuuden varastossa yhdistyvät todennäköisesti teknologiat, joissa keskitytään sekä automaatioon että tehokkaaseen resurssienhallintaan (esimerkiksi pakkausten ja jätteiden osalta) tehokkuuden ja tuottavuuden lisäämiseksi. Sidosryhmien odotukset kasvavat päivä päivältä, joten ympäristöystävälliset operaatiot, kuten vihreä varastointi, ovat tärkeitä - elleivät jopa välttämättömiä - asiakkaille, tavarantoimittajille sekä nykyisille ja potentiaalisille työntekijöille. Keskittymällä kokonaisvaltaiseen kestävään lähestymistapaan, jossa yhdistyvät ympäristö-, sosiaaliset ja tulevaisuuteen suuntautuneet tavoitteet, logistiikkapalvelujen tarjoajat voivat rakentaa kestäviä toimitusketjuja tulevaisuutta varten. (DB Schenker 2021a.)

3.5 Miten logistiikan vihreyttä mitataan

Tutkimusten mukaan suorituskyvyn mittaamisen tärkeys on kasvanut viime vuosina. Toimitusketjun mittaristojen kehittäminen on kuitenkin vaikea ongelma, ja mittaamista on tutkittu hyvin vähän vihreän toimitusketjun hallinnan kannalta. Itse asiassa suorituskyvyn mittaamisen puutteet on tunnistettu yhdeksi vihreän logistiikan merkittävistä ongelmista. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Tutkimuskirjallisuudessa on korostettu toimitusketjun suorituskyvyn mittaamisen tarvetta, koska tarvitaan lähestymistapoja, jotka tasapainottaisivat taloudellisia ja muita kuin taloudellisia suorituskykymittaristoja. Lisäksi tietämystä mittareiden lukumäärän päättämisestä ei ole tarpeeksi. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Toimitusketjun luonteen mukaisesti kaikki tekijät, jotka vaikuttavat johonkin tiettyyn ketjun osaan, ulottuvat koko toimitusketjuun. Näin ollen vihreässä toimitusketjun hallinnassa on arvioitava sisäisiä prosesseja yhdessä ulkoisten prosessien kanssa. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Monet tutkijat ovat tarkastelleet vihreää toimitusketjun hallintaa keinona parantaa kilpailukykyä sekä mukautua ympäristösäännöksiin ja sidosryhmien paineisiin. Vihreän toimitusketjun hallinnan suorituskykymittaristot olisi määriteltävä, jotta yritysten ponnisteluja kestävän kehityksen saavuttamiseksi voitaisiin tarkastella kaikilla tasoilla. Suorituskyvyn mittaamisen etuja ovat vihreän toimitusketjun hallinnan periaatteita noudattavien hallintaprosessien vakauttaminen ja järjestelmän kehittämismahdollisuuksien tunnistaminen. On tärkeää arvioida koko ketjun kokonaissuorituskykyä tehokkaan vihreän toimitusketjun hallinnan kannalta. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Tutkimuskirjallisuudessa vihreän toimitusketjun hallintaa mittaavat mittaristot on luokiteltu palvelulähtöisen ajattelun näkökulmasta. Kuten taulukko 1 osoitta, mittaristot voi muodostaa yhteensä 12 erilaisesta yritysten harjoittamista vihreistä käytännöistä. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.) (Ks. Taulukko 1) Nämä vihreät käytännöt ovat seuraavat:

