



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jaakko Sahila, Alisa Vainio, Teemu Villberg, Julia Wasberg

Han-Golfin hiilijalanjälki ja tulevaisuus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Innovaatioprojekti

6.3.2019

Tekijät Otsikko	Jaakko Sahila, Alisa Vainio, Teemu Villberg, Julia Wasberg Han-Golfin hiilijalanjälki ja tulevaisuus
Sivumäärä Aika	38 sivua + 4 liitettä 6.3.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Yliopettaja Pentti Viluksela
Golfyhteisöt pyrkivät yhä enenevässä määrin edistämään ympäristövaikutusten huomioonottamista, säästämään luonnonvaroja sekä parantamaan ympäristösuorituskykyään. Elin-kaariarviointien menetelmiä käyttäen tässä työssä selvitettiin Han-Golf Oy Ab:n toiminnan ja kunnossapidon hiilijalanjälki sekä annettiin suosituksia sen vähentämiseksi muun muassa klubitalon lämpökuvaukseen perustuen. Hiilijalanjälki kuvaa toiminnan ilmastovaikutusta ilmoittamalla toiminnasta syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärään hiiliidioksidiekvivalentiksi muutettuna. Vuosina 2017 ja 2018 Han-Golfin hiilijalanjälki oli keskimäärin 76,7 t CO₂e. Golfkentällä pelattiin tuolloin keskimäärin 15 433 kierrosta vuodessa, mikä vastaa 4,97 kg CO₂e hiilijalanjälkeä kierrosta kohti. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutui pelaajien matkustamisesta, jonka osuus hiilijalanjäljestä oli noin kolmannes. Työkoneiden käyttäminen aiheutti suurimman osan – noin 29 % – toiminnasta syntyvistä suorista kasvihuonekaasupäästöistä. Työssä selvitettiin myös alueen pintavesien tilaa sekä tarkasteltiin laskennallisesti golfkentältä syntyvän ravinnevaluman kokonaismäärää. Nurmipintaisilta alueilta muodostuvan typ- pikuormituksen kokonaismääräksi arvioitiin tässä yhteydessä 5–12 kg/vuosi ja fosforikuor- mituksen 0,2 kg/vuosi.	
Avainsanat	Han-Golf, hiilijalanjälkiselvitys, lämpökamerakuvaus

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Han-Golfin toiminnan hiilijalanjälki	2
2.1	Tavoitteet ja soveltamisala	2
2.1.1	Tavoite	2
2.1.2	Toiminnallinen yksikkö	2
2.1.3	Tuotejärjestelmän rajat	2
2.2	Inventaarioanalyysi	4
2.2.1	Sähkönkulutus	4
2.2.2	Lannoitteiden valmistus ja kuljetus	4
2.2.3	Työkoneiden käyttö	6
2.2.4	Hiekan valmistus ja kuljetus	7
2.2.5	Vesihuolto	7
2.2.6	Maaperäpäästöt	8
2.2.7	Pelaajien matkustaminen Han-Golfin	9
2.2.8	Henkilökunnan matkustaminen	10
2.2.9	Jätehuolto	11
2.3	Vaikutusten arviointi	13
2.4	Tulosten tulkinta	14
3	Tavoitteena entistä ilmastoystävällisempi Han-Golf	16
3.1	Hiilensidontakyvyn kasvattaminen puiden lisäämistä	16
3.2	Kasvihuonekaasupäästöjen kitkeminen toimintamuutoksilla	18
3.2.1	Vuokrattavat bägikaapit	18
3.2.2	Työkoneiden polttoöljyn ja dieselin korvaaminen biodieselillä	19
3.2.3	Lannoitteiden hankinta kotimaasta tai Euroopasta	20
3.2.4	Energiakatselmus ja sen perusteella käyttösuunnitelma	20
3.3	Toimenpide-ehdotusten yhteenveto	21
3.4	Kommentti aurinkosähkön omatuotannon kannattavuuteen Han-Golfissa	22
4	Pintavesien tilan seuranta	25

4.1	Näytteenotto ja analysointi	25
4.2	Tulokset	26
4.3	Tulosten tarkastelu	27
5	Klubitalon energiatehokkuuden tutkiminen lämpökameralla	28
5.1	Lämpökamerakuvaus	28
5.2	Lämpökuvien tulkitseminen	28
5.3	Toimenpide-ehdotukset	30
6	Johtopäätökset ja yhteenveto	30
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Hiilijalanjätkilaskelmat	
	Liite 2. Hiilijalanjätkikaaviot	
	Liite 3. Näytteenottopisteet vesianalyysseihin	
	Liite 4. Lämpökameraraportti	

Lyhenteet

CO ₂	Hiilidioksidi
CO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalentti. Yksikkö, jolla verrataan kasvihuonekaasupäästön ilmastomuutosvaikutusta hiilidioksidin ilmastomuutosvaikutukseen.
Han-Golf	Golfyhteisö, johon kuuluu Han-Golf Oy Ab -yhtiö sekä golfseura Hangon Golf r.y.
LCI	<i>Life Cycle Inventory analysis</i> . Inventaarioanalyysi. Hiilijalanjälkiselvityksen vaihe, jossa toiminnon syötteet ja tuotokset koostetaan ja kuvataan kvantitatiivisesti.
LCIA	<i>Life Cycle Impact Assessment</i> . Vaikutusarviointi. Hiilijalanjälkiselvityksen vaihe, jossa arvioidaan tuotejärjestelmän potentiaalisten ilmastomuutosvaikutusten laajuutta ja merkittävyyttä.

1 Johdanto

Ilmastomuutos on yksi vakavimmista ihmiskuntaa uhkaavista kriiseistä. Sen hillitseminen edellyttää nopeita, kauaskantoisia ja ennennäkemättömiä toimenpiteitä sekä yksilöiltä että organisaatioilta. Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseksi onkin käynnistetty monia hankkeita, jotka nojaavat eri toimintojen ilmastovaikutusten tuntemiseen.

Han-Golf on Hangossa toimiva golfyhteisö, jonka toimintaan kuuluu 18-reikäisen kentän lisäksi kahvila ja golfvälinekauppa. Alkuperäinen, lyhyempi kenttä valmistui vuonna 1997 ja laajennus nykyiseen muotoon vuonna 2006. Kentän sijainnin vuoksi golfkausi on Suomen pisimpien joukossa ollen yleensä 8–9 kk. [1.]

Ilmastovaikutusten selvittäminen toimenpide-ehdotuksineen on mainittu Han-Golfin yhtiökokouksessa, jossa se listattiin kuluvin kauden kärkihankkeeksi. Projektin tavoitteena on tästä syystä laskea yrityksen toiminnan hiilijalanjälki. Lisäksi arvioidaan klubitalon lämpöteknistä toimivuutta lämpökamerakuvauksin sekä seurataan alueen pintavesien tilaa.

Hiilijalanjälkiselvityksestä saatava hyöty ja näkyvyys tukevat yrityksen ympäristötoimintaa. Han-Golf on kentänhoidoltaan ja -rakenteeltaan profiloitunut luonnonmukaiseksi ja vähälannoitteiseksi kentäksi. Tätä mainetta hiilijalanjäljen selvitys toimenpiteineen osaltaan ylläpitää. Ympäristöystävällisyys on markkinointietu, jolla Han-Golf pyrkii erottumaan kilpailijoistaan.

Hiilijalanjälkiselvityksen ja lämpökamerakuvausten tulosten perusteella laaditaan Han-Golfille toimenpide-ehdotukset hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Ehdotukset muodostetaan hiilijalanjälkiselvityksessä esille tulleiden seikkojen, asiakkaan suunnitelmien ja alan käytäntöjen pohjalta ottaen huomioon myös muiden samankaltaisten hankkeiden onnistuneet toimenpiteet.

2 Han-Golfin toiminnan hiilijalanjälki

2.1 Tavoitteet ja soveltamisala

Hiilijalanjälkiselvityksen ensimmäinen vaihe on tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely. Siinä kuvataan muun muassa selvityksen tekemisen syyt, käyttötarkoitus, tuotejärjestelmän rajat, toiminnallinen yksikkö sekä se, kenelle selvityksen tulokset on suunniteltu viestittävän. Määriteltävien tavoitteiden ja soveltamisalan on oltava keskenään yhteensouvia. [2.]

2.1.1 Tavoite

Selvityksen tavoite on määrittää Han-Golfin toiminnan vaikutus ilmaston muuttumiseen laskemalla kaikki merkittävät kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat yhden vuoden ajalta. Kasvihuonekaasupäästöt yhteismitallistetaan muuntamalla ne ekvivalenttiseksi hiilidioksidiksi (CO_2e), joka ilmaisee kasvihuonekaasun ilmastonmuutosvaikutuksen 100 vuoden aikajänteellä suhteessa hiilidioksidiin [3]. Selvityksen tuloksia voidaan käyttää toiminnan kehittämisessä ja parantamisessa, strategisessa suunnittelussa sekä jäsenviestinnässä. Hiilijalanjäljen selvitysraportti on tarkoitettu Han-Golfin sisäiseen käyttöön.

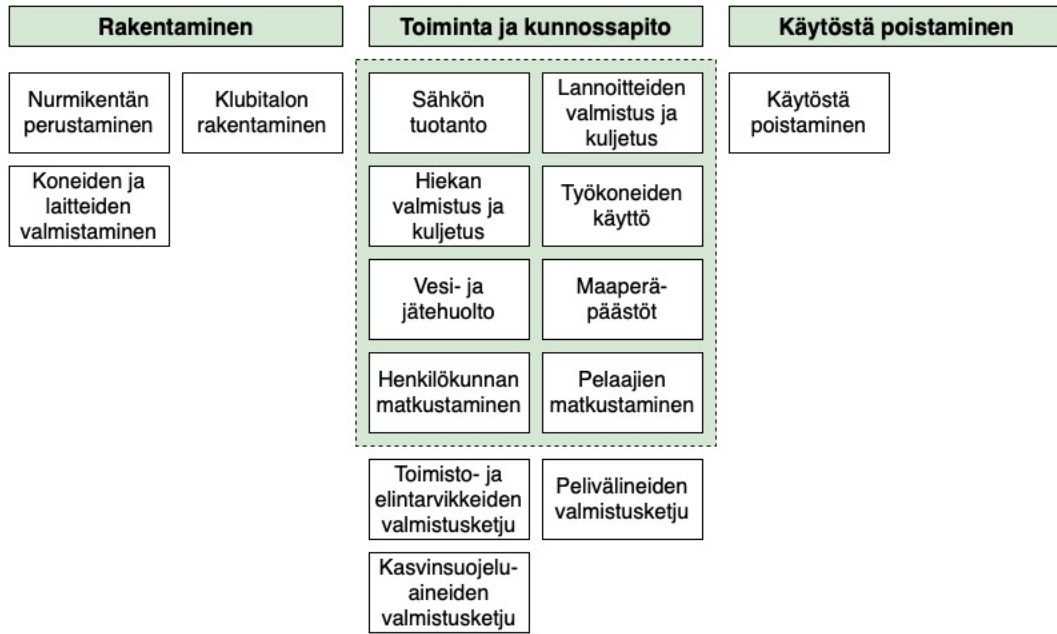
2.1.2 Toiminnallinen yksikkö

Selvityksen toiminnallinen yksikkö on Han-Golfin toiminta yhden vuoden ajalta, vuosina 2017 ja 2018. Kaikki kasvihuonekaasupäästöt on ilmoitettu hiilidioksidiekvivalenteina suhteessa tähän toiminnalliseen yksikköön.

2.1.3 Tuotejärjestelmän rajat

Suomalaisten golfkenttien hiilijalanjäljen tuoteryhmäsääntöjen käyttöönoton edistämiseksi selvityksessä käytetään soveltuvin osin Ilmastoystävällinen golfkenttä: CASE Meri-Teijo Golf -diplomityössä esitettyjä tuotejärjestelmän rajoja. Laskenta sisältää kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat golfkentän toimintaan ja kunnossapitoon liittyvistä

yksikköprosesseista, joiden on havaittu aikaisemmissa selvityksissä vaikuttavan merkittävästi hiilijalanjälkeen. Selvitykseen sisältyy yksikköprosessit sähkön tuotannolle, lannoitteiden ja hiekan valmistukselle ja kuljetukselle, työkoneiden käytölle, vesi- ja jätehuollolle, maaperäpäästöille sekä henkilökunnan ja golfin pelaajien matkustamiselle (kuva 1).



Kuva 1. Tuotejärjestelmän rajat. Katkoviivan sisällä olevat yksikköprosessit ovat osa tuotejärjestelmää.

Golfkentän toimintaan ja kunnossapitoon liittyvistä yksikköprosesseista tuotejärjestelmän ulkopuolelle on rajattu toimisto- ja elintarvikkeiden, kasvinsuojeluaineiden sekä pelivälineiden valmistusketju, sillä niistä ei ollut saatavilla luotettavaa tietoa ja niiden vaikutus arvioitiin vähäiseksi. Golfkentän rakentamisen ja käytöstä poistamisen ilmaston lämmitysvaikutuksia ei tarkastella tässä selvityksessä. Yksityiskohtaisemmat rajaukset on esitetty luvussa 2.2.

2.2 Inventaarioanalyysi

Inventaarioanalyysi (LCI) on hiilijalanjälkiselvityksen vaihe, jossa selvitetään eri prosesseihin menevät syötteet eli tässä tapauksessa materiaali- ja energiavirrat sekä eri prosessien tuotokset ja kasvihuonekaasupäästöt. Prosessit ovat toisiinsa liittyviä tai vuorovaikutteisia toimintoja, jotka muuttavat syötteet tuotoksiksi. Tässä työssä prosessit ovat erilaisia päästölähteitä. [4, s. 19–20.]

Inventaarioanalyysin tiedonkeruu toteutettiin syksyn 2018 ja kevään 2019 välisenä aikana. Tietoa kerättiin erilaisten kyselyiden avulla Han-Golfin henkilökunnalta sekä pelaajajäseniltä. Tiedonkeruun tavoitteena oli kerätä mahdollisimman kattavat tiedot kentänhoidon sekä muun toiminnan energian- ja vedenkulutuksesta sekä muista materiaali- ja energiavirroista. Energiankulutukseen sisältyy sähkön ja lämmön sekä polttoaineiden kulutus. Materiaalivirroilla tarkoitetaan materiaalien, esimerkiksi lannoitteiden ja hiekan kulutusta. Energian- ja vedenkulutuksen sekä materiaalivirtojen tiedonkeruun lisäksi haettiin kirjallisuus- ja aineistolähteistä erilaisia lähtöarvoja laskennan tueksi.

2.2.1 Sähkönkulutus

Sähkönkuluttajia golfkentällä ovat muun muassa klubitalo sekä alueen muut kiinteistöt ja porakaivo. Han-Golfin sähkönkulutus oli vuonna 2018 noin 114 100 kWh ja vuonna 2017 noin 99 500 kWh. Golfkentällä kulutettu sähkö on ostettu Vattenfallilta, ja se on tuotettu 100 % vesivoimalla. Sähkönkulutuksen hiilijalanjälki on laskettu Ecoinvent 3 -tietokannasta otetun vesivoimalla Suomessa tuotetun sähkön yksikköpäästökertoimen avulla.

2.2.2 Lannoitteiden valmistus ja kuljetus

Han-Golfin lannoitteiden käyttömäärät alittavat selvästi annettujen ohjearvojen vaatimukset. Vuonna 2017 Han-Golf käytti kentän lannoitukseen typpeä 481 kg ja fosforia 37 kg. Vuonna 2018 typpeä käytettiin 845 kg ja fosforia 86 kg. Suomen Golfliiton vuonna 2009 julkaiseman ympäristökäsikirjan lannoiteohjeistukseen perustuvat lannoitesuositukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ympäristökäsikirjan mukaiset lannoituksen suositusmäärät [5].

Han-Golfin nurmialueen osa ja sen pinta-ala (ha)	Vuosittaisen lannoituksen tavoitemäärä (kg/ha) [5]	Suosittelut enimmäismäärä typelle ja fosforille (kg/vuosi)
Viheriöt ja viheriö- kummut 2,4	Typpi: 100–220 Fosfori: 20–50	Typpi: 240–528 Fosfori: 48–120
Aloituspaikat 1,0	Typpi: 80–170 Fosfori: 10–40	Typpi: 80–170 Fosfori: 10–40
Väylät 11,0	Typpi: 40–80 Fosfori: 10–30	Typpi: 440–880 Fosfori: 110–330
Karheikot 20,0	Typpi: <20 Fosfori: <10	Typpi: 0–400 Fosfori: 0–200
Yhteensä:		Typpi: 760–1978 Fosfori: 168–690

Lannoitteiden aiheuttamissa kasvihuonekaasupäästöissä on huomioitu niiden valmistuksen lisäksi myös niiden kuljetus. Alkuperä- ja valmistusmaita ovat Yhdysvallat, Englanti, Tanska ja Saksa, joista lannoitteet on oletettu kuljetettavan Suomeen 2000 TEU -konttialuksella. Meriteitä pitkin kuljettuja etäisyyksiä on arvioitu merietäisyyslaskurin avulla [6].

Rahdin päästökertoimen yksikkö voidaan esittää muodossa CO₂e t/tkm, joka tarkoittaa tuotettuja kasvihuonekaasupäästöjä jokaista kuljetettua tuotetonna kohti. Rahdattujen lannoitteiden vuonna 2017 kokonaismassa oli 4 040 kg ja vuonna 2018 se oli 5 144 kg. Lannoitteiden kuljetuksen tuottamat kasvihuonekaasupäästöt on laskettu kertomalla kuljetettu matka edellä kuvatulla päästökertoimella ja lannoitteiden tonnimäärällä.

Kuljetuksen aiheuttamien kasvihuonekaasujen laskennassa on käytetty tiettyjä logistiikkaan liittyviä oletuksia. Samasta lähtömaasta toimitetut lannoitteet on oletettu tuotavan samassa rahdissa. Lisäksi lannoitteiden kokonaismassat on jaettu tasan eri maista lähteville merirahdeille, eikä selvitetty tarkemmin kunkin alkuperämaan osuutta kokonaistoimituksissa.

