

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Energy Systems

Sustainability Science and Solutions

Hepo-oja Lotta:

JÄÄKIEKON ILMASTOVAIKUTUKSET

CASE: LIIGAN HIILIJALANJÄLKI

Työn tarkastajat: Professori, KTT DI Lassi Linnanen
 Apulaisprofessori, TkT Ville Uusitalo

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI, Anna Claudelin

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
Sustainability Science and Solutions

Lotta Hepo-oja

Jääkiekon ilmastovaikutukset. Case: Liigan hiilijalanjälki

Diplomityö
2018

70 sivua, 7 kuvaa, 10 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori, KTT DI Lassi Linnanen

Apulaisprofessori, TkT Ville Uusitalo

Hakusanat: hiilijalanjälki, kasvihuonekaasut, jääkiekko

Keywords: carbon footprint, greenhouse gases, ice hockey

Diplomityön tavoitteena on selvittää Liigan toiminnan hiilijalanjälki ja suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet. Lisäksi pohditaan sitä, miten Liiga voi vähentää ja/tai kompensoida toimintansa aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä päästökseen mahdollisimman lähelle hiilineutraaliutta. Hiilijalanjälkilaskenta tehdään kansainvälisten standardien mukaisesti. Lähtötiedot on saatu liigaseuroilta kautta 2017-2018 koskevan kyselyn avulla, lisäksi käytetään apuna kirjallisuudesta ja internetistä löytyviä arvoja.

Tarkasteltavaksi systeemiksi on rajattu Liigan ydintoiminnot: otteluiden mahdollistaminen, pelaajien ja toimihenkilöiden liikkuminen seuran tehtävissä, katsojien liikkuminen otteluihin sekä jäähallien ravintoloissa syntyvä jäte. Hiilijalanjälkilaskennan tuloksena Liigan toiminnan hiilijalanjälki on 6521,5 tCO₂-ekv vuodessa. Suurin kasvihuonekaasupäästöjen lähde on katsojien liikkuminen otteluihin. Toiseksi suurin päästölähde on jäähallien energiankulutus ja kolmanneksi suurin pelaajien liikkuminen. Työn tuloksista huomataan, että katsojien liikkuminen on aiheuttaa yli 60 % Liigan toiminnan hiilijalanjäljestä.

Hiilijalanjäljen pienentäminen aloitetaan vähentämällä toiminnasta aiheutuvia päästöjä. Liigan tapauksessa tämä tarkoittaa jäähallien energiatehokkuuden lisäämistä sekä pelaajien ja toimihenkilöiden liikkumisen päästöjen vähentämistä. Katsojien liikkumisen aiheuttamia päästöjä on vaikea vähentää, sillä ne eivät suoraan kuulu Liigan toimivallan alle. Katsojia voidaan kuitenkin houkuttaa muuttamaan liikkumistottumuksiaan kohti vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja. Tämän jälkeen jäljelle jäävää hiilijalanjälkeä voidaan kompensoida ostamalla päästökompensaatioita eli sijoittamalla rahaa hiilidioksidia sitoviin projekteihin. Kompensoinnilla on suuri vaikutus hiilineutraaliuden saavuttamisessa, sillä kaikkia toiminnan päästöjä ei ole mahdollista poistaa.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
Sustainability Science and Solutions

Lotta Hepo-oja

Climate impacts of ice hockey. The carbon footprint of Finnish national hockey league Liiga

Master's thesis

2018

70 pages, 7 pictures, 10 tables and 3 appendices

Examiners: Professor, D.Sc. (Econ.) M.Sc. Lassi Linnanen
Assistant Professor, D.Sc. (Tech.) Ville Uusitalo

Keywords: carbon footprint, greenhouse gases, ice hockey

The aim of this master's thesis is to survey the carbon footprint of the Finnish national hockey league Liiga and find out its biggest sources of greenhouse gases. Additionally, there is discussion about the ways Liiga can reduce and/or offset the greenhouse gases from its operations to get as close as possible to carbon neutrality. The carbon footprint calculations are done by international standards. Data collection is done with a questionnaire to the Liiga teams and by using data from literature and the internet.

System boundaries include Liiga's core functions: making the matches possible, travelling of players and officials, travelling of spectators and the waste generated at the ice rinks restaurants. As the result of the carbon footprint calculations, Liiga's carbon footprint is calculated to be 6521,5 tCO₂-eq in a year. Travelling of spectators to see the matches causes most of Liiga's greenhouse gas emissions. The second biggest source is the energy use of ice rinks and the third biggest is travelling of players. It is seen that travelling of spectators causes over 60 percent of Liiga's carbon footprint.

Reducing the carbon footprint begins with focusing on the emissions from Liiga's actions. This means the energy efficiency of the ice rinks and travelling of players and officials. The travelling of spectators is out of Liiga's reach and thus its emissions are difficult to reduce. It is possible to try and make the spectators change their travelling habits towards more climate friendly options. After all possible emission reductions are done, Liiga can offset the remaining part of its carbon footprint by purchasing carbon credits alias investing money into carbon offset projects. Offsetting emissions has a great role when desiring carbon neutrality as not all emissions can be removed completely.

ALKUSANAT

Tuntuu uskomattomalta kirjoittaa alkusanoja omaan diplomityöhöni, vastahan aloitin opiskelut ja muutin Lappeenrantaan ja nyt on aikani lähteä täältä. Viisi ja puoli vuotta on mennyt kuin siivillä ja katsoessani taaksepäin en voi muuta kuin olla onnellinen. Aikani Lappeenrannassa on ollut ikimuistoinen. Nyt on kuitenkin aika siirtyä kohti uusia seikkailuja ja uutta vaihetta elämässäni.

Näiden vuosien aikana olen saanut iloita onnistumisista, itkeä epäonnistumisia, viettää viikonloppuja atk-luokassa, uida jäisessä Saimaassa ja nauttia opiskelijaelämästä. Olen saanut tutustua uusiin ihaniin ihmisiin, jotka toivottavasti pysyvät elämässäni vielä pitkään. Minulla on ollut myös etuoikeus kuulua Suomen parhaaseen naisteekkarikuoroon. Kiitos Resonanssi ja sen ihanat naiset kaikista niistä nauruntäyteisistä hetkistä, keikoista ja tapahtumista, jotka olemme yhdessä kokeneet. Kanssanne olen kehittynyt laulajana ja ryhmänjohtajana ja saanut paljon kaivattua vastapainoa stressaaviin opiskeluhetkiin.

Diplomityöni aiheesta haluan kiittää Liigan toimitusjohtajaa Riku Kallioniemeä. Sain olla mukana kiehtovassa projektissa, joka opetti minulle paljon. Kiitos työni ohjaajille Ville Uusitalolle ja Anna Claudelinille tuesta ja neuvoista, joita ilman tämän diplomityön tekeminen olisi ollut huomattavasti haastavampaa. Suuri kiitos myös muille työn tekemisessä mukana olleille henkilöille.

Suurin mahdollinen kiitos perheelleni ja ystäväilleni. Olette olleet tukenani ja kannustaneet minua eteenpäin kaikessa mitä teen. Erityisesti haluan kiittää Henryä, joka on jaksanut käydä kanssani lähes koko insinööriopintonsa uudestaan läpi, jotta saisin milloin mitkään laskuharjoitukset tehtyä kunnialla. Kiitos neuvoista ja tuesta. Teemulle suuri kiitos tuesta eteenkin tämän työn tekemisen aikana, jolloin päivätyön ja diplomityön yhdistäminen tuntui ajoittain tuhoon tuomitulta.

Lappeenrannassa 2.11.2018

Lotta

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn taustaa	9
1.2 Työn tavoitteet ja menetelmät	9
2 ILMASTONMUUTOS	11
3 LASKENTAPERIAATTEET.....	13
3.1 Elinkaariarviointi.....	13
3.1.1 ISO 14040	13
3.1.2 ISO 14044	15
3.2 Hiilijalanjätkilaskenta.....	17
3.2.1 ISO 14064	19
3.2.2 ISO 14067	20
3.2.3 GHG Protocol	23
4 JÄÄKIEKON ILMASTOVAIKUTUKSET.....	27
5 LIIGAN HIILIJALANJÄLKI.....	29
5.1 Työn tavoitteet ja soveltamisala	29
5.2 Inventaarioanalyysi	30
5.2.1 Jäähallin energiankulutus	33
5.2.2 Seurojen liikkuminen	35
5.2.3 Yleisön liikkuminen	39
5.2.4 Kylmäaineet ja -liuokset	40
5.2.5 Jätteet.....	41
5.2.6 Jäänhoitokoneen polttoaineenkäyttö	42
5.2.7 Oheistuotteet	42

5.3	Vaikutusten arviointi	43
5.3.1	Hiilijalanjälki.....	43
5.3.2	Muut ympäristövaikutukset.....	44
5.4	Tulosten tulkinta.....	44
5.4.1	Herkkyystarkastelu.....	45
6	ILMASTOYSTÄVÄLLINEN LIIGA	48
6.1	Toiminnan suorien päästöjen vähentäminen	49
6.1.1	Joukkueiden ja toimihenkilöiden liikkuminen	49
6.1.2	Jään ylläpito	50
6.1.3	Vedenkulutus	50
6.2	Energiantuotannon epäsuorien päästöjen vähentäminen.....	51
6.3	Muiden epäsuorien päästöjen vähentäminen.....	52
6.3.1	Katsojien liikkuminen	52
6.3.2	Jätteet.....	53
6.4	Kasvihuonekaasujen kompensointimahdollisuudet	54
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	56
8	YHTEENVETO.....	60
	LÄHTEET.....	62

LIITTEET

Liite I	Kysely seuroille
Liite II	Seurojen vastaukset kyselyyn
Liite III	Jäähallien vedenkulutus

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Lyhenteet

GHG	Greenhouse Gas; kasvihuonekaasu
GWP	Global Warming Potential; ilmaston lämmityspotentiaali
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change; Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli
ISO	International Organization for Standardization; kansainvälinen standardisoimisjärjestö
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
VTT	Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus
WWF	World Wide Fund for Nature; Maailman luonnonsäätiö

Yksiköt ja merkit

<i>a</i>	vuosi
<i>cm³</i>	kuutiosenttimetri
<i>CO₂</i>	hiilidioksidi
<i>CO₂ ekv</i>	hiilidioksidiekvivalentti
<i>g</i>	gramma
<i>hkm</i>	henkilökilometri
<i>kg</i>	kilogramma
<i>km</i>	kilometri
<i>kpl</i>	kappale
<i>kWh</i>	kilowattitunti
<i>l</i>	litra
<i>m²</i>	neliömetri
<i>m³</i>	kuutiometri
<i>MJ</i>	megajoule
<i>MWh</i>	megawattitunti
<i>t</i>	tonni
<i>%</i>	prosentti

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on yksi aikamme suurimpia uhkia ja aiheuttaa näkyviä muutoksia myös Suomessa. Säiden lämpeneminen, sateisten kesien, leutojen talvien ja ääri-ilmiöiden lisääntyminen ovat havaittavissa ilman tieteellistä tutkimusta ja aiheutuvat pääasiassa ilmastonmuutoksesta. Suomessa on havaittavissa myös muita muutoksia: saimaannorpan pesintä vaikeutuu pesäkinosten sulaessa lämpimässä talvisäässä ja metsärajan noustessa Lapin tunturit saattavat pian peittyä puihin (WWF 2018).

Ilmastonmuutoksen aiheuttajia tutkitaan paljon, kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyminen johtuu pitkälti luonnonvarojen ylikuluttamisesta ja erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Tämä johtaa ilmakehän lämpötilan nousemiseen, mikä puolestaan lämmittelee maapalloa lisää ja vaatii ihmisiä kuluttamaan yhä enemmän luonnonvaroja sopeutukseen. Kansainvälinen ilmastopaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) julkaisi lokakuussa 2018 erikoisraportin, joka käsittelee maapallon keskilämpötilan 1,5 °C:een nousun vaikutuksia ilmastonmuutokseen. Raportissa tuodaan esille tapoja, joilla ilmastonmuutokseen voidaan vastata lisäämällä kestävästä kehitystä ja pyrkimällä eroon köyhydestä. Ilmaston lämpenemistä on kuitenkin vaikea pysäyttää ilman todella rajuja muutoksia. (IPCC 2018.) Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa muun muassa viljelyyn pidentyneinä kasvukausina, uusina kasvilajeina ja mahdollisesti vastustuskykyisempinä tuholaisina (Luke 2016). Vaikutuksia on myös kalastukseen, ruoantuotantoon, metsiin ja eläimiin. Maailmanlaajuisesti yli puolet kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu sähkön ja lämmön tuotannosta sekä metsä- ja maatalouden maankäytöstä (EPA 2018).

Kaikki ihmistoiminta aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä, jotka vauhdittavat ilmastonmuutosta, myös jääkiekko. Jääkiekkoa pelattiin tiettävästi jo 1800-luvulla, ensimmäinen ottelu, jonka tulos on kirjattu muistiin, järjestettiin Montrealissa, Kanadassa, 3.3.1875. Ensimmäinen järjestäytynyt joukkue perustettiin 1877 Montrealissa. Eurooppaan jääkiekko rantautui 1900-luvun alussa, jolloin Englannissa pelattiin ensimmäiset ottelut. Kansainvälinen jääkiekkoliitto (IIHF) perustettiin 1908 Pariisissa. Olympialaisiin jääkiekko tuli vuoden 1924 talvikisoissa. (IIHF 2018.) Ensimmäiset maininnat suomalaisesta jääkiekkoilijasta ovat vuodelta 1908, Suomen Jäähockeyliitto (myöh. Jääkiekkoliitto) perustettiin 1929 ja SM-liiga vuonna 1975 (Leijonat 2017).

Nykyään Liigaan kuuluu 15 joukkuetta ympäri Suomen ja kausi kestää syyskuusta huhtikuuhun. Tänä aikana jokaisella joukkueella on 60 runkosarjan ottelua ja 6-10 kauteen valmistavaa ottelua sekä päivittäiset harjoitukset. Lisäksi tulevat mahdolliset playoffs-, neljännesfinaali-, semifinaali- ja mitaliottelut. Kaikesta tästä aiheutuu myös kasvihuonekaasupäästöjä, jotka omalta osaltaan edesauttavat ilmastonmuutosta. Liigan onkin tärkeä tietää toimintansa hiilijalanjälki, jotta se voi tiedostaa suurimmat päästöjen aiheuttajat ja tehdä muutoksia toimintaansa. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan sitä kasvihuonekaasujen määrää, joka palvelun tai tuotteen elinkaaren aikana syntyy (Klöpffer, W., Grahl 2014).

1.1 Työn taustaa

Idea tähän työhön tuli Liigan toimitusjohtaja Riku Kallioniemeltä, joka tiedusteli LUT:n mahdollisuuksia yhteistyöhön suomalaisen jääkiekon ympäristövaikutusten arvioinnissa. Myös Liigan on tärkeä tunnistaa omat päästönsä ja keinot niihin vaikuttamiseen, sillä ilmastonmuutos vaikuttaa kaikkiin ihmistoiminnan osa-alueisiin ja kaikkien toimia tarvitaan sen hillitsemiseksi. Pohjois-Amerikan korkeimman sarja tason jääkiekkoliiga NHL (North American Hockey League) otti ensimmäisenä ammattilaisurheiluliigana kantaa omiin ympäristövaikutuksiinsa vuonna 2014 julkaistessaan ensimmäisen ympäristöstrategiansa ja -raporttinsa (NHL 2018a). Ennen tämän työn aloittamista Liiga olikin jo pidempään miettinyt samanlaisen ympäristöstrategian laadintaa kuin NHL. Idea diplomityön aiheesta muotoutui lopulta keskusteluissa yhdessä tarkastajieni kanssa. Hiilijalanjälkilaskennasta Liiga saisi oivan pohjan ympäristöstrategialle.

1.2 Työn tavoitteet ja menetelmät

Diplomityön tavoitteena on selvittää Liigan toiminnasta aiheutuvat ilmastovaikutukset sekä laskea sen hiilijalanjälki. Hiilijalanjälkilaskennan tarkoitus on edesauttaa Liigaa vähentämään päästöjään ja asettamaan tavoitteita päästöjen kompensoinnille saavuttaakseen hiilineutraaliuden. Diplomityön tutkimuskysymykset ovat:

- Mikä on Liigan hiilijalanjälki?
- Mitkä ovat Liigan toiminnan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet?

- Kuinka toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää ja/tai kompensoida, jotta Liiga muuttuu ilmastoystävällisemmäksi?

Diplomityö jakautuu teoria- ja tutkimusosaan. Teoriaosassa käydään läpi hiilijalanjälkilaskennan periaatteet. Tätä seuraa tutkimusosa, jossa Liigan hiilijalanjälki selvitetään. Hiilijalanjälkilaskennassa käytetyt arvot perustuvat Liigan ja siihen kuuluvien seurojen antamiin tietoihin. Lisäksi on käytetty kirjallisuuslähteitä ja tehty oletuksia sekä käytetty apuna asiantuntija-arvioita. Laskennan pohjalta pyritään selvittämään Liigan toiminnan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet, myös mahdolliset toiminnasta aiheutuvat hiilinielut otetaan mukaan tarkasteluun. Lisäksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja kompensointikeinoja pyritään selvittämään. Työn lopussa tarkastellaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja kompensointikeinojen kustannuksia sekä tehdään herkkyystarkastelu hiilijalanjälkilaskennalle.

2 ILMASTONMUUTOS

Ilmastonmuutos on nykypäivänä esillä lähes kaikkialla. Ilmaso.org (2018) määrittelee ilmastonmuutoksen seuraavasti: ”Ilmastonmuutos tarkoittaa maapallon ilmaston lämpenemistä ja siitä aiheutuvia häiriöitä, jotka syntyvät ihmistoiminnan aiheuttaman ilmakehän kasvihuoneilmiön voimistumisen takia.” Tämä aiheuttaa usein paikallisen ilmaston lämpenemistä, mutta maapallon ilmaston lämmitessä paikalliset ilmasto-olot saattavat myös viiletä. (Ilmasto.org 2018.) Maapallon pintalämpötila on noussut lähes asteella teollistumisen alettua aiheuttaen monia muutoksia ympäristössämme (NASA 2018a).

Ihmisten vaikutus ilmastonmuutokseen on ollut tutkijoiden tiedossa jo pitkään. Yhdistyneet Kansakunnat (YK) perusti vuonna 1988 ilmastotieteen asiantuntijoista koostuvan elimen, IPCC:n, auttamaan poliittisessa päätöksenteossa. IPCC:n tarkoituksena on arvioida ilmastotutkimuksen tuloksia ja esittää ne poliitikoille selkeässä ja ymmärrettävässä muodossa. (Ilmasto.org 2018.) Toiminnallaan IPCC auttaa maailman poliitikkoja tekemään mahdollisimman ilmastotietoisia päätöksiä.

Syitä luonnolliseen ilmastonmuutokseen ovat auringon säteilyvoimakkuuden ja maapallon kiertoradan muutokset sekä tulivuorten purkaukset. Nämä eivät kuitenkaan yksinään selitä nykyisenkaltaista ilmastonmuutosta, vaan ovat viime vuosikymmeninä toimineet jopa ilmastoa viilentävästi kompensoiden ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. (Ilmasto.org 2018.) Näin ollen ihmistoiminnan vaikutus ilmastonmuutokseen on huomattava (NASA 2018b). Suurimmat ilmaston lämpenemistä aiheuttavat muutokset ovat mitä luultavimmin tapahtuneet 1950-luvun jälkeen ihmisen toimesta (IPCC 2013, 4).

Lisääntyvät kasvihuonekaasupäästöt aiheuttavat alailmakehän lämpenemistä ja yläilmakehän viilentymistä. Tämä eroaa auringon säteilyn lisääntymisen vaikutuksista sillä, että auringon säteily lämmittäisi koko ilmakehää tasapuolisesti. Lisääntyneet kasvihuonekaasut sitovat auringon lämpöenergiaa itseensä ja voimistavat täten kasvihuoneilmiötä. Tämä tarkoittaa sitä, että auringon lämpösäteilystä yhä suurempi osa jää maapallon ilmakehään eikä pääse poistumaan avaruuteen, jolloin ilmasto lämpenee. Ihmistoiminnasta johtuvia ilmastonmuutoksen aiheuttajia ovat myös epäsuorasti vaikuttavat kaasut, joita syntyy kemiallisten prosessien avulla. (Ilmasto.org 2018; NASA 2018.) Maapallon meret toimivat

suurina lämpövarastoina, jonne yli puolet maahan päässeestä niin sanotusta auringon ylimääräisestä energiasta on varastoitunut viime vuosikymmenien aikana. Tämä näkyy ongelmina merten happamoitumisena. (IPCC 2013, 8).

Ihmistoiminnasta syntyy myös ilmastoa viilentäviä päästöjä, kuten rikkipäästöjä. Nämä yhdessä kasvihuonekaasuja sitovien prosessien, hiilinielujen, kanssa toimivat kompensoidakseen lisääntyneitä kasvihuonekaasupäästöjä. Tärkeitä hiilinieluja ovat meret, metsät ja maaperä. Tilanne voi kuitenkin olosuhteiden takia muuttua, jolloin nielusta tulee päästölähde. (Ilmasto.org 2018.)

Monet ilmastomuutoksen vaikutukset ovat havaittavissa paljaalla silmällä, osan havaitsemiseen vaaditaan tarkkoja mittalaitteistoja. Selkein ihmisen havaittavissa oleva muutos liittyy sääilmiöihin. Suomessa kesät muuttuvat entistä sateisemmiksi, talvet leudommiksi, ja syksyn sateisuus tuntuu jatkuvan loputtomiin. Myös säähän liittyvät ääri-ilmiöt ovat lisääntyneet selvästi. Maailmalla mediahuomiota saa eteenkin jäätiköiden sulaminen ja siitä johtuva meren pinnan nousu. (Ilmasto.org 2018.) IPCC (2013) arvioi, että vuosisadan loppuun mennessä maapallon keskilämpötila nousee 0,3-4,8 astetta, meren pinta nousee 26 cm, kuivuus ja tulvat lisääntyvät entisestään, rankkasateet lisääntyvät ja jäätiköihin ja lumeen varastoituneen veden sekä valumavesien määrä vähenee runsaasti asutetuilla alueilla. (IPCC 2013, 20-25.)