- Ympäristökustannukset: Tämä on kokonaiskustannus, johon sisältyy toimitusketjun prosessien ympäristöystävällisyyttä ja kestävyyttä vahvistavat toimet. Ympäristökustannuksiin sisältyy useita erilaisia mittauskohteita, kuten ympäristövaatimusten noudattamiseen liittyvät kustannukset, kierrätyskustannukset, energiankulutukseen liittyvät kustannukset, hävittämiskustannukset ja ympäristöystävällisten materiaalien hankintakustannukset. Yrityksen investointimallilla on suuri vaikutus ympäristönsuojelun tehokkuuteen. Monet tutkijat ovat pitäneet ympäristökustannuksia yhtenä tärkeimmistä toimenpiteistä tehokkaan vihreän toimitusketjun toteuttamiseksi. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Perinteisen toimitusketjun kustannukset: Nämä ovat ne tavanomaiset kustannukset, jotka syntyvät toimitusketjun normaalien toimintojen seurauksena. Näitä kustannuksia on aina pidetty toimitusketjun suorituskyvyn keskeisinä mittareina. Niihin sisältyvät kaikki kustannukset, jotka syntyvät, jotta tuotteet päätyisivät loppuasiakkaalle. Toimitusketjun perinteisiin kustannuksiin vaikuttavat tavalla tai toisella toimitusketjun hallinnan vihreät käytännöt. Esimerkiksi toimituskustannusten ja varastokustannusten oletetaan pienenevän vihreän toimitusketjun hallinnan seurauksena. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Tuotteen tai palvelun laatu: Monien tutkimusten mukaan tuotteiden ja palveluiden laadulla on erittäin suuri vaikutus toimitusketjun suorituskykyyn. Tähän suorituskykymittaristoon kuuluvia muuttujia ovat esimerkiksi asiakasvalitusten määrä, tuotetakuun saatavuus, romun ja uudelleentyöstämisen prosentuaalinen väheneminen sekä toimitusten epäluotettavuuden prosentuaalinen väheneminen. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Joustavuus: Joustavuudella tarkoitetaan toimitusketjun kykyä mukautua erilaisiin skenaarioihin, joita voi esiintyä toimitusketjun tavanomaisissa prosesseissa tapahtuvien muutosten vuoksi. Monet tutkijat ovat havainneet joustavuuden tärkeäksi mittaristoon. Tähän mittaristoon kuuluvia mittareita ovat muun muassa kysyntä-, toimitus- ja tuotantojoustavuus. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Reagointikyky: Toimitusketjun reagointinopeus on keskeinen suorituskykymittaristoja, jolla mitataan toimitusketjun reagointinopeutta tiettyihin kohteisiin. Tämä mittaristo sisältää erilaisia mittareita, kuten valmistuksen läpimenoaika, ostojen läpimenoaika, oikea-aikainen toimitus, tuotteiden palautuksen läpimenoaika ja toimitusketjun koko läpimenoaika. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Prosessinhallinnan taso: Tällä mittaristolla tarkoitetaan sitä, miten paljon yritys on optimoinut prosessejaan ja toimintojaan ympäristölle haitallisten vaikutteiden vähentämistä varteni. Tehokas prosessinhallinta on tärkeä toimenpide, koska se vähentää huomattavasti tuotteen välittömiä ympäristövaikutuksia. Prosessinhallinnan mittaamiseen kuuluvia mittauskohteita ovat prosessien optimointiaste jätteiden vähentämiseksi, saastumisen torjunnan taso, syntyneiden jätteiden ja päästöjen taso sekä energiankulutuksen määrä. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Tuotteen ominaisuudet: Tällä mittaristolla pyritään kartoittamaan tuotteen erityispiirteiden ja ominaisuuksien vihreyttä. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi kierrätysmateriaalin osuus tuotteessa, ympäristömerkkien käyttäminen ja kokoonpanosuunnittelun käyttöaste. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Kierrätystehokkuus: Tällä tarkoitetaan kierrätysprosessien tehokkuutta. Kierrätystehokkuuteen lasketaan mukaan muun muassa kierrätysaika, energiankulutus ja kierrätysprosessin aikana syntyvän jätteen määrä. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Ympäristöteknologia: Ympäristöteknologian mittariston mittareita ovat uusien ympäristöä vähemmän kuormittavien uusien teknologioiden lukumäärä yrityksessä sekä uutta teknologiaa hyödyntävien tuotteiden ja prosessien lukumäärä. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Johdon sitoutuneisuus: Yrityksen johtajat ovat vastuussa toimittajien valintaa ja tuotantotoimintaa koskevien päätösten tekemisestä. Tähän mittaristoon sisältyviä mittareita ovat taso, jolla työntekijöitä ja tavarantoimittajia motivoidaan ottamaan käyttöön ympäristöystävällisiä

toimintatapoja, valvontajärjestelmien ja ympäristöarvioinnin laajuus, ympäristöhallintoa koskevien aloitteiden määrä ja taso, jolla kuluttajia pyritään lisäämään tietoisuuteen kestävän kehityksen merkityksestä. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

