

Automowerin ja perinteisen ruohonleikkuun vertailu nurmialueiden kunnossapidossa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, rakennetun ympäristön koulutus

Kevät, 2019

Nina Lehtonen

Rakennettu ympäristö
Lepaa

Tekijä	Nina Lehtonen	Vuosi 2019
Työn nimi	Automowerin ja perinteisen ruohonleikkuun vertailu nurmi- alueiden kunnossapidossa	
Työn ohjaaja	Hannu Äystö	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään keskeisiä eroja ympäristövaikutuksissa, nurmikon laadussa sekä kustannuksissa Automower®-robottiruohonleikkureiden ja ajettavien ruohonleikkureiden välillä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kenttäkoetta, joka toteutettiin kahdessa eri kohteessa: yksi Lepaan kampuksella ja toinen Espoossa sijaitsevan liikekiinteistön alueella. Kenttäkokeessa jaettiin nurmialue kahteen osaan, joista toista puolta hoiti Automower®-robottiruohonleikkuri ja toista puolta perinteisesti ajettava ruohonleikkuri A2-hoitoluokan vaatimusten mukaisesti.

Tuloksia saatiin robottiruohonleikkureiden toiminnasta, ajettavilla ruohonleikkureilla tehdyistä hoidoista, muutoksista nurmikon silmämääräisessä kunnossa, Espoossa kohteeseen ajamiseen menneistä kilometreistä ja päästöistä sekä tutkimuksen aikana ilmenneistä ongelmista. Tutkimuksen aikana kävi selväksi, että nurmikon silmämääräinen kunto ja vihertävyys oli hieman parempi robottiruohonleikkurin hoitamalla puolella kuin ajettavan ruohonleikkurin puolella. Valitettavasti vuoden 2018 kesän sääolosuhteet olivat hyvin kuivat ja kuumat, joten nurmikon kunto oli suhteellisen huono koko alueella erityisesti tutkimuksen alkupuolella. Tuloksia on analysoitu myös ympäristönäkökulman ja kustannuksien kannalta. Lisäksi on myös avattu tarkemmin eroja leikkureiden välillä sekä pyritty vertailemaan hyviä ja huonoja puolia.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Oy Husqvarna Ab. Tilaajan toiveena oli selvittää Automower®-robottiruohonleikkureiden toimivuus ammattikäytössä verrattuna perinteiseen ruohonleikkuuseen.

Avainsanat Ruohonleikkuu, nurmikoiden kunnossapito, robottiruohonleikkuri, automower, nurmikko

Sivut 90 sivua, joista liitteitä 12 sivua

Landscape design and construction
Lepaa

Author	Nina Lehtonen	Year 2019
Subject	The differences between Automower® robot mowers and ride-on mowers	
Supervisor	Hannu Äystö	

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out the differences between the robotic lawn mower Automower® and the traditional way of mowing the lawn with ride-on mowers in expenses, the quality of the lawn and the environmental impact. The research method used in this thesis was two field tests: one in Lepaa campus area and the other in Espoo within the precincts of a commercial real estate. In the field test the lawn was split into two areas: one was managed by the robot and the other with ride-on mower.

The field test provided results on the performance of the Automower, data of the work done with ride-on mowers, visual changes on the lawn, kilometers and exhaust emissions of cars in Espoo field study and some problems that arose during the experiment. The results on the visual changes of the lawn were clear: grass was greener and had slightly better visual quality on the robotic lawn mower's side. Unfortunately, the summer of 2018 was very dry and warm, and it had an impact on the field tests and the condition of the lawns especially at the beginning of this study. Also analyzing the impact on the environment and the differences on expenses and between machines were included in the thesis.

The commissioner of this thesis was Oy Husqvarna Ab. Their wish was to find out how well their Automower® robot mower could work in the professional field compared to the traditional way of cutting lawns with ride-on mowers.

Keywords Automower, robotic lawn mower, mowing lawn, grass, lawn maintenance

Pages 90 pages including appendices 12 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	NURMIALUEIDEN HOITO	2
2.1	Nurmikon kunnon määrittäminen	5
2.2	Nurmialueiden hoidon vaikutus ympäristöön	8
3	ROBOTTIRUOHONLEIKKURIT	10
3.1	Robottiruohonleikkureiden käyttökokemuksia viheralalla.....	11
3.2	Robottiruohonleikkurit mediassa.....	12
4	HUSQVARNA	13
4.1	Husqvarna Automower®	14
4.1.1	Asennus	16
4.1.2	Huolto	20
4.1.3	Talvihuolto ja -säilytys	21
4.2	Automower® Connect	21
4.3	Husqvarna Fleet Services™	26
5	KENTTÄKOEET LEPAALLA JA ESPOOSSA	27
5.1	Lepaan kenttäkoe.....	27
5.2	Espoon kenttäkoe.....	30
6	TULOKSET	33
6.1	Lepaa	33
6.2	Espoo	38
7	TULOSTEN ANALYSOINTI	45
7.1	Kasvukauden 2018 sää	45
7.2	Ympäristönäkökulma	50
7.3	Leikkureiden vertailu.....	52
7.4	Nurmikon kunto Lepaalla	57
7.5	Nurmikon kunto Espoossa	60
7.6	Erot kustannuksissa.....	61
7.7	Esille nousseet ongelmat.....	64
8	POHDINTA.....	70
	LÄHTEET.....	73

Liitteet

Liite 1	Hoitotoimenpiteiden seuranta -taulukko
Liite 2	Robotit -taulukko
Liite 3	Nurmikkokuvat Lepaalta
Liite 4	Nurmikkokuvat Espoosta

1 JOHDANTO

Nurmialueita on viheralueilla määrällisesti huomattavasti enemmän kuin muita viherrakenteita, jolloin niiden hoitamiseen kuluu paljon aikaa ja resursseja. Nurmikon hoito on kallista, ja mikäli sitä ei suoriteta säännöllisesti ja huolella, näkyvät laiminlyönnit nopeasti ympäristössä. Hyvin hoidettu ja kaunis nurmikko antaa siistin ja viihtyisän yleisilmeen koko alueelle. (Junttila, Koivistoinen, Waris, Häkkinen & Kauppinen, 2011, s. 100 ja 103)

Ilmastonmuutoksen ja sen torjunnan ollessa ajankohtainen puheenaihe on hyvä pohtia vaihtoehtoisia työskentelytapoja myös viheralalla. Nurmikonleikkuussa ruohonleikkurit ja ruohotrimmerit kuluttavat fossiilisia polttoaineita ja aiheuttavat päästöjä, joita voitaisiin vähentää ottamalla käyttöön ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja esimerkiksi vaihtamalla akkukäyttöisiin laitteisiin. Samalla myös ympäristöä häiritsevä melu vähenee, sillä akkukäyttöiset koneet ovat polttomootoreita hiljaisempia.

Robottiruohonleikkureiden käyttö kuluttajien keskuudessa on kasvussa, mutta niitä ei vielä juurikaan hyödynnetä yrityksissä Suomessa. Omatoimisesti ruohoa leikkaavien robottileikkureiden käyttöä ja käytettävyyttä nurmialueiden hoidossa ja varsinkin ammattimaisessa työskentelyssä ei ole Suomen olosuhteissa tutkittu. Tällä opinnäytetyöllä on pyritty saamaan uutta tietoa, jota esimerkiksi viheralan yritykset voisivat hyödyntää harkitessaan robottiruohonleikkureiden lisäämistä kalustoonsa. Jos robottiruohonleikkureiden käyttöönotolla voitaisiin vapauttaa ruohonleikkuuseen menevää aikaa ja resursseja, ne voitaisiin siirtää muihin viheralalla tehtäviin töihin, jolloin viheralueiden yleinen laatu voisi parantua.

Opinnäytetyössä keskitytään nurmikkoon, sen hoitoon liittyviin asioihin ja ympäristövaikutuksiin sekä robottiruohonleikkureihin. Ihmisten hyvinvointi on rajattu tästä aiheesta pois, vaikka nurmialueella tehtävät työt voivatkin vaikuttaa heikentävästi tai parantavasti myös hyvinvoinnissa. Myös nurmikon kuntoa olisi voinut tutkia syvemmin esimerkiksi tarkoilla viherpeitteisyyden tai juuristomassan tutkimuksilla, mutta osittain puutteellisten taitojen, ajallisten haasteiden sekä kyseisten tutkimusten vaatimien työmäärien takia keskityttiin vain silmämääräiseen tarkasteluun.

Työn tilaajana toimi Oy Husqvarna Ab, joka antoi kenttätutkimuksia varten käyttöön kaksi Automower®-robottiruohonleikkuria. Husqvarna on jo yli kaksikymmentä vuotta kehittänyt robottiruohonleikkureita ja toiminut pitkään markkinoiden edelläkävijänä. Tilaajan toiveena oli selvittää leikkureiden toimivuutta ammattikäytössä erityisesti Suomen olosuhteissa ja saada selville keskeisiä eroja verrattuna perinteiseen ruohonleikkuuseen.

Opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena oli selvittää erot kustannuksissa, nurmikon silmämääräisessä kunnossa ja ympäristöystävällisyydessä Automower®-robottiruohonleikkureilla ja ajettavilla ruohonleikkureilla hoidetun nurmikon leikkuun välillä. Varsinainen tutkimuskysymys olikin ”Millaiset erot ovat perinteisen ruohonleikkuun ja robotilla hoidetun ruohonleikkuun välillä kustannuksissa, nurmikon laadussa ja ympäristövaikutuksissa?” Tutkimuskysymystä lähdettiin selvittämään kahdella kenttäkokeella, jotka sijoituivat näkyville paikoille Lepaan kampukselle ja Espoossa sijaitsevan liikekiinteistön alueelle. Kenttäkokeet alkoivat kesä- ja heinäkuussa 2018 ja loppuivat lokakuussa 2018.

2 NURMIALUEIDEN HOITO

Viheralueiden hoitoa ja sen laadukkuutta ohjeistetaan yleisesti käytössä olevalla viheralueiden hoitoluokituksella sekä tätä täydentävillä työselostuksilla ja hoidon laatuvaatimuksilla. Hoitoluokituksissa käsitellään myös nurmialueiden käyttöä, yleisilmettä ja hoidon laatutasoa. Varsinainen käytännön kunnossapito hoidetaan näihin hoitoluokkiin perustuvan hoitotyöselostuksen mukaan, joka löytyy kirjoitushetkellä käytössä olevasta Viherympäristöliitto ry:n julkaisusta numero 55 Viheralueiden hoito VHT'14. (Nuotio, 2009, s. 2; Nuotio, 2007, s. 8)

Viheralueiden päähoitoluokkia on kolme: A-luokka on rakennetuille viheralueille, B-luokka avoimille viheralueille ja C-luokka taajamametsille. Nämä kolme hoitoluokkaa on jaettu vielä omiin alaluokkiinsa. Lisäksi päähoitoluokituksia täydentävät neljä muuta luokkaa: E-luokka on erityisalueille, S-luokka on suojelualueille, R-luokka on maankäytön muutosalueille ja viimeisenä O-luokka, joka on hoidon ulkopuolella oleville alueille. (Nuotio, 2007, s. 8) Kuvassa 1 on nähtävillä esimerkkinä hoitoluokkien käytöstä ote Tampereen kunnan hoitoluokituskartasta.



Kuva 1. Esimerkki eri hoitoluokituksista Tampereen kaupungilla (Nuotio, 2007, s. 57).

Nurmialueet ovat osa rakennettua ympäristöä, jolloin niiden kunnossapito keskittyy A-hoitoluokkaan. Tämä jakaantuu vielä kolmeen alaluokkaan: A1 edustusviheralueet, A2 käyttöviheralueet ja A3 käyttö- ja suojaviheralueet. Hoitoluokka määrittää nurmikolle tehtävät hoitotyöt ja niiden säännöllisyyden. Nurmikolla tehtäviä kunnossapitotöitä ovat kevät- ja syyskunnossukset, talvikunnossapito, mahdolliset paikkaukset, ruohonleikkaukset, rikkakasvien torjunta, rajaukset, lannoitukset, kalkitukset, kastelu ja kastelujärjestelmien huolto, ilmastointi, kattaminen ja pystyleikkaukset/harjaukset. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 14) Kaikilla nurmialueilla tulee ennen leikkausta poistaa roskat ja muu vaaraa aiheuttava materiaali, ja leikatessa varotaan alueella olevia muita rakenteita tai kasvillisuutta. Myös nurmikkoa ympäröivät alueet, kuten käytävät, pidetään siistinä. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 18)

A1-hoitoluokka ohjaa kunnossapitoa edustusviheralueilla, joita ovat esimerkiksi julkisten rakennusten pihot, keskeisiä kaupunkipuistoja tai -aukioita tai niiden osia sekä historiallisesti arvokkaita tai muita erityiskohteita myös taajamarakenteen ulkopuolella. A1-viheralueet eivät ole kuluttamista varten, jolloin kulkua pyritään ohjaamaan kulutusta kestäville pinnoille. A1-alueita hoidetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi, sillä alueen yleisilmeen tulee olla jatkuvasti edustuskelpoinen. (Nuotio, 2013, s. 17)

Nurmialueilla A1-hoitoluokka tarkoittaa lyhyttä, tiheää ja tasaisesti terveen vihreää nurmikkoa ja virheetöntä ulkonäköä, jossa nurmi näyttää elinvoimaiselta, aukkoja ei ole ja rajaukset ovat aina siistit (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 14). Nurmikolla ei ole roskia ja mahdollinen leikkuujäte tulee poistaa heti. Nurmikko pidetään 4 – 7 cm pituisena, leikkuujälki on

huolellista ja tasaista ja se hoidetaan mahdollisuuksien mukaan kuivalla säällä. Yleisilmeen tulee olla siisti, joten mahdolliset esteiden ympärykset ja rakenteiden reunat siistitään esimerkiksi ruohotrimmerillä. Katualueilla kunnossapito ei ole aivan yhtä tiukkaa, mutta sielläkin tulee A1-hoitoluokan nurmikoilta poistaa häiritsevä ja nurmikon kasvua haittaava leikkujäte sekä siistiä esteiden ympärykset ja rakenteiden reunat, jotka eivät saa poiketa nurmikon yleisilmeestä. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 18)

A2-hoitoluokka ohjaa kunnossapitoa käyttöviheralueilla, joita ovat kaupunkipuistot ja -aukiot, leikkipuistot, kiinteistöviheralueet, liikenneviheralueet keskusta-alueella sekä liikuntaan ja toimintaan tarkoitettuja viheralueita. Käyttöviheralueille kohdistuu käytöstä johtuvaa kulutusta, sillä nämä ovat tarkoitettu esimerkiksi oleskeluun, leikkiin ja pienimuotoiseen pelaamiseen. Hoito ei ole aivan yhtä intensiivistä kuin A1-alueilla, mutta myös A2-alueet pidetään yleisilmeeltään siistinä, viihtyisinä ja turvallisina. Mahdolliset puutteet korjataan mahdollisimman pian, mutta välittömästi korjataan kaikki turvallisuudelle vaaralliset vauriot. (Nuotio, 2007, s. 18)