Lämpenevä ilmasto aiheuttaa Itämeren veden lämpötilan nousua ja muuttaa meren ekosysteemiä. Sateiden lisääntyessä meriveden suolapitoisuus laskee ja sen rehevöityminen pahenee vaikuttaen lajien levinneisyyteen. Nouseva merenpinta lisää rantojen eroosiota. Kaikki nämä muutokset vaikuttavat negatiivisesti luonnon monimuotoisuuteen ja koko ravintoketjuun. (Ilmasto-opas 2018.)

3 LASKENTAPERIAATTEET

Tuotteen, palvelun ja toiminnan ympäristövaikutuksia voidaan arvioida monin eri menetelmin. Tässä diplomityössä käytetään elinkaariarviointia ja hiilijalanjälkilaskentaa selvittämään Liigan toiminnan ympäristövaikutuksia. Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälkilaskenta perustuvat kansainvälisiin standardeihin.

3.1 Elinkaariarviointi

Elinkaariarviointi (eng. Life Cycle Assessment, LCA) tarkoittaa tuotteen, palvelun tai toiminnan elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten määrittämistä ja arviointia. Sen tarkoituksena on edesauttaa erilaisten prosessien ympäristövaikutusten ymmärtämistä ja käsittelyä. Elinkaariarvioinnin kehitys on tulosta lisääntyneestä ympäristötietoisuudesta, ympäristönsuojelun tärkeyden tiedostamisesta ja prosessien mahdollisten ympäristövaikutusten ymmärryksestä. Sitä käytetään moniin tarkoituksiin: tutkittaessa tuotteiden ympäristösuorituskykyä elinkaaren eri vaiheissa, tuotettaessa informaatiota päätöksenteon tueksi, apuna ympäristösuorituskyvyn indikaattoreiden ja mittausmenetelmien valinnassa sekä ympäristömarkkinoinnissa ja -viestinnässä. Elinkaariarviointi kuuluu ympäristöasioiden hallinnan työkaluihin. Muita hallinnan työkaluja ovat esimerkiksi ympäristösuorituskyvyn arviointi, riskien hallinta ja ympäristöauditointi. (ISO 14040 2006, 8.)

Tässä diplomityössä käytetään kahta elinkaariarvioinnin standardia, ISO 14040 ja ISO 14044. ISO-standardit ovat kansainvälisen standardointijärjestön (International Standardisation Organization) julkaisemia. ISO 14040 määrittää elinkaariarvioinnin pääperiaatteet ja pääpiirteet, ISO 14044 määrittää elinkaariarvioinnin vaatimukset ja antaa suunta- viivoja arvioinnin suorittamiseen.

3.1.1 ISO 14040

ISO 14040 standardissa määritetään elinkaariarvioinnin pääperiaatteet ja pääpiirteet. Elinkaariarvioinnin tulee olla läpinäkyvä ja monipuolinen ja tulosten tulkinnan mahdollisimman yksiselitteinen. Elinkaariarviointiin kuuluu neljä pakollista vaihetta: elinkaariarvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi (eng. Life

Cycle Inventory, LCI), vaikutusarviointi (eng. Life Cycle Impact Assessment, LCIA), tulosten tulkinta, tulosten raportointi ja kriittinen arviointi. (ISO 14040 2006, 8.)

Elinkaariarvioinnin aluksi tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyvaiheessa määritetään rajat tarkasteltavalle systeemille. Systemirajojen määrittämisen tarkoitus on määritellä elinkaariarviointiin sisällytettävät osaprosessit sekä tarkastelun ulkopuolelle jätettävät prosessin osat. Selvityksen aihe ja käyttötarkoitus vaikuttavat siihen, miten yksityiskohdaisesti systeemin rajat määritetään. Aluksi on tärkeää määrittää myös elinkaariarvioinnin tarkkuus ja laajuus, jotta ne vastaavat arvioinnin tavoitteita. Tämän jälkeen siirrytään toiseen vaiheeseen, inventaarioanalyysiin, jonka tarkoituksena on selvittää tarkasteltavaan systeemiin tulevat syötteet ja tuotteet. (ISO 14040 2006, 8.)

Elinkaariarvioinnissa inventaarioanalyysi on vaihe, jossa kaikki arvioitavan prosessin syötteet ja tuotteet kootaan ja kuvataan määrällisinä. Tässä vaiheessa on mukana myös tiedonkeruu. Inventaarioanalyysin tuloksia käytetään arvioitaessa tarkasteltavan systeemin ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutusten arvioinnin tarkoitus on ymmärtää potentiaalisia ympäristövaikutuksia, joita prosessista syntyy sen koko elinkaaren aikana sekä arvioida niiden laajuutta ja vaikuttavuutta. Arvioinnin avulla tuotetaan ympäristöhallinnon kehitystä hyödyttävää tietoa. Tulosten tulkinta on elinkaariarvioinnin viimeinen vaihe. Sen tavoitteena on tehdä johtopäätöksiä ja antaa suosituksia elinkaariarvioinnin alussa määriteltyyn tavoitteeseen ja soveltamisalaan nähden käyttäen sekä inventaarioanalyysin että ympäristövaikutusten arvioinnin tai molempien tuloksia. (ISO 14040 2006, 8.)

Elinkaariarvioinnista saatuja tuloksia voidaan käyttää monella tapaa. Esimerkkikohteita ovat muun muassa tuotekehitys, strateginen suunnittelu, poliittinen päätöksenteko sekä markkinointi. Myös ympäristövaikutusarvioinnissa, ympäristölaskennassa ja elinkaari-kustannuslaskennassa voidaan käyttää elinkaariarvioinnin tuloksia. Lisäksi on mahdollista yhdistää muita ISO 14000-sarjan standardeja elinkaariarviointiin. (ISO 14040 2006, 24, 44-46.)

3.1.2 ISO 14044

ISO 14044 standardi määrittää elinkaariarvioinnin vaatimukset ja suuntaviivat. Se perustuu standardissa ISO 14040 määriteltyihin elinkaariarvioinnin pääpiirteisiin ja periaatteisiin, mutta käsittelee niitä syvemmin. Tässä standardissa määritellään elinkaariarvioinnin vaatimukset ja opastetaan tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyssä, inventaarioanalyysin tekemisessä, vaikutusarvioinnin tekemisessä, tulosten tulkinnassa, elinkaariarvioinnin raportoinnissa ja kriittisessä arvioinnissa, arvioinnin rajoitusten määrittelyssä ja eri elinkaariarviointivaiheiden välisten suhteiden sekä arvovalintojen ja arvioinnin valinnaisten osien käytössä. (ISO 14044 2006, 9.)

Elinkaariarvioinnin aluksi määritellään selvityksen tavoitteet ja soveltamisala. Tässä vaiheessa on määriteltävä tehtävän selvityksen käyttötarkoitus, syyt selvityksen tekemiseen, kohdeyleisö ja tullaanko selvityksestä saatavia tuloksia käyttämään julkisesti esitettävissä vertailuväitteissä. Selvityksen soveltamisalan on selkeästi kerrottava tutkittava tuotejärjestelmä toimintoinen, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, allokointimenettelyt, vaikutustenarviointimenetelmät ja vaikutustyyppit, käytettävä tulkintatapa, oletukset ja arvovalinnat, rajoitukset, mahdolliset vapaaehtoiset osat sekä kriittisen arvioinnin tyyppi, mikäli se on käytössä. Elinkaariarviointi on iteratiivinen prosessi, joten sen tavoitteita ja soveltamisalaa saatetaan joutua muuttamaan selvityksen edetessä. Kaikki muutokset tulee kirjata tehtävään raporttiin. (ISO 14044 2006, 15.)

Systemirajaus kuvaa tarkasteltavaa toimintaa tai tuotejärjestelmää. Sen avulla tarkastelu rajataan niin, että työn tavoitteet täyttyvät. Rajausta tehtäessä työhön sisällytetään vain ne tarkasteltavat osaprosessit, joista on hyötyä selvityksen tavoitteen ja ympäristön kannalta. Toiminnallinen yksikkö havainnollistaa tarkasteltavaa systeemiä. Esimerkiksi yhden klemmarin valmistus voi olla toiminnallinen yksikkö, jossa tarkastellaan niitä materiaali- ja energiavirtoja, joita yhden klemmarin valmistukseen vaaditaan. Elinkaariarvioinnin aluksi on myös asetettava vaatimukset tiedolle, jota selvityksessä käytetään. (ISO 14044 2006, 15-19.)

Elinkaariarvioinnin toinen vaihe on inventaarioanalyysi, joka sisältää tiedonkeruun, laskennan ja tulosten allokoinnin. Inventaarioanalyysin laadullista ja määrällistä tietoa tulee

kerätä jokaisesta systeimirajojen sisällä olevasta yksikköprosessista. Inventaarioanalyysissä määritetään yksikköprosessin tulevat ja lähtevät energia- ja materiaalivirrat ja liitetään ne toiminnalliseen yksikköön. Myös jokaisen yksikköprosessin kuvaus tulee kirjata ylös tässä vaiheessa käyttäen prosessikaavioita. Yksikköprosessien yksityiskohtainen kuvaaminen, käytettyjen yksiköiden luetteleminen ja laskentamenetelmien kuvaaminen helpottavat käsiteltävien tuotejärjestelmien yhdenmukaista ja johdonmukaista käsittelyä. Tämän lisäksi inventaarioanalyysissä määritetään päästöt ilmaan, veteen ja maaperään sekä muut oleelliset ympäristönäkökohdat. Inventaarioanalyysissä käytettävien tietojen alkuperä tulee käydä ilmi raportista, näitä voivat olla esimerkiksi kyselyt tai tieteelliset artikkelit. Inventaarioanalyysin tulokset voidaan esittää esimerkiksi kiloina toiminnallista yksikköä kohden. (ISO 14044 2006, 20-24.)

Kolmannessa vaiheessa elinkaariarviointia suoritetaan vaikutusten arviointi. Tämä tehdään sijoittamalla aiemmin saadut inventaarioanalyysin tulokset määrättyyn vaikutusluokkaan. Vaikutusluokka tarkoittaa työssä käsiteltävää ympäristökysymystä, joita voivat olla esimerkiksi rehevöityminen, happamoituminen tai ilmastonmuutos. Vaikutusluokkaa kuvataan vaikutusindikaattorilla, joka kuvaa vaikutuksen määrällistä suuruutta. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen vaikutusindikaattori on infrapunasäteilypakote (W/m^2). Valittujen vaikutusluokkien ja -indikaattorien tulee huomioida elinkaariarvioinnin tavoitteet ja soveltamisala sekä olla kansainvälisesti hyväksytyjä. Arvioinnissa käytettävä karakterisointimalli valitaan vaikutusluokan perusteella. Karakterisointimalli kuvaa vaikutusluokan ympäristövaikutusta. Inventaarioanalyysin tulokset eivät sinällään kelpaa karakterisointimalliin, vaan ne on kerrottava karakterisointikertoimella. Esimerkiksi ilmastonmuutokselle karakterisointimallina toimii IPCC:n määrittämä 100 vuoden vertailumalli ja karakterisointikertoimenä ilmastonlämpenemiskerroin (GWP_{100}) joka on ominainen kullekin kasvihuonekaasulle. Näin ollen vaikutusarvioinnissa vertaillaan kasvihuonekaasupitoisuuksien vaikutuksia IPCC:n 100 vuoden vertailumallin perusteella. Vaikutusarvioinnin tarkoituksena on myös määrittää vaikutusluokkien loppupisteet, eli mihin päästöt luontoon vapautuessaan vaikuttavat. Ilmastonmuutoksen loppupisteitä ovat esimerkiksi metsät, viljelysadot ja koralliriutat. (ISO 14044 2006, 25-27.)

Vaikutusarvioinnissa on lisäksi valinnaisia osia, joilla voidaan tarkentaa arvioinnin tuloksia tai tutkia niiden oikeellisuutta. Valinnaisia osia ovat normalisointi, ryhmittely,

painotus sekä lähtötiedon laadun analysointi. Normalisoinnissa indikaattoritulokset suhteutetaan vertailukohteeseen, esimerkiksi Suomen hiilidioksidipäästöt suhteessa Eurooppaan. Ryhmittely tarkoittaa vaikutusluokkien lajittelua ja sijoitusta tärkeysjärjestykseen. Painotuksessa käytetään arvovalintoihin perustuvia painotuskertoimia, joiden avulla indikaattoritulokset yhdistellään vaikutusluokkiin. Lähtötietojen laatua analysoimalla saadaan parempi käsitys indikaattoritulosten luotettavuudesta. (ISO 14044 2006, 29.)

Lopuksi elinkaariarvioinnissa tehdään tulosten tulkinta. Sen tavoitteena on tunnistaa elinkaariarvioinnin, inventaarioanalyysin ja vaikutustenarvioinnin tuloksiin perustuvat merkittävät asiat. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon alussa määritetyt tavoitteet ja soveltamisala. Tulkinnan tulee käsittää tehdyn elinkaariarvioinnin täydellisyyden, johdonmukaisuuden ja herkkyyden tarkistukset sekä antaa johtopäätöksiä, rajoituksia ja suosituksia siitä miten toiminnan aiheuttamaa ympäristökuormitusta voidaan pienentää. (ISO 14044 2006, 31-35.)

Edellä mainittujen neljän vaiheen myötä saadut elinkaariarvioinnin tulokset on raportoitava ISO 14044 standardin mukaisesti. Raportointiin tulee sisällyttää kaikki neljä elinkaariarvioinnin vaihetta. Elinkaariarvioinnin tulokset ja johtopäätökset on esitettävä tarkasti, kokonaisuudessaan ja puolueettomasti. Raportti on laadittava mahdollisimman läpinäkyvästi ja siten, että tulosten käyttäminen on mahdollista arvioinnin alussa määriteltujen tavoitteiden ja soveltamisalan mukaisesti. Raporttiin on lisäksi mahdollista lisätä ulkopuolisen arvioijan kriittinen arviointi. Tämän tarkoituksena on varmistaa elinkaariarvioinnin standardinmukaisuus ja tarkastaa käytetyt menetelmät ja tiedot sekä arvioida selvityksestä tehdyn raportin selkeyttä ja johdonmukaisuutta. Tavallisesti kriittisen arvioinnin suorittaa joko organisaation sisäinen tai ulkoinen asiantuntija. Jos elinkaariarvion tuloksia käytetään vertailuväitteiden laatimisessa, kriittisen arvioinnin suorittaa sidosryhmien edustajista koottu katselmuksenpaneeli. (ISO 14044 2006, 35-39.)

3.2 Hiilijalanjätkilaskenta

Hiilijalanjätkellä tarkoitetaan tuotteen, palvelun tai prosessin koko elinkaaren aikaisia hiilidioksidipäästöjä. Näin voidaan määrittää, millainen ilmastovaikutus tuotteella tai palvelulla on, sekä tarkastella tekijöitä, joilla on suurin vaikutus syntyviin päästöihin ja pohtia

keinoja niiden vähentämiseksi. Hiilijalanjälkeä käytetään usein synonyyminä kasvihuonekaasupäästöille, eteenkin tarkasteltaessa ilmaston lämpenemisvaikutusta. Hiilijalanjälki ei nimestään huolimatta kuvaa vain hiiltä sisältävien kaasujen määrää, vaan myös muita kasvihuonekaasuja kuten typpioksiduulia (N₂O). (Klöpffer & Grahl 2014.)

Hiilijalanjälki esitetään yleensä hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂-ekv) tai massansa avulla, kuten hiilidioksidiekvivalenttitonneina (tCO₂-ekv) vuodessa. Käyttämällä hiilidioksidiekvivalentteja, on mahdollista vertailla ja laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen ilmaston lämmitysvaikutuksia. Koska eri kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa eri voimakkuudella, niistä jokaiselle on määritelty ilmaston lämmityspotentiaali (Global Warming Potential, GWP), jonka avulla kuvataan eri kasvihuonekaasujen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen hiilidioksidiin verrattuna tietyllä ajanjaksolla. Hiilijalanjälkilaskennassa kaikkien kasvihuonekaasujen ilmaston lämmityspotentiaali muutetaan vastaamaan hiilidioksidin vastaavaa 100 vuoden ajanjaksolla. (Berninger 2012, 31.)

Tässä diplomityössä tarkastellaan kolmea hiilijalanjälkilaskentamenetelmää: ISO 14064, ISO 14067 ja GHG Protocol. ISO 14064 standardi on kolmiosainen; ensimmäisessä määritellään organisaatiotasolla kasvihuonekaasupäästöjen määrittämisen ja vähentämisen raportointi, toisessa määritellään vaatimukset projektitason kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiselle, määrittämiselle, tarkkailulle ja raportoinnille, ja kolmannessa määritellään ohjeet kasvihuonekaasutietojen todennuksen ja kelpoisuuden arviointiin. Tässä diplomityössä ISO 14064 – standardista tarkastellaan vain ensimmäistä osaa. Työssä käytettävä ISO 14067 on tekninen spesifikaatio, joka määrittää periaatteet, vaatimukset ja ohjeet, joiden avulla tuotteen hiilijalanjälki määritetään ja viestitään sidosryhmille.

GHG Protocol on Maailman luonnonvarojen tutkimussäätiön (World Resources Institute, WRI) ja maailman elinkeinoelämän kestävän kehityksen neuvoston (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) kehittämä standardisarja, joka määrittää kehykset kasvihuonekaasujen mittaamiselle ja hallinnalle. GHG Protocol julkaisusarjasta tarkastellaan *A Corporate Accounting and Reporting Standard* -ohjeistusta, joka on suunnattu yritysten ja yhteisöjen käyttöön.

3.2.1 ISO 14064

ISO 14064 standardin ensimmäisen osan tavoitteena on määrittää periaatteet ja vaatimukset organisaation tai yrityksen kasvihuonekaasuinventaarion tekemiselle. Tähän sisältyvät vaatimukset kasvihuonekaasupäästörajojen määrittämiselle, kasvihuonekaasupäästöjen ja päästövähennysten laskennalle sekä organisaatiokohtaisten konkreettisten kasvihuonekaasuja vähentävien tekojen tunnistamiselle. Standardissa on myös ohjeita inventaarion laadunhallintaan, raportointiin, sisäiseen auditointiin ja organisaation todennusvelvoitteiden täyttämiseen. Kasvihuonekaasuinventaarion ja siitä tuotettavan raportin tulee olla täydellinen, johdonmukainen, tarkka ja läpinäkyvä. Inventaariota tehtäessä kasvihuonekaasulähteet, poistumat, varastot, data ja tutkimusmenetelmät tulee valita raportin loppukäyttäjää hyödyttävällä tavalla. Jos organisaatio julkisesti ilmoittaa toimivansa tämän standardin mukaan, on sen tuotettava julkiseen levitykseen standardin mukainen kasvihuonekaasuraportti tai ulkopuolisen tahon antama vahvistuslausunto, joka todistaa asian. (ISO 14064-1 2012, 1, 13.)

Ensimmäinen vaihe kasvihuonekaasuinventaariota tehtäessä on määrittää organisaatio- ja operaatorajat, joiden puitteissa inventaario tehdään. Organisaatorajojen määrittäminen tapahtuu selvittämällä organisaation osastokohtaiset kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat. Tarkasteluun on otettava mukaan kaikki toiminnan suorat päästöt ja poistumat. Energiantuotannot ja viennin päästöt sekä biomassan polton päästöt määritetään erikseen. Organisaation käytetyn energian tuotannosta aiheutuvat epäsuorat päästöt tulee myös raportoida. Muita epäsuoria päästöjä voidaan myös sisällyttää tarkasteluun, jos se on tarpeen. Kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien määrittäminen etenee organisaatiossa seuraavasti: kasvihuonekaasupäästölähteiden ja -nielujen tunnistaminen, määritystavan valinta, kasvihuonekaasujen aktiivisuusdatan valinta ja keräys, kasvihuonekaasupäästö tai -poistumakerrointen valinta tai kehittäminen, kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien laskenta. Organisaatio voi jättää joitain päästöjä tai poistumia huomiotta, jos niiden määrittäminen osoittautuu teknisesti tai taloudellisesti kannattamattomaksi. (ISO 14064-1 2012, 8-9.)

Varsinainen kasvihuonekaasuinventaario koostuu neljästä osasta: kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat, organisaation toimet päästöjen vähentämiseksi, vertailuvuoden

kasvihuonekaasupäästöt sekä arviointi ja epävarmuuden vähentäminen. Kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien dokumentoinnin tulee sisältää suorat kasvihuonekaasupäästöt jokaiselle kasvihuonekaasulle, kasvihuonekaasupoistumat, energiantuotannon epäsuorat päästöt, muut epäsuorat päästöt sekä suorat päästöt biomassan poltosta. Kaikki päästöt ja poistumat tulee määrittää edellisessä kappaleessa mainitulla tavalla. Organisaation tulee myös erikseen raportoida muut tarpeelliset kasvihuonekaasupäästöt organisaatio- ja osatotasolla. Laskennan mittayksikkönä tulee käyttää tonneja ja kasvihuonekaasupäästöt tulee muuntaa hiilidioksidiekvivalenttitonneiksi (tCO₂-ekv.). (ISO 14064-1 2012, 10.)

Organisaation toimet, joilla voidaan vähentää kasvihuonekaasujen syntymistä ja lisätä kasvihuonekaasupoistumia, ovat useimmiten kohdennettuja tiettyyn toimintaan tai toimintayksikköön. Esimerkkejä tällaisista kohdennetuista toimista ovat energiantarpeen ja käytön hallinta, energiatehokkuus, käytettävien polttoaineiden vaihtaminen ja prosessitehokkuuden lisääminen. Kaikki toimet ja niiden vaikutus kasvihuonekaasujen syntymiseen tulee dokumentoida tarkasti. Halutessaan organisaatio voi erikseen listata ISO 14064-2 standardin perusteella kehitetyt projektit, joita se käyttää kasvihuonekaasujen vähentämiseen. Organisaation on myös määriteltävä vertailuvuosi, johon kasvihuonekaasuinventarioiden tuloksia verrataan. Jos aiempien vuosien dataa ei ole käytettävissä, voidaan käyttää ensimmäistä tehtyä kasvihuonekaasuinventariota vertailukohtana. Vertailuvuoden dataa on muokattava vain, jos organisaatorajat tai kasvihuonekaasupäästölähteiden tai -poistumien omistus- ja hallintasuhteet muuttuvat. Kaikki muutokset vertailuvuoden lukuihin tulee aina raportoida tulevissa inventaarioissa. (ISO 14064-1 2012, 10-12.)