2.2.3 Työkoneiden käyttö

Han-Golfin kentänhoitoon käytettävän kaluston vuosina 2017–18 kuluttamat polttoainemäärät on lueteltu seuraavassa taulukossa 2.

Taulukko 2. Kentänhoitokaluston kuluttamat polttoainemäärät 2017–18 [7].

Polttoaine	Vuosi	Kulutettu määrä (l)
Bensiini	2017	722,00
	2018	777,00
Polttoöljy	2017	5 409,00
	2018	7 023,00

Diesel	2017	275,00
	2018	191,57

Työkoneiden käytön kasvihuonekaasupäästöjä syntyy työkoneiden polttoaineiden palamistuotteina. Kentänhoitokoneiden oletetaan vastaavan päästöiltään keskimääräistä diesel- tai bensiinimoottorilla varustettua työkonetta. Lisäksi päästöjä aiheuttaa kulutettujen polttoaine-erien valmistus. Valmistusprosesseihin sisältyvät kaikki polttoaineen tuotantopaikan yksikköprosessit [7].

2.2.4 Hiekan valmistus ja kuljetus

Golfkentän nurmipintaisten alueiden ja hiekkaesteiden kunnossapitoon käytetään vesi-seulottua hiekkaa, jonka raekoko on 0,2–2 mm. Käytetyn hiekan kokonaismäärä vuonna 2017 oli 90 tonnia ja vuonna 2018 se oli 670 tonnia. Hiekka kuljetettiin auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä 168 km Rudus Oy:n Karhin toimituspisteestä. [8; 9.]

Hiekan valmistusprosessi kattaa kaikki yksikköprosessit ennen kuin hiekka poistuu tuotantopaikalta [7]. Hiekka oletetaan kuljetettavan Euro 6 -luokan varsinaisella perävaunulla varustetulla yhdistelmällä. Ajoneuvon edestakainen kuljetusmatka on 336 km ja polttoaineen kulutus 135 kg edestakaista matkaa kohti [9; 10]. Polttoaineen biokomponenttien massaosuudeksi oletetaan 5,75 % ja rikkipitoisuudeksi 10 ppm. Polttoaineen valmistusprosessi kattaa kaikki yksikköprosessit ennen kuin polttoaine poistuu tuotantopaikalta [7].

2.2.5 Vesihuolto

Klubitalossa ja huoltorakennuksissa käytettävä talousvesi otetaan kunnan vesijohtoverkostosta. Talousvedenkulutus vuonna 2017 oli 248 m³ ja vuonna 2018 se oli 443 m³. Muodostuva jätevesi johdetaan Hangon Vesi -liikelaitoksen Suursuon jätevedenpuhdis-

tamolle, jonne kuljetetaan myös toiminnassa syntyvä sakokaivoliete. Poiskuljetetun sakokaivolietteen määrä vuonna 2017 oli 5 m³ ja vuonna 2018 se oli 9 m³ [9]. Puhdistettavan jäteveden kokonaismäärän oletetaan vastaavan talousveden määrää, johon on lisätty poiskuljetetun sakokaivolietteen määrä.

Vesihuollon hiilijalanjäljessä on huomioitu talousveden valmistus, sakokaivolietteen kuljetus sekä jäteveden puhdistus. Talousveden valmistusprosessi kattaa kaikki merkitykselliset prosessivaiheet vedenotosta aina veden johtamiseen käyttäjän tontin rajalle saakka. Jäteveden puhdistusprosessi kattaa jäteveden poisjohtamiseen, jäteveden käsittelyyn sekä lietteiden loppusijoitukseen liittyvät merkitykselliset prosessivaiheet. [11.]

Sakokaivoliete oletetaan kuljetettavan imuautolla, joka vastaa päästöiltään Euro 6 -luokan suurta jakelukuorma-autoa. Ajoneuvon edestakainen kuljetusmatka on 13,2 km ja polttoaineen kulutus 1,9 kg edestakaista matkaa kohti [8; 10]. Polttoaineen biokomponenttien massaosuudeksi oletetaan 5,75 % ja rikkipitoisuudeksi 10 ppm. Polttoaineen valmistusprosessi kattaa kaikki yksikköprosessit ennen kuin polttoaine poistuu tuotantopaikalta [7].

Golfkentän kasteluvesi otetaan alueella sijaitsevista lammista ja porakaivosta [9]. Kastelun ilmastovaikutus aiheutuu ensisijaisesti kastelujärjestelmän energiankulutuksesta, mistä syystä se on huomioitu sähkönkulutuksen hiilijalanjäljessä.

2.2.6 Maaperäpäästöt

Golfkentän nurmi leikataan säännöllisesti kasvukauden aikana. Ruohonleikkauksesta syntyvä ruohonleikkuujäte jätetään joko maahan tai kerätään ja levitetään nurmienten muille alueille [9]. Maaperässä tapahtuvan nitrifikaation (ammoniumin hapettuminen nitriitiksi ja nitraatiksi) ja denitrifikaation (nitraatin pelkistyminen typpikaasuksi ja dityppioksidiksi) seurauksena osa ruohonleikkuujätteeseen ja maaperään sitoutuneesta sekä nurmelle levitetystä timestä vapautuu ilmakehään dityppioksidina [12].

Golfkentän nurmipintaisten alueiden kokonaispinta-ala on 35,4 ha [13]. Niille levitetyn lannoitetypen kokonaismäärä vuonna 2017 oli 481 kg ja vuonna 2018 se oli 845 kg [9].

Levitetystä lannoitetypestä 1 %:n oletetaan muuntuvan dityppioksidiksi [14]. Ruohonleikkujätteeseen ja maaperään sitoutuneen typen oletetaan tämän lisäksi muodostavan 0,5 kg dityppioksidia hehtaaria kohti [15]. Muodostuvien dityppioksidipäästöjen määrään liittyvä epävarmuus on kuitenkin suuri, sillä niihin vaikuttaa monien muiden tekijöiden ohella maaperän ominaisuudet ja kunnossapito [12].

2.2.7 Pelaajien matkustaminen Han-Golfin

Golfkentälle matkustaminen on merkittävä päästöjen lähde, sillä kentän sijainnin vuoksi suurin osa pelaajista joutuu turvautumaan autoon kodin ja kentän välisen matkan kulkemiseen. Vuonna 2017 Han-Golfin golfkentällä pelattiin yhteensä 16 502 pelikierrosta, joista 9 974 oli jäsenten ja 6 528 taas vieraspelaajien pelaamia pelikierroksia. Vuonna 2018 vastaavat luvut olivat jäsenille 9 296 ja vieraspelaajille 5 067. Täten siis vuonna 2018 pelattiin yhteensä 14 363 pelikierrosta.

Pelaajien kentälle matkustamisen hiilijalanjälkeä lähdettiin tutkimaan kyselytutkimuksen avulla. Kyselyyn vastasi 121 Han-Golfin jäsentä, joka on 20,4 % kokonaisjäsenmäärästä. Kyselyn pohjalta saatiin laskemiseen tarvittavat lähtötiedot. Vieraspelaajista ei saatu tarvittavaa dataa laskemista varten. Tämän vuoksi on oletettu vieraspelaajien matkustuskäyttäytymisen sekä sijainnin vastaavan jäsenpelaajien matkustuskäyttäytymistä ja sijaintijakaumaa. Lähtötietojen pohjalta laskettiin henkilöiden määrä keskimääräisesti yhtä autoa kohden, käytettyjen ajoneuvojen keskimääräinen polttoainejakauma sekä keskimääräinen kilometrimäärä yhtä pelattua pelikierrosta kohden.

Jäsenistä lähes 90 % asuu Hangossa tai kulkee pelikauden aikana esimerkiksi Hangossa sijaitsevalta kesäasunnolta golfkentälle. Vain muutama jäsen matkustaa kentälle pääkaupunkiseudulta, Inkoosta sekä Raaseporista. Hyvin pieni osa, noin 3 %, vastaa jista kulki paikalle satunnaisesti polkupyörällä. Valtaosa pelaajista, hieman alle 70 %, matkustaa Han-Golfin kentälle pääasiassa samalla autolla toisen tai useamman pelaajan kanssa. Oletetaan, että Hangosta kulkevien keskimääräinen ajomatka kentälle on noin 8 km, pääkaupunkiseudulta noin 120 km, Inkoosta noin 67 km ja Raaseporista noin 32 km. Tällöin esimerkiksi Hangosta yksin matkustaneen pelaajan yhden pelikierroksen ki-

lometrimääräksi arvioidaan noin 16 km. Kyselystä saatujen vastausten perusteella laskettiin, että 118 jäsentä kulkee autolla kentälle. Pelaajien määrä näitä ajoneuvoja kohden on 206, jolloin keskimääräinen henkilömäärä autoa kohden on noin 1,7.

Hieman yli puolet, noin 54 %, pelaajien käyttämistä ajoneuvoista olivat bensiinikäyttöisiä. Dieselkäyttöisillä ajoneuvoilla matkustettiin kentälle noin 34 % pelikierroksista. Pienemmälle osuudelle jäivät hybridi- sekä sähköautot. Käytetyistä ajoneuvoista 10 % oli hybridejä ja vain 2 % oli sähköautoja. Keskimääräinen kilometrimäärä yhtä pelattua pelikierrosta kohden määritettiin laskemalla ensin yhteen kyselyyn vastanneiden arvioidut kilometrimäärät yhtä pelikierrosta kohden. Tämän jälkeen saatu kokonaiskilometrimäärä jaettiin pelaajamäärällä, jolloin tulokseksi saatiin noin 17 km yhtä pelikierrosta kohden.

Saatujen arvojen perusteella laskettiin jokaiselle ajoneuvotyyppille oma keskimääräinen kilometrimäärä vuodessa. Vuonna 2017 ajettuja kilometrejä laskettiin tulleen yhteensä noin 162 400, ja vuonna 2018 vastaava määrä oli noin 141 400 km.

2.2.7.1 Polttoaineiden valmistus

Pelaajien matkustamisen hiilijalanjälkeen sisällytettiin vielä polttoaineiden valmistuksen hiilijalanjälki, sillä näitä ei ole huomioitu käytetyissä kertoimissa. Bensiinin valmistuksen hiilijalanjälki laskettiin käyttämällä kaikkien autojen keskimääräistä polttoaineen kuluusta sataa kilometriä kohden. Vuonna 2016 laskettu henkilöautojen keskimääräinen kulutus oli 6,7 l/100 km [16]. Keskimääräisen kulutusarvon avulla saatiin laskettua polttoaineen kulutus litroissa. Litrat muutettiin vielä kilogrammoiksi polttoaineen tiheyden avulla. Bensiinin tiheys on 0,75 kg/l ja dieselin 0,825 kg/l [17; 18]. Näin ollen pelaajien matkustamiseen vuonna 2017 kului bensiiniä noin 5 200 kg ja dieseliä noin 3 050 kg. Vastaavat luvut vuonna 2018 olivat bensiinille noin 4 700 kg ja dieselille 2 750 kg.

2.2.8 Henkilökunnan matkustaminen

Pelaajien pelimatkojen lisäksi tarkasteltiin Han-Golfin työntekijöiden yksityisautoilua kentälle. Tiedot, jotka saatiin laskentaa varten Han-Golfilta, sisälsivät jokaisen henkilökunnan kymmenen jäsenen vuoden 2018 aikana kulkemat työmatkat sekä tiedon matkoihin käytetystä kulkuvälineestä.

Yhteensä henkilökunta matkusti töihin Han-Golfin vuoden 2018 aikana 38 014 km. Ajoneuvona oli lähes poikkeuksetta yksityisauto. Auton lisäksi töihin matkustettiin polkupyörällä, jota käytettiin työmatkoihin yhteensä 1 190 km:n verran. Henkilökunnan työmatkojen määrän sekä työmatkatottumukset oletetaan hyvin samankaltaisiksi sekä vuosina 2018 että 2017, joten saatua kokonaismatkalaskelmaa käytetään myös vuoden 2017 hiilijalanjälkiselvitykseen.

Henkilökunnan ajoneuvotyyppien jakautumisen bensiinin ja dieselin välillä oletettiin laskutoimitusten yksinkertaistamisen nimissä olevan linjassa pelaajakyselyn tulosten kanssa. Dieselhenkilöautojen osuudeksi ajetuista kilometreistä oletettiin 35 % (kysely 34 %) ja loput matkoista (65 %) oletettiin kuljettavan bensiinihenkilöautoilla. Autojen polttoaineen valmistukseen käytettiin samaa laskentatapaa kuin saman kategorian laskemisessa pelaajien matkoille. Näin ollen työntekijöiden matkojen vuosittaiseksi kokonaishiilijalanjäljeksi saatiin noin 6 926 kg CO₂e, josta noin 5 597 kg syntyy henkilöautolla kulemisesta kentälle, 984 kg bensiinin valmistuksesta ja 345 kg dieselin valmistuksesta.

2.2.9 Jätehuolto

Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat jätteen käsittelystä ja kuljetuksesta. Han-Golfin toiminnasta syntyneet jätemäärät laatuineen ja sijoituspaikkoineen on esitetty seuraavassa taulukossa 3.

Taulukko 3. Jätetilastot 2017–18 [9].

Tuote	Vuosi	Jätemäärä (arvio)	Loppusijoituspaikka	Sijoitus- koodi
Sekajäte 600L	2017	28,8 m ³ (4,3 t)	Ekokem Oy (Jätevoimala)	D10

	2018	17,4 m3 (2,6 t)	Fortum Waste Solutions Oy, Riihimäki	
PIKA 6	2017	24,0 m3 (4,8 t)	Ekokem Oy (Jätevoimala)	D10
	2018	12,0 m3 (2,4 t)	Fortum Waste Solutions Oy, Riihimäki	
Pahvi 600L	2017	9,0 m3 (1,4 t)	Paperinkeräys Oy, Karjaa	R13
	2018	16,2 m3 (2,4 t)	Lassila & Tikanoja Oyj, Tam- misaari	
Puu	2017	1,94 t	Lahti Energia Oy (Jätevoimala)	D10

Jätteiden sijoituskoodeista D10 tarkoittaa jätteen hävittämistä polttolaitoksessa polttamalla ja R13 hyödynnettäväksi toimitettavan jätteen välivarastointia [19]. Tässä tapauksessa pahvijäte oletetaan välivarastoinnin jälkeen kierrätettävän. Kierrätettävän pahvijätteen päästökerroin on negatiivinen (-0,593 kg CO₂e/kg). Tämä selittyy sillä, että vertaustilanteena on todennäköisesti käytetty jätelajikkeen kierrosta poistamista.

Jätteiden kuljetuksessa on käytetty, laskennan mahdollistamiseksi, tiettyjä oletamuksia. Jätelajike PIKA6 on oletettu olevan 100 % sekajätettä, joka on voitu kuljettaa samanai-

kaisesti toisen sekajätelajikkeen kanssa. Jäteastioiden tyhjennyksen on oletettu tapahtuvan aina silloin, kun jäteastia tulee täyteen. Lisäksi jätteen kuljetuksen on laskettu tapahtuvan kuljetusauton ajaessa täydellä kuormalla.

Han-Golfin jätehuollosta vastaavan Martti Poutiainen Oy:n verkkosivuilta tehtyjen havaintojen perusteella kuljetusajoneuvona on todennäköisesti toiminut jäteauto, jonka tyhjäpaino on ollut noin 15 tonnia ja kantavuus noin 9 tonnia [20]. Päästöluokaksi on arvioitu Euro 6 -päästötaso. Kuljetus on tapahtunut pääasiassa maantietä pitkin. Kilometrimäärien arviointiin on käytetty Google Maps -karttapalvelua.

2.3 Vaikutusten arviointi

Vaikutusten arviointi (LCIA) on hiilijalanjälkiselvityksen vaihe, jonka tarkoituksena on arvioida eri prosessien ilmastomuutosvaikutusten laajuutta. Käytännössä tämä tapahtuu keräämällä inventaariotiedot ilmastomuutosta kuvaavaan vaikutusluokkaan [21]. Tässä työssä tarkastelu tapahtuu kasaamalla golfkentän hiilidioksidipäästöt yhteen sekä selvittämällä tarkemmin, mistä golfkentän toiminnoista tulee merkittävin osa hiilijalanjäljestä.

Han-Golfin toiminnan ja kunnossapidon hiilijalanjälki oli vuosina 2017 ja 2018 keskimäärin 76,7 t CO₂e. Golfkentällä pelattiin tuolloin noin 15 433 kierrosta, mikä vastaa 4,97 kg CO₂e hiilijalanjälkeä kierrosta kohti. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutui pelaajien matkustamisesta, jonka osuus hiilijalanjäljestä oli hieman yli kolmannes.

Työkoneiden käyttäminen oli pelaajien matkustamisen jälkeen toiseksi merkittävin kasvihuonekaasupäästöjen lähde. Hiilijalanjäljen vähentämisen kannalta biopolttoaineiden käyttöön siirtyminen olisi erittäin suositeltavaa, mutta niiden korkeampi hintataso fossiiliin polttoaineisiin nähden kasvattaa toiminnan kustannustaakkaa.

