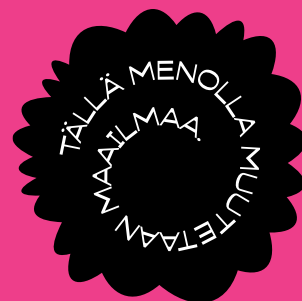


**SAVONIA**



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN ALA

# ROBOTTIRUOHONLEIKKURIT GOLFKENTÄLLÄ

TEKIJÄ Heini Strömberg

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Heini Strömberg		
Työn nimi Robottiruohonleikkurit golfkentällä		
Päiväys	10.10.2025	23/1
Yhteistyötaho Joroisten KartanoGolf Oy		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Joroisten Kartanogolf Oy:n kanssa. Aihetta käsiteltiin yhdessä Joroisten projektikoordinaattorin kanssa ja hänen kauttaaan Kartanogolf päätti tilata opinnäytetyön. Kartanogolf oli jo pidempään suunnitellut robottileikkureiden käyttöönottamista. Tarkoituksena oli tehdä Kartanogolfille sekä muille golfkentille raportti robottiruohonleikkureiden käytöstä ja päästöjen vähenemisestä sekä tarjota kokemuksia robottileikkureihin jo siirtyneiltä golfkentiltä. Tavoitteena oli laajentaa Kartanogolfin vihreää energiasiirtymää, tasata kustannuksia ja helpottaa työntekijäpulaa.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin haastattelemalla Kartanogolfin toimitusjohtajaa sekä muiden golfkenttien edustajia ja tekemällä kirjallisuuskatsauksen tyylinen tutkimus. Pääasiallisena tutkimuskysymyksenä oli tarkastella miksi robottiruohonleikkureihin siirtyminen kannattaa.</p> <p>Golfkentät hyötyvät robottileikkureista monin tavoin. Ne helpottavat työntekijäpulaa ja pitävät nurmikon hyvässä kunnossa ja tuovat säästöjä kentille. Myös pelaajat ovat tyytyväisiä robottileikkureihin. Tämän lisäksi robottileikkurit ovat mukana vihreässä siirtymässä ja hiilineutraaliuden tavoittelussa. Hiilijalanjäljen pienentäminen auttaa sekä ympäristöä että ilmastoa, mutta voi toimia myös imagotekijänä yhä valveutuneemmille pelaajille ja kuluttajille. Joroisten KartanoGolf Oy hankki kentälleen kaksi Belroboticsin robottiruohonleikkuria vuoden 2024 loppukesästä. Tulevaisuuden suunnitelmiin kuuluu robottileikkurien lisääminen. Jatkossa voisi tutustua tarkemmin robottileikkurien hiilijalanjälkeen sekä kentän hiilijalanjäljen pienentämiseen, kun kentänhoitoa aletaan sähköistää yhä enemmän.</p>		
Avainsanat golf, golfkenttä, ruohonleikkurit, robottiruohonleikkurit, hiilijalanjälki		

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	4
2	HISTORIA .....	5
3	RUOHONLEIKKU .....	7
3.1	Golfkenttä .....	7
4	ROBOTTILEIKKURIEN VERTAILU .....	9
4.1	Husqvarna .....	9
4.2	Belrobotics.....	9
5	HYÖDYT JA HAITAT.....	11
6	HAASTATTELUT GOLFKENTTIEN EDUSTAJIEN KANSSA .....	12
6.1	Hirsala Golf.....	12
6.2	Järvi-Seudun Golf.....	13
6.3	Pielisgolf .....	14
7	HIILIJALANJÄLKI .....	16
7.1	GHG protokolla.....	16
7.2	GHG protokolla golfkentällä .....	17
7.3	Laskenta .....	17
8	POHDINTA.....	19
	LÄHTEET .....	20
	LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET GOLFKENTTIEN EDUSTAJILLE.....	23

## 1 JOHDANTO

Vihreää siirtymää tarvitaan, sillä tällä hetkellä kulutamme liikaa maapallon luonnonvaroja. Ilmasto- ja luontokriisi pahenevat, joten tarvitsemme muutoksen siihen, miten fossiilisia ja uusiutuvia luonnonvaroja käytämme. Haasteena onkin rajata kulutus maapallon kantokyvyn mukaiseksi, mutta myös pitää talous tasapainossa. Vihreä siirtymä tulisivat ottaa mahdollisuutena luoda uusia elinkeinoja. (Ympäristöministeriö n.d.) Useiden kansallisten ja kansainvälisten arvioiden mukaan energijärjestelmien sähköistäminen voi merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä (Lund, Kivimaa, Arasto, Lipsanen, Heliste & Tsupari 2021).

Ilmastokysymyksiä ajankohtaisuus koskee myös viheralaa. Perinteisillä polttomoottoreilla varustetut leikkurit kuluttavat fossiilisia polttoaineita aiheuttaen päästöjä. Näitä päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi siirtymällä akkukäyttöisiin laitteisiin. Samalla meluhaitat vähenevät, sillä akkukäyttöiset koneet ovat hiljaisempia, kuin polttomoottorileikkurit. (Lehtonen 2019.) Valtioiden sitoutuminen EU:n hankkeisiin aiheuttaa myös yrityksille paineita pienentää hiilijalanjälkeään. CSRD-direktiivi astuu voimaan pian, jolloin suurempi osa yrityksistä joutuu raportoimaan toiminnastaan. Todennäköisesti raportointi kohdistuu tulevaisuudessa myös erityistoimialoille, kuten golfkentille. (SGK ry n.d.)

Robottiruohonleikkurit helpottavat golfkenttien työvoimapulaa ja tuovat kustannussäästöjä. Ne leikkaavat päivällä ja yöllä, sateella ja paisteella. Niiden leikkuujälki on tasaista ja nurmen pakkaantumista esiintyy vähemmän. Robottileikkurien huoltokustannukset ovat alhaisemmat ja ne on myös helpompi huoltaa kuin perinteiset polttomoottorileikkurit. (Husqvarna n.d.)

Tämä opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Joroisten Kartanogolf Oy:n kanssa. Aihetta käsiteltiin yhdessä Joroisten projektikoordinaattorin kanssa ja hänen kauttaan Kartanogolf päätti tilata opinnäytetyön. Kartanogolf on suunnitellut robottileikkureiden käyttöönottamista. Tarkoituksena on tehdä Kartanogolfille sekä muille golfkentille raportti robottiruohonleikkureiden käytöstä, päästöjen vähenemisestä ja tarjota kokemuksia robottileikkureihin jo siirtyneiltä golfkentiltä. Tavoitteena on laajentaa Kartanogolfin vihreää energiasiirtymää, tasata kustannuksia ja helpottaa työntekijäpulaa.

Opinnäytetyö tehtiin haastattelemalla Kartanogolfia sekä muiden golfkenttien edustajia ja tekemällä kirjallisuuskatsauksen tyylinen tutkimus. Pääasiallisena tutkimuskysymyksenä oli tarkastella miksi robottiruohonleikkureihin siirtyminen kannattaa.

Sähköistäminen keskittyisi alkuun ”raffin” (rough, karheikko, väylän ulkopuolinen pitkäheinäisempi alue) hoitoon päivisin. Öisin koneet voisivat leikata myös viheriön ympäristöä. Kartanogolf on jo saanut tarjouksen koko kentän ruohonleikkauskaluston sähköistämisestä, mutta se on vielä kallis investointi. Tarkoituksena onkin aloittaa sähköistäminen osissa.

## 2 HISTORIA

Brittisyntyinen insinööri Edwin B. Budding patentoi ruohonleikkurin vuonna 1830. Budding seurasi, kuinka eräässä ompelimossa poistettiin vaatteiden nukkaa sylinterimäisellä leikkurilla vaatteiden pinna. Hän oivalsi, että samaa periaatetta voitaisiin käyttää myös ruohonleikkuuseen. Budding asensi 19 tuumaisen leikkuuterän taakse saman levyisen kiertopyörän ja yhdisti nämä kahdella hammaspyöräparilla. Tästä saatiin 16-kertainen välitys (kuva 1). Nopeasti pyörivä leikkuukela teki siistimpää jälkeä kuin niittäjä. Kelaleikkuria jouduttiin rajoittaa korkeintaan puolen metrin mittaiseksi, jotta se olisi liikuteltavissa yhden miehen voimin. Yli puolen metrin levyisiä leikkureita käytettiin hevosvoimin. Myös höyryleikkuria kehiteltiin 1800-luvun lopulla, mutta 1500 kilogrammaa painava leikkuri jäi nopeasti historiaan. (Kotta 2019.)