Nurmialueet ovat A2-hoitoluokassa kulutusta kestäviä pintoja, joilla oleskellaan, leikitään ja pelataan. Katualueiden A2 nurmikot leikataan säännöllisesti, jotta ne antaisivat alueelle viimeistellyn ja hoidetun ilmeen. Nurmikon tulee olla yleisilmeeltään vihreä, siisti ja tasainen, aukkoja ei saa olla ja rajausten tulee olla täsmälliset. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 14) Alueilla ei saa olla roskaa ja yleisilmettä häiritsevät leikkujätteet tulee poistaa. Nurmi pidetään 4 – 12 cm:n pituisena ja leikkuu tulee tehdä huolella ja tasaisesti. Mikäli nurmikolla on esteitä tai rakenteita, niiden reunat ja ympärykset siistitään tarvittaessa esimerkiksi ruohotrimmerillä, jotta ne eivät poikkeaisi nurmikon yleisilmeestä. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 18)

A3-hoitoluokka ohjaa käyttö- ja suojaviheralueita, jotka yhdistävät rakennetut alueet luonnonympäristöön. Niitä ovat laajat rakennetun ja luonnonympäristön välimaastoon sijoittuvat puistot, suojavyöhykkeet tai niiden osa-alueita, luonnonmukaisemmin hoidettavia kiinteistöjen piha-alueita sekä liikenneviheralueita, liikuntaviheriä ja katuviheralueita ydinkeskustan ulkopuolella. A3-viheralueilla on puistomainen ilme ja niitä käytetään ulkoiluun, liikuntaan, pelaamiseen ja oleskeluun. (Nuotio, 2007, s. 19; ks. myös Nuotio, 2009, s. 3)

A3-hoitoluokassa olevat nurmialueet antavat alueelle hoidetun vaikutelman. Nurmialueille tehdään hoitoa sen verran, että yleisilme säilyy koko alueella siistinä ja yhtenäisenä. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 14) Nurmikko pidetään 4 – 25 cm:n pituisena, ja mahdollisten esteiden ja rakenteiden ympäristöt siistitään, mikäli ne poikkeavat häiritsevästi alueen yleisilmeestä, mutta kuitenkin ainakin kerran vuodessa. Syntynyt leikkujäte voidaan jättää, mikäli se ei haittaa alueen käyttöä tai yleisilmettä. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 18). A3-hoitoluokan nurmikon voi leikata murskainleikkurilla (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 16).

2.1 Nurmikon kunnon määrittäminen

Nurmikon kunnon määrittämiseen on olemassa joitakin hyödyllisiä tapoja, joista yksi on silmämääräinen kuntomääritys. Kuntoa silmämääräisesti tarkastellessa arvioidaan lähinnä ulkonäöllisiä seikkoja: onko nurmikko kauttaaltaan tasaisen vihreä ja tiheä? Onko painaumia tai muita vaurioita? Onko nurmikossa sammalta tai rikkakasveja? Lisäksi voidaan nurmikon kuntoa sekä lannoituksen ja kalkituksen tarvetta arvioida maa-analyysillä.

Rikkakasvien määrää silmämääräisesti arvioidessa tulee ottaa huomioon hoitoluokan asettamat laadulliset vaatimukset. A1-hoitoluokan koristenuurmikoissa tulee olla vain heiniä, joten näillä alueilla torjutaan kaikki rikkakasvit. A2-hoitoluokka painottuu enemmän käyttönurmikoihin, joten alueesta ja urakasta riippuen voidaan torjunnasta sopia erikseen. A3-hoitoluokassa nurmikko on enemmän luonnonmukainen, joten näillä alueilla ei tehdä rikkakasvien torjuntaa. (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 17) Hyvässä kunnossa olevassa nurmikossa ei välttämättä rikkakasveja esiinny ollenkaan tai niitä on hyvin vähän, sillä tiheään ja hyväkuntoiseen nurmikkoon on rikkakasvien hankalampaa asettua. Tällöin nurmikko itsessään on tukahduttanut rikkakasvien kasvun. (Hentinen, 2010, s. 28)

Viherpeittävyden tarkastelu on yksi keino määritellä nurmikon kuntoa ja hoidon onnistumista. Viherpeittävyys tarkoittaa alueelle kylvetyn lajin yksilöiden määrää tarkastellun ruudun pinta-alasta, eli kuinka suuri osa nurmialueen pinta-alasta on vihreiden nurmikkokasvien peittämänä. Tämä luku esitetään prosentteina. Alueen hoitoluokka määrittelee hyväksyttävän viherpeitteisyystason, josta esimerkkinä taulukossa 1 on ote VRT'17-julkaisun taulukosta 23211: T4. Viherpeitteisyys vaihtelee kasvukauden aikana ja tyypillisesti se on suurimmillaan kesällä. (Viherympäristöliitto ry, 2017, s. 96 – 97)

Taulukko 1. Ote VRT'17-taulukosta 23211: T4, jossa määritellään hyväksyttävä viherpeitteisyyden taso kylvönurmikolla takuuajan hoidon päättyessä A-hoitoluokassa. ^a

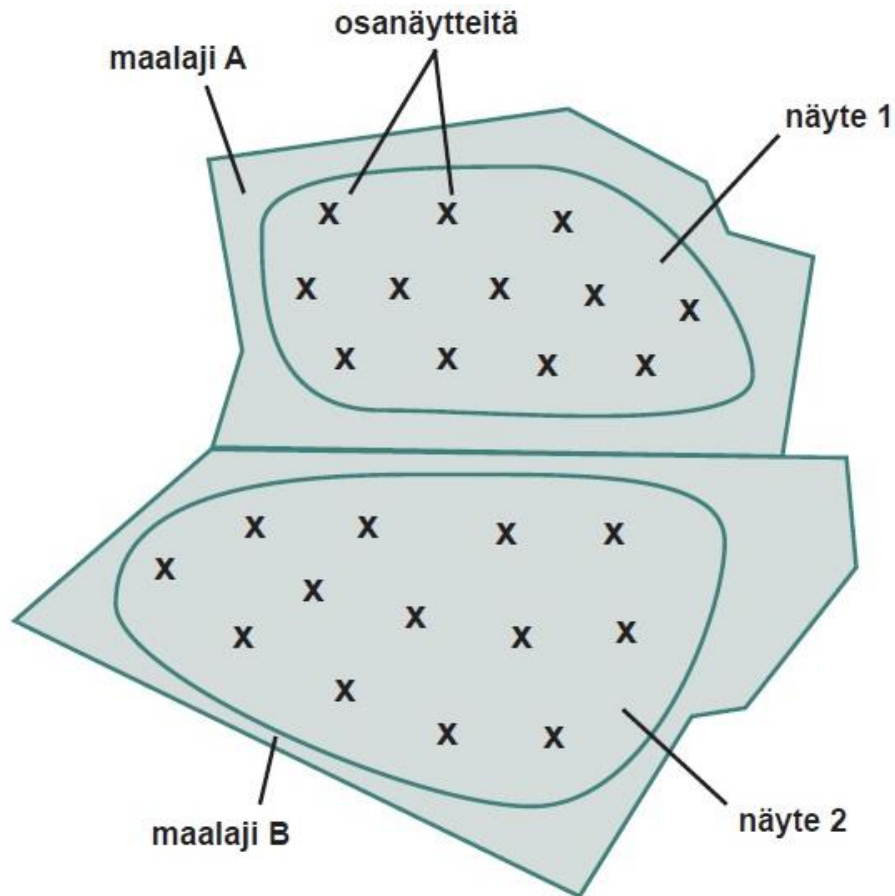
Kohde/hoitoluokka	Nurmikko A1	Nurmikko A2	Nurmikko A3
Keväällä	≥70%	≥70%	≥60%
Keskikesällä ja syksyllä	≥90%	≥90%	≥90%

^aLähde: Viherympäristöliitto ry, 2017, s. 96

Nurmikon sammaloituminen kertoo ongelmista kasvualustassa. Maa on päässyt tiivistymään ja ravinteita ei ole nurmikolla riittävästi. Mikäli nurmikko on varjoisassa ja kosteassa kasvupaikassa, edistää maanpinnan jatkuva kosteus erityisesti syksyllä ja keväällä nurmikon sammaloitumista. Ulkonäöllisesti sammal voi olla kaunis, mutta se ei kestä kulutusta. (Hentinen, 2010, s. 28)

Maa-analyysi eli viljavuustutkimus selvittää kasvualustan fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Kemiallisilla analyyseillä voidaan selvittää helppoliukoisten ravinteiden pitoisuudet, maan happamuus eli pH, johtoluku tai -kyky, ravinnereservit eli pitkän ajan kuluessa kasvien käyttöön tulevat ravinnevarat ja kationinvaihtokapasiteetti, joka kuvaa kasvualustan ravinteiden pidätys- ja luovutuskykyä. Kemiallisissa analyyseissa voidaan määrittää myös kasvualustassa olevien raskasmetallien ja alumiinin pitoisuuksia. Fysikaaliset ominaisuudet kertovat kasvualustan raekokojakauman, ominaispinta-alan eli maa-aineksessa olevien rakeiden pintojen muodostamaa pinta-alaa per painoyksikkö, veden adsorption eli kyvyn sitoa vettä 100 %:n suhteellisessa kosteudessa, eloperäisen aineksen pitoisuuden ja tilavuuspainon eli maamassan painon ja tilavuuden suhteen. Fysikaaliset ominaisuudet voidaan määrittää eri menetelmillä, esimerkiksi seulontamenetelyillä tai pipettimenetelmällä, johon perustuu Viherympäristöliiton viheralueiden kasvualustojen kivennäisainesten suositusrakeisuudet. (Viherympäristöliitto ry, 2009, s. 142 – 146)

Nurmikon kuntoa arvioidessa maa-analyysin avulla otetaan jokaiselta alkaalta 5000 neliön nurmikkoalueelta vähintään yksi kokoomanäyte, jonka tulee edustaa mahdollisimman hyvin koko aluetta. Eri maalajeista otetaan omat näytteensä. Enimmillään 500 neliön alueen voi myös jakaa kolmeen enintään kymmenen aarin osanäytealueeseen. Alueista otetaan 8 – 12 kappaletta osanäytteitä tasaisin välein (kuva 2) tai niin sanotusti ”N-kuviomenetelmällä”, jossa edetään N-kirjaimen muotoisesti. Näytteet voi ottaa lapion avulla tai näytteenottokairalla. Samalla tulee myös huolehtia, että näyte tulee koko kasvualustan paksuudelta. Osanäytteestä tulee myös poistaa kairan mukana mahdollisesti tuleva pohjamaa, jankko tai muu täytemaa sekä ruoho- ja karikkekerros. Lopuksi sekoitetaan huolella saadut osanäytteet yhteen, jolloin saadaan tästä otettua noin litran kokoinen kokoomanäyte maa-analyysia varten. Mikäli alueiden laatu on kovin epätasaista, otetaan näistä omat osanäytteensä, sillä epätasaisuus vaikuttaa näytteestä saataviin tuloksiin. Näytteenotosta voi laatia oman suunnitelmansa, jossa perehdytään kohteeseen, sen määrään ja muotoon. Suunnitelmaan merkitään myös näytteenottokohteet ja -syvyudet. (Eurofins, 2016; Viherympäristöliitto ry, 2009, s. 140 – 141)



Kuva 2. Eurofins Viljavuuspalvelun ohjeistus viheralueilta otettavien maanäytteiden ottoon (Eurofins, 2016).

Analyysejä voi erikseen tilata niitä tekeviltä yrityksiltä, joilta saa myös tarkempia tietoja analyysitavan valintaan. Usein yritykset myös tarjoavat erilaisia "tuotepaketteja" riippuen siitä, millaisia asioita näyte-erästä halutaan tarkastella. (Viherympäristöliitto ry, 2009, s. 142) Esimerkiksi viherrakentamisessa käytettävästä kasvualustasta halutaan tietää pH-taso, johtoluku tai -kyky, maalaji, humuspitoisuus, eri ravinteiden pitoisuudet, rakeisuus ja tilavuuspaino (Soini, 2009, s. 161). Kuvassa 3 on ote Viherympäristöliiton suosittelemia ravinnepitoisuuksia eri kasvualustoille, joista nurmikot A1 – A3 kuuluvat ravinteisuustyyppi 3:en (Viherympäristöliitto, 2015). Maa-analyysin voi tilata esimerkiksi Eurofins Viljavuuspalvelulta, joka tarjoaa erilaisia analyysipaketteja, joista osa on tarkoitettu erityisesti nurmikoille (Eurofins, n.d.).

KASVUALUSTAN SUOSITELTAVAT RAVINNEPITOISUUDET

		Ravinteisuustyyppi 1 Vaateliaat puut, pensaat, köynnökset, ryhmäruusut ja perennat sekä rajoitetut kasvualustat tavoitearvo	Ravinteisuustyyppi 2 Happaman kasvu- alustan kasvit tavoitearvo	Ravinteisuustyyppi 3 Nurmikot A1-A3 sekä vaatimattomat puut, pensaat, köynnökset ja perennat tavoitearvo
Johtoluku ¹⁾	10 x mS/cm	2 < 4 < 6	1,5 < 2 < 4	3 < 5 < 8 ³⁾ (10 kompostipohjainen)
pH (H ₂ O)		5,5 < 6,5 < 7,5	5 < 5,5 < 6	5,5 < 6 < 7
Kalsium	Ca mg/l	2000 < 3000 < 5500	750 < 1000 < 2000	1900 < 2500 < 3800
Fosfori	P mg/l	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20	10 < 15 < 30
Kalium	K mg/l	150 < 300 < 450	75 < 150 < 250	150 < 200 < 300
Magnesium	Mg mg/l	200 < 350 < 450	50 < 100 < 200	150 < 200 < 400
Rikki	S mg/l	10 < 30 < 200	5 < 20 < 100	10 < 30 < 200
Boori	B mg/l	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5
Kupari	Cu mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Mangaani	Mn pH korjattu ⁴⁾	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500
Sinkki	Zn mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Liukoinen typpi	N mg/l	15 < 35 < 60	10 < 20 < 30	35 < 50 < 100 ³⁾
Orgaaninen aines	paino-%	10 < 12 < 14	8 < 10 < 12	6 < 8 < 10
Tilavuuspaino ²⁾	kg/m ³	640 < 800 <	760 < 950 <	800 < 1000 <
		Ravinteisuustyyppi 4	Ravinteisuustyyppi 5	

Kuva 3. Ote Viherympäristöliiton laatimista suositusarvoista eri kasvu-
alustojen ravinnepitoisuuksille (Viherympäristöliitto, 2015).

