

Janne Haapiainen

SELVITYS HIILIJALANJÄLJESTÄ JUKURIEN JÄÄ- KIEKKO-OTTELUTAPAHTUMASSA

Sisäiset tekijät

Opinnäytetyö
Ympäristötekniikan koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Janne Haapiainen	Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto	Toukokuu 2023
Opinnäytetyön nimi Selvitys hiilijalanjäljestä Jukurien jääkiekko-ottelutapahtumassa Sisäiset tekijät		51 sivua 1 liitesivua
Toimeksiantaja		
HC Jukurit Oy		
Ohjaaja		
Juho Rajala		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Mikkelin Jukureiden kotihallissa pelatun SM-liigan ottelun aikana syntynyt hiilijalanjälki. Kokonaisuudessaan ottelutapahtuman hiilijalanjälki lasketaan kahdessa eri opinnäytetyössä. Tämän opinnäytetyön hiilijalanjäljen laskeminen on rajattu sisäisiin tekijöihin. Sisäisten tekijöiden osalta on huomioitu energian-, elintarvikkeiden- ja veden kulutus sekä oheistuotteet ja printtimateriaalit.</p>		
<p>Tapahtuman kasvihuonekaasupäästöt laskettiin kulutuksen sekä päästökertoimien perusteella. Sähkön- ja lämmitysenergian- sekä veden kulutus tapahtuman aikana selvitettiin areenalla olevien kulutusmittareiden avulla. Elintarvikkeiden-, oheistuotteiden- sekä printtimateriaalien kulutus saatiin organisaation myyntitiedoista tapahtuman jälkeen. Sähkö- ja lämmitysenergioiden päästötiedot selvitettiin paikallisilta energian toimittajilta. Veden, elintarvikkeiden, oheistuotteiden ja printtien päästöjen osalta laskennassa käytettiin jo tutkittua käytettävissä olevaa tutkimustietoa materiaalien päästökertoimista.</p>		
<p>Sisäisten tekijöiden osalta ottelutapahtumassa syntyneiden kasvihuonekaasujen määrä oli 1 619,60 kgCO₂ekv. Suurin osuus kasvihuonekaasupäästöistä aiheutui elintarvikkeiden kulutuksesta 706,49 kgCO₂ekv. Toiseksi suurimman hiilijalanjäljen osa-alue oli oheistuotteet, joiden päästöt olivat 471,30 kgCO₂ekv. Kolmantena oli energian kulutus, jossa sähkön- ja lämmitysenergian kulutuksesta syntyi päästöjä 371 kgCO₂ekv. Printtimateriaalien päästöjen määrä oli 62 kgCO₂ekv ja veden käytöstä aiheutui päästöjä n. 9 kgCO₂ekv.</p>		
<p>Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella on saatu selvitettyä, mitkä osa-alueet aiheuttava suurimmat kasvihuonekaasu päästöt. Näiden tietojen perusteella voidaan keskittyä pienentämään kasvihuonekaasupäästöjen määrää sieltä missä ne ovat suurimmat.</p>		
Asiasanat		
opinnäytetyö, hiilijalanjälki, jääkiekko, yleisötapahtuma, kasvihuonekaasut		

Author (authors)	Degree	Time
Janne Haapiainen	Bachelor of Engineer	May 2023
Thesis Title		51 pages 1 pages of appendices
Analysis of the carbon footprint at the Jukurie ice hockey match event		
Commissioned by		
HC Jukurit Oy		
Supervisor		
Juho Rajala		
Abstract		
<p>The aim of the thesis was to find out the carbon footprint created during the SM league match event played in the ice hockey club Mikkelin Jukurit's home arena. In total the carbon footprint of the match event was calculated in two different theses. The calculation of the carbon footprint of this thesis was limited to internal factors. Energy, food and water consumption as well as promotional products and print materials were taken into account in this investigation of internal factors.</p> <p>Greenhouse gas emissions generated in the event were calculated based on consumption and emission factors. The consumption of electricity, heating energy and water during the event was determined using the consumption meters of the technical facilities in the arena. The consumption of food, promotional products and print materials in connection with the event was determined from the organization's sales data after the event. The emission data for electricity and heating energies were obtained from the local energy suppliers. Regarding the greenhouse gas emissions of the water, foodstuffs, promotional products and prints, the available research data on the emission coefficients of the materials, which had already been examined, were used in the calculation.</p> <p>In terms of internal factors, the amount of greenhouse gases generated during the match was 1619.60 kgCO₂eq. The largest share of greenhouse gas emissions was caused by food consumption 706.49 kgCO₂eq. The second highest emission was promotional products whose carbon footprint was relatively large with the emission of 471,30 kgCO₂eq. The third was energy consumption where the emission produced by electricity and heating totalled 371 kgCO₂eq. The amount of emission from print materials was 62 kgCO₂eq and the use of water caused emissions of just under 9 kgCO₂eq.</p> <p>The results obtained in the study showed which sub-areas caused the biggest greenhouse gas emissions. This information enables focusing on reducing the amount of greenhouse emission of those sources that cause most of them. This helps the organization towards a smaller carbon footprint in its operations.</p>		
Keywords		
thesis, carbon footprint, ice hockey, public event, greenhouse gases		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ILMASTONMUUTOS.....	8
2.1	Hiilijalanjälki.....	10
2.2	Hiilijalanjäljen laskeminen.....	11
2.3	Ottelutoiminnan hiilijalanjälki.....	12
2.4	Sähköenergia.....	12
2.5	Elintarvikkeet.....	16
2.6	Vesi.....	19
2.7	Lämmitys.....	23
2.8	Oheistuotteet.....	26
2.9	Printit.....	29
3	MATERIAALIT JA MENETELMÄT.....	29
3.1	Sähkö.....	31
3.2	Elintarvikkeet.....	32
3.3	Vesi.....	34
3.4	Lämmitys.....	34
3.5	Oheistuotteet.....	35
3.6	Printit.....	37
3.7	Jää.....	37
4	TULOKSET.....	38
4.1	Ottelutapahtuman hiilijalanjälki.....	38
4.2	Elintarvikkeiden kulutus.....	39
4.3	Veden, sähkön ja lämmityksen kulutus.....	41
4.4	Oheistuotteet ja printit.....	42
4.5	Jäänhoito.....	43

5	TULOSTEN TARKASTELU	43
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	45
	LÄHTEET	47
	LIITTEET	

Liite 1. Myytyjen elintarvikkeiden määrät yhteensä tuotteittain

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos etenee kovaa vauhtia johtuen kasvihuonekaasupäästöistä sekä suurelta osin kasvihuonekaasuihin kuuluvasta hiilidioksidin päästöistä, mikä vaikuttaa osaltaan vahvasti ilmaston lämpenemiseen. Hiilidioksidia syntyy esimerkiksi palamisen prosessissa ja suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat pääasiassa runsaasta luonnonvarojen, kuten fossiilisten polttoaineiden ylikulutuksesta. (Global Warming of 1.5 °C 2019.)

Ihmisen toiminnasta syntyy aina ilmastonmuutosta vauhdittavia kasvihuonekaasupäästöjä, tästä aiheutuvaa ilmastokuormaa kutsutaan hiilijalanjäljeksi. Hiilijalanjälki kertoo tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyvien hiilidioksidipäästöjen, mutta myös muiden kasvihuonekaasupäästöjen määrän. Hiilijalanjälki on mittari, jolla arvioidaan mm. kulutusvalintojen ja erilaisten tekojen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. (Ertimo 2021, 6.)

Ilmastonmuutoksen hillinnässä keskeisessä roolissa on ilmastopolitiikka. Se koostuu mm. valtion tekemistä asetuksista, laeista ja kansainvälisistä sopimuksista, jotka velvoittavat toimimaan vastuullisesti ilmaston kannalta. Merkittävimpiin kansainvälisiin ilmastosopimuksiin kuuluu Pariisin ilmastosopimus. Se on kansainvälinen oikeudellisesti sitova sopimus ilmastonmuutoksesta, jonka tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahdessa asteessa esiteolliseen aikaan verrattuna sekä pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteeseen (Pariisin ilmastosopimus s.a.).

Lait ja sopimukset mm. rajoittavat hiilidioksidi päästöjen määriä ja velvoittavat toimimaan kestäväen kehityksen periaatteella. Suomessa on päivitetty uusi, heinäkuussa 2022 voimaan tullut ilmastolaki (Ilmastolaki 1.7.2022/423). Lain tärkein perusta on saavuttaa hiilineutraaliustavoite Suomessa. Lain tarkoituksena on mm. vähentää ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasu päästöjä ilmakehään sekä kansallisin toimin osaltaan hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua siihen.

Laila myös varmistetaan osaltaan Suomea sitovista sopimuksista sekä EU:n lainsäädännöstä johtuvien kasvihuonekaasujen vähentämistä ja seurantaa

koskevien velvoitteiden täyttymisestä (Ilmastolaki 3.§). Laissa myös määritellään, että ilmastonmuutoksen hillitsemisellä tarkoitetaan ”Ihmisen toiminnasta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen syntyminen ja niiden ilmakehään pääsemisen estämistä sekä muuta ilmastonmuutoksen vaikutusten lieventämistä tai poistamista” (Ilmastolaki 5. §).

Ilmastonmuutos on siis tulevaisuuden suurimpia uhkakuvia maapallolla ja tänä päivänä ilmastoasiat ovat koko ajan enemmän ja enemmän esillä kaikessa toiminnassamme. Ympäristötietoisuuden lisääntyminen kannustaa yrityksiä etsimään koko ajan ympäristöystävällisempiä ratkaisuja tuotteilleen ja toiminnalleen. Yritykset myös parantavat näin imagoaan ja osallistuvat ilmastotalkoisiin selvittäessään tuotteidensa ja palveluiden kokonaisvaltaiset ympäristövaikutukset, samalla toimintaa voidaan kehittää ympäristöystävällisempään suuntaan. Jotta toiminnan kehittyminen menisi oikeaan suuntaan tulisi selvittää, mistä toiminnan päästöt syntyvät. (Hepo-oja 2018.)

Jääkiekko on yksi maamme seuratuimpia urheilulajeja ja myös tämän urheilulajin toiminnoista syntyy päästöjä. Jääkiekko on joukkuepeli, joka on saanut alkunsa Kanadassa 1800 - luvun lopulla ja rantautunut Suomeen 1900 - luvun alussa. Nykyinen jääkiekkoliitto on perustettu vuonna 1929 ja maamme korkein sarjataso SM-liiga vuonna 1975 (Jääkiekko Suomessa s.a). Liigaan kuuluu tällä hetkellä 15 joukkuetta ympäri Suomen ja yksi niistä on Mikkelin Jukurit (Liiga s.a). Jukurit HC Oy on perustettu vuonna 1970 ja se on pelannut Suomen korkeimmalla sarjatasolla syksystä 2016 lähtien. Jukurit pelaa kotiotelunsa Ikioma areenalla Mikkelissä. Jäähalli on valmistunut vuonna 1982 Kalevankankaalle. Areenan kapasiteetti on 4 200 katsojaa, mikä on Liigan pienin. (Ikioma areena s.a.)

Opinnäytetyössä selvitetään Jukurit HC Oy:n hiilijalanjäljen suuruutta joukkueen yksittäisessä liigan runkosarjan ottelutapahtumassa. Tässä työssä keskitytään areenan sisäisiin toimintoihin ja sisäisiin tekijöihin, kun selvitetään tapahtumasta aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Areenan sisäisiä toimintoja ovat areenan energian kulutus, joka koostuu lämmitys- sekä sähköenergian kulutuksesta. Areenalla kuluu myös vettä niin ihmisten toimesta kuin jäänhoidonkin vuoksi. Lisäksi muita ympäristön hiilikuormaa aiheuttavia tekijöitä ovat

muu yleisön kuluttaminen tapahtumassa kuten elintarvikkeiden sekä oheistuotteiden kulutus. Myös tapahtuman markkinointia seurataan, sillä markkinointi voi aiheuttaa päästöjä mm. printattavien materiaalien takia. Laskelmien tulosten perusteella pystytään osoittamaan merkittävimmät hiilipäästöjen lähteet. Toiminnan kehittäminen päästöttömämpään suuntaan on näin ollen helppoa, kun tiedetään mihin asioihin kiinnittää huomiota. Näin pystymme säästämään organisaation taloudellisia resursseja samalla kun toiminta jalostuu kestävämpään suuntaan niin ympäristön kuin meidän kaikkien kannalta.

2 ILMASTONMUUTOS

Ilmastonmuutosta pidetään vakavimpana ympäristöongelmana, mitä ihmiskunta on koskaan kohdannut. Sen vaikutukset ulottuvat ihmistoimintaan ja luonnonympäristöihin ja tulevat entisestään lisääntymään tulevaisuudessa. Ihmisten toiminta vaikuttaa ratkaisevasti ilmastonmuutoksen etenemiseen ja katastrofaalisen ilmastonmuutoksen estämiseksi on ryhdyttävä radikaaleihin toimenpiteisiin nopealla aikataululla.

Ilmastonmuutoksen taustalla on moninaisia ympäristö- ja kestävyysongelmien vyyhtejä, joiden ratkaisut perustuvat päivittäiseen kestävä kehityksen mukaiseen elämäntapaan. Kestävyyshaasteiden pätevä ratkaiseminen ja parhaiden ratkaisumallien löytäminen on merkittävässä roolissa ilmaston lämpenemisen hillinnässä. (Mikä ilmastonmuutos on? s.a.)

Ilmastonmuutos on kasvihuoneilmiön voimistumista, se tarkoittaa sitä, että maapalloa ympäröivä ilmakehä lämpenee. Tämä johtuu siitä, että osa ilmakehän kaasuista toimivat niin kuin kasvihuoneen lasinen ulkokuori. Nämä kaasut päästävät auringon säteet maanpinnalle, mutta blokkavat osaa lämpösäteilystä pääsemästä takaisin avaruuteen. Tämä luonnollinen kasvihuoneilmiö pitää myös maapallon elämän kannalta sopivan lämpimänä. (Mikä ilmastonmuutos on? s.a.)

Tärkeimpiä kasvihuonekaasuja, joita ihmiskuntakin tuottaa valtavia määriä ja jotka voimistavat tuota luonnollista kasvihuoneilmiötä ja näin muuttavat ilmastoa ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja dityppioksidi (N₂O). Fossiiliset polttoaineet ovat näiden kaasujen merkittävin päästöjen lähde. Fossiilisia polttoaineita ovat hiili, öljy ja maakaasu, joita käytetään energian tuotannossa ja liikenteessä. Kasvihuonekaasujen lähteitä ovat myös metsäpalot, kaatopaikat, teollisuus ja maatalous. (Mikä ilmastonmuutos on? s.a.)