Kuva 1. Buddingin patentti vuodelta 1830 (Peltonen 2021)

Yhdessä yhtiökumppaninsa John Ferabeen kanssa Budding aloitti leikkurin teollisen tuotannon. Parin vuoden kuluttua he myivät valmistusoikeudet Ransomes autotehtaalalle. Ransomes tunnettiin johtavana leikkurimerkkinä yli sata vuotta. Ransomes esitteli ensimmäisen polttomoottorikäyttöisen ajoleikkurin vuonna 1902. Vuoden päästä tuotannossa oli jo neljä eri kokoista leikkuria. Koska hinta oli tässä vaiheessa kova, leikkureita ostivat lähinnä suurkaupungit, kuninkaalliset ja aatelisväestö. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen polttomoottorit kehittyivät ja pienentyivät niin, että niitä saatiin sovitella työnnettäviin leikkureihin. Hinta oli kuitenkin vielä liian korkea tavalliselle väestölle. Vasta 1950-luvulla hinnat olivat pudonneet niin, että työväestöllä oli varaa ostaa ruohonleikkuri. (Kotta 2019.)

Amerikkalainen Leonard B. Goodall kehitti vaakatasoleikkurin, joka alkoi yleistyä 1950-luvulla. Tämä leikkuri koostui koteloringosta, työntöaisasta, neljästä pyörästä ja makaavasta moottorista, jonka kampiakselin päähän oli kiinnitetty molemmilla päillä leikkaava terä. 1950-luvun lopulla kaikista myydyistä moottorivoimaisista leikkureista vaakatasotyypisiä oli 90 %. 1960-luvulla moottorileikkureiden

kokonaisvalmistusmäärät olivat 5,5 miljoonaa kappaletta. Näistä vaakatasoleikkureita oli 4,7 miljoonaa. (Kotta 2019.)

Husqvarna toi markkinoille ensimmäisen kaupallisen täysautomaattisen aurinkokennoilla toimivan robottiruohonleikkurin 1995. Solar Mower -malli oli nykyisen Automower leikkurin edeltäjä. (Husqvarna n.d.)

Kesään 2024 asti KartanoGolf on hoitanut viheriötä teräleikkureilla, jotka käyttävät polttoaineena kevyttä polttoöljyä. Heinäkuussa 2024 otettiin käyttöön kaksi Belroboticsin robottileikkuria, jotka ehtivät toimia 1,5kk ennen pelikauden päätöstä. (Ruuskanen 2024.)

### 3 RUOHONLEIKKU

Uusiutuville energianlähteillä tarkoitetaan kestäväällä tavalla tuotettuja energianlähteitä, joiden varastot eivät vähene. Suomessa eniten käytettyjä uusiutuvia energianlähteitä ovat mm. aurinkoenergia, vesi- ja tuulivoima, maa- ja lämpöenergia, joka otetaan lämpöpumpuilla talteen, biokaasu sekä puuperäiset polttoaineet. (Tilastokeskus n.d.) Ympäristökysymysten lisäksi ruohonleikkuun robotisoiminen helpottaa golfkenttien työvoimapuolaa (USGA 2022 ja Kartanogolf 2023).

Sähkökoneiden tärkein valttikortti verrattuna perinteisiin dieselhydraulikoneisiin on erityisesti päästötömyys, hydrauliohjattomuus, alhaisemmat huolto- ja polttoainekustannukset ja hiljaisuus (Lehto 2012). Juslinin (2024) mukaan robottileikkurien melutaso on 52 desibeliä metrin päästä. Ne myös vapauttavat golfkentän työvoimaa toisiin tehtäviin. Robottileikkurien sähkönkulutus on kolmesta neljään kilowattituntia päivässä.

Sähköisissä robottiruohonleikkureissa on sisäänrakennettu akku, jota leikkuri käy lataamassa latausasemalla, kun akku alkaa tyhjentyä. Pienempien akkujen jännitteet pyörivät 18–25 voltin välillä ja akun koko vaihtelee 3000–9000 mAh:n välillä riippuen valmistajasta ja leikkurinmallista. Akut ovat yleensä litiumakkuja. Robottileikkurit toimivat rajakaapelien, tukiasemien tai GPS:n avulla. Uusimmissa leikkureissa myös etähallinta on mahdollista. (Heinämäki 2022, Husqvarna n.d.)

Robottileikkurien toimintaperiaate on suht yksinkertainen. Leikkurin ohjausyksikkö kuljettaa viestit koneelle, tunnistusanturit tutkivat ympäristöä esteiden varalta ja pyörät kuljettavat konetta eteenpäin sensoreilta tulevien viestien mukaan. (Heinämäki 2022.)

#### 3.1 Golfkenttä

Perinteisesti golfkenttä koostuu 18 reikäisestä, 55–65 hehtaaria käsittävästä alueesta. Golfkenttään kuuluvat myös sitä ympäröivät alueet, kuten niityt, metsät ja luonnon vesistöt. Toimivalla golfkentällä tuleekin olla riittävän pinta-alan lisäksi muitakin edellytyksiä. Golfkentän läheisyydessä tulisi olla vesistö, joka turvaa täysimittaisen kentän kasteluveden tarpeen. Yhdessä kaudessa vettä kuluu keskimäärin 25 000 m<sup>3</sup>. Koska kentät yleensä sijaitsevat hieman syrjemmässä, tullaan kentille pelaajien omilla autoilla. Tästä syystä teiden on oltava hyvässä kunnossa. Lisäksi golfkentän hoito, koneiden huolto ja klubitilat tarvitsevat sähköenergiaa. Kentän hoidossa otetaan huomioon luonnon suojelu, ympäristöystävällisyys ja kentänhoidon toimenpiteillä monipuolistetaan eläin- ja kasvikuntaa ja vaalitaan olemassa olevia luontokohteita. (Korpi-Anttila 2014.)

Golfkentän eri ympäristöt, leikkuukorkeudet ja ruoholaadut vaihtelevat hyvin paljon pelialueiden mukaan. Golfkentän eri pelialueita ovat ”green” eli viheriö, ”semiraffi” eli puolikarkea nurmi sekä ”raffi” eli karheikko. Viheriö on kentän tarkimmin hoidettu alue. (Lehto 2012.) Semiraffi on kapea sektori väylän ja varsinaisen karheikon välissä ja sen tarkoituksena on tarjota pelaajille hyvä jatkoalusta (Finnish Greenkeepers Association ry n.d., Lehto 2012). Raffi sen sijaan ympäröi varsinaista pelialuetta, ja pelaajat yrittävät välttää tätä aluetta parhaansa mukaan (Lehto 2012).

Lisäksi kentällä on usein erilaisia esteitä. Eri pelialueilla on omat vaatimuksensa työkoneille (Lehto 2012.) Kartanogolfin golfkenttä (kuva 2) on 18 reikäinen, kokonaispinta-ala on 50–60 ha ja leikkuupinta-ala noin 40 ha (Kartanogolf 2023).



Kuva 2. KartanoGolf kenttäkartta (Kartanogolf 2023)

Golfkentän hoitoon kuuluu paljon erilaisia toimenpiteitä. Näkyvin ja tärkein hoitotoimenpide on nurmi-alueiden hoito ja leikkuutyöt. Yleensä viheriöt leikataan päivittäin, karheikot kerran viikossa. Kentästä riippuen ympäröivät alueet, kuten väylät, lyöntipaikat ja viheriöympäristät leikataan kahdesta viiteen kertaa viikossa. Leikkuukorkeuteen vaikuttavat esimerkiksi ruoholajike, sääolosuhteet ja tavoiteltu hoitotaso. Ruoho pyritään pitämään tasaisen pituisena koko kauden tiheillä leikkuuväleillä. (FGA ry n.d.)

Karheikko leikataan yleensä kerran viikossa. Semiraffi leikataan karheikkoa lyhyemmäksi, mutta väylää pidemmäksi. Tämäkin alue leikataan ainakin kaksi kertaa viikossa. Kentänhoidolla ja säännöllisellä leikkauksella on muitakin hyötyjä, kuten laakakasvun ennaltaehkäisy ja nurmikon tihentyminen. Näiden lisäksi monet kentät harjaavat leikattavia pintoja ennen leikkausta. Harjaus poistaa kas-tetta nurmen pinnalta ja nostaa leikattavaa ruohoa pystyyn. (FGA ry n.d.)

Robottiruohonleikkuria valittaessa tulee ottaa huomioon maasto ja tarvittavan akun teho. Isompi akku mahdollistaa suuremman leikkauspinta-alan. Vaikeakulkuisessa maastossa, jossa on paljon mäkiä tai kallistuksia, suurin haaste tulee leikkurin pystyssä pysymisestä. (Heinämäki 2022.)

Juslinin (2024) mukaan golfkentät haluavat robottileikkureilta helppokäyttöisyyttä ja siistiä työnjälkeä. Nauhaleikkaus ("stripes") on haluttu ominaisuus. Robottien tulee pystyä leikkaamaan suuria nurmi-alueita eri korkeuteen. Robottileikkureita käytetään yleensä raffin ja semiraffin leikkaukseen, joten leikkausalueiden määrittäminen eri korkeuksiin on tärkeä ominaisuus.