2.2 Nurmialueiden hoidon vaikutus ympäristöön

Nurmialueiden hoidon vaikutusta ympäristöön on tutkittu vähän, joten varsinaisia tutkimuksia löytyi niukalti. Yksi tutkimus nurmikon leikkuun ilmastovaikutuksista tehtiin LCA in Landscaping -hankkeessa, jossa yhtenä osana mitattiin ruohonleikkureiden polttoainekulutusta kesällä 2012 puistonurmikolla kahdessa kohteessa: MTT:n toimipisteellä Jokioisissa ja Hämeenlinnassa Sairion puistoalueella. Jokioisissa tehtyjen mittausten perusteella laskettiin arviot nurmikonleikkuun päästöille ja vaikutukset ilmaan kolmella eri leikkuuvälillä: kerran viikossa, kahden viikon välein ja kolmen viikon välein. Hämeenlinnassa tehtiin tutkimusta täydentäviä mittauksia erityisesti ”hukka-ajon” osalta. Koneita oli käytössä kaksi: Jokioisissa bensiinillä toimiva Husqvarna Rider 16 C, jonka leikkuuleveys oli 100 cm; sekä Hämeenlinnassa dieselillä toimiva John Deere 1445, jonka leikkuuleveys oli 183 cm. Tutkimuksessa käytettiin apuna myös Trimble Pro XH -GPS-laitetta sekä ArcGIS-paikkatieto-ohjelmaa. (Silvenius, Alaspää, Niemeläinen, Raiskio, 2014, s. 1 – 2)

Tutkimuksessa oletettiin, että ruohonleikkuussa syntyviin päästöihin ja polttoaineen kulutukseen voitaisiin vaikuttaa suunnittelemalla tarkemmin ajolinjat ja harventamalla leikkuukertoja. Tietoja kerättiin ajomatkoista ja niihin käytetystä ajasta, polttoaineen kulutuksesta ja siihen vaikuttavista asioista, kuten nurmikon pituus ja kosteus, sekä vaikuttaako nurmikoissa käytetyt eri siemenseokset leikkuukertojen määrään. Tuloksia vertailtiin myös lannoituksen ja kalkituksen ilmastovaikutuksiin. (Silvenius ym., 2014, s. 2) Tietoa ei kerätty nurmialueiden välillä tapahtuvasta siirtoajasta tai

varikolta kohteeseen siirtymisestä. Nämä voivat vaikuttaa huomattavasti polttoaineen kulutukseen. (Silvenius ym., 2014, s. 6)

Tutkimuksessa todettiin, ettei nurmikon kosteus juurikaan vaikuta polttoaineen kulutukseen. Sen sijaan nurmikon pituudella huomattiin olevan merkitystä: 11 cm:n pituisella nurmikolla leikkuu kulutti polttoainetta 2,7 kg/ha. 15 cm:ssä polttoainetta kului 2,9 kg/ha ja 19 cm:ssä kului jo 3,7 kg/ha. Tulosten perusteella pääteltiin, että harventamalla leikkuukertoja viikoittaisesta kahden viikon väleihin voitaisiin puolittaa nurmikon leikkuun ilmastovaikutukset. Leikkuukertoja voitaisiin harventaa, mikäli käytettäisiin hidaskasvuisempia nurmikkoseoksia. (Silvenius ym., 2014, s. 4) Lisäksi huomattiin polttoaineen kulutuksen vaihtelu samalla alueella eri ajankohdina tehdyillä nurmikon leikkuilla ja myös useita eri alueita leikatessa (Silvenius ym., 2014, s. 6).

Hankkeessa kerättiin tietoa myös niin sanotusta ”hukka-ajosta”, joka kertoo prosentteina osuuden alueesta, jolla ruohonleikkuri on kulkenut mooneen kertaan. Hukka-ajon tutkinnassa käytettiin hyväksi leikkuriin kiinnitettyä GPS-laitetta, joka keräsi infoa ruohonleikkurin kulusta eri muotoisilla nurmialueilla. Jokioisissa kerättiin tiedot kuudesta ajosta samalla alueella yhden kesän aikana, kun taas Hämeenlinnassa mitattiin tiedot neljältä eri alueelta yhden päivän aikana. (Silvenius ym., 2014, s.1 – 2) Hukka-ajoa syntyi Jokioisissa 71 % sekä ensimmäisellä että toisella leikkuukerralla. Ruohonleikkurilla tehtyjen peruutusten osuus oli hyvin pieni, ensimmäisellä kerralla 2,3 % ja toisella 3,1 % kokonaismatkasta. Hämeenlinnassa määrät vaihtelivat 25 ja 88 %:n välillä riippuen alueen muodosta ja koosta. Tutkimuksessa todettiin myös se, miten vaikeassa työkohteessa voi olla hankalaa hyödyntää leveää leikkuupöytää, jolloin hukka-ajoa syntyy enemmän. Yhteyttä hukka-ajon ja hehtaarikohtaisen polttoaineen kulutuksen välillä ei tutkimuksessa saatu laskettua. (Silvenius ym., 2014, s. 4 – 6)

LCA In Landscaping oli EU:n LIFE+ ohjelmaan kuuluva hanke, jonka tarkoituksena oli kehittää elinkaarianalyysin soveltamista kestäväan ja kierrätysmateriaaleja hyödyntävään viherrakentamiseen. Hankkeessa demonstroitii nurmikon perustamis- ja hoitoratkaisuja kahdessakymmenessä esittelykohteessa kahdeksalla paikkakunnalla käyttäen jäte- ja kierrätysmateriaalia hyödyntäviä kasvualustoja ja lannoitustuotteita, ja jokaisessa kohteessa vaihtoehtoisia toteuttamistapoja oli kahdesta kolmeen. (Luke, n.d.a) Hanke toteutettiin 2010 – 2014 ja sen tuloksena syntyi myös Excel pohjainen työkalu, jonka avulla voi arvioida kohteen viherrakentamisesta syntyviä ympäristövaikutuksia (Luke, n.d.b).

Ruohonleikkuusta syntyy myös melua: Espoon kenttäkokeessa käytetty Husqvarna Rider-etuleikkurin desibelitasot käyttäjän korvan tasalla ovat 84 desibeliä (Husqvarna, n.d.d). Kuuloliiton (n.d.) mukaan tämä vastaisi liikenteen tai ravintolan melua, jonka lisäksi 85 desibelin äänentason olosuhteissa ei tulisi oleskella kahdeksaa tuntia pidempään. Mikäli äänentaso nousisi vain kolmella desibelillä, puolittuisi turvallinen oleskeluaika.

Nurmikkoa leikatessa tulee kuitenkin käyttää kuulosuojaimia, joiden vaimennusteho esimerkiksi Peltorin perusmalleissa on 27 desibeliä (3M, n.d.). Tällöin äänentaso laskee keskustelun tasolle eikä niinkään rasita työntekijän terveyttä ja kuuloa.

Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli eli KESY ottaa osaltaan kantaa kestävän kehityksen toteuttamiseksi toimintaperiaatteilla tai toimenpiteillä, joita voi soveltaa myös kunnossapitoon kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. Esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja energiankulutusta tulisi vähentää ja mahdollisimman energiatehokkaita sekä mielellään aurinko- ja tuulivoimaa hyödyntäviä koneita ja laitteita tulisi suosia. Polttoaineella käyvien koneiden käyttö tulisi minimoida ja työt suunnitella mahdollisimman tehokkaasti niin, ettei koneilla ja laitteilla synny ylimääräistä ajoa. (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 65 – 66) Ilmanlaatua voidaan parantaa edellä mainitun suunnitelmallisen konetyöskentelyn lisäksi välttämällä tyhjäkäyntiä ja estämällä työstä syntyvää pölyämistä. Myös erityisesti kaksitahtimoottoreiden, eli esimerkiksi ruohotrimmerien ja lehtipuhaltimien käyttöä tulisi vähentää ja suosia sähkökäyttöisiä tai kierrätyspolttoaineita käyttäviä koneita ja laitteita. (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 68 – 69) Lisäksi ulkoalueiden käyttömukavuutta voidaan parantaa ajoittamalla vilkkaimman käyttöajan ulkopuolelle meluavat ja pölyävät kunnossapidon työt (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 84).

KESY eli kestävä ympäristörakentaminen on Viherympäristöliiton vuonna 2015 käynnistämä hanke, joka perustuu Suomen olosuhteisiin sopiviksi muokattuihin amerikkalaisiin SITES-kriteereihin eli Sustainable Sites Initiative -arviointi- ja sertifiointijärjestelmään. Hankkeen tarkoituksena on vähentää, lieventää, estää tai mahdollisesti jopa parantaa rakentamisen haitallisia vaikutuksia ja se kattaa koko viheralueita koskevan prosessin tilaamisesta kunnossapitoon sekä tuotteet ja materiaalit. (Viherympäristöliitto ry, n.d.) Kestävän ympäristörakentamisen ohjeet eivät ole pakottavia tai velvoittavia, mutta ne asettavat tavoitteet kestäväälle kehitykselle viheralalla ja antavat vaihtoehtoisia työskentelytapoja (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 5).

3 ROBOTTIRUOHONLEIKKURIT

Monilla yksityisillä pihoilla ruohonleikkuun hoitaa nykyään robottiruohonleikkuri ja myynti on kasvussa. Markkinoilla on monen eri valmistajan robottiruohonleikkuria: Husqvarnan Automower®, johon tässä opinnäytetyössä paneudutaan tarkemmin, Gardenan Sileno, Stihlin iMow, Hondan Miimo, Ryobin Roboyagi, Boschin Indego, Robomow, WOLF-Gartenin Loopo, Ambrogio ja monia muita. Monissa toimintaperiaatteet ovat melko samat, mutta eroavaisuuksiakin löytyy.

Yhtäläisyyksiä eri valmistajien robottimalleissa on paljon: kaikilta löytyy latausasema tai telakka, johon robottiruohonleikkuri asettuu latautumaan, lähes kaikki vaativat kaapelin, jolla rajataan leikattava nurmialue, suurimmassa osassa on jokin varkautta estävä toiminto ja monelta valmistajalta löytyy puhelimeen ladattava sovellus, jonka avulla voi hallita robottiaan etäältä. Pääsääntöisesti robottileikkureiden työskentelykapasiteetti on 250 – 5000 neliötä ja työstä aiheutuva melu on noin 60 desibelin kieppeillä.

On kuitenkin joitakin robottiruohonleikkureita, jotka selkeästi erottuvat muista. Esimerkiksi Husqvarnalla on Automower®-malli, joka selviää rinteistä, joissa on jopa 70 % kaltevuus. Useimmat muut mallit pystyvät kiipeämään vain 15 – 55 %:n rinteitä. Robomow-robotilla on 56 cm:n leikkuuleveys ja Ambrogioilla jopa 70 cm:n leikkuuleveys, jotka kummatkin erottuvat leveyden tavallisesti ollessa 16 – 28 cm. Lisäksi Boschin Indigo-robottiruohonleikkuri leikkaa muista poiketen järjestelmällisesti ja yhdensuuntaisilla linjoilla, mikä säästää aikaa leikkuuajassa. (Husqvarna, n.d.c: Ambrogio, n.d.a: Robomow, n.d.: Bosch, n.d.)

Ambrogioilla on myös robottiruohonleikkurimalli, joka kykenee leikkaamaan 30 000 neliön alueen ja yhdellä latauksella tekee yhtäjaksoisesti töitä 11 tuntia. Kyseinen malli on myös painoltaan isoimmasta päästä: 49 kiloa akkujen kanssa. Se ei myöskään vaadi kaapelia rajaamaan työaluettaan, kuten huomattavan suuri osa muista robottiruohonleikkureista. Robottia asentaessa luodaan työalueesta kartta, jonka avulla robotti leikkaa alueen neliöidyissä osissa. Leikkuutekniikka on silti sama kuin suurimmalla osalla muista robottiruohonleikkureista, eli sattumanvarainen leikkaustapa. (Ambrogio robot, n.d.b)

3.1 Robottiruohonleikkureiden käyttökokemuksia viheralalla

Suomessa käyttökokemuksia robottiruohonleikkureista on vielä suhteellisen vähän, mutta tähän mennessä ne ovat olleet positiivisia. Kokemuksia löytyy viime vuosilta Tampereelta ja Riihimäeltä.

Kesällä 2018 Tampereen kaupungilla oli neljä robottiruohonleikkuria koekäytössä: kaksi ruusutarhassa ja kaksi arboretumissa. Ruusutarhan puolella robotin työskentelyalue oli noin 3400 neliön kokoinen, kun taas arboretumin puolella koko oli noin 2000 neliötä. Leikkurit olivat käytössä toukuusta syyskuun loppuun asti ja työskentelivät pääasiassa yöaikaan kello neljästä kymmeneen, mutta tarvittaessa myös pidempään, esimerkiksi koko yön tai päivällä. (Närhi, 2019, s. 19)

Koekäytön aikana ei ollut suurempia ongelmia: yksi ilkivaltakokemus, jossa muuntaja varastettiin, ja yhden kerran rajakaapeli katkesi. Robottien leikkuuterät vaihdettiin vain yhden kerran eikä muita huoltotöitä tehty. Kokeudesta kuvailtiin positiiviseksi: robottien työnjälki oli tasaista myös sadesäällä, työntekijät suhtautuivat robotteihin myönteisesti ja antoivat jopa näille omat nimet. Lisäksi robotit säästivät työaikaan yhden työpäivän verran

ruusutarhan puolella. Tampereen kaupunki todennäköisesti ostaa koekäytössä olleet robotit ja mahdollisesti hankkivat lisää erityisesti rinteisiin sopivia robottimalleja. (Närhi, 2019, s. 19)

Keväällä 2017 Riihimäen liikuntatoimi hankki italialaisen Ambrogio-robottiruohonleikkurin, joka toimi rajakaapeleiden sijaan satelliittipaikannuksella ja joka kykeni virka-aikaan leikkaamaan yhden hehtaarin kokoisen alueen. Robottiruohonleikkuri otettiin käyttöön raviradan keskellä olevalla noin 3,2 hehtaarin kokoisella jalkapallokentällä, jossa oli toimintaa ilta-aikaan. Lisäksi robotin vakuutukset eivät kattaneet öistä nurmikon leikkaamista, joten näistä syistä työaika sijoittui virka-ajalle. (Äystö, 2018, s. 49)

Myös Riihimäellä kokemukset robottiruohonleikkurista olivat positiivisia, vaikka kesä 2017 olikin sateinen. Robotti myös joutui yhden kerran ilkivalan kohteeksi, kun yöaikaan sen satelliittiasema rikottiin. Tällöin robotti lakkasi toimimasta, kun se ei enää voinut satelliitin välityksellä paikantaa sijaintiaan. Tästä huolimatta kokemus oli sen verran positiivinen, että Riihimäki aikoi hankkia toisen robottiruohonleikkurin vuodelle 2018. (Äystö, 2018, s. 49)

3.2 Robottiruohonleikkurit mediassa

Erilaisissa medioissa on robottiruohonleikkureita lähinnä vertailtu keskenään, etsitty sitä kaikista parasta testivoittajaa sekä mainostettu milloin minkäkin mallisen leikkurin käyttöönoton tuomaa vapaa-aikaa ja vapautta. Myös negatiivisia kokemuksia on uutisjutuissa noussut pintaan. Yksi huoli on ollut siitä, miten robottiruohonleikkurit tunnistavat eläimet ja lapset.