3.2.2 ISO 14067

ISO 14067 on tekninen spesifikaatio, jossa esitetään periaatteet ja vaatimukset tuotteen hiilijalanjalan laskentaan ja viestimiseen kohdeyleisölle. Spesifikaatio perustuu ajattelulle tuotteen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä ja -poistumista kansainvälisten standardien ISO 14040 ja ISO 14044 mukaisesti. Tuotteen elinkaarella tarkoitetaan raaka-aineen hankintaa, valmistusta, käyttöä ja käytöstä poistamista. Ympäristöviestinnän osalta toimitaan standardien ISO 14020, ISO 14024 ja ISO 14025 pohjalta. Tämä spesifikaatio auttaa organisaatioita, hallituksia, yhteisöjä ja sidosryhmiä selkeyttämällä

hiilijalanjätkilaskentaa ja siitä viestimistä. ISO 14067 esittämän elinkaariarvioinnin ai-noana vaikutusluokkana on ilmastonmuutos, eli tuotteen elinkaaren aikaiset sosiaaliset ja taloudelliset vaikutukset sekä muut mahdolliset ympäristötekijät jäävät tarkastelun ulko-puolelle. Hiilijalanjälki, joka tämän teknisen spesifikaation avulla lasketaan, ei toimi in-dikaattorina tuotteen yleisistä ympäristövaikutuksista eikä siinä oteta huomioon päästöjen kompensointia. (ISO 14067 2013, 6, 10, 32.)

Tämä tekninen spesifikaatio auttaa organisaatioita seuraamaan ja viestimään kasvihuone-kaasupäästöjä tehokkaasti ja todenmukaisesti sekä ymmärtämään hiilijalanjälkeä ja sen muodostumista. Lisäksi se antaa tietoa, jolla kuluttajia voidaan rohkaista muuttamaan ta-pojaan ja auttaa organisaatioita vertailemaan vaihtoehtoisia projekteja sekä kehittämään kasvihuonekaasujen hallintastrategioita. Organisaatio voi myös halutessaan tukeutua tä-hän tekniseen spesifikaatioon halutessaan julkisesti viestiä tuotteidensa hiilijalanjäljestä juuri tuotteelle ja kohderyhmälle sopivalla tavalla. (ISO 14067 2013, 6, 8.)

Tuotteen hiilijalanjäljen laskennassa sovelletaan elinkaariarvioinnin neljää vaihetta: ta-voitteiden ja soveltamisalan määrittely, elinkaari-inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulosten tulkinta. Kuten elinkaariarviointi, myös hiilijalanjätkilaskenta on usein itera-tiivinen prosessi, jossa tutkimuksen eteneminen vaikuttaa alussa määriteltyihin tavoittei-siin. Laskentaa varten määritetään käsiteltävä tuotejärjestelmä, jonka yksikköprosessit ryhmitellään elinkaaren vaiheisiin, esimerkiksi raaka-aineen hankinta, valmistus, jakelu, käyttö ja käytöstä poistaminen. Myös elinkaarenaikaiset kasvihuonekaasupäästöt ja -pois-tumat on osoitettava oikeaan kohtaan tuotteen elinkaarella. Hiilijalanjälki voidaan laskea myös osittaisten hiilijalanjälkien summana, kunhan samaa menetelmää on käytetty kai-kissa laskuissa eivätkä ne sisällä päällekkäistä tietoa. On tärkeää, että laskennan tuloksista raportoidaan selkeästi, läpinäkyvästi ja johdonmukaisesti, jotta tuloksia voidaan hyödyn-tää tarkasteltavan palvelun kehittämiseen ja/tai markkinointiin. (ISO 14067 2013, 32, 34.)

Hiilijalanjätkiselvityksen tavoitteena on ilmaista tuotteen potentiaalinen ilmastonlämpe-nemisvaikutus hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e). Laskennan aluksi määritetään tavoit-teet, laskennan aiottu käyttötarkoitus, syyt selvityksen tekemiselle ja miten hiilijalanjäl-jestä mahdollisesti viestitään ja kenelle. Aluksi määritetään myös, mitkä yksikköprosessit vaativat tarkkaa arviointia ja mitkä voidaan yhdistää keskenään sekä milloin

sekundääritiedon käyttäminen laskennassa on sallittua. Selvityksen soveltamisalan on oltava yhdenmukainen tavoitteiden kanssa, ja sitä määritettäessä on selkeästi ilmaistava: tutkittava tuotejärjestelmä toimintoinen, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, tehdyt oletukset, käytetyt menetelmät, määritellyt kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat, mahdollisen kriittisen arvioinnin tyyppi sekä selvityksen rajoitukset. (ISO 14067 2013, 38, 42.)

Toiminnallinen yksikkö on mitattavissa oleva yksikkö ja se toimii vertailukohtana, johon systeemin syötteitä ja tuotoksia verrataan, esimerkiksi kuivattujen käsiparien lukumäärä voi olla toiminnallinen yksikkö tutkittaessa käsien kuivaamista. Hiilijalanjätkilaskennan tulokset raportoidaan hiilidioksidiekvivalentin massana toiminnallista yksikköä kohden. Järjestelmän rajat puolestaan määritellään, jotta saadaan eroteltua ne yksikköprosessit, jotka sisällytetään tarkasteluun ja ne joita ei sisällytetä. Lähtökohtaisesti tutkitaan tuotteen koko elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ja -poistumia, jos kuitenkin on perusteltua jättää jokin vaihe tarkastelun ulkopuolelle esimerkiksi minimaalisen vaikutuksen takia, on syyt kirjattava tarkasti loppuraporttiin. Merkitsevyyskynnys on ilmoitettava ja perusteltava. Järjestelmän rajat voidaan määrittää kehdestä portille, portilta portille tai kehdestä hautaan riippuen raportoinnin käyttötarkoituksesta. Kehdestä portille tarkoittaa kaikkia kasvihuonekaasupäästöjä ja -poistumia, jotka syntyvät tuotteen valmistuksessa, ennen kuin tuote poistuu tuotantopaikalta. Portilta portille tarkoittaa aikaa tuotantopaikalta vastaanottajan portille ja kehdestä hautaan kaikkea aina valmistuksesta käytöstä poistoon ja loppusijoitukseen. (ISO 14067 2013, 40, 42.)

Hiilijalanjätkilaskenta etenee kuin elinkaariarviointi ja lopuksi tuloksista laaditaan raportti. Selvitysraportista tulee käydä ilmi käytetty toiminnallinen yksikkö, tuotejärjestelmän rajat, allokointimenetelmät, ajanjakso jolta tiedot elinkaari-inventaarioanalyysiin ovat peräisin, oletukset, laskennan tulokset, johtopäätökset sekä laskentaa koskevat rajaukset ja laskennan aikana tehdyt arvovalinnat. Fossiilisen ja eloperäisen hiilen lähteistä ja nieluista syntyneet kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat tulee myös raportoida yhdessä maankäytön muutoksien ja lentorahdista syntyneiden kasvihuonekaasupäästöjen kanssa. (ISO 14067 2013, 66, 67.)

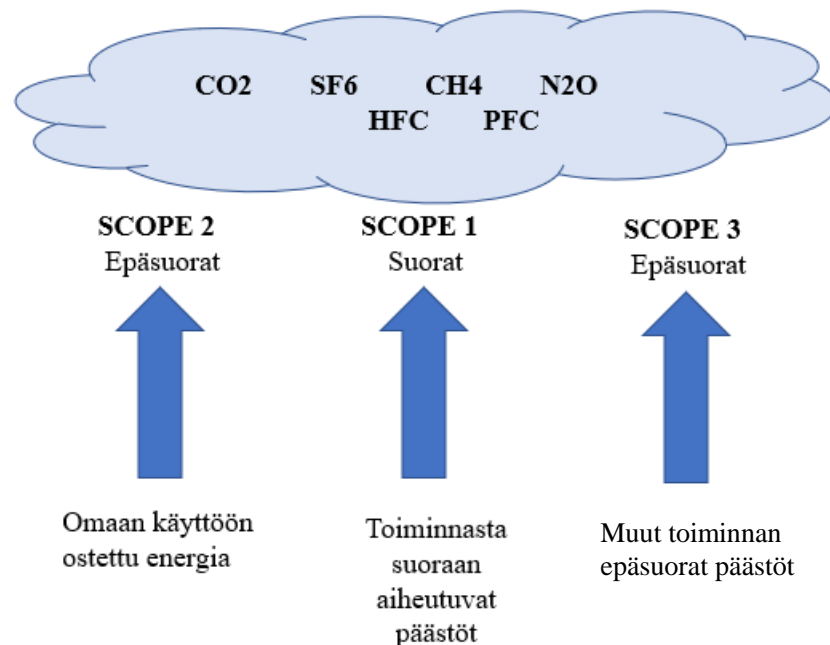
3.2.3 GHG Protocol

GHG Protocol koostuu kahdesta erillisestä, mutta yhteen linkittyneestä standardista: *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* sekä *GHG Protocol Project Quantification Standard*. Tässä diplomityössä keskitytään *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* -osaan, joka ohjeistaa organisaatioita kasvihuonekaasujen raportoinnissa. GHG Protocolin mukaan tehdyssä kasvihuonekaasuinventaarissa tarkastellaan kaikkia kuutta Kioton sopimuksessa määriteltyä kasvihuonekaasua, joita ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), typpioksidi (N₂O), fluorihilivedyt (HFC), perfluorihilivedyt (PFC) ja rikkiheksafluoridi (SF₆). (GHG Protocol 2004, 2-3.)

GHG Protocolin mukaisen kasvihuonekaasuraportin tulee sisältää vain merkityksellistä tietoa, olla kokonaisvaltainen katsaus yrityksen toimintoihin sekä olla johdonmukainen, läpinäkyvä ja tarkka. Standardin perusteella tehdyn arvioinnin tulee antaa totuudenmukainen ja reilu kuva yrityksen kasvihuonekaasupäästöistä. Kaikki muutokset laskentaperiaatteissa tai muissa tarkasteluun vaikuttavissa seikoissa tulee dokumentoida ja perustella läpinäkyvästi, jotta yrityksen pitkän aikavälin raportointi pysyy johdonmukaisena ja vertailukelpoisena. Kasvihuonekaasupäästöjen raportoinnin tulee olla selkeää, jotta yrityksen sidosryhmät ja muut tahot voivat halutessaan seurata ja vertailla päästötietoja ajan mittaa. (GHG Protocol 2004, 7-8.)

Kasvihuonekaasutarkastelu alkaa yrityksen organisaatorajojen määrittelyllä. Rajojen määrittelyllä tarkoitetaan rajausta niihin toimintoihin, joista kasvihuonekaasutarkastelu tehdään. Tässä vaiheessa valitaan myös tarkastelun lähestymistapa. Seuraavaksi määritellään yrityksen toiminnalliset rajat. Tämä on tärkeä vaihe tiedon merkityksellisyyden kannalta, jotta valittu tarkastelualue todella kuvaa yrityksen aineellista ja taloudellista toimintaa todenmukaisesti. Yrityksen organisaatio- ja toiminnalliset rajat yhdessä muodostavat tarkastelun inventaariorajat. Inventaariorajojen määrittelyyn vaikuttavat yrityksen ominaisuudet, raportin oletettu käyttökohde sekä raportin käyttäjien tarpeet. Yrityksen on tarkkaan mietittävä, millaista tietoa se tarvitsee kasvihuonekaasutarkastelun tekoon, ja pyrittävä tuottamaan se mahdollisimman laadukkaasti. (GHG Protocol 2004, 8, 17.)

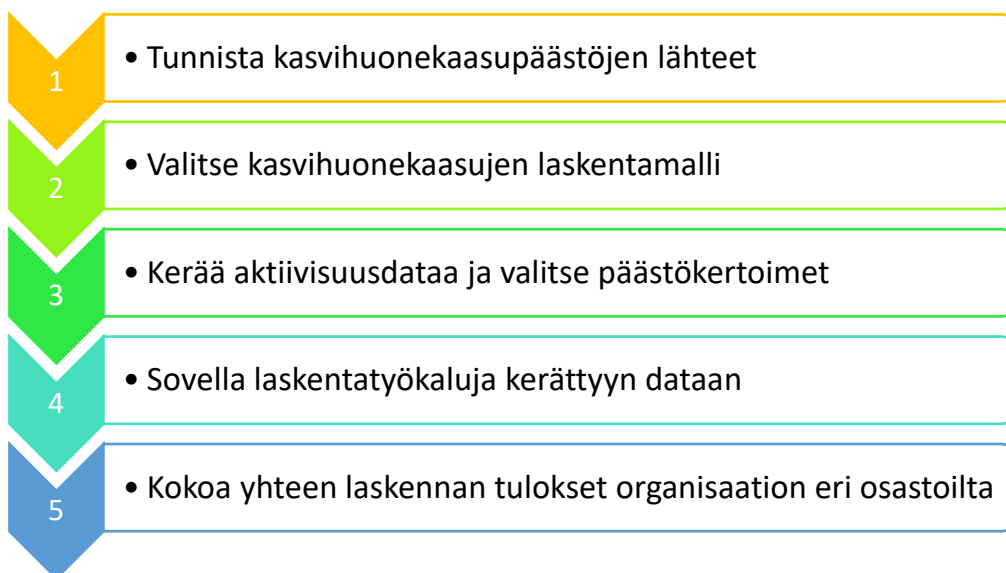
Kaikki oleelliset päästölähteet valitun inventaariorajan sisällä dokumentoidaan, jotta tarkastelu on johdonmukainen. Raportissa on selkeästi eroteltava yrityksen suorat ja epäsuorat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet. Suorat päästöt ovat seurausta yrityksen omistamista ja/tai hallitsemista toiminnoista. Epäsuorat päästöt puolestaan johtuvat yrityksen toiminnoista, mutta syntyvät toisen yrityksen hallitsemista toiminnoista. Suorien ja epäsuorien päästölähteiden kuvaamista helpottamaan GHG Protocolissa on määritelty kolme rajausta, scopea, jotka toimivat yrityksen toiminnallisina rajoina kasvihuonekaasuinventaariossa. Scope 1 kuvaa suoria kasvihuonekaasupäästöjä, jotka syntyvät yrityksen toiminnasta. Kioton sopimuksen ulkopuolisia päästöjä tai biomassan poltosta aiheutuvia päästöjä ei huomioida, mutta ne voidaan raportoida erikseen. Scope 2 ottaa huomioon yrityksen ostosähköstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, jotka fyysisesti syntyvät sähköntuottajan toimesta. Scope 3 on valinnainen raportointikategoria, joka huomio kaikki muut epäsuorat päästöt, jotka syntyvät yrityksen toiminnasta. GHG Protocol velvoittaa yritykset käyttämään scopen 1 ja 2 rajauksia kasvihuonekaasuinventaarioissaan. (GHG Protocol 2004, 8, 25-27.) Kuva 1 esittää GHG Protocolin mukaisen scope-jaottelun.



Kuva 1: Kasvihuonekaasupäästöjen jaottelu (mukaillen GHG Protocol, 2004)

Jotta yritys voi helposti jäljittää ja vertailla kasviuonekaasuinventarioiden tuloksia vuosien varrelta, on määriteltävä päästöjen vertailuvuosi. Vertailuvuodeksi yritys voi valita minkä tahansa vuoden, jolta päästödataa on saatavilla luotettavasti ja riittävässä määrin. Jos yrityksen toiminnassa tai yritysrakenteessa tapahtuu suuria muutoksia, tai huomataan merkittäviä virheitä päästölaskennassa, on historialliset vertailuvuoden päästöt laskettava uudelleen. Näin mahdollistetaan päästötarkastelun yhdenmukaisuus ja vertailukelpoisuus tulevaisuudessa. GHG Protocol ei itsessään määritä muutosten merkittävyyden rajaa, vaan se on yritysten itse päätettävissä. (GHG Protocol 2004, 35, 37.)

Inventaariorajojen määrittämisen jälkeen yrityksen kasviuonekaasupäästöt voidaan laskea Kuva 2 esitettyjen vaiheiden avulla:



Kuva 2: Kasviuonekaasupäästölaskennan vaiheet (GHG Protocol 2004, 41).

Kasviuonekaasupäästöjen lähteiden tunnistaminen tarkoittaa päästölähteiden tunnistamista ja lajittelua scope 1-3 rajauksiin. Päästölähteet voidaan jakaa neljään kategoriaan: staattinen polttaminen, liikkuva polttaminen, prosessipäästöt ja hajapäästöt. GHG Protocolin laskentatyökalut on jaoteltu päästölähteiden kategorioiden mukaan. Toisessa vaiheessa valitaan laskentamalli, jonka perusteella kasviuonekaasupäästöt lasketaan. Päästöt voidaan laskea esimerkiksi massatasapainon avulla. Aktiivisuusdata saadaan yleensä suoraan polttoaineiden ostomääristä ja sähkönkulutuksesta. Päästökertoimet saadaan kirjallisuudesta. Kun kaikki tarvittava data on kerätty, sovelletaan siihen tarkasteltavan

yrittäjien toimintaan soveltuvia laskentatyökaluja. Laskentatyökaluja on alakohtaisia ja monialakohtaisia ja useimmiten yrityksen on käytettävä useampaa työkalua kokonaisvaltaisen raportin aikaansaamiseksi. Lopuksi laskennan tulokset kootaan yhteen organisaation eri tasoilta raportin luomista varten. Samalla suoritetaan myös laadunhallinta ja tarkastus, jonka avulla varmistetaan raportoinnin tarkkuus, luotettavuus ja täydellisyys. (GHG Protocol 2004, 41-45, 68.)

GHG Protocol tukee myös päästöjen vähentämistä ja kompensointia. Yritys voi raportissaan määritellä käyttämänsä kompensointitavat ja ulkoiset päästövähennysohjelmat, joita se noudattaa. GHG Protocol-sarjassa on myös osuus päästöjen vähentämiselle. GHG Protocol Project Quantification Standard antaa raamit kasvihuonekaasupäästöjen lieventämiseen tähtäävien projektien hallintaan ja suunnitteluun. Sen avulla yritys voi vapaaehtoisesti kompensoida aiheuttamiaan päästöjä tekemällä toiminnallisia valintoja. (GHG Protocol 2004, 59, 64.)

4 JÄÄKIEKON ILMASTOVAIKUTUKSET

Ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vaikuttavat ympäristöön voimistamalla ilmastonmuutosta. Jääkiekon, kuten useiden muiden urheilulajien, vaikutukset ilmastonmuutokseen ovat suoraan verrannollisia lajin suosioon harrastajamäärien ja katsojalukujen perusteella. Jääkiekko on Suomen suosituin urheilulaji yleisömäärissä ja talousluvussa mitattuna. Suosio yltää myös television puolelle, sillä suosituin televisiosta nähtävä urheilu on jääkiekon ykkössarja Liiga. (Suomenmaa 2017; Suomikiekko 2015.)

Jääkiekossa suurimmat kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat tekijät liittyvät oletettavasti pelin mahdollistamiseen. Jäähallien rakentaminen ja ylläpito sekä pelivarusteet kuormittavat ympäristöä. Kaupallisessa jääkiekossa on lisäksi huomioitava otteluiden katsojat ja mainostaminen. Liigan toimintaan liittyy jääkiekko-otteluiden lisäksi paljon toimistotyötä, matkustamista ja suunnittelua. Liigaseurat järjestävät harjoituksia, leirejä ja illanviettoja, joihin pelaajat saapuvat ympäri kaupunkia kuka milläkin tavalla. Päästöjen hallinta vaatii johdonmukaisia toimia ja selkeitä tavoitteita toimintaa ylläpitävältä organisaatiolta. Yhdysvalloissa toimiva NHL (2018) on pyörittänyt omaa NHL Green ympäristöohjelmaansa vuodesta 2010 tarkoituksena tunnistaa ja hillitä jääkiekon ympäristövaikutuksia. Vuonna 2014 julkaistussa ensimmäisessä kestävyysraportissaan NHL tunnistaa toimintansa suurimmiksi ongelmiksi energiankulutuksen, jätteet, vedenkäytön ja jään ylläpidon. (NHL 2018a.) Samat näkökulmat löytyvät myös suomalaisesta jääkiekosta.

Jääkiekosta aiheutuvia päästöjä vapautuu ilmakehään joko suorasti tai epäsuorasti. Ei ole kuitenkaan yksiselitteistä, mitkä ovat suoria ja mitkä epäsuoria päästöjä, joten tässä työssä on käytetty seuraavanlaista jaottelua. Suoria päästöjä syntyy jäähallien ja jään kunnossapidosta sekä pelaajien matkoista otteluihin. Epäsuoria päästöjä aiheutuu kunnossapitolaitteiden käyttämän polttoaineen valmistuksesta ja kuljetuksesta, pelivarusteiden ja kunnossapitokaluston valmistuksesta, jäähallilla syntyvien jätteiden käsittelystä, otteluita seuraavien katsojien toiminnasta sekä jäähallilla kulutetun energian tuotannosta. Syntyvien kasvihuonekaasujen määrät riippuvat käytettävistä energialähteistä ja prosesseista.

Ilmastonmuutos vaikuttaa jääkiekon harrastamismahdollisuuksiin lyhentämällä talven kestoja ja hankaloittamalla luonnonjäiden ylläpitoa. Kanadan, ja samalla Suomen,

leveysasteilla luistelukausi saattaa tulevaisuudessa lyhentyä jopa kolmanneksella (Damyanov et al. 2012). Ulkojäiden väheneminen aiheuttaa painetta jäähalleille, joiden on sopeuduttava lisääntyvään harrasteluistelijoiden määrään. Ilmastovaikutuksia syntyy lisääntyvästä jäähallien energiankäytöstä ja liikenteestä halleille sekä tehokkaammista jäädytyskoneistoista ulkojälle. Ilmastonmuutos vaikuttaa myös taloudellisesti jääkiekko-toimintaan.