## 4 ROBOTTILEIKKURIEN VERTAILU

### 4.1 Husqvarna

Husqvarnan uuden Ceora leikkurin EPOS teknologian ansiosta rajakaapeleita ei enää tarvitse. Tämä mahdollistaa nurmen ilmaamisen, eikä tarvitse huolehtia rajakaapeleiden rikkoutumisesta. EPOS teknologia hyödyntää RTK (Real Time Kinematic) ja GNSS (Global Navigation Satellite Systems) tekniikkaa. Toisin sanoen leikkuria ohjataan GPS signaalien kautta, jolla määritellään virtuaaliset rajat leikkurille. Mahdollista on myös asentaa väliaikaisia kieltoalueita tai yksilöidä erilaisia työalueita mm. leikkuukorkeiden suhteen. Kuluttaja ohjaa leikkuria älypuhelimien sovelluksella ja asetuksia on helppo muokata tätä kautta. (Ruuskanen 2024, Viitanen n.d.)

Husqvarnan mukaan yksi Ceora 546 EPOS robottileikkuri (kuva 2) hoitaa 3–5 golfkentän väylää tai 4 jalkapallokenttää päivittäin. Husqvarnan laskelmien mukaan rahaa säästyy vähintään 30 % verrattuna perinteiseen päältä ajettavaan leikkuriin ja vähintään 40 % verrattuna 12 Automower 550 leikkuriin. (Ruuskanen 2024, Viitanen n.d.)

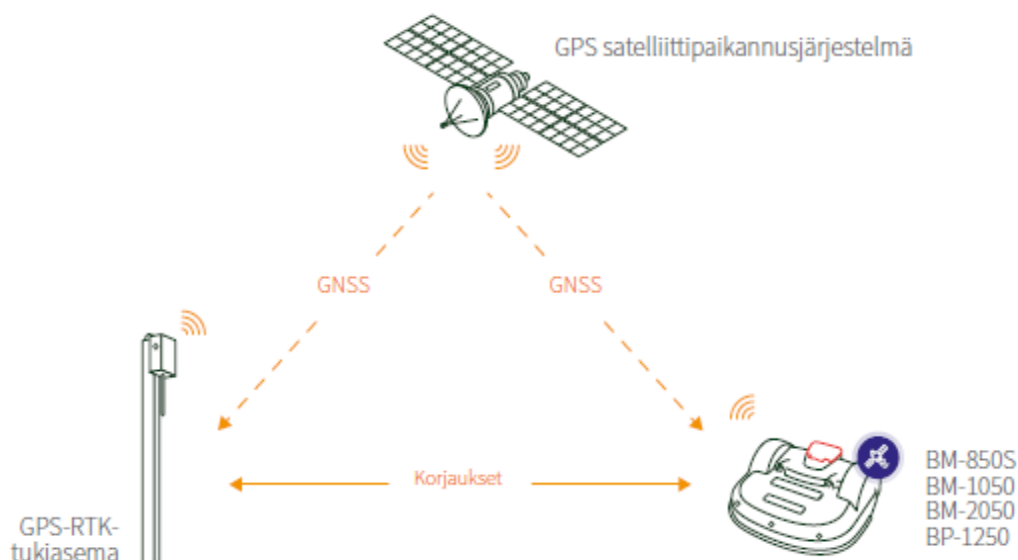
Husqvarna tarjoaa golfkentille kolmea eri mallia. Ceora low-cut on tarkoitettu isoille ja tasaisille alustoille. Yksi leikkuri leikkaa väylää, semiraffia ja raffia. Erittäin jyrkille alueille se tarjoaa Automower AWD mallia. Tämä leikkaa semiraffia, raffia ja muita alueita. Jyrkille ja monimutkaisille alueille Automower 550 EPOS, joka leikkaa semiraffia, raffia, väylää ja muita alueita. (Ruuskanen 2024, Viitanen n.d.)



Kuva 3. Husqvarna Ceora 546 (Husqvarna, n.d)

### 4.2 Belrobotics

Belrobotics käyttää paikannukseen GPS-RTK teknologiaa (kuva 4). Tätä teknologiaa käytettäessä robotit tarvitsevat vain yhden tukiaseman eikä esimerkiksi signaalien vahvistimille ole tarvetta. Yhdellä tukiasemalla voidaan ohjata 15–20 kilometrin säteellä useampaa leikkuria. (Juslin 2024.)

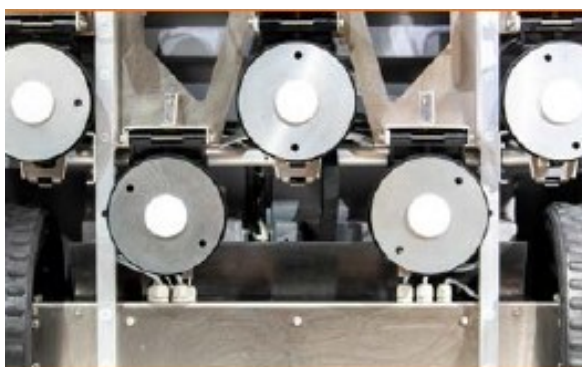


Kuva 4. GPS-RTK paikannus (Juslin 2024)

Robottia ohjataan sovelluksella, joka voidaan ladata matkapuhelimeen tai tablettiin. Ohjaus onnistuu myös verkkoselaimella (Juslin 2024.)

Juslinin (2024) mukaan Belroboticsin leikkurit soveltuvat kaikille kentille ja ovat erittäin toimintavaroja. Niillä on markkinoiden suurin leikkuukapasiteetti. Niissä on economy adapting mowing ominaisuus. Tällöin robotti tunnistaa nurmikon kasvutahdin ja soveltaa leikkuut sen mukaisesti. Mikäli nurmikko ei kasva, robotti voi jättää leikkuukerran väliin.

Belroboticsin leikkureissa leikkuulevyt ovat kelluvia (kuva 5). Tämä mahdollistaa leikkuuterien joustamisen ja erityisesti epätasaisessa, kumpuisessa maastossa nk. skalpeerauksen mahdollisuus on täten huomattavasti pienempi. Belroboticsin leikkureissa on kolme tai viisi kelluvaa leikkuuyksikköä. (Juslin 2024.)



Kuva 5. Belroboticsin kelluvat leikkuulevyt (Juslin 2024)

Juslinin (2024) Belroboticsin robottileikkurit käyttävät LiFePo4 akkuja. Akku kestää tuhansia latauspurku-jaksoja ja on perinteisiä litiumkakkutekniikoita turvallisempi.

## 5 HYÖDYT JA HAITAT

Sähköistyminen tarkoittaa sähkön käytön lisääntymistä ja sen laajentamista perinteisen sähkönkäyttösektoreiden ulkopuolelle. Sähköistymisessä energialähteet muutetaan sähköksi ja niitä hyödynnetään esimerkiksi liikenteen käyttövoimana. Energiatohokkuus paranee ja sähköistymisen avulla voidaan saavuttaa suuria päästöleikkauksia alueille, joissa on perinteisesti totuttu käyttämään fossiilienergiaa. Uusiutuvaa energiaa käytettäessä päästöt saadaan minimoitua. (Lund ym. 2021.)

Sähköistämällä on monia muitakin hyötyjä kuin mahdollinen päästöjen väheneminen. Kokonaisyötyihin voi kuulua mm. tuotantokustannuksien laskeminen, verkkotuen ja -palveluiden tarjoaminen sekä kuormitustekijöiden parantaminen. Lisäksi tuotteiden laatu, tuotantomäärät, prosessiajat ja prosessien ohjautuvuus voivat parantua sekä turvallisuus lisääntyä. (Lund ym. 2021.) Turvallisuutta parantavat tunnistimet, jotka pysäyttävät terien pyörimisen, jos leikkuri törmää johonkin esteeseen. Joissakin leikkurimalleissa on kääntyvät terät, jolloin esimerkiksi puunjuurien kohdalla terät kääntyvät sisäänpäin. Tämä säästää leikkurin teriä pitäen ne paremmassa kunnossa pidempään. Käyttöturvallisuutta lisäävät leikkureissa olevat sensorit tunnistavat liikettä, jolloin ilmassa olevan leikkurin terät pysähtyvät. Koneiden suunnittelussa on huomioitu melupäästöt, ja meluhaitat tulevat vähenemään. (Pulli 2019.)

Nykyiset robottileikkurit ovat helppoja valvottavia. Ne toimivat itsenäisesti, lataavat itsensä latausasemassa ja leikkaavat ajastettuna tai manuaalisesti. (Pulli 2019.)

Robottileikkurien leikkuukorkeiden määrittely näyttää myös ehkäisevän valkoapilan esiintymistä golfkentillä. Matalalla leikkuukorkeudella päästään leikkaamaan apilan lehdet ja kukat. Tiheällä leikkauksella parannetaan myös nurmikon terveyttä ja vältetään erilaisia tauteja, kuten keltaläikkätautia ja lanttiläikkätautia. (STERF 2024 ja Berner 2024.)