Ilmastossa on aina tapahtunut pieniä muutoksia, mutta teollistumisen aikakautena ilmastonmuutos on ollut poikkeuksellisen nopeaa. Suurimmat ongelmat muutokseen on yhteiskuntajärjestelmämme rakenteissa. Ongelmat liittyvät teolliseen vallankumoukseen, josta seurauksena on kulutusyhteiskunnan kehittyminen sekä markkinoiden toiminta ja energiapolitiikka. Ilmasto-ongelman ratkaisun keskiössä ovat kysymykset luonnontieteiden hallinnasta sekä moraalista, arvoista, yhteiskuntien toiminnasta ja oikeudenmukaisuudesta. (Mikä ilmastonmuutos on? s.a.)

Ilmastonmuutos aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Tämä tarkoittaa, että maapallon elinolosuhteet muuttuvat eivätkä kaikki lajit pysty sopeutumaan nopeaan ilmastonmuutokseen, tästä seuraa lajien kuoleminen sukupuuttoon. Ilmastonmuutoksessa lämpötilat, sademäärät ja ilmakehän kaasukoostumus muuttuvat ja näin myös luonto muuttuu, mutta muutos on niin nopeaa, ettei luonto ja eliöstö tahdo pysyä mukana. Lämpenemisen seurauksena sään ääri-ilmiöt lisääntyvät kuten myrskyt, rankkasateet ja kuivuus. Myös meren pinta nousee jäätiköiden sulamisen seurauksena sekä veden lämpötila nousee ja meret happamoituvat. (Taalas 2021, 6–8.)

Nykyisin 90 % hiilidioksidi päästöistä syntyy fossiilisten polttoaineiden käytöstä, joista mm. laiva-, lento ja maantieliikenteen osuus on n. 30 – 40 %. Hiilidioksidi ja vesihöyry ovat suurimmat ilmaston lämpenemiseen vaikuttavat tekijät. Hiilidioksidi on vaikein kasvihuonekaasu sillä se kestää ilmakehässä satoja vuosia, kun taas toiseksi keskeisin kaasu, metaani on poistunut ilmakehästä noin yhdentoista vuoden kuluttua ja kolmas tärkeä kasvihuonekaasu typpioksiduulin eli ilokaasun elinikä on 114 vuotta. (Taalas 2021, 44 – 45.)

Useat maailman valtiot ovat mukana ilmastotalkoissa, myös Suomi. Suomella onkin kunnianhimoiset tavoitteet ja suunnitelmat ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. Suomi haluaa näyttää esimerkkiä ja olla eturintamassa ilmastotalkoissa. Suomen ympäristöministeriö on lähettänyt kesällä 2021 esityksen uudeksi ilmastolaiksi lausuntakierrokselle, joka on hyväksytty uudeksi ilmastolaiksi 1.7.2022. Uudistuksen tavoitteena on hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä. (Ilmastolaki 1§.)

Lain uudelleen tarkastelu oli tullut ajankohtaiseksi, koska ilmastomuutos etenee nopeasti ja nykyisen hallituksen kirjaukset sekä eduskunnan lausumat sitä vaativat. Uusi ilmastolaki vahvistaa lain ohjausvaikutusta etenkin maankäyttösektorilla ja toteuttaa osaltaan Suomea sitovia EU-lainsäädännön ja kansainvälisen ilmastosäätelyn velvoitteita, jotka perustuvat Pariisin ilmastopopimukseen. Pariisin ilmastopopimuksen keskeinen tavoite on lämpötilan nousun rajaaminen kahteen asteeseen. EU:n ilmastoneutraaliustavoite on asetettu vuoteen 2050 mennessä. Nykyinen ilmastolaki on tullut voimaan vuonna 2022. Se on päivitetty versio aiemmalle vuonna 2015 voimaan tullelle ilmastolaille. (Lausuntopyyntö luonnoksesta uudeksi ilmastolaiksi 2021.)

Koska päätöksenteot ilmastoasioissa eivät ole helppoja on ilmastopoliittista päätöksen tekoa tukemaan perustettu kansainvälinen ilmastopaneeli, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Se on hallitusten välinen ilmastopaneeli, jonka tavoitteena on analysoida tieteellisesti tuotettua tietoa ilmastomuutoksesta kansallista ja kansainvälistä päätöksen tekoa varten. IPCC valmistelee ilmastopoliittisten päätösten tueksi ilmastomuutosraportteja. Suomessa ympäristöministeriö on asettanut IPCC-työryhmän, joka kokoaa alan tutkijat ja eri ministeriöiden edustajat. (IPCC tukee ilmastopoliittista päätöksentekoa 2022.)

2.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljestä puhutaan, kun selvitetään ja lasketaan jonkin asian vaikutusta ilmastoon eli kuinka paljon kasvihuonekaasuja esimerkiksi yksittäisen ihmisen, tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyy (Ertimo 2021, 20). Hiilijalanjälki

perustuu elinkaariarviointiin sekä erillisenä indikaattorina toimivaan ekologiseen jalanjälkeen. Hiilijalanjäljellä onkin erilaisia määritelmiä ja rajauksia, ja menetelmien erot ovat siinä mihin tarkastelu rajataan ja mitkä kasvihuonekaasut otetaan huomioon. Hiilijalanjäljen ilmaisuun käytetään hiilidioksidiekvivalenttia, joka kertoo yhdellä luvulla kasvihuonekaasujen vaikutuksen ilmastonmuutokseen. (Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli 2022.)

2.2 Hiilijalanjäljen laskeminen

Hiilijalanjäljen laskeminen perustuu elinkaariarviointiin. Tuotteen tai palvelun elinkaarta seuraamalla pystytään selvittämään sen ympäristövaikutukset elinkaaren aikana. Elinkaariarvioinnin menetelmällä on hyvä seurata ja määrittää myös yleisesti yhteiskunnan resurssitehokkuutta. Elinkaariarviointi standardien mukaisesti on kuitenkin usein hyvin kallista ja aikaa vievää, eikä se välttämättä tuo sen enempää lisäarvoa verrattuna yksinkertaisempaan selvitykseen. Täydellinen elinkaari tarkoittaa materiaalin hankkimista, prosessointia, kuljetuksia, valmistusta, jakelua, käyttöä, uudelleen käyttöä, huoltoa sekä kierrätystä ja hylkäämistä. Kansainvälinen standardointi järjestön laatimat ISO14040-sarjan standardit helpottavat elinkaariarvioinnin toteuttamista. Arviointia voidaan tehdä myös yksinkertaistetusti yksityiskohtaisten elinkaariarviointien sijaan. Näissä voidaan keskittyä tarkastelemaan vain yhtä päästöä, esimerkiksi CO₂-päästöjä tai jotain rajattua tuotejärjestelmän osaa. (Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli 2022.)

Hiilijalanjäljen laskemiseen voidaan käyttää apuna siihen tarkoitettuja laskureita ja valmiiksi määritettyjä arvoja eri tuotteille ja toiminnoille. Laskureita on saatavilla useita, jonka vuoksi Iso-Britannian standardiviranomaisen, British Standard Institution (BSI) ja ympäristö- elintarvike- ja maaseutuministeriön, The Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) rahoittama Carbon Trust julkaisivat vuonna 2011 ohjeistuksen (PAS 2050: 2011.) kaventamaan hiilijalanjälkilaskureiden suurta vaihtelua. Julkisesti saatavilla oleva spesifikaatti, Publicly Available Specification (PAS) on standardointidokumentti, joka muistuttaa muodollista standardia. Sillä on kuitenkin erilainen kehitysmalli ja PAS-kortteja tuotetaan markkinoiden kiireelliseen tarpeeseen,

eli sen on tarkoitus nopeuttaa standardisointia. Kansainvälinen standardisointijärjestö ISO on julkaissut hiilijalanjälkeä käsittelevän teknisen spesifikaation (ISO/TS 14067: 2013.) kesällä 2013. Standardin tarkoituksena on tukea hiilijalanjäljen laskentaa kaikille palveluille ja tuotteille. (Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli 2022.)

2.3 Ottelutoiminnan hiilijalanjälki

Jääkiekkoareenalla ottelutapahtuman aikana syntyy päästöjä energian kulutuksesta, elintarvikkeista, oheistuotteista, veden kulutuksesta sekä printtituotteista. Näiden osa-alueiden päästöt selvitetään ja lasketaan yhteen, niin saadaan selville jääkiekko-ottelun ilmastovaikutukset tapahtuman ja areenan sisäisten toimintojen osalta.

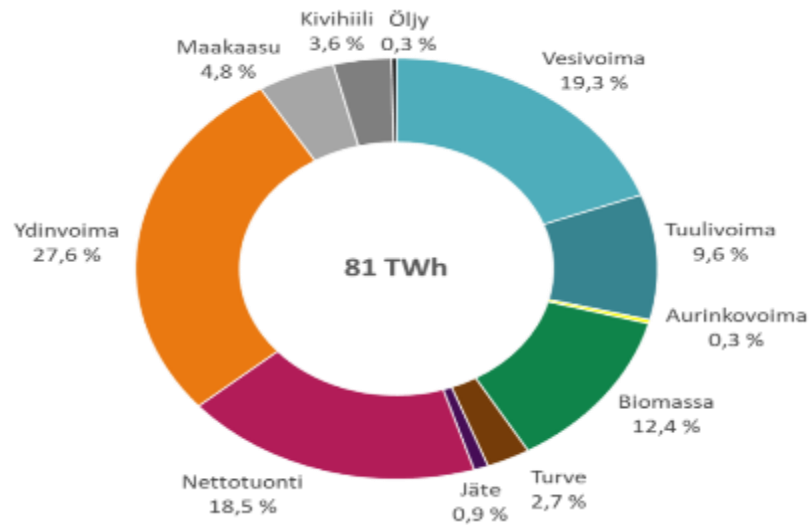
2.4 Sähköenergia

Sähköenergiaa voidaan tuottaa useilla eritavoilla, mutta sähköä on vaikea varastoida (Sähköenergia s.a.). Tämän vuoksi sähköntuotanto on merkittävässä roolissa ilmastolämpenemisen hillinnässä. Sähköä saadaan, kun voimalaitoksessa poltetaan vaikkapa hiiltä, silloin hiileen sitoutunut kemiallinen energia vapautuu. Energia muunnetaan voimalaitoksessa sähköenergiaksi ja siirretään korkeajännitelinjoja pitkin kuluttajille. Sähköllä saadaan aikaan liikettä, valoa ja lämpöä. (Sähköenergia s.a.)

Sähköenergian kulutus on nykyisin hyvin suurta ja tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Onkin haaste vastata koko ajan lisääntyneeseen energian tarpeeseen tuottamalla sähköenergiaa pelkästään uusiutuvilla luonnonvaroilla. Sähkön tuotannossa syntyy päästöjä, kun se tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, mutta sähkö itsessään on päästötöntä. Tämän vuoksi on ratkaisevassa roolissa, kuinka ja mistä sähkö on tuotettu.

Kuvassa 1 on esitetty energianlähteiden osuudet Suomen sähköntuotannossa. Tilastokeskuksen julkaisema keskimääräinen päästökerroin Suomessa tuotetulle sähkön CO₂-päästöille on 77 kg CO₂/MWh. Keskiarvo on laskettu

viimeisen kolmen tilastovuoden (2019 – 2021) keskiarvona, jossa yhteistuotanto on jaettu energiamenetelmällä. (CO₂-päästökertoimet 2022.)



Kuva 1. Suomen sähköntuotanto energialähteittäin vuonna 2020. Uusiutuvien energianlähteiden osuus on 51 %, kotimaisia energianlähteitä on 55 % ja ydinvoiman osuus koko sähkön tuotannosta on noin kolmannes (Energiantuotanto 2023)

Sähköä voidaan tuottaa fossiilisista polttoaineista ja uusiutuvista energian lähteistä. Uusiutuvia energianlähteitä ovat tuuli, vesi, aurinko ja biomassa. Sähkön tuottaminen uusiutuvilla energianlähteillä ei tuota kasvihuonekaasu päästöjä. Uusiutuvan energian lisäksi ydinvoiman kasvihuonekaasupäästöt ovat vähäiset. Ydinvoiman ympäristöhaitat syntyvät uraanin louhinnasta kuljetuksista sekä radioaktiivisessa hajoamisessa vapautuvasta ionisoivasta säteilystä. (Energiantuotanto 2023.)

Uusiutuvista energianlähteistä bioenergiasta valmistettu biopolttoaine vapauttaa kuitenkin palaessaan ilmakehään typenoksideja sekä pienhiukkasia. Bioenergiaa syntyy biomassasta, jota ovat kaikki eloperäiset ainekset kuten puu, ruoho, kasvit yms. (Energiantuotanto 2023.)

Sähköntuotannossa käytettyjä fossiilisia polttoaineita ovat kivihiili, maakaasu ja öljy. Nämä fossiiliset polttoaineet ovat erittäin haitallisia ilmaston kannalta. Kivihiili on polttoainesta epäpuhtaimpia sisältämänsä rikin sekä raskasmetallien vuoksi. Kivihiilen polttamisesta vapautuu myös typpi- sekä pienhiukkas päästöjä, aivan kuten öljynkin polttamisessa. Öljystä valmistetaan erilaisia

polttoaineita, kuten bensiiniä, dieseliä ja polttoöljyä. Useissa sähkövoimalaitoksissa käytetään öljyä tuki- ja varapolttoaineena. (Energiantuotanto 2023.)

Maakaasu on fossiilisista polttoaineista puhtain. Maakaasun palamisessa ei synny rikki eikä hiukkaspäästöjä. Hiilidioksidi päästöjä syntyy vain noin puolet kivihiileen verrattuna. Maakaasua voidaan muuttaa vedyksi ottamalla siitä hiili-komponentti talteen ($\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{xH}_2$) Suomessa maakaasuverkko on keskittynyt Etelä-Suomeen. (Energiantuotanto 2023.)