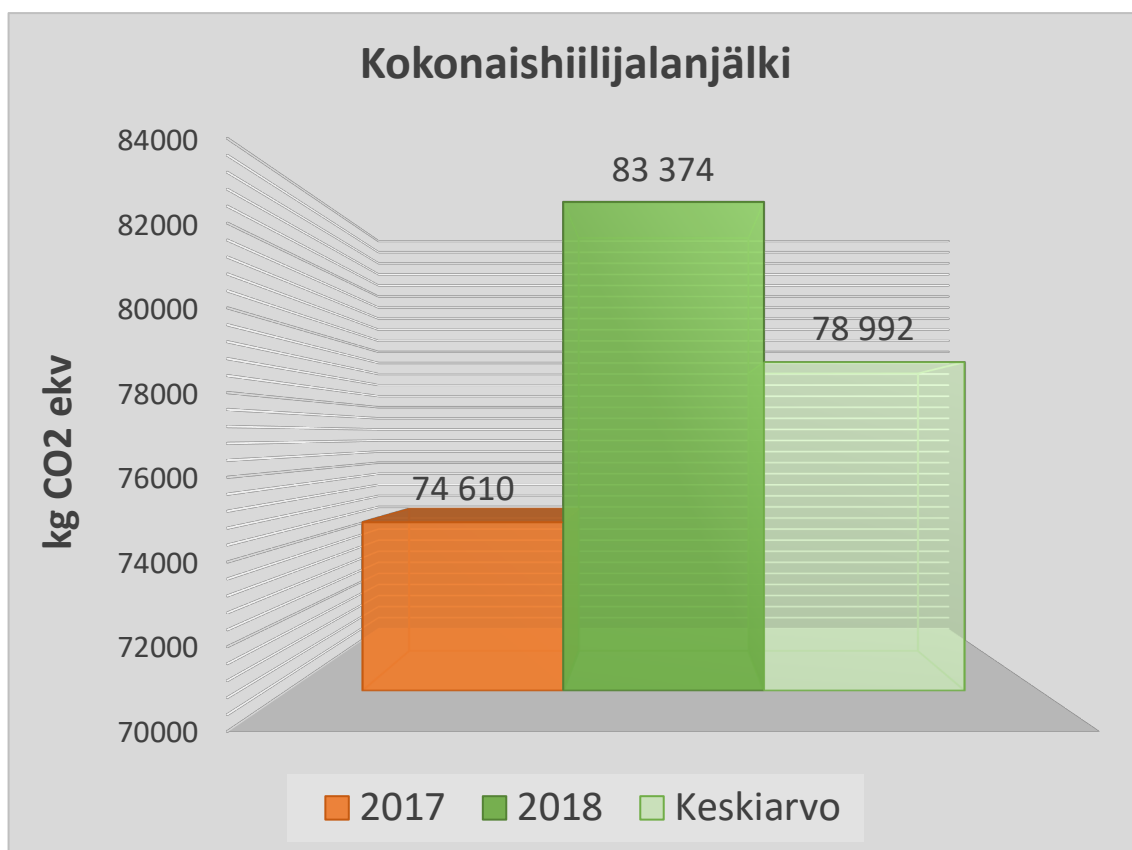
Lannoitteiden valmistuksen ja kuljetuksen osuus hiilijalanjäljestä oli noin 7 %, josta suurin osa liittyi typpilannoitteiden valmistukseen. Lannoitus kasvattaa ruohonleikkuun ohella myös maaperän dityppioksidipäästöjä, joiden osuus hiilijalanjäljestä oli noin 9 %. Maaperäpäästöjen arviointiin sisältyy kuitenkin suuri epävarmuus, koska ne vaihtelevat ajallisesti ja paikallisesti muun muassa maaperän ominaisuuksista ja kunnossapidosta johtuen. [12.]

Sähkökulutuksen vaikutus hiilijalanjälkeen oli merkillepantavan alhainen, sillä kaikki ostosähkö tuotettiin vesivoimalla. Sähkökulutuksen hiilijalanjäljen osuus kasvaisi huomattavasti, mikäli toiminnassa siirryttäisiin käyttämään fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä.

Hiilijalanjäkilaskennan tulos kuvaa ainoastaan golfkentän toiminnasta ja ylläpidosta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Jotta hiilijalanjälki kattaisi golfkentän kaikki elinkaaren-
aikaiset ilmastovaikutukset, tuotejärjestelmään tulisi sisällyttää muun muassa golfkentän rakentamiseen ja käytöstä poistamiseen liittyvät kasvihuonekaasupäästöt.

2.4 Tulosten tulkinta

Elinkaariarvioinnin viimeisenä vaiheena on tulosten tulkinta. Tässä vaiheessa tarkastellaan tuloksia sekä verrataan niitä aiemmin tehtyihin samankaltaisiin tutkimuksiin. Han-Golfin kentän hoidon hiilijalanjälki oli vuonna 2017 kokonaisuudessaan noin 71,9 t CO₂e ja vuonna 2018 taas noin 80,6 t CO₂e (kuva 2). Pelaajien matkojen osuus hiilijalanjäljestä oli vuonna 2017 noin 40,6 % ja vuonna 2018 noin 32,7 %. Mikäli pelaajien matkustusta kentälle ei huomioitaisi hiilijalanjäljessä, olisi kentän toiminnan hiilijalanjälki tällöin vuonna 2017 ollut noin 42,6 t CO₂e ja vuonna 2018 noin 54,1 t CO₂e.



Kuva 2. Han-Golfin vuosittaisten kokonaishiilijalanjälkien sekä niiden keskiarvon vertailu.

Han-Golfin vuoden 2018 hiilijalanjäljen jätehuollon osuus on jonkin verran pienempi verrattuna vuoteen 2017. Aikaisempaan vuoteen oli jätettä syntynyt puolet enemmän. Tästä huolimatta Han-Golfin vuoden 2018 hiilijalanjälki oli huomattavasti suurempi verrattuna aikaisempaan vuoteen. Korkeampi hiilijalanjälki selittyy bunkkereiden kunnostustyöllä huhtikuussa 2018. Vuoden 2018 kesä oli myös kuivempi ja lämpimämpi kuin edellisen vuoden kesä. Tämän vuoksi saatettiin käyttää enemmän lannoitteita sekä vettä kentän hoitoon. Vuonna 2018 uusittiin myös kentänhoidon kalustoa, joka voi osaltaan vaikuttaa korkeampaan hiilijalanjälkeen. Myös sähkönkulutus on voinut olla korkeampaa klubitalon jäähdyttämistarpeen vuoksi. On myös hyvä huomioida aiemman vuoden sateisuus, joka taas on voinut vaikuttaa vähentävästi hiilijalanjälkeen. Runsaiden sateiden vuoksi viheriä ei aina voi leikata, vaikka siihen olisi tarvetta. Pelaajien matkustamisen hiilijalanjäljen ero selittynee sillä, että Meri-Teijo Golfin kentän sijainti on hieman syrjemässä kuin Han-Golfin kenttä, jolloin kentälle matkustamisen kilometrimäärät ovat korkeampia.

3 Tavoitteena entistä ilmastoystävällisempi Han-Golf

Hiilijalanjäljen pienentämiseksi on, hieman karkeasti ajateltuna, aina kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on lisätä kasvihuonekaasujen sitomiskykyä, jolla kompensoidaan toiminnasta aiheutuvia päästöjä. Toinen vaihtoehto on muuttaa toimintaa siten, että aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen määrä laskee. Suoraan kasvihuonekaasupäästöjä redusoidaan nähdään tuloksia nopeammin, kun taas hiilivarastoja kasvattamalla vaikutus tapahtuu hitaammin pidemmällä aikajaksolla. [22, s.8.]

Golfkentän kaltaisessa toiminnassa on huomattavasti helpompaa yrittää vaikuttaa hiilipäästöjen syntyyn, erityisesti mikäli tavoitteena ei ole saavuttaa välitöntä ja täydellistä hiilineutraalisuutta. Hiilensidontakyvyn kasvattaminen luonnollisin keinoin vaatii uusia linjauksia maankäytön osalta, tai ainakin pohdintaa kentänsuunnittelun joustavuuden kanssa.

3.1 Hiilensidontakyvyn kasvattaminen puiden lisäämistä

Projektissa toteutetun hiilijalanjälkilaskelman tarkoituksena on peilata golftoiminnan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä siihen, että alue olisi luontaisessa tilassaan pitäen sisällään enimmäkseen metsää. Tästä syystä golfkentän kiinteistöstä yli kolmasosan peittävää metsäaluetta ei voida tässä tapauksessa laskea golftoiminnan hiilinieluksi. Mikäli kenttäprofiilin kannalta on järkevää, voitaisiin kuitenkin harkita uusien puiden istuttamista kentän alueelle. Puiden ominaisuudet hiilinieluina soveltuvat hyvin golfkentän kasvihuonekaasupäästöjen kitkemiseen, sillä puiden hiilensidontakyky on suurimmillaan kasvukauden aikana [23]. Samana ajanjaksona aiheutuu myös valtaosa golfkentän päästöistä.

Han-Golfin kenttäesittelyn karttamateriaaliin ja kuvien avulla voidaan arvioida, että selvästi leikatun kenttäalueen puolella on nykyisellään noin 25–30 puuta [24]. Yksittäisen puun hiilensidontakyky vaihtelee runsaasti riippuen mm. puun lajista, iästä sekä kasvupaikasta, joten nykytilaan perustuvaa arviota kentän puuston hiilensidontakyvystä on liian vähän mahdollista antaa.

On mahdollista kuitenkin laskea karkea arvio istutettavan puun hiilensidontakapasiteetista käyttäen apuna Michigan Technological Universitylta [25] lainattua laskentatapaa. Siinä puun lajin ja halkaisijan avulla määritetään ensin puun biomassa kaavalla

$$M = aD^b, \quad (1)$$

jossa M tarkoittaa puun biomassaa (kg) ja D halkaisijaa mitattuna 1,4 metrin korkeudelta (cm). Muuttujat a ja b ovat puulajikohtaisia allometrisiä kertoimia, joiden arvot saadaan lähteenä käytetylle verkkosivulle linkitetystä taulukosta. Kertoimet ovat ilmoitettuna tyyppisimmille pohjois-amerikkalaisille puulajeille, mutta käyttäen lähimpiä puiden sukulaisuhteita, voidaan taulukon arvoja hyödyntää karkeaan laskentaan myös Suomessa.

Otetaan tutkittavaksi kaksi esimerkipuuta. Valitaan pyökki ja tammi, joiden pohjois-amerikkalaisten sukulaispuiden allometriset kertoimet ovat tiedossa. Kuvitteellisten esimerkipuiden halkaisijaksi valitaan 40 cm, jonka jälkeen voidaan laskea puiden biomassat. Pyökin biomassaksi saadaan 1 348,8 kg ja tammen 1 223,7 kg. Lehtipuiden biomassan kertomalla arvolla 0,521 saadaan oletetun puuhun sitoutuneen hiilen massa kilogrammoina. Tässä tapauksessa pyökkiin voidaan arvioida sitoutuneen hiiltä 702,7 kg ja tammeen 637,5 kg.

Tutkijat ovat osoittaneet, että yksi kilogramma sitoutunutta hiiltä vastaa noin 3,67 kilogrammaa ilmasta puhdistettua hiilidioksidia. Näin ollen voidaan arvioida esimerkkinä käytetyn pyökin sitoneen itseensä kasvunsa aikana hiilidioksidia noin 2 579 kg ja tammen 2 340 kg. [25.]

Jos kenttäalueella sijaitsevien puiden määrä kaksinkertaistettaisiin kolmenkymmenen puun lisääistutuksin, käyttäen 15 pyökkiä ja 15 tammea, arvioidaan kentän hiilidioksidin sidontakyvyn potentiaalin nousevan noin 73,7 t CO₂. Tämän lukeman luotettavuus on hieman kyseenalainen, sillä esimerkiksi puiden kasvualustan ominaisuuksia ei huomioida laskennassa. Myöskään varsinaisen kasvihuonekaasupäästöjen sidonnan ansiosta tapahtuvan vuosivähennyksen arvioiminen on vaikeaa, sillä puun tehokkuus hiilinieluna vaihtelee sen iän mukaan.

3.2 Kasvihuonekaasupäästöjen kitkeminen toimintamuutoksin

Han-Golfin toiminta on jo nykytilaltaan verrattain ilmastoystävällistä. Tästä syystä esitettävien toimintamuutosehdotusten tarkastelussa tulee huomioida mahdolliset negatiiviset vaikutukset kentänhoidon toimintakykyyn, nurmipintojen laatutasoon sekä taloudelliseen kannattavuuteen. Esimerkiksi lannoitteiden käytössä Han-Golf alittaa selkeästi annettujen ohjearvojen vaatimukset. Mikäli nykyiset lannoitusmenetelmät on todettu tarpeelliseksi pitämään kentän nurmipinnat tavoitetasolla, eivät lannoitteiden käytön muutokset ole aiheellisia.

3.2.1 Vuokrattavat bägikaapit

Pelaajien matkustus on merkittävä, tai merkittävin, kasvihuonekaasujen lähde jokaisella golfkentällä. Useimmille golfin pelaajille omalla autolla kulkeminen on ainoa potentiaalinen keino saapua viheriöille johtuen tyypillisestä mukana kulkevasta välinemäärästä. Vaikka golfkenttä sattuisikin olemaan helppojen julkisen liikenteen yhteyksien tavoitettavissa, mitä ne myöskään harvemmin ovat, on useimmille liian työlästä kantaa siellä mukanaan välineitä. Saman syyn vuoksi useimmat jättävät myös polkupyörän, tai vastaavan päästöttömän kulkuvälineen, käyttämättä lyhyelläkin välimatkalla.

Tähän ongelmaan tartuttaisiin sijoittamalla klubitalolle, tai muuhun sen lähistön rakennukseen, vuokrattavia bägikaappeja. Bägikaapit ovat käytössä usealla golfkentällä, ja ne ovat osoittautuneet toimivaksi ratkaisuksi. Kaapistoksi voisi kaavailla esimerkiksi liikuntasalien pukuhuoneista tuttuja lukollisia kaappeja. Yksittäiseen kaappiin voisi bägin lisäksi mahduttaa golfkengät, sade- ja vaihtovaatteet sekä mahdollisesti myös nykyisin suosituksi vaihtoehdoksi nousseet omat golfkärkyt.

Bägikaappien vuokraajien voisi olettaa olevan ainoastaan Han-Golfin omia jäseniä. Mikäli vuokrakaappien avulla jätettäisiin oma auto kotiin 2 %:ssa jäsenten pelikierroksia, pudotettaisiin muutoksen avulla vuosittaista hiilijalanjälkeä noin 347,2 kg CO₂e. Laskennan vertaustietoina käytettiin vuoden 2018 tilastoja pelaajien matkustamisesta ja kierrosmäärästä. Bägikaappien eduksi voidaan laskea hiilijalanjälkihyödyn lisäksi todennäköinen positiivinen vaikutus jäsenten tyytyväisyyteen.

3.2.2 Työkoneiden polttoöljyn ja dieselin korvaaminen biodieselillä

Suoraan Han-Golfin toimipaikasta syntyvistä kasvihuonekaasuista enemmistön tuottaa kentänhoidon työkoneet ja niiden käyttämä polttoöljy ja diesel. Työkoneiden kasvihuonekaasupäästöjä on mahdollista pudottaa parantamalla koneen, erityisesti moottorin, energiatehokkuutta, koneiden käyttöä tehostamalla ja polttoainevalinnoilla. Helpoin ja tehokkain tapa tehdä muutos on uusiutuvien ns. ”drop-in”-polttoaineiden käyttöönotto. [26.]

Polttoaineista syntyy päästöjä paitsi käytössä myös niiden valmistusvaiheessa. Ympäristöystävälliseksi vaihtoehdoksi kävisi esimerkiksi Neste MY uusiutuva diesel, joka valmistetaan kasviöljyistä tai jäterasvoista. Se soveltuu sellaisenaan kaikkiin dieselkäyttöisiin kulkuvälineisiin. Sen arvioidaan vähentävän keskimäärin 90 % elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasuista, mukaan lukien dieselmoottoreiden käyttövaiheessa tyypillisten haitallisten partikkeli- ja typenoksidipäästöjen vähenemä. [27.]

Polttoöljyä ja dieseliä kulutettiin Han-Golfin työkoneiden käytössä vuonna 2018 yhteensä 7 214,57 litraa. Niiden yhteenlaskettu hiilijalanjälki oli 22 158,1 kg CO₂e, joka oli noin 30 % koko toiminnan vuotuisesta hiilijalanjäljestä. Mikäli polttoöljyn kasvihuonekaasupäästöt oletetaan vastaavan dieselin päästöjä ja kaiken polttoöljyn lisäksi käytetty diesel korvattaisiin Neste MY:llä, laskisi vastaavan kulutuserän päästöt noin 19 942 kg CO₂e. Näin ollen työkoneiden yhteensä aiheuttamat kasvihuonekaasut laskisivat, bensiinin kulutus ja valmistus mukaan lukien, noin 4 457 kg CO₂e:iin.

Toteutettu polttoainevaihdos tarkoittaisi luonnollisesti hieman lisäkustannuksia. Tässä laskelmassa ei oteta kantaa polttoaineiden logistiikan muutoksesta mahdollisesti syntyviin kuluihin, vaan ainoastaan polttoaineen litrahintaan perustuviin kuluihin. Laskennan vertailutiedot ovat vuoden 2018 kulutustilastot.

Polttoöljyä käytettiin 7 023 litraa. Kevyen polttoöljyn kuluttajan keskihinnaksi arvioidaan 1,023 €/l [28]. Kulutetun polttoöljyn hinnaksi arvioidaan näillä tiedoilla 7 184,5 €. Dieseliä kulutettiin 191,57 l ja sen litrahinnan arvioidaan olevan noin 1,350 €/l [29]. Dieselin hinnaksi arvioidaan 258,62 €. Yhteensä näiden kahden polttoaineen hinnaksi vuonna 2018 lasketaan 7 443,15 €. Neste MY uusiutuvan dieselin litrahinnan kerrotaan olevan fossiilista dieseliä kalliimpaa keskimäärin 0,19 €/l [27], joka tarkoittaa sen litrahinnan olevan noin 1,54 €. Mikäli polttoaineen vaihdos tehtäisiin täydellisesti polttoöljyn ja dieselin

osalta, tulisi vuoden 2018 kulutusta vastaava erä maksamaan 11 110,44 €. Täten voidaan todeta, että mahdollisen vaihdoksen myötä polttoainekulut nousisivat 3 667,29 € tarkasteluvuoden tiedoilla laskettuna.