Haasteita ovat aiheuttaneet golfkenttien valmistelu leikkurien tulon. Tämä vaatii jo heti aluksi suunnittelua ja leikkurien valvontaa kentällä. Kentille on vedetty sähkökaapeleita latausasemia varten sekä asennettu aurinkopaneeleja sähköntuottamiseksi. Lisäksi kenttien epätasaisuuksia on tasoiteltu. Robottileikkurit eivät huomioi roskia, joten esimerkiksi käpyjen päälle ajaminen tylsistyyttää nopeasti terät ja nurmikon laatu kärsii. Robottileikkurit eivät tunnista lammikoita, joten ne saattavat sukeltaa veteen ja henkilöstö on joutunut hakemaan leikkurit oikealle reitille. Yöaikaan tapahtuvat leikkaamisen keskeytyminen huomataan vasta seuraavana päivänä ja leikkaaminen voi viivästyä. Ruohton pitää myös olla tarpeeksi lyhyttä, jotta robottileikkuri pystyy sitä leikkaamaan. Robottileikkurien ohjaamiseen käytettävässä sovelluksessa on myös huomattu parannettavaa, mm. työjono asetuksessa. (Lehto Janne, Holopainen Juha ja Keskinen Keijo 2024.)

## 6 HAASTATTELUT GOLFKENTTIEN EDUSTAJIEN KANSSA

Haastattelut golfkenttien edustajien kanssa tapahtuivat Teams kokouksin keväällä 2024. Kartanogolf toimitti tiedot sopivista kentistä, joilla oli kokemusta robottileikkureista. Tutkimuskysymykset (liite 1) toimitettiin etukäteen edustajille. Kysymykset tarkastettiin yhdessä KartanoGolfin ja ohjaavan opettajan kautta ennen haastatteluja. Kysymyksinä olivat esimerkiksi millaisia kokemuksia kentät ovat saaneet robottileikkureista, miten asiakkaat ovat niihin suhtautuneet ja miten kustannukset ovat muuttuneet teräleikkureihin verrattuna. Lisäksi kysyttiin mahdollisista haitoista ja ongelmista, millaiselle kentälle leikkurit on sijoitettu ja miten päätös siirtyä robottileikkureihin syntyi. Lisäksi itse haastattelutapaamisessa keskusteltiin yleisesti robottileikkureista. Haastatteluihin osallistuivat Hirsala Golfin kenttämestari sekä PielisGolfin ja Järvi-Seudun golfin toimitusjohtajat.

### 6.1 Hirsala Golf

Hirsala Golf on Kirkkonummella sijaitseva, 18- reikäinen championship-tason golfkenttä. Alueella on vaihteleva maasto, runsas eläimistö ja kasvillisuus. Pelialaa on 21 hehtaaria. (Hirsala Golf 2024.) Lehdon (2024) mukaan kenttä siirtyi jo viisi vuotta sitten robottileikkureihin ja perinteisten leikkurien rinnalle hankittiin robottileikkureita. Alkuun käytössä olivat vanhemmat, rajakaapeleilla toimivat leikkurit, mutta teknologian kehittyessä on hankittu myös uudempia leikkureita, jotka toimivat GPS signaalien avulla. Tällä hetkellä käytössä on sekä uudempia että vanhempia malleja.

Päätös robottileikkurien hankkimisesta osui kohtaan, jossa kaluston uusinta oli muutenkin ajankohtaista. Perinteisten leikkurien hankinta voi olla kalliimpi vaihtoehto kuin robottileikkureiden alkuinvestointi. Pidemmällä aikavälillä robottileikkurit tulevat halvemmiksi ja niillä on positiivinen vaikutus ympäristöön.

Robottileikkurien myötä käyttökustannukset ovat pienentyneet verrattuna perinteisiin polttomoottorileikkureihin. Lisäksi huoltokulut ja polttoainekulut ovat pienentyneet, varaosat ovat halvempia ja niiden huolto on helpompaa ja nopeampaa. Robottileikkurit ovat kevyitä ja ne rasittavat nurmikkoa vähemmän kuin perinteiset leikkurit. Näin ollen nurmikon tiivistymistä ei tapahdu yhtä helposti. Melu- ja pölyhaitat ovat pienentyneet selvästi.

Robotit helpottavat työntekijäpulaa, kun osaavaa henkilöstä voidaan siirtää kentänhoidosta muihin tehtäviin. Lisäksi Hirsala Golf kokee robottien olevan vetovoimatekijä, erityisesti nuoret työntekijät arvostavat tekniikkaa ja robottien kanssa työskentelyä. Henkilöstöstä karsiminen olisi tuonut säästöjä, mutta tätä ei nähty pysyväksi talousratkaisuksi.

Lisäksi robottien leikkuujälki on yhtä hyvää ja osittain jopa parempaa kuin perinteisillä leikkureilla. Roboteilla leikataan tällä hetkellä 100 % väylistä, 75 % raffeista ja 100 % greenin ympäristöistä. Lähes koko pelialue leikataan siis robottileikkureilla.

Hirsala Golfille ympäristöasiat ovat tärkeä arvo ja vetovoimatekijä. Asiakkaat arvostavat golfkentän ympäristötoimia. Heidän hiilijalanjälkensä onkin tippunut 90 % robottileikkureihin siirtymisen myötä. Polttoainekulut ovat pienentyneet reilu 4000 litraa vuodessa. Rahallisesti tämä tarkoittaa 3000–4000 euron säästöä vuosittain.

Asiakkaat ovat suhtautuneet alkuopettelun jälkeen robottileikkureihin hyvin. Tyytyväisiä ollaan niiden hiljaisuuteen, hyvään leikkuujälkeen ja siihen, ettei niitä tarvitse varoa pelatessa. Leikkurit leikkaavat

vuorokauden ympäri, joten nurmikko on aina pelikunnossa. Hirsala Golf teki asiakastyytyväisyys kyselyn leikkureista ja 97 % vastaajista oli positiivinen kokemus leikkureista.

Vaikka kokemukset pääosin ovatkin positiivisia, myös parannettavaa leikkureista löytyi. Alussa leikkurien kanssa toimiminen oli opettelua sekä työntekijöillä että asiakkailla. Myös leikkureiden päivitykset, teknologian kehittyminen ja kentän muutostyöt veivät aikaa. Kentälle rakennettiin oma sähköverkko ja sinne asennettiin aurinkopaneelit, joista robottileikkurit saavat virtaa. Pidemmällä aikavälillä tämä kuitenkin tuo säästöjä, sillä näiden toimien vuoksi kesäkuukaudet ovat sähkönkäytön kannalta omavaraisia. Kenttää valmisteltiin robottileikkureita varten, mm. kaivojen korkeutta piti säätää ja jyrkkyyksiä tasoittaa.

Kaiken kaikkiaan Hirsala Golf on erittäin tyytyväinen päätökseen investoida robottileikkureihin. Teknologia on kehittynyt nopeasti, mutta silti oppimiskokemuksena vanhemman teknologian robotit olivat hyvä ratkaisu ja Hirsala Golf tekisi edelleen samat päätökset robottileikkurien hankkimisesta.

## 6.2 Järvi-Seudun Golf

Järvi-Seudun Golf sijaitsee Lappajärvellä. Kenttä on 18-reikäinen ja se jakautuu kahteen alueeseen, ns. etuysiin ja takaysiin eli Nykälään. Alueiden välissä on lahti, joka ylitetään siipiratasaluksella. (Järvi-Seudun Golf n.d.) Keskinen (2024) mukaan robottileikkurit ovat olleet kentällä käytössä nyt reilun vuoden. Ne hankittiin perinteisten, ikääntyvien leikkureiden rinnalle helpottamaan kentän huoltotöitä. Näin saadaan lisättyä jo käytössä olevien perinteisten leikkurien käyttöikä, kun niiden käyttö kentällä vähenee. Lisäksi robottileikkurit ovat hinnaltaan edullisempia kuin perinteiset leikkurit. Päätökseen liittyivät myös vähenevät polttoainekustannukset, sekä Nykälän syrjäisempi sijainti muuhun kenttään verrattuna. Perinteiset polttomootorileikkurit jouduttiin rekisteröimään maantiekäyttöön, sillä ne joudutaan ajamaan Nykälään maantietä pitkin. Tämä aiheutti leikkureiden ennenaikaista kulumista ja toi lisäkuluja. Lisäksi robottileikkurit ovat töissä vuorokauden ympäri, eikä niillä ole vapaa-päiviä, joten työntekijöiden työpanosta saatiin kohdennettua kentällä paremmin.

Järvi-Seudun Golfilla on käytössä Husqvarna Automower 550 koneita sekä Husqvarna Ceora. Nämä kaikki koneet käyttävät Husqvarnan EPOS tekniikkaa, eli ovat GPS ohjattavia, eikä rajakaapeleita tarvita. Leikattavaa alaa kertyy yhteensä noin 10 hehtaaria. Koko kentästä robottileikkureilla leikataan 35–40 %. Takaysi on alueista pienempi, mutta haastavampi alue hoitaa. Täällä robottileikkurit leikkaavat kaiken muun, paitsi viheriöt. Väylistä robottileikkurit leikkaavat noin puolet.