Vuonna 2018 Saksassa toteutettiin testi, jossa kokeiltiin käytännössä robottiruohonleikkureiden turvallisuusriskejä leikkivien lasten suhteen. Riippumaton tuotetestaussäätiö Stiftung Warentest toteutti simulaation erityyppisillä onnettomuuksilla seisovilla, konttaavilla ja makaavilla lapsilla. Testattuja robottiruohonleikkureita oli yhteensä kahdeksan: viisi alle tuhannen neliön nurmialueille tarkoitettua robottia: Bosch Indego 400 Connect, AI-Ko Robolino 110, Ambrogio L60B+, Gardena smart Sileno 19060-60 ja Robomow RC304u; sekä kolme robottia, jotka leikkaavat yli tuhannen neliön nurmialueita: Viking iMow MI 632C, Husqvarna Automower 420 ja Honda Miimo 310. (Ziemann, 2018: Stiftung Warentest, 2018)

Kaikilla kahdeksalla leikkurilla havaittiin turvallisuusriskejä. Roboteista kaksi, Honda Miimo 310 ja Robomow RC304u, eivät pysähtyneet ollenkaan konttaavan lapsen jalkaa simuloivan kengän kohdatessaan, vaan ajoivat yli. Yksikään robottiruohonleikkureista ei pysähtynyt keinokäteen. Vastaavissa tilanteissa avojaloin kulkiessaan ja maassa maatessaan lapsi saisi haavoja jalkoihinsa ja sormiinsa. (Ziemann, 2018)

Robottiruohonleikkurit saattavat olla vaarallisia lemmikeille ja pihapiirin pienille nisäkkäille, kuten siileille. Uusikaarlepyyssä oli viety Sputnik-kissa

eläinlääkäriin, kun tämä oli löytynyt verisenä maassa makaamassa. Eläinlääkäri oli nopeasti todennut, ettei kissa ollut jäänyt auton alle, sillä eläimellä oli jaloissaan haavoja, jotka näyttivät partakoneen terillä vedetyillä. Omistajat nopeasti tulivat ajatelleeksi pihalla pyörivää robottia ainoana mahdollisena vaihtoehtona. Mahdollisesti kissa on maannut nurmikolla eikä ole kuullut hiljaa lähestyvää robottiruohonleikkuria, vaikka normaalisti pysytteli siitä kaukana, kuten tekivät myös muut perheen kissat. Jatkossa omistajat aikoivat käyttää robottiruohonleikkuria vain silloin, kun kissat eivät ole ulkoilemassa välttääkseen vastaavat onnettomuudet tulevaisuudessa. (Leiwo, 2018)

Pienet siilit eivät osaa lähteä robottiruohonleikkuria karkuun, vaan robotin lähestyessä ne kääriytyvät palloksi ja saattavat jäädä koneen terien silpommaksi. Siilit ovat menettäneet raajoja ja nahkaa sekä saaneet viiltohaavoja joutuessaan robotin jyräämäksi. Tarkkoja tietoja robottiruohonleikkureiden aiheuttamista siilien kuolemista ei ole, sillä niitä ei ilmoiteta mihinkään. (Alanne, 2018)

Samassa uutisessa kerrotaan myös siitä, miten Husqvarna on pohtinut siiliongelman ratkaisemista. Automower®-robottiruohonleikkureissa käytetään nivelletyjä teriä kiinteiden sijaan. Kiinteät terät leikkaavat suuremmalla voimalla kuin nivelletyt ja ovat vaarallisempia eläimille. Nivelletyt terät eivät käytä yhtä paljon voimaa ja kohdatessaan esteen antavat tilaa. Kiinteä terä leikkaa esteeseen täydellä voimalla ja saattaa rikkoutua, kun taas nivelletty terä saattaa saada vain pienen kolhun. Tällöinen estettä väistävä terä on myös eläimille turvallisempi ja voi aiheuttaa pienemmät vammat. Lisäksi Husqvarna on pohtinut kameroiden asentamista robottiruohonleikkureihin. Nämä voisivat havainnoida eläimet ajoissa ja välttää onnettomuuksia. Myös eteen asetettavia harjaksia, jotka pyyhkisivät pienet eläimet pois tieltään, on pohdittu mahdollisena ratkaisuna. (Alanne, 2018)

Euroopassa monet ryhmät ajavat siilien asiaa ja ovat huolissaan robottiruohonleikkureiden yleistymisestä. Osa näistä ryhmistä on tehnyt testejä, joissa laitetaan robottien hoitamalle nurmialueelle omenia simuloimaan nuoria siilejä ja kaalinpäitä simuloimaan aikuisia siilejä. Testeissä on saatu selville, että robottiruohonleikkurit, joilla on yli kahden tuuman eli noin viiden senttimetrin vapaa väli maahan olivat kaikista vaarallisimpia nuorille siileille. (Parker, 2018)

4 HUSQVARNA

Husqvarna on monialainen yritys, joka on yksi maailman johtavista pienkoneiden ja työkalujen valmistajista. Yrityksellä on myyntiä yli sadassa maassa ja se työllistää noin 13 000 työntekijää 40 maassa. (Husqvarna Group, 2018) Husqvarna on ollut toiminnassa jo yli 325 vuotta ja alun perin se valmisti aseita, joista se on ajan kuluessa siirtynyt muun muassa

moottoripyöriin, kodinkoneisiin ja ompelukoneisiin. (Husqvarna Group, n.d.) Nykyään Husqvarnan valikoimissa on muun muassa erilaisia viheraluiden hoitoon tarkoitettuja koneita, kuten ajettavia ja työnnettäviä ruohonleikkureita, trimmereitä, pensasleikkureita, jyrsimiä ynnä muita laitteita varaosineen ja lisälaitteineen (Husqvarna, n.d.a). Yritys valmistaa myös rakentamisessa tarvittavia tuotteita, kuten maantiivistimiä, laikka-leikkureita, lattianhiontakoneita ja timanttikorakoneita (Husqvarna, n.d.b).

4.1 Husqvarna Automower®

Husqvarna on ensimmäisenä maailmassa kehittänyt aurinkovoimalla toimivan robottiruohonleikkurin vuonna 1995 (Husqvarna Group, n.d.). Nykyiset Husqvarnan valikoimissa olevat Automower®-robottiruohonleikkurit ovat akkukäyttöisiä ja saavat ladattua virtansa latausaseman kautta. Robottiruohonleikkureiden käyttö ei siis tuota suoraa päästöjä ja sähkönkulutuskin on pieni riippuen nurmikon koosta ja leikkurin mallista. Kauden aikana eli huhti-toukokuusta lokakuuhun kustannuksia sähkönkulutuksesta syntyy noin 11 – 75 euroa riippuen hoidettavan alueen koosta ja robottiruohonleikkurin mallista. (Husqvarna, n.d.c; ks. myös Husqvarna, 2017, s. 12)

Automower®-robottiruohonleikkurit leikkaavat nurmikkoa satunnaisella leikkumallilla, jolloin työskentelyalueille ei synny uria tai raitoja. Joissakin malleissa on myös spiraalileikkausominaisuus, jolloin leikkuri pidemmän nurmialueen havaitessaan saattaa muuttaa leikkumalliaan spiraalikuviksi. Tällöin saadaan nopeammin hoidettua pidemmäksi päässyt nurmi-alue kuntoon. Ominaisuuden käynnistymisherkkyys riippuu asetuksista ja sitä voi muuttaa Automower® Connect -sovelluksen kautta. (Husqvarna, 2018, s. 27; Husqvarna, n.d.c) Osassa Automower®-robottiruohonleikkurimalleissa on myös sisäänrakennettu GPS-avusteinen navigointi, jonka avulla leikkuri pystyy tarkkailemaan leikattuja ja leikkaamattomia alueita. Tällöin robottiruohonleikkuri muodostaa leikattavasta nurmialueesta kartan, johon menee aikaa useampia päiviä (Husqvarna, 2018, s. 28). Sekä Lepaan että Espoon kenttäkokeissa käytössä olleissa roboteissa oli käytössä GPS-avusteinen navigointi.

Robottiruohonleikkureiden leikkuukapasiteetti riippuu mallista, mutta siihen vaikuttaa myös terien kunto, ruohon tyyppi ja sen kasvu, kosteus sekä leikattavan alueen muoto. Avoimet nurmialueet robotit leikkaavat nopeammin, kuin nurmikot, joissa on puita, istutusalueita tai muita esteitä, kuten aitoja, muureja tai valaisimia. Automower®-mallista riippuen maksimikapasiteetti työskentelyalueelle on 600 – 5000 m². Yhdellä latauksella robotti leikkaa noin 60 – 290 minuuttia riippuen mallista, akun iästä ja nurmikon pituudesta. Robottiruohonleikkurin akun täyteen latautuminen kestää 50 – 90 minuuttia. (Husqvarna, 2017, s. 25) Vuonna 2019 myyntiin tulleet Automower® 435X AWD ja 535 AWD vaativat vain noin 30 minuutin latausajan (Husqvarna, n.d.c).

Husqvarna Automower®-robottiruohonleikkureilla voi leikata nurmikkoa mihin vuorokaudenaikaan tahansa, sillä niissä on hiljainen käyntiääni. Esimerkiksi Automower® 550 -mallista, joka oli käytössä Lepaan kenttäkokeessa, aiheutuu 61 desibelin melupäästöt, jotka vastaavat keskustelun äänentasa. Käyttäjän korvan tasalla robottiruohonleikkurin desibelitasot ovat Automower® 550 -mallilla noin 49, joka vastaa hiljaista keskustelua tai äänekästä tietokonetta. (Kuuloliitto ry, n.d.: Husqvarna, 2018, s. 57)

Robottiruohonleikkuri pystyy leikkaamaan myös jyrkempiä rinteitä. Useimmat Automower®-mallit voivat leikata 40 – 45 % kaltevuuksien rinteitä ja halvinkin malli leikkaa maksimissaan 25 % kaltevuudella olevia alueita. Kahdella Automower®-mallilla, 435X AWD ja 535 AWD, voi leikata 70 % rinteitä. (Husqvarna, n.d.c) Espoon kenttäkokeessa käytössä olleen nelivetoisen Husqvarnan Rider 320 AWD ajettavan ruohonleikkurin käyttöoppaan turvallisuusohjeissa suositellaan maksimissaan 18 % rinteiden leikkaamista (Husqvarna®, 2017, s. 102). Automower®-robottiruohonleikkurit voivat siis kulkea jyrkempiä rinteitä kuin ajettava ruohonleikkuri.

Sääolosuhteet eivät vaikuta robottiruohonleikkuriin, sillä se on suunniteltu leikkaamaan myös sateella. Joissakin malleissa on myös käytettävissä sääajastin, jonka avulla voidaan asettaa robottiruohonleikkuri leikkaamaan työalueet ruohon kasvunopeuden mukaan. Sääajastimen käyttöönoton jälkeen robotilla voi mennä aikaa parikin päivää työalueelle ihanteellisen leikkuuajan määrittämiseen. (Husqvarna, n.d.c: Husqvarna, 2018, s.27) On kuitenkin suositeltavaa antaa robotin leikata lähinnä kuivalla säällä, sillä kosteissa olosuhteissa ruoho tarttuu leikkuriin helpommin ja kone saattaa herkemmin luistaa jyrkissä rinteissä (Husqvarna, 2017, s. 25). Lisäksi robottiruohonleikkuri voi vaurioitua, mikäli sitä käyttää, säilyttää tai lataa alle 0 °C tai yli 45 °C lämpötiloissa (Husqvarna, 2018, s. 10: ks. myös Husqvarna, 2017, s. 32).

Kaikissa Husqvarna Automower® -robottiruohonleikkureissa on varashälytin ja ne vaativat pin-koodin, joka annetaan joko robotin ohjauspaneeliin tai Automower® Connect -sovellukseen (Husqvarna, n.d.c). Robottiruohonleikkurit voivat käynnistyä vain silloin, kun pääkytkin on asennossa 1 ja koneelle on annettu oikea PIN-koodi. Lisäksi koneissa on erittäin voimakas hälytysääni, joka käynnistyy, kun laitteen vie pois työalueeltaan. Hälytyksen saa pois vain PIN-koodin avulla. (Husqvarna, 2017, s.32: Husqvarna, 2018, s. 9) On myös suositeltavaa ottaa laitteen tyyppikilvestä talteen 9-numeroinen sarjanumero, jonka voi varkauden sattuessa ilmoittaa myös paikalliselle Husqvarna-edustajalle. Tällöin leikkuri saadaan rekisteröityä kansainväliseen keskusjärjestelmään varastetuksi. (Husqvarna, 2018, s. 3: Husqvarna, 2017, s. 25)

Mikäli robottiruohonleikkuri on käytössä julkisella alueella, tulee työalueelle sijoittaa varoitusmerkkejä (Husqvarna, 2018, s. 9: Husqvarna, 2017, s. 31). Esimerkiksi Lepaalla ja Espoossa robottien leikkaamalla alueella oli

näkyvällä paikalla kuvassa 4 oleva kyltti, jossa keltaisella pohjalla olevassa tekstissä varoitetaan pysymään poissa koneen luota ja opastamaan lapsia.



Kuva 4. Lepaalla käytössä ollut robottiruohonleikkurista varoittava kyltti.

4.1.1 Asennus

Automower®-robottiruohonleikkurin asennustyöt voi tehdä joko itse käyttöoppaan avulla tai ostaa erillisenä palveluna ja se vie aikaa 2 – 5 tuntia riippuen hoidettavan alueen koosta ja muodosta. Asennukseen sisältyy latausaseman asennus ja kytkentä, muuntajan kytkentä sekä raja- ja hakukaapeleiden sijoittaminen. Ennen asennusta kannattaa leikata hoidettava nurmialue, mikäli se on yli 10 cm pitkä. (Husqvarna, n.d.c; Husqvarna, 2018, s. 11 – 12) Lisäksi voidaan tehdä Automower® Connect -sovelluksen käyttöönotto ja laiteparin muodostus robottiruohonleikkurin kanssa (Husqvarna, 2018, s. 21).

Latausasema (kuva 5) lataa robottiruohonleikkurin akun ja lähettää ohjaussignaaleja sekä rajakaapelia pitkin, että hakukaapelissa, jolloin robotin on helpompi löytää takaisin asemalle akun varaustason laskemisen myötä tai ruohonleikkuun päättyessä. Latausasema kannattaa sijoittaa lähelle pistorasiaa tasaiselle alustalle niin, että eteen jää vähintään kolme metriä avointa tilaa. Liian ahdas paikka voi vaikeuttaa robotin etsiytymistä asemalle. Lisäksi asema tulisi mielellään suojata suoralta auringonpaisteelta, sillä ympäristön lämpötila vaikuttaa lataukseen. (Husqvarna, 2018, s. 11 – 12) Latausasema kiinnitetään paikalleen maahan pitkien ruuvien avulla (kuva 6).



Kuva 5. Robottiruohonleikkuri latautumassa asemassaan Espoossa ja tolppaan kytketty muuntaja.



Kuva 6. Latausaseman maahan kiinnitys ruuveilla Espoossa.