Näiden lisäksi voimalaitoksissa voidaan polttaa turvetta. Turve on luokiteltu kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) mukaan omaksi luokakseen fossiilisten ja uusiutuvan biomassan väliin. Turve ei siis ole uusiutuvaa eikä fossiilista polttoainetta EU:n uusiutuvan energian direktiivin luokittelussa. Suomessa on paljon soita, jonka vuoksi Suomi onkin energiaturpeen käyttäjänä maailman kärkeä. Turpeen käyttö vähenee kuitenkin nykyisin merkittävästi kunnianhimoisten hiilidioksidipäästöjen minimoimisen sekä päästöoikeuden hinnan ja veronkorotuksien myötä. Turpeen poltossa syntyy siis hiilidioksidipäästöjä mutta rikkiä turpeessa on vähemmän kuin öljyssä ja kivihiilessä. Turvetuotantoalueen perustaminen edellyttää suon ojitamista, joka aiheuttaa päästöjä lähi-vesistöihin sekä muuttaa paikallisesti suoluontoa. Tuotantoalueet palautetaan käytön jälkeen luonnontilaan, metsitetään tai otetaan viljelykäyttöön. (Energiantuotanto 2023.)

Sähköä tuotetaan yleensä voimalaitoksissa, joissa tuotetaan samalla myös lämmitysenergiaa, tätä kutsutaan yhteistuotannoksi. Näissä yhteistuotantovoimalaitoksissa saadaan se osa polttoaineen energiasta otettua talteen lämpönä mitä ei saada muutettua sähköksi. Näin polttoaineen energiasisältö saadaan talteen energiatehokkaasti ja ympäristöystävällisesti, sillä polttoaineen käyttö sekä ympäristöpäästöt ovat kolmanneksen pienemmät kuin tuotettaessa erillisissä sähkön ja lämmön tuotantolaitoksissa. Suomessa n. 33 % sähköstä saadaan yhteistuotannosta. Suomi on yhteistuotannon edelläkävijä, sillä missään muualla maailmassa ei yhteistuotantosähköllä ole näin suurta markkinaosuutta. (Energiantuotanto 2023.)

EU:ssa katsotaan yhteistuotannon olevan yksi merkittävimmistä keinoista vähentää kasvihuonekaasupäästöjen syntymistä. EU:n energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa myös edistämään yhteistuotantoa energiatehokkuustavoitteiden saavuttamiseksi. EU:ssa hieman yli 10 % sähköntuotannosta syntyy yhteistuotannossa. (Energiantuotanto 2023.)

Aurinkoenergia on uusiutuva energianlähde. Aurinkoenergiasta ei synny päästöjä ympäristöön ja on siten ilmasto ystävällinen energianlähde. Maanpinnalle tulevan auringon säteilyn on teho 170 000 Terawattia, mutta vain pieni osa siitä saadaan hyödynnettyä. Suomessa aurinkoenergian käyttöä rajoittaa säteilyn vuodenaikavaihtelut. Sähkön tuotanto auringosta tapahtuu kennoista koostuvilla aurinkopaneeleilla. Paneelien toiminta perustuu auringon säteilyyn, jossa aurinkokennot muuttavat säteilyn sähköksi irrottamalla elektroneja tasavirraksi. Aurinkokenno on elektroninen puolijohde, jonka ala- ja yläpintojen välille syntyy jännite auringon säteilyn seurauksena. Aurinkokennojen raaka-aineena käytetään pii - alkuainetta, jota saadaan maaperän hiekasta. Suomessa vuotuinen aurinkosähkötuotanto on 160 GWh. Aurinkosähköä voidaan pienessä mittakaavassa varastoida akkuihin, mutta suuressa mittakaavassa sähkön varastointi on haasteellista. Aurinkosähkölaitteisto voidaan myös kytkeä sähköverkkoon osaksi laajempaa sähköjärjestelmää. (Energiantuotanto 2023.)

Tuulivoimasta saadaan uusiutuvaa, päästötöntä ja ympäristöystävällistä sähköenergiaa. Tuulivoiman kapasiteetti maailmassa on jo merkittävällä tasolla ja tulee kasvamaan lähivuosina lisää, myös Suomessa. Tuulivoimaloita rakennetaan laajoille ja alaville maa, meri- ja rannikkoalueille. Tuulivoimaloiden sijoittamiseen vaikuttavat mm. tuulisuus, rakennettavuus sekä monet ympäristötekijät kuten maisema- ja melukysymykset. Suomessa tuulivoiman osuus sähköntuotannosta on noin 12 %. (Energiantuotanto 2023.)

Vesivoima on puhdas ja päästötön uusiutuva energianlähde. Suomessa vesivoimalla tuotetaan suurin osa uusiutuvasta sähköenergiasta n. 40 %. Vesivoima on tärkein säätöenergian lähde mikä tarkoittaa, että vesivoimalla voidaan mukautua nopeasti ja taloudellisesti sähkön kulutuksen ja tuotannon aiheuttamiin vaihteluihin. Päästöjä vesivoimasta ei synny lainkaan. Se on kuitenkin tarkoin säädeltyä ja siihen liittyvät tiukat lupamääräykset, joita tulee

säännöstelyissä noudattaa. Vesivoiman ympäristövaikutukset tulevat patojen ja säännöstelylaitteiden rakentamisesta. Tekojärvillä on sekä maisemallisia että ekosysteemivaikutuksia. Padot estävät kalojen ja muiden eliöiden kulkemisen vesistöissä, jonka vuoksi se vaikuttaa kalakantoihin ja kalastukseen. Vesivoimalle padotun vesistön kalakanta on istutettava uudelleen sekä kaloille rakennettava reittejä että ne pääsevät uimaan patojen ohitse. (Energiantuotanto 2023.)

2.5 Elintarvikkeet

Ihminen tarvitsee kehonsa kehittymiseen ja toimintojen ylläpitämiseen ravintoa, joita hän saa kehoonsa syömällä ja juomalla. Näitä ihmisen käyttämiä tuotteita kutsutaan elintarvikkeiksi. Niistä ihminen saa tarvitsemiaan kehon rakennusaineita. Elintarvikkeiden tuotannolla ja valmistuksella on vaikutuksia myös ympäristöön ja luontoon. Ympäristövaikutukset riippuvat elintarvikkeesta, sekä missä ja miten se on tuotettu. Erilaisten elintarvikkeiden ilmastovaikutuksia on havainnollistettu kuvassa 2, jossa on ravitsemus suosituksen mukainen ruokakolmio (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.).

Suomessa n. 25 % keskivertoasukkaan aiheuttamista ilmastovaikutuksista aiheutuu ruoasta. Ruoan ja elintarvikkeiden ilmasto vaikutukset syntyvät niiden koko elinkaaren aikana. Elinkaari koostuu alkutuotannosta, elintarviketeollisuudesta, kaupasta, ravintoloista, kuljetuksista, ostosmatkoista, ruoan valmistuksesta, säilytyksestä sekä jätteestä. Elintarvikkeiden ilmastopäästöihin pystymme vaikuttamaan kulutusvalinnoillamme, miettimällä mm. mitä ruokaa syömme ja kuinka paljon sitä ostanne. (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.)



Kuva 2. Ruuan ilmastovaikutukset (Ruuan ilmastovaikutukset s.a.)

Ruokahävikillä on suuri ekologinen ja taloudellinen rasite. Suomen kotitalouksissa vuosittain peräti 120–160 miljoonaa kiloa ruokaa päätyy roskiin. Se vastaa noin 100 000 henkilöauton vuotuisia hiilidioksidipäästöjä. Ruokahävikkiä syntyy merkittävästi myös kaupoissa, ravintolasektorilla sekä elintarviketeollisuudessa. Elintarviketeollisuuden tuottaman hävikin arvioidaan olevan 75 – 105 miljoonaa kiloa vuodessa. Ruuan ilmastovaikutuksiin voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi välttämällä ylensyöntiä, sillä syömällä vain todellisen energiatarpeen mukaisesti ruuan päästöjä voisi vähentää jopa kolmanneksella. Ruokahävikin ympäristövaikutukset ovat selvästi suuremmat kuin mitä pakkausten valmistuksen, kuljetusten ja jätehuollon vaikutukset ovat. (Ruuan ilmastovaikutukset s.a.)

Eri tuotteilla syntyvä päästötaakka vaihtelee merkittävästi riippuen tuotteen elinkaaren eri vaiheista: maataloudessa, kuljetuksissa, kaupassa, säilytyksessä sekä kypsennyksessä. Raaka-aineet ovat aterioiden tärkeimmät ilmastokuormitus lähteet. Ruuan aiheuttama ilmastokuormitus kasvaa, kun ravintoketju pitenee. Lihan hiilijalanjälki on yleensä kasviksia suurempi, joten kasvipainotteinen ruoka on ilmastoystävällisempi vaihtoehto. Lähellä tuotettuja elintarvikkeita sekä kausituotteita kannattaa suosia niiden ekologisuuden kannalta. (Ruuan ilmastovaikutukset s.a.)

Ruoan tuotantotavoissa on myös eroja. Ruoan tavanomainen tuotantomuoto, joka perustuu tehotuotantoon sekä luomuviljely, joka on ilmastoystävällisempi tapa tuottaa ruokaa. Luomuviljely perustuu luonnilliseen viljelymenetelmään, jonka periaatteisiin kuuluu, että peltomaan viljavuutta ylläpidetään ja sen kasvukunnosta huolehditaan. Luomupelloilla ei käytetä torjunta-aineita eikä kaupallisia lannoitteita. Luomuviljelyssä painotetaan tehokasta ravinteiden ja aineiden kierrätystä sekä ulkopuolista riippumattomuutta. Luomuviljelyn periaatteita ovat eläinten, ihmisten, maan, vesien ja kasvien hyvinvointi. Luomutuotannon typpiomavaraisuus lisää tuotantomenetelmän ilmastoystävällisyyttä, sillä typpilannoitteiden teollinen valmistus kuluttaa paljon energiaa. Luomupeltoihin typpeä saadaan mm. biologisesti, viljelemällä typensitoja kasveja sekä hyödyntämällä kierrätysravinteita kuten karjanlantaa. Luomuviljely lisää luomupeltojen luonnon monimuotoisuutta sekä ääriolojen sietokykyä esimerkiksi kuivuutta ja rankkasateita vastaan. (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.)

Lihan tuotannossa tuotantotapa vaikuttaa ilmastopäästöihin. Myös tuotantoon tarvittavat raaka-aineet tulee ottaa huomioon lihan ympäristöystävällisyyttä mitattaessa. Esimerkiksi sika tai broileri syö viljaa ja soijaa, mikä sopii myös ihmisen ravinnoksi, kun taas lammas ja nauta syövät ruohoa, jota ihmiset eivät voi hyödyntää. Soijarehua ei voida näin pohjoisessa kasvattaa, joten esimerkiksi Brasiliassa tuhotaan sademetsäalueita soijarehun tuotantoa varten, mikä kiihdyttää ilmastomuutosta. Soijaa voisi korvata kotimaisella kauralla, rypsiällä, herneellä ja härkävavulla. Nautaeläimet elävät pitkään esimerkiksi broileriin verrattuna, jonka vuoksi naudanlihan hiilijalanjälkikin on pidempi. Toisaalta nautaeläimet saavat ravintoa laitumista, joiden nurmet sitovat fossiilisista polttoaineista ilmaan päästettyä hiiltä maaperään ja toimivat näin hiilivarastoina. (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.)

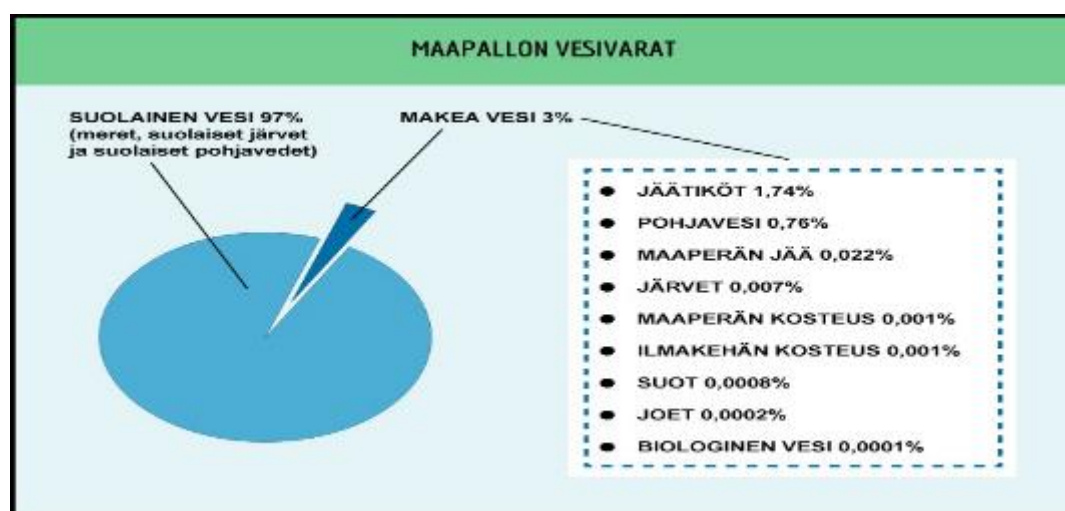
Luonnon antimet tarjoavat erittäin ympäristöystävällistä ruokaa. Luonnonmarjat ja sienet eivät tarvitse kasvaakseen hoito- tai tuotantopanostuksia. Riista on ilmastoystävällistä lihaa, sillä se ei tarvitse edes lämmitettävää suojaa. Järvikalat ovat kaloista kaikkein ekologisin vaihtoehto. Kasvihuonetuotteiden kuten kurkun, tomaatin ja salaatin ilmastopäästöihin voidaan vaikuttaa lämmittä-

mällä kasvihuone uusiutuvilla energianlähteillä. Ilmastoystävällisempi vaihtoehto kuitenkin olisi syödä pellolla kasvaneita juureksia ja vihanneksia, jotka eivät tarvitse kasvattamiseen lämmitettyjä tiloja. (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.)

Ympäristönäkökulman kannalta on tärkeää valita vastuullisesti tuotettua ruokaa. Ruoan tuotantoon liittyvät mm. luonnonmonimuotoisuus, vesijalanjälki, kemikalisoituminen, ravinteiden käyttö, vesistöjen rehevöityminen, fossiilisten polttoaineiden ja energian kulutus yms. Nykyisin myös ruoan tuotannon vastuullisuudesta kertovat ja yhä useamman mielessä olevat eläinten ja ihmisten hyvinvointi, globaali oikeudenmukaisuus sekä reilut työolot. (Ruoan ilmastovaikutukset s.a.)