Robottileikkureiden käyttöönotto on vähentänyt polttoainekuluja merkittävästi, n. 4000 euroa vuodessa. Lisäksi ne ovat hiljaisia ja pitävät nurmen hyvässä kunnossa. Hyvin hoidettu nurmi on kaunis katseltava. Lisäksi robottileikkurit ovat pieniä ja kevyitä, joten ne pystyvät leikkaamaan myös sateen kastelemaa nurmikkoa. Näin ruoho ei pääse kasvamaan liian pitkäksi. Henkilöstökuluissa säästäminen ja olemassa olevien perinteisten leikkurien elinkaaren piteneminen koettiin myös positiiviseksi.

Sateiden ja myrskyjen jälkeen kentän siivoaminen on tärkeää. Robottileikkurit eivät huomioi roskia, kuten käpyjä tai risuja ja ajavat niiden päälle, tylsistyttäen nopeasti terät. Tylsällä terällä leikkaaminen aiheuttaa nurmikon repeytymisen, mikä taas aiheuttaa nurmikon tummentumista. Alueita saattaa myös tämän takia jäädä leikkaamatta. Robottileikkurit eivät myöskään tunnista lammikoita, vaan saattavat sukeltaa veteen. Tämä aiheuttaa lisää työtä henkilöstöltä, kun leikkurit käydään hake-massa oikealle reitille ja käynnistetään uudelleen. Viime vuonna oli havaittavissa GPS signaalien

häirintää, joka myös aiheutti robottileikkurien eksymistä väärään paikkaan ja alueita saattoi jäädä leikkaamatta. Leikkurit vaativatkin jo alkuvaiheessa hyvää suunnittelua sekä leikkurien valvontaa ja tarkkailua myös kentällä eikä vain sovelluksen kautta.

Asiakkaat ovat olleet 95 % tyytyväisiä robottileikkureihin. Ne ovat hiljaisia ja peli sujuu paremmin, kun työntekijöitä ei tarvitse varoa kentällä. Leikkureiden leikkausjälki on hyvä ja ne hoitavat useampaa aluetta säätämällä leikkauskorkeutta kunkin alueen mukaan.

Järvi-Seudun Golf ei muokannut golfkenttää juurikaan ennen robottileikkurien tuloa, vaan leikkurit sopeutettiin kenttään. Joitain leikkuualueita muutettiin hieman, esimerkiksi eräs karheikko alue jäi joutomaaksi. Leikkureiden lataaminen suoritetaan kentän olemassa olevan sähköverkon avulla. Osin on myös tehty sopimuksia naapureiden kanssa sähkön käytöstä. Tulevaisuudessa on tarkoituksena miettiä robottileikkureita myös syrjemmille alueille ja näiden sähköntarve tullaan varmistamaan mahdollisesti aurinkokennoilla.

Vielä on hankala sanoa miten robottileikkureiden elinkaari, ja kustannukset muuttuvat perinteisiin leikkureihin verrattuna, mutta odotukset ovat korkealla. Robottileikkureiden huollot ja varaosat ovat halvempia ja helpompia, ja polttoainesäästö näkyy suoraan tuloksessa. Tämänhetkisen tiedon mukaan Järvi-Seudun Golf on tyytyväinen valintaansa investoida robottileikkureihin.

### 6.3 Pielisgolf

Pielisgolf on yhdeksän reikäinen golfkenttä Nurmeksessa. Maasto on kumpuilevaa ja aiheuttaa haastetta sekä kokeneelle pelaajalle että aloittelijoille. (Pielisgolf n.d.) Holopaisen (2024) mukaan kenttä siirtyi robottileikkureihin viime vuoden heinäkuussa. Robottileikkureilla leikataan kaikki väylät, esiviheriöt ja noin 90 % karheikkoalueista. Perinteiset leikkurit ovat käytössä väylillä ja osalla karheikkoalueista, joihin robottileikkurit eivät vielä pääse.

Robottileikkurit valittiin kentälle niiden tuomien säästöjen takia. Lisäksi vihreä siirtymä ja kentänhoidon tason nostaminen vaikuttivat päätökseen. Kentän tavoitteena on ollut oman hiilijalanjälkensä pienentäminen ja GEO sertifikaatin saaminen, ja robottileikkurit ovat auttaneet saavuttamaan nämä tavoitteet. Säästöjä robottileikkurit tuovat polttoainekuluissa, henkilöstökuluissa ja käytetyssä työajassa vuosittain noin 15 000 euron edestä.

Pielisgolfilla on käytössä Husqvarnan robottileikkurit, kolme Ceoraa sekä neljä 550-mallia. Ne ovat kevyempiä kuin perinteiset leikkurit ja pystyvät leikkaamaan myös märkää nurmea. Pielisgolfin maaperä on savinen ja kenttä tasainen, eikä se ime vettä kovin hyvin. Tämä aiheuttaa lammikoita ja veden kuivuminen kestää kauan. Robottileikkureilla kenttää pääsee leikkaamaan nopeammin kuin perinteisillä leikkureilla, jolloin kenttä pysyy siistimpänä. Kevyemmän painon takia kenttä tiivistyy vähemmän ja pysyy paremmassa kunnossa. Leikkurit ovat myös paljon hiljaisempia, joten meluhaittaa ei synny.

Lisäksi robottileikkurien huollot ovat yksinkertaisempia ja varaosat halvempia. Perinteisten leikkureiden öljyt saattoivat vuotaa kentälle yhtäkkiä ilman ennakkovaroituksia. Tämä aiheuttaa ympäristöhaittaa öljyn valuessa maahan. Robottileikkureissa ei ole öljyä lainkaan.

Kenttää muokattiin hieman ennen robottileikkureiden käyttöönottamista. Kentän kuopat täytettiin, jotta robottileikkurit eivät pysähdy niihin. Myös kosteat olosuhteet aiheuttavat hankaluuksia robottileikkureille. Silloin ne pysähtyvät herkemmin ja lopettavat leikkaamisen. Tämä aiheuttaa hankaluutta

erityisesti yöaikaan, kun henkilökunta ei ole paikalla käynnistämässä koneita uudelleen. Tämän vuoksi leikkaaminen voi viivästyä, jolloin ruoho kasvaa pitkäksi. Jos ruoho pääsee kasvamaan liian pitkäksi, ei robottileikkuri pysty sitä enää leikkaamaan.

Kentälle myös rakennettiin latausinfraa, kaapelointia vedettiin n. 1,2 km latausasemille. Roboteille rakennettiin viisi tukiasemaa. Robottileikkurit saavat virtansa aurinkopaneeleista, joita asennettiin klubitalon katolle, sekä kantaverkosta. Kokonaiskustannus rakentamiselle oli noin 15 000 euroa. Rakennusjäljet hävisivät nopeasti kentältä.

Husqvarnan sovellus, jolla robottileikkureita ohjataan, saa kiitosta Holopaiselta. Se on helppokäyttöinen ja useammalla henkilökuntaan kuuluvalla on sovellus työpuhelimessa. Näin kaikki voivat osallistua leikkureiden ohjaamiseen. Haastetta on aiheuttanut leikkureiden työjono asetus. Jos robottileikkuri jostain syystä lopettaa tietyn alueen leikkaamisen, se ei hoida tätä aluetta enää loppuun, vaan siirtyy seuraavaan kalenterissa määriteltyyn alueeseen. Leikkaamaton alue leikataan vasta sitten, kun se on kalenterissa ohjelmoituna seuraavan kerran. Tällä aikaa leikkaamattoman alueen nurmi pääsee kasvamaan liian pitkäksi. Kehitysidea on viety valmistajalle, mutta ainakaan vielä tähän ei ole pysytty tarjoamaan ratkaisua.

Asiakkaat ovat suhtautuneet pääsääntöisesti positiivisesti robottileikkureihin. Leikkausjälki ja hiljaisuus ovat hyviä ominaisuuksia, ja osa asiakkaista on antanut leikkureille nimiä. Muutamia negatiivisia palautteita on tullut. Pielisgolf on pieni kenttä, eikä leikkurit ehdi leikata alueita ennen asiakkaiden saapumista, kuten suuremmilla kentillä.

Kaiken kaikkiaan Pielisgolf on tyytyväinen ratkaisuunsa panostaa robottileikkureihin perinteisten koneiden sijasta. Vaikka leikkurit ovat olleet vasta vajaan vuoden käytössä, on odotukset leikkurien toimivuuteen korkealla. Leikkuujälki on yhtä hyvä tai jopa parempi kuin perinteisillä, ja kustannussäästöt puhuvat puolestaan. Holopaisen (2024) mukaan robottileikkurit ovat golfkenttien tulevaisuus.