Automower®-robottiruohonleikkurin työskentelyalue rajataan kaapelilla ja latausaseman löytymistä helpottamaan asennetaan yksi tai useampi haku-kaapeli. Ennen kaapeleiden asennusta asetetaan robottiruohonleikkuri latausasemaan, pääkytkin painetaan asentoon 1 ja annetaan akun latautua täyteen. Kaapelit voidaan asentaa joko kiiloilla, jolloin se jää näkyvämmiin maan pinnalle, tai upottamalla maahan 1 – 20 cm:n syvyyteen, jolloin se on piilossa eikä ole yhtä altis katkeamisille. (Husqvarna, 2018, s. 14 – 15)



Kuva 7. Lepaalla asennetut kaapelit sekä kiila.

Kuvassa 7 on näkyvillä nämä kummatkin kaapelin asennustavat, jotka tehtiin Lepaalla. Asennustyö tehtiin suurimmilta osin koneella (kuva 8), jonka oli tarkoitus upottaa kaapelit maahan. Vasemmalla puolella olevassa kuvassa maa oli niin pehmeää, että kaapeli upposi helposti. Paikoitellen oli kuitenkin niin kuivaa ja kovaa maata, että kaapeli jäi maan pinnalle, mutta vihreän värin ansiosta se maastoutuu melko hyvin, kuten keskimmaisessa kuvassa on nähtävillä. Lisäksi oikeassa kuvassa on nähtävillä itse kiila, jonka avulla kaapeli pysyy myös maan pinnalla paikallaan. Kiilaa ei tarvitse käyttää, jos kaapeli uppoaa hyvin maahan.



Kuva 8. Kaapeleiden asennukseen tarkoitettu kaapelinlaskukone.

Rajakaapeli muodostaa rengasmaisen rajan työalueen ympärille ja sen avulla voidaan rajata robottiruohonleikkurilta pääsy esimerkiksi

perennaistutuksiin tai liian jyrkkiin rinteisiin. Kaapeli on enimmillään 800 metriä pitkä ja se tulee asentaa niin, ettei robotti ole koskaan yli 35 metrin päässä kaapelista leikattavalla nurmialueella. Rajakaapeli tulee asentaa tiettyjen välimatkojen päähän mahdollisista esteistä. Esimerkiksi jos robotin työalueella on seinä tai aita, tulee kaapeli asentaa 35 cm:n päähän esteestä. Tällöin saadaan vähennettyä robotin turhaa kulumista, sillä se ehtii kääntyä ennen esteeseen törmäämistä. (Husqvarna, 2018, s. 15)

Hakukaapelit taas auttavat robottia löytämään latausaseman nopeammin ja vähentävät turhaa alueella pyörimistä. Mikäli leikattava nurmialue on monimutkainen, voidaan hakukaapeleita sijoittaa hankalammin löydettävillä alueilla, jolloin kaapeli ohjaa robotin työskentelyalueen sivualueille. Hakukaapelin asennuksen yhteydessä on tärkeää jättää mahdollisimman paljon tilaa kaapelin vasemmalle puolelle latausasemaan päin katsottaessa, sillä robottiruohonleikkuri kulkee aina siltä puolelta mennessään hakukaapelia pitkin. (Husqvarna, 2018, s.19 – 20)

Asennustöiden ja akun latautumisen jälkeen voidaan ottaa robottiruohonleikkuri käyttöön. Osa malleista sisältää oman ohjauspaneelin (kuva 9), joka löytyy laitteen kannen alta, kun taas joitakin malleja hallinnoidaan suoraan Automower® Connect -sovelluksen kautta. Sovellus täytyy erikseen liittää robottileikkurin laitepariksi, ennen kuin sitä voidaan käyttää laitteen ohjaamiseen. Joka robottiruohonleikkuriin asetetaan oma pin-koodi, joka tulee näppäillä ohjauspaneelin sisältäviin malleihin ennen asetusten muuttamista. Automower® Connect -sovelluksen perustoiminnot, kuten leikkukorkeuden ja ajastuksen säätäminen eivät vaadi pin-koodia, mutta esimerkiksi Bluetooth-yhteyden muodostaminen ja ensimmäinen käynnistyskerta vaativat koodin käyttämistä. (Husqvarna, 2017, s. 33: Husqvarna, 2018, s. 21 – 22)



Kuva 9. Automower® 430X -mallin ohjauspaneeli.

4.1.2 Huolto

Pitkän käyttöiän ja toimintavarmuuden säilymiseksi robottiruohonleikkuria kannattaa huoltaa säännöllisesti. Huollot voi ostaa erillisenä palveluna, joihin sisältyy myös ohjelmiston päivitys, mutta joitakin huoltotoimia voi myös tehdä itse, kuten leikkurin pintapuolinen puhdistus ja terien vaihto. On kuitenkin suositeltavaa esimerkiksi ennen talvisäilytystä käyttää Husqvarna Automower®-robottiruohonleikkuria valtuutetulla Husqvarna-jälleenmyyjällä, joka huoltaa laitteen perusteellisesti. (Husqvarna, n.d.f)

Aluksi terien ja terälevyn kunto kannattaa tarkistaa viikoittain ja jos kulumista ei juurikaan ole, voidaan tarkistusväliä pidentää. Käyttöopas suosittelee vaihtamaan terät 2 – 5 viikon välein, mikäli leikkuuolosuhteet ovat suotuisat, eli esimerkiksi leikkuualueella ei ole paljon pieniä kiviä, jotka voisivat tylsistyttää teriä. Teriä on kolme kappaletta, ja kun vaihdetaan terät, tulee vaihtaa myös niiden kiinnitysruuvit, jolloin saadaan säilytettyä leikkuujärjestelmän tasapaino (kuva 10). Kaikki kuluneet osat vaihdetaan samalla kertaa ja vaikka itse terät eivät olisikaan kovin kuluneet, kannattaa ne vaihtaa säännöllisesti. Tällöin saadaan taattua parhain leikkuutulos ja tasainen laatu koko kauden ajan sekä pidettyä energiankulutus pienenä. (Husqvarna, 2018, s. 43 – 44; Husqvarna, 2017, s. 38)



Kuva 10. Kuvassa vasemmalla uusi terä ja sen yläpuolella terän kiinnitysruuvi, ja oikealla Espoossa kaksi viikkoa käytössä ollut terä ja ruuvi.

Koko leikkuri pitää puhdistaa säännöllisesti, sillä siihen voi tarttua paljon ruohoa, jolloin se ei toimi yhtä hyvin rinteissä. Robottiruohonleikkuria ei saa puhdistaa painepesurilla tai liuotinaineilla, vaan esimerkiksi tiskiharja ja kostea sekä pehmeä liina tai sieni riittävät. Jos esimerkiksi kori on erittäin likainen, voidaan käyttää mietoa saippualluosta tai tiskiainetta. Myös

latausasema kannattaa puhdistaa, sillä siihen kerääntyneet roska ja muu lika voi estää robottiruohonleikkurin telakoitumisen. (Husqvarna, 2018, s. 43; Husqvarna, 2017, s. 38)

Robottiruohonleikkureiden akku on huoltovapaa, mutta se kestää käytössä noin 2 – 4 vuotta, jonka jälkeen se tulee vaihtaa. Käyttöikään vaikuttaa kauden pituus ja robottiruohonleikkurin käyttötunnit. Mitä pidempi kausi ja enemmän tunteja, sitä useammin akku pitää vaihtaa. Vanhentumassa olevan akun voi tunnistaa tavallista lyhyemmästä työskentelyajasta latausten välillä. Mitä useammin leikkuri käy latausasemalla, sitä suurempi mahdollisuus on myös urien muodostumiseen aseman läheisyyteen, joten työn jäljen laatu huononee akun vanhenemisen myötä. (Husqvarna, 2018, s. 44; Husqvarna, 2017, s. 38)

4.1.3 Talvihuolto ja -säilytys

Kasvukauden ja nurmikonleikkuun päättyessä Husqvarna Automower® -robottiruohonleikkuri valmistellaan talvisäilytykseen. On suositeltavaa viedä laite suoraan valtuutetulle Husqvarna-jälleenmyyjälle, joka huolehtii leikkurin perusteellisesta talvihuollosta sekä säilytyksestä. Huoltoon kannattaa laite viedä myös siinä tapauksessa, mikäli haluaa pitää laitteen omissa säilytystiloissaan talven yli. Ohjelmistoon on voinut tulla uusia päivityksiä, jotka asentaa paikallinen Husqvarnan edustaja. (Husqvarna, n.d.f: Husqvarna, 2018, s. 44)

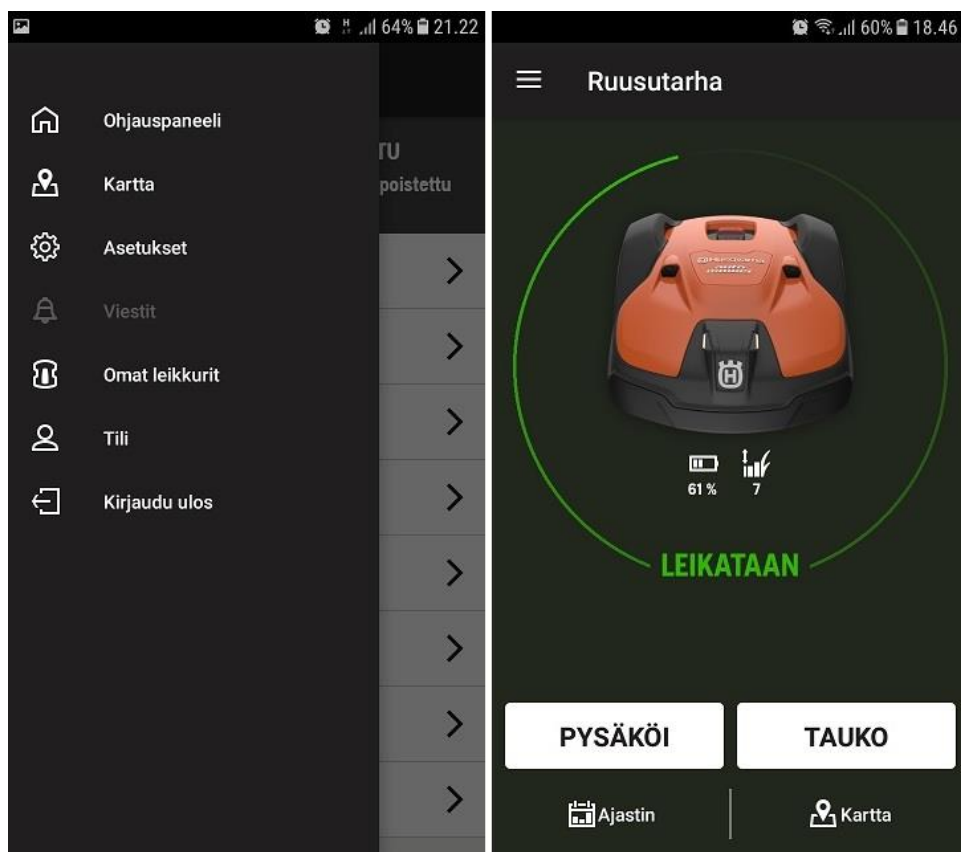
Talvihuollon avulla pidetään laite hyvässä kunnossa ja käyttövalmiina uutta kautta varten. Huollossa yleensä tarkistetaan ja puhdistetaan perusteellisesti runko, terälevy ja kaikki muut liikkuvat osat ja tarvittaessa ne vaihdetaan. Robottiruohonleikkurin toiminta, osat ja akun kapasiteetti testataan. Tarvittaessa vaihdetaan akku uuteen. Tärkeää on myös varmistaa tiivisteiden hyvä kunto, jottei koneen sisälle pääse vesi tai kosteus kerääntymään. (Husqvarna, 2018, s. 44; Husqvarna, 2017, s. 40; Husqvarna, n.d.f)

Ennen säilytykseen viemistä tulee robottiruohonleikkurin akku ladata täyteen ja asettaa pääkatkaisin asentoon 0. Puhdasta ja huollettua leikkuria säilytetään kuivassa paikassa suojassa pakkaselta. Sitä voi pitää esimerkiksi alkuperäisessä pakkauksessaan tai erillisessä Husqvarnan seinätelineessä. Säilytykseen sisätiloihin tulee ottaa myös latausasema ja muuntaja. Lisäksi jälleenmyyjät voivat tarjota erilaisia ”hotellipaketteja”, joissa robottiruohonleikkuri säilytetään sopivissa olosuhteissa ja sopimuksen mukaan voidaan viedä säilytykseen ja tuoda takaisin käyttöön. (Husqvarna, n.d.f: Husqvarna, 2017, s. 40)

4.2 Automower® Connect

Husqvarna Automower® -robottiruohonleikkureita hallinnoidaan puhelimelle tai tabletille ladattavalla Automower® Connect -sovelluksella. Se

sisältyy automaattisesti joihinkin Automower®-leikkurimalleihin, mutta lähes kaikkiin se on saatavilla lisävarusteena lukuun ottamatta Automower® 105 -mallia. Sen avulla voi säädellä robotin eri asetuksia etänä mistä päin maailmaa tahansa. (Husqvarna, n.d.c) Jotkin toiminnot voivat vaatia Bluetooth-yhteyden, mutta perusasetuksia, kuten ajastusta ja leikkuukorkeutta voi vaihtaa etänä. Sekä Lepaan että Espoon kenttäkokeissa käytössä olleissa robottiruohonleikkureissa oli Automower® Connect -sovellus käytössä.

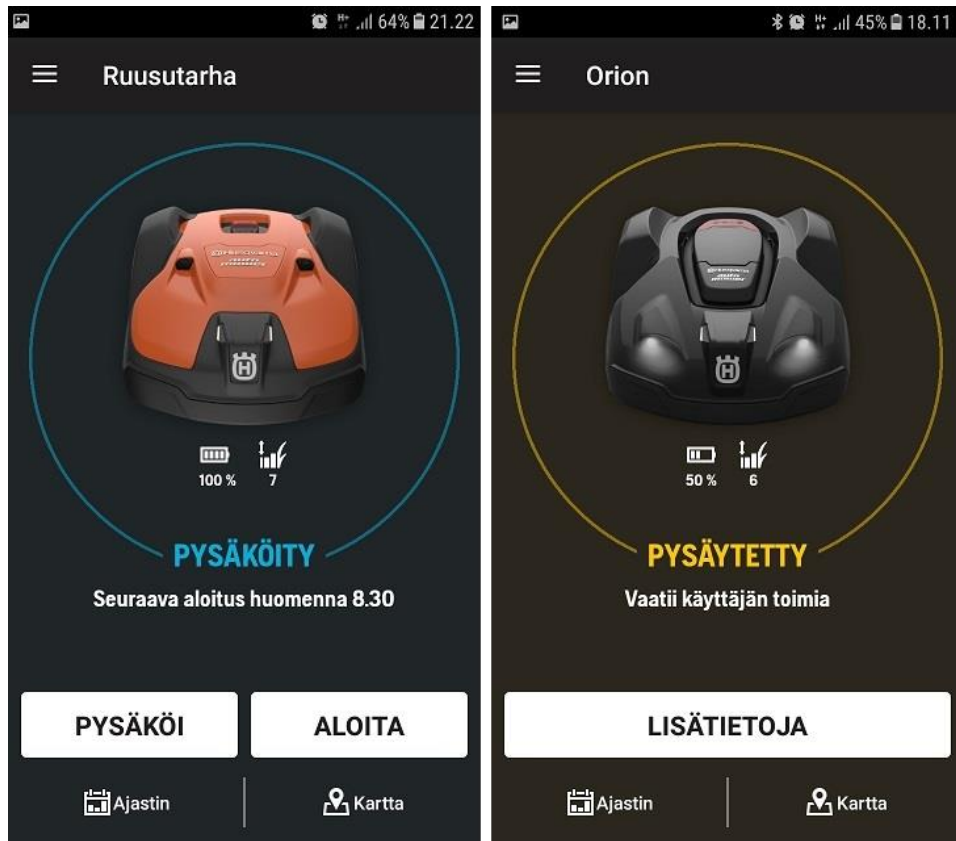


Kuva 11. Vasemmalla on Automower® Connect -sovelluksen päävalikko ja oikealla ohjauspaneeli.