3.2.3 Lannoitteiden hankinta kotimaasta tai Euroopasta

Lannoitteiden käytöstä aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä noin neljäsosa johtuu lannoitteiden kuljetuksesta. Lannoitteita, joita käytettiin vuosina 2017–18, tuotiin laivarahdilla Yhdysvalloista, Englannista, Tanskasta ja Saksasta. Hiilijalanjälkivaikutusta poh-tiessa näistä esiin nousee erityisesti Yhdysvallat, josta lannoitteiden rahtaus nostaa lannoitteiden yhteensä merellä kulkemaa matkaa. Kuljettu matka on suoraan yhteydessä aiheutettuihin kasvihuonekaasuihin.

Ehdotus on, että selvitetäisiin, olisiko Euroopan, tai jopa kotimaan, markkinoilla saatavilla Yhdysvalloista tilattavia tuotteita vastaavia korvikkeita. Jos korvaavat tuotteet löydetäisiin rahdattavaksi esimerkiksi Saksasta, voitaisiin säästää kuljetuskilometreissä jopa 5 600 km [6]. Kuljetuksen päästökertoimena käytetään 2000 TEU -kokoluokan konttialuksen päästökerrointa 28 CO₂e g/tkm [10]. Vuoden 2018 lannoitteiden yhteismassaa (5 144 kg) käyttäen saadaan muutoksen avulla vähennetyksi hiilijalanjäljen osuudeksi 806,5 kg CO₂e.

3.2.4 Energiakatselmus ja sen perusteella käyttösuunnitelma

Viimeisenä toimenpide-ehdotuksena annetaan ehdotus ns. energiakatselmuksen teettämisestä. Energiakatselmuksen toteuttava asiantuntija kartoittaa rakennuksien LVIS-järjestelmien ja rakenteiden energiansäästömahdollisuudet. Säästettävä energia kohdistuisi lämpö- ja sähköenergiaan, jonka lisäksi tehostamismahdollisuuksia kartoitettaisiin myös veden kulutukseen. Energiasta ja vedestä selvitetäisiin niiden hankinta-, kulutus-, käyttö- ja ylläpitoprosessit. Tutkimuskohteita olisivat lämmitys-, vesi- ja viemäri-, ilmanvaihto, jäähdytys- ja sähköjärjestelmät sekä rakennuksen automaatio ja rakenteet.

Toteutuneesta energiakatselmuksesta seurannutta positiivista suuntausta voitaisiin jatkaa seurantakatselmuksilla. Niissä todennettaisiin energiankäytön nykytila, käyttösuunnitelman toteutuminen ja mahdollisesti syntyneet uudet tehostuskohteet. [30.]

Energiakatselmuksesta saavutettavia hyötyjä on käytännössä mahdotonta edes arvioida tuntematta energiakäytön nykytilaa tarkasti. Kun tähän lisätään oletettava energiakatselmuksen kustannuksen tapauskohtaisuus, on kaikin puolin hyödyllisempää jättää energiakatselmukseen katsaus ainoastaan jatkoselvitysehdotukseksi.

3.3 Toimenpide-ehdotusten yhteenveto

Hiilijalanjäljen pienentämistä koskevista toimenpide-ehdotuksista yhteenvetona toimii seuraava taulukko 4.

Taulukko 4. Toimenpide-ehdotusten yhteenveto.

Ehdotus/konsepti	Vaikutuksen vahvuus ja viive	Arvioitu taloudellinen rasite (€–€€€€)	Muuta huomioitavaa
Puiden istutus kenttäalueelle	Lievä Pitkä viive	€€	Otettava huomioon kentän pelattavuus.
Vuokrattavat bägikaapit	Lievä Pieni viive	€€€	Sijoituspaikan löytäminen kymmenille kaapeille.
Biodiesel työkoneisiin	Vahva Välitön	€€€	Selvitettävää polttoaineen logistiikan kanssa.
Lannoitteiden hankinta Euroopasta	Lievä Välitön	€	Otettava huomioon lannoitteiden saatavuus.

Energiakatselmus ja -käyttösuunnitelma	Lievä Keskiverto viive	€€	Uusiutuvaa sähköä käyttäen vaikutus hiilijalanjälkeen pieni.
--	------------------------	----	--

3.4 Kommentti aurinkosähkön omatuotannon kannattavuuteen Han-Golfissa

Aurinkopaneelien asentamisen kannattavuutta pohditaan oman alaotsikkonsa alla, sillä varsinaista hiilijalanjäljen pudotusta asennuksella ei saavuteta. Tilanne kuitenkin muuttuisi, mikäli vesivoimalla tuotetusta ostosähköstä siirryttäisiin uusiutumattomaan sähköön.

Aurinkopaneelien asentamisen perusteet ovat olemassa. Suomen aurinkoisimman kaupungin tittelistä kilpaileva Hanko on profiloitunut uusiutuvan energian kaupungiksi, ja aurinkopaneelien asennus toimisi Han-Golfin osalta ikään kuin talkoisiin osallistumisen merkinä. Klubitalon pääsisäänkäynnin puoleinen harjakaton lape suuntautuu etelään, ja kyseistä lapetta onkin kaavailtu aurinkopaneelien sijoituspaikaksi.

Tehdään laskelma aurinkosähkön tuotannon potentiaalista. Laskelma kaavoineen perustuu Ismo Heimosen Aurinko-oppaaseen vuodelta 2012 [31]. Kuvitteellisessa asennuksessa aurinkosähkökennoja asennetaan 15 m^2 :n pinta-alaa vastaava määrä. Suunnitteluratkaisussa käytettävien aurinkosähkökennojen huipputehokerroin on $0,15 \text{ kW/m}^2$, joka vastaa hyötysuhdetta 15 % säteilyreferenssin ollessa 1 kW/m^2 . Huipputehokertoimen ja kennojen pinta-alan avulla voidaan laskea kennojen maksimisähköteho kaavalla

$$P_{\max} = K_{\max} * A = 0,15 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} * 15 \text{ m}^2 = 2,25 \text{ kW}. \quad (2)$$

Kennot asennetaan katon lappeelle hieman irti varsinaisesta kattorakenteesta, jolloin ne ovat hieman tuuletettuja. Näin ollen kennojen käyttötilanteen toimivuuskerroin on 0,75

[31]. Ilmatieteenlaitoksen ilmoittamien auringon kokonaissäteilyenergian pysyvyysarvojen mukaan vyöhykkeellä 1 (Etelä- ja Lounais-Suomi) 45 astetta kallistetulle pinnalle, joka on suunnattu etelään, kokonaissäteilyenergia vuoden aikana on 1 210,9 kWh/m² [32]. Kerätyillä tiedoilla voidaan laskea aurinkosähkökennojen vuotuinen sähköntuotto kaavalla

$$E_{a,vuosi} = \frac{E_{sol} * P_{max} * F_{käyttö}}{I_{ref}} = \frac{1210,9 \frac{kWh}{m^2} * 2,25 kW * 0,75}{1 \frac{kWh}{m^2}} = 2043,4 kWh. \quad (3)$$

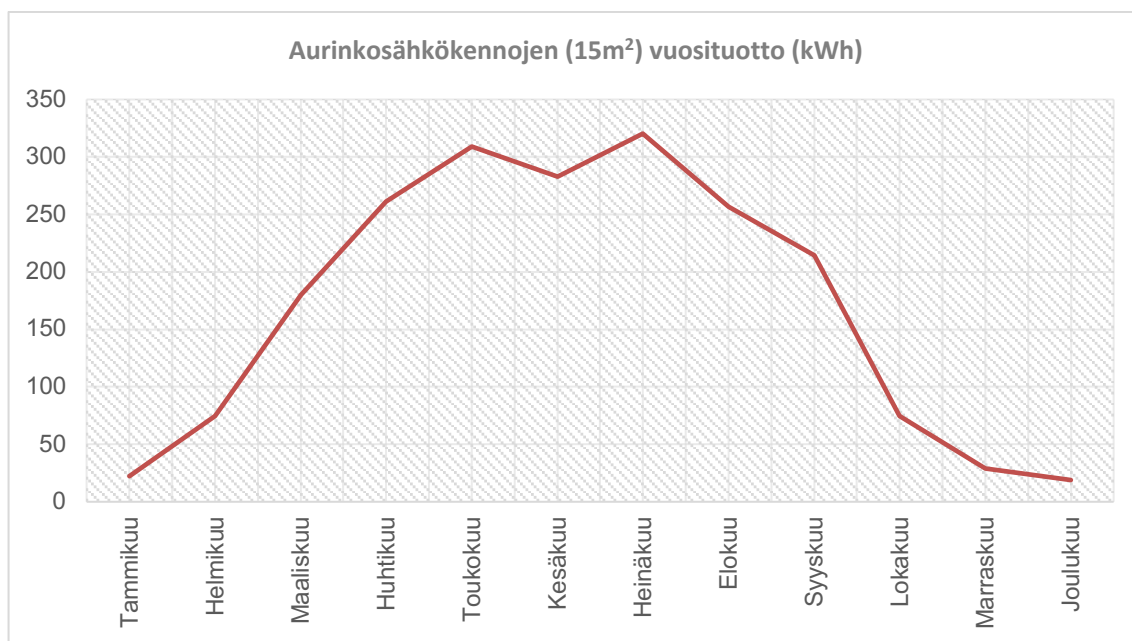
Tehdään vielä sähköntuoton kuukausijakauma. Se onnistuu yhdistämällä sähköntuotannon kuukausiosuudet ja kuukausittaisen säteilyenergian [32] suhteelliset osuudet kokonaissäteilyenergiasta. Tämä laskenta löytyy taulukosta 5.

Taulukko 5. Sähköntuoton laskettu kuukausijakauma.

Kuukausi	Kuukausittainen säteilysumma kWh/kk	Suhteellinen osuus vuoden säteilystä	Sähköntuotto kWh/kk
Tammikuu	13,1	0,0108	22,11
Helmikuu	44,3	0,0366	74,76
Maaliskuu	106,7	0,0881	180,06
Huhtikuu	154,9	0,1279	261,39
Toukokuu	183,0	0,1511	308,81
Kesäkuu	167,6	0,1384	282,83
Heinäkuu	189,8	0,1567	320,29
Elokuu	152,1	0,1256	256,67
Syyskuu	126,9	0,1048	214,14
Lokakuu	44,3	0,0366	74,76
Marraskuu	17,0	0,0140	28,69
Joulukuu	11,2	0,0092	18,90
Yht.	1210,9	1	2043,4

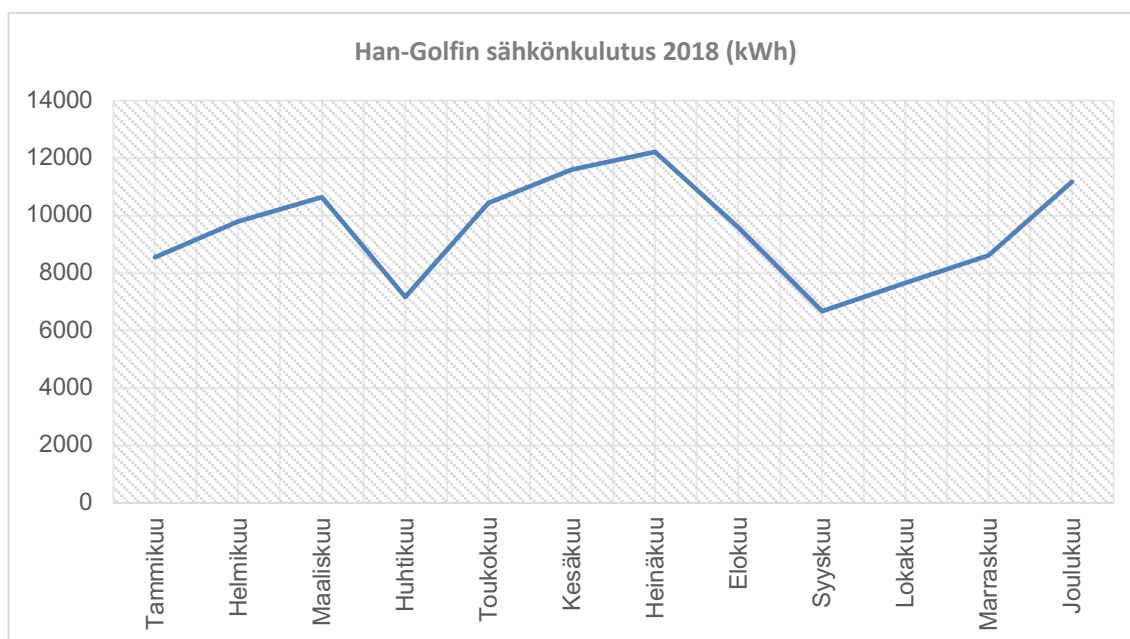
Verrattaessa kuukausittaista aurinkosähkökennojen tuottoa ja Han-Golfen vuoden 2018 sähkönkulutuksen kuukausijakaumaa, voidaan tehdä johtopäätöksiä aurinkosähkön omatuotannon potentiaalista. Sähkönkulutuksen ja aurinkokennojen tuotannon käyriä ei

liitetä samaan kaavioon, sillä kaavioiden tarkoituksena on vain hahmotella kulutuksen ja tuotannon vuosiprofiileja.



Kuva 3. Aurinkokennojen vuosituotto säteilyenergian kuukausijakauman perusteella.

Kuten vuosituotannon (kuva 3) ja vuosikulutuksen (kuva 4) kuvaajista ja mitta-asteikoista voidaan tulkita, vuositasolla sähkön kokonaiskulutuksen kannalta merkittävään vaikuttamiseen vaadittaisiin melko suuri määrä kennoja pinta-alalla mitattuna.



Kuva 4. Han-Golfin vuoden 2018 sähkönkulutus kuukausittain.

Kuitenkin, aurinkokennoilla tuotettu sähkö pehmentäisi kesän kulutushuippua. Tähän kun lisätään asennuksella saavutettava imagollinen etu, aurinkosähkön omatuotantoa suositellaan harkittavaksi. Käytännön toteutuksen kannalta voidaan pohtia mahdollisuutta kattaa yhden tai useamman kesäperiodille sijoittuvan yksikköprosessin, esimerkiksi sähkökäyttöisten golfautojen latauspisteen, energiatarve omatuotannon aurinkosähköllä ostosähkön sijasta.

4 Pintavesien tilan seuranta

4.1 Näytteenotto ja analysointi

Pintavesinäytteitä otettiin 17.1.2019 kolmesta golfkentällä sijaitsevasta lammesta (näytteenottopisteet 1, 3 ja 5) sekä golfkentän vieressä virtaavan valtaojan ylä- ja alajuoksulta (näytteenottopisteet 2 ja 6) nitraattityppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksien määrittämiseksi (liite 3). Näytteenottopiste 2 sijaitsi ennen golfkenttää ja 6 vastaavasti golfkentän ja kosteikon jälkeen.

Näytepullot täytettiin pintavedellä siten, ettei niihin jäänyt ilmaa, ja näytteet kestävästiin väkevällä rikkihapolla. Näytteet säilytettiin viileässä ja analysoitiin saman päivän aikana. Nitraattityppi analysoitiin 2,6-dimetyylifenolimenetelmällä ja kokonaisfosfori molybdeeninimenetelmällä standardien ISO 7890-1-2-1986 ja ISO 6878-1-1986 mukaisesti. Analyysissä käytettiin Hach Lange DR 3900 VIS -spektrofotometriä.

4.2 Tulokset

Nitraattitypen konsentraatio oli matalin golfkentillä sijaitsevista lammissa ollen keskimäärin $335 \mu\text{g l}^{-1}$ (taulukko 6). Valtaojassa ennen golfkenttää nitraattitypen konsentraatio oli $621 \mu\text{g l}^{-1}$ ja golfkentän sekä kosteikon jälkeen $579 \mu\text{g l}^{-1}$.

Taulukko 6. Analyysitulokset. Tulokset vuosilta 2017 ja 2018 Hellgrenin insinööryöstä Golfkentän ympäristökartoitus [13].

Näyte nro	Näytteenottopaikka	Pvm	NO ₃ -N $\mu\text{g/l}$	P-total $\mu\text{g/l}$
1	Väylän 1 lampi	15.12.2017	660	
		4.1.2018		28
		13.3.2018	1095	61
		17.1.2019	303	52
2	Valtaoja, ennen kenttää	15.12.2017	1325	
		4.1.2018		26
		13.3.2018	877	37
		17.1.2019	621	72
3	Väylien 13 ja 14 lampi	15.12.2017	461	
		4.1.2018		61
		13.3.2018	1377	134
		17.1.2019	326	137
5	Väylän 17 lampi	15.12.2017	501	
		4.1.2018		26
		13.3.2018	789	157
		17.1.2019	375	86
6	Valtaoja, kentän ja kosteikon jälkeen	15.12.2017		
		4.1.2018		

		13.3.2018	648	25
		17.1.2019	579	56

Kokonaisfosforin konsentraatio oli golfkentällä sijaitsevilla lammissa keskimäärin $92 \mu\text{g l}^{-1}$, joka oli korkeampi kuin valtaojasta otetuissa näytteissä. Valtaojassa ennen golfkentää kokonaisfosforin konsentraatio oli niin ikään $72 \mu\text{g l}^{-1}$ ja golfkentän sekä kosteikon jälkeen $56 \mu\text{g l}^{-1}$.

4.3 Tulosten tarkastelu

Pintavesistä mitatut nitraattityppi- ja kokonaisfosforikonsentraatiot olivat korkeita verrattuna luonnontilaisten vesistöjen vastaaviin konsentraatioihin. Kokonaisfosforilla mitattuna kaikki tutkituista vesistöistä voidaan luokitella reheviksi lukuun ottamatta väylien 13 ja 14 lampea, joka voidaan luokitella erittäin reheväksi. Nitraattitypen osalta vastaavaa luokitusta ei ole annettu. [33.] Pintavesianalyysien tuloksia ei tulisi kuitenkaan käyttää arvioitaessa golfkentältä syntyvän ravinnevaluman määrää.