## 7 HIILIJALANJÄLKI

Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen, yrityksen, yksityishenkilön, toiminnon tai valtion kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien määrää yhteenlaskettuna. Kasvihuonekaasut ovat luonnon tai ihmisen toiminnasta aiheutuvia kaasuja. Näiden kaasujen avulla maapallon ilmakehä sekä pilvet säätelevät avaruudesta tulevaa infrapunasäteilyä. Luonnon kasvihuonekaasut ovat otsoni (O<sub>3</sub>) ja vesihöyry (H<sub>2</sub>O). Ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), rikkiheksafluoridi (SF<sub>6</sub>), typpioksiduuli (ilokaasu, N<sub>2</sub>O), perfluoratut yhdisteet (PFC) sekä fluorihiiivedyt (HFC). Tärkeimmät kaasut hiilijalanjälkeä tutkailtaessa on hiilidioksidi, metaani ja typpioksiduuli. (Huostila 2017.)

Hiilijalanjälkilaskennan tarkoituksena on auttaa selvittämään kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttamat riskit tarkasteluaikana. Hiilijalanjälkeä voidaan pienentää, kun ymmärretään mistä se koostuu. Hiilijalanjäljen määrittäminen ja sen pienentäminen voi tuoda yritykselle kustannussäästöjä. Lisäksi se voi auttaa nostamaan yrityksen brändiä. (Huostila 2017.)

Vuonna 2016 KartanoGolfille laskettiin hiilijalanjälki VÄHIMAT hankkeessa. Tuolloin KartanoGolfin kentän ylläpidon aiheuttamat kasvihuonepäästöt yhdellä kierroksella muodostuivat 37 % sähköstä, 45 % polttoaineista ja 18 % muusta. Kentän vuoden kokonaispäästöiksi saatiin 90,4 tonnia CO<sub>2</sub>ekv ja pelikierrosta kohti 3,2 kg CO<sub>2</sub>ekv. (VÄHIMAT 2016.) Ruuskasen (2024) mukaan KartanoGolf oli Suomen ensimmäinen golfkenttä, jolle hiilijalanjälki laskettiin.

### 7.1 GHG protokolla

Maailman luonnonvarainstituutti (WRI) ja Elinkeinoelämän kestävän kehityksen neuvosto (WBCSD) perustivat 1990-luvun lopulla järjestön, johon kuului edellä mainittujen lisäksi 170 kansainvälistä, teollisuuden ja ympäristöjärjestöjen edustajaa. Tämä järjestö kehitti yhdessä GHG protokollan, jonka tarkoituksena on mitata ja hallita kasvihuonepäästöjä julkisen ja yksityisen sektorin alueilla. GHG protokollaa käyttävät laajasti erilaiset kansalaisjärjestöt, yritykset, toimialajärjestöt sekä muut organisaatiot. (Greenhouse Gas protocol n.d., Russell 2019, Huostila 2017.)

GHG protokollan mukaan kasvihuonepäästöt voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin kohteisiin. Suorat kasvihuonepäästöt ovat niitä, mihin yritys voi vaikuttaa. Epäsuorat päästöt taas ovat päästöjä, jotka syntyvät, kun yritys käyttää toisen yrityksen tai toimijan palveluita ja tuotteita. Suorat ja epäsuorat päästöt jaotellaan protokollan mukaan scope 1, scope 2 tai scope 3 tasoihin. (GHG protocol n.d., Russell 2019.)

Scope 1 tasoon jaotellaan sellaiset päästöt, jotka syntyvät yrityksen omistuksessa tai määräysvallassa olevista lähteistä. Tällaisia päästöjä voivat aiheuttaa esimerkiksi lämmitykseen tai sähköntuotantoon käytettävät kattilat ja uunit sekä polttoaineiden polttamisen takia liikkuvat ajoneuvot, kuten autot, laivat ja lentokoneet. Suorat hiilidioksidipäästöt eivät sisälly scope 1, vaan ne raportoidaan erikseen. Huomattavaa on, että Kioton protokollaan sisältyvät päästöt, esimerkiksi CFC-kaasut ja NO<sub>x</sub> päästöt eivät myöskään kuulu tähän tasoon. (GHG protocol n.d., Russell 2019, Huostila 2017.)

Scope 2 sisältää yrityksen kuluttaman ostetun sähkön tuotannon. Nämä päästöt syntyvät siis muualla energiantuotantopaikalla, mutta ne lasketaan silti yrityksen päästöiksi. (GHG protocol n.d., Russell 2018, Huostila 2017.)

Scope 3 on vapaaehtoinen kategoria, johon jaotellaan muut epäsuorat päästöt. Nämä päästöt ovat peräisin lähteistä, jotka eivät ole yrityksen hallinnassa. Tällaisia päästöjä voivat olla esimerkiksi ostettujen tuotteiden materiaalit ja tuotanto sekä ostettujen polttoaineiden kuljetus. (GHG protocol n.d., Russell 2019.)

Scope 4 sisältää kasvihuonepäästöjen kompensoinnin esimerkiksi hiilensidontakyvyn lisääminen golfkentällä tai päästölupien ostaminen (Huostila 2017).

## 7.2 GHG protokolla golfkentällä

Golfkentän scope 1 kuuluvia päästöjä ovat esimerkiksi teräleikkureihin käytettävät fossiiliset polttoaineet, käytettävät typpilannoitteet ja kemikaalit nurmikon hoidossa, hankinnat ja palvelut/tapahtumat kentällä ja sen ympäristössä sekä muut tuotantoprosessipäästöt.

Fossiilisten polttoaineiden vähentäminen onnistuu käyttöön otetuilla robottileikkureilla ja niiden määrän lisäämisellä. Vanhojen teräleikkureiden päästöjä voi vähentää ottamalla käyttöön biopolttoaineita sekä huomioimalla leikkureiden käyttötavat ja sen energiatehokkuus (Huostila 2017.)

Scope 2 kategoriaan kuuluvia päästöjä ovat ostetun energian, kuten sähkö, lämmitys, viilennys, aiheuttamat päästöt.

Tämän kategorian päästöjä voidaan vähentää valitsemalla energiantuottaja, joka valmistaa energiaa uusiutuvista energialähteistä (Bekken n.d.) Kentällä voidaan tuottaa sähköä esimerkiksi aurinkopaneelien avulla.

Golfkentän scope 3 kategoriaan lasketaan leikkureiden ja muiden varusteiden valmistaminen ja kuljetus. Lisäksi tähän lasketaan materiaalien, esimerkiksi hiekan, lannoitteiden ja torjunta-aineiden valmistus ja kuljetus, jätehuolto, vesihuolto, logistiikka ja pelaajien sekä työntekijöiden matkustaminen kentälle.

Tähän kategoriaan sisältyviä päästöjä on vaikea vähentää, sillä ne muodostuvat toiselta yritykseltä ostettuun materiaaliin tai palveluun tai asiakkaan käyttäytymiseen (Huostila 2017).

Bekkenin (n.d.) tutkimuksessa havaittiin, että jos golfkenttä ei käytä hiekkaa päällystysväylillä, tehokain tapa vähentää hiilidioksidipäästöjä on siirtyä sähkökäyttöisiin laitteisiin ja varusteisiin sekä suosia vähähiilistä energiantuotantoa.

## 7.3 Laskenta

Golfkentällä käytettävien teräleikkureiden käyttövoimana käytetään kevyttä polttoöljyä. Polttoöljyn päästökerroin on 68,9 t/TJ (Tilastokeskus 2024). Vuonna 2024 Kartanogolf käytti polttoöljyä 12–13 000 euron arvosta (Ruuskanen 2024). Tilastokeskuksen (2025) mukaan vuonna 2024 polttoöljyn keskimääräinen hinta oli 1,4 e/l arvonlisäveron kanssa. Yritykset ostavat polttoaineet ilman alv:ta, joten keskimääräinen hinta jää n. 1,06 e/l.

Syyskuussa 2024 voimaan tullutta alv:n nostoa ei otettu huomioon laskennassa. Näin ollen vuonna 2024 käytetyksi polttoainemääräksi saadaan 12 264 litraa.

Polttoöljyn päästökerroin saadaan kaavalla

$$\text{Polttoöljyn päästökerroin } \text{kg CO}_2/\text{l} = \text{polttoöljyn päästökerroin } \text{t/TJ} \cdot (H/1000) \cdot \rho, \text{ missä } \quad (1)$$

- $H$  on polttoöljyn alempi lämpöarvo
- $\rho$  on polttoöljyn tiheys

Sijoittamalla yhtälöön (1) saadaan tulokseksi:

$$\text{Polttoöljyn päästökerroin } \text{kg CO}_2/\text{l} = 68,9 \text{ t/TJ} \cdot (43,2 \text{ GJ/t} / 1000) \cdot 0,830 \text{ t/m}^3 = 2,47 \text{ kg CO}_2/\text{l} \quad (2)$$

KartanoGolfin vuonna 2024 käyttämän polttoöljyn hiilidioksidipäästöt saadaan laskettua kaavalla

$$\text{Polttoöljyn CO}_2\text{-päästöt } \text{kg CO}_2 = m \cdot \text{polttoöljyn päästökerroin } \text{kg CO}_2/\text{l}, \text{ missä} \quad (3)$$

- $m$  on kulutetun polttoöljyn määrä

Sijoittamalla yhtälöön (3) saadaan

$$\text{Polttoöljyn CO}_2\text{-päästöt } \text{kg CO}_2 = 12\,264 \text{ l} \cdot 2,47 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 30\,292 \text{ kg CO}_2 \quad (4)$$

Tulokseksi vuoden 2024 polttoöljyn käytöstä syntyneelle päästölle saadaan 30,3 t CO<sub>2</sub>.