Palvelulähtöisen ajattelun näkökulma	Mittaristo	Mittari
Taloudellinen näkokulma	Ympäristökustannukset	Ympäristösääntelyn noudattamiseen liittyvät kustannukset Kierrätyskustannukset Energian kulutuskustannukset Hävittämiskustannukset Ympäristöystävällisten materiaalien hankintakustannukset
	Perinteisen toimitusketjun kustannukset	Toimituskustannukset Varastokustannukset Informaatiokustannukset Tilauskustannukset
	Tuotteen tai palvelun laatu	Asiakasvalitteiden määrä Tuotteen vihreystakuuden saatavuus Romutus ja uudelleentyöstö Toimituksen epäluotettavuus
	Joustavuus	Kysyntäjoustavuus Toimitusjoustavuus Tuotantojoustavuus
	Reagointikyky	Tuotannon läpimenoaika Ostojen läpimenoaika Määräaikaan toimittaminen Tuotteen palautuksen läpimenoaika Toimitusketjun kokonaiskesto
Ympäristöllinen näkökulma	Prosessinhallinnan taso	Prosessien optimoinnin taso jätteiden vähentämiseksi Ilmansaasteiden torjunnan taso Jätteiden ja päästöjen määrä Energiankulutuksen määrä
	Tuotteen ominaisuudet	Kierrätysmateriaalin osuus tuotteessa Ympäristömerkin saatavuus Kokoonpanosuunnittelun käyttöaste
	Kierrätystehokkuus	Kierrätysaika Kierrätyksen energiankulutus Jätteiden vähentäminen
	Ympäristöteknologia	Puhtaiden teknologioiden taso Uusien tuotteiden ja prosessien lukumäärä
Sosiaalinen näkökulma	Johdon sitoutuneisuus	Työntekijöiden motivoimiseksi tehtyjen toimenpiteiden laajuus Ympäristön valvontajärjestelmien saatavuus Ympäristöasioiden hallintaa koskevien toimenpiteiden lukumäärä Kuluttajien tietoisuuden lisääminen kestävästä kehityksestä
	Asiakastyytyväisyys	Asiakastyytyväisyys vihreiden tuotteiden johdosta

Kuvio 6. Vihreän logistiikan suorituskykymittaristot palvelulähtöisen ajattelun näkökulmasta (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013)

- Asiakastyytyväisyys: Tässä kontekstissa asiakastyytyväisyydellä tarkoitetaan asiakkaiden myönteisiä mielipiteitä vihreää toimitusketjua ja vihreitä tuotteita kohtaan. Tätä mittaristoa pidetään elintärkeänä tekijänä vihreän toimitusketjun suorituskyvylle, koska kaikkien yritysten tavoitteena on myydä tuotteitaan kuluttajille. Toimitusketjun suorituskyvyn mittaaminen on rakennettava asiakastyytyväisyyden ympärille. Tämän mittariston eri mittareita ovat asiakkaiden kiinnostus vihreitä tuotteita kohtaan ja tuotteiden vihreyden luoma asiakastyytyväisyys. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

- Henkilöstön kehittäminen: Tämä on olennainen indikaattori, joka mittaa työntekijöiden kokonaisvaltaista osallistumista vihreän toimitusketjun hallintaan. Vihreät käytännöt vaikuttavat sekä asiakastyytyväisyyteen että työntekijöiden tyytyväisyyteen. Tähän mittaristoon kuuluvia eri mittareita ovat vihreiden koulutusohjelmien lukumäärä sekä sellaisten kestävään kehitykseen liittyvien konferenssien ja tapahtumien lukumäärä, joihin organisaatio osallistuu. (Kafa, Hani, & El Mhamedi 2013.)

4 YRITYSTEN NÄKEMYKSIÄ VIHREÄSTÄ LOGISTIIKASTA JA SEN KEHITTÄMISESTÄ

Haastatteluiden yrityksisi valittiin Herajärven Kuljetus Oy ja yksi Suomessa toimiva yli 500 henkilöä työllistävä suuri logistiikka-alan yritys. Herajärven Kuljetus on Torniossa toimiva kuljetusyritys, joka työllistää yli 30 henkilöä (Herajärvi 2022). Laadullisen sisältöanalyysin kohteina olivat DHL ja DB Schenker, jotta tutkimukseen saataisiin lisää globaalia näkökulmaa.

Haastattelututkimuksessa haettiin vastauksia muun muassa seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Mitä yritykset käsittävät vihreän logistiikan tarkoittavan? Sisältyykö yrityksen harjoittamaan vihreään logistiikkaan keskeisiä strategisia päätöksiä jakeluketjuja suunniteltaessa? Teorian perusteella tällaisia päätöksiä ovat muun muassa varastojen, jakelureittien ja tuotantolaitosten sijainnin valinta sekä ulkoistaminen.

Haastatteluissa nousi esille, että erityisesti kuljetuskaluston uusimisen katsotaan olevan keskeinen osa päästöjen pienentämistä varten. Uudet autot ovat vanhoja autoja vihreämpiä, koska vanhat autot tuottavat enemmän päästöjä. Isot yritykset pyrkivät myös tarkastelemaan ja vähentämään tuottamiaan päästöjä kaikilla logistiikka- ja palveluketjun tasoilla.