Liiga voi vaikuttaa ilmastonmuutokseen muuttamalla lajin sisäisiä toimintatapoja kestävä kehityksen mukaisiksi ja edesauttaa lajiin liittyvien tuotteiden ja palveluiden ilmastoystävällisyyttä. Lisäämällä toimintansa ympäristöystävällisyyttä Liiga voi mahdollisesti lisätä houkuttelevuuttaan sidosryhmien silmissä ilman, että jääkiekon luonnetta tarvitsee perustavanlaatuisesti muuttaa. Yhteistyö sidosryhmien ja eri alojen kanssa ja esimerkillinen toiminta ilmastonmuutoksen vastustamisessa kannustaa myös muita toimimaan samoin.

5 LIIGAN HIILIJALANJÄLKI

Jääkiekon SM-liiga, tästä eteenpäin Liiga, on vuonna 1975 perustettu osakeyhtiö, joka pyörittää Suomen korkeimman sarjatason jääkiekkoa. Liigan omistavat siinä pelaavat joukkueet. Kaudella 2017-2018 Liigassa pelasi 15 joukkuetta ympäri Suomen. Suurin osa joukkueista tulee maan eteläosasta, Oulun Kärpät ovat pohjoisin liigaseura. Liigaorganisaatiossa työskentelee joukkueiden ohella hallituksen puheenjohtaja ja 6 hallituksen jäsentä, Liigajoukkueiden ja Suomen Jääkiekkoliiton edustajista koostuvat 16 henkinen johtoryhmä, 8 toimistohenkilöä sekä 4 henkilöä muissa tehtävissä. Liigaorganisaation kotipaikka on Helsinki, mutta toimintaa on ympäri Suomen, ja joukkueet matkustavat paljon otteluiden mukaan. (Leijonat 2017; Liiga 2018a.)

Tässä luvussa Liigan toiminnan aiheuttama hiilijalanjälki määritetään käyttäen ISO 14040, 14044, 14064 ja 14067 – standardeja sekä GHG Protocol – standardisarjaa. Selvitys koostuu työn tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelystä, inventaarioanalyysistä, vaikutusten arvioinnista ja tulosten tulkinnasta. Lopuksi tulosten perusteella arvioidaan Liigan mahdollisuuksia vähentää ja kompensoida sen toiminnasta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Koska Liigan toiminnalle ei ole aiemmin laskettu hiilijalanjälkeä, tämän selvityksen tuloksia ei voida verrata suoraan mihinkään. Diplomityön tuloksena saatua hiilijalanjälkeä voidaan käyttää vertailukohtana tulevissa laskennoissa.

5.1 Työn tavoitteet ja soveltamisala

Diplomityössä määritetään elinkaariarvioinnin pohjalta Liigan toiminnan hiilijalanjälki vuoden aikana. Hiilijalanjälki kertoo sen, mitkä osa-alueet Liigan toiminnassa kuormittavat ilmastoa eniten. Selvityksessä huomioidaan jäähallien ylläpidon ja toiminnan, pelaajien ja katsojien liikkumisen sekä työntekijöiden työmatkojen aiheuttama ilmastovaikutus. Elinkaariarvioinnin kasvihuonekaasuinventaarion pohjalta tunnistetaan myös muut tekijät Liigan toiminnassa, jotka aiheuttavat merkittävää ympäristökuormitusta.

Hiilijalanjälkilaskennan tarkoituksena on antaa Liigalle ja sen sidosryhmille, kuten katsojille ja medialle, tietoa sen toiminnan ilmastovaikutuksista. Liiga voi tulevaisuudessa hyödyntää tietoa pienentääkseen toimintansa hiilijalanjälkeä. Diplomityön tuloksena

saatua tietoa on myös mahdollista käyttää Liigan markkinoinnissa ja viestinnässä ja siten motivoida esimerkiksi sidosryhmiä muuttamaan toimintaansa ilmastoystävällisempään suuntaan.

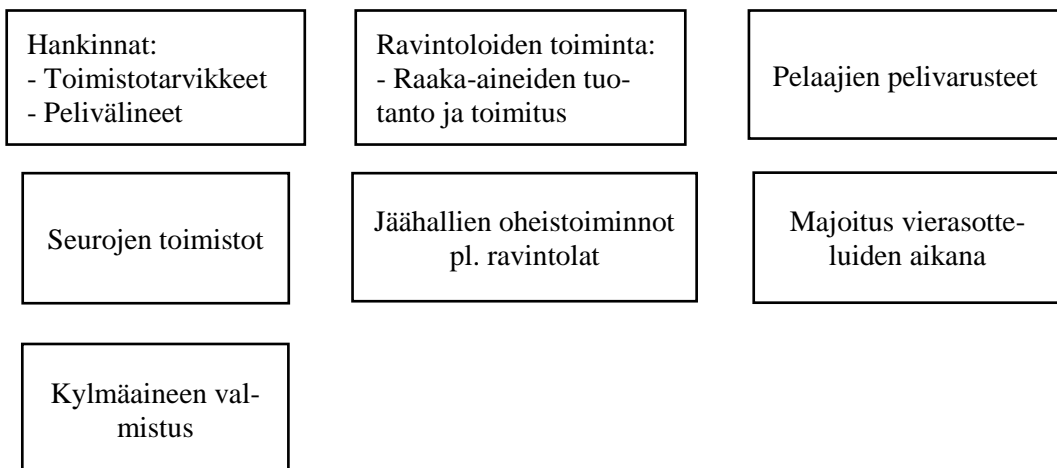
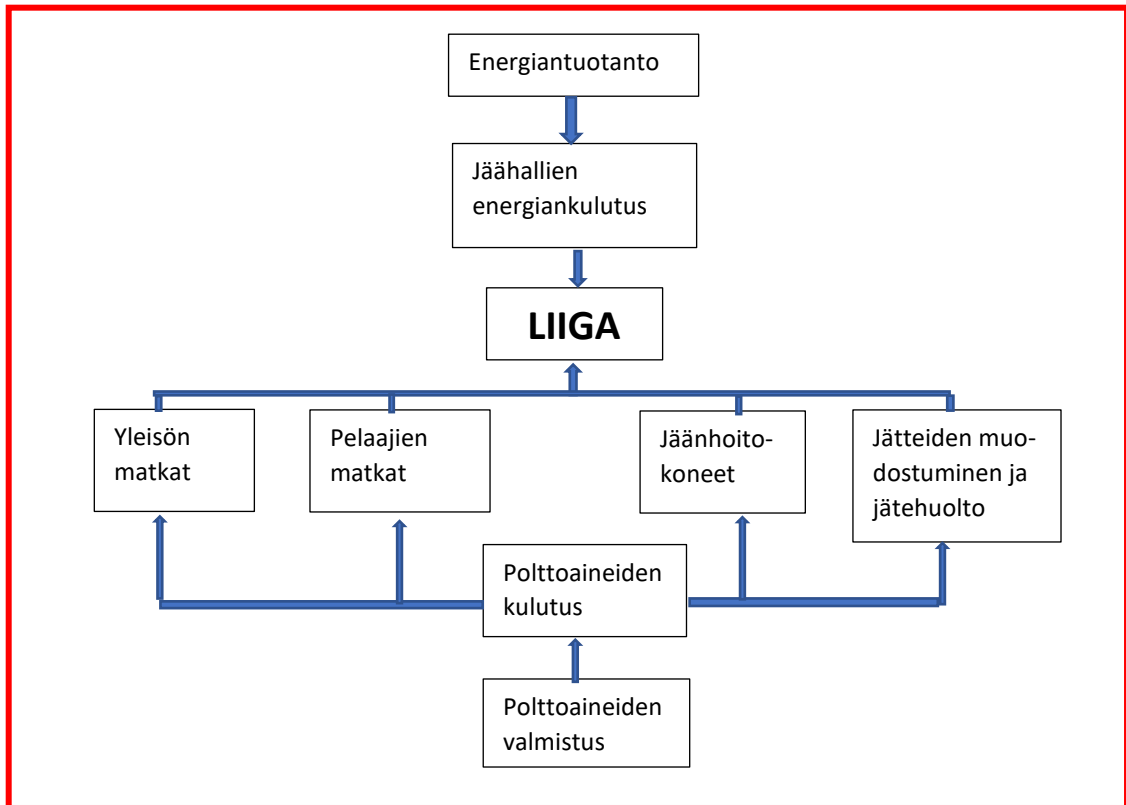
5.2 Inventaarioanalyysi

Inventaarioanalyysi kuuluu elinkaariarvioinnin vaiheisiin ja seuraa tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyä. Inventaarioanalyysi tässä diplomityössä tehdään ISO 14040, 14044 ja GHG Protocolin mukaan. Siinä selvitetään yksikköprosessien panokset ja tuotokset eli prosesseihin menevät ja niistä poistuvat energia- ja materiaalivirrat. Liigan toiminta koostuu eri osatoiminnoista, jotka ovat kukin omia yksikköprosessejaan. Tässä tarkastelussa yksikköprosessit ovat päästölähteitä, ja prosesseihin menee energia- ja materiaalivirtoja ja niistä poistuu kasvihuonekaasupäästöjä.

Tiedonkeruu inventaarioanalyysiä varten tehtiin kevään ja kesän 2018 aikana Google-pohjaisella kyselyllä, johon vastasivat liigaseurojen edustajat. Kysely sekä seurojen vastauksen ovat työn liitteenä. Kaiken kaikkiaan 12 seuraa 15:stä vastasi kyselyyn. Lopuille laskettiin vastausten perusteella keskiarvot, joita käytettiin laskennassa. Kyselyllä kerättiin tietoa seurojen pelaajien ja toimijoiden matkustamisesta, jäähallien käyttöasteesta sekä otteluiden katsojien liikkumisesta. Lisäksi käytettiin apuna VTT:n Jäähalliportaalia, johon on kerätty kaikkien Suomen jäähallien sähkön, lämmön ja veden kulutustiedot vuosittain. Näin saatiin kokonaiskuva Liigan toiminnan energian – ja vedenkulutuksesta sekä materiaalivirroista tarkastelujaksolta eli kaudelta 2017-2018. Energiankulutuksella tarkoitetaan suoraa ja epäsuoraa sähkön, lämmön ja polttoaineiden kulutusta. Materiaalien kulutukseen sisältyvät kylmäaineet ja jätteet. Kasvihuonekaasulaskennassa käytettiin myös erilaisia kirjallisuudesta löytyviä lähtöarvoja. Lähtöarvot valittiin niin, että ne edustavat mahdollisimman hyvin Liigan toimintaa.

Toiminnallinen yksikkö diplomityössä on Liigan toiminta kauden 2017-2018 aikana. Työssä ei huomioida Liigan toiminnan aloittamisen tai päättämisen kasvihuonekaasupäästöjä, vaan keskitytään toiminnasta tällä hetkellä syntyviin päästöihin. Kuvassa 3 on esitetty kasvihuonekaasutarkastelun kannalta oleellinen systeemirajaus, eli ne toiminnot, jotka sisällytetään tarkasteluun ja ne, jotka jätetään sen ulkopuolelle. Koska jäähalleja

käyttävät muutkin toimijat kuin liigajoukkueet, kysyttiin joukkueilta hallien käyttöosuutta, joka antaa tarkemman kuvan Liigaan kohdistuvasta käytöstä.



Kuva 3: Systemirajaus

Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty otteluiden järjestämiseen ja mahdollistamiseen kuulumattomat hankinnat, sillä hankintojen määrä on niin pieni, ettei niillä oletettavasti ole merkittävää vaikutusta Liigan toiminnan hiilijalanjälkeen. Lisäksi joukkueiden

ottelumatkojen aikainen majoitus ja jäähallien yhteydessä olevat muut toiminnot, kuten toimistot ja kuntosalit, on rajattu tarkastelun ulkopuolelle, sillä ne eivät kuulu Liigan ydinliiketoimintoihin. Jäähallien ravintoloiden toiminnasta vain syntyvän jätteen määrä on sisällytetty tarkasteluun. Jäähalleissa syntyvän jäteveden käsittely on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, sillä sen vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen on oletettavasti pieni. Liigan ja seurojen toimistot on myös rajattu tarkastelun ulkopuolelle, sillä voidaan olettaa niiden vaikutuksen kokonaisuuteen olevan melko pieni. Pelaajien varusteiden valmistus ja hankinta sekä ravintoloiden ruoan raaka-aineiden tuotanto on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, sillä lähtötietoja ei ole tällä hetkellä riittävästi saatavilla.

Liigan päästölähteet jaotellaan GHG-Protocolin mukaisesti Scope 1, 2 ja 3 – päästöihin. Toiminnan päästöt voivat olla joko suoria kasvihuonekaasupäästöjä (Scope 1), epäsuoria energiantuotannosta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä (Scope 2) tai muita epäsuoria päästöjä (Scope 3). Taulukko 1 näyttää päästöt lajiteltuina eri Scope-ajattelun mukaan.

Taulukko 1: Scope jaottelu

Scope 1: Suorat kasvihuonekaasupäästölähteet	Scope 2: Epäsuorat kasvihuonekaasupäästölähteet energiantuotannosta	Scope 3: Muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästölähteet
Jäänhoitokoneen polttoaineen käyttö	Sähköntuotanto <ul style="list-style-type: none"> • Jäähallit • Jään ylläpito 	Pelaajien liikkumiseen käytettyjen polttoaineiden valmistaminen
Pelaajien ja joukkueiden liikkuminen	Lämmöntuotanto	Katsojien liikkuminen ja siihen käytettyjen polttoaineiden valmistaminen
Seurojen toimihenkilöiden liikkuminen		Toimihenkilöiden työmatkoihin käytettyjen polttoaineiden valmistus
		Jäänhoitokaluston polttoaineiden valmistaminen
		Jätehuolto

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa on käytetty kirjallisuudesta löytyviä kasvihuonekaasupäästökertoimia, joiden avulla Liigan energia- ja materiaalivirrat on muutettu määrällisistä suureista kasvihuonekaasupäästöiksi. Kaikille toiminnoille ei kirjallisuudesta löydy kaikkia kasvihuonekaasupäästöjä, joten laskennassa on pyritty määrittämään ainakin hiilidioksidipäästöt, sillä hiilidioksidi on merkittävin tarkasteltava kasvihuonekaasu. Typen oksidit ja metaani puolestaan ovat merkityksellisiä tyypillisesti maatalouteen ja jätehuoltoon liittyvissä tarkasteluissa. Tässä työssä käytetään kasvihuonekaasupäästöjen yksikkönä hiilidioksidiekvivalenttitonnia (tCO₂-ekv).

5.2.1 Jäähallin energiankulutus

Jäähallin käyttämän energian tuotanto aiheuttaa epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä (GHG Protocol 2004, 25). Tarkastelussa huomioidaan käytön lisäksi myös energiantuotannosta aiheutuvat päästöt. Jäähalli kuluttaa energiaa jään valmistukseen ja ylläpitoon, hallin lämmitykseen ja ilmastointiin sekä muuhun hallin kunnossapitoon kuten siivoukseen. Jokaisen liigaseuran kotihallin kokonaisenergiankulutus on esitetty Taulukko 2. Koska jäähallit eivät ole ainoastaan korkeimman sarjatason jääkiekon käytössä, otetaan tarkasteluun vain liigaseuran käyttämä osuus energiankulutuksesta.

Taulukko 2: Jäähallien kokonaisenergian kulutus (VTT 2018a; Kysely seuroille)

Jäähalli	Lämpö [MWh]	Sähkö [MWh]	Vesi [m ³]	Liigaseuran osuus jäähallin käytöstä [%]
Helsingin jäähalli, HIFK	4557	3762	16000	19
Ritari-areena, HPK	2207	2385	9729	19
Tampereen jäähalli, Ilves	253	2079	24337	19
Ikioma Areena, Jukurit	1518	1788	5865	5
LähiTapiola Areena, JYP	2373	3014	13999	26
Niiralan Monttu, KalPa	985	1273	6064	20

Lumon Areena, Koo-Koo	2446	1764	5519	10
Oulun Energia Areena, Kärpät	1455	1981	10486	6
Kivikylän Areena, Lukko	1320	2077	6548	17
Isku Areena, Pelicans	1000	1746	6760	15
Lappeenrannan jäähalli, SaiPa	421	1957	10500	19
Vaasan Sähkö Areena, Sport	385	740	2300	19
Tampereen jäähalli, Tappara	235	675	6084	30
Gatorade Center, TPS	2209	2278	7809	60
Isomäki Areena, Ässät	1455	1981	9729	19

Jäähallien käyttämä energia on ostettu paikalliselta energiantuottajalta ja jokaisella seuralla on oma sopimuksensa valitsemansa toimijan kanssa. Kaikilla toimijoilla energia-portfolioon rakenne on hieman erilainen koostuen kaukolämmöstä, ydinvoimasta, vesi-, tuuli- ja aurinkovoimasta. Lähes puolet Suomen lämmitysenergiasta on kaukolämpöä (Energiateollisuus 2018a). Tässä työssä on yksinkertaisuuden vuoksi oletettu kaikkien jäähallien käyttävän kaukolämpöä. Kaukolämmön tuotannon päästöt ovat 149 g CO₂/kWh (Energiateollisuus 2018a). Suomen sähköntuotannon pääenergiälähteet ovat ydinenergia, vesivoima ja biomassa, joista uusiutuvia energialähteitä on 45 % (Energiateollisuus 2018b). Sähköntuotannon päästökerroin Suomessa on 175,1 g CO₂-ekv/kWh (Energiavirasto 2014). Yhteensä Liigan lämmönkulutuksesta syntyy 702 tCO₂-ekv ja sähkönkulutuksesta 1054 tCO₂-ekv päästöjä kauden aikana. Näiltä osin tulokset eivät kuitenkaan ole aivan tarkkoja, sillä energiantuotannossa on alueellisia eroja.

5.2.2 Seurojen liikkuminen

Motivan (2018a) mukaan vuonna 2016 liikenne aiheutti 20 % koko Suomen päästöistä eli noin 12,3 milj. tonnia. Tieliikenteen osuus oli 11,2 milj. tonnia, josta henkilöautoliikenteen 55,4 % ja linja-autojen 3,9 %. Lentoliikenteen osuus kokonaispäästöistä oli 1,6 %. (Motiva 2018a.) Liikkuminen aiheuttaa oletettavasti huomattavan osan Liigan toiminnan kasvihuonekaasupäästöistä.

Auton polttomoottorissa syntyy polttoaineen palaessa pakokaasuja, jotka sisältävät monia haitallisia yhdisteitä. Täydellisessä palamisessa syntyy vain hiilidioksidia (CO_2) ja vettä (H_2O), mutta palaminen moottorissa ei ole täydellistä vaan vapauttaa myös palamattomia tai osittain palaneita polttoaineosia sekä palamisen sivutuotteita. Liikenteestä aiheutuu todellisuudessa myös hiilimonoksidi- (CO), hiilivety- (HC), pienhiukkas- (PM) ja typenoksidi- (NO_x) päästöjä, jotka ovat haitallisia terveydelle ja voimistavat ilmastonmuutosta. Typenoksidit tarkoittavat typpimonoksidia (NO), typpidioksidia (NO_2) ja typpioksiduulia, jotka syntyvät palamisen sivutuotteina. Dieselpolttoaineesta syntyy lisäksi rikkidioksidia (SO_2). (Motiva 2018b.)

Oleellinen osa Liigan toimintaa on ympäri Suomen kauden aikana järjestettävät ottelut joukkueiden välillä. Liigan runkosarjassa jokaisella joukkueella on 60 ottelua, joista puolet on vieraspelejä ja puolet kotipelejä. Runkosarjan aikana jokainen joukkue kohtaa toisensa neljä kertaa, kahdesti kotona ja kahdesti vieraisissa. Runkosarjan sijoille 7-10 sijoittuneet joukkueet palaavat pudotuspeleissä puolivälieräpaikoista. Runkosarjan kuusi parasta joukkuetta saa paikan automaattisesti. Puolivälieräpaikan saa kahdella voitolla ja eteenpäin puolivälieristä pääsee neljällä voitolla. Semifinaaleissa voittoja vaaditaan niin ikään neljä. Pronssiottelu pelataan kerrasta poikki menetelmällä, mutta loppuottelusarjassa vaaditaan neljä voittoa.

Kaudella 2017-2018 Liigassa pelattiin yhteensä 496 ottelua. Taulukko 3 on esitetty kunkin joukkueen otteluihin matkustamat kilometrit ja matkustamiseen käytetty kulkuneuvo sekä sen ominaispäästökerroin. (Liiga 2018b.) Joukkueiden matkustuskilometrien selvittämiseen on käytetty seuroille tehtyä kyselyä sekä Google Maps- sovellusta. Matkojen on oletettu kulkevan aina lyhintä mahdollista reittiä.

Taulukko 3: Joukkueiden kilometrit ottelumatkoilla (VTT 2009b; VTT 2009c; Kysely seuroille)

Seura	Matka [km]	Kulkuneuvo	Ominaispäästökerroin [gCO₂-ekv/hkm]
Kärpät	2 400; 27 600	linja-auto; lentokone	15; 178
Ässät	18 000	linja-auto	15
KalPa	25 000	linja-auto	15
Jukurit	13 000	linja-auto	15
Tappara	12 000	linja-auto	15
Pelicans	18 000; 2 000	linja-auto; lentokone	15; 178
TPS	25 000; 2600	linja-auto; lentokone	15; 178
Lukko	20 000	linja-auto	15
Sport	25 000	linja-auto	15
HIFK	12 000; 4 000	linja-auto; lentokone	15; 178
SaiPa	18 000	linja-auto	15
HPK	19 000	linja-auto	15
Ilves	19 000	linja-auto	15
JYP	14 000	linja-auto	15
KooKoo	17 000	linja-auto	15

Taulukko 3 kilometrit ovat seurojen omia arvioita. Ominaispäästökertoimet ovat henkilökilometriä (hkm) kohden. Hiilijalanjälkeä laskettaessa tehdään seuraavat oletukset:

- Joukkueilla on käytössään uusi, enintään 10 vuotta vanha linja-auto, joka on ottelumatkoilla aina täysi (50 hlö). Linja-auto käyttää dieseliä.
- Hiilidioksidipäästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden (11,5 % vuonna 2016).
- Kärpät matkustaa pääsääntöisesti lentokoneella, paitsi Kuopioon KalPan ja Vaasaan Sportin vieraaksi linja-autolla.
- Muut joukkueet matkustavat pääsääntöisesti linja-autolla, osa lentää Ouluun Kärppien vieraaksi.