Suomessa kulutetun sähkön päästökerroin on Fingridin (2024) mukaan 32 gCO<sub>2</sub>kWh. KartanoGolfin sähkönkulutus vuonna 2024 oli n. 210 000 kWh, sisältäen kaiken kentän toiminnan, mm. klubitalon, ravintolan keittiön, varaston sekä jatkuvasti päällä olevan vesipumpun toiminnan (Ruuskanen 2024).

Sähkön hiilidioksidipäästöt saadaan laskettua kaavalla

$$\text{Kulutetun sähkön CO}_2\text{-päästöt } \text{g CO}_2 = \text{sähkön päästökerroin } \text{g CO}_2/\text{kWh} \cdot \text{kulutettu sähkö kWh} \quad (5)$$

Sijoittamalla yhtälöön (5) saadaan tulokseksi:

$$\text{Kulutetun sähkön CO}_2\text{-päästöt } \text{g CO}_2 = 32 \text{ g CO}_2/\text{kWh} \cdot 210\,000 \text{ kWh} = 6\,720\,000 \text{ g CO}_2 \quad (6)$$

Eli tulokseksi vuoden 2024 kulutetun sähkön CO<sub>2</sub>-päästökseksi saadaan 6,72 t CO<sub>2</sub>.

Robottileikkurit ehtivät olla käytössä kentällä 1,5kk kesällä 2024. Tämän takia kentällä ei ole vielä tilastoa siitä, miten ne vaikuttavat sähkön kokonaiskulutukseen tai polttoöljyn kulutuksen laskuun (Ruuskanen 2024). Jos KartanoGolf hankkii useamman leikkurin, tulee polttoöljyn hiilidioksidipäästöt laskemaan ja sähkön hieman nousemaan.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia golfkentän siirtymistä polttoainekäyttöisistä ruohonleikkureista sähköisiin robottiruohonleikkureihin. Työn tilaajana toimii Joroisten Kartanogolf Oy, joka oli opinnäytetyötä aloittaessa alkanut selvittää mahdollisuutta ottaa robottileikkureita käyttöön. Työn tarkoituksena oli olla hyödyksi sekä Kartanogolfille että myös muille golfkentille, jotka aloittavat pohdinnan robottileikkureiden käytöstä. Tämän takia työhön haluttiin haastatella sellaisten golfkenttien edustajia, joilla on jo kokemusta robottileikkureista ja sähköistämisestä. Lisäksi tarkasteltiin ruohonleikkureiden historiaa sekä golfkentän ominaisuuksia ja sen asettamia haasteita ruohonleikkurille. Hyvin varhaisessa vaiheessa ajatuksena oli myös kustannusarvio ja kentän hiilijalanjäljen laskenta.

Opinnäytetyön tavoite oli valmistua vuodessa, mutta tätä tavoitetta ei saavutettu, johtuen aikataulullisista syistä. Hiilijalanjäljen laskenta muuttui huomattavasti yksinkertaisemmaksi alkuperäisestä suunnitelmasta, ja lopullisessa työssä laskettiin hiilidioksidipäästöt sähkölle ja polttoöljylle.

Haasteita aiheutti myös luotettavien lähteiden löytäminen. Robottiruohonleikkureista ei ole kovin paljon materiaalia käytettävissä. Tietoa löytyi jonkin verran valmistajien sivuilta, mutta nämä ovat lähinnä tarkoitettu yksityisille kuluttajille, eikä tarkempaan yhteydenottopyyntöön vastattu. Belroboticsin edustajalta saatiin arvokasta tietoa myös leikkurien tekniikasta. Tieto on myös uudempaa, ja suurin osa tiedoista löytyy sähköisessä muodossa. Tämän takia opinnäytetyössä onkin käytetty lähestulkoon pelkästään sähköisiä lähteitä. Käytetyt lähteet ovat kuitenkin monipuolisia ja haastattelut golfkenttien kanssa tukivat kaikkia lähteiden tietoja.

Eniten faktatietoa toivat haastattelut golfkenttien edustajien kanssa. Nämäkin haastattelut olivat keskenään hyvin samanlaiset; kaikki ovat huomanneet samat hyödyt ja haitat leikkurien käytössä. Hirsala Golfin haastattelu oli tärkein, ja muut kentät kokivatkin Hirsalan olevan edelläkävijä robottilekkurien käytössä Suomessa, ja monet olivat ottaneet mallia juuri Hirsala Golfista.

KartanoGolf otti heinäkuussa 2024 käyttöön kaksi Belroboticsin robottiruohonleikkuria. Leikkurit käyttävät RTK-teknologiaa paikannukseen, ne on helppoja käyttää ja ovat toimineet hyvin. Asiakkaat ovat olleet tyytyväisiä leikkuujälkeen ja nurmen kuntoon. Kesän lopulla ongelmia aiheutti märän nurmen pakkautuminen leikkuuteriin. Aluksi leikkuujälki oli myös huonompi kuin teräleikkureilla, mutta ongelma tuntui korjautuvan ajan kanssa. Kehitys jatkuu ja ensi kesälle on suunnitelmassa hankkia lisää leikkureita. Pohdittavaksi jää vaihtuuko leikkureiden valmistaja esimerkiksi Husqvarnaan.

Leikkurit ehtivät olla kesällä 2024 käytössä vain 1,5kk, joten vielä ei ole tietoa kulutuksen laskusta tai säästöistä. Laskennassa laskettiin hiilidioksidipäästöt polttoöljylle sekä sähkölle ja verrattiin näiden erotusta. Sähkön hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin polttoöljyn, joten vaikka tulevaisuudessa sähkön käyttö kasvaisi, on sen päästöt silti pienemmän kuin polttoöljyllä.

Opinnäytetyö toimii kirjallisena raporttina golfkentille, miksi sähköistäminen ja robottileikkureihin siirtyminen kannattaa. Kentät hyötyvät robottileikkureista taloudellisesti, ne helpottavat työntekijäpulaa ja pitävät nurmikon hyvässä kunnossa. Myös pelaajat ovat tyytyväisiä robottileikkureihin. Tämän lisäksi robottileikkurit ovat mukana vihreässä siirtymässä ja hiilineutraaliuden tavoittelussa. Hiilijalanjäljen pieneminen auttaa sekä ympäristöä että ilmastoa, mutta voi toimia myös imagotekijänä yhä valveutuneemmille pelaajille ja kuluttajille.