Haastateltavat kertoivat, että kuljetusajoneuvoja hankittaessa vihreään logistiikkaan liittyvää tietoa saadaan ajoneuvojen valmistajilta. Sekä haastatteluiden että sisältöanalyysin perusteella voidaan todeta, että isoilla yrityksillä on omia ympäristöohjelmia, joista saadaan lisää tietoa. Ympäristöohjelmiin koulutetaan ja hankitaan erityisasiantuntijoita.

Haastattelussa tuli esille, että pienten kuljetusyritysten kohdalla logistiikan vihreyden kehittämistä ohjaa teknologia ja sen teknologinen kehittyminen, koska tehokkain keino vähentää ajoneuvojen päästöjä on hankkia uudempaa, vihreää teknologiaa käyttäviä ajoneuvoja. Joitakin yrityksiä koskee erityinen yhteiskuntavastuu, josta on määritelty laissa. Tutkimuksen kohteina olleina isoilla yrityksillä on omat zero carbon -ohjelmat, jotka ohjaavat vihreän logistiikan kehittämistä yritysten sisältä käsin. Näitä ohjelmia varten on luotu yritysten sisälle omia osastoja, joihin on koulutettu asiantuntijoita.

Haastateltavien mukaan, vihreä logistiikka lisää ehdottomasti liiketoiminnan kannattavuutta. Esimerkiksi kuljetusten palveluhinnat ovat nykyaikana kilpailutettuja, ettei kuljetusyritys pärjäisi taloudellisesti, jos sen kuljetusreitit ja paluulogistiikka olisivat huonosti optimoituja. Kuljettajien kouluttamisella voidaan vähentää tyhjäkäyntiä, jolloin syntyy vähemmän rahallisia kuluja ja myös pakokaasupäästöt vähenevät.

Haastateltavilta kysyttiin, miten heidän edustamansa yritykset ovat pohtineet vihreää logistiikkaa useista näkökulmista. Lisäksi haastatteluissa heitä pyydetiin arvioimaan paluulogistiikan tai vihreäntoimitusketjun hallinnan toimivuutta. Haastateltavat kertoivat, että runkoliikennettä suunniteltaessa paluulogistiikka otetaan huomioon. Tämä tapahtuu niin, että ajot suunnitellaan tavalla, jossa meno- sekä paluukuormat olisivat aina mahdollisimman täynnä. Materiaalivirtoja pyritään pitämään tasapainossa paikkakunnittain.

Herajärven kuljetuksessa on pohdittu biopolttoainakuljetuksen tarjoamisesta asiakkaille, mutta tätä toimenpidettä ei ole vielä toteutettu. Yksi iso logistiikkayritys tarjoaa kotiinkuljetuspalveluita ja asiakkaat ovat yrityksen mukaan halukkaita maksamaan tästä palvelusta.

Sähköautojen jakeluverkko on Suomessa vielä toistaiseksi puutteellinen. Haastatteluiden logistiikkayritykset kuitenkin uskovat, että sähköautot tulevat korvaamaan bensa- ja dieselautoja tulevaisuudessa.

Haastateltujen yritysten autot eivät käyttäneet vielä toistaiseksi biopolttoaineita, mutta yritykset saattavat hankkia niitä tulevaisuudessa. DHL tähtää korvaamaan rahtialusten käyttämän öljyn biopolttoaineilla (DHL 2022b). DB Schenker on ostanut yli 2500 tonnia biodieseliä, jotta rahtialukset voisiva kulkea hiilineutraalisti.(DB Schenker 2022a).

Haastatteluiden yritykset voisivat käyttää vetyautoja tulevaisuudessa, mikäli teknologia sen mahdollistaa. Yritystasolla haastatellut yritykset eivät ole vielä suunnitelleet vetyautojen käyttöä. DHL on testannut vetykäyttöistä kuorma-autoa Saksassa. (DHL 2022c) Lisäksi DHL uskoo, että vetykäyttöisiä lentokoneita voitaisiin ottaa matkustajakäyttöön 2030-luvulla (DHL 2022d).

Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään, minkälaisia toimia yritykset ovat ottaneet käyttöön vihreän varastointilogistiikan edistämiseksi. Kaikkien kuljetusyritysten toimintaan, kuten esimerkiksi Herajärven kuljetukseen, ei kuulu varastointia. Ne yritykset, joilla on varastoja, pyrkivät ottamaan huomioon myös varastoinnin ympäristövaikutukset. Sisältöanalyysin ja haastatteluiden perusteella isojen yritysten varastoiden päästöjä pidetään kurissa yritysten sisäisten ympäristöohjelmien avulla. Pienten kuljetusyritysten toimintaan ei välttämättä kuulu ollenkaan varastointia.