Suomalaisten golfkenttien aiheuttamia ravinnevalumia on tutkittu monivuotisessa GolfY-hankkeessa. Hankkeessa havaittiin golfkentiltä huuhtoutuvan fosforia 0,35 % ja typpeä 0,77–1,8 % vuosittain levitetystä ravinneainemäärästä [34]. Vuosina 2017 ja 2018 Han-Golf käytti golfkentän lannoitukseen keskimäärin 663 kg typpeä ja 61,5 kg fosforia. GolfY-hankkeen huuhtoumaosuuksilla laskettuna koko kenttäalueelta muodostuva fosforikuormitus on 0,2 kg/vuosi ja typpikuormitus 5–12 kg/vuosi.

Golfkentän laskennallinen typpi- ja fosforikuormitus on huomattavan alhainen, ja se vastaa typpikuormituksen osalta 0,26–1,2 ha:n ja fosforikuormituksen osalta 0,22 ha:n peltopinta-alalta syntyvää ravinnekuormitusta. Kuormituksesta valtaosa saattaa syntyä lumen sulamisen ja syyssateiden aikana. [34.]

5 Klubitalon energiatehokkuuden tutkiminen lämpökameralla

Hiilijalanjälkiselvityksen rinnalla projektin aikana suoritettiin vapaamuotoinen tarkastelu klubirakennuksen lämmöneristysominaisuuksien selvittämiseksi. Rakennuksen lämmitystarve vaikuttaa olennaisesti hiilijalanjäljen suuruuteen, ja mahdollisten lämpövuotojen eristäminen vähentää lämmityksen tarvetta täten pienentäen myös hiilijalanjälkeä. Koska klubitalon lämmitys toteutetaan lämpöpumpuilla, voidaan ongelmakohtien eristystä parantamalla vaikuttaa positiivisesti sähkönkulutukseen ja sähkölaskuihin.

5.1 Lämpökamerakuvaus

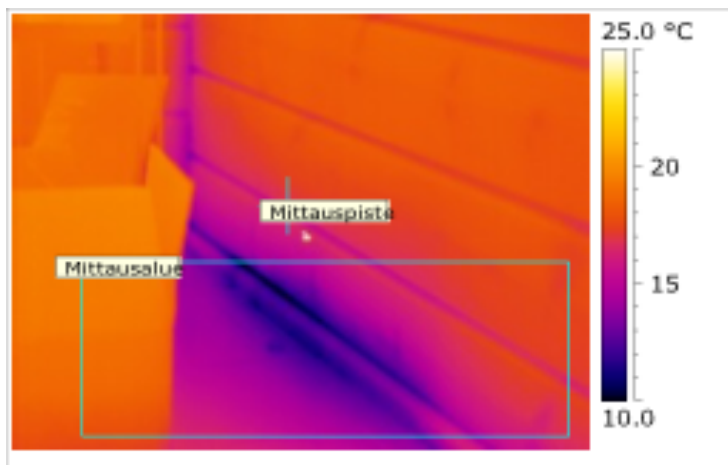
Lämpökamerakuvaus suoritettiin Han-Golfin klubitalossa 17.1.2019 aamupäivällä. Kuvat otettiin rakennuksen sisäpuolelta jokaisesta lämpimän tilan ulkoseinästä. Lämpötilan mittaamiseen jokaisesta huoneesta käytettiin erillistä lämpötilamittaria ja paine-eron mittaukseen painemittaria. Lämpökameran malli on ThermaCAM P660 West, jonka resoluutio on 307200 px ja erottelukyky 0,045 °C [35, s. 15]. Olosuhteet olivat kuvauksen kannalta otolliset, sillä tuulen nopeus ja rakennuksen alipaine olivat suositeltujen laadunvalvonnallisten rajojen (≤ 10 m/s ja 0... -5 Pa) sisällä [36, s. 3]. Lisäksi kameran ominaisuuksien määrittämä lämpötilaero (≥ 15 °C) toteutui suurimmassa osassa kuvatuista huoneista [36, s. 2].

Kuvat raportoitiin FlirTools-ohjelmalla Metropolian lämpökuvaraporttipohjaan (liite 4). Raportista poistettiin lämmöneristysominaisuuksiltaan suositellut rajat täyttävät kohteet ja jätettiin kuvat, joissa on kuvauksen perusteella havaittavissa selviä lämpövuotoja.

5.2 Lämpökuvien tulkitseminen

Lämpökuvaraportti (liite 4) sisältää klubitalossa kuvatut kohdat, joiden laskettu lämpötilaindeksi on asumisterveysasetuksen pistemäisen pintalämpötilan toimenpiderajaa matalampi (< 61) [37, liite 1]. Jokaisella sivulla on esitetty yksi kuvatuista kohteista, josta on nähtävissä lämpökamerakuva ja tavallinen valokuva, kohteen parametrit kuten sisä- ja ulkolämpötila sekä raporttipohjan laskemat lämpötilaindeksit. Jokaista kuvaa on kommentoitu sivun lopussa olevassa keltaisessa ruudussa.

Lämpökuvien lämpöasteikko on 10–25 °C, joissa sininen väri tarkoittaa kylmää, oranssi lämmintä ja keltainen kuumaa (kuva 5). Kuvien perusteella nähdään, mihin kylmät kohdat sijoittuvat eli mistä lämpö vuotaa ulos.



Kuva 5. Lämpökuva lattian ja seinän liitoskohdasta.

Kylmemmät pintalämpötilat itsessään eivät aina ole huono asia. Jokaisessa rakennuksessa on vaikeammin eristettäviä kohtia, joista tunnetuimpia ovat ovet ja ikkunat sekä niitä ympäröivät liitokset seinään. Lisäksi luonnollisia lämpövuotoja eli kylmäsiltoja havaitaan usein kahden ulkorakenteen liitoskohdassa, kuten kahden ulkoseinän nurkkauksessa tai lattian ja seinän liitoskohdassa. Lämpökamerakuvauksen ajatuksena ei olekaan rakennuksen ilmatiivis eristäminen, vaan lämpövuotojen minimoiminen suositellulle ihmisen ja rakennuksen terveyden kannalta otolliselle tasolle. [38, s. 2.]

Kuvauksessa huomattiin paikoin todella matalia lämpötilaindeksejä. Useassa huoneessa, erityisesti aulassa ja pukuhuoneiden WC:ssä, lattian ja ulkoseinän liitoksessa oli havaittavissa selviä kylmäsiltoja. Matalin lämpötilaindeksi, 15, mitattiin naisten pukuhuoneen WC:ssä. Vaikka kylmäsiltoja ovat liitoskohdissa tavallisia, saattaa hyvin matala lämpötilaindeksi kuitenkin viitata liitoskohtien puutteelliseen eristykseen.

5.3 Toimenpide-ehdotukset

Lämpökamerakuvausten perusteella on syytä suositella lisätutkimuksia sertifioidulla alan ammattilaisella erityisesti kohteissa, jossa mitattiin kaikkein matalimman lämpötilaindeksit. Lisäeristysten oletetaan voivan parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja viihtyvyyttä pienentäen samalla hiilijalanjälkeä, kuitenkin vaarantamatta rakennuksen ilmanvaihto-ominaisuuksia.

6 Johtopäätökset ja yhteenveto

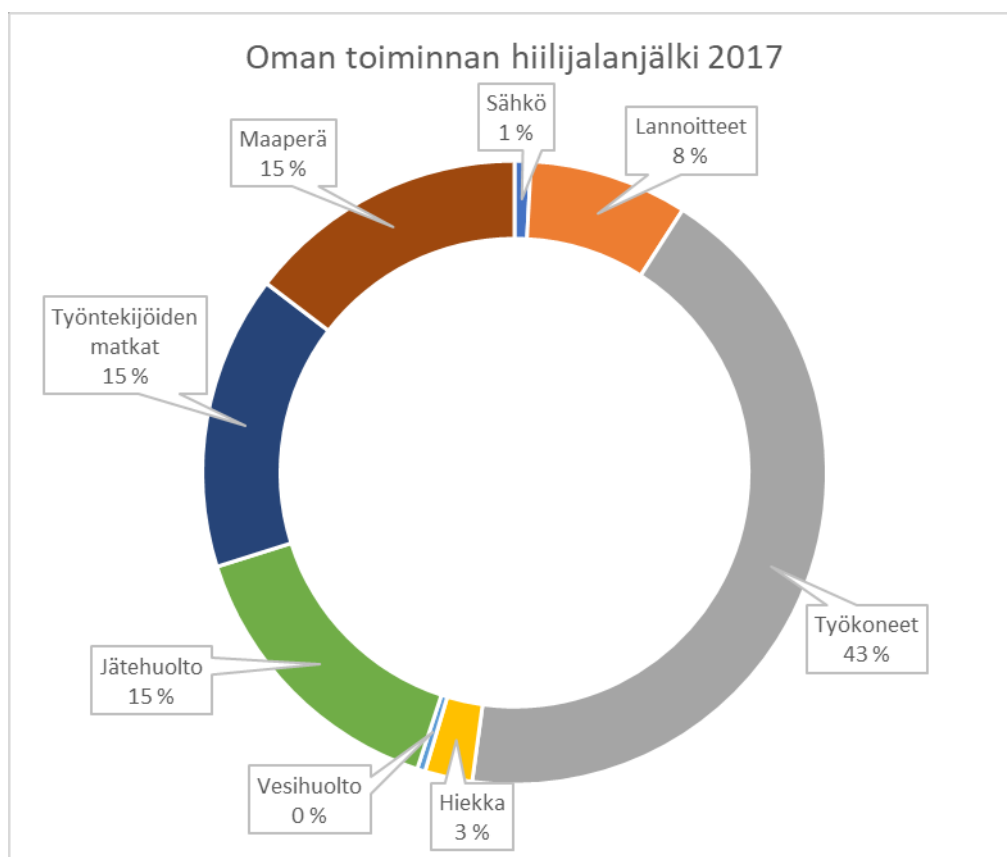
Projektin tavoitteena oli edistää Han-Golfin aloittamaa ympäristöprojektia kartoittamalla golfkentän toiminnan vaikutuksia ilmastolle. Keskeisenä tavoitteena oli selvittää Han-Golfin toiminnasta syntyvä hiilijalanjälki ja tunnistaa ne osa-alueet, joiden osuus hiilijalanjälkeen on suuri. Hiilijalanjäljen määrittämisen jälkeen voidaan miettiä toimintatapojen muutoksia ja muita ratkaisuja, joilla hiilijalanjälkeä voidaan vähentää entisestään.

Hiilijalanjälkiselvityksen ohessa golfkentän vesistöistä otettiin pintavesinäytteitä, joista analysoitiin nitraattityppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksia. Vesianalyysin tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa golfkentän lampien ja valtaojan ravinnepitoisuuksia ja niiden kehitystä. Tarkasteltaessa golfkentän osuutta sitä ympäröivien vesistöjen ravinnekuormitukseen niitä tulisi tulkita kuitenkin varoen.

Projektin aikana kuvattiin myös Han-Golfin klubitalo lämpökameralla. Lämpökamerakuvausella ja sen lopputuloksilla pyrittiin löytämään ja osoittamaan mahdollisia epäkohtia rakennuksen energiatehokkuudessa.

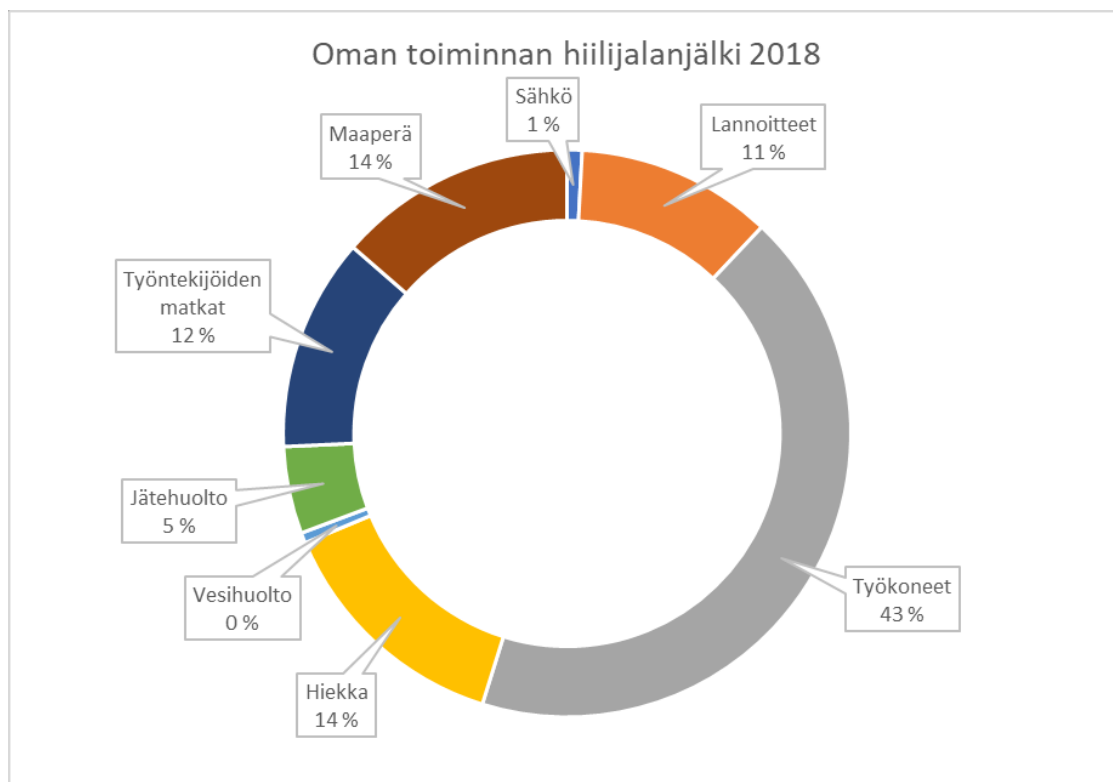
Projektille asetetut tavoitteet saavutettiin kiitettävästi ja aikataulun puitteissa. Aikataulua kiristi hieman epäselvyydet siitä, millä ohjelmistolla ja tietokannoilla hiilijalanjälkiselvitys toteuttaisiin. Yhteistyö ja kommunikaatio Han-Golfin kanssa toimi mutkattomasti. Ennen kaikkea inventaariovaiheen tietojen välitys tapahtui nopeasti, ja projektiryhmän esittämiin kysymyksiin ja toiveisiin vastattiin tehokkaasti.

Han-Golfin golfkentälle oli suoritettu vuonna 2017 ympäristökartoitus ja hiilijalanjäljen selvitys koettiin luontaiseksi jatkumoksi [13]. Vertaillen Han-Golfin oman toiminnan hiilijalanjälkeä, voidaan huomata golfalan vuosittaiset erikoispiirteet ja niihin reagoimisen vaikutukset toiminnan kasvihuonekaasupäästöihin. Oman toiminnan hiilijalanjälkeen sisältyy kentän sisäinen toiminta, kuten sähkönkulutus, jätehuolto, työntekijöiden työmatkat ja kentänhoidon toimenpiteet. Oma toiminta on se hiilijalanjäljen osa, johon Han-Golf toiminnallaan ja valinnoillaan voi suoraan vaikuttaa. Vuoden 2017 oman toiminnan hiilijalanjälki osatekijöineen on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Han-Golfin oman toiminnan hiilijalanjäljen osatekijät 2017.

Han-Golfin vuoden 2017 oman toiminnan hiilijalanjäljeksi saatiin 45 403 kg CO₂e ja vuoden 2018 vastaavaksi arvoksi 57 016 kg CO₂e. Oman toiminnan suurimmaksi hiilidioksidijalanjäljen lähteeksi voidaan osoittaa kentän hoidossa käytettävät polttomoottorikäyttöiset työkoneet, joiden osuus hiilijalanjäljestä oli vuosina 2017—18 noin 43 % (kuva 7).

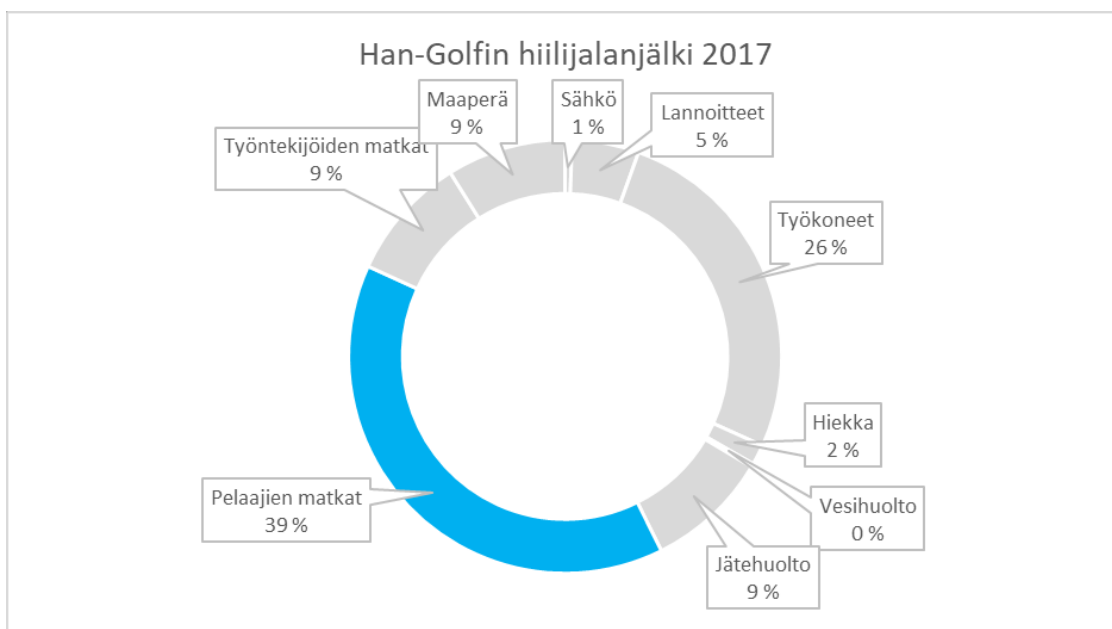


Kuva 7. Han-Golfin oman toiminnan hiilijalanjäljen osatekijät 2018.