2.6 Vesi

Vesi (H_2O) on maapallolla esiintyvistä yhdisteistä yleisin. Se koostuu kahdesta yleisimmästä alkuaineesta, vedystä (H) ja hapesta (O). Sanotaan, että vesi on elämän perusta ja ihmisenkin kehosta on kaksi kolmasosaa vettä. Vesi peittää maapallosta noin 70 %. Maapallon vesivarannot koostuvat pääasiassa merien suolaisesta vedestä, kuten kuvasta 3 nähdään. Vesi on harvoja aineita, joita esiintyy luonnossa kaikissa kolmessa olomuodossa kiinteänä, nesteenä sekä kaasuna. (Veden ominaisuudet 2013.)

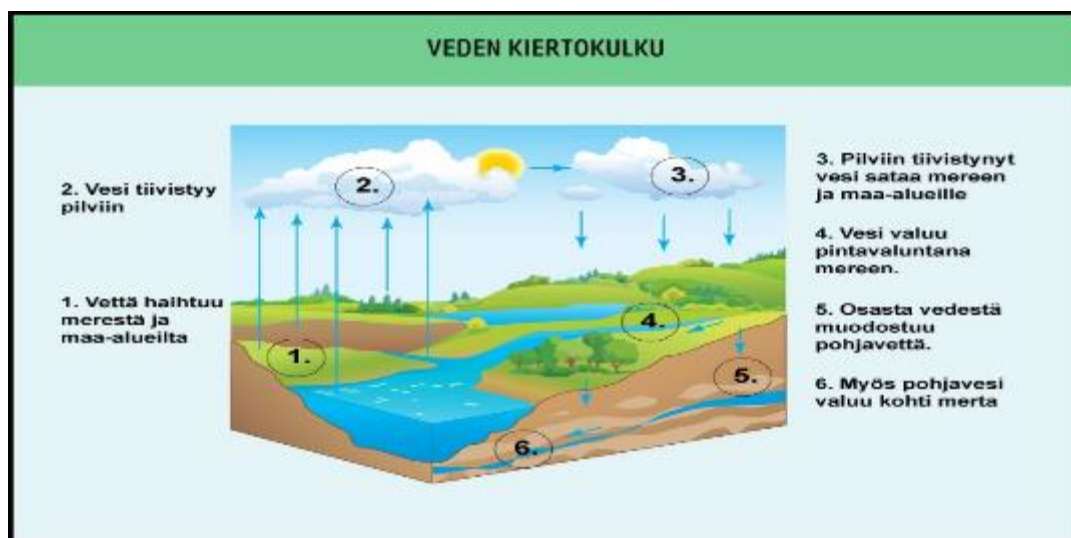


Kuva 3. Maapallon vesivarat, suolainen ja makea vesi (Maapallon vesivarat s.a)

Vesi kiertää maapallolla erimuodoissa, kuten kuvassa 4 on havainnollistettu. Kaasuna vesi on näkymätöntä vesihöyryä. Kaasun muodossa molekyylit liikkuvat vapaana nopeasti sinkoillen. Vesihöyryä on ilmakehässä sekä esimerkiksi ihmisen uloshengitysilmassa.

Nestemäisessä muodossa molekyylit eivät sinkoile hurjaa vauhtia mutta pystyvät kuitenkin liikkumaan vapaasti toistensa ohitse. Nesteenä vesi on kirkasta, läpinäkyvää ja hajutonta. Kiinteässä olomuodossa olevaa vettä kutsutaan jääksi, silloin molekyylit pysyvät paikoillaan. Veden jäätymispiste on -0 celsius astetta.

Jää on siis veden kiinteä muoto. Vesi on kuitenkin siitä erilainen aine, ettei jää ole niin tiheää kuin vesi. Siksi jää kelluu veden pinnalla. Se onkin hyvä asia sillä jos jää olisi vettä tiheämpää jää painuisi järven pohjaan ja järvet jäätyisivät pohjaan myöten, jolloin kalatkin kuolisivat. Koska jää kelluu veden päällä, pääsemme talvella kulkemaan jäätyneen järven pintaa pitkin esimerkiksi luisellen. (Tiheyden teoriaa 2013.)



Kuva 4. Veden kiertokulku (Veden kiertokulku merestä mantereelle ja takaisin s.a)

Vedellä on suuri lämmönvarauskyky, jonka vuoksi veteen voi varastoitua paljon lämpöenergiaa. Vedellä on myös tärkeä osuus sään muodostumisessa. Il-

makehässä esiintyvä vesihöyry on meristä, järvistä, joista ja kasveista haihtunutta vettä. Ilman kyllästyttyä niin ettei se voi enempää sisältää kosteutta, tiivistyy kosteus ilmaan pilvinä sekä pinnoille kasteena. Lopulta kun pilvet ovat tiivistyneet tarpeeksi satavat pilvet maahan vetenä, lumen tai räntänä. Sadevesi on yleensä aika puhdasta, mutta veden liuotus kyvyn vuoksi sadeveteen on liuenneena ilmakehän kaasuja kuten hiilidioksidia ja ilman saasteita. (Tiheyden teoriaa 2013.)

Happamista sateista puhutaan, kun sadeveteen liukenee ilmansaasteita kuten fossiilisten polttoaineiden palaessa ilmakehään vapautuvia rikin ja typen oksideja, jotka reagoivat vesihöyryn kanssa muodostaen rikki- ja typpihappoa. Happamoitunut sadevesi sataa maahan ja happamoittaa maaperää sekä vaurioittaa puiden neulasia ja lehtiä. Happamat sateet lisäävät kosteuden haihtumista ja hapan maaperä tuhoaa puiden juuria pieneliöstöä sekä sienirihmastoja, jonka vuoksi puut eivät saa riittävästi ravinteita. Maaperästä huuhtoutuu pois myös tarpeellisia ravinteita kuten kalsiumia ja kaliumia. Maaperän pH:n laskeminen myös edes auttaa haitallisten metallien kuten alumiinin, kadmiumin, kuparin, mangaanin ja sinkin liukenemista maaperään. (Luonnon happamoituminen s.a.)

Vesi on kuitenkin tärkeä aine elämälle juuri liuotin kykynsä vuoksi, joka on seurausta veden polaarisuudesta. Siksi vesi ei esiinny luonnossa juurikaan puhtaan, vaan siihen on aina liuenneena joitain muita aineita, kuten magnesium- ja kaliumyhdisteitä. Kaikki eliöt käyttävät vettä toimintaympäristönään. Tämän vuoksi vesien saastuminen on todella haitallista, sillä pienikin kemikaalin lisäys vedessä tekee siitä käyttökelvotonta. (Tiheyden teoriaa 2013.)

Vesi on uusiutuva luonnonvara, mutta siitä huolimatta vettä ei riitä kaikille maapallolla. Suomessa vettä kuitenkin riittää ja Suomen vesivarat ovat hyvin runsaat asukaslukuun ja veden käyttöön nähden. Suomen hyvät vesivarannot johtuvat maan hyvästä sijainnista vesitalouden kannalta. Suomi onkin maailman vesirikkaimpia maita, kun huomioidaan vesihuollon kattavuus, vesivarojen määrä, veden käyttö sekä ympäristöasiat ja vesihuoltoon liittyvät sosio-ekonomiset tekijät. (Vesi s.a.)

Vesi on selkeästi käytetyin luonnonvaramme. Vesivarantoja tarvitsemme mm. juomaveden hankintaan, energian tuotantoon ja teollisiin prosesseihin sekä kuljetukseen, maatalouteen ja virkistytymiseen. Puhtaasta juoma- ja käyttövedestämme noin 60 % tulee pohjavesistä ja loput 40 % puhdistetusta pinta vedestä.

Kotitalouksien veden kulutuksen tavoitetaso henkeä kohden on 130 litraa vuorokaudessa. Teollisuus käyttää noin puolet maamme koko vedenkulutuksesta. Me vaikutamme myös muiden maiden vesivarantoihin, sillä päivittäisten käyttämiemme tuotteiden sisältämä niin sanottu piilovesi on kulutettu jossain toisessa maassa, jossa vedestä voi olla pulaa. Esimerkiksi kahvikupillisen tuotantoon on voinut kulua jopa 140 litraa piilovettä. Vesijalanjäljen avulla voimme selvittää piiloveden määrän. (Vesi s.a.)

Vesivarojemme uhat vesistöissä liittyvät niiden haja- ja sisäkuormitukseen. Hajakuormitusta aiheuttavat vesistöön tuleva ulkopuolinen ylimääräinen ravinne valuma ja happea kuluttava aines. Sisäisessä kuormituksessa veteen vapautuu pohja-ainekseen varastoitunut ravinne. Näistä ilmiöistä aiheutuu vesistöihin rehevöitymistä ja levä ongelmia. Pohjavesiä puolestaan uhkaa piilaantuneet maa-ainekset ja maanteiden suolaus. Lisääntyneet ilmaston ääri-ilmiöt ovat nähtävissä lisääntyneinä tulvina sekä kuivuusongelmina. (Vesi s.a.)

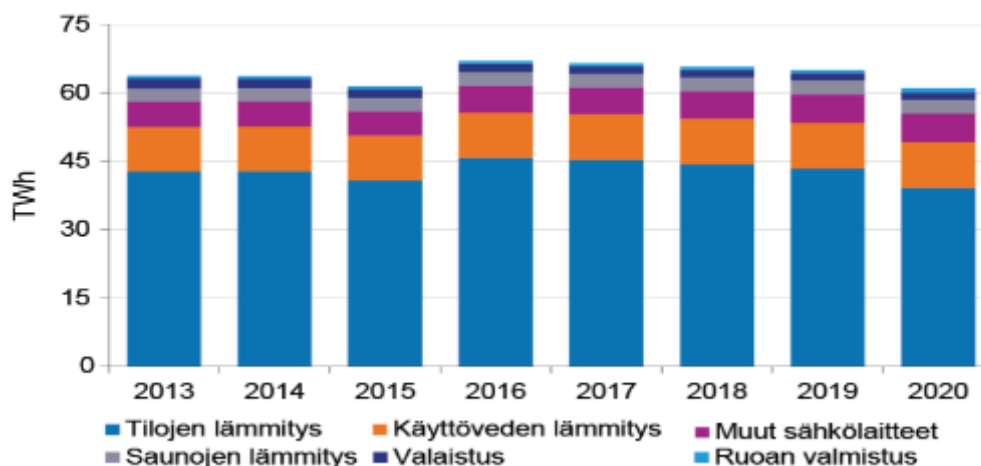
Vedestä ja sen riittävydestä on tulossa seuraava globaali ympäristöhaaste. Veteen liittyvät maailmanlaajuiset ongelmat ovat valtavat. Suomella on kuitenkin korkealuokkaista osaamista niin vesiteknologiassa kuin ympäristöosaamisessakin. Suomessa panostetaan veden tutkimukseen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) sekä Kemira Oyj ovat perustaneet vesitutkimus keskuksia, jotka etsivät ratkaisuja maailmalaajuisiin vesiongelmiin. Tarkoituksena on kehittää teknologiaa, jolla tehostetaan veden käyttöä ja kierrätystä. Tavoitteena on myös ympäristön kannalta kestävän ja energiatehokkaan teknologian kehittäminen vettä kuluttavalle teollisuudelle. Tutkimusalueina ovat esimerkiksi makean veden valmistus merivedestä kustannus- ja energiatehokkaasti sekä jätevedestä saatavan biomassan hyödyntäminen biopolttoaineiden valmistuksessa. (Vesi s.a.)

Veden käyttö aiheuttaa hiilipäästöjä, sillä mm. veden hankinta ja lämmittäminen kuluttavat energiaa. Suurin hiilijalanjälki syntyy veden lämmittämisestä sekä jätevedestä ja sen käsittelystä. Suomessa panostetaan jäteveden käsittelyyn sekä edistetään vesihuoltolaitosten hiilineutraalisuutta. Vesihuollon hiilineutraalisuuden edistämiseksi linkittyvät vahvasti toisiinsa kiertotalous ja hiilineutraalisuus, sillä jätevesien sisältämää lämpöä voidaan hyödyntää sekä puhdistamolietettä mädättää ja ravinteita kierrättää, nämä toimet pienentävät vesihuollon hiilijalanjälkeä. (Vesihuollosta hiilineutraali kiertotalouden edelläkävijä s.a.)

Jäteveden hiilijalanjälki muodostuu suorista ja epäsuorista päästölähteistä. Epäsuoria päästölähteitä ovat energian käyttö ja kemikaalien tuotanto sekä välkkeen, lietteen ja kemikaalien kuljetukset. Suoria päästölähteitä ovat muun muassa jäteveden, lietteen ja välkkeen käsittely prosessit, joista vapautuu kasvihuonekaasuja biologisten prosessien kautta. (Uutta tutkimustietoa jätevedenpuhdistamoiden hiilijalanjäljen pienentämiseksi 2021.)

2.7 Lämmitys

Kiinteistöjen sisätilojen sekä lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvitaan lämmitysenergiaa. Neljäsosa Suomessa käytetystä energiasta kuluu rakennusten lämmittämiseen (kuva 5) (Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa 2022). Tilojen lämmitystarvetta lisäävät rakenteista johtuva lämpöhäviö sekä ilmanvaihdossa poistuva lämmin ilma. Myös ilmasto vaikuttaa lämmitystarpeeseen. Pohjois-Suomessa lämmitys energian keskikulutus on 25 – 30 % suurempi kuin Etelä-Suomessa, johtuen pohjoisen kylmemmästä ilmastosta. Lämmityksen osuus kiinteistön hoitokuluista on noin 20 – 30 %. Hyvin huollettu, toimiva ja tehostettu lämmitysverkosto säästää lämmitysenergiaa ja kustannuksia. Yleisimmät lämmitysmuodot Suomessa ovat kaukolämpö, sähkö ja puu. (Lämmitys s.a.)



Kuva 5. Asumisen energian kulutus Suomessa (Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa 2022).

Kaukolämpö on yleisin Suomessa käytetty lämmitysmuoto. Rakennusten lämmitysenergiasta noin puolet tuotetaan kaukolämmöllä. Kaukolämmitys perustuu kaukolämpöverkoston, jossa kiertää lämpölaitoksessa lämmitetty vesi. Lämmitetty vesi kulkee putkiverkostoa pitkin rakennuksiin ja veden sisältämä lämpö siirretään esimerkiksi pattereiden avulla rakennuksen käyttöön. Kaukolämpö on tehokas lämmitysmuoto kaupunkien ja kuntien taajama-alueilla, joissa asutus on tiheää. Kaukolämpöverkko on rakennettu 166 Suomen kuntaan. (Lämmitys s.a.)