DHL:lle keskeisiä vihreän logistiikan kehityskohteita ovat varastointi- ja pakkausprosessien optimointi. DHL:llä on myös zero-carbon ohjelma, johon kuuluu muun muassa sähköautojen osuuden lisääminen. Lisäksi DHL pyrkii suunnittelemaan ja rakennuttamaan vihreitä varastoja, jotka olisivat sijoitettu kulkureittien kannalta mahdollisimman ympäristöystävällisesti ja taloudellisesti. (DHL 2022a.) DHL:n mukaan vihreä toimitusketjun hallintaa vähentää taloudellisia kuluja, jolloin myös yrityksen tuotot nousevat (DHL 2022a).

DHL:n mukaan monet yritykset ovat alkaneet ottaa käyttöön kestäviä rakennusmateriaaleja, tehokkaampaa eristystä ja IoT-laitteita. Näiden hankintojen avulla voidaan hallita optimaalisesti sähkön- ja vedenkulutusta, valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa, ilmastointia ja koneita. (DHL 2021b.)

DB Schenker on yksi esimerkki logistiikkapalveluja tarjoavasta yrityksestä, joka edistää vihreää logistiikka - mukaan lukien vihreät varastot. DB Schenkerin tavoite on tulla alan kestävän kehityksen johtavaksi toimijaksi. DB Schenkerillä on maailmanlaajuisesti useita toimipaikkoja, joissa on otettu käyttöön sekä perinteisiä että uudenaikaisia lähestymistapoja ympäristöhaittavaikutusten vähentämiseksi. (DB Schenker 2021b.)

DB Schenker on tähän mennessä luokitellut 46 varastoa 11 maassa "ekovarastoiksi", ja uusia toimipaikkoja lisätään listaan säännöllisesti. Nämä vihreät varastot täyttävät kestävän arkkitehtuurin maailmanlaajuisiin standardeihin perustuvat erityiset kriteerit, mikä tarkoittaa, että ne hyödyntävät energiatehokkuutta, vesitehokkuutta ja jätteiden vähentämistä, jotta ne toimisivat pienemmillä hiilidioksidipäästöillä. Kussakin kohteessa hyödynnetään erilaisia ratkaisuja ja tekniikoita, kuten lämmöneristystä, lokaalien nopeasti uusiutuvien

luonnonvarojen käyttöä, maalämmitystä sekä nykyaikaisten valaistusjärjestelmien, aurinkoenergiayksiköiden ja sadeveden hyödyntämisjärjestelmien asentamista. (DB Schenker 2021b.)

Haastatteluiden kautta selvisi että yritykset monitoroivat hiilidioksidipäästöjään ja vihreän logistiikan taloudellisia vaikutuksia. Myös DHL ja DB Schenker seuraavat liiketoimintojensa hiilidioksidipäästöjä (DB Schenker 2020; DHL 2020). Haastatteluiden ja sisältöanalyysin perusteella tutkimuksen kohteena olleet yritykset eivät käytä juuri tässä työssä esiteltyä mittaristoa, joka mittaa vihreää logistiikkaa taloudellisista, sosiaalisista ja ympäristöllisistä näkökulmista. Ison logistiikkayrityksen haastattelusta ja sisältöanalyysistä tuli kuitenkin ilmi, että vihreän logistiikan taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia seurataan ympäristöllisen näkökulman lisäksi, mutta haastattelusta ei selvinnyt miten tämä käytännössä tapahtuu ja minkälaisia mittaristoja yritys käyttää mittauksissaan.

Haastatteluiden perusteella yritykset keskittyvät teknologisiin ratkaisuihin, kun ne pyrkivät muuttamaan logistisia toimintojaan vihreämmiksi. Haastatteluissa ei suoraan korostunut kestävän kehityksen palvelukeskeinen ajattelutapa eli sekä sosiaalisten, taloudellisten että ympäristöllisten näkökulmien huomioiminen.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli vihreä logistiikka ja sen tulevaisuus. Työssä tarkasteltiin vihreää logistiikka yrityspainotteisesti näkökulmasta, jotta lukijalle selviäisi mitä käytännön toimia yrityksillä on käytössään vihreämpien logistiikkakäytäntöjen toteuttamista varten. Tutkimuskysymysten perusteella tarkasteltiin, ohjaavatko yritysten vihreän logistiikan kehittämistä ulkoiset vai sisäiset tekijät sekä mistä lähteistä yritykset saavat vihreään logistiikkaan liittyvää tietoa. Lisäksi teoriaosuuden tarkoituksena oli tarkastella logistiikka toimialana sekä miten vihreän logistiikan tehokkuutta mitataan suoritusmittaristojen avulla sekä mitä käytännön keinoja yrityksillä on vihreän logistiikan kehittämistä varten.