Seurojen toiminnassa on mukana toimihenkilöitä, jotka matkustavat työssään. Myös pelaajat matkustavat harjoituksiin, kotipeleihin ja muihin seuran tapaamisiin kauden aikana,

useimmiten omalla autolla. Pelaajien kauden aikana kodin ja jäähallin väliä kulkema matka sekä prosentuaaliset osuudet käytetyistä kulkuneuvoista on esitetty Taulukko 4.

Taulukko 4: Pelaajien matkat kodin ja jäähallin välillä (Kysely seuroille)

Seura	Matka [km/kausi]	Oma auto [%]	Kimppa- kyyti [%]	Linja- auto [%]	Pyörä/Kä- vellen [%]
Kärpät	2000	50	20	2	28
Ässät	3440	70	20	0	10
KalPa	1000	50	30	0	20
Jukurit	600	90	10	0	0
Tappara	3000	60	20	2	18
Pelicans	1500	30	40	5	25
TPS	3000	85	10	0	5
Lukko	600	70	20	0	10
Sport	1600	70	20	0	10
HIFK	1450	90	5	0	5
SaiPa	1920	65	20	0	14
HPK	1920	65	20	0	14
Ilves	1920	65	20	0	14
JYP	3500	60	30	0	10
KooKoo	1350	60	10	0	30

Toimihenkilöiden kauden aikana kulkema matka on joukkuekohtaisesti 2000-30 000 km, josta suurin osa liikutaan henkilöautolla. Henkilöauton ominaispäästökertoimet on esitetty Taulukko 5.

Taulukko 5: Henkilöauton ominaispäästökertoimet (VTT 2009d)

	Ominaispäästö [gCO₂-ekv/hkm]
Henkilöauto, bensa, maantie	74
Henkilöauto, bensa, kaupunki	140
Henkilöauto, diesel, maantie	64
Henkilöauto, diesel, kaupunki	121

Matkustuksen kasvihuonekaasupäästöihin otetaan mukaan myös polttoaineen valmistuksesta aiheutuvat päästöt. Suomen henkilöautokannasta noin 75 % on bensiinikäyttöisiä ja 25 % dieselautoja, muita polttoaineita käyttää hyvin pieni osa autoista (Tilastokeskus 2018a). Taulukko 6 esittää polttoaineiden valmistuksen ominaispäästöt bensiinille, dieselille ja lentopetrolille.

Taulukko 6: Polttoaineiden valmistuksen ominaispäästöt ((Edwards et al. 2014; ICCT 2010; Speth et al. 2016)

	g CO₂-ekv / MJ polttoaine
Bensiini	13,8
Diesel	15,4
Lentopetroli	13,6

Polttoaineen kulutus vaikuttaa matkustuksen aiheuttamiin päästöihin. Taulukko 7 on ke-
rätty eri kulkuneuvojen polttoaineenkulutus. Diplomityössä oletetaan, että kaikki lento-
koneella tehdyt matkat ovat pitkiä (yli 463 km), sillä joukkueet käyttävät lentokonetta
vain Ouluun ja sieltä pois matkustamiseen. Joukkueiden linja-automatkat oletetaan yk-
sinomaan maantieajoksi, sillä linja-autoa käytetään ottelumatkoilla. Yleisön linja- ja hen-
kilöautomatkat ovat oletettavasti kaupunkiajoo, sillä matkat otteluihin ovat lyhyitä ja jää-
hallit sijaitsevat lähellä kaupunkien keskustoja. Toimihenkilöiden linja- ja henkilöauto-
matkat oletetaan maantieajoksi, sillä toimihenkilöt liikkuvat edustustehtävissä ympäri
Suomea. Pelaajien muut matkat ovat oletettavasti kaupunkiajoo kodin ja jäähallin välillä.

Taulukko 7: Kulkuneuvojen polttoaineenkulutus (VTT 2009b-d)

	Energia [MJ/hkm]
Lentokone, pitkä matka (yli 463km)	2,4
Linja-auto, maantie	0,22
Linja-auto, kaupunki	0,43
Henkilöauto, bensa, maantie	1,1
Henkilöauto, bensa, kaupunki	2,3
Henkilöauto, diesel, maantie	1,0
Henkilöauto, diesel, kaupunki	2,3

Seurojen liikkuminen kauden aikana aiheuttaa yhteensä 639,3 t CO₂-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Taulukko 8 on eritelty pelaajien ja toimihenkilöiden liikkumisen vaikutukset. Pelaajien liikkuminen sisältää myös matkat vierasotteluihin.

Taulukko 8: Pelaajien ja toimihenkilöiden liikkumisen kasvihuonekaasupäästöt tarkastelujaksolla

	Matka kauden aikana [hkm]	Kasvihuonekaasupäästöt [tCO₂-ekv]
Pelaajien liikkuminen	313 800	579,3
Toimihenkilöiden liikkuminen	310 000	59,9
Yhteensä	623 800	639,3

5.2.3 Yleisön liikkuminen

Jääkiekko-otteluiden yleisö aiheuttaa liikkumisellaan kasvihuonekaasupäästöjä. Päästöjä aiheutuu katsojien liikkumisesta, kun otteluita saavutaan katsomaan jopa kymmenien kilometrien päästä. Taulukko 9 on kerätty tietoa katsojien saapumisesta otteluihin.

Taulukko 9: Katsojien saapuminen otteluihin (Kysely seuroille)

Seura	Keskimääräinen etäisyys [km]	Oma auto [%]	Kimppa- kyyti [%]	Linja- auto [%]	Pyörä/Kävellen [%]
Kärpät	40	40	30	10	20
Ässät	50	40	20	20	20
KalPa	10	40	20	20	20
Jukurit	8	60	30	5	5
Tappara	20	20	50	20	10
Pelicans	5	35	30	15	20
TPS	10	45	35	15	5
Lukko	15	50	30	0	20
Sport	5	40	20	2	20
HIFK	10	35	20	30	15
SaiPa	19	42	28	15	15

HPK	19	42	28	15	15
Ilves	19	42	28	15	15
JYP	15	50	30	10	10
KooKoo	30	60	25	10	5

Katsojien matkustuksen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat yhteensä 4077 tCO₂-ekv, joista suurin osa aiheutuu henkilöautoista. Laskennassa on käytetty samoja oletuksia ja päästökertoimia kuin pelaajien liikkumiselle.

5.2.4 Kylmäaineet ja -liuokset

Kylmäaine on oleellinen osa jäähallin toimintaa. Yleisimmät Suomessa käytössä olevat kylmäaineet ovat ammoniakkipohjainen R717 ja synteettinen HFC kylmäaine R404A. Näistä R404A on poistumassa käytöstä ja tekemässä tilaa uusille, luonnollisille kylmäaineille kuten R717. Liigajoukkueiden kotihalleista lähes kaikki käyttävät kylmäaineenaan ammoniakkaa R717, vain muutamalla on käytössä R404A. Synteettinen HFC pohjainen kylmäaine ei ole haitallinen otsonikerrokselle, mutta on silti voimakas kasvihuonekaasu. Ammoniakkipohjainen R717 ei vaikuta otsonikerrokseen eikä ole kasvihuonekaasu. Se on kuitenkin myrkyllistä. (VTT 2018; Suomen Kylmäliikkeiden Liitto 2008.)

Kylmäliuosta käytetään kuljettamaan lämpöä jääradasta kylmäkoneiston höyrystimelle. Yleensä kylmäliuoksena käytetään veden ja jonkin jäätymättömän nesteiden sekoitusta. (Laitinen et. al 2010.) Liigaseurojen kotihallit käyttävät lähinnä tuotenimellä Freezium tunnettua kylmäliuosta sekä kalsiumkloridia (CaCl₂) (VTT 2018). Freezium on palamatonta ja myrkytöntä suolaliuos (Vesitekno Oy 2018). Kylmäaineen ja -liuoksen kasvihuonekaasupäästöt on jätetty tämän tutkimuksen ulkopuolelle, sillä aineiden käyttöikä on pitkä, ja päästöt jakautuvat yleensä hallin koko elinkaaren ajalle. Lisäksi nykyisin käytössä olevien kylmäaineiden ilmastolämmityspotentiaali on matala. Vuodessa tämä tekee olemattoman vaikutuksen kokonaispäästöihin. Ammoniakin valmistuksen hiilijalanjälki on kuitenkin korkea, joten jatkossa kylmäaineiden ja -liuosten vaikutusta toiminnan hiilijalanjälkeen olisi hyvä tarkastella tarkemmin.

5.2.5 Jätteet

Liiga tuottaa jätettä lähinnä jäähalleilla. Jätettä syntyy pelaajien varusteista (mailateipit, mailat, juomapullot yms.) sekä otteluiden aikana katsojien toiminnasta. Syntyvä jäte on suurimmaksi osaksi sekajätettä. Lisäksi syntyy biojätettä ja pieniä määriä muita jättejakeita. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan kaikki syntyvä jäte sekajätteeksi, sillä muita jättejakeita on vähän. Yksi jääkiekkjoukkue kuluttaa kauden aikana noin 1600 mailaa (Granger 2017). Lisäksi jokaiseen mailaan käytetään eristysteippiä luomaan pelaajalle mieleinen pito. Oletetaan, että yhdestä eristysteippirullasta riittää kahteen mailaan, jolloin rullia kuluu kauden aikana 800. Oletetaan yhden teippirullanhylsyn tilavuudeksi 30 cm^3 , tällöin yhden joukkueen kauden aikana tuottamien hylsyjen tilavuus on $24\,000 \text{ cm}^3$ eli 24 litraa. Jääkiekkomaila puolestaan on noin 170 cm pitkä, 2 cm paksu (Hänninen 2017) ja keskimäärin 3 cm leveä, joten kauden aikana kulutetuista mailoista syntyy joukkueelle 1632 litraa jätettä. Yhteensä kaikki 15 joukkuetta tuottaa kaudessa 24 840 litraa maila- ja teippijätettä.

Suurin osa syntyvästä jätteestä muodostuu jäähallien ravintoloissa, joissa myydään kauden aikana 8 000 – 75 000 annosta ruokaa ja juomaa. Oletetaan ravintoloiden käyttävän muovisia kertakäyttöaterimia (haarukka, veitsi ja lusikka) ja mukeja (0,4 l), paperilautasia ja paperikuppeja (0,2 l). Todellisuudessa monet ravintolat eivät käytä kertakäyttöastioita, joten tämän oletuksen myötä päästöt kuvaavat tältä osin maksimipäästöjä. Lisäksi oletetaan yhden annoksen sisältävän yhden kaikkia edellä mainittuja. Kertakäyttöaterimien tilavuus oletetaan seuraavasti: yhteen mukiin (0,4 l) mahtuu 20 kpl aterimia ja paperilautaspakkaus (50 kpl) on tilavuudeltaan 1,5 litraa. Kauden aikana myydyistä ruoka-annoksista syntyy siten 312 750 litraa jätettä, kun kaikkien viidentoista jäähalliravintolan jätteet lasketaan yhteen. Muusta toiminnasta syntyvää jätettä ei huomioida tässä työssä, sillä sen määrä on verrattain pieni ja vaikeasti määritettävissä.

Syntyvä sekajäte kuljetetaan jätteenkäsittelylaitokselle, jossa se käsitellään parhaiden saatavilla olevien tekniikoiden mukaan. Jätteenkäsittelystä aiheutuu keskimäärin 0,08 tCO₂-ekv/t jätettä (Reinikainen & Räsänen 2010 21). Yhteensä kauden aikana syntyvän jätteen käsittelystä aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä 2,0 tCO₂-ekv.

5.2.6 Jäänhoitokoneen polttoaineenkäyttö

Jäähallien jäätä hoidetaan jopa 30 kertaa päivässä. Jäänhoito tehdään jäänhoitokoneella, joka höylää jään pinnasta lunta, kerää sen säiliöön, pesee jääpinnan ja levittää siihen kerroksen uutta jäädytysvettä. Täysimittaisen jäähallin jään saa koneella hoidettua kahdesatoista minuutissa. Jäänhoitokoneet toimivat nykyään joko sähkö- tai polttomoottorilla. Sähkötoimisia jäänhoitokoneita on noin puolet, toinen puoli toimii maa- tai nestekaasulla, esimerkiksi propaanilla. Ulkojäillä nähdään myös bensiinikäyttöisiä jäänhoitokoneita. (Zamboni 2018.) Propaanin polton ominaispäästökerroin on 1530 gCO₂-ekv/l_{pa} (Environment Canada 2013, 198).

Oletetaan että puolet Liigaseurojen kotihalleista käyttää sähkötoimista jäänhoitokonetta ja puolet propaanilla toimivaa. Sähkötoimisten koneiden ilmastovaikutus on jo sisällytetty koko hallin energiankulutuksen ilmastovaikutukseen. Propaanilla toimivat koneet puolestaan kuluttavat 12 kg polttoainetta päivässä (Penttilä 2018), ja niistä aiheutuu 92 tCO₂-ekv kasvihuonekaasupäästöjä kauden aikana, josta Liigan osuus on 17,3 tCO₂-ekv.

5.2.7 Oheistuotteet

Jääkiekko-otteluista ja seurojen toiminnasta syntyy paljon oheistuotteita. Käsiohjelmat, kausikortit, kirjat, paidat, pipot ja takit, joita koristaa seuran logo tai pelaajien nimikirjoitus, ovat vakiona näky jäähallien myyntipisteillä otteluiden aikaan. Oheistuotteiden valmistukseen käytetään eri luonnonmateriaaleja, puuvillaa, pellavaa, sellua sekä keinotekoisia muoveja ja kumeja, ja niiden valmistuksesta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä.

Tässä diplomityössä oheistuotteiden vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen on päätetty rajata tarkastelun ulkopuolelle, sillä tuotteiden kappalemäärien selvittäminen on työlästä. Lisäksi tuotteiden valmistuksessa on useita eri prosesseja, joiden tutkiminen on haasteellista eikä ole tällä aikataululla mahdollista, koska lähtötietoja ei ole saatavissa riittävällä tarkkuudella.

5.3 Vaikutusten arviointi

Vaikutusten arvioinnin tarkoituksena on kerätä inventaarioanalyysin tulokset yhteen ja sijoittaa ne vaikutusluokkiin, jotta elinkaariselvityksen tavoitteet ja soveltamisala saavutetaan (ISO 14044 2006, 24-25). Tässä luvussa Liigan hiilidioksidipäästöjä tarkastellaan toiminnan kokonaistaseen avulla ja selvitetään ne toiminnot, jotka vaikuttavat eniten hiilijalanjälkeen. Lisäksi selvitetään mitä muita ympäristövaikutuksia Liigan toiminnalla on.

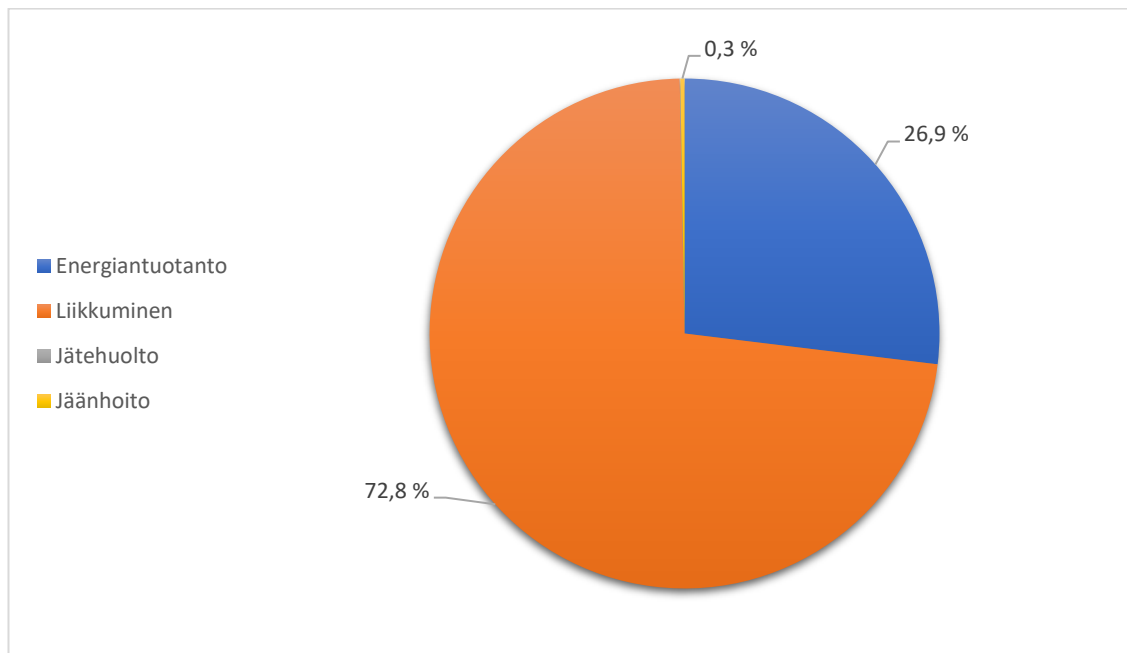
5.3.1 Hiilijalanjälki

Liigan hiilijalanjälki on laskettu inventaarioanalyysin tuloksia ja kirjallisuudesta löytyviä arvoja hyväksi käyttäen. Hiilidioksidipäästöt esitetään GHG Protocolin mukaisesti tCO₂-ekv-muodossa. Liigan toiminnan hiilijalanjälki on 6521,5 tCO₂-ekv tarkastelujakson aikana. Kaikki hiilijalanjälkeen vaikuttavat osa-alueet on kerätty taulukkoon 10.

Taulukko 10: Liigan hiilijalanjälkeen vaikuttavat osa-alueet

Osa-alue	Hiilijalanjälki [tCO ₂ -ekv]	Osuus kokonaisuudesta [%]
Liikkuminen	4745,6	72,8
Energiankulutus	1756,3	26,9
Jätehuolto	2,0	0,1
Jäänhoito	17,3	0,2

Merkittävimpiä kasvihuonekaasupäästöjen lähteitä ovat liikkuminen ja energiankulutus. Eteenkin yleisön liikkuminen vaikuttaa merkittävästi Liigan hiilijalanjälkeen. Jätehuolto ja jäänhoito eivät työn rajausten puitteissa vaikuta merkittävästi syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin. Kuva 4 esittää hiilijalanjälkeen vaikuttavat tekijät osuuksina kokonaishiilijalanjäljestä.



Kuva 4: Liigan hiilijalanjäljen osa-alueet

5.3.2 Muut ympäristövaikutukset

Edellä käsiteltyjen kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi Liigan toiminta kuluttaa makeaa vettä, joka on esitetty liitteessä 3. Vettä käytetään jäähalleilla jään päivittäiseen ylläpitoon sekä pelaajien, työntekijöiden ja katsojien toimesta kylpyhuone- ja wc-tiloissa heidän ollessaan hallilla. Makean veden kulutus kauden aikana on 141 730 m³. Tämän diplomityön keskiössä on hiilijalanjälki, joten vedenkulutus on esitetty vain liitteissä.

5.4 Tulosten tulkinta

Tulosten tulkinta on elinkaariarvioinnin viimeinen vaihe. Tulkintavaiheessa inventaario-analyysin ja vaikutusten arvioinnin tuloksia arvioidaan ja pyritään tunnistamaan niistä kaikkein merkittävimmät. Tulkinnan tarkoitus on esittää hiilijalanjälkilaskennan tulokset lukijaystävällisessä muodossa. Tulosten tulkinnassa esitetään myös hiilijalanjäljen määrittämiseen liittyviä epävarmuuksia, tehdään johtopäätöksiä sekä annetaan suosituksia. (ISO 14044 2006, 31-32.)

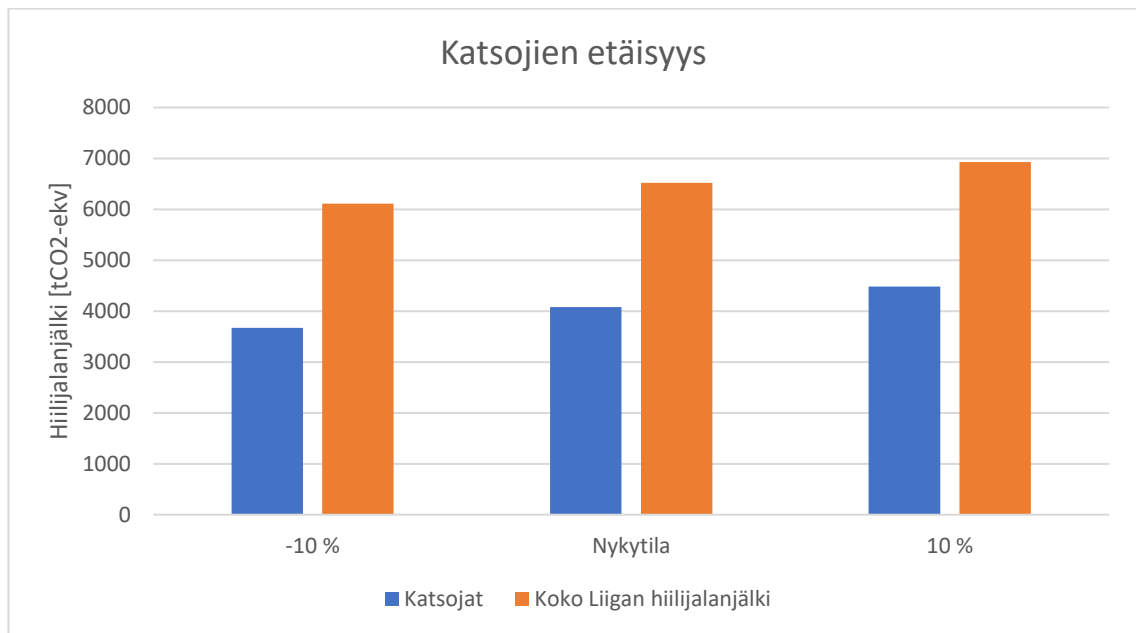
5.4.1 Herkkyystarkastelu

Hiilijalanjätkilaskentaan liittyy epävarmuuksia, sillä kaikkia tarvittavia arvoja ei aina voida löytää kirjallisuudesta. Tässä diplomityössä suurin osa lähtödatasta on kerätty kyselyn avulla liigaseuroilta, osa on arvioitu itse ja osa saatu kirjallisuudesta. Herkkyystarkastelu tehdään muuttamalla näitä inventaarioanalyysin alkuarvoja ja tulkitsemalla saatuja tuloksia uudelleen. Herkkyystarkastelussa on järkevintä muuttaa niitä alkuarvoja, joilla oletetaan olevan suurin vaikutus hiilijalanjälkeen ja joiden keräämisessä on saattanut tulla virheitä. Muutettavat arvot tässä tarkastelussa ovat yleisön matkustuskilometrit otteluihin sekä henkilöautojen suhteellinen osuus yleisön kulkuvälineenä.