Hiekan valmistus ja kuljetus nousivat toiseksi suurimmaksi kasvihuonekaasujen aiheuttajaksi vuonna 2018. Tämä selittyy suoritetulla viheriöbunkkereiden kunnostustyöllä, joka nosti tilatun hiekan määrää runsaasti. Kun huomioidaan myös kuivan kesän myötä hieman noussut lannoitteiden osuus, voidaan todentaa mainittu huomio toimialan vuosittaisesta vaihtelevuudesta.

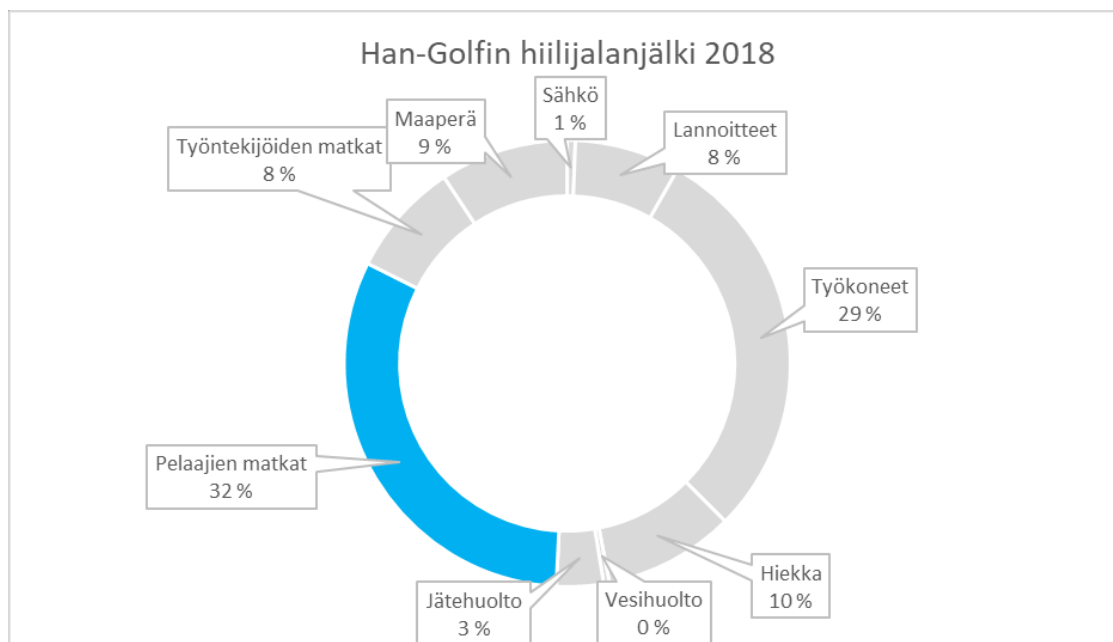
Ympyräkaavion prosenttiosuuksista voidaan huomata, että golfkentän hoidon toimenpiteillä ja toimintamuutoksilla saataisiin aikaan suurempi vaikutus oman toiminnan hiilijalanjälkeen kuin esimerkiksi työntekijöiden matkatottumuksien tai jäte- sekä vesihuollon muutoksilla. Osatekijöillä, kuten hiekan valmistuksella ja kuljetuksella, voi olla myös merkittävää vuosikohtaista vaihtelevuutta, sillä suuria tilauksia ei välttämättä ole tarpeellista tehdä joka vuosi.

Kentän oman toiminnan lisäksi kentälle matkustavien pelaajien kulkemat matkat tuottavat merkittävän määrän kasvihuonekaasupäästöjä. Vuonna 2017 pelaajien matkat kattoivat lähes 40 % Han-Golfin koko toiminnan hiilijalanjäljestä (kuva 8).



Kuva 8. Pelaajien matkustamisen osuus Han-Golfin koko toiminnan hiilijalanjäljestä vuonna 2017.

Vuonna 2018 (kuva 9) osuus oli hieman maltillisempi, mutta kuitenkin hyvin merkittävä, noin 32 %. Tämä osa hiilijalanjäljestä on tulevaisuudessa kovin pähkinä purtavaksi. Vaikuttaminen pelaajien matkoista syntyviin hiilidioksidipäästöihin on monimutkaisempaa kuin oman toiminnan päästöihin vaikuttaminen. Viime kädessä on kuitenkin aina pelaajan valinta, miten hän harrastuspaikalleen matkustaa.



Kuva 9. Pelaajien matkustamisen osuus Han-Golfin koko toiminnan hiilijalanjäljestä vuonna 2018.

Kuten mainittua, helpoin tapa hiilijalanjäljen pienentämiseksi on vaikuttaa kentällä tapahtuvaan toimintaan. Kentänhoidossa käytettävien polttomoottorikäyttöisten koneiden polttoaineen vaihtaminen biopolttoaineisiin on melko vaivaton tapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, sillä se ei vaadi investointeja uuteen tekniikkaan, kuten uusiin koneisiin. Jos uusien kentänhoitoon kentänhoitokoneiden hankinta tulee ajankohtaiseksi, on huolehdittava, että vanhaa koneistoa korvataan mahdollisimman energiatehokkailla, mahdollisuuden mukaan sähkötoimisilla, työkoneilla.

Lannoitteita Han-Golfissa käytetään jo nykytilassa alle kaikkien alan suositusarvojen. Tätä trendiä jatkaessa voitaisiin tulevaisuudessa pyrkiä löytämään uusia keinoja, joilla golfkentän sisäistä ravinnekuormaa saataisiin kierrätettyä yhä tehokkaammin. Se saattaisi tarkoittaa esimerkiksi kentältä valuvien ravinnerikkaiden vesien uudelleenkäyttöä tai yhä organisoidumpaa nurmenleikkuujätteellä lannoitteiden korvaamista.

Han-Golfilla on keinoja tukea muutosta kohti vähäpäästöisempää matkantekoa golfkentälle. Tarjoamalla golfvälineille paikan golfkentän yhteyteen tuetaan ajatusta esimerkiksi polkupyörällä saapumiseen. Sähköautojen latausasemaa ylläpitämällä taas toivotettaisiin tervetulleeksi myös kaikista vähäpäästöisimmät yksityisautoilijat.

Lähteet

- 1 30v Juhlajulkaisu. Verkkoaineisto. Han-Golf Oy Ab. <http://hangolf.fi/wp-content/uploads/2014/04/PDF_30v_Juhlajulkaisu.pdf>. Luettu 19.10.2018.
- 2 ISO/TS 14067. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. 2013. Hiilijalanjäljen laskemista ja viestimistä koskevat vaatimukset ja ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 3 Berghäll, Outi; Ahonen, Hanna-Mari; Sinivuori, Kati & Snäkin, Juha-Pekka. 2003. Kioton pöytäkirja ja sen toimeenpanosäännöt. Helsinki: Edita Prima Oy.
- 4 SFS-EN ISO 14044. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. 2018. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 5 Laukkanen, Kristiina; Saarinen, Osmo & Walden, Harri. 2009. Golfkentän ympäristökäsikirja. Verkkoaineisto. Suomen Golfliitto ry. <[http://fgma.eu/wp-content/uploads/sites/43/2017/06/Ympäristö-SGL-ympäristökäsikirja-2009.pdf](http://fgma.eu/wp-content/uploads/sites/43/2017/06/Ymparisto-SGL-ymparistokäsikirja-2009.pdf)>. Luettu 17.2.2019.
- 6 Sea distances / Port distances. Verkkoaineisto. Sea-distances.org. <<https://sea-distances.org>>. Luettu 12.2.2019.
- 7 ELCD database 3.2. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <<http://lca.jrc.ec.europa.eu>>. Luettu 18.2.2019.
- 8 Google Maps. Verkkoaineisto. Google LLC. <<https://www.google.com/maps>>. Luettu 18.2.2019.
- 9 Lahtinen, Tauno. 2018. Kenttämestari, Han-Golf Oy Ab, Hanko. Keskustelut aikavälillä 9/2018–2/2019.
- 10 LIPASTO yksikköpäästötietokanta. 2017. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>>. Päivitetty 7.7.2017. Luettu 11.1.2019.
- 11 Tenhunen, Jyrki; Oinonen, Jaana & Seppälä, Jyri. 2000. Vesihuollon elinkaaritutkimus. Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön. Helsinki: Oy Edita Ab.
- 12 Tidåker, Pernilla; Wesström, Therese & Kätterer, Thomas. 2017. Energy use and greenhouse gas emissions from turf management of two Swedish golf courses. Urban Forestry & Urban Greening. Vol. 21, s. 80–87.

- 13 Hellgren, Veera. 2018. Golfkentän ympäristökartoitus. Insinööritoimisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 14 De Klein, Cecile; Novoa, Rafael; Ogle, Stephen; Smith, Keith; Rochette, Philippe & Wirth, Thomas. 2006. N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. Verkkoaineisto. IPCC. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf>. Luettu 19.1.2019.
- 15 Groffman, Peter; Williams, Candiss; Pouyat, Richard & Band, L. E. 2009. Nitrate Leaching and Nitrous Oxide Flux in Urban Forests and Grasslands. Journal of Environmental Quality. Vol. 38, s. 1848–1860.
- 16 Henkilöautot keskimäärin Suomessa vuonna 2016. 2017. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/hakeskimaarin.htm>>. Päivitetty 6.7.2017. Luettu 21.1.2019.
- 17 Bensiniopas. 2015. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <https://www.neste.com/sites/default/files/attachments/bensiniopas_2015.pdf>. Luettu 22.1.2019.
- 18 Tuotetiedote. 2017. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <https://www.neste.fi/static/datasheet_pdf/150425_fi.pdf>. Luettu 1.2.2019.
- 19 Jätteen hyödyntämis- ja käsittelymenetelmiä koskevat R&D-koodit. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinto. <<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BF57F2E0A-512A-409C-8297-171F1C3A9D38%7D/74660>>. Luettu 18.2.2019.
- 20 Jätehuolto. Verkkoaineisto. Martti Poutiainen Oy. <<https://www.marttipoutiainen.net>>. Luettu 16.2.2019.
- 21 Tietoa elinkaariarviointista (LCA) ja elinkaariklinikkatoimintamallista pk-yrityksille. 2017. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <<https://www.syke.fi/download/noname/%7B032490FA-19DF-4E5A-A40F-88E22B86DA20%7D/132057>>. Luettu 22.1.2019.
- 22 ISO 14064-1. Greenhouse Gases. 2006. Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 23 Mikä ihmeen hiilinielu? Verkkoaineisto. Metsähallitus. <<https://www.metsagroup.com/fi/Media/Pages/Mika-ihmeen-hiilinielu.aspx>>. Luettu 17.2.2019.

- 24 Kenttäopas. Verkkoaineisto. Han-Golf Oy Ab. <<https://hangolf.fi/kentta/>>. Luettu 17.2.2019.
- 25 Living in a Carbon World. Part B: Carbon storage in local trees. 2018. Verkkoaineisto. Earthlabs. <<https://serc.carleton.edu/eslabs/carbon/1b.html>>. Luettu 19.2.2019.
- 26 Nylund, Nils-Olof; Söderena, Petri & Rahkola, Pekka. 2016. Työkoneiden CO₂ päästöt ja niihin vaikuttaminen. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<http://www.ym.fi/download/noname/%7BEC3AFE90-B3FC-446B-90C3-4A8B253B4256%7D/125900>>. Luettu 19.2.2019.
- 27 Neste MY uusiutuva diesel™ - Sinun panoksesi ilmastotalkoisiin. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <<https://www.neste.fi/artikkeli/neste-my-uusiutuva-dieseltm-sinun-panoksesi-ilmastotalkoisiin>>. Luettu 19.2.2019.
- 28 Kevyen polttoöljyn hintaseuranta. 2019. Verkkoaineisto. Polttoaine.net. <<https://www.polttoaine.net/index.php?cmd=oljy>>. Luettu 19.2.2019.
- 29 Halvinta dieseliä -hintaseuranta. 2019. Verkkoaineisto. Polttoaine.net. <<https://www.polttoaine.net/index.php?cmd=20halvinta&diesel=1>>. Luettu 19.2.2019.
- 30 Mustasilta, Harri; Hietaniemi, Janne; Husu, Timo; Koski, Pertti & Suomi, Ulla. Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus ja raportointiohjeet. 2015. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/10551/Kiinteiston_energiakatselmuksen_toteutus-_ja_raportointiohjeet.pdf>. Luettu 20.2.2019.
- 31 Heimonen Ismo, 2011. Aurinko-opas 2012. Verkkoaineisto. Sitra & Ympäristöministeriö. <<http://www.ym.fi/download/noname/%7BF4F73E83-56AF-4112-AD7B-0E1F1804D38B%7D/30750>>. 23.8.2011. Luettu 20.2.2019.
- 32 Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>>. Luettu 20.2.2019.
- 33 Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus SYKE. <<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8A7CACB5-3A30-4443-8470-E612AEBCF5FA%7D/91995>> Luettu 12.1.2019.
- 34 Alho, Piia & Närhi, Heli. 2014. Hulevesiselvitys. Verkkoaineisto. Sweco Ympäristö Oy. <http://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/2011_keke/asemakaa-vat/ne1/luonnos/ne1_liite5_hulevesiselvitys.pdf>. 5.9.2014. Luettu 14.1.2019.

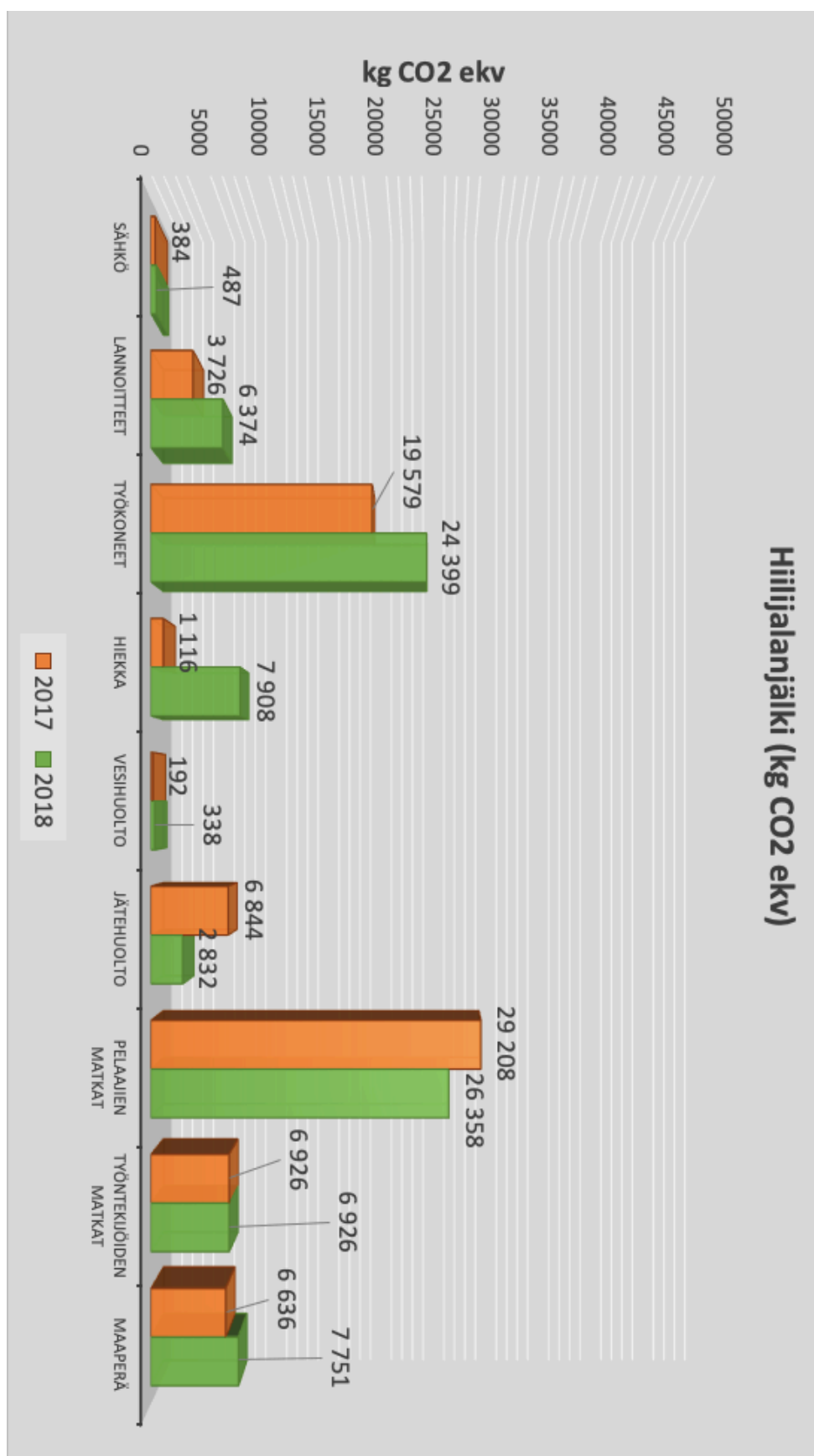
- 35 Flir P-series. 2007. Flir systems. Verkkoaineisto. <<http://support.flir.com/Answers/A365/A365-P%20series%20brochure%20def.pdf>>. Luettu 21.2.2019.
- 36 Rakennuksen lämpökuvaus. 2016. RT 14-11239. Rakennustieto Oy.
- 37 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 2015. 545/23.4 2015.
- 38 Lämpökuvaus: Ohjeet ja määräykset. Verkkoaineisto. Paloniitty Oy. <<http://paloniitty.fi/files/RLK%20Lämpökuvaus%20OHJEET%20JA%20MÄÄRÄYKSET%20LIITE.pdf>>. Luettu 21.2.2019.