Kaukolämpöä voidaan tuottaa erillisissä lämpölaitoksissa sekä yhteistuotantolaitoksissa sähköntuotannon yhteydessä, jolloin sähköntuotannossa syntyvä hukkalämpö otetaan talteen. Yhteistuotanto on tehokas tapa tuottaa energiaa ja sen osuus onkin merkittävästi kasvanut viime vuosikymmeninä. Kaukolämpölaitosten energia on peräisin niissä poltettavasta polttoaineesta. Polttoaineina käytetään pääasiassa kivihiiltä, maakaasua, turvetta ja puuta. Energian lähteistä kolmas osa on peräisin ilmastolle haitallisista fossiilisista polttoaineista ja hiilineutraalin energian osuus on noin puolet. (Lämmitys s.a.)

Ympäristövaikutukset kaukolämmöntuotannossa tulevat käytetyistä polttoaineista sekä millainen voimalaitos on. Yhteistuotantolaitokset toimivat erittäin

hyvällä hyötysuhteella ja jos polttoaineena käytetään uusiutuvaa energiaa kuten puuta, haketta, pellettiä tai biokaasua vähentävät ne edelleen ympäristövaikutuksia. (Lämmitys s.a.)

Sähköä käytetään lämmittämiseen myös melko paljon. Sähköä voidaan käyttää lämmönlähteenä vesikeskuslämmityksessä, jolloin lämmöntuottolaitteena on sähkövastuksilla varustettu varaaja tai sähkökattila. Sähkövaraajalla voidaan tuottaa lämmitysenergiaa sekä tilojen että käyttöveden lämmittämiseen. (Lämmitys s.a.)

Sähkökattilalla tuotetaan talon tarvitsema lämmitysenergia sähkövastuksilla niin, että lämpö siirretään huonetiloihin vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän kuten lattialämmityksen avulla. Sähköinen lattialämmitys on kuitenkin nykyisin hyvin yleinen, varsinkin märkientilojen lämmitys ratkaisu. Kuivissa tiloissa on monesti käytössä sähköpatteri. (Lämmitys s.a.)

Lämpöpumput ovat yleistyneet viime vuosina kovaa vauhtia niiden hyvän hyötysuhteen ja energiatehokkuuden ansiosta. Erilaisia lämpöpumppuratkaisuja ovat mm. Ilmalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu ja maalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu ottaa lämmitysenergian ulkoilmasta, jonka sitten siirtää sisäilmaan. Tämä soveltuu hyvin huoneistokohtaiseen tukilämmittämiseen tai viilennykseen. (Lämmitys s.a.)

Poistoilmalämpöpumppu toimii siten, että se ottaa lämmitysenergian poistoilmanvaihdon kanavistossa kulkevasta lämpimästä poistoilmasta. Poistoilmasta talteen otettua lämpöenergiaa voidaan käyttää käyttöveden tai tuloilman lämmittämiseen. Poistoilmalämpöpumppu toimii hyvin rinnakkaisena lämmitysjärjestelmänä jonkun muun lämmitysjärjestelmän kanssa. Poistoilmalämpöpumppu tosin tarvitsee vähintään poistoilmakanaviston mutta myös tuloilmakanavisto olisi hyvä olla. (Lämmitys s.a.)

Ilma-vesilämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin ilmalämpöpumppu mutta se siirtää ulkoilmasta otetun lämmitysenergian vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään, jonka lämmitysvettä sekä käyttövettä voidaan lämmittää. Tämäkin toimii hyvin rinnakkaisena lämmitysjärjestelmänä, sillä ilma-vesilämpöpumppu pystyy lämmittämään veden enintään +55 C:een. (Lämmitys s.a.)

Maalämpöpumpun lämmitysenergia tulee maaperään tai veteen asennetun vaakaputkiston avulla tai kallioon poratusta lämpökaivosta. Lämpökaivo on yleisin ratkaisu, koska se voidaan tehdä pienemmällekkin tontille. Maalämmön asentamiseen tarvitaan toimenpidelupa, jonka saamiseen vaikuttavat mm. suojaetäisyydet rakennuksiin, lämpökaivoihin sekä pohjavesialueisiin ja vesialueilla vesialueen omistajan lupa. (Lämmitys s.a.)

Öljylämmityksessä öljyä poltetaan öljykattilassa, joka lämmittää veden vesikeskuslämmitteisessä talossa. Tiloissa on siis vesipatterit tai vesikiertoinen lattialämmitys, jonka vesi lämmitetään polttamalla öljyä öljykattilassa. Energian lähteenä toimii uusiutumaton luonnon vara, joka on ilmastolle haitallista erilaisten päästöjen vuoksi. Öljylämmityslaitteisto vaati säännöllistä huoltoa ja tarkkaa seurantaa, että se toimisi mahdollisimman energiatehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. (Lämmitys s.a.)

2.8 Oheistuotteet

Tuotteet, jotka eivät kuulu erityislainsäädännön soveltamisalaan ovat yleisiä kulutustavaroita. Yleisiä kulutustavaroita ovat esimerkiksi huonekalut, tekstiilit, yleiset sisustus- ja tarve-esineet, urheilu- ja kuntoiluvälineet, kynttilät yms.

Yleiset kulutustavarat eivät saa aiheuttaa varaa terveydelle eikä omaisuudelle. Yleisten kulutustavaroiden on siis täytettävä kuluttajaturvallisuuslaissa (22.7.2011/920) asetetut yleiset turvallisuusvaatimukset. (Vaatimukset yleisille kulutustavaroille s.a.)

Kuluttajatuotteita sekä palveluita koskevista turvallisuusvaatimuksista säädetään kuluttajaturvallisuuslaissa. Se on yleislaki, jota ei sovelleta, kun lainsäädännössä on tiettyjen kulutustavaroiden tai –palvelujen turvallisuutta koskevaa sääntelyä. Tuotteisiin voidaan myös soveltaa sekä kuluttajaturvallisuuslakia että erityislainsäädännön vaatimuksia siinä tapauksessa, kun tuotteessa on esimerkiksi sähkö- tai paineominaisuuksia. (Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa s.a.)

Kuluttajaturvallisuuslakia sovelletaan yksityisten kuluttajien käyttöön tarkoitettuihin tuotteisiin. Myös kuluttajalle informoinnista on säädetty valtioneuvoston asetuksella (23.6.2004/613) kulutustavaroista ja –palveluista annettavista tiedoista. (Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa s.a.) Kulutustavaroita koskee myös kemikaalilainsäädäntö, joka perustuu EU-säätelyyn. Kemikaaleja koskevat säädökset ovat kemikaalilaki (9.8.2013/599), asetus kemikaalien vähittäismyynnistä (Valtioneuvoston asetus kemikaalien vähittäismyynnistä 2013/644), laki kasvinsuojeluaineista (29.12.2011/1563), laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (3.6.2005/390) (kemikaaliturvallisuuslaki) sekä laki vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa (2013/387). (Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa s.a.)

Tukes on Suomen markkinavalvontaviranomainen, joka valvoo kuluttajaturvallisuuslainsäädännön noudattamista sekä kulutustavaroiden turvallisuutta.

Markkinoilla olevia tavaroita testataan pistokokein, joten yritys on ensisijaisesti vastuussa tuotteestaan ja siitä, että tuote on turvallinen ja vaatimusten mukainen. (Vaatimukset yleisille kulutustavaroille s.a.)

Turvallisuusominaisuudet voivat kuulua useamman eri viranomaisen valvontaan ja valvonnasta vastaa se viranomainen, jonka toimivaltaan tuote kuuluu. Tukesin lisäksi toimivaltaisia viranomaisia ovat esimerkiksi Ruokavirasto ja Tulli. (Vaatimukset yleisille kulutustavaroille s.a.)

Pelkästään kuluttajaturvallisuuslain piiriin kuuluvissa tuotteissa ei saa olla CE-merkintää. CE-merkintä saa olla vain tuotteissa, joissa lainsäädäntö sitä edellyttää, kuten sähkölaitteita koskeva sähkömagneettinen yhteensopivuus, electromagnetic compatibility (EMC) sekä vaaralliset aineet sähkö- ja elektroniikkalaitteissa, Restriction of Hazardous Substances (RoHS). (Vaatimukset yleisille kulutustavaroille s.a.)

Kulutustavaroiden suunnittelua, valmistusta, testausta, turvallisuutta sekä vaatimusten arviointia ohjaavat vahvasti standardit ja sertifiointi. Suomessa keskusjärjestönä toimii Standardisoimisliitto SFS, joka laatii standardit toimialayh-

teisöjensä kanssa yhdessä. Tämä on niin kutsuttu hajautettu standardisointijärjestelmä. Standardien vaatimusten mukaisuus pystytään osoittamaan sertifiinnilla. (Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa s.a.)

Kulutustavaroiden ympäristövaikutukset syntyvät eri vaiheissa niiden koko elinkaaren aikana, aina raaka-aineiden tuotannosta jätteeksi päätymiseen asti. Kulutustavaroiden, kuten tekstiilien valmistuksen ja käytön suurimmat ympäristövaikutukset tulevat energian ja veden kulutuksesta sekä haitallisten kemikaalien käytöstä, joita käytetään kaikissa tuotantoketjun vaiheissa. Elinkaaren aikana kuluu paljon energiaa ja vettä mm. raaka-aineiden tuotantoon, tekstiilien pesuun, kuivaukseen ja silytykseen. Pienempi ympäristökuormitus syntyy tavaran kuljetuksista, varastoinnista sekä lopullisesta jätteestä. (Tekstiilit 2018.)

Materiaalien laittaminen paremmuusjärjestykseen ympäristövaikutuksien osalta on vaikeaa niiden erilaisten ympäristövaikutuksien vuoksi. Tuotteen käyttötarkoitus vaikuttaa materiaalien valintaan. Mitä pidempään voidaan tuotetta käyttää, sitä pienempi tuotteen ekologinen jalanjälki on. Luonnonmukaisesti eettisesti tuotetut sertifioidut materiaalit ovat suositeltavia ympäristön kannalta. (Tekstiilit 2018.)

On yleinen velvollisuus noudattaa kaikessa toiminnassa jätelakiin (17.6.2011/646) perustuvaa etusijajärjestystä. Etusijajärjestys perustuu jätteen synnyn ehkäisyyn ja sisältää viis kohtaa, jotka ovat;

1. jätteen synnyn ehkäiseminen ja turhan kulutuksen välttäminen,
2. tuotteiden uudelleen käyttö,
3. tuotteen/materiaalien kierrättäminen,
4. tuotteen hyödyntäminen energiana, jos kierrätys ei ole mahdollista,
5. loppusijoittaminen kaatopaikalle. (Tekstiilit 2018.)

2.9 Printit

Printti on paperituloste kuten lehti, kirja, juliste, flyeri tai mikä tahansa tulos-
tusta vaativa työ tai teos. Printtiä käytetään yleisnimityksenä kaikesta paine-
tusta mainonnasta. Printtimedia taas tarkoittaa painettua lehteä kuten esimer-
kiksi Helsingin Sanomia, Ilta-Sanomia tai Länsi-Savoa. (Määritelmä sanalle
printti s.a)

Printtituotteiden pääasiallinen raaka-aine on puukuitupohjainen paperi.
Printtituotteen, kuten esimerkiksi mainoslehtisen hiilijalanjälki muodostuu sen
elinkaaren aikana puunhankinnasta (2 %), paperin valmistuksesta (60 %), pai-
nauksesta (21 %), kuljetuksista (14 %) sekä kierrätyksestä ja jätehuollosta
(11 %). Käyttö vaiheessa ei suoria päästöjä synny, vaan päästöt syntyvät pää-
osin valmistukseen käytetyn sähkön ja lämmön tuotannosta sekä kuljetuksien
päästöistä. (Mainoslehtisen hiilijalanjälki s.a.)

Kasvihuonekaasujen lisäksi näillä tuotteilla voi olla myös muita ympäristövai-
kutuksia, kuten energian käytöstä aiheutuvat pienhiukkaspäästöt sekä happa-
moitumisvaikutukset ympäristöön. Myös elinkaaren aikana syntyvät vesipääs-
töt voivat aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä. (Mainoslehtisen hiilijalanjälki
s.a.)

Valmistaja voi vaikuttaa hiilijalanjäljen suuruuteen parantamalla energiatehok-
kuutta sekä lisäämällä materiaalitehokkuutta. Kuluttaja voi vähentää ilmasto-
vaikutuksia lajittelemalla jätteen paperinkeräykseen. Paperipohjaiset printti-
tuotteet sisältävät paljon ensikuitua, joten ne soveltuvat hyvin uudelleen käy-
tettäväksi ja kierrätettäväksi. (Mainoslehtisen hiilijalanjälki s.a.)

3 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Ottelutoiminnan sisäisiksi tekijöiksi hiilijalanjäljen laskennassa on huomioitu
jäähallintoiminnoista aiheutuva kulutus, kuten sähkön- ja lämmitysenergian
sekä veden kulutus. Muita laskennan kohteita ovat yleisön toteuttama kulutus,
joita ovat elintarvikkeiden ja oheistuotteiden menekki. Näiden lisäksi lasketaan
mainostuksessa kulutetun materiaalin määrä.

Ottelukohtaisen hiilijalanjäljen määrittäminen perustuu elinkaariarviointiin. Hiilijalanjäljen laskeminen kertoo sen, mitkä osa alueet tapahtumassa kuormittavat ilmastoa eniten, sisäisten toimintojen osalta. Laskennan ulkopuolelle on rajattu areenan ulkopuoliset tekijät, joita ovat ihmisten ja tuotteiden liikkuminen hallille ja sieltä pois sekä hallilla syntyvän erilaisten jätteiden, kuten seka- ja biojätteiden määrä.

Hiilijalanjäljen muodostuminen selvitetään laskemalla kulutukset ottelutapahtuman aikana. Jokaiselle muuttujalle täytyy selvittää sen ominainen päästökerroin, joka ilmaistaan hiilidioksidiekvivalenttilukuna, jolla jokainen muuttuja sitten kerrotaan kunkin muuttujan kulutuksesta saadun luvun mukaan. Tapahtuman kulutusten seuranta suoritetaan 27.11.2021 pelatun ottelun aikana. Itse ottelun kesto on noin kahdesta tunnista kahteen ja puoleen tuntiin. Seurantaa tehdään kuitenkin neljän tunnin jaksolla, joka alkaa tunti ennen ottelun alkua klo.15.00 ja päättyy tunti ottelun jälkeen klo.19.00. Seuranta-aika on pidempi kuin itse ottelun kesto, koska toimintaa tapahtuman vuoksi on areenalla jo enne sekä jälkeen ottelun.