Yleisön matkustuskilometrit otteluihin

Yleisön matkustuskilometrit inventaarioanalyysissä perustuivat seuroilta saatuihin arviointeihin keskimääräisistä kilometreistä. Seurat arvioivat kuinka kaukaa yleisö keskimäärin saapuu otteluihin. Etäisyydet vaihtelivat seurasta riippuen 5-50 km välillä.

Liigan katsojien yhteenlasketut matkustuskilometrit kauden aikana ovat 1 229 630 henkilökilometriä. Tästä 517 469 henkilökilometriä ajettiin henkilöautolla, jossa oli vain yksi katsoja, 348 395 henkilökilometriä niin että henkilöautossa oli kaksi tai useampi matkustaja ja 179 321 henkilökilometriä linja-autolla. Oletetaan ajokilometriä määrän virhemarginaaliksi 10 %, jolloin hajonnan minimiarvot ovat 465 722 hkm, 313 555 hkm sekä 161 389 hkm ja maksimiarvot 569 216 hkm, 383 235 hkm sekä 197 253 hkm. Kuva 5 esittää kilometriarvioiden vaikutuksen hiilijalanjälkeen.



Kuva 5: Katsojien henkilökilometrien muutoksen vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen

Kuvasta nähdään, että matkan kasvu lisää kasvihuonekaasupäästöjä. Muutos on noin 400 tCO₂-ekv suuntaan tai toiseen. Laskennan perustana käytetyt seurojen antamat arviot henkilökilometreistä saattavat poiketa todellisuudesta, joten tämä herkkyystarkastelu on tarpeen arvioitaessa tulosten oikeellisuutta.

Henkilöautojen osuus yleisön kulkuvälineenä

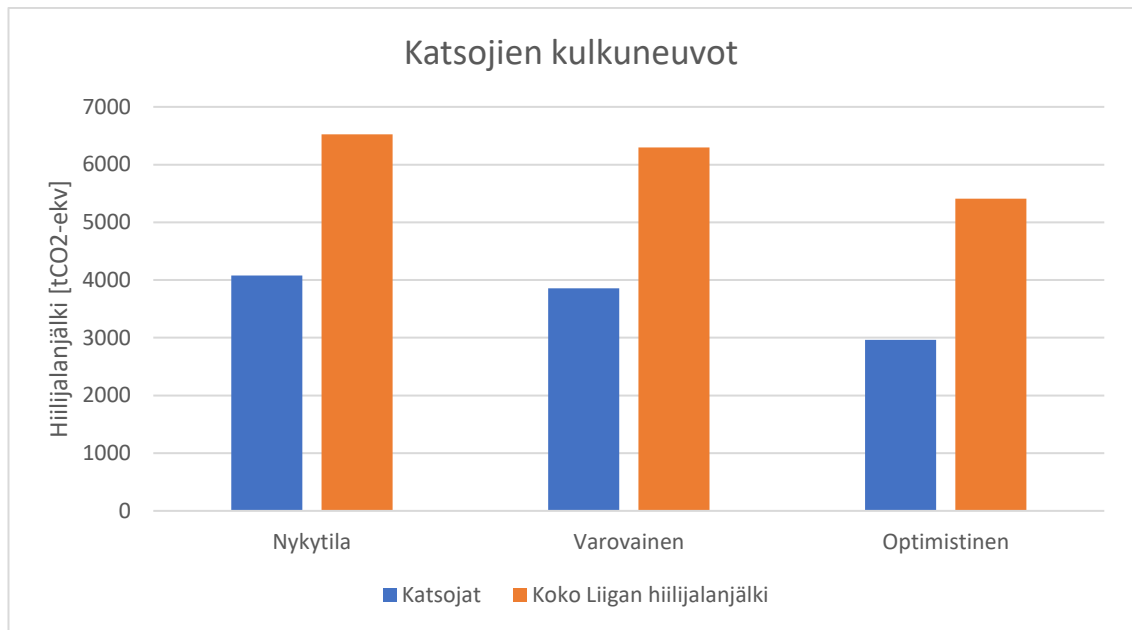
Kuten yleisön matkustuskilometrit, myös käytettyjen kulkuvälineiden osuudet inventaarioanalyysissä perustuvat seurojen kyselyvastauksiin. Arvioissa suurin osa katsojista käytti henkilöautoa joko yksin tai kimppekyydin muodossa, linja-autoa pieni osa. Harva tuli otteluihin pyörällä tai kävellen.

Keskimäärin 40 % katsojista tuli otteluun yksin omalla autolla, 30 % kimppekyydillä ja 15 % linja-autolla. Herkkyystarkastelussa tarkastellaan kolmea vaihtoehtoista tilannetta, joissa autolla liikkuvien katsojien määrä vähenee ensin 10 %, sitten 50 %, samalla kun kimppekyytien ja linja-auton käyttö lisääntyy ensin 5 %, sitten 25 %. Skenaariot ovat:

- 40 % autolla, 30 % kimppekyydillä ja 15 % linja-autolla (Vertailu)
- 36 % autolla, 31,5 % kimppekyydillä ja 15,75 % linja-autolla (Varovainen)

- 20 % autolla, 37,5 % kimppakyydillä ja 18,75 % linja-autolla (Optimistinen)

Kuvassa 6 on esitetty käytettyjen kulkuneuvojen suhteiden muutoksen vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen.



Kuva 6: Kulkuneuvojen suhteiden muutoksen vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen

Kuvaajasta huomataan autoilun vähentymisen vaikuttavan positiivisesti päästöjen muodostumiseen, vaikka kokonaisuutena katsojien määrä ei vähenisi. Siirtyminen kimppakyytiin ja linja-autoon pienentää Liigan hiilijalanjälkeä jo hyvin pienellä siirtymällä kuten varovainen vaihtoehto osoittaa.

6 ILMASTOYSTÄVÄLLINEN LIIGA

Ilmastoystävällisyys määritellään Cambridgen sanakirjassa seuraavasti: ”Asia, joka on ilmastoystävällinen, ei aiheuta vahinkoa, joka muuttaisi maapallon ilmasto” (Cambridge Dictionary 2018). Alhola ja Seppälä (2014) kirjoittavat Ilmastopaneelin taustaselvityksessä hiilineutraaliudesta, jota usein käytetään väylänä ilmastoystävällisyyteen. Yleisellä tasolla hiilineutraalius tarkoittaa tuotettujen hiilidioksidipäästöjen sitomista, jotta loppulema olisi nolla. Tämä saavutetaan lisäämällä toiminnan energiatehokkuutta sekä kompensoimalla niitä päästöjä, joiden aiheutumista ei voida estää. Jos halutaan korostaa hiilidioksidin lisäksi hiilineutraaliutta muidenkin Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasupäästöjen osalta, käytetään termiä ilmastoneutraalius. Usein arkikielessä termit hiilineutraalius ja ilmastoneutraalius tarkoittavat kuitenkin samaa. (Alhola & Seppälä 2014, 8,11.) Organisaatioiden ja yritysten hiilineutraaliuden tavoittelussa on neljä vaihetta:

- 1) Oman toiminnan suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen (Scope 1)
- 2) Yrityksen käyttämän ostoenergian tuotannosta johtuvien epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen (Scope 2)
- 3) Muiden epäsuorien päästöjen vähentäminen, jotka eivät kuulu kohtaan 2, mutta joihin on mahdollisuus vaikuttaa (Scope 3)

(Defra 2009, 5; Seppälä et al. 2014, 13).

Diplomityössä ei pyritä Liigan toiminnan hiilineutraaliuteen, vaan pohditaan keinoja toiminnan hiilijalanjäljen pienentämiseen kohtia 1-3 mukailten. Liigan toiminnasta pyritään tekemään mahdollisimman vähähiilistä. Tässä luvussa esitetään esimerkkejä ja vinkkejä, joiden avulla Liiga voi vähentää kasvihuonekaasupäästöjään. Defran ohjeistuksen mukaisesti ensimmäisenä pyritään vähentämään Scope 1 -päästöjä, sitten Scope 2 - ja Scope 3 -päästöjä. Lopulta jäljelle jääneet päästöt on mahdollista kompensoida päästöoikeuksien ja -maksujen avulla.

Liigan on mahdollista vähentää kasvihuonekaasupäästöjään esimerkiksi lisäämällä toimintansa energiatehokkuutta ja siirtymällä kokonaan uusiutuvilla raaka-aineilla

tuotettuun energiaan. Liiga voi myös asettaa itselleen ilmastotavoitteita, joita järjestelmällisesti seuraamalla on mahdollista saavuttaa muutoksia toiminnassa. (Berninger 2012, 157)

6.1 Toiminnan suorien päästöjen vähentäminen

Liiga voi vähentää toiminnastaan suoraan syntyviä Scope 1 -kasvihuonekaasupäästöjä muuttamalla seurojen pelaajien ja toimihenkilöiden liikkumistottumuksia. Lisäksi jäähoidokoneiden polttoaineenkäyttöä optimoimalla ja jään ylläpitotapoja muuttamalla voidaan vaikuttaa syntyviin päästöihin. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen määrällisesti on helpointa niissä toiminnoissa, jotka aiheuttavat eniten päästöjä.

6.1.1 Joukkueiden ja toimihenkilöiden liikkuminen

Pelaajien ja toimihenkilöiden liikkuminen otteluiden ja muiden tapahtumien takia aiheuttaa noin 10 % Liigan kasvihuonekaasupäästöistä. Liikkumisesta syntyviä päästöjä on mahdollista vähentää vaihtamalla liikkumistapaa. Kaupunkiliikenteessä henkilöauton ominaispäästöt ovat yksin ajettaessa kaikkein suurimmat verrattuna muihin liikkumismuotoihin, kävellen ja pyörällä liikuttaessa taas ominaispäästöt ovat nollassa (Berninger 2012, 102). Henkilöautojen käytön vähentäminen ja siirtyminen uusiutuviin polttoaineisiin tuo suuren muutoksen syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrään. Liikkumistarvetta voidaan vähentää suosimalla puhelin ja Skype-kokouksia kasvokkain tapahtuvan kokoustamisen sijaan. Myös kimppekyytien suosiminen on hyvä tapa vähentää päästöjä.

Suurin osa seurojen liikkumisesta otteluihin tehdään jo nyt linja-autolla, mutta pelaajien ja toimihenkilöiden yksittäisissä matkoissa oma auto on edelleen suosituin. Autoilua on mahdollista vähentää luomalla kannustimia, jotka tukevat vaihtoehtoisten kulkuvälineiden ja polttoaineiden käyttöä. Tulevaisuudessa linja-autoissa voitaisiin miettiä esimerkiksi uusiutuvan dieselin käyttöä, joka voi vähentää päästöjä jopa 90 % (Neste 2018). Lentokone puolestaan käyttää kymmenkertaisesti energiaa linja-autoon verrattuna, joten lentämisen vaihtaminen linja-autoon vähentäisi syntyviä päästöjä reilusti.

6.1.2 Jään ylläpito

Jäähallien oleellisin osa on jää. Kasvihuonekaasupäästöjä jään ylläpidosta syntyy lähinnä jäänhoitokoneen toiminnasta ja jään huollosta, mutta myös kylmäaine voi aiheuttaa haittaa. Tällä hetkellä Liigan suosituin kylmäaine on ammoniakki, joka ei ole kasvihuonekaasu, mutta on ihmisille myrkyllistä ja voi vuodon sattuessa aiheuttaa laajoja evakuoimiteja. Aiempina vuosikymmeninä suositut synteettiset HFC pohjaiset kylmäaineet ovat jo poistumassa käytöstä. Markkinoilla on myös uusia kylmäaineita, kuten hiilidioksidi, joka on ammoniakkiakin energiatehokkaampi (Sutherland 2000).

Nykyään jäähdytyslaitteistojen modernisoinnissa energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys ovat merkittäviä tekijöitä. Suomalainen Huurre Group (2018) on kehittänyt hiilidioksidipohjaisen jäähdytystekniikan, joka vähentää ihmisille ja ympäristölle aiheutuvia haittavaikutuksia. Kylmäaineena uudessa teknologiassa käytetään teollisuuden kierrätettyjä kaasuja, joten siitä ei synny uutta hiilidioksidia. Lisäksi hiilidioksidi on erittäin energiatehokas kylmäaine. (Huurre Group Oy 2018.) Jään valmistuksessa on myös mahdollista lämpimän veden sijaan käyttää kylmää vettä, jolloin säästyy energiaa. Kylmän veden käyttäminen vähentää halli-ilman kuivauksen tarvetta, ruosteen muodostumista rakenteissa sekä jäänhoitokertojen ja niissä käytetyn veden määrää. (Real Ice 2018.) Myös lisäämällä jäänhoitokertojen väliä voidaan säästää vedenkulutuksessa.

Maailmalla käytössä olevista jäänhoitokoneista noin puolet toimivat sähköllä, puolet maa- tai nestekaasulla (Zamboni 2018). Liigaseurojen jäähalleissa jako on kutakuinkin samanlainen. Kaikki jäänhoitokoneet on mahdollista muuttaa sähkötoimiseksi ja sähkön tuotantotavasta riippuen vähentää syntyvien päästöjen määrää ja esimerkiksi aurinkopaneelien avulla voisi kesäisin olla mahdollista tuottaa koko jäänhoitokoneen tarvitsema energiamäärä. Talvea varten voisi aurinkopaneelien lisäksi ottaa vihreän sähkösopimuksen, jolla aurinkopaneelien tuotannon mahdollista vajautta saisi korjattua.

6.1.3 Vedenkulutus

Liigan vedenkulutus syntyy suurimmaksi osaksi jäähalleilla, joiden vesikalusteiden ikä vaihtelee. Otteluiden aikana ja joukkueiden harjoituksissa vettä kuluu juoma- ja

pesuvenenä useita kuutioita päivässä. Eneopt (2017) luettelee vesikalusteiden uusimisen hyötyjä nettisivuillaan. Vesikalusteiden ikä vaikuttaa niiden kulutukseen, esimerkiksi vanhemmat WC-istuimet kuluttavat yhdellä huuhtelulla jopa 12 litraa vettä. Vedenkäyttöä on mahdollista optimoida uusilla säästöhanakoilla ja -vessoilla. Vaihtamalla WC-istuimet uusiin kaksitoimisiin malleihin, joissa vaihtoehtoina on pieni ja iso huuhtelu, saadaan istuinkohtaisesti jopa 75 % säästö vedenkulutuksessa. Vesihanoiksi kannattaa vaihtaa ekologisesti varustetut hanat, joissa normaalivirtaama on 60 % maksimivirtaamasta. (Eneopt 2017.)

6.2 Energiantuotannon epäsuorien päästöjen vähentäminen

Tarkastelussa tehtiin oletus, että kaikki jäähallit käyttävät kaukolämpöä. Todellisuudessa käytössä saattaa olla myös muita energialähteitä. Kaukolämpöä tuotetaan Suomessa joko yhdessä sähkön kanssa CHP -voimalaitoksissa tai pelkästään lämpönä. Polttoaineena voidaan käyttää esimerkiksi puuta, biomassaa, kivihiihtä, maakaasua, turvetta, jätettä tai öljyä. Puun ja biomassan osuus polttoaineesta on noin kolmannes, useilla paikkakunnilla enemmänkin. Kaukolämpöä on myös mahdollista tuottaa teollisuuden ylijäämälämmöstä tai jätevesien lämmöstä lämpöpumppujen avulla. (Energiateollisuus 2018c.) Liigan hiilijalanjäljestä 11 % aiheutuu lämmöntuotannosta. Lämmöntuotannosta aiheutuvia päästöjä saadaan vähennettyä ottamalla käyttöön uusiutuvan energian ratkaisuja fossiilisten polttoaineiden sijasta.

Liigan hiilijalanjäljestä 16 % aiheutuu sähköntuotannosta. Helpointa tapa vaikuttaa jäähallien käyttämän sähkön tuotannosta aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin on vaihtaa sähkösojimus vihreään, jolloin ostosähkö on tuotettu uusiutuvia energialähteitä käyttäen esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimalla (Sähkövertailu 2018). Sähkön tuottaminen käyttöpaikalla on myös hyvä keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Esimerkiksi asentamalla aurinkopaneelit jäähallien katoille voidaan vähentää syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrää ja säästää samalla rahaa. S-ryhmä (2018) on ottanut tavoitteekseen asentaa vuoden 2018 aikana 37 000 aurinkopaneelia toimipaikkojensa katoille ympäri Suomen. Tällä investoinnilla tavoitellaan vuositasolla 2000 tCO₂ vähennystä päästöissä ja 500 000 € säästöjä sähkölaskussa. Aurinkoisena kesäpäivänä aurinkosähkö voi kattaa esimerkiksi Prismän koko jäähdytysjärjestelmän energiankulutuksen (S-ryhmä 2018). Myös

mikkeliläinen monitoimihalli Saimaa Stadium on ottanut käyttöön lähes 400 aurinkopaneelin järjestelmän, jonka tarkoitus on tuottaa hallin jäähdytykseen käytettävää energiaa 61 MWh vuosituotolla (Virtanen 2018). Näin ollen myös jäähallit voisivat hyötyä aurinkosähköstä juurikin jäähdytyksessä.

Jäähallien energiankulutuksesta suurin osa kuluu jään ylläpitoon. Hallin kosteuden säätely kuluttaa jopa 15 % koko hallin energiasta ja on elintärkeää jään kunnan kannalta. Liian kostea ilma muuttaa jäänpinnan rakennetta ja saattaa aiheuttaa kosteuden kertymistä hallin rakenteisiin. Vaihtoehtona suoran sähkön kulutukselle on käyttää jäähdytysjärjestelmästä talteen otettua lämpöä, jolloin voidaan saada jopa 40 % säästö energiankulutuksessa. (Rogstam & Mazzotti 2014.)

Jäähallin energiatehokkuutta voidaan lisätä kiinnittämällä huomiota käytettyyn kylmäaineeseen. Jäähallin ylläpidossa käytetään myös paljon erilaisia moottoreita ja sähkölaitteita, joiden energiatehokkuus vaikuttaa sähkönkulutukseen. Käyttämällä energiatehokkaampia moottoreita, korjaamalla sähkölaitteiden tehokertoimia sekä optimoimalla tietokoneohjattuja prosesseja saadaan hallin toiminta sujuvammaksi ja tehokkaammaksi. (Sutherland 2000.) Ilmastoinnin ja lämmityksen lämmöntalteenotto luo myös mahdollisuuksia säästää energiaa. Lisäksi jäähoidosta keräytyvää lunta voi käyttää avuksi jäähdytyksen kulutuspiikkien aikana (Sutherland 2015).

6.3 Muiden epäsuorien päästöjen vähentäminen

Suurin osa Liigan Scope 3 -kasvihuonekaasupäästöistä syntyy katsojien liikkumisesta oteluihin. Myös jätehuollon järjestäminen vaikuttaa Liigan hiilijalanjälkeen. Scope 3 -päästöt ovat Liigan toiminnasta epäsuorasti syntyviä, joten niiden vähentäminen voi olla vaikeaa.

6.3.1 Katsojien liikkuminen

Katsojien liikkuminen on suurin yksittäinen tekijä, joka kasvattaa Liigan hiilijalanjälkeä ja niinpä katsojien toimintaan vaikuttaminen on tärkeää. Kaupunkiliikenteessä henkilöauton ominaispäästöt ovat yksin ajettaessa kaikkein suurimmat verrattuna muihin

liikkumismuotoihin, kävellen ja pyörällä liikuttaessa taas ominaispäästöt ovat nollassa (Berninger 2012, 102). Jäähallit ovat usein hyvien kulkuyhteyksien päässä, eikä linja-autolla tai kimppekyydillä liikkuminen ole vaikeaa. Liigaseurat voivat helposti vähentää katsojien aiheuttamaa ilmastokuormaa esimerkiksi järjestämällä yhteiskuljetuksia ja kannustamalla jättämään oman auton kotiin tai käyttämään kimppekyytejä.

Monet seurat, kuten Mikkelin Jukurit (2018), ovat ottaneet käyttöön matalan kynnyksen bussikuljetukset kotiotteluihinsa kaupungin eri osista. Jukureilla kuljetus toimii yhteistyössä Savonlinja Oy:n kanssa, ja liput bussiin saa ostettua yhtiön Linjalla-sovelluksesta. Joukkueen kausikortin ostaneet saavat bussikyydin ilmaiseksi. (Jukurit 2018.) Myös esimerkiksi lappeenrantalaisseura SaiPa järjestää yleisölle bussikuljetuksia Lappeenrannasta ja lähikunnista yhteistyössä linja-autoyhtiöiden kanssa (SaiPa 2018). Tällä tavalla järjestettynä kulkeminen otteluihin helpottuu, eivätkä jäähallin lähikadut ruuhkaudu niin pahoin otteluiden aikana, kun vähemmän ihmisiä pyrkii paikalle omalla autollaan. Tulevaisuudessa joukkoliikenteen tarjoamia mahdollisuuksia tulisikin tehdä yleisölle houkuttelevammaksi, jotta saataisiin yhä vähennettyä yksityisautoilua otteluihin.