Empiria hankittiin haastattelemalla Herajärven kuljetusta ja yhtä Suomessa toimivaa isoa logistiikka-alan yritystä sekä tekemällä sisältöanalyysi DHL:n ja DB Schenkerin verkkosivuista.

Teorian perusteella yksi logistiikan muuttamiseksi vihreäksi on käyttää kuljetuksissa sähköä tai biopolttoaineita kuluttavia autoja tai muita kulkuneuvoja. Haastatteluiden ja sisältöanalyysin perusteella myös logistiikkayritysten mielestä sähköllä ja biopolttoaineilla kulkevat ajoneuvot ovat avainasemassa hiilineutraalin kuljetussektorin saavuttamiseksi. Tieliikenne tuottaa tällä hetkellä Suomessa ja koko EU:ssa valtaosan kaikista liikenteen hiilidioksidipäästöistä, joten autojen muuttaminen sähkökäyttöisiksi on tärkeää, jotta logistiikka toimialana voisi muuttua vähäpäästöiseksi (Traficom 2021, Euroopan ympäristövirasto 2021).

Työn teoriaosuus onnistui mielestäni hyvin, koska se tuo lukijalle kattavasti esiin, mitä eri toimia vihreään logistiikkaan liittyy. Tutkimuksessa esitellyt kaaviot myös tukivat tekstin lukemista ja hahmottamista. Teoriaosuus muodosti myös mainion

pohjan kysymyspatteriston luomista varten. Lähteitä käytettiin monipuolisesti ja ne olivat tuoreita. Molemmat haastattelut nauhoitettiin ja litterointiin, jotta niiden analysointi olisi helpompaa ja laadukkaampaa. Työn tulokset ovat luotettavia, koska tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä selkeästi tutkittiin sitä, mitä oli tarkoituskin tutkia ja tutkimuksen tulokset ovat helposti yleistettävissä. Empiria ja teoria tukivat toinen toisiaan.

Haastavaa työn tekemisessä oli käsiteltävien aiheiden rajaaminen, koska vihreään logistiikkaan kuuluu monia eri osa-alueita ja aihetta voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Onnistuin kuitenkin mielestäni luomaan hyvän yleiskatsauksen vihreän logistiikan eri osa-alueista. Työn tekeminen on luonnollisesti kartuttanut omaa asiantuntemustani, ja jos voisin tehdä uuden työn vihreästä logistiikasta, niin valitsisin aiheeksi jonkin spesifin osa-alueen, koska vihreä logistiikka aiheena on niin laaja. Toisaalta pätevä toimitusketjun hallinta vaati ymmärrystä siitä, kuinka monet eri tekijät vaikuttavat yhdessä koko yrityksen toimintaan, ja olen myös työssä pyrkinyt tuomaan esille kokonaisvaltaista palvelumuotoista ajattelutapa.

Työn tuloksia voivat hyödyntää yritykset, jotka ovat kiinnostuneita kehittämään omia logistisia toimintojaan vihreämmiksi. Liiketoimintojen ja koko yhteiskunnan muuttaminen ympäristöystävälliseksi on tärkeää sekä ihmisten että eläinten hyvinvoinnin jatkuvuuden kannalta ja uskon, että opinnäytetyöstä voi olla hyötyä myös maallikoille, jotka ovat kiinnostuneet kartuttamaan omaa ympäristötietämystään.

Opinnäytetyön tekeminen alkoi aluksi hitaasti talvella 2022, mutta kevään edetessä kirjoittaminen ja työn valmistuminen sujuivat rivakasti. En kokenut toimeksiantajan puutteen vaikeuttaneen työn tekemistä.

LÄHTEET

Airbus 2021. An A350 fuelled by 100% SAF just took off. Viitattu 8.4.2022 https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2021-03-an-a350-fuelled-by-100-saf-just-took-off

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino. E-kirja. Viitattu 14.3.2022 https://luc.finna.fi/lapinamk/, Ellibs.

Ahonen, K. 2017. Climate change brings green thinking to logistics. Port of Turku Magazine 2/2017. Viitattu 14.3.2022 https://issuu.com/port_of_turku/docs/aboard_2-2017_en_issuu.

Bradleuy, K. 2021. Green Logistics. Logistics Operational Guide. Atlassian Viitattu 10.4.2022 https://log.logcluster.org/display/LOG/Green+Logistics.