Sovelluksen päävalikossa (kuva 11) on neljä kohtaa, joiden avulla hallinnoidaan robottia: ohjauspaneeli, kartta, asetukset ja viestit. Lisäksi löytyy kohta oman tilin hallinnoimiselle ja mikäli leikkureita on useampi, voi niitä vaihdella omat leikkurit -kohdan kautta. Päävalikon kohdista ainoastaan viestien tarkasteluun vaaditaan Bluetooth-yhteys. Muita kohtia on mahdollista tarkastella ja muuttaa etänä. Joitain tarkempia ominaisuuksia, kuten asetusten kautta pin-koodia vaihtaessa, tehdasasetuksia palauttaessa tai aikaa ja päivämäärää muuttaessa tarvitaan Bluetooth-yhteys (Husqvarna, 2018, s.30 – 31).

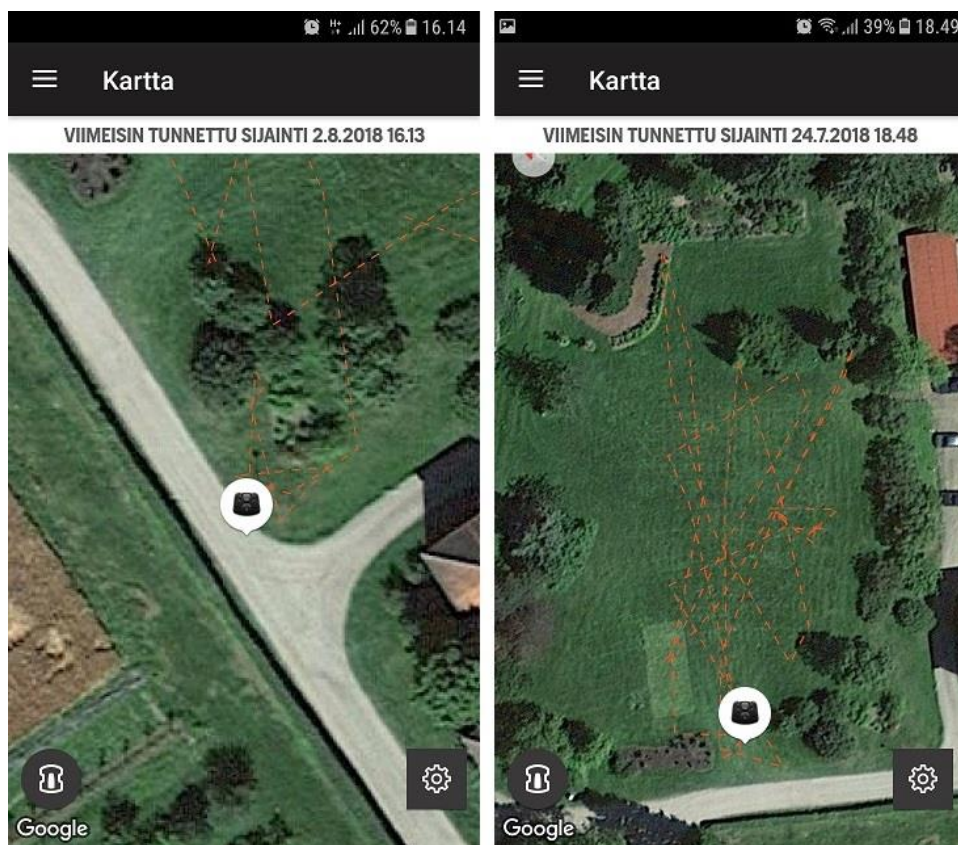
Ohjauspaneelin (kuva 11) kautta näkee akun tilan ja käytössä olevan leikkuukorkeuden ja sen kautta voi nopeasti pysäköidä tai tauottaa leikkurin. Lisäksi siitä pääsee pikavalinnan kautta ajastukseen ja karttaan. Ohjauspaneelissa on myös selkeät värikoodit, joista näkee heti robotin tilan:

vihreässä tilassa leikkuri on toiminnassa ja leikkaa normaalisti; punaisessa tilassa robotin toiminnassa on tapahtunut virhe, kuten alueen ulkopuolelle joutuminen, aluesignaalin puuttuminen tai latausasemaan juuttuminen; sinisessä tilassa robotti on latausasemaan pysäköityneenä ja keltainen ilmoittaa leikkurin pysäyttämisestä, joka vaatii käyttäjältä toimia (kuva 12).



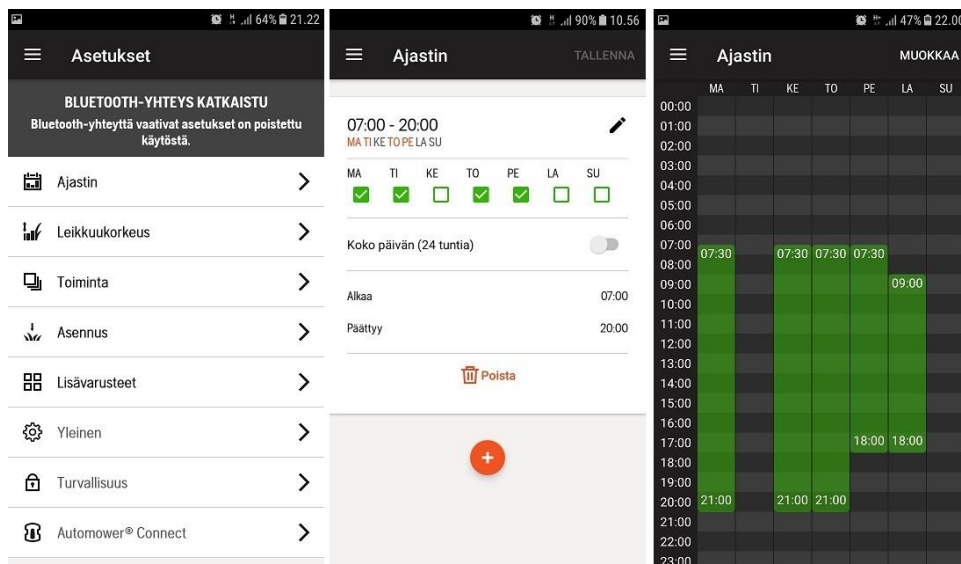
Kuva 12. Robottiruohonleikkurin tila on nopeasti todettavissa ohjauspaneelin värien perusteella.

Kartta ilmoittaa robottiruohonleikkurin viimeisimmän tunnetun sijainnin sekä robotin kulkeman reitin. Karttaa on mahdollista kääntää, lähentää ja loitontaa. Näkymän voi muuttaa joko karttamuotoon tai satelliittinäky-mään (Husqvarna, 2018, s. 24). Kuvassa 13 punainen katkoviiva näyttää robotin viimeisimmän leikkureitin. Siitä on myös hyvin nähtävillä Husqvarna Automower®-robottiruohonleikkureissa käytössä oleva sattumanvarainen liikumismalli. Jos sovellus ilmoittaa robotin joutuneen alueen ulkopuolelle, on kartasta helppo nähdä viimeisin sijainti, josta karannut robotti löytyy (kuva 13).



Kuva 13. Automower® Connect -sovelluksen kartta satelliittinäkyssä. Vasemmassa kuvassa on näkyvissä alueen ulkopuolelle joutuneen robotin sijainti.

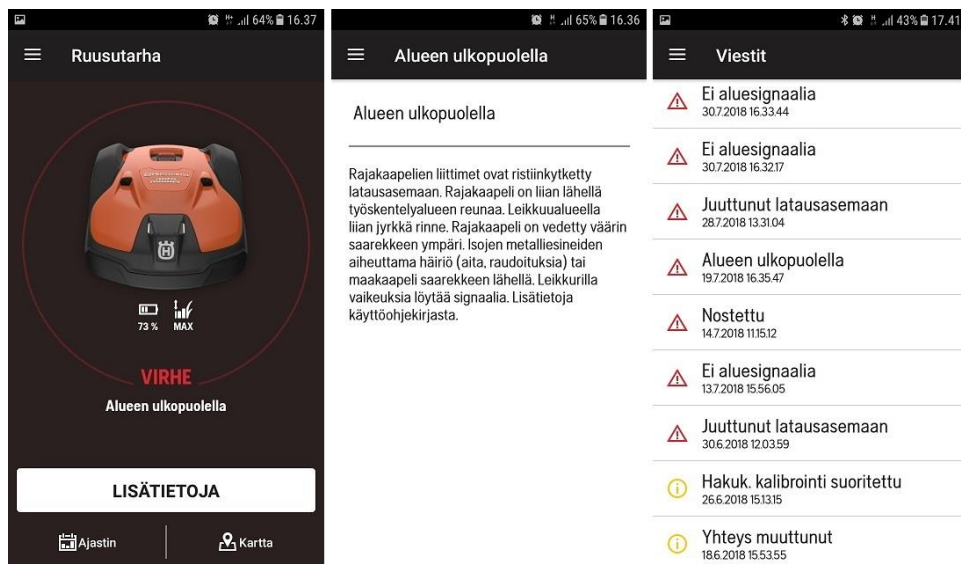
Asetusten (kuva 14) kautta on mahdollista muuttaa robottiruohonleikkurin eri toimintoja, kuten ajastinta, leikkuukorkeutta, toimintaa, asennusta ja lisävarusteita. Ajastimen avulla määritellään robottiruohonleikkurille sopivat työskentelyajat (kuva 14). Leikkuukorkeutta on mahdollista säätää robotin mallin mukaan 2 – 7 cm:n välillä. Toiminnalla säädetään sääajastimen, ECO-tilan ja spiraalileikkauksen asetuksia. (Husqvarna, 2018, s. 23 – 24) Asennuksella mukautetaan robottiruohonleikkurin työalueella toimimiseen liittyviä toimintoja, kuten latausaseman etsintää, raja- ja hakukaapeleiden seuraamista sekä peruutusmatkaa. Asennuksessa oletusasetukset on säädetty niin, että ne toimivat useimmilla nurmialueilla, mutta monimutkaisemmissa puutarhoissa niiden muokkaaminen voi olla tarpeen. Lisävarusteiden osio taas hallinnoi robottiruohonleikkuriin liitettäviä lisävarusteita, kuten latausaseman suojaa tai ultraäänisensoria. (Husqvarna, 2018, s. 28 – 30)



Kuva 14. Kuvassa vasemmalla on asetukset-valikko, keskellä ajastimen asetusten muutto ja oikealla ajastimen yleisnäkymä.

Kun lyhyen matkan Bluetooth-yhteys on käytössä, pääsee asetusten kautta muuttamaan säätöjä myös yleinen, turvallisuus ja Automower® Connect -osioihin. Yleinen-osiossa pystyy muuttamaan kellonaikaa ja päivämäärää sekä ottamaan tehdasasetukset takaisin käyttöön. Turvallisuus-osiossa voidaan säätää turvallisuusasetuksia, kuten muuttaa pin-koodia, hälytyksen kestoa ja sen laukaisemiseen vaikuttavia tapahtumia sekä muuttaa robotiruohonleikkurin ja latausaseman välistä yhteyttä eli aluesignaalia. Automower® Connect -osiossa voidaan itse sovellus ottaa käyttöön tai poistaa käytöstä. (Husqvarna, 2018, s. 30 – 32)

Automower® Connect -sovellus antaa push-ilmoituksia häiriöistä, kuten pysähtymisestä, leikkuualueen ulkopuolelle joutumisesta tai laitteen nostosta (kuva 15). Mikäli robottiruohonleikkuri varastetaan, tulee sovellukseen hälytys ja leikkurin sijaintia pystyy seuraamaan (Husqvarna, 2018, s. 21). Hälytyksen mukana tulee myös viesti, jossa ilmoitetaan häiriön mahdollinen syy ja kehoitetaan tarkastelemaan käyttöohjekirjaa. Kaikki viestit tallennetaan ja niitä on mahdollista tarkastella jälkikäteen joko sovelluksen kautta Bluetooth-yhteydellä tai itse robottiruohonleikkurin ohjauspaneelin kautta.



Kuva 15. Sovellus ilmoittaa mahdollisista muutoksista ja virheistä robotti-leikkurin toiminnassa.

Husqvarna Automower® -robottiruohonleikkureita voi ohjata myös muilla laitteilla ja palveluilla, jotka ovat yhteensopivia Automower® Connect -sovelluksen kanssa: Apple watchilla ja Amazon Alexalla. Automower® Connect -sovellus on yhteensopiva myös Google Home -palveluiden kanssa. Näiden avulla voi käynnistää, pysäköidä tai pysäyttää robottiruohonleikkuri tai tarkistaa leikkurin tilan. (Husqvarna, n.d.c: Husqvarna, n.d.h)

Lisäksi joissakin Automower®-robottiruohonleikkureissa on käytössä Automower® Connect@Home -sovellus, jonka käyttö ja toimintatapa on sama kuin Automower® Connect -sovelluksella, mutta käyttömahdollisuudet ovat rajallisemmat. Sovelluksella voi käynnistää, pysäyttää ja pysäköidä robotti sekä säätää leikkurin asetuksia. Automower® Connect@Home toimii vain lyhyen matkan kantaman Bluetooth-yhteydellä, eli ruohonleikkuriin voi olla yhteydessä sovelluksen kautta vain silloin, kun on laitteen kantaman sisäpuolella. Kun laitepari on sovelluksen kanssa muodostettu, se yhdistyy aina automaattisesti robottiruohonleikkurin kanssa puhelimen ollessa kantamatkan päässä. (Husqvarna, 2017, s. 37: Husqvarna, n.d.g)

4.3 Husqvarna Fleet Services™

Husqvarnan robottiruohonleikkureiden hallinnassa voi käyttää apuna myös yrityksen lanseeraamaa Fleet Services™ -pilvipalvelua, jota voi käyttää puhelimeen ladattavan sovelluksen tai selaimen kautta. Se on tarkoitettu yhdeksi työkaluksi yrityksen kaluston hallinnoinnissa ja työn jäsentelyssä. Palvelun avulla voi tarkastella koneiden sijaintia ja käyttöastetta sekä asettaa huoltomuistutukset, jolloin palvelu ilmoittaa automaattisesti hyvissä ajoin lähestyvistä huolloista. Lisäksi on myös mahdollista ottaa käyttöön työntekijäkohtainen tunnustekortti, jonka avulla saa tietoja työskentelyolosuhteista, eli esimerkiksi koneiden tärinälle altistumisesta, ja tuotavuudesta. (Husqvarna, n.d.e)

Huolto

Seuraava huolto 18. kesäkuuta 2019 Kokonaiskäyttöaika -

Aseta muistutus

Tehty huolto tai korjaus +

Päivämäärä	Käyttöaika	Huolto/korjaus	Tekijä	Korjauksen työaika	Kulut
28.7.2018	-	Huolto	Nina Lehtonen	0h 10m	0
Putsaus ja terien vaihto					
14.7.2018	-	Huolto	Nina Lehtonen	0h 10m	0
Putsaus ja terien tarkastus.					
30.6.2018	-	Huolto	Nina Lehtonen	0h 10m	0
Sateen jäljiltä leikkurin alaosaa oli täynnä ruohoa. Putsasin pois.					