## LÄHTEET

- Bekken, Michael, n.d. Golf course 2030, The Climate impact of golf courses. The R&A. PDF tiedosto. Viitattu 4.1.2025. Saatavissa: <https://assets-us-01.kc-usercontent.com/c42c7bf4-dca7-00ea-4f2e-373223f80f76/ec770df8-b44b-490d-9bc0-2f69c13fbe6d/Climate%20Impact%20of%20Golf%20Courses.pdf>
- Berner 2024. Ammattinurmikotiedotteet. Verkkojulkaisu. Viitattu 30.9.2024. Saatavissa: [https://www.ammattinurmikot.fi/media/berner\\_ammattinurmikotuotteet\\_2024\\_a4\\_lr.pdf](https://www.ammattinurmikot.fi/media/berner_ammattinurmikotuotteet_2024_a4_lr.pdf)
- Blomberg, Martti 2024. Hiilijalanjäljen laskenta ja raportointi CSRD-direktiivin, ESRS direktiivin ja GHG protokollan mukaisesti. Show your sustainability. Verkkojulkaisu. Viitattu 4.1.2025. Saatavissa: <https://showyoursustainability.com/hiilijalanjaljen-laskenta-ja-raportointi-csrd-direktiivin-esrs-standardien-ja-ghg-protokollan-mukaisesti/>
- Fingrid 2025. Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO2 päästöarviot. Verkkojulkaisu. Viitattu 25.2.2025. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>
- Finnish Greenkeepers Association FGA ry n.d. Kentänhoito. Verkoartikkeli. Viitattu 29.1.2024. Saatavissa: <https://fga.fi/kentanhoito/>
- Greenhouse Gas Protocol n.d. A Corporate Accounting and Reporting Standard. PDF tiedosto. Viitattu 7.12.2024. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
- Heinämäki, Arttu 2022. Miten robottiruohonleikkuri toimii? – Robottiruohonleikkurin toiminta. Projektiloota. Blogikirjoitus. Viitattu 7.10.2023. Saatavissa: <https://projektiloota.fi/2022/06/11/miten-robottiruohonleikkuri-toimii-robottileikkurin-toiminta/>
- Hirsala Golf 2024. Kenttäesittely. Verkkojulkaisu. Viitattu 11.3.2024. Saatavissa: <https://hirsalagolf.fi/fi-fi/article/etusivu/kenttaesittely/28/>
- Holopainen, Juha 2024. Toimitusjohtaja. Pielis-Golf Oy. Haastattelu 13.3.2024.
- Huostila, Anna 2017. Ilmastoystävällinen golfkenttä: CASE Meri-Teijo Golf. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Verkkojulkaisu. Viitattu 7.12.2024. Saatavissa: [https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/143971/Diplomityo%cc%88\\_Huostila\\_Anna.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/143971/Diplomityo%cc%88_Huostila_Anna.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Husqvarna n.d. Ammattilaiskäyttöön tarkoitettu ruohonleikkurit. Verkkojulkaisu. Viitattu 7.10.2023. Saatavissa: <https://www.husqvarna.com/fi-fi/robottiruohonleikkurit/robottiruohonleikkurit-ammattikayttoon/about/>
- Husqvarna n.d. Yli 325 vuotta innovaatioita. Verkoartikkeli. Viitattu 23.1.2014. Saatavissa: <https://www.husqvarna.com/fi-fi/opi-uutta/husqvarnan-historia-yli-325-vuotta-innovaatioita/>
- Husqvarna, n.d. Robottiruohonleikkurit. Ceora 546 EPOS. Verkkojulkaisu. Viitattu 3.5.2025. Saatavilla: <https://www.husqvarna.com/fi-fi/robottiruohonleikkurit/ceora-546epos-rz43l-cs4/>
- Järvi-Seudun Golf n.d. Kenttäesittely. Verkkojulkaisu. Viitattu 12.3.2024. Saatavissa: <https://jgs.fi/fi-fi/pelaaminen/kenttaesittely/46/>
- Juslin, Philip 2024. Yhdyshenkilö. J-Trading AB. Haastattelu 31.5.2024.
- Kartanogolf 2023. Verkkojulkaisu. Viitattu 7.10.2023. Saatavissa: <https://kartanogolf.fi/>
- Keskinen, Keijo 2024. Toimitusjohtaja. Järvi-Seudun Golf. Haastattelu 11.3.2024.
- Korpi-Anttila, Janita 2014. Pickala Golfin viheriöiden hoitoprosessin kuvaaminen ja laadunvarmistus. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 27.11.2023. Saatavissa:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77786/Pickala%20Golfin%20viherionhoitoprosessi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kotta, Kimmo 2019. Koneviesti: Tällaisia olivat ensimmäiset koneelliset ruohonleikkurit – varhaisimmat patentoitiin jo 1800-luvulla. Maaseudun tulevaisuus. Verkkoartikkeli. Viitattu 23.1.2024. Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/koneet-ja-autot/55c817f8-7708-51a9-8f38-cc344889b245>

Lehto, Janne 2024. Kenttämestari. Hirsala Golf. Haastattelu 6.3.2024.

Lehto, Kasper 2012. Golfkenttäkaluston sähköistäminen. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.10.2023. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40331/Lehto\\_Kasper.pdf;jsessionid=639FA4C4EAF155C1D6C6B6250B79249?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40331/Lehto_Kasper.pdf;jsessionid=639FA4C4EAF155C1D6C6B6250B79249?sequence=1)

Lehtonen, Nina 2019. Automowerin ja perinteisen ruohonleikkuun vertailu nurmialueiden kunnossapidossa. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 27.12.2023. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/170246/Opinn%c3%a4ytety%c3%b6%20Nina%20Lehtonen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Lund, Peter, Kivimaa, Paula, Arasto, Antti, Lipsanen, Anna, Heliste Petteri & Tsupari Eemeli 2021. Suomen ilmastopaneeli. Sähköllä merkittävä rooli Suomen kasvihuonekaasupäästöjen leikkaamisessa. Suomen Ilmastopaneelin muistio. Verkkojulkaisu. Viitattu 25.10.2023. Saatavissa: <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/06/ilmastopaneelin-julkaisuja-3-2021-sahkolla-merkittava-rooli-suomen-kasvihuonekaasupaastojen-leikkaamisessa.pdf>

Peltonen, Kari 2021. Käsikäyttöiset ruohonleikkurit ovat yhä pitkälti samanlaisia kuin 1830 luvulla. Tekniikka ja talous. Verkkoartikkeli. Viitattu 24.1.2024. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/kasikayttoiset-ruohonleikkurit-ovat-yha-pitkalti-samanlaisia-kuin-1830-luvulla-tallinen-on-ruohonleikkurin-historia/bd0f0d86-3539-4c89-98d0-ea90657544b8>

Pielis-Golf Oy n.d. Kenttäesittely. Verkkojulkaisu. Viitattu 21.3.2024. Saatavissa: <https://pielisgolf.fi/fi-fi/article/etusivu/pielis-golf-esittely/20/#>

Pulli, Olli 2019. Automaation hyödyntämismahdollisuudet nurmi- ja puistoalueiden hoitopalveluissa. Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.1.2024. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/171939/Pulli\\_Olli.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/171939/Pulli_Olli.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Russell, Stephen 2019. GHG protocol. World Resources Institute. Estimating and reporting the comparative emissions impacts of products. PDF tiedosto. Viitattu 4.1.2025. Saatavissa: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/18\\_WP\\_Comparative-Emissions\\_final.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/18_WP_Comparative-Emissions_final.pdf)

Ruuskanen, Petteri 2024. Toimitusjohtaja. KartanoGolf Oy. Haastattelu 28.10.2024.

STERF 2024. Use of robotic mowers on golf courses. Verkkojulkaisu. Viitattu 14.7.2024. Saatavissa: <https://www.sterf.org/wp-content/uploads/2024/04/Factsheet-Use-of-robotic-mowers-on-golf-courses.pdf>

Suomen Golfkentät ry n.d. Hiilineutraali golfkenttä. Verkkojulkaisu. Viitattu 2011.2014. Saatavissa: <https://honour.fi/hiilineutraali-golfkentta/>

Tilastokeskus 2025. Polttoaineluokitus. Verkkojulkaisu. Excel-taulukko. Viitattu 25.2.2025. Saatavissa: [https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)

Tilastokeskus n.d. Uusiutuvat energialähteet. Verkkoartikkeli. Viitattu 26.9.2023. Saatavissa: [https://www.stat.fi/meta/kas/uusiutuvat\\_ener.html](https://www.stat.fi/meta/kas/uusiutuvat_ener.html)

USGA 2022. Rise of the machines – autonomous mowers on golf courses. Verkkoartikkeli. Viitattu 23.9.2023. Saatavissa: <https://www.usga.org/content/usga/home-page/course-care/green-section-record/6.0/04/rise-of-the-machines-autonomous-mowers-on-golf-courses.html>

VÄHIMAT 2016. Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa. Yrityskohtainen raportti: KartanoGolf. PDF-julkaisu. Viitattu 25.2.2025. Saatavissa: <https://tkiblogi.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/12/vc3a4himat-kartanogolf-raportti-12122016.pdf>

Viitanen, Mikael n.d. Husqvarna Ceora esittely. PDF-tiedosto. Viitattu 23.1.2024. Saatavissa: <file:///C:/Users/Heini/Desktop/Oppari/Ceora%20esittely%20FGA%20Marraskuu.pdf>

Ympäristöministeriö n.d. Mitä on vihreä siirtymä? Verkkootikkeli. Viitattu: 26.9.2023. Saatavissa: <https://ym.fi/mita-on-vihrea-siirtyma>

## LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET GOLFKENTTIEN EDUSTAJILLE

1. Miksi valitsitte robottileikkurit golfkentällemme?
2. Millaiset leikkurit valitsitte? Montako on käytössä ja kuinka suurta pinta-alaa niillä leikataan? Millainen kenttä teillä on ja millaista aluetta leikkureilla saadaan leikattua?
3. Mitä hyötyjä olette huomanneet robottileikkurien käyttöön ottamisen jälkeen?
4. Mitä haittoja tai ongelmia olette huomanneet?
5. Miten asiakkaat ovat suhtautuneet robottileikkureihin?
6. Tekisittekö vielä samat valinnat, jos nyt tekisitte päätöstä robottileikkurien hankkimisesta? Miksi, miksi ei?
7. Tuleeko robottileikkurit maksamaan itsensä takaisin jossain vaiheessa? Millaiset kustannukset leikkureista on verrattuna aiempaan?
8. Millainen leikkausjälki leikkureilla on? Yhtä hyvä, huonompi vai parempi kun perinteisillä leikkureilla?