Toinen mahdollinen vähentämiskeino on pysäköintimaksujen lisääminen ja korottaminen. Esimerkiksi tamperelainen Tappara (2018) pitää osaa jäähallin paikoitustiloista maksullisena kauden aikana. Yksittäiseen otteluun parkkilippu maksaa viisi euroa, ja kauden ajaksi voi ostaa pysäköinnin 120 eurolla. (Tappara 2018.) Ng (2014) toteaa artikkelissaan pysäköintimaksujen korottamisen vaikuttavan suuresti ihmisten halukkuuteen liikkua omalla autolla. He luultavimmin jättävät auton kotiin tai pysäköivät kauemmaksi, jos ilmaista paikoitustilaa on saatavilla toisaalla. (Ng 2014). Tämä saattaa siirtää päästöongelmaa vain toisaalle, jos parkkitilaa lähdetään hakemaan lähialueilta. Paras ratkaisu olisi lisätä yleisön tietoisuutta liikkumisen vaikutuksista, ja kannustaa jättämään auto kotiin ja saapumaan otteluun muin tavoin.

6.3.2 Jätteet

Jäähalliravintoloissa ja -kahviloissa syntyvä jäte on suurimmaksi osaksi sekajätettä, joka koostuu kertakäyttöastioista ja ruoantähteistä. Tätä jätettä on määrällisesti vaikea vähentää, sillä se korreloi suoraan myytyjen annosten ja niistä saatavan tuoton kanssa. Jätteen

luonnetta ja uusiokäyttöastetta on kuitenkin mahdollista parantaa materiaalivalinnoilla. Ravintoloihin on mahdollista ottaa käyttöön biohajoavat aterimet ja muut ruokailuvälineet, joita ei ole valmistettu öljypohjaisista muoveista. Myös syntypaikkalajittelun lisääminen helpottaa jätteen uusiokäyttöä ja parantaa kierrätettävien materiaalien laatua.

Ruokahävikkiä syntyy ravintoloissa yhteensä 75-85 kilogrammaa vuodessa. Jätteen päätyvän ruoan ilmastovaikutus riippuu siitä, meneekö ruoka sekajätteen seassa poltettavaksi vai erilliskerättynä biojätteenä uusiokäyttöön. Ilmastovaikutuksen vähentämisen kannalta on kuitenkin tärkeää vähentää hukkaan heitetävän ruoan määrää, sillä ruoan tuotanto on erittäin resurssiintensiivistä. (Berninger 2012, 126.)

6.4 Kasvihuonekaasujen kompensointimahdollisuudet

Kasvihuonekaasujen kompensointi on viimeinen vaihe, kun pyritään toiminnan hiilineutraaliuteen. Kompensoinnin tarkoituksena on hyvittää sellaiset kasvihuonekaasupäästöt, joita ei ole mahdollista poistaa kokonaan. Tässä diplomityössä ei pyritä Liigan hiilineutraaliuteen, mutta kasvihuonekaasupäästöjen kompensointia on silti hyvä pohtia tulevaisuuden mahdollisuutena. Yritykset ja toimijat voivat kompensoida toimintansa hiilijalanjälkeä esimerkiksi ostamalla päästöoikeuksia, jos yritys kuuluu päästökaupan piiriin, tai sijoittamalla kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisprojekteihin.

Jääkiekkosarja NHL kompensoi toimintansa aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä lahjoittamalla rahaa kaatopaikkasijoitus-, kompostointi- ja metsienhoitoaiheisiin projekteihin (NHL 2018b), joiden tavoitteena on vähentää syntyvien kasvihuonekaasujen määrää. Esimerkiksi metsienhoitoon liittyvissä hiilidioksidipäästöjen kompensointiprojekteissa luodaan niin sanottuja hiilikrediittejä metsiin liittyvien toimintojen avulla kuten metsänhoidon muutoksilla, hakkuiden vähentämisellä ja puiden istuttamisella. Näin saadaan vähennettyä metsien käytöstä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja lisättyä kasvihuonekaasujen poistumia. Nämä hiilikrediitit myydään eteenpäin tahoille, jotka haluavat kompensoida omia kasvihuonekaasupäästöjään. (Peterson St-Laurent et al. 2017.) Tämänkaltaisen kompensointi on helppo keino myös Liigalle.

Lentoyhtiöiden pitkään käyttämä kasvihuonekaasupäästöjen kompensointilisä on myös mahdollista toteuttaa Liigalle. Liigaseurat voivat lisätä ottelulippuihin pienen kompensointilisän, jolla katsoja kattaa oman osuutensa ottelusta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä. Lisä voi olla vapaaehtoinen, kuten lentoyhtiöillä, tai sisältyä jokaiseen pääsylippuun. Yleisön ympäristötietoisuudesta ja maksuhalukkuudesta riippuen kiinteä kompensointilisä saattaa jopa lisätä lipuista saatavia tuottoja (Connolly et al. 2015 112), kun yhä useampi katsoja saapuu otteluun tukeakseen seuran päästövähennystoimia. Kiinteän lisän suuruutta on hyvä tutkia ja kokeilla moneen kertaan, sillä katsojat ovat usein hyvin hintatietoisia, ja liian suuri hinnan nousu voi ajaa katsojat pois otteluista. Kompensointilisästä saatavat tulot kohdennetaan esimerkiksi hiilidioksidipäästöjen vähentämisprojekteihin Suomessa tai ympäri maailmaa.

Liigan on myös mahdollista kompensoida kaikki toimintansa kasvihuonekaasupäästöt keskitetysti sijoittamalla rahaa projekteihin, jotka luovat hiilinieluja. Esimerkki tällaisten palvelujen tuottajasta on suomalainen Hiilipörssi. Hiilipörssi (2018) on verkossa toimiva palvelu, jossa kuluttajat ja toimijat voivat sijoittaa rahaa soiden ennallistamiseen ja turpeen kasvattamiseen. Viiden suohehtaarin ennallistaminen sitoo maaperään ilmakehän hiiltä noin keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljen verran vuodessa niin kauan kuin suo on olemassa. (Hiilipörssi 2018.) Kompensointimahdollisuuksia löytyy myös ulkomailta esimerkiksi metsienhoidon ja energiatehokkuuden saralta. Vuonna 2016 kasvihuonekaasupäästöjen kompensointi vapaaehtoisilla markkinoilla maksoi vähimmillään 0,4 €/tCO₂-ekv ja enimmillään 44 €/tCO₂-ekv, keskimääräinen hinta oli 2,6 €/tCO₂-ekv (Hamrick & Gallant 2017).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

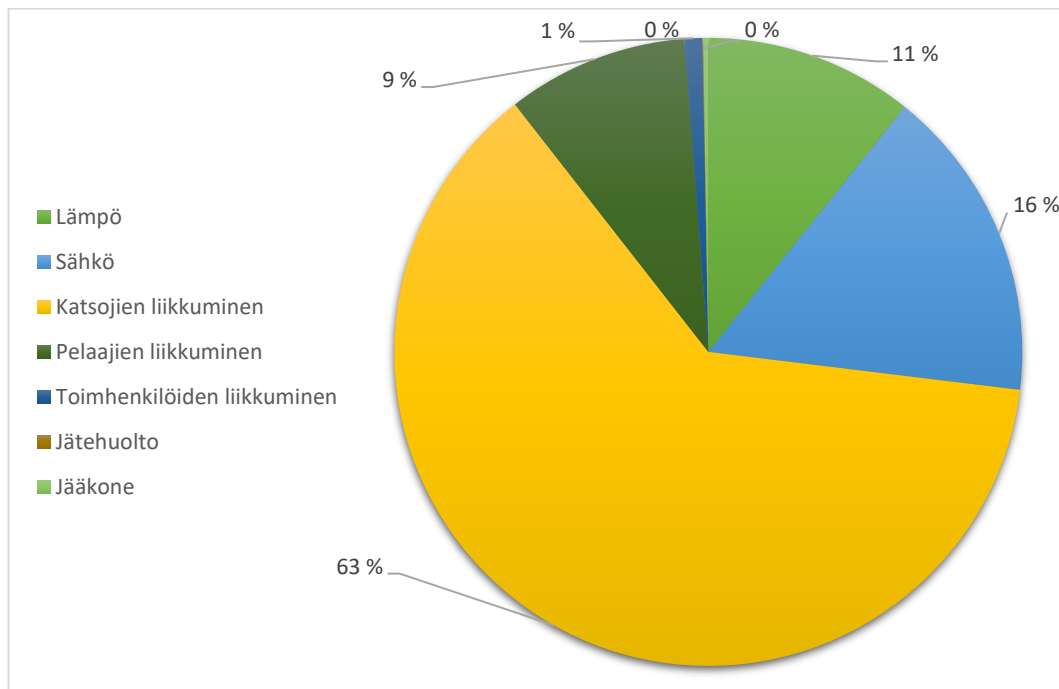
Tässä diplomityössä tarkoituksena on ollut määrittää Liigan toiminnan hiilijalanjälki, sekä ne toiminnan osa-alueet, joilla on suurin vaikutus hiilijalanjäljen syntymiseen. Lisäksi työssä pyrittiin selvittämään millä keinoin Liiga voi vaikuttaa hiilijalanjälkeensä ja vähentää toiminnastaan syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Näihin kysymyksiin etsittiin vastauksia kolmen tutkimuskysymyksen avulla:

1. Mikä on Liigan hiilijalanjälki?

Liigan toiminnan hiilijalanjälki on 6521,5 tCO₂-ekv vuodessa. Hiilijalanjälki kattaa Liigan ydintoiminnot eli otteluiden järjestämiseen liittyvät toimenpiteet, energiankulutuksen jäähalleilla, joukkueiden liikkumisen pelimatkoille ja harjoituksiin sekä jäähallien jätehuollon. Lähtötietojen ja oletuksien epävarmuudet ja puutteet vaikuttavat tulokseen hienan, joten se ei ole absoluuttinen. Suomalaisen keskimääräinen hiilijalanjälki vuodessa on 12 tCO₂-ekv (Salo & Nissinen 2017), joten Liigan hiilijalanjälki vastaa noin 543 suomalaisen vuotuista hiilijalanjälkeä. Kaudella 2017-2018 Liigassa pelattiin yhteensä 496 ottelua, joten ottelukohtainen hiilijalanjälki vastaa noin yhden suomalaisen vuotuista hiilijalanjälkeä.

2. Mitkä ovat Liigan toiminnan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet?

Liigan toiminnan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet ovat liikkuminen ja energiankulutus. Otteluita seuraamaan saapuvien katsojien liikkuminen aiheuttaa suurimman osan Liigan kasvihuonekaasupäästöistä, noin 63 %. Energiankulutuksesta aiheutuu noin 27 % kasvihuonekaasupäästöistä, 9 % pelaajien liikkumisesta ja loput toimihenkilöiden liikkumisesta, jäähoidosta sekä jätehuollosta. Kuvassa 7 on esitetty Liigan hiilijalanjälki jaettuna sen eri osa-alueisiin. Jätehuollon ja jäähoidon suhteellinen osuus on niin pieni, että se näkyy kuvaajassa nollana.



Kuva 7: Liigan hiilijalanjäljen jakaantuminen

3. *Kuinka toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää ja/tai kompensoida jotta Liiga muuttuu ilmastoystävällisemmäksi?*

Toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä on helpointa vähentää läheltä toiminnan ydintä, Scope 1-päästöistä, joihin vaikuttaminen on kiinni vain toimijasta itsestään. Liigan on mahdollista vähentää päästöjään vaikuttamalla pelaajien ja toimihenkilöiden henkilöauton käyttöön. Seurat voivat hankkia bensiini- ja dieselkäyttöisten autojen tilalle esimerkiksi sähkö- tai kaasuautoja ja liisata niitä pelaajien käyttöön. Myös biodieseliin siirtyminen linja- ja henkilöautoissa vaikuttaa positiivisesti kasvihuonekaasupäästöihin. Kimppakyytien ja joukkoliikenteen käyttämistä on myös mahdollista tehostaa luomalla kannustimia ja palkita pelaajia, jotka jättävät oman auton kotiin saapuessaan jäähallille. Ottelumatkoilla lentokoneen vaihtaminen linja-autoon vähentää syntyviä päästöjä tuntuvasti.

Scope 2-päästöihin on mahdollista vaikuttaa parantamalla jäähallien energiatehokkuutta entisestään. Monet jäähallit käyttävät jo LED-valoja, lämmöntalteenottoa ja energiatehokkaita koneita, mutta kaikkea voi aina parantaa. Jäähallit eivät kuitenkaan kuulu Liigan toimivaltaan, sillä ne ovat kaupunkien tai kaupunkien alaisten yritysten omistuksessa.

Liigan on vaikea vaikuttaa jäähallin kuntoon tai siihen millainen sähkösojimus hallilla on.

Katsojien liikkumisesta aiheutuviin Scope 3-päästöihin Liigan on mahdollista vaikuttaa kannustamalla katsojia lisäämään julkisten kulkuneuvojen ja kimpakyytien käyttöä.

Katsojia ei voi pakottaa muuttamaan tapojaan, mutta luomalla kannustinsysteemejä voidaan katsojien tapoja muuttaa vähitellen. Tarkoitusta varten voitaisiin kehittää esimerkiksi mobiilisovellus, joka kerää tietoa katsojien liikkumisvalinnoista ja palkitsee aktiivisesti autoilua vähentäviä alennuskupongeilla tai ilmaislipuilla. Samantapainen systeemi on EU-hankkeen myötä tulossa käyttöön Lahdessa vuonna 2019 (Niinistö 2017).

Jäljelle jääneitä kasvihuonekaasupäästöjä Liigan on mahdollista kompensoida esimerkiksi sijoittamalla rahaa erilaisiin kasvihuonekaasujen kompensointiprojekteihin. Mahdollisia kohteita löytyy niin kotimaasta kuin ulkomailta esimerkiksi metsienhoidon ja energiatehokkuuden saralta. Kompensointiin tähtäävien projektien tavoitteena on sitoa ilmakehän hiilidioksidia maaperään, kasveihin tai muuhun toimintaan ja siten luoda hiilidioksidipoistumia. Nämä määrälliset poistumat myydään kompensointia haluavalle taholle vapaaehtoisilla markkinoilla.

Vähentämällä toimintansa kasvihuonekaasupäästöjä ja olemalla avoin tehdessään niin, Liigan on mahdollista vaikuttaa myös sidosryhmiinsä. Mediahuomion kautta Liiga voi kommunikoida tavoitteitaan hiilijalanjälkensä pienentämiseksi ja houkutella myös muita toimijoita mukaan. Liiga on iso tekijä Suomen jääkiekkopiireissä, ja sillä on siten paljon vaikutusta toimialan sisällä. Tulevaisuudessa tämän diplomityön pohjalta tutkimusta on mahdollista laajentaa tuomalla mukaan ruoantuotannon ja pelaajien pelivarusteiden valmistuksesta aiheutuvat päästöt sekä perehtymällä tarkemmin jäähallien oheispalveluiden päästöihin. Jäähalleissa käytettävien kylmäaineiden valmistuksen vaikutus hiilijalanjälkeen on myös hyvä selvittää. Lisäksi on tulisi tutkia katsojien halukkuutta muuttaa liikkumistottumuksiaan. Siten saadaan tarkempi kuva Liigan hiilijalanjälkeen vaikuttavista tekijöistä. Tämä diplomityö voi myös toimia pohjana muiden lajien vastaaville tarkasteleluille.

Aineistoa työtä varten kerättiin liigaseuroilta Google-pohjaisen internet-kyselyn avulla. Kyselyyn vastasivat seurojen toiminnasta vastaavat henkilöt, joten aineistoa voitaneen pitää tältä osin luotettavana olettaen, että kysymystenasettelu oli tarpeeksi selkeä. 15:stä liigajoukkueesta 12 vastasi kyselyyn, ja lopuille laskennassa käytettiin vastausten perusteella laskettuja keskiarvoja. Vastausten perusteella oli huomattavissa tulkintaeroja seurojen välillä, mikä vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi työssä käytettiin internet- ja kirjallisuuslähteitä, kuten kansainvälisiä standardeja, artikkeleita ja tietopankkeja. Kansainvälisten standardien käyttäminen hiilijalanjälkilaskennan pohjana antaa mahdollisuuden vertailla tuloksia muihin toimijoihin ja luo selkeän rakenteen työlle. Jääkiekko on toimintana hyvin samankaltainen ympäri maailman, joten aiheeseen liittyvän tutkimuksen käyttäminen on perusteltua myös Suomeen sijoittuvassa ilmastotutkimuksessa. Suurin yksittäinen työssä käytetty tietopankki, VTT:n Jäähalliportaali, on myös luotettava lähde, sillä se kuuluu valtion alaisuuteen. Portaalista löytyvissä jäähallien energiankulutuksissa on kuitenkin selviä eroja kaupunkien välillä. Tämä saattaa johtua siitä, että Liigahallin vieressä on myös toinen tai kolmas jäähalli, joilla kaikilla on yhteinen kulutusmittari. Tällöin yksittäisen hallin kulutustietojen erittelemine ei ole mahdollista ja hallien väliset erot näytävät suurilta. VTT:n Jäähalliportaalista lisäksi jäähallien energian ja veden kulutustietoja kysyttiin hallien kunnossapitohenkilökunnalta, jotka vahvistivat Jäähalliportaalista löytyneet luvut, joten tiedot ovat siltä osin luotettavia.

8 YHTEENVETO

Tässä diplomityössä tukittiin Liigan hiilijalanjälkeä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Hiilijalanjälkilaskenta toteutettiin kansainvälisiä standardeja mukailleen. Työn lähtökohtana oli Liigan halu selvittää toimintansa ympäristövaikutuksia. Dataa kerättiin liigaseuroilta internet-kyselyn avulla. Lisäksi käytettiin internet- ja kirjallisuuslähteitä. Systemirajauksella tarkasteluun otettiin Liigan ydintoiminnot, otteluiden mahdollistaminen, pelaajien ja toimihenkilöiden liikkuminen seuran tehtävissä, katsojien liikkuminen otteluihin sekä jäähallien ravintoloissa syntyvä jäte. Tarkastelun ulkopuolelle päätettiin jättää seurojen toimistot, pelaajien pelivarusteiden valmistus, kylmäaineen valmistus, jäähallien muut toiminnot, pelaajien majoitus vierasotteluiden aikana sekä ravintoloiden ruoan raaka-ainesten tuotanto ja kuljetus ravintolaan, sillä niiden sisällyttäminen olisi kasvattanut työmäärää yli diplomityön laajuuden.

Työn tavoitteena oli selvittää Liigan toiminnan hiilijalanjälki sekä suurimmat siihen vaikuttavat tekijät. Työssä käsiteltiin myös vaihtoehtoja hiilijalanjäljen pienentämiseksi ja pohdittiin mahdollisia päästöjen kompensointitapoja. Hiilijalanjälkilaskennan tuloksena Liigan hiilijalanjäljeksi saatiin 6521,5 tCO₂-ekv kauden aikana. Tämä vastaa noin 543 suomalaisen vuotuista hiilijalanjälkeä. Yhden ottelun hiilijalanjälki puolestaan vastaa noin yhden suomalaisen vuotuista hiilijalanjälkeä. Suurin vaikutus Liigan hiilijalanjälkeen on sen toiminnasta epäsuorasti aiheutuvilla katsojien liikkumisen päästöillä, ne muodostavat yli 60 % vuotuisista päästöistä. 30 % muodostuvista päästöistä aiheutuu epäsuorasti jäähallien energiankulutuksesta ja jätehuollosta. Loput 10 % aiheutuu suoraan Liigan toiminnasta pelaajien ja toimihenkilöiden matkustuksen kautta.

Hiilijalanjäljen pienentäminen on helpointa aloittaa vähentämällä toiminnasta suoraan aiheutuvia päästöjä. Liigan on mahdollista vaikuttaa seurojen pelaajien ja toimihenkilöiden liikkumistottumuksiin ja kannustaa heitä vaihtamaan bensiini- ja dieselkäyttöiset henkilöautot joukkoliikenteeseen, pyöräilyyn tai kimpakyyteihin. Epäsuoriin päästöihin vaikuttaminen on vaikeampaa. Jäähallien energiatehokkuus ei ole Liigan käsissä, sillä hallit ovat usein kaupunkien omistuksessa, ja seurat vain vuokraavat tiloja. Myös katsojien liikkumistottumuksiin vaikuttaminen on haastavaa, mutta Liigan on mahdollista kehittää kannustimia, joilla katsojat saadaan muuttamaan tapojaan vähäpäästöisempään suuntaan.

Kun kaikki keinot hiilijalanjäljen pienentämiseksi on käytetty ja tavoitteena on hiilineutraalius, jäljelle jäävät päästöt on mahdollista kompensoida. Päästöjen kompensointimahdollisuuksia on useita ja Liiga voikin esimerkiksi ostaa päästöoikeuksia tai sijoittaa rahaa hiilidioksidia sitoviin projekteihin. Jos Liiga päättää tavoitella hiilineutraaliutta, on päästöjen kompensointi pakollista, sillä kaikkia toiminnan päästöjä ei ole mahdollista eliminoida kokonaan.

Jatkossa tutkimuksen tulisi kohdistaa huomionsa tarkemmin jäähallien yhteydessä toimivien oheispalveluihin, joita yleisö ja pelaajat käyttävät otteluiden aikana. Myös jäähallin toimintaan tulisi tutustua vielä paremmin ja huomioida kylmäaineen valmistuksen vaikutus hiilijalanjälkeen. Lisäksi Liigan toiminnan tarkempi tarkasteleminen ja vaikutussuhteiden määrittäminen parantaisi tulosten luotettavuutta. Tulevaisuudessa tutkimusta voidaan laajentaa ottamalla systeemirajojen sisään ruoan tuotanto ja kuljetus ravintoloihin sekä pelaajien pelivarusteet valmistuksesta alkaen. Myös katsojien halukkuus muuttaa liikkumistottumuksiaan tulisi selvittää. Tällöin saadaan tarkempi kuva eri osa-alueista, jotka vaikuttavat Liigan hiilijalanjälkeen.

LÄHTEET

Alhola & Seppälä. 2014. Hiilineutraalisuus käsitteenä. Teoksessa: Ilmastopaneeli – Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa (toim. Jyri Seppälä) [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Hiilineutraalisuus_taustara-portit_2014.pdf

Berninger, Kati. 2012. Hiilineutraali Suomi. Gaudeamus Oy. 182 s. ISBN 978-952-495-247-7.