Kuva 16. Näkymä Fleet Services™ -pilvipalvelussa Lepaan robottiruohonleikkurin huoltotiedoista.

Palvelu toimii Automower®-robottiruohonleikkureissa, joissa on Automower® Connect -moduuli, mutta ei tue Automower® Connect@Homea (Husqvarna, n.d.e). Joissakin malleissa palvelu sisältyy laitteen hintaan. Fleet Services™ -pilvipalvelun avulla voi tarkistaa robottiruohonleikkureiden sijainnin, merkitä ylös koneelle tehtyjä huoltoja tai korjauksia (kuva 16), asettaa muistutuksen seuraavasta huollosta ja säätää leikkuukorkeutta sekä leikkuun ajastusta. Sekä Espoossa että Lepaalla käytössä olleet robotit olivat liitettyinä Husqvarna Fleet Services™ -palveluun.

5 KENTTÄKOKEET LEPAALLA JA ESPOOSSA

Tutkimus toteutettiin kenttäkokeena kahdessa kohteessa yhden kasvukauden aikana. Koe aloitettiin Lepaalla kesäkuun lopussa ja Espoossa heinäkuun puolivälissä, ja se päättyi lokakuussa nurmikon kasvun loppuessa. Tietoja kerättiin robottien käyttöönotosta, toiminnasta ja mahdollisista ongelmista sekä perinteisen ruohonleikkuun leikkuukerroista, leikkuuseen käytetystä ajasta ja koneiden malleista. Espoon kenttäkokeessa kerättiin tietoja myös kohteeseen siirtymiseen kuluneesta ajasta ja matkan pituudesta. Lisäksi on otettu huomioon sään vaikutus viheralueiden kunnossapidossa. Perinteinen ruohonleikkuu hoidettiin ajettavilla ruohonleikkureilla VHT'14 -laatuvaatimusten mukaisesti hoitoluokassa A2.

5.1 Lepaan kenttäkoe

Lepaalla kohteeksi valikoitui Ruusutarhan laaja nurmialue vanhan kappelin ja hautausmaan vieressä (kuva 17). Robotille hoidettavaa aluetta tuli noin 1900 m² ja ajettavalle ruohonleikkurille noin 1400 m². Mitään näkyvää

rajaa, kuten esimerkiksi linjalankaa tai aitaa ei ollut tarpeen asentaa kahden alueen välille, sillä robottileikkurin hoitaman nurmikon erottaa selvästi vertailualueesta.



Kuva 17. Lepaan kenttäkokeen kohde (Google maps, 2019).

Vertailualueetta hoitivat Lepaalla puiston omat työntekijät, jotka leikkukertojen jälkeen päivittivät OneDrivessä jaettuun taulukkoon hoitoon kuuluneen ajan ja säätilan. Lisäksi taulukkoon on kirjattu muita huomioita, kuten leikkuaajan lyheneminen nurmialueilla olleiden puiden hoitoleikkuun myötä sekä ajettavan ruohonleikkurin huoltoon liittyviä tietoja.

Robottiruohonleikkuri asennettiin maanantaina 18.06.2018, mutta raja- ja hakukaapeleiden asennusongelmien takia koe alkoi vasta tiistaina 26.06.2018. Kaapeleiden asentamiseen tarkoitettu kone hajosi kesken asennuksen, jolloin Husqvarnan edustajat tekivät rajakaapelin asennuksen loppuun käsin ja hoitivat hakukaapelin asennuksen 26.06.2018. Koe päättyi maanantaina 08.10.2018, jolloin robotti leikkasi aluetta viimeisen kerran, mutta tämän yksittäisen päivän tietoja ei oteta mukaan tuloksiin, vaan vertailtaan 5.10.18 mennessä saatuja tietoja. Tällöin yksi yksittäinen päivä ei vääristä tuloksia, sillä niissä tarkastellaan kokonaisten viikkojen tietoja ja keskiarvoja.

Vertailualueen hoidossa käytettiin ajettavana ruohonleikkurina dieselmoottorilla toimivaa nelivetoista Kubotan F3680 -vaakatasoleikkuria, jossa leikkupöytä on koneen etuosassa (kuva 18). Kone painaa noin 765 kg ilman leikkupöytää. (Kubota, 2007, s.22)



Kuva 18. Lepaan kokeessa käytetty ajettava ruohonleikkuri (Miettinen, 2018).

Käytössä ollut robottiruohonleikkuri oli Automower® 550, joka on ammattikäyttöön suunnattu malli (kuva 19). Robotin enimmäistyöskentelykapasiteetti on 5000 m² ja kapein käytävä, jonka kone pystyy vielä leikkaamaan, on 60 cm leveä. Koneen keskimääräinen leikkausaika on ohjekirjan mukaan 270 minuuttia ja akun latautumiseen menee aikaa keskimäärin 60 minuuttia. Leikkuukorkeutta voi säädellä 2 – 6 cm:n välillä. Robottiruohonleikkurin virrankulutus maksimikäytössä on keskimäärin 23 kWh kuukaudessa 5000 neliön työskentelyalueella. (Husqvarna, 2018, s. 57 – 58)

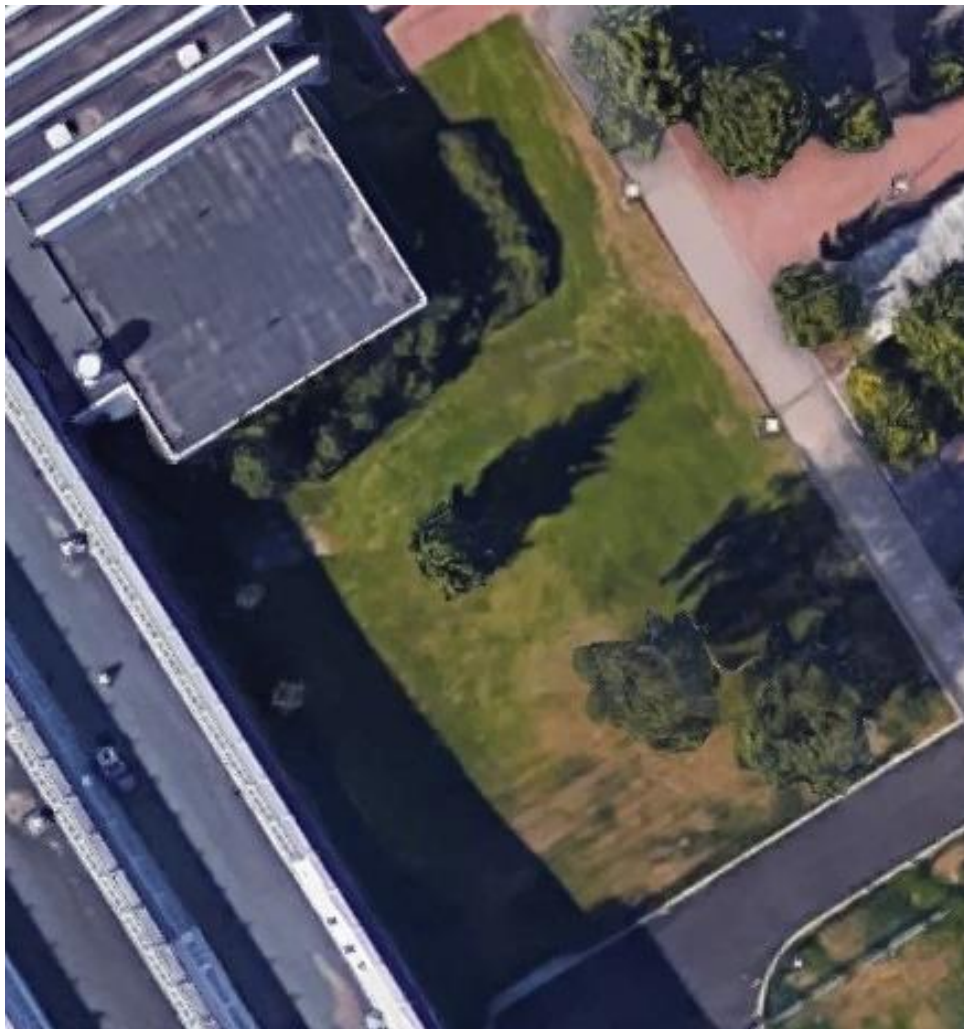


Kuva 19. Lepaan robottiruohonleikkuri.

Robottiruohonleikkuria hallinnoitiin pääasiassa Automower® Connect -sovelluksella, jossa säätöjä tehtiin lähinnä leikkuukorkeuteen ja leikkuun ajastukseen. Sovelluksen kautta pystyi myös jälkikäteen lukemaan koneen ilmoittamat virhekoodit lyhyen matkan Bluetooth-yhteyden avulla.

5.2 Espoon kenttäkoe

Toiseksi kohteeksi valikoitui Espoossa sijaitsevan liikekiinteistön viheralue (kuva 20). Robotin alueeksi tuli pääkulkuväylän varrella sijaitseva nurmikko, joka on kooltaan noin 1100 m². Osa nurmikosta jätettiin ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettavaksi vertailualueeksi, joka on noin 230 m² kokoinen ja melko huonokuntoinen. Tässä kohteessa ei voinut siis nurmikon kuntoa luotettavasti vertailla, kuten Lepaan kokeessa, jossa nurmialueiden kunto oli pääsääntöisesti hyvä. Muita tietoja, kuten leikkuuseen ja kohteeseen siirtymiseen kuluvaa aikaa, oli mahdollista kerätä.



Kuva 20. Espoon kenttäkokeen kohde (Google maps, 2019).

Vertailualueen kunnossapitoa hoiti koko tutkimuksen ajan yksi ja sama henkilö, joka keräsi kokeen tiedot samaan OneDrivessä jaettuun taulukkoon, johon Lepaan työntekijät kirjasivat tietoja. Sen lisäksi, että saatiin

tutkimuksen vertailuun mukaan myös toinen ajettava ruohonleikkuri ja robottiruohonleikkuri, pystyttiin myös keräämään tietoja kohteeseen ajoon käytettävästä ajasta, kilometreistä ja päästöistä. Tietoa saatiin kerättyä siis myös kahdesta autosta ja kahdesta eri määränpäästä; Espoon Lasilaaksosta pakettiautolla ja Suvelasta henkilöautolla.

Lisäksi on hyvä ottaa huomioon nurmialueen kunto, sillä viereiseen rakennukseen oli muutama vuosi sitten tehty remontti, jonka jäljiltä viheralueet jäivät huonoon kuntoon. Esimerkiksi ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettava vertailualue on enimmäkseen jäänyt nurmettamatta ja on täynnä pieniä kiviä. Myös robotilla oli jonkin verran huonokuntoista viheraluetta hoidettavanaan ja alueella olleet pienet kivet vaikuttivat suuresti terien vaihtoiheyteen Lepaan robottiin verrattuna.

Koe alkoi perjantaina 13.07.2018, jolloin tehtiin robottiruohonleikkurin ja haku- sekä rajakaapeleiden asennustyöt ilman ongelmia ja saatiin robotti heti käyttöön. Koe päättyi samana päivänä kuin Lepaalla, maanantaina 08.10.2018, mutta tämän yksittäisen päivän tietoja ei oteta mukaan tuloksiin, vaan vertaillaan 5.10.18 mennessä saatuja tietoja. Tällöin yksi yksittäinen päivä ei vääristä tuloksia, sillä niissä tarkastellaan kokonaisten viikkojen tietoja ja keskiarvoja.

Vertailualueella ajettavana ruohonleikkurina oli käytössä bensiinimoottorilla toimiva Husqvarna R320 AWD -malli (kuva 21). Nelivetoisessa päältä ajettavassa ruohonleikkurissa on kelluva leikkuulaite koneen etuosassa. Leikkuulaitteen leikkuuleveys on minimissään 94 cm ja maksimissaan 112 cm, ja leikkuukorkeus minimissään 2,5 cm sekä maksimissaan 7,5 cm. (Husqvarna, n.d.d)



Kuva 21. Espoossa käytetty Husqvarnan ajettava ruohonleikkuri (Husqvarna, n.d.d).

Robottiruohonleikkurina oli Automower® 430X (kuva 22), joka on myös ammattikäyttöön suunnattu malli, mutta Lepaan robottia hieman pienempi ja pienemmälle alueelle suunniteltu. Robotin enimmäistyöskentelykapasiteetti on 3200 m² ja kapein käytävä, jonka kone pystyy leikkaamaan, on 60 cm leveä. Koneen keskimääräinen leikkausaika on ohjekirjan mukaan noin 145 minuuttia ja latausaika on keskimäärin 50 minuuttia. Leikkuukorkeutta voi säädellä 2 – 6 cm:n välillä. Keskimääräinen virrankulutus, kun kone on maksimikäytössä, on 18 kWh kuukaudessa 3200 neliön työalueella. (Husqvarna, 2017, s. 42 – 43)



Kuva 22. Espoossa käytetty robottiruohonleikkuri.

Myös Espoossa käytettyä robottiruohonleikkuria hallinnoitiin pääasiassa Automower® Connect -sovelluksen avulla. Sovelluksella säädeltiin lähinnä leikkuukorkeutta ja leikkuun ajastusta. Toisin kuin Lepaan robotissa, tässä robottiruohonleikkurissa konetta voidaan hallita myös ohjauspaneelin kautta. Esimerkiksi virhekoodin pystyi jälkikäteen lukemaan vain itse koneesta. Ohjauspaneeli löytyy robottileikkurin päältä lukitun kannen alta. Kannen saa auki painamalla STOP-näppäintä alas, ja ohjauspaneelin sisältöön pääsee käsiksi näppäilemällä pin-koodin.

6 TULOKSET

Koekenttien tarkastelujaksot ovat Lepaalla 26.06. – 05.10. ja Espoossa 13.07. – 05.10. Kummallakin koekentällä kerättiin tietoja ajettavalla ruohonleikkurilla tehdyistä ruohonleikkuista ja muista vertailualueen hoitotoimenpiteistä sekä robottiruohonleikkureiden toiminnasta Excel-taulukoihin. Nurmikon kunto kuvattiin järjestelmäkameralla ja arvioitiin silmämääräisesti. Kuvien laatuun on vaikuttanut erityisesti sen hetkinen säätilanne, sillä valaistus on erilainen auringonpaisteessa ja pilvisellä säällä. Kerätyt tiedot ja kuvat löytyvät kokonaisuudessaan liitteitä.