Tuolla neljän tunnin jaksolla selvitetään kulutuksien määrät eri osa-alueilla eri menetelmin. Sähköenergian, lämpöenergian sekä veden kulutuksen määrät selvitetään kulutusmittareista. Mittarit luetaan ennen ottelun alkua kello 15 ja lukemat kirjataan ylös. Samat mittarit luetaan uudelleen ottelun jälkeen kello 19 kirjaten mittareista uudet lukemat ylös.

Tällä ajanjaksolla kuluneen veden ja energian määrät saadaan selville laske-
malla kaavalla:

$$c = a - b$$

jossa a on toisen kirjauksen lukema pelin jälkeen ja b on ensimmäisen kirjauksen lukema ennen peliä ja c tapahtuman aikana kulunut määrä.

Muiden kulutuksien määrät saadaan ottelutapahtuman jälkeen kassakoneisiin tallentuneista myyntitiedoista tapahtuman aikana. Tästä myyntidatasta saadaan selvitettyä, mitä tuotetta on myyty minkäkin verran. Osalle elintarvikkeista ja oheistuotteista on jo olemassa laskemalla määritetty oma päästöker-

roin. Kun kaikkien elintarvikkeiden ja oheistuotteiden päästökertoimet kerrotaan myytyjen tuotteiden kappale määrällä, saadaan elintarvikkeiden ja oheistuotteiden aiheuttama hiilijalanjälki.

Tapahtuman aikana myytyjen tuotteiden hiilijalanjäljen suuruus voidaan laskea kaavalla:

$$h_{eq} = n \cdot k$$

jossa muuttuja n , on kerroin eli myytyjen tuotteiden määrä ja kerrottava k , on tuotteen päästökerroin (kgCO₂ekv/kg). Kertomalla muuttujat keskenään saadaan tulos h_{eq} , joka kertoo kyseisen tuoteryhmän tuottaman hiilijalanjäljen hiilidioksidiekvivalentti lukuna (kgCO₂ekv).

3.1 Sähkö

Sähkön kulutusta seurataan sähkönkulutusmittareiden avulla ottelutapahtuman aikana. Areenalla on sähkölaitteita kolmessa eri paikassa; ravintolassa, kylmälaitetilassa sekä päämittari teknisessä tilassa, josta nähdään areenan sähkön kokonaiskulutus. Seurantajakso kestää neljä tuntia ja alkaa mittareiden lukemien ylös kirjaamisella tuntia enne itse ottelun alkua klo15 ja toisen kerran mittarit luetaan ja lukemat kirjataan ylös noin tunti ottelun päättymisen jälkeen klo19.

Sähköenergia Ikioma-areenalle ostetaan Lumme Energia Oy:lta. Lumme Energian tuoteselosteen 2021 mukaan myydyin sähkön hiilidioksidi päästöt suhteessa sähkön myyntiin oli 185 kg/MWh /38/. Kun tällä kertoimella kerrotaan kulutetun sähkön määrä, saadaan sähkön kulutuksesta aiheutuva hiilijalanjäljen suuruus.

3.2 Elintarvikkeet

Elintarvikkeiden kulutusten seuraaminen ottelun aikana tapahtuu kassakoneiden tallentaman myyntidatan avulla. Yleisön kuluttamien elintarvikkeiden määrät selvitetään tapahtuman myyntitiedoista tapahtuman jälkeen. Osalle elintarvikkeista on laskettu oma päästökerroin ja hiilijalanjälki saadaan selville laske- malla, kun tiedetään tuotteen päästökerroin sekä myytyjen tuotteiden määrät.

Elintarvikkeiden kasvihuonekaasujen määrien laskemisessa käytetään taulu- koissa 2 ja 3 esiintyviä päästökertoimia. Taulukossa 3 on tuotteet, joille on päästökertoimet jo selvitetty. Muille tuotteille lasketaan päästökertoimet taulu- kon 2 mukaisesti, jossa päästöjen laskeminen perustuu tuoteryhmän sekä myytävän tuotteen hintaan.

Taulukko 1. Tapahtumassa myydyt elintarvikkeet

Koskenkorva	Alkoholiton	Ruoka avoin
Jaloviina	Kahvi	Popcorn
Shotti	Tee	Hamppari
Rommi	Kaakao	Letut
Viski	Trip-mehu	Sipsi/pähkinäpusse
Jägermeister	Limsa	Heimobuffet
Konjakki	Pulla/munkki	Makkara
Minttu	Viikinki patonki	Pitkä nakki
Siideri	Hot dog	Pyttipannu pieni
Lonkero	Lihapiirakka	Pyttipannu iso
Punaviini	Lihis nakilla	Ateria
Valkoviini	Popcorn	Redbull
Kuohuviini	Suklaapatukka	Glögi
Olut	Karkkiaski	Karkkipussi
Drink mixer		

Suomen ympäristökeskus (SYKE) on selvittänyt elinkaariset kasvihuonekaa- supäästöt ja raaka-aineiden käytön kulutuskohderyhmittäin per euro ostajahin- taan taulukossa 2.

Taulukko 2. SYKE:n päästökertoimia tuoteryhmittäin (Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnon varojen käyttö 2019)

<u>Tuoteryhmä</u>	<u>Kasvihuonekaasupäästöt (CO₂e):</u>
Kasviperäiset elintarvikkeet	0,6 kg/€
Eloperäiset elintarvikkeet	1,1 kg/€
Alkoholittomat juomat	0,5 kg/€
Vaatteet ja vaatekankaat	0,3 kg/€
Virkistys- ja harrastusvälineet	0,4 kg/€
Ateriapalvelut	0,3 kg/€
Lasitavarat, astiat ja keittiötyövälineet	0,5 kg/€

Taulukko 3. Openco2.net:n (Avoimet työkalut 2023) ja Keskon (Näin mittaat ruokaostosten hiilijalanjäljen 2023) antamia päästökertoimia eri tuotteille

<u>Tuote:</u>	<u>Päästökerroin (CO₂e):</u>	<u>Lähde</u>
Olut	0,54 kg/l	Openco2
Koskenkorva (muovipullo)	1,60 kg/l	Openco2
Rommi	2,00 kg/l	Openco2
Viski	1,20 kg/l	Openco2
Viini	1,6 kg/l	Openco2
Kahvi/tee kg/kg	4,98 kg/kg	Openco2
Limonadi (tölkki)	0,51 kg/l	Openco2
Karkit kg/kg	2,50 kg/kg	Openco2
Suklaa (ka)	3 kg/kg	Openco2
Perunalastut kg/kg	2,25 kg/kg	Openco2
Grillimakkara kg/kg	5,62 kg/kg	Openco2
Nylon (tuotanto) kg/kg	12,70 kg/kg	Openco2
Mehu (ka.)	0,95 kg/l	k-ruoka.fi
Energiajuomat (ka.)	0,45 kg/l	k-ruoka.fi
Siiderit, lonkerot (ka)	0,65 kg/l	k-ruoka.fi
Kaakao (ka)kg/kg	1,7 kg/kg	k-ruoka.fi
Keksit/leivonnaiset (ka)kg/kg	2,5 kg/kg	k-ruoka.fi
Leipä kg/kg	2,5 kg/kg	k-ruoka.fi

HotDog kg/kg	4,06 kg/kg	k-ruoka.fi
Valmisruoka ja einekset	2,95 kg/kg	k-ruoka.fi
Sipsit ja naposteltavat	2,1 kg/kg	k-ruoka.fi

3.3 Vesi

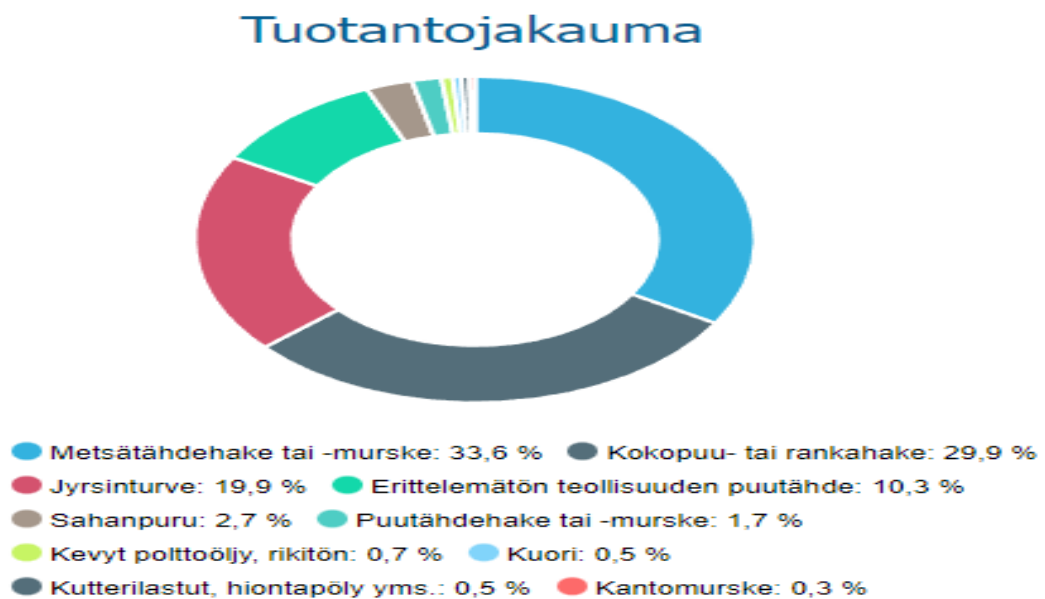
Veden kulutusta seurataan veden kulutusmittareilla. Veden kulutusta seurataan neljän tunnin ajalta, mikä käsittää tapahtuman ajallisen kokonaiskeston. Mittareiden lukemat kirjataan ylös tunti ennen ottelun alkua klo 15, sekä noin tunti ottelun päättymisen jälkeen klo 19. Vesimittareita on kaksi. Toinen on päämittari, josta saadaan selville veden kokonaiskulutus ja toinen mittari kertoo jäähöitokoneeseen lasketun veden määrän.

Käytetyn veden eli jäteveden hiilijalanjälki pystytään selvittämään, kun tiedetään jäteveden päästökerroin sekä kulutetun veden määrä. Veden käytöstä aiheutuva hiilijalanjälki saadaan, kun kerrotaan muuttujat keskenään. Tietoa jäteveden päästökertoimista on varsin vähän saatavilla eikä paikallista päästökerointa jätevedelle löytynyt, joten tässä opinnäytetyössä on käytetty Helsingin seudun ympäristöpalveluiden Helsingin jäteveden puhdistukselle antamaa päästökerointa 0,49 kg/m³ CO₂ekv /30/.

3.4 Lämmitys

Areenan lämmitys tapahtuu kaukolämpö verkon kautta. Lämmön tuotanto on merkittävässä roolissa hiilijalanjälkeä laskettaessa, sillä varsinkin talvisaikaan lämmitys vie suuren osan energiankulutuksesta. Tapahtuman aikana kuluneen lämmitysenergian määrä saadaan selvitettyä lukemalla kaukolämmön siirtomittari. Lämmitysenergian kulutusta seurataan koko tapahtuman ajan, alkaen klo 15 ja päättyen klo 19, jolloin kaukolämmön kulutusmittari luetaan ennen ja jälkeen tapahtuman. Lämmityksen aiheuttama hiilijalanjälki pystytään laskemaan, kun tiedetään kulutetun energian määrä sekä energiantuotannon päästökerroin. Kun nämä muuttujat kerrotaan keskenään, saadaan lämmityksestä syntyvien päästöjen määrä selville.

Lämmitysenergian areenalle tuottaa Etelä-Savon Energia Oy kaukolämpöverkon kautta. Kaukolämpö tuotetaan Pursialan voimalaitoksessa Mikkelissä. Lämpölaitos tuottaa lämpöenergian (kuva 6) polttamalla puupohjaisia polttoaineita (79,5 %), turvetta (19,9 %) ja kevyttä polttoöljyä (0,7 %). Päästökerroin voimalaitoksessa tuotetulle lämpöenergialle hyödynjakomenetelmällä laskettuna on vuonna 2022 keskimäärin 75,3 kgCO₂/Mwh. (Kaukolämpöverkon päästöt 2022.)



Kuva 6. Etelä-Savon energia Oy:n kaukolämpöverkon tuotantojakauma Pursialan voimalaitoksessa 2022 (Kaukolämpöverkon päästöt 2022)

Hyödynjakomenetelmällä lasketussa päästökertoimessa huomioidaan erillisillä sähkön- ja lämmöntuotannoilla tuotetun energian hyötysuhteet sekä, kuinka paljon energiaa on tuotettu. Päästöjen ja polttoaineiden suhteet jaetaan tuotantojen polttoaine kulutuksille. (Kaukolämpöverkon päästöt 2022.)

3.5 Oheistuotteet

Oheistuotteiden ilmastovaikutuksiin otetaan huomioon tuotteiden koko elinkaaren aikana syntyvä ilmastokuormitus. Tuotteiden hiilijalanjälkeen vaikuttavat materiaalien tuotanto, koostumus, värjäys sekä onko käytetyt materiaalit kierrätettyjä. Oheistuotteet ovat erilaisia kulutustavaroita, joita myydään otte-

lutapahtuman yhteydessä. Nämä oheistuotteet ovat organisaation logolla varustettuja niin kutsuttuja fanituotteita kuten takkeja, paitoja, huiveja, pipoja, lippuja, kiekkoja ja mukeja. Tuotteita valmistetaan erilaisista materiaaleista, kuten puuvillasta, polyesteristä, keinotekoisesta kumista ja muovista, sellusta yms. (Hepo-oja 2018.) Tämän vuoksi oheistuotteiden hiilijalanjäljen tarkka selvittäminen voi olla vaikeaa ja työlästä.

Tässä työssä käytän Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) selvittämää kerrointa, jonka mukaan päästöt vaatteille ja vaatekankaille ovat keskimäärin 0,3 kg CO₂ekv/€ /32/. Tuotteiden hinnat ovat tiedossa, joten tämä tiedon mukaan laskeminen on järkevää. Oheistuotteiden myyntimäärät tapahtuman aikana pystytään selvittämään tapahtuman jälkeen kassan myyntitiedoista kyseisessä tapahtumassa. Taulukossa 4 on tapahtumassa myydyt oheistuotteet sekä niille hintojen perusteella lasketut päästökertoimet.