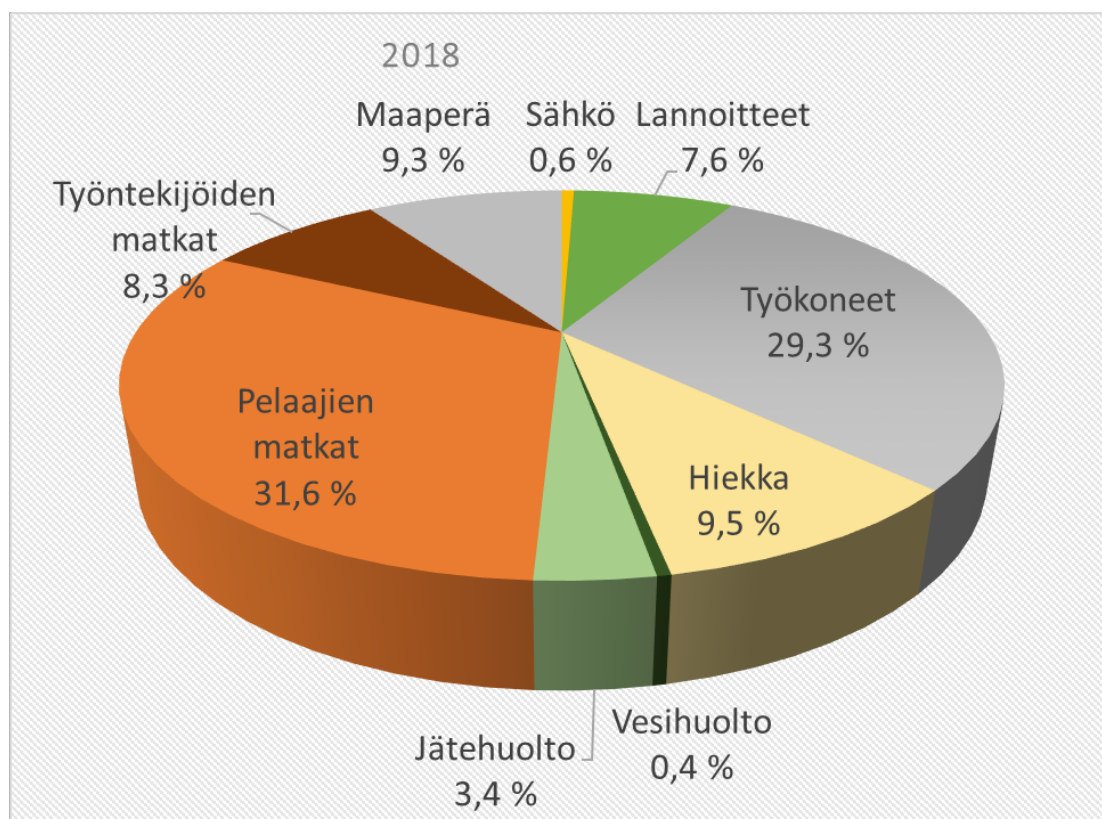
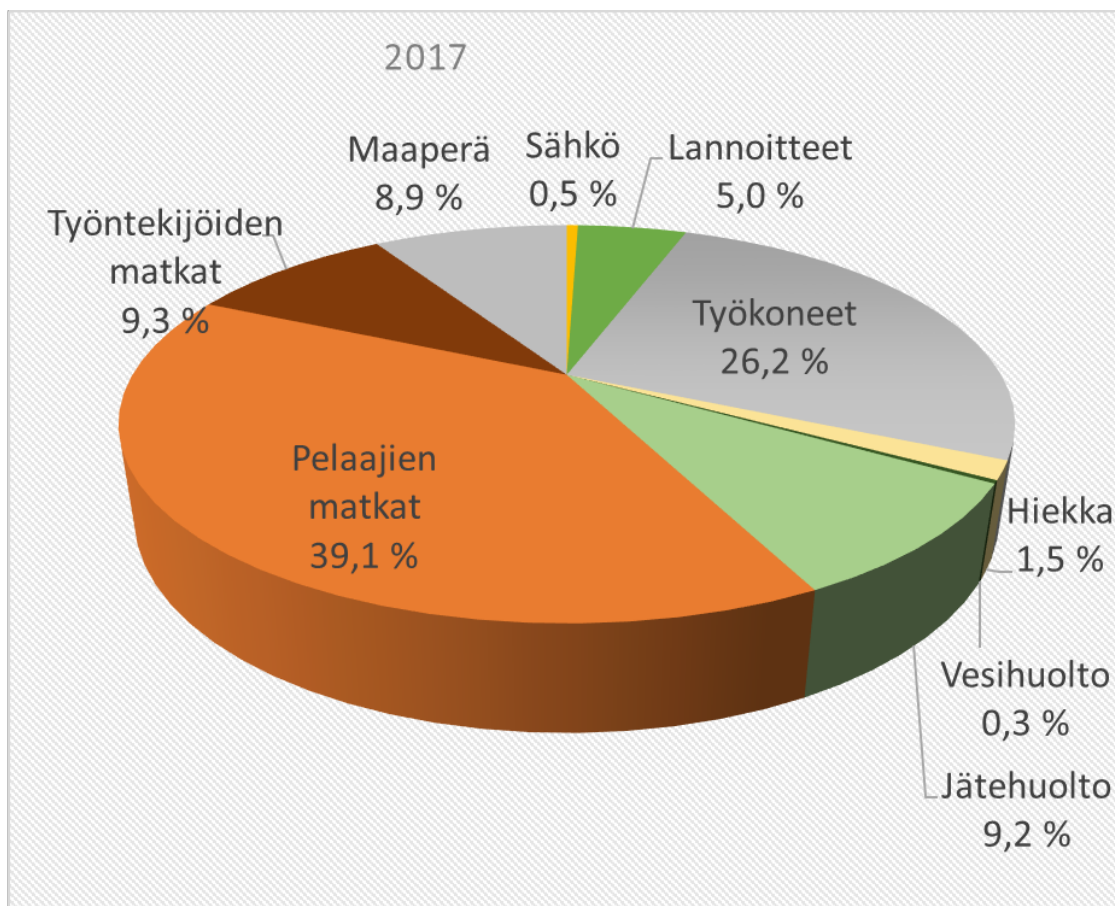
Inventaariokategoriat ja CO2-ekvivalenttikertoimet 2017

Prosessin tai materiaalin kuvaus	Tietoaaineisto	Määrä 2017	Yksikkö	CO2 päästö-kerroin (kg CO2)	Hiilijalanjälki (kg CO2 eq)
Kentänhoito					
Lannoitteiden valmistus ja kuljetus					
Lannoite, typpi, valmistus	Carbon footprint of average fertilizer use in Western Europe	481	kg	5,62	2703,22
Lannoite, fosfori, valmistus	Carbon footprint of average fertilizer use in Western Europe	37	kg	1,47	54,39
Kuljetus	Konttialus, 2000 TEU	8560	km	0,113120	968,31
Työkoneiden käyttö					
Työkoneiden polttoaine, polttoöljy/diesel	Muut ajettavat dieseltyökoneet	5684	l	2,672	15187,648
Työkoneiden polttoaine, bensiini	Muut ajettavat bensiinikäyttöiset	722	l	2,271	1639,662
Polttoöljyn/dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	4831,4	kg	0,484	2338,3976
Bensiinin valmistus	Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	505,4	kg	0,818	413,4172
Vesiseulotun hiekan (0,2/2) valmistus ja kuljetus					
Vesiseulotun hiekan valmistus	Sand 0/2, wet and dry quarry, production mix, at plant, undried, EU-27 S	90000	kg	0,00235	211,5
Kuljetus, täysi kuorma	Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä EURO6, kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia, maantieajo	336	km	1,432	481,152
Kuljetus, tyhjä kuorma	Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä EURO6, kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia, maantieajo	336	km	0,872	292,992
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	269,136	kg	0,484	130,261824
Maaperäpäästöt					
Lannoite, typpi	N additions from mineral fertilisers, organic amendments and crop residues, and N mineralised from mineral soil as a result of loss of soil carbon	457	kg	2,98	1361,86
Nurmikenttä		35,4	ha	149	5274,6
Perustoiminnot					
Sähkönkulutus					
Vesivoiman tuotanto	Electricity, high voltage {FI} electricity production, hydro, run-of-river Alloc Def, S	89833	kWh	0,00427	383,58691
Vesihuolto					
Talousveden valmistus	Vesilaitos. Sis. Vedenotto, vedenpuhdistus, vesijohtoverkosto	248	m3	0,26818	66,50864
Sakokaivolietteen kuljetus, tyhjä kuorma	Suuri jakelukuorma-auto EURO6, Kokonaismassa 15 t, kantavuus 9 t Maantieajo	6,6	km	0,378	2,4948
Sakokaivolietteen kuljetus, täysi kuorma	Suuri jakelukuorma-auto EURO6, Kokonaismassa 15 t, kantavuus 9 t Maantieajo	6,6	km	0,449	2,9634
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	1,8678	kg	0,484	0,9040152
Jäteveden puhdistus	Viemärlaitos. Sis. Viemäriverkosto, jäteveden käsittely, lietteiden loppusijoitus	253	m3	0,47077	119,10481
Jätehuolto					
Jätehuolto (kaikki jäte laskettu meneväksi polttoon)	Waste incineration of municipal solid waste (MSW), EU-27	11040	kg	0,331	3654,24
Jätteiden kuljetus	Suuri jakelukuorma-auto: kokonaismassa 15t, kantavuus 9t. EURO6-päästötaso. Maantieajo	8952,5	km	0,449	4019,6725
Paperijätteen kierrätys	Recycling paper GLO. Processes needed for the recycling process (for example electricity) and transport of the material to the recycling plant are excluded.	1400	kg	-0,593	-830,2
Matkustaminen kentälle					
Pelaajien matkat					
Henkilöauto, bensiini	Bensiinikäyttöinen henkilöauto, keskimäärin v. 2016, katuajon suoriteisuus 27 %	87707,6705	km	0,159	13945,51961
Bensiinin valmistus	Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	5223,479043	kg	0,818	4272,805857
Henkilöauto, diesel	Dieselikäyttöinen henkilöauto, keskimäärin v. 2016, katuajon suoriteisuus 27 %	55223,3481	km	0,141	7786,492081
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	3052,470566	kg	0,484	1477,395754
Henkilöauto, sähkö	Sähköhenkilöauto (BEV), katuajon suoriteisuus 27 %	3248,432241	km	0,19	101,2211486
Henkilöauto, hybridi	Hybridihenkilöauto (bensini), v. 2017	16242,1612	km	0,100	1624,21612
Henkilökunnan matkat					
Henkilöauto	Henkilöautot keskimäärin Suomessa v. 2016, katuajon suoriteisuus 27 %	36824	km	0,152	5597,248
Bensiinin valmistus	Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	1202,7639	kg	0,818	983,8608702
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	712,40631	kg	0,484	344,804654
			Yhteensä (kg CO2)		74610,247

Inventaariokategoriat ja CO2-ekvivalenttikertoimet 2018

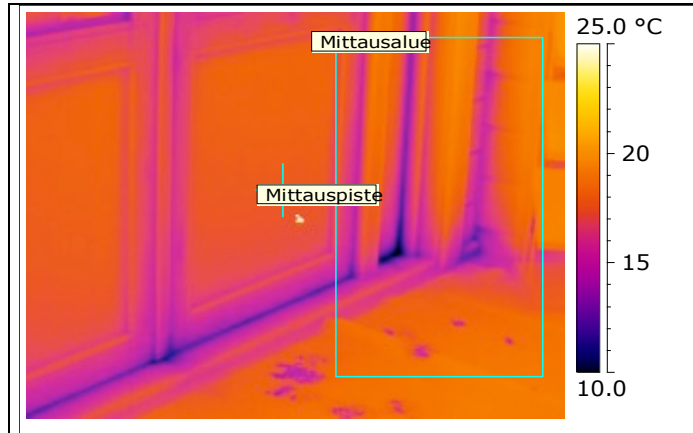
Prosessin tai materiaalin kuvaus	Tietoaaineisto	Määrä 2018	Yksikkö	CO2 päästö-kerroin (kg CO2)	Hiilijalanjälki (kg CO2 eq)
Kentänhoito					
Lannoitteiden valmistus ja kuljetus					
Lannoite, tyyppi, valmistus	Carbon footprint of average fertilizer use in Western Europe	845	kg	5,62000	4748,9
Lannoite, fosfori, valmistus	Carbon footprint of average fertilizer use in Western Europe	86	kg	1,47	126,42
Kuljetus	Konttialus, 2000 TEU	10403,2	km	0,1440	1498,39
Työkoneiden käyttö					
Työkoneiden polttoaine, polttoöljy/diesel	Muut ajettavat dieseltyökoneet	7214,57	l	2,672	19277,33104
Työkoneiden polttoaine, bensiini	Muut ajettavat bensiinikäyttöiset	777	l	2,271	1764,567
Polttoöljyn/dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	5952,02025	kg	0,484	2880,777801
Bensiinin valmistus	Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	582,75	kg	0,818	476,6895
Vesiseulotun hiekan (0,2/2) valmistus ja kuljetus					
Vesiseulotun hiekan valmistus	Sand 0/2, wet and dry quarry, production mix, at plant, undried, EU-27 S	671150	kg	0,00235	1577,2025
Kuljetus, täysi kuorma	Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä EURO6, kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia, maantieajo	2352	km	1,432	3368,064
Kuljetus, tyhjä kuorma	Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä EURO6, kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia, maantieajo	2352	km	0,872	2050,944
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	1883,952	kg	0,484	911,832768
Maaperäpäästöt					
Lannoite, tyyppi	N additions from mineral fertilisers, organic amendments and crop residues, and N mineralised from mineral soil as a result of loss of soil carbon	831	kg	2,98	2476,38
Nurmikenttä		35,4	ha	149	5274,6
Perustoiminnot					
Sähkönkulutus					
Vesivoiman tuotanto	Electricity, high voltage {FI} electricity production, hydro, run-of-river Alloc Def, S	114102,08	kWh	0,00427	487,2158816
Vesihuolto					
Talousveden valmistus	Vesilaitos. Sis. Vedenotto, vedenpuhdistus, vesijohtoverkosto	443	m3	0,26818	118,80374
Sakokaivolietteen kuljetus, tyhjä kuorma	Suuri jakelukuorma-auto EURO6, Kokonaismassa 15 t, kantavuus 9 t Maantieajo	6,6	km	0,378	2,4948
Sakokaivolietteen kuljetus, täysi kuorma	Suuri jakelukuorma-auto EURO6, Kokonaismassa 15 t, kantavuus 9 t Maantieajo	6,6	km	0,449	2,9634
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	1,8678	kg	0,484	0,9040152
Jäteveden puhdistus	Viemärlaitos. Sis. Viemäriverkosto, jäteveden käsittely, lietteiden loppusijoitus	452	m3	0,47077	212,78804
Jätehuolto					
Jätehuolto (kaikki sekajäte laskettu meneväksi polttoon)	Waste incineration of municipal solid waste (MSW), EU-27	5000	kg	0,331	1655,00
Jätteiden kuljetus	Suuri jakelukuorma-auto: kokonaismassa 15t, kantavuus 9t. EURO6-päästötaso. Maantieajo	5792,1	km	0,449	2600,6529
Paperin kierrätys	Recycling paper GLO. Processes needed for the recycling process (for example electricity) and transport of the material to the recycling plant are excluded.	2400	kg	-0,593	-1423,2
Matkustaminen kentälle					
Pelaajien matkat					
Henkilöauto, bensiini	Bensiinikäyttöinen henkilöauto, keskimäärin v. 2016, katuajon suoriteosuus 27 %	79151,433	km	0,159	12585,07785
Bensiinin valmistus	Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	4713,907577	kg	0,818	3855,976398
Henkilöauto, diesel	Dieselikäyttöinen henkilöauto, keskimäärin v. 2016, katuajon suoriteosuus 27 %	49836,087	km	0,141	7026,888267
Dieselin valmistus	Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S	2754,689709	kg	0,484	1333,269819
Henkilöauto, sähkö	Sähköhenkilöauto (BEV), katuajon suoriteosuus 27 %	2931,5345	km	0,19	91,34661502
Henkilöauto, hybridi	Hybridihenkilöauto (bensiini), v. 2017	14657,673	km	0,100	1465,7673
Henkilökunnan matkat					
Henkilöauto	Henkilöautot keskimäärin Suomessa v. 2016, katuajon suoriteosuus 27 %	36824	km	0,152	5597,248
Bensiinin valmistus	"Gasoline mix (regular) at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S"	1202,7639	kg	0,818	983,8608702
Dieselin valmistus	"Diesel mix at refinery, from crude oil and bio components, fuel supply, production mix, at refinery, 10 ppm sulphur, 5.75 wt.% bio components EU-27 S"	712,40631	kg	0,484	344,804654
				Yhteensä (kg CO2)	83373,96486





Näytteenottopisteet vesianalyysiin



Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Pääsisäänkäynti
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 1.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	17.4 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.4 °C
Mittausalue min. lämpötila	9.0 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	29
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	76

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	4.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s	Kameratyyppi	ThermaCAM P660
Pilvisyys	Pilvinen		West
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa	Kameran sarjanumero	404000245
		Kuvanumero/nimi	IR_1440.jpg

Kommentit:

Pääsisäänkäynnin pariovi. Huomionarvoisia lämpövuotoja ovien alatiivisteistä, pikkuikkunasta sekä hirsinurkkauksen alaosaan. Lämpövuodot oletusarvioiden mukaisia ovien ja ikkunan kohdalla, mutta hirsinurkkauksen osalta erikoisempaa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Pääsisäänkäynnin vierusta
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 2.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	16.8 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20.4 °C
Mittausalue min. lämpötila	10.2 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	35
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	73

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

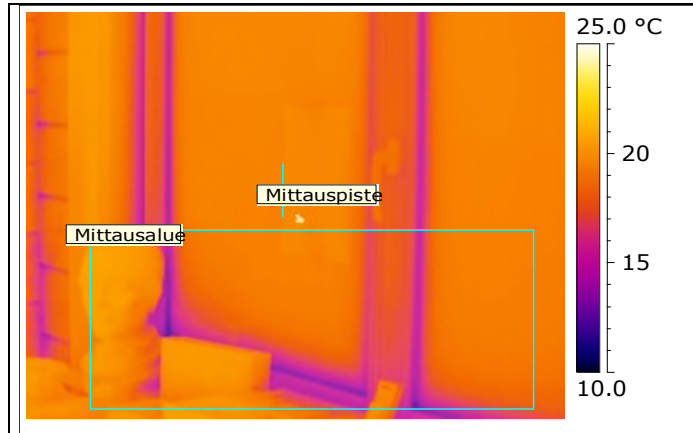
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1442.jpg