DB Schenker. 2020c. Sustainability at DB Schenker – Sustainability Report 2020. Viitattu 16.5.2022 https://www.dbschenker.com/resource/blob/702046/6fe0295b0995af47749d2922969fefc8/sustainability-report-2020--se-en--data.pdf.

DB Schenker. 2021b. Green Warehouses for Green Future. Viitattu 8.4.2022 https://blog.dbschenker.com/green-warehouses/

DB Schenker. 2022a. GoGreen Solutions & Sustainable Freight Transportation. Viitattu 4.5.2022 https://www.dhl.com/fi-en/home/our-divisions/global-forwarding/special-expertise/gogreen-solutions.html.

DHL. 2020e. Deutsche Post DHL Group 2019 Sustainability Report. Viitattu 4.5. 2022 https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/sustainability-report.pdf.

DHL. 2022a. Sustainable Logistics. Viitattu 4.5.2022 https://www.dhl.com/fi-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/green-energy-logistics.html.

DHL. 2022b. Blue Ocean, Green Fuel, Viitattu 4.5.2022 https://www.dhl.com/global-en/delivered/sustainability/carbon-neutral-ocean-freight-lcl.html.

DHL. 2022c. DHL Express is Piloting the First Hydrogen Truck Throughout Deutsche Post DHL Group. Viitattu 4.5.2022 https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2021/dhl-express-is-piloting-the-first-hydrogen-truck-throughout-dpdhl-group.html.

DHL. 2022d. Hydrogen Fuel: A Future Solution for Clean Air Transportation?. Viitattu 4.5.2022 https://www.dhl.com/global-en/delivered/sustainability/hydrogen-fuel-a-future-solution-for-clean-air-transportation.html

Euroopan komissio 2022a. Air pollution from the main sources - Air emissions from road vehicles. Viitattu 20.4.2022 https://ec.europa.eu/environment/air/sources/road.htm.

Euroopan komissio 2022b. Transport emissions. Viitattu 20.4.2022 https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions_en.

Euroopan ympäristövirasto. 2021. Greenhouse gas emissions from transport in Europe. Viitattu 10.4.2022 https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport.

German Aerospace Center. 2020. Zero emission aviation. Viitattu 8.4.2022 https://www.dlr.de/content/en/downloads/publications/brochures/2020/white-paper-dlr-bdli-zero-2020-en.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

Ellsmoor, J. 2019. Are Electric Vehicles Really Better for The Environment? Forbes 20.5.2019. Viitattu 14.3.2022 https://www.forbes.com/sites/jamesellsmoor/2019/05/20/are-electric-vehicles-really-better-for-the-environment/?sh=49bb17c876d2.

Freightera. 2022. Freight Shipping by Train vs. Truck: Advantages and Disadvantages. Viitattu: 8.4.2022 https://www.freightera.com/blog/train-vs-truck-transportation-efficiency-cost-advantages-disadvantages-infographic/.

Eskola, J. & Suoranta, J. 2001. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 5., painos. Jyväskylä: Gummerus.

Farahani, R. Rezapour, S & Kardar. L. 2011. Logistics Operations and Management. Elsevier Inc. E-kirja Viitattu 20.4.2022 https://www.sciencedirect.com/browse/journals-and-books.

Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking. 2020. Hydrogen-powered aviation: A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050. Viitattu 8.4.2022 https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf.

Grolms, M. 2022b. Impact of hydrogen on logistics Part 2: Off-Road Transportation. All Things Supply Chain. Viitattu 8.4.2022 https://www.allthingssupply-chain.com/impact-of-hydrogen-on-logistics-part2-off-road-transportation/.

Grolms, M. 2022a. Impact of hydrogen on logistics Part 1: Road Transportation. All Things Supply Chain. Viitattu 8.4.2022 https://www.allthingssupplychain.com/impact-of-hydrogen-on-logistics-part1-road-transportation/.

Herajärvi. 2022. Herajärven Kuljetus Oy tarjoaa raskaan kaluston kuljetuspalveluita yrityksille ja yksityisille henkilöille. Viitattu 19.5.2022 http://www.herajarvi.com/yritys/.

Hirsjärvi, S. Remes, P & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uud. painos. Helsinki: Tammi.

Logistiikan Maailma. 2022a. Vihreä logistiikka ja kestävä kehitys. Viitattu 14.3.2022. https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikkaa-lukiolaisille/vihrea-logistiikka-ja-kestava-kehitys/.

Logistiikan Maailma. 2022b. Logistiikkastrategia. Viitattu 20.4.2022. https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikkastrategia/

Lynch. A. 2021. Logistics Organization Structure, Examples. Edraw. Viitattu 20.4.2022. https://www.edrawsoft.com/logistics-orgchart.html.