Taulukko 4. Oheistuotteiden päästökertoimet

<u>Tuote</u>	<u>Päästökerroin kgCO₂ekv:</u>	<u>Lähde:</u>
Kaulahuivi	6,9	SYKE
Takki	17,7	SYKE
Kiekko	2,8	SYKE
Fanilippu	2,8	SYKE
Tupsupipo	7,5	SYKE
Beaniepiipo	7,5	SYKE
Pelipaita	23,7	SYKE
T-paita	7,5	SYKE
Lippis	7,5	SYKE
Lastenpaita	6	SYKE
Muki	6,5	SYKE

3.6 Printit

Tapahtuman printtituotteet koostuvat katsojille jaettavista mainos läpsyttimistä. Muita printti materiaaleja tapahtumaan ei mennyt. Mainos printit ovat A3 kokoisia paperipohjaisia tuotteita, johon on printattuna mainos molemmin puolin. Printtituotteita oli otettu tapahtumaan 2 600 kpl:tta ja yleisöä tapahtumassa oli 2 081 kpl:tta.

Printtimateriaalin menekki lasketaan paikalla olleen yleisön mukaan. Suomen ympäristökeskuksen ja ilmastodieetin tietojen mukaan paperille, kirjoille, lehdille yms. käytetään laskennassa arvoa 0,32 kgCO₂ekv/€ /33/. Eräässä VTT:n tekemässä tutkimuksessa syväpainetun mainoslehtisen hiilijalanjälki elinkaarivaiheen perusteella on 1 499 kgCO₂ekv/1 000 kg (Mainoslehtisen hiilijalanjälki s.a). Printtimateriaaleista syntyvät päästöt on laskettu tämän tiedon mukaan, koska painon mukaan laskeminen tässä tapauksessa on selkeämpi vaihtoehto. Yhden printin päästökertoimeksi saadaan 0,03 kgCO₂ekv, kun printin paino on 0,02 kg.

3.7 Jää

Jäänhoito ja ylläpito on keskeinen osa tapahtumaa. Jäänhoitoon kulunut energia voidaan selvittää kylmälaitteen sähkönkulutuksen seurannalla tapahtuman aikana. Sähkön kulutus selvitetään kirjaamalla sähkönkulutusmittarin lukema ylös ennen tapahtuman alkua klo 15 ja tapahtuman jälkeen klo 19. Kulutetun sähkön määrä saadaan laskettua, kun tapahtuman jälkeisestä sähkönkulutusmittarin lukemasta vähennetään ennen tapahtuman alkua kirjattu sähkönkulutusmittarin lukema. Näiden lukemien erotuksena saadaan tapahtuman aikana kylmälaitteiston kuluttama sähköenergian määrä.

Jäänhoitoon kuluneen veden määrä selvitetään veden kulutusmittaria lukemalla. Lukemat kirjataan ylös enne tapahtuman alkua klo 15 ja tapahtuman päätyttyä klo 19. Jälkimmäisestä lukemasta vähennetään tapahtuman alussa kirjattu lukema. Erotuksen tuloksena saadaan kyseisellä ajan jaksolla kuluneen veden määrä.

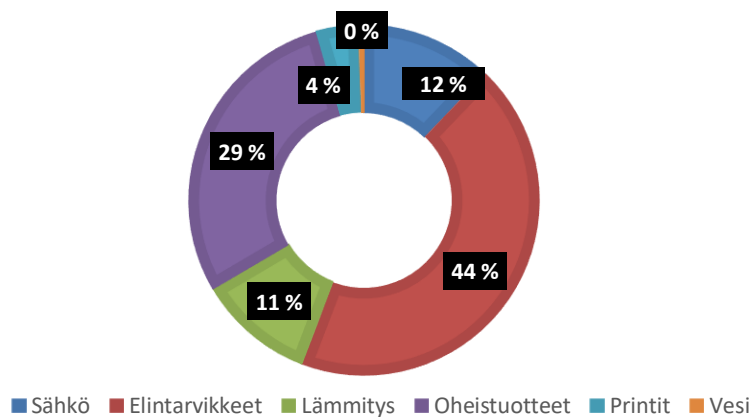
Jäänhoitokoneen käyttämä energia sisältyy areenan kokonaissähkön kulutukseen, koska jäänhoitokone toimii sähkömoottorilla. Jäänhoitokoneen teho on n. 18 KW ja käyttöaika tapahtuman aikana 50 min. Jäänhoitokoneen kuluttama energia voidaan selvittää laskemalla, kun tiedetään jäänhoitokoneen teho sekä käyttöaika tapahtuman aikana. (Zamboni s.a.)

4 TULOKSET

4.1 Ottelutapahtuman hiilijalanjälki

Ottelutapahtumassa sisäisten tekijöiden vaikutuksesta syntyi kasvihuonekaasu päästöjä yhteensä 1619,65 kgCO₂ekv, kuten kuvasta 7 voidaan todeta. Suurin osa päästöistä syntyi elintarvikkeiden kulutuksesta (44 %), toiseksi eniten päästöjä aiheutti oheistuotteet (29 %) ja kolmantena energian kulutus (23 %).

OTTELUTAPAHTUMAN SISÄISET PÄÄSTÖT



Kuva 7. Jukurien 27.11.2021 ottelutapahtuman sisäisten tekijöiden hiilijalanjäljen jakauma

Tapahtuman aikana seurattiin sähköenergian- ja lämmitysenergian kulutusta sekä veden, elintarvikkeiden, oheistuotteiden ja printtimainonnan vaikutusta hiilijalanjälkeen. Ottelutapahtumassa oli paikalla 2 081 katsojaa. Tapahtuman aikaisen kulutuksen seuranta kesti neljä tuntia, se aloitettiin tuntia ennen ottelua klo 15 ja lopetettiin tunti ottelun jälkeen klo19. Taulukossa 5 on kasvihuonekaasupäästöt eroteltuna eri osa-alueisiin.

Taulukko 5. Kasvihuonekaasu päästöt osa-alueittain

<u>Osa-alue</u>	<u>Kasvihuonekaasupäästöt (kgCO₂ekv):</u>
Sähkö	197,05
Elintarvikkeet	706,49
Lämmitys	173,94
Oheistuotteet	471,30
Printit	62,01
Vesi	8,81
<u>Yhteensä:</u>	<u>1619,60</u>

4.2 Elintarvikkeiden kulutus

Jukureilta saatujen myyntitietojen mukaan erilaisia elintarvikkeita tapahtuman aikana kulutettiin yhteensä 2 192 kpl:tta. Taulukkoon 6 on listattu tapahtumassa myydyt elintarvikkeet tuoteryhmittäin. Taulukosta voidaan helposti nähdä minkä tuoteryhmän kulutus on ollut tapahtuman aikana suurinta. Juotavien tuotteiden kulutus oli 1 107 kpl:tta, kun taas ruokaa ja makeisia myytiin 1 085 kpl:tta.

Taulukko 6. Tapahtuman myynti tuoteryhmittäin

<u>Tuoteryhmä</u>	<u>Kpl</u>
Väkevät	55

Siideri/lonkero	225
Viini	40
Olut	520
Ruoka	866
Limut	267
Karkit	219

Liitteenä olevaan taulukkoon (taulukko 7) on laskettu kaikkien tapahtumassa myytyjen elintarvikkeiden määrät. Taulukosta selviävät tuotteiden tapahtuman aikainen kulutus. Määrät on ilmoitettu juomien osalta litroina ja muiden elintarvikkeiden osalta kilogrammoissa tai kappale määrissä. Taulukossa 7 olevien tietojen avulla on voitu laskea elintarvikkeiden hiilijalanjälki tapahtuman ajalta.

Taulukossa 8 on laskettuna kaikkien myytyjen elintarvikkeiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen suuruus on ilmoitettu hiilidioksidiekvivalentti lukuna. Suurimmat päästöt syntyivät mietojen alkoholijuomien kulutuksesta (196,19 kgCO₂ekv). Seuraavaksi suurimmat päästöjen aiheuttajat olivat lihapiirakat (71,56 kgCO₂ekv) ja makkara (66,32 kgCO₂ekv).

Taulukko 8. Lasketut kasvihuonekaasupäästöt elintarvikkeille

<u>Myyty tuote</u>	<u>Hiilijalanjälki kgCO₂ekv</u>
Väkevät alkoholijuomat	3,71
Siideri/lonkero	53,63
Viini	13,1
Olut	142,56
Makkara	66,32
Kahvi	19,6
Tee	0,08
Kaakao	0,71
Mehu	13,87

Pulla/munkki	25,25
Patonki	5
HotDog	16,6
Lihapiirakka nakilla	57,84
Lihapiirakka	13,72
Popcorn	11,24
Buffet	66
Hamppari	60
Letut	16,5
Nakki	16,3
Pyttipannu	8,26
Ateria	24
Limut	35,68
Glögi	0,29
Red bull	0,56
Karkit	22,9
Suklaa	9,9
Sipsit	2,87
<u>Yhteensä</u>	<u>706,49</u>

4.3 Veden, sähkön ja lämmityksen kulutus

Vettä käytettiin tapahtuman aikana kokonaisuudessaan 17,973 m³. Päästöjä veden käytöstä syntyi 8,81 kg CO₂ekv.

Sähkönkulutusmittareiden mukaan sähköenergiaa ottelutapahtuman aikana kului yhteensä 2,214 MWh. Päästöjä sähkön kulutuksesta syntyi yhteensä 197,05 kg CO₂ekv

Mittaus tulosten mukaan lämmitysenergiaa kului ottelun aikana 2,31 MWh. Tapahtumassa kuluneen lämpöenergian hiilijalanjäljen suuruus on yhteensä 173,94 kg CO₂ekv.

4.4 Oheistuotteet ja printit

Oheistuotteita myytiin yhteensä 63 kappaletta. Myytyjen oheistuotteiden päästöjen suuruus on 471,30 kg CO₂ekv. Taulukossa 9 on eriteltynä oheistuotteet ja niiden aiheuttamat päästöt. Oheistuotteiden päästöt syntyvät lähes kokonaan tekstiilituotteista, joita myytävät tuotteet suurimmaksi osaksi ovat. Muiden kuin tekstiilituotteiden osuus hiilijalanjäljestä oli 8,5 %.

Taulukko 9. Oheistuotteiden hiilijalanjälki

<u>Tuote</u>	<u>Kpl</u>	<u>Päästöt kgCO₂ekv</u>
Kaulahuivi	7 kpl	48,3
Takki	2 kpl	35,4
Kiekkko	12 kpl	33,6
Fanilippu	4 kpl	11,2
Tupsupipo	6 kpl	45
Beaniepipo	8 kpl	60
Pelipaita	4 kpl	94,8
T-paita	10 kpl	75
Lippis	5 kpl	37,5
Lastenfanipaita	4 kpl	24
Mukeja	1 kpl	6,5
Yhteensä		471,3 kgCO ₂ ekv

Tapahtuman printtimateriaalit olivat mainos 'läpsyttimiä', niitä kului tapahtumassa yleisömäärän mukaan 2 081 kpl:tta. Yhden mainos 'läpsyttimen' hiilikerroin on 0,03 kgCO₂ekv ja tapahtumassa printtien hiilijalanjäljeksi saatiin 62,01 kgCO₂ekv.

4.5 Jäänhoito

Jään hoidon päästöt tapahtuman aikana oli 73,19 kgCO₂ sisältäen kuluneen veden määrän 1,32 m³. Kylmäkontin energian kulutus tapahtuman aikana oli 800 kWh. Tästä syntyy päästöjä 71,2 kgCO₂ekv. Jäänhoitokoneen kuluttama energian määrä oli 15 kWh, josta päästöjä tulee 1,34 kgCO₂ekv. Kulutetusta vedestä aiheutuvat päästöt 1,32 m³ osalta ovat 0,65 kg CO₂ekv.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Suurimmat kasvihuonekaasupäästöt ottelutapahtumassa syntyivät elintarvikkeiden ja oheistuotteiden sekä energian kulutuksesta. Tarkasteluun on valittu suurimmat todennäköisimmät kasvihuonekaasujen aiheuttamat osa-alueet ottelutapahtumassa ns. sisäisten tekijöiden osalta. Tarkasteltavat kulutuksien osa-alueet olivat sähkö, lämmitys, elintarvikkeet, vesi, oheistuotteet sekä printit. Jäänhoitoon liittyvä kulutus sisältyy energian ja veden kulutukseen, mutta se on kuitenkin eroteltu laskuissa myös omaksi osakseen, koska jäänhoito ja sen ylläpito ovat merkittävä ja kiinnostava osa tapahtumaa. Hepo-Oja (2018) on selvittänyt diplomityössään koko liigan hiilijalanjälkeä ja hänen työssään mm. energiankulutuksen osuus on ollut tuolloin noin 27 %.

Tapahtuman myyntitiedoista saatua dataa elintarvikkeiden ja oheistuotteiden kulutuksesta voidaan pitää luotettavana, mutta päästökertoimen selvittäminen jokaiselle tuotteelle on haastavaa, jonka vuoksi todellinen tulos voi olla hieman eri kuin tulokseksi on saatu. Käytetyt päästökertoimet ovat keskiarvoja sekä käytettävissä olevien tietojen pohjalta olevia arvioita.

Tulokset ovat suuntaa antavia, sillä tarkan hiilijalanjäljen laskeminen ja selvittäminen on haastavaa ja työlästä, koska jokaisen tuotteen elinkaari tulisi tuntea tarkasti materiaalien, tuotanto tapojen ja kierrätys asteen osalta. Tekstiilituotteiden osalta esimerkiksi Halti antaa tuotteilleen seuraavia hiilidioksidiekvivalentti lukuja. Teippaamaton kierrätetystä polyesteristä tehdyn ulkoilutakin hiilijalanjälki Haltin myymissä tuotteissa on 12,45 kg CO₂ekv, kun taas kierrätetystä polyesteristä valmistetun vedenpitävän, tuulenpitävän, saumateipatun ja hengittävän kuori takin hiilijalanjälki on selvästi suurempi, 60,34 kg CO₂ekv.

Halti antaa myös myymälleen polyesteri t-paidalle hiilijalanjäljen 5,5 kg CO₂ ekv ja puuvilla paidalle 2,1 kg CO₂ekv.

Tämä vaikuttaa laskelmien luotettavuuteen, sillä jos tuotteiden tarkat päästöarvot olisi saatu selville kullekin tuotteelle, olisi tulos todellinen juuri kyseiselle tuotteelle. Laskelmissa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen päästökertoimia, mikä voi laskea luotettavuutta, koska päästökerroin on yleispiirteinen ja tuotteen myyntihintaan perustuva. Hintaan perustuva kerroin voi tässä tapauksessa hieman vääristää tulosta, koska myytävät fanituotteet ovat erikoistuotteita ja näin ollen niiden myyntihinta voi olla korkeampi kuin tavallisten tuotteiden hinta.