Kommentit:

Pääsisäänkäynnin vierusta, sisältäpäin katsottuna vasemmalla. Seinän alareunan ja lattiapinnan liitoskohdassa lämpövuotoa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Proshopin ikkuna, suuri
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 3.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	18.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20.5 °C
Mittausalue min. lämpötila	11.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	44
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	85

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

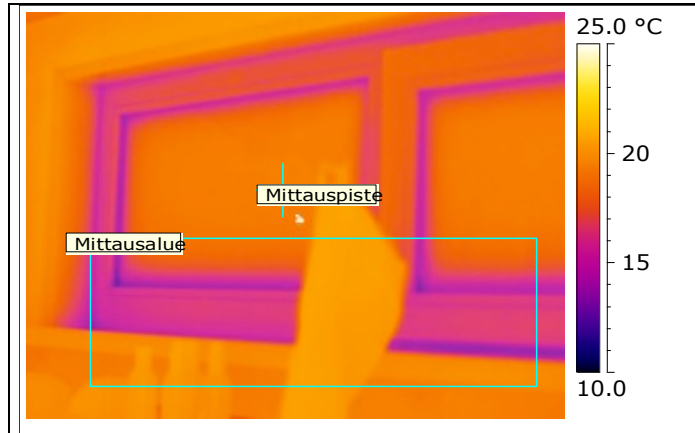
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1444.jpg

Kommentit:

Pääaulan ikkuna proshopin puolella. Ikkunan lämpövuodot oletusarvioita vastaavia.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Proshopin ikkuna, pieni
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 4.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	18.8 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20.4 °C
Mittausalue min. lämpötila	12.1 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	46
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	84

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s	Kameratyyppi	ThermaCAM P660
Pilvisyys	Pilvinen		West
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa	Kameran sarjanumero	404000245
		Kuvanumero/nimi	IR_1446.jpg

Kommentit:

Proshopin pieni ikkuna ja tuuletusikkuna. Lämpöhäviöt vastaavat ikkunatyyppin odotusarvoja.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Takaoven viereinen ikkuna, oikea
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 5.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	20.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	23.4 °C
Mittausalue min. lämpötila	11.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	44
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	95

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

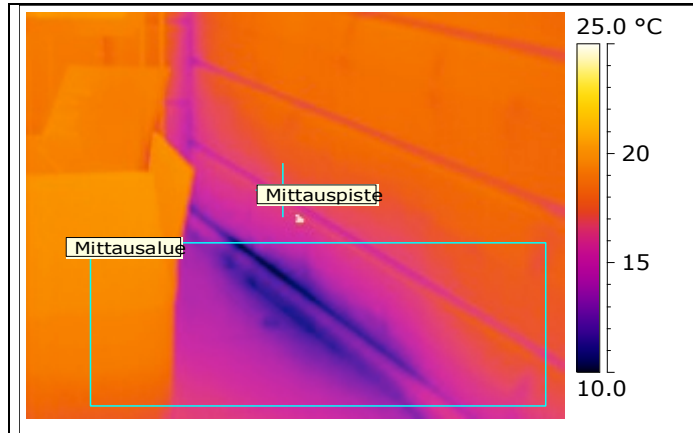
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1448.jpg

Kommentit:

Pääaulan takaseinän ikkuna sisältä katsottuna oikealla. Lämpövuodot eivät poikkeakaan normaalista.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Takaoven vierusta
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 6.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	16.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.7 °C
Mittausalue min. lämpötila	9.3 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	30
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	72

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

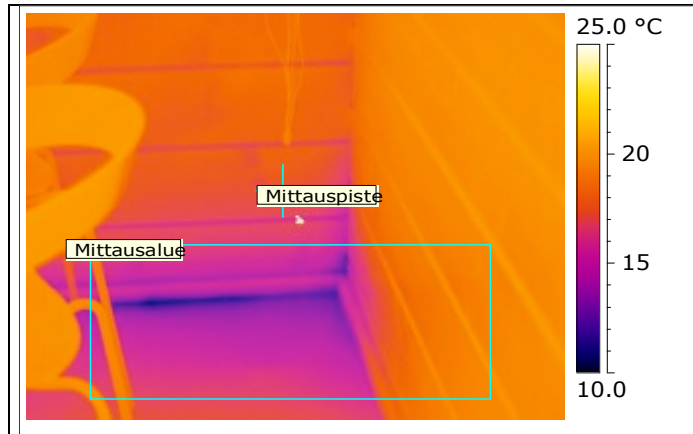
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1450.jpg

Kommentit:

Takaoven vierusta, sisältä katsottuna vasemmalla. Seinän alareunan ja lattian liitoskohdassa huomionarvoinen lämpöhäviö. Verrattuna vastakkaisen seinän mittaukseen (kuva 2), vuoto on suurempi.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Aulan ja miesten pukuhuoneen kulmaus
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 7.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi
Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Mittauspisteen lämpötila	17.3 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	10.5 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	37
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	76

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	21.6 °C
Sisäilman lämpötila	21.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	3.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

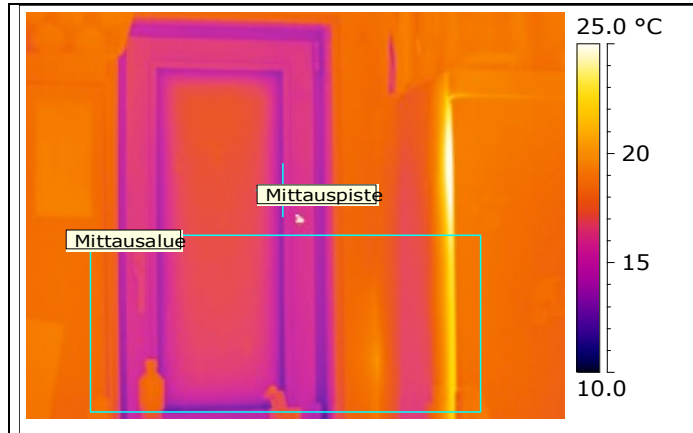
Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1452.jpg

Kommentit:

Aulan kulmaus miesten pukuhuoneen vieressä. Kylmäsilta havaittavissa seinän alareunassa, mutta verrattuna vastaaviin mittauspisteisiin (kuvat 2, 6), lämpövuoto on kuitenkin maltillisempaa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitale, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Keittiön ikkuna
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 8.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	14.0 °C
Mittausalue maks. lämpötila	23.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	11.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	46
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	59

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	20.9 °C
Sisäilman lämpötila	20.9 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

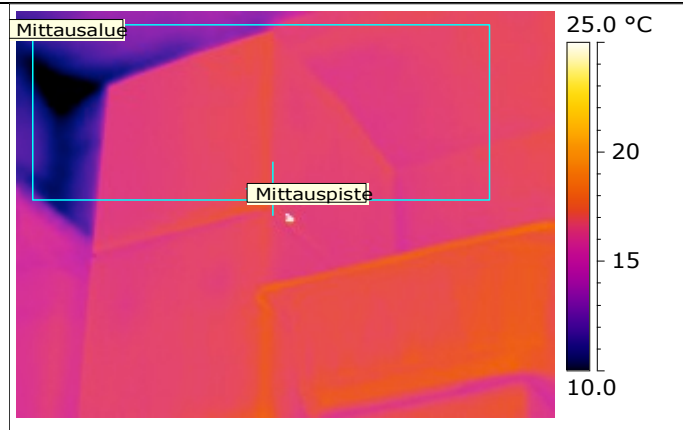
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1456.jpg

Kommentit:

Keittiön tuuletusikkuna. Ikkuna lämmönpito-ominaisuuksiltaan samaa tasoa muiden rakennusten ikkunoiden kanssa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
**Kuvauspaikka: Ulkoylännurkka, keittiön va-
rasto**
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 9.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi
Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Mittauspisteen lämpötila	16.8 °C
Mittausalue maks. lämpötila	17.4 °C
Mittausalue min. lämpötila	8.5 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	32
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	90

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	18.3 °C
Sisäilman lämpötila	18.3 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

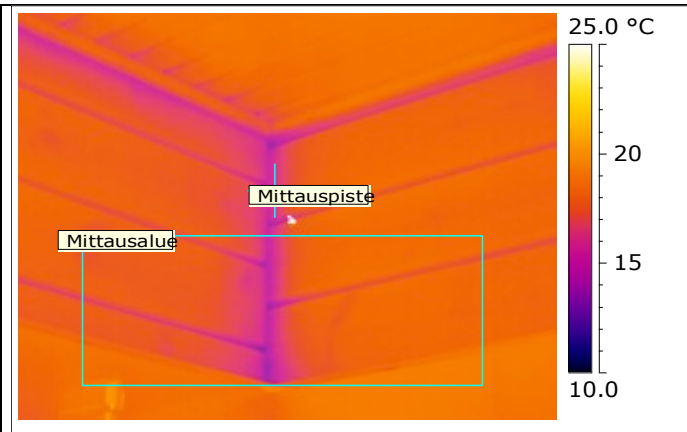
Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1460.jpg

Kommentit:

Keittiön varaston ulkonurkka. Nurkka huomioitu lämpökuvausellisesti kylmäksi. Kuvaan pohjautuvan analyysin luotettavuutta heikentää se, ettei varaston ja ulkoilman lämpötilaero vastaa suositeltua minimiarvoa ($\geq 15 \text{ °C}$).

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Miesten suihkutilan ulko-ylänurkka
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 10.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi
Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Mittauspisteen lämpötila	15.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.7 °C
Mittausalue min. lämpötila	12.3 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	50
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	71

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	20.7 °C
Sisäilman lämpötila	20.7 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

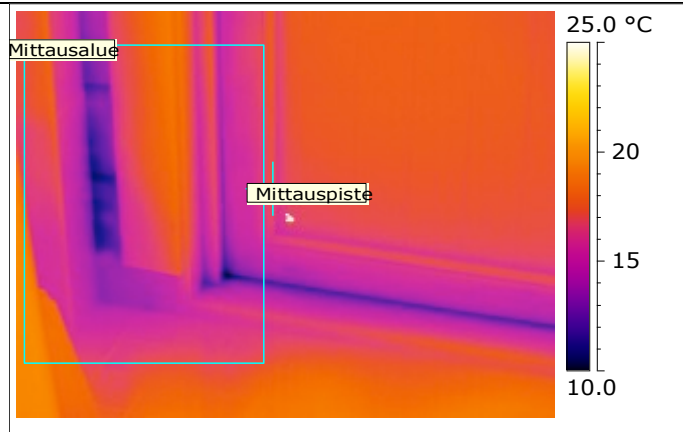
Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1466.jpg

Kommentit:

Miesten pukuhuoneen suihkutila. Ulkonurkkauksessa esiintyy muihin kohteisiin verrattuna melko pieni kylmäsilta.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Miesten pukuhuoneen ulko-oven vierusta
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 11.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	17.1 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.6 °C
Mittausalue min. lämpötila	9.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	34
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	78

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	20.7 °C
Sisäilman lämpötila	20.7 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

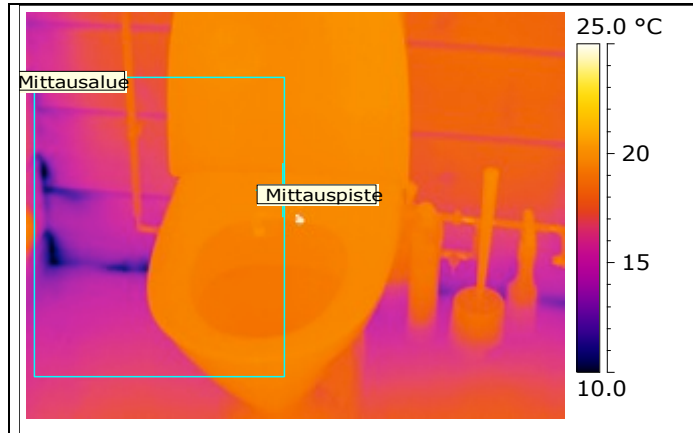
Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Kameratyyppi	ThermaCAM P660
	West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1470.jpg

Kommentit:

Miesten pukuhuoneen suihkutilassa sijaitseva ulko-ovi. Huomionarvoisia lämpöhäviöitä lyhyellä seinäosuudella ovilistan ja laatoitetun seinäosuuden välillä.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Miesten pukuhuoneen WC
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 12.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	19.2 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.6 °C
Mittausalue min. lämpötila	9.2 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	31
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	91

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	20.7 °C
Sisäilman lämpötila	20.7 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

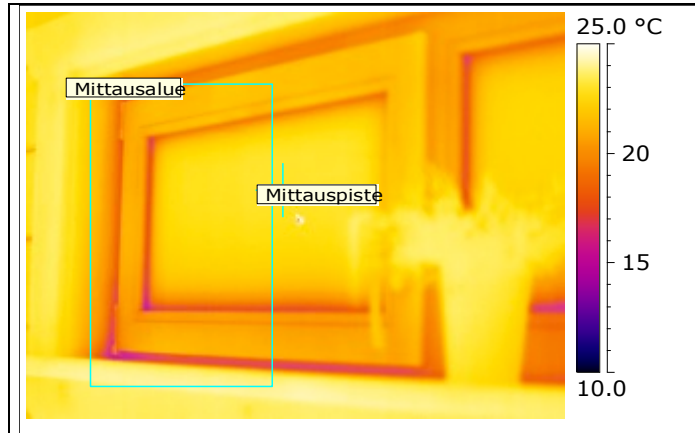
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1478.jpg

Kommentit:

Miesten pukuhuoneen WC. Seinän alareunan ja lattian liitoskohdassa merkittävää lämpövuotoa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Naisten pukuhuoneen ikkuna
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 13.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	22.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	24.2 °C
Mittausalue min. lämpötila	14.2 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	48
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	90

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	25.0 °C
Sisäilman lämpötila	25.0 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

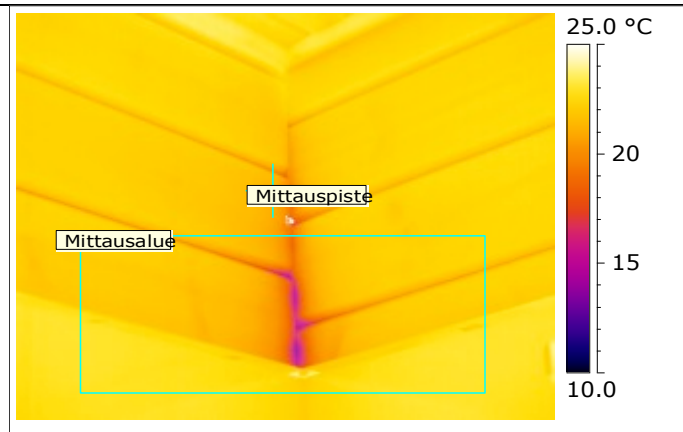
Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1480.jpg

Kommentit:

Pieni tuuletusikkuna naisten pukuhuoneessa. Ikkunasta tapahtuva lämpövuoto samalla tasolla muiden ikkunoiden kanssa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitilo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Naisten suihkutilan ulko-ylänurkka
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 14.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	20.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	24.2 °C
Mittausalue min. lämpötila	12.9 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	42
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	79

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	25.0 °C
Sisäilman lämpötila	25.0 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

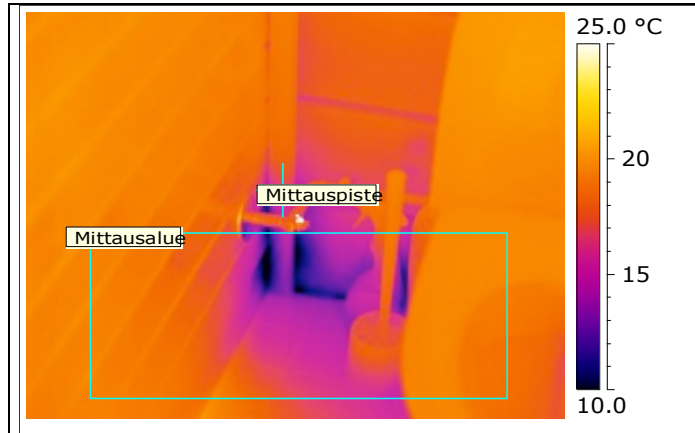
Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1482.jpg

Kommentit:

Naisten suihkutilan kahden ulkoseinän nurkkaus jossa havaittavissa kylmäsilta. Hyvin vastaava mittaus-tulos kuin miesten pukuhuoneen suihkutilan nurkassa. Eroavaisuus lämpötilaindekseissä selittyy korkeammalla lämpötilalla naisten pukuhuoneessa.

Kohdetiedot: Hangolf klubitalo, Kirkkotie 28, 10900 Hanko
Kuvauspaikka: Naisten pukuhuoneen WC
Kuvauspäivämäärä: 17.1.2019
Lämpökuva
Valokuva


Nro 15.

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittauspisteen lämpötila	16.5 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.6 °C
Mittausalue min. lämpötila	6.9 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	15
Lämpötilaindeksi mitatusta piste-lämpötilasta	64

Kameran mittausparametrit kuvadatasta

Emissiivisyys	0.95
Heijastuva lämpötila	23.6 °C
Sisäilman lämpötila	23.6 °C
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpötila)	4.00
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Suhteellinen kosteus	52.0 %

Ulkoilman olosuhteet ja Paine-ero

Tuulen nopeus/tuulen suunta	8 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1 Pa

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameratyyppi	ThermaCAM P660 West
Kameran sarjanumero	404000245
Kuvanumero/nimi	IR_1484.jpg

Kommentit:

Naisten pukuhuoneen WC. Lattian ja seinän liitoskohdasta huomattavan suuri kylmäsilta.