McKinnon, A. Cullinane, S. Browne, M. & Whiteing, A. 2010. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. Delhi: Replika Press ltd Pvp.

Montag, L. Klünder, T & Steven, M. 2021. Paving the Way for Circular Supply Chains: Conceptualization of a Circular Supply Chain Maturity Framework. Frontiers in Sustainability. Viitattu 4.3.2022. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2021.781978/full#h5.

Kafa, N. Hani, Y & El Mhamedi, A. 2013. Sustainability Performance Measurement for Green Supply Chain Management. The International Federation of Automatic Control. Viitattu 4.3.2022. https://www.researchgate.net/publication/350313748_Sustainability_Performance_Measurement_for_Green_Supply_Chain_Management.

Salanne, I., Tikkanen, M., Herneoja, A., Kaartinen, K. & Valli, R. 2021. Yhdistettyjen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaali Suomessa. Liikenne ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:24. Viitattu 20.4.2022 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163411/LVM_2021_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Seroka-Stolka, O. & Ociepa-Kubicka, A. 2018. Green Logistics and Circular economy. Transportation Research Procedia, Volume 39, 2019, 471–479. Viitattu 14.3.2022 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146519301371?via%3Dihub.

Tilastokeskus 2020. Yhdyskuntajätteen määrä kasvoi hieman vuonna 2019 – suurin osa jätteistä hyödynnettiin edelleen energiana. Viitattu 14.3.2022. https://tilastokeskus.fi/til/jate/2019/13/jate_2019_13_2020-12-09_tie_001_fi.html.

Traficom. 2021. Liikenteen CO2-päästöt liikennemuodoittain sekä maakunnittain . Viitattu 20.4. 2022. https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikenteen-co2-paastot-liikennemuodoittain-seka-maakunnittain.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. Päästökauppa. Viitattu 3.4.2022. https://tem.fi/paastokauppa,

Vilkka, H. 2021. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS.Kustannus. E-kirja. Viitattu 30.3.2022.
https://luc.finna.fi/lapinamk/Record/luc_electronic_amk.994740119506246.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelun kysymyspatteristo

- Mitä yritykset käsittavat vihreän logistiikan tarkoittavan? Sisältyykö yrityksen harjoittamaan vihren logistiikkaan keskeisiä strategisia päätöksiä jakeluketjuja suunniteltaessa? Teorian perusteella tällaisia päätöksiä ovat muun muassa varastojen, jakelureittien ja tuotantolaitosten sijainnin valinta sekä ulkoistaminen.
- Mistä lähteistä vihreään logistiikkaan liittyvää tietoa saadaan?
- Ohjataanko vihreän logistiikan kehittämistä yrityksen sisältä, vai vaikuttaako esimerkiksi lainsäädäntö ja muut ulkoiset tekijät vihreän logistiikan kehittämiseen?
- Lisääkö vihreä logistiikka yritysten mielestä tuottavuutta ja voittoja, ja jos lisää niin millä tavoin?
- Ovatko yritykset pohtineet vihreää logistiikka monista eri näkökulmista? Miten esimerkiksi vihreä paluulogistiikka tai vihreän toimitusketjun hallinta toimii?
- Onko yrityksilla käytössä lisäarvopalveluita ja ovatko asiakkaat halukkaita maksamaan niistä? Minkälaisia lisäarvopalveluita yritys tarjoaa?
- Miten kuljetusliike näkee sähköautojen vaikuttavan tulevaisuudessa toimintaansa?
- Mitä eri sähköautomerkkejä yritykset tunnistavat? Esimerkkejä tällaisista merkeistä ovat BYD, Volvo, Renault, Tata, Hyundai, Mitsubishi Fuso, MAN ja Kia,
- Käyttävätkö yritysten autot biopolttoaineita?
- Onko yrityksessä mietitty miten vetyautot voisivat tulevaisuudessa vaikuttaa yrityksen toimintaan?

- Mitä toimintoja yrityksen toimitusketjun varastointiin liittyy? Käyttävätkö yritykset
- yhteenlastauskeskuksia, konsolidointikeskuksia, yhdistelmävarastoja, sekä alueellisia tai valtakunnallisia jakelukeskuksia?
- Onko yrityksillä ekologisia varastoja? Ovatko yrityksen varastot siis rakennettu energiatehokkaasti ja käytetäänkö niissä mahdollisesti energiansäästölamppuja ja aurinkopaneeleja?
- Seuraako ja mittaako yritys vihreän logistiikan tehokkuutta mittaristoja hyödyntäen?
- Minkälaisia mittareita yritys käyttää mittaamisessa?