Cambridge Dictionary. Learner's Dictionary. 2018. [www-sivu], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/learner-english/climate-friendly>

Connolly, M., Dupras, J. & Séguin, C. 2016. An economic perspective on rock concerts and climate change: Should carbon offsets compensating emissions be included in the ticket price?. *Journal of Cultural Economy*. vol 40, pp. 101-126

Damyantov, N., Matthews, D. & Mysak, L. 2012. Observed decreases in the Canadian outdoor skating season due to recent winter warming. *Environmental Research Letters*, vol. 7, no. 1. Saatavissa: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/1/014028/meta>

Defra. 2009. Guidance on Carbon Neutrality. Department of Energy and Climate Change. [www-dokumentti], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <https://www.waddensea-forum.org/images/archive/co2/carbon%20neutrality%20guidance.pdf>

Edwards, R., Larivé, J-F., Rickeard, D. & Weindorf, W. 2014. WELL-TO-TANK Appendix 2 – Version 4.a. Summary of energy and GHG balance of individual pathways. [www-dokumentti], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: https://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/sites/iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/files/documents/report_2014/wtt_appendix_2_v4a.pdf

Eneopt. Vesi- ja viemärikalusteiden uusiminen. 2017. [www-sivu], [viitattu 20.08.2018]. Saatavissa: <http://www.eneopt.fi/vinkit/korjausten-yhteydess%C3%A4-tai-erikseen/vesi-ja-viem%C3%A4rikalusteiden-uusiminen/>

Energiateollisuus. 2018a. Energiavuosi 2017 - Kaukolämpö. [verkkajulkaisu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi_2017_-_kaukolampo.html#material-view

Energiateollisuus. 2018b. Sähköntuotanto. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto

Energiateollisuus. Kaukolämmön tuotanto. 2018c. [www-sivu], [viitattu 9.8.2018]. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/kaukolammon_tuotanto

Energiavirasto. 2014. Sähköntuotannon päästökerroin. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/sahkontuotannon-paastokerroin>

Environment Canada. 2013. National Inventory Report 1990-2011 (Part 2): Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada. Ottawa: Pollutant Inventories and Reporting Division, 2013. ISSN: 1910-7064

EPA. Global Greenhouse Gas Emissions Data. 2018. [www-sivu], [viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

GHG Protocol. 2004. The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard. [www-dokumentti], [viitattu 6.5.2018].

Granger, Jesse. 2017. Calculating the costs of outfitting an NHL player – it's expensive. Las Vegas Sun [verkkolehti], [viitattu 25.7.2018]. Saatavissa: <https://lasvegassun.com/news/2017/may/27/calculating-the-costs-of-outfitting-an-nhl-player-i/>

Hamrick, Kelley & Gallant, Melissa. 2017. Unlocking Potential – State of the Voluntary Carbon Markets 2017. [www-dokumentti], [viitattu 29.10.2018]. Saatavissa: <https://www.cbd.int/financial/2017docs/carbonmarket2017.pdf>

Hiilipörssi. 2018. Info. [www-sivu], [viitattu 11.10.2018]. Saatavissa: <https://hiiliporssi.fi/info/>

Huurre Group Oy. Suomi siirtyy ympäristöystävälliseen jäähallitekniikkaan. 2018. [www-dokumentti], [viitattu 1.8.2018]. Saatavissa: <https://deski.fi/tiedote/suomi-siirtyy-ymparistoystavalliseen-jaahallitekniikkaan/>

Hänninen, Toni. 2017. Jääkiekkomailan anatomia – näin syntyy uudentyyppinen superkomposiitti. Yle [verkkoartikkeli], [viitattu 25.7.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/urheilu/3-9577206>

ICCT. 2010. Carbon Intensity of Crude oil in Europe. [www-dokumentti], [viitattu 30.09.2018]. Saatavissa: https://www.theicct.org/sites/default/files/ICCT_crudeoil_Eur_Dec2010_sum.pdf

IIHF. 2018. The early beginnings. [www-sivu], [viitattu 17.4.2018]. Saatavissa: <http://www.iihf.com/iihf-home/history/>

Ilmasto.org. 2018. Ilmastonmuutos. [www-sivu], [viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos>

Ilmasto-opas. 2018. Vaikutukset. [www-sivu], [viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset>

IPCC. 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [verkkojulkaisu], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf

IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. [verkkojulkaisu], [viitattu 1.11.2018]. Saatavissa: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

ISO 14040. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

ISO 14044. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

ISO 14064-1. 2012. Greenhouse Gases. Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

ISO 14067. 2013. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laske-
mista ja viestimistä koskevat vaatimukset ja ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoimis-
liitto SFS.

Jukurit. Heimobussilla Ikioma Areenalle. 2018. [www-sivu], [viitattu 31.7.2018]. Saata-
vissa: <https://jukurit.fi/fi-fi/article/etusivu/heimobussilla-ikioma-areenalle/659/>

Klöpffer, Walter, Grahl, Birgit. 2014. Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 396 s. ISBN: 978-3-527-32986-1.

Laitinen, A., Nykänen, V. & Paiho, S. 2010. Jäähallin kylmäkoneistojen hankintaopas: VTT tiedote 2548. [verkkojulkaisu], [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2548.pdf>

Leijonat. Suomi-kiekon historia pähkinänkuoressa. 2017. [www-sivu], [viitattu 17.4.2018]. Saatavissa: <http://www.leijonat.fi/info/historia-2.html>

Liiga. Yhteystiedot. 2018a. [www-sivu], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: <http://liiga.fi/liiga/yhteystiedot>

Liiga. Otteluohjelma. 2018b. [www-sivu], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: <http://liiga.fi/ottelut/2017-2018/runkosarja/>

Luke. Ilmastonmuutos. 2016. [www-sivu], [viitattu 17.4.2018]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ilmastonmuutos/>

Motiva. Perustietoa liikenteestä ja ympäristöstä. 2018a. [www-sivu], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/perustietoa_liikenteesta

Motiva. Autojen pakokaasupäästöt. 2018b. [www-sivu], [viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/perustietoa_liikenteesta/autojen_pakokaasupaastot

NASA. Evidence, How do we know? 2018a. [www-sivu], [viitattu 18.7.2018]. Saatavissa: <https://climate.nasa.gov/evidence/>

NASA. Scientific Consensus, The Earth's climate is warming. 2018b. [www-sivu], [viitattu 18.7.2018]. Saatavissa: <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>

Neste. Neste MY uusiutuva diesel. 2018. [www-sivu], [viitattu 29.10.2018]. Saatavissa: <https://www.neste.fi/artikkeli/neste-my-uusiutuva-diesel-hyva-ymparistolle-seka-moottorille>

Ng, Wei-Shiuen. 2014. Assessing the Impact of Parking Pricing on Transportation Mode Choice and Behavior. [www-dokumentti], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <https://escholarship.org/uc/item/56f3v4wg>

NHL. 2018a. NHL 2018 Sustainability Report. [www-dokumentti], [viitattu 5.7.2018]. Saatavissa: <http://sustainability.nhl.com/report/#!/mission/materiality-assessment>

NHL. 2018b. NHL Green by the Numbers. [www-sivu], [viitattu 2.10.2018], Saatavissa: <https://www.nhl.com/info/nhl-green/by-the-numbers>

Niinistö, Meeri. 2017. Kaupunki palkitsee asukkaita autoilun vähentämisestä – Lahdelle viisi miljoonaa EU-rahaa. YLE Uutiset. [uutinen verkossa], [viitattu 10.11.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9875157>

Penttilä, Satu. Prorink International. Sähköpostikeskustelu 10.8.2018

Peterson St-Laurent, G., Hagerman, S. & Hoberg, G. 2017. Barriers to the development of forest carbon offsetting: Insights from British Columbia, Canada. *Journal of Environmental Management*. vol. 203, pp. 208-217.

Real Ice. What is REALICE?. 2018. [www-sivu], [viitattu 1.8.2018]. Saatavissa: <https://realice.us/>

Reinikainen, Ville & Räsänen, Ilkka. 2010. Lappeenrannan kasvihuonekaasutase 2010. [www-dokumentti], [viitattu 30.9.2018]. Saatavissa: <https://www.lappeenranta.fi/loader.aspx?id=943ca0bf-324d-442e-9d25-17777070563b>

Rogstam, J. & Mazzotti, W. 2014. Ice Rink Dehumidification Systems Energy Usage and Saving Measures. Konferenssijulkaisu. 11th IEA Heat Pump Conference 2014, May 12-16 2014, Montréal (Québec) Canada. [viitattu 1.8.2018]. Saatavissa: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-215740>

Salo, M. & Nissinen, A. 2017. Consumption choices to decrease personal carbon footprints of Finns. Reports of the Finnish Environmental Institute. [www-dokumentti], [viitattu 8.10.2018]. Saatavissa: https://media.sitra.fi/2017/10/23144245/Consumption_choices_to_decrease_personal_carbon_footprints_of_Finns.pdf

SaiPa. Bussikuljetukset. 2018. [www-sivu], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <https://saipa.fi/fi-fi/kausikortit/bussikuljetukset/30/>

Seppälä, J., Alestalo, M., Ekholm, T., Kulmala, M. & Soimakallio, S. 2014. Ilmastopaneeli – Hiilineutraaliuden tavoittelu. Mitä se on missäkin yhteydessä. [www-dokumentti], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/Hiilineutraalisuuden%20tavoittelu%20-%20mit%C3%A4%20se%20on%20miss%C3%A4kin%20yhteydess%C3%A4.pdf>

Speth, R., Rosen, C., Azadi, P. & Malina, R. 2016. LCA of current & future GHG emissions from petroleum jet fuel. [www-dokumentti], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/speth_alternative_aviation_fuel_workshop.pdf

Suomenmaa. 2017. Jääkiekon suosio riippuu maajoukkueen menestyksestä. [pääkirjoitus verkkolehdestä], [viitattu 15.7.2018]. Saatavissa: <https://www.suomenmaa.fi/paakirjoitus/jaakiekon-suosio-riippuu-maajoukkueen-menestyksesta-6.23.242690.3bcc12dcf0>

Suomen Kylmäliikkeiden Liitto. Luonnolliset kylmäaineet – uusi askel ilmansuojelussa kylmälalalla. 2008. [www-dokumentti], [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <http://www.skll.fi/www/att.php?id=44>

Suomikiekko. 2015. Tutkimus: Liigan ja jääkiekon suosio ei ole horjunut Suomessa. [www-artikkeli], [viitattu 15.7.2018]. Saatavissa: <https://www.suomikiekko.com/2015/11/tutkimus-liigan-ja-jaakiekon-suosio-ei-ole-horjunut-suomessa/>

Sutherland, Art. 2000. Energy Efficiency in the Ice Rink. Air Conditioning, Heating & Refrigeration News. vol. 210, iss. 15. pp. 21.

Sutherland, Art. 2015. Energy Efficient Ice Rink. ASHRAE Journal, vol. 57, iss, 3. pp. 78-86.

Sähkövertailu. Vihreä sähkö on valveutuneen kuluttajan valinta. 2018. [www-sivu], [viitattu 9.8.2018]. Saatavissa: <https://sahkovertailu.fi/vihrea-sahko>

S-ryhmä. S-ryhmästä Suomen suurin aurinkosähkön tuottaja. 2018 [www-sivu], [viitattu 9.8.2018]. Saatavissa: https://www.s-kanava.fi/uutinen/s-ryhmasta-suomen-suurin-aurinkosahkon-tuottaja/4451599_384136

Tappara. Info. 2018. [www-sivu], [viitattu 31.7.2018]. Saatavissa: <https://www.tappara.fi/liiga/info/>

Tilastokeskus. Autot käyttövoiman mukaan. 2018a. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__lii__mkan/stat-fin_mkan_pxt_004_fi.px/?rxid=66abb277-ad27-4864-9c22-a25997c70b2b

Tilastokeskus. Polttoaineluokitus 2018. 2018b. [www-dokumentti], [viitattu 30.7.2018]. Saatavissa: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Vesitekno Oy. 2018. Freezium opas. [verkkojulkaisu], [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: https://vesitekno.fi/_files/200000106-40a51419d6/freeziumopas.pdf.

Sofia Virtanen. Jäähdytysteho suurimmillaan kesällä, kun sitä eniten tarvitaan – mikkeliäinen monitoimihalli jäähtyy nyt aurinkoenergialla. [artikkeli verkkolehdeissä]. Tekniikka & talous.10.8.2018. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/jaahdytysteho-suurimmillaan-kesalla-kun-sita-eniten-tarvitaan-mikkelilainen-monitoimihalli-jaahtyy-nyt-aurinkoenergialla-6735793>

VTT. Lipasto - Henkilöliikenteen yksikköpäästöt, ilmaliikenne. 2009b. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/ilmaliikenne/ilma.htm>

VTT. Lipasto - Henkilöliikenteen yksikköpäästöt, linja-autot. 2009c. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/linja-autot/latie.htm>

VTT. Lipasto - Henkilöliikenteen yksikköpäästöt, henkilöautot. 2009d. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <http://www.lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/hakeskimaarin.htm>

VTT. Jäähalliportaali - Hallien perustiedot. 2018. [www-sivu], [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <http://jaahallit.vtt.fi/hallienperustiedot.asp>

WWF. 2018. Ilmastonmuutos. [www-sivu], [viitattu 17.4.2018]. Saatavissa: <https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/>

Zamboni. About – How it works. 2018. [www-sivu], [viitattu 26.7.2018]. Saatavissa: <https://zamboni.com/about/how-it-works/>

Liite I: Kysely seuroille

1. Seura jota edustat?
2. Miltä etäisyydeltä katsojat keskimäärin tulevat edustusjoukkueen kotipeleihin?
3. Kuinka monta prosenttia katsojista tulee kotipeleihin omalla autolla?
4. Kuinka monta prosenttia katsojista tulee kotipeleihin kimppakyydillä?
5. Kuinka monta prosenttia katsojista tulee kotipeleihin bussilla?
6. Kuinka monta prosenttia katsojista tulee kotipeleihin kävellen tai pyörällä?
7. Millä kulkuvälineellä/-välineillä edustusjoukkue matkustaa vieraspeleihin kauden aikana? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.
 bussi lentokone
8. Kuinka monta kilometriä edustusjoukkue matkustaa pelimatkoillaan kauden aikana kullakin kulkuvälineellä? (Esimerkiksi bussiyhtiön laskutuksen mukaan.)
9. Kuinka monta kokoontumista joukkueella on kauden aikana harjoitukset, kotiottelut, muut kokoontumiset jäähallilla?
10. Kuinka monta prosenttia edustusjoukkueen pelaajista tulee joukkueen kokoontumisiin omalla autolla?
11. Kuinka monta prosenttia edustusjoukkueen pelaajista tulee joukkueen kokoontumisiin kimppakyydillä?
12. Kuinka monta prosenttia edustusjoukkueen pelaajista tulee joukkueen kokoontumisiin bussilla?
13. Kuinka monta prosenttia edustusjoukkueen pelaajista tulee joukkueen kokoontumisiin kävellen tai pyörällä?
14. Kuinka kaukana jäähallista edustusjoukkueen pelaajat asuvat keskimäärin?
15. Millä kulkuvälineellä/-välineillä seuran toimihenkilöt liikkuvat seuran asioissa? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.
 auto bussi lentokone juna
16. Kuinka monta kilometriä seuran toimihenkilöt liikkuvat seuran asioissa kauden aikana kullakin kulkuvälineellä?
17. Kuinka monta ruoka-annosta myydään seuran ravintolassa kauden aikana?
18. Mikä on edustusjoukkueen osuus jäähallin käyttöasteesta ajallisesti?

Liite II: Seurojen vastaukset kyselyyn

<u>Seura</u>	<u>Katsojien etäisyys [km]</u>	<u>Katsojat auto [%]</u>	<u>Katsojat kimppakyyti [%]</u>	<u>Katsojat bussi [%]</u>	<u>Katsojat kävelen/pyörä [%]</u>	<u>Edustusjoukkueen kulku-neuvo</u>
Kärpät	40	30	25	10	0,2	bussi, lentokone
Ässät	50	40	20	20	0,2	bussi
KalPa	10	40	20	20	30	bussi
Jukurit	8	60	30	5	5	bussi
Tappara	20	15	50	20	0,1	bussi
Pelicans	5	25	25	15	noin 20%	bussi, lentokone
TPS	10	45	35	15	5	bussi, lentokone
Lukko	3700	50	30	0	20	bussi
Sport	5	40	20	2	0,2	bussi
HIFK	10	35	20	47	0,18	bussi, lentokone
SaiPa		41	28	15		
HPK		41	28	15		
Ilves		41	28	15		
JYP	15	50	30	10	0,1	bussi
Koo-Koo	30	60	25	10	0,25	bussi
<u>Seura</u>	<u>Edustusjoukkueen matkat [km]</u>	<u>Edustusjoukkueen koontumiset [kpl]</u>	<u>Pelaajat auto [%]</u>	<u>Pelaajat bussi [%]</u>	<u>Pelaajat kävelen/pyörä [%]</u>	<u>Pelaajat</u>

				<u>[kimp- pakyyti</u> [%]		
Kärpät	30000	250	50	20	2	0,5
Ässät	18000	430	70	20	0	0,1
KalPa	25000	200	50	30	10	30
Jukurit	13000	300	90	10	0	0
Tap- para	12000	250	60	20	2	0,28
Peli- cans	18000	300	30	40	5	0,25
TPS	25000	300	85	10	0	5
Lukko	20000	200	70	20	0	10
Sport	25000	320	100	20	0	10
HIFK	12000	290	90	5	0	0,05
SaiPa	18000		68	20	2	
HPK	19000		68	20	2	
Ilves	19000		68	20	2	
JYP	14000	500	60	30	0	0,1
Koo- Koo	17000	450	60	10	0	0,3
<u>Seura</u>	<u>Pelaajien</u> <u>etäisyys</u> <u>[km]</u>	<u>Toimihenki-</u> <u>löiden kulku-</u> <u>neuvo</u>	<u>Toimihen-</u> <u>kilöiden</u> <u>matkat</u> <u>[km]</u>	<u>Ruoka-</u> <u>annok-</u> <u>set</u> <u>[lkm]</u>	<u>Osuus</u> <u>jäähal-</u> <u>lista [%]</u>	
Kärpät	8	auto, lento- kone, juna	10000	65500	0,06	
Ässät	8	auto	20000	10000	0,1	
KalPa	5	auto	10000	8000	0,2	
Jukurit	2	auto	10000	10000	0,05	

Tap- para	12	auto	30000	10000	0,3	
Peli- cans	5	auto, bussi, juna	10000	10000	0,15	
TPS	10	auto, juna	2000	30000	0,6	
Lukko	3	auto	20000	75000	0,17	
Sport	5	bussi	25000	9000	0,2	
HIFK	5	auto, bussi, lentokone	80000	40000	0,18	
SaiPa			21000			
HPK			21000			
Ilves			21000			
JYP	7	auto	10000	45000	0,26	
Koo- Koo	3	auto, juna	20000	35000	0,1	

Liite III: Jäähallien vedenkulutus

Jäähallien jäänhuoltoon käytetään päivittäin satoja litroja vettä. Jäähallien jäähallin pinta-ala on 1600-1800 m², ja jäätä huolletaan jopa 20 kertaa päivässä. Jäänhoitokone höylää jään pinnasta pienen osan pois ja laskee tilalle uutta vettä ohueksi kerrokseksi. Taulukkoon 1 on kerätty kunkin liigajoukkueen kotihallin jäänhoitoon käyttämä vesimäärä tarkastelujaksolla.

Taulukko 1: Jäähallien jäänhoito kauden aikana (VTT 2018)

Jäähalli	Vedenkäyttö/jäänajo [l]	Jäänhoitokerrat päivässä	Vedenkäyttö kauden aikana [m³]
Helsingin jäähalli, HIFK	580	13	2752,1
Ritari-areena, HPK	500	9	1642,5
Tampereen jäähalli, Ilves	700	14	3577
Ikioma Areena, Jukurit	300	11	1204,5
LähiTapiola Areena, JYP	500	13	2372,5
Niiralan Monttu, KalPa	350	13	1660,75
Lumon Areena, KooKoo	400	16	2336
Oulun Energia Areena, Kärpät	650	15	3558,75
Kivikylän Areena, Lukko	750	12	3285
Isku Areena, Pelicans	500	13	2372,5
Lappeenrannan jäähalli, SaiPa	700	18	4599

Vaasan Sähkö Areena, Sport	700	30	7665
Tampereen jäähalli, Tappara	700	14	3577
Gatorade Center, TPS	700	10	2555
Isomäki Areena, Ässät	580	12	2540,4

Jäähallit käyttävät jäänhoitoon kunnallisesta vesijohtoverkosta ostettua vettä. Lisäksi makeaa vettä kuluttavat hallin käyttäjät; pelaajat ja katsojat. Hallikohtainen makean veden kokonaiskulutus on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Makean veden kulutus jäähalleittain (VTT 2018)

Jäähalli	Kokonaisvedenkäyttö [m³/a]	Jäänhoidon vedenkäyttö [m³/a]
Helsingin jäähalli, HIFK	16000	2752,1
Ritari-areena, HPK	9729	1642,5
Tampereen jäähalli, Ilves	24337	3577
Ikioma Areena, Jukurit	5865	1204,5
LähiTapiola Areena, JYP	8338	2372,5
Niiralan Monttu, KalPa	6064	1660,75
Lumon Areena, KooKoo	5519	2336
Oulun Energia Areena, Kärpät	10486	3558,75

Kivikylän Areena, Lukko	6548	3321,5
Isku Areena, Pelicans	6760	2372,5
Lappeenrannan jää- halli, SaiPa	10500	4599
Vaasan Sähkö Areena, Sport	2300	5840
Tampereen jäähalli, Tappara	6084	3577
Gatorade Center, TPS	7809	2555
Isomäki Areena, Ässät	9729	2540,4

Kokonaisuudessaan makeaa vettä kuluu jäähalleissa 141 729 m³ kauden aikana. Reilu kolmasosa tästä kuluu jään hoitamiseen. Jäänhoidon ilmastovaikutus muodostuu jäänhoitokoneen polttoaineen käytöstä sekä jäähdytyskoneiston käyttämästä sähköenergiasta ja jääntekoon käytettävistä kylmäaineista. Jäänhoidon sähkönkulutus on otettu huomioon jäähallien kokonaisenergian kulutuksessa. Jäänhoitokoneen polttoaineen kulutus on esitetty kohdassa 5.2.7. ja kylmäaineiden vaikutuksia on esitetty kohdassa 5.2.4.