Kuluneen sähköenergian tarkka määrä saatiin selville. Jukurit käyttää EKOenergia-merkittyä sähköä, joka on vastuullisesti tuotettua. Sähkön kulutuksen päästöjä en kuitenkaan laskenut nolla kertoimella vaan työssäni käytin sähköenergian päästökertoimena sähköyhtiön pienempää päästökerrointa, johon on huomioitu puhtaan energian osuus. Tätä kerrointa käytin siksi, että vaikka päästöjä ei itse sähkön tuotannosta tulisikaan, tulee niitä kuitenkin muista sähköntuotantoon liittyvistä vaiheista, kuten logistiikasta sekä infrastruktuurista sen rakentamisesta ja ylläpitämisestä.

Lämmitysenergian kulutus tapahtuman aikana on tarkasti selvillä, myös paikallisen voimalaitoksen keskimääräinen päästökerroin kyseiseltä vuodelta tiedetään, joten lämmityksestä syntyvä hiilijalanjäljen osuus on saatu tarkkaan määritettyä. Printtituotteiden osuus hiilijalanjälkeen on suuntaa antava, sillä tuotteen päästökerroin perustuu osin arviointeihin käytettävissä olevaan dataan ja kirjallisuus lähteisiin perustuen.

Veden hiilidioksidiekvivalentti laskettiin käytetyn veden mukaan, joka on myös samalla jäteveden määrä. Veden käytön ilmastovaikutuksia on tutkittu vielä melko vähän, joten tietoa oli niukasti tarjolla minkä vuoksi tulosta ei voida pitää absoluuttisen tarkkana. Veden hiilijalanjälki perustuu jäteveden päästökerrotimeen.

Tässä opinnäytetyössä laskettiin tapahtuman aikainen kokonaiskulutus sisäis-
tentekijöiden osalta, mikä ei suoraan kerro pelkästään tapahtumasta aiheutu-
via päästöjen määrän lisäystä verrattuna niin sanottuun arkikulutukseen, joka
menee hallin ylläpitoon joka tapauksessa.

Päästöihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi parantamalla entisestään jäähallin
energiatehokkuutta. Saneerauksen tai muun huollon yhteydessä voidaan vaih-
taa koneita energiatehokkaammiksi, parantaa lämmöntalteenottoa, käyttää
LED-valoja valaistuksessa sekä tarkkailla ja säätää ilmanvaihtoa ja lämmitystä
säännöllisesti. Sisätilojen lämpötilaa alentamalla esimerkiksi asteella saadaan
myös aikaan energian säästöä. Energian päästöihin voidaan vaikuttaa myös
satsaamalla aurinkopaneeleihin sekä käyttämällä sellaisia energiayhtiöitä,
jotka tuottavat energiaa uusiutuvilla energianlähteillä.

Elintarvikkeissa ja oheistuotteissa pystytään ilmastokuormaa vähentämään
myymällä vastuullisesti ja lähellä tuotettuja tuotteita. Elintarvikkeissa myös
luomu ja kasvis vaihtoehtoja tulisi suosia hiilijalanjäljen pienentämiseksi sekä
oheistuotteissa voisi suosia kierrätysmateriaaleista vastuullisesti valmistettuja
sertifioituja tuotteita.

Kaikkia toiminnasta aiheutuvia päästöjä ei ole kuitenkaan mahdollista toimen-
piteillä täysin poistaa, vaan jäljelle jäävää hiilijalanjälkeä voidaan kompensoida
sijoittamalla rahaa hiilidioksidia sitoviin projekteihin eli ostamalla päästökomp-
ensaatioita, joilla on suuri vaikutus hiilineutraaliuden saavuttamisessa.

Kahdessa eri opinnäytetyössä laskettu Jukurien ottelukohtainen hiilijalanjälki
oli yhteensä 9 520 kgCO₂ekv. Vertailtaessa esimerkiksi Hepo-Oja (2018) dip-
lomityössään selvittämään liigan hiilijalanjälkeen, joka oli keskimäärin n.
12 000 kgCO₂ekv. ottelua kohden on Jukurien hiilijalanjälki selvästi alle tuon
aikaisen keskiarvon.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tapahtuman suurimman osuuden kasvihuonekaasupäästöistä tässä tutkimuk-
sessa selvitetystä sisäisistä tekijöistä aiheutuvat elintarvikkeiden kulutuksesta

(44 %), toiseksi suurin osuus hiilijalanjäljestä syntyy oheistuotteiden kulutuksesta (29 %) ja kolmantena tulee energian kulutus (23 %). Päästötietojen ja arvioiden epävarmuudet ja puutteet laajassa kokonaisuudessa vaikuttavat hie-
man lopputulokseen, joten sitä ei voida pitää absoluuttisena.

LÄHTEET

Avoimet työkalut 2023. Openco2.net. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hiilija-lanjälkialusta - OpenCO2.net](#) [viitattu 26.1.2023].

CO₂-päästökertoimet 2022. Motiva.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.4.2023. Saatavissa: [CO2-päästökertoimet - Motiva](#) [viitattu 23.1.2023].

Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Ympäristö.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.5.2023. Saatavissa: [Ymparisto > Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli](#) [Viitattu 6.10.2022].

Energiantuotanto 2023. Energiamaailma. WWW-dokumentti. Saatavissa. [Energiantuotanto - Energiamaailma](#) [viitattu 15.11.2022].

Ertimo, L. 2021. Ilmastomuutos selkokielellä. Helsinki: Otava.

Global Warming of 1.5°C. 2019. Ipcc.ch. WWW-dokumentti. Saatavissa: [SR15 Full Report HR.pdf \(ipcc.ch\)](#) [viitattu 23.1.2023].

Hepo-oja, L. 2018. Jääkiekon ilmastovaikutukset case: liigan hiilijalanjälki. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö. PDF-dokumentti. Saatavissa: [Diplomityö Hepo-oja Lotta.pdf \(lut.fi\)](#) [viitattu 20.3.2022].

How is the carbon footprint calculated in the Climate diet tool? Ilmastodieetti.ympäristö.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmastodieetti.ymparisto.fi/ilmastodieetti/calculationinfo#baseData> [viitattu 8.2.2023].

Ikioma areena (Mikkelin jäähalli) s.a. Jukurit.fi. WWW-dokumentti. saatavissa: [Jäähalli | Jukurit](#) [viitattu 20.2.2023].

Ilmastolaki 1.7.2022/423

IPCC tukee ilmastopoliittista päätöksentekoa. 2022. Ilmatieteenlaitos. WWW-dokumentti. Saatavissa: [IPCC-ilmastopaneeli - Ilmatieteen laitos](#). [Viitattu 6.10.2022].

Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö 2019. Helda.helsinki.fi. PDF-dokumentti. 2019. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SY-KEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y [viitattu 8.2.2023].

Jääkiekko Suomessa s.a. Urheilunkirjo.com. WWW-dokumentti. Päivitetty 7.2.2022. Saatavissa: [Suomalainen jääkiekko \(urheilunkirjo.com\)](http://Suomalainen_jaakiekkko(urheilunkirjo.com)) [viitattu 20.2.2022].

Kaukolämpöverkon päästöt 2022. Etelä-Savon Energia Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Etelä-Savon Energia Oy - Mikkeli - Kaukolämmön CO₂-päästöt - Kaukolämmön päästölaskuri | Paikallisvoima \(kpaastolaskuri.fi\)](http://Etelä-Savon_Energia_Oy_-_Mikkeli_-_Kaukolämmön_CO2-päästöt_-_Kaukolämmön_päästölaskuri_|_Paikallisvoima_(kpaastolaskuri.fi)) [viitattu 6.10.2022].

Mikä ilmastonmuutos? s.a. Openilmasto-opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://openilmasto-opas.fi/mika-ilmastonmuutos/> [viitattu 21.3.2022].

Lausuntopyyntö luonnoksesta uudeksi ilmastolaiksi. 2021. Lausuntopalvelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=b1b5b108-c665-4eba-b991-207d08da8770> [viitattu 6.10.2022].

Liiga.fi s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Etusivu - Liiga.fi](http://Etusivu_-_Liiga.fi) [viitattu 20.2.2023].

Luonnon happamoituminen s.a. Peda.net. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Luonnon happamoituminen \(peda.net\)](http://Luonnon_happamoituminen(peda.net)) [viitattu 23.11.2022].

Lämmitys s.a. Motiva.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 17.1.2023. Saatavissa: [Lämmitys - Motiva](http://Lämmitys_-_Motiva) [viitattu 29.11.2022].

Maapallon vesivarat s.a. Peda.net. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://peda.net/Catalunya/vedet/vpl/mediamappi/kuvat/maapallon-vesivarat> [viitattu 25.11.2022].

Mainoslehtisen hiilijalanjälki s.a. Projectsites. Vtt.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [mainoslehtisen hiilijalanjalki 2010.pdf \(vtt.fi\)](http://mainoslehtisen_hiilijalanjalki_2010.pdf(vtt.fi)) [viitattu 11.1.2023].

Määritelmä sanalle Printti s.a. Mita-tarkoittaa.com. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Tarkoitus & määritelmä Printti \(mita-tarkoittaa.com\)](http://Tarkoitus_&_määritelmä_Printti(mita-tarkoittaa.com)) [viitattu 11.1.2023].

Näin mittaat ruokaostosten hiilijalanjaljen. K-ruoka.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.4.2023. Saatavissa: <https://www.k-ruoka.fi/artikkelit/vastuullisuus/nain-mittaamme-ruokaostosten-hiilijalanjalkea> [viitattu 23.3.2023].

Pariisin ilmastopöytäkirja s.a. Ym.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Pariisin ilmastopöytäkirja - Ympäristöministeriö](#) [viitattu 17.2.2023].

Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa 2022. Ilmasto-opas.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 7.10.2022. Saatavissa: [Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa | Ilmasto-opas](#) [viitattu 5.12.2022].

Ruoan ilmastovaikutukset s.a. Ilmastoviisas.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Ruoan ilmastovaikutukset - Ilmastonmuutokseen varautuminen maataloudessa \(ilmastoviisas.fi\)](#) [viitattu 17.11.2022].

Sähköenergia s.a. Edu.helsinki.fi. Wwww-dokumentti. Saatavissa: [ASTEL - FYKE-opas \(helsinki.fi\)](#) [viitattu 15.11.2022].

Sähkön alkuperä. Lumme-energia.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Sähkön alkuperä | Lumme Energia \(lumme-energia.fi\)](#) [viitattu 20.2.2023].

Taalas, P. 2021. Ilmastonmuutos ilmatieteilijän silmin, Helsinki: Tammi.

Tekstiilit 2018. Motiva.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 14.6.2018. Saatavissa: [Tekstiilit - Motiva](#) [viitattu 10.1.2023].

Tiheyden teoria2013. Koppa.jyu.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 11.4.2013. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/kemia/ako/folder.2006-09-07.6395239497> [viitattu 25.11.2022].

Uutta tutkimustietoa jätevedenpuhdistamoiden hiilijalanjäljen pienentämiseksi 2021. Fcg.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 20.4.2021. Saatavissa: [Uutta tutkimustietoa jätevedenpuhdistamoiden hiilijalanjäljen pienentämiseksi - FCG Finnish Consulting Group](#) [viitattu 29.11.2022].

Vaatimukset yleisille kulutustavaroille s.a. Tukes.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Yleiset kulutustavarat | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#) [viitattu 9.1.2023].

Vastuullisuus. Halti.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Tuotteen hiilijalanjäljen laskeminen – Halti verkkokauppa](#) [viitattu 23.1.2023].

Veden kierto merestä mantereelle ja takaisin s.a. Peda.net. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://peda.net/Catalunya/vedet/vpl/mediamappi/kuvat/vkmmjt> [viitattu 25.11.2022].

Veden ominaisuudet 2013. Koppa.jyu.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 11.4.2013. Saatavissa: [VEDEN OMINAISUUDET — Jyväskylän yliopiston Koppa \(juu.fi\)](#) [Viitattu 23.11.2022].

Vesi s.a. Oph.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Vesi | Opetushallitus \(oph.fi\)](#) [viitattu.25.11.2022].

Vesihuollosta hiilineutraali kiertotalouden edelläkävijä s.a Ympäristö.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Ymparisto > Vesihuollosta hiilineutraali kierto- talouden edelläkävijä](#) [viitattu 29.11.2022].

Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa s.a. Tem.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Yleiset vaatimukset tuotteille Suomessa - Työ- ja elinkeinoministeriön verkkopalvelu \(tem.fi\)](#) [viitattu 9.1.2023].

Zamboni. Prorink.com. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Zamboni 552 Sevcon ja 552 AC \(prorink.com\)](#) [viitattu 26.1.2023].

Taulukko 7. Myytyjen elintarvikkeiden määrät yhteensä tuotteittain

Koskenkorva, 0,06 l	Kahvi, 59 l	Sipsi/pähkinä, 1,28 kg
Jaloviina, 0,36 l	Tee, 1,6 l	Heimobuffet, 11 kpl
Shotti 18 %, 0,64 l	Kaakao, 3 l	Makkara, 11,8 kg
Rommi, 0,04 l	Trip-mehu, 14,6 l	Pitkä nakki, 2,9 kg
Viski 40 %, 0,08 l	Limsa, 69,96 l	Pyttipannu, 2,8 kg
Jägermeister, 0,64 l	Pulla/munkki, 10,1 kg	Popcorn, 5,35 kg
Konjakki vs, 0,08 l	Viikinki patonki, 2 kg	Ateria, 12 kpl
Minttu, 0,28 l	Hot dog, 2,95 kg	Redbull, 1,25 l
Siideri 4,7 %, 14,52 l	Lihapiirakka, 4,65 kg	Glögi, 0,3 l
Lonkero 5,5 %, 67,98 l	Lihis nakilla, 12 kg	Suklaat, 3,3 kg
Olut 4,5 %, 263 l	Karkkiaski, 0,88 kg	Drink mixer, 9 kpl
Punaviini 18 %, 1,05 l	Karkkipussi, 8,28 kg	Valkoviini, 1,19 l
alkoholiton olut/siider, 1 l	Ruoka avoin 4 kpl	Hampurilainen, 25 kpl
Kuohuviini, 5,45 l	Makeat letut, 11 kpl	