6.1 Lepaa

Ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettiin noin 1400 neliötä ja robottiruohonleikkurin hoitama alue oli noin 1900 neliötä. Kuvaan 23 on piirretty Vectorworks 2017 -ohjelmalla Google Mapsista otetulle karttapohjalle punaisella ajettavan ruohonleikkurin hoitama alue ja sinisellä robotin hoitama alue.



Kuva 23. Alueiden jako robottiruohonleikkurin ja ajettavan ruohonleikkurin kesken Lepaalla.

Vertailualueen ajettavalla ruohonleikkurilla hoitanut kausityöntekijä keräsi tiedot leikkuuseen käytetystä ajasta, säätilasta, mahdollisista kokeeseen vaikuttaneista tekijöistä ja ajettavaan ruohonleikkuriin käytetyistä huolto- toimenpiteistä sekä niihin kuluneesta ajasta OneDrivessä jaettuun Excel-tiedostoon. Taulukossa 2 näkyvien tietojen lisäksi oli mahdollista kirjata

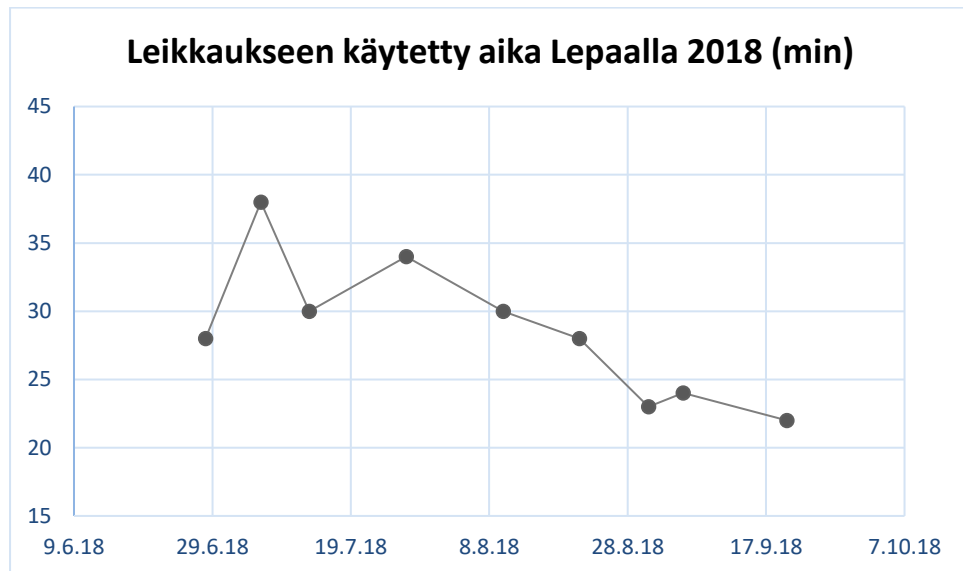
ylös myös muut nurmialueella tehdyt hoitotoimenpiteet, kuten nurmijätteen haravointi ja keräys, kastelu, lannoitus ynnä muu kunnossapito, mutta Lepaalla ei näitä merkintöjä tullut kokeen aikana.

Taulukko 2. Ote tiedoista, joita kerättiin Lepaalla ajettavalla ruohonleikkurilla tehdystä nurmikon hoidosta (liite 1).

Alueen neliöt	Ruohonleikkuu pvm	Leikkaukseen käy- tetty aika min	(Säätila leikatessa)
1400	28.6.18	28	Aurinkoinen
	6.7.18	38	Pilvinen, tihkusa- detta
	13.7.18	30	Puolipilvinen
	27.7.18	34	Aurinkoinen
	10.8.18	30	Pilvinen
	21.8.18	28	Puolipilvinen
	31.8.18	23	Puolipilvinen
	5.9.18	24	Pilvinen
	20.9.18	22	puolipilvinen
	yhteensä		257
keskiarvo		29	

Ensimmäinen merkintä ruohonleikkuusta on tehty 28. kesäkuuta kaksi päivää kokeen alkamisen jälkeen ja viimeinen merkintä on reilu kaksi viikkoa ennen kokeen päättymistä 20. syyskuuta. Lepaan vertailualueella kertyneitä hoitokertoja on yhdeksän ja leikkaukseen on kulunut aikaa keskimäärin noin 29 minuuttia. Kokonaisuudessaan tarkastelujakson aikana leikkaukseen meni aikaa yhteensä 257 minuuttia. Ennen 27. heinäkuuta tehtyjen leikkuiden aika on vaihdellut, mutta tämän jälkeen leikkuaika on pääsääntöisesti lyhentynyt (kuva 24). Kuudes heinäkuuta tehdyn leikkauksen aikana on ollut pilvistä ja tihkusadetta, mutta muina päivinä sää on ollut pääsääntöisesti poutaa.

Ennen 31. elokuuta tehtyä hoitoa on alueella olleita puita leikattu, joka on vaikuttanut hoitoon kuluneeseen aikaan. Puiden hoitoleikkauksessa on poistettu tai lyhennetty oksia, jotka ovat tulleet nurmialueille. Kun ruohoa leikatessa ei tarvitse väistellä tai hidastaa oksien kohdalla, säästyy hoidossa hieman aikaa.



Kuva 24. Vertailualueen hoitoon mennyt aika Lepaalla.

Robottiruohonleikkuri hoiti aluettaan 26.06. – 05.10.2018 välisenä aikana yhteensä 898,5 tuntia ja viikossa keskimäärin 59,90 tuntia (taulukko 3). Robotin leikkuaikaan vaikuttivat vaihtelut säätilassa sekä rajakaapelin katkeaminen kahdesti (liite 2). Keskiarvoon vaikuttaa viikon 31 alhainen aika, sillä silloin kaapelin katketessa keskiviikkona 8.8. oli viikon tauko leikkuussa. Robotti lähti uudestaan leikkaamaan vasta keskiviikkona 15.08. klo 10:30. Viikolla 30 rajakaapeli katkesi maanantaina 30.07. ja se korjattiin keskiviikkona 01.08., jolloin robotti oli vain yhden kokonaisen päivän pois käytöstä.

Kokeen ensimmäisenä viikkona leikkaukseen käytetty 88,5 tuntia vaikuttaa myös osaltaan keskiarvoon. Työt aloittaessaan robottiruohonleikkuri käyttää enemmän aikaa alueen rajojen selvittämiseen ja hakukaapelin etsintään. Kun robotti on kalibroitu alueelle, menee ruohonleikkaukseen vähemmän aikaa. Taulukosta 3 näkyy myös tilanteen tasoittuminen viikosta 34 eteenpäin, jolloin robottiruohonleikkuri on voinut tehdä joka viikko 67,5 tuntia töitä kahta viimeistä viikkoa lukuun ottamatta.

Taulukko 3. Robotin käyttämä aika ja leikkuukorkeus Lepaalla (liite2).

Lepaa		
Viikko	Tunnit	Leikkuukorkeus
26	88,5	9
27	59,5	9
28	60	9
29	45	8
30	67,5	8
31	47	8
32	33	8
33	40,5	8
34	67,5	8
35	67,5	8
36	67,5	7
37	67,5	7
38	67,5	7
39	62,5	7
40	57,5	7
Yhteensä	898,5	
Keskiarvo	59,90	

Normaaliolosuhteissa leikkuukorkeutta olisi voinut robottileikkurin ohjekirjan mukaan säätää viikoittain pienemmäksi, kunnes saavutetaan haluttu korkeus, mutta kuivien olosuhteiden takia sitä laskettiin paljon hitaammin, jotta nurmikko ei olisi ollut niin altis kuivumaan ja kellastumaan. Maksimi leikkuukorkeus on numero 9, joka vastaa kuutta senttimetriä ja minimi on numero 1, joka vastaa kahta senttimetriä.



Kuva 25. Nurmikko robottiruohonleikkurin asennuspäivänä 18.06.2018.

Nurmikon kunto Lepaalla arvioitiin silmämääräisesti noin kahden viikon välein tehdyillä tarkistuskerroilla. Silmämääräisesti kuntoa arvioidessa

kiinnitettiin huomiota nurmikon vihreän värin tasaisuuteen. Kuvat ovat nähtävillä raportin lopussa liitteenä. Nurmialueita kuvattiin yhteensä seitsemällä käyntikerralla, joista viimeinen tehtiin noin kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen. Ensimmäiset kuva alueesta otettiin robottiruohonleikkurin asennuspäivänä (kuva 25). Nurmikko oli hyvin kuiva ja osittain kellastunut. Lokakuun lopussa viimeisellä käyntikerralla otetussa kuvassa 26 nurmialue on kummallakin puolella suhteellisen tasaisesti vihreää ja hyväkuntoista. Oikealla puolella oleva robottileikkurin hoitama alue oli viimeisen kerran leikattu 08.10.2018, kun taas vasemmalla oleva vertailualue leikattiin viimeisen kerran 20.09.2018.



Kuva 26. Nurmikon kunto 22.10.2018 noin kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen.

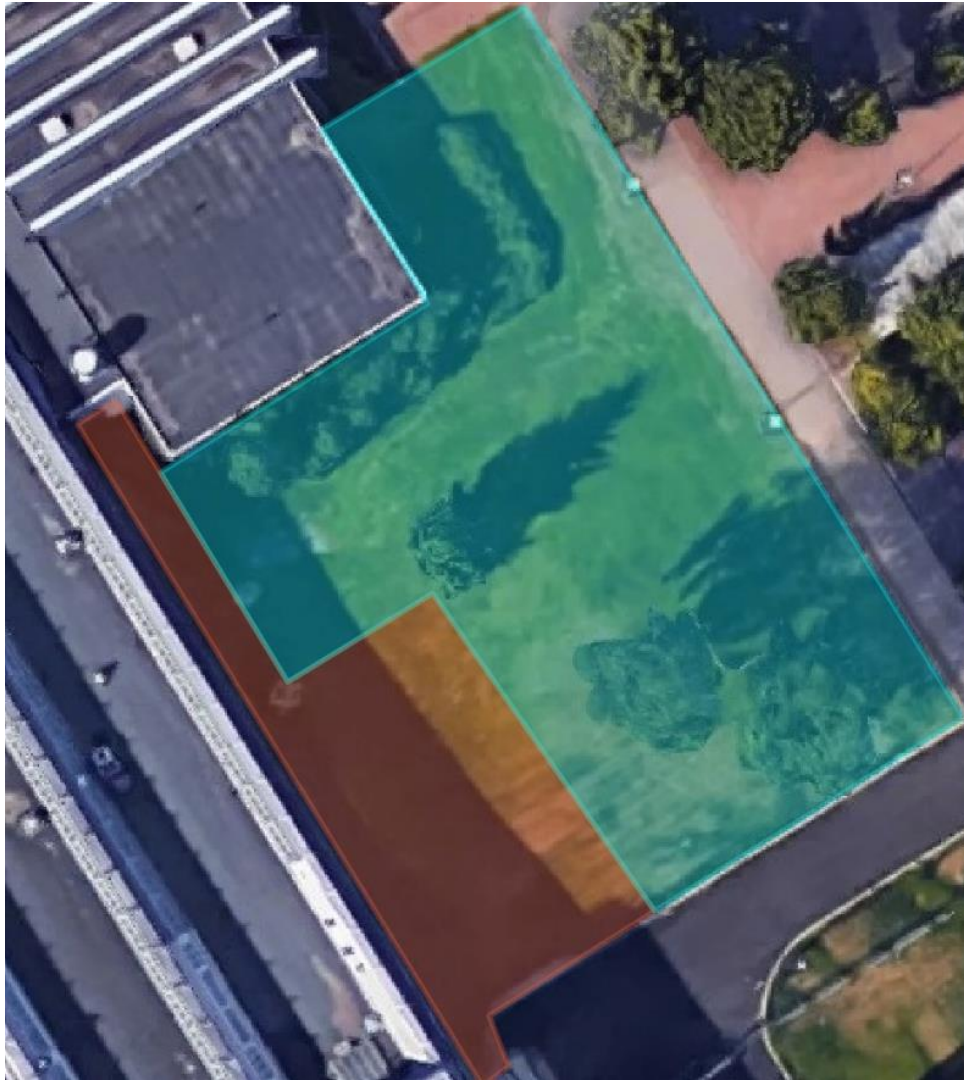
Nurmialueiden välisen eron ulkonäössä näkee erityisen hyvin Vesa Vuorisen kauko-ohjatulla ilma-aluksella otetusta ilmakuvasta (kuva 27). Nurmikko näyttää kuivuneen pahiten juuri renkaiden jättämien jälkien kohdalta, jolloin alue näyttää hyvin epätasaiselta ja raidalliselta. Robottileikkurin hoitama alue on tasaisesti yhtä kellastunut ja kuiva kaikkialta.



Kuva 27. Ero nurmikon siisteydessä elokuussa (Vuorinen, 2018).

6.2 Espoo

Robottiruohonleikkurin hoitama alue oli noin 1100 neliötä ja ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettiin vain noin 230 neliötä. Kuvaan 28 on piirretty Vectorworks 2017 -ohjelmalla Google Mapsista otetulle karttapohjalle punaisella ajettavan ruohonleikkurin hoitama alue ja sinisellä robotin hoitama alue. Alueiden jako voi näyttää hieman erikoiselta, mutta sille on hyvä syy, sillä punainen alue on kivikkoisempaa ja muodoiltaan hankalampi robottiruohonleikkurille hoidettavaksi. Esimerkiksi pitkän ja ohuen punaisen kaistaleen kohdalla kuvan vasemmassa reunassa on hankala pieni rinne ja kivikkoinen oja, jota oli ennen kokeen aloitusta hoidettu pääasiassa siistimällä ruohotrimmerillä. Kokeen aikana osan tästä alueesta pystyi leikkaamaan ajettavalla ruohonleikkurilla, joka juuri ja juuri mahtui kulkemaan alueen läpi, mutta viimeistely piti aina tehdä myös ruohotrimmerillä.



Kuva 28. Alueiden jako Espoossa.

Vertailualueen hoidosta vastuussa ollut henkilö keräsi tiedot leikkuuseen menneestä ajasta, säätilasta, mahdollisista kokeeseen vaikuttaneista tekijöistä, ajettavaan ruohonleikkuriin käytetyistä huoltotoimenpiteistä ja muista alueella tehdyistä hoitotoimenpiteistä sekä näihin kuluneesta ajasta OneDrivessä jaettuun Excel-tiedostoon. Hoitokertoja Espoossa oli vain kolme, joista ensimmäinen epäonnistui (taulukko 4). Tarkoitus oli käyttää lähistöllä olevan varikon koneita, mutta juuri silloin tarvittu koneet olivat rikki. Taulukkoon on merkitty arvioitu aika ajettavan ruohonleikkurin huoltoon viemisestä ja hausta, sillä kone ei lähtenyt käyntiin ja vaati täten pienen huollon sijaan ammattilaisen korjaustaitoja (liite 1).

Taulukko 4. Ote Espoossa kerätyistä vertailualueen hoitotiedoista (liite 1).

Ruohon- leikkuu	Leikkaukseen käytetty aika	(Säätila leikatessa)	Huomautus
pvm	min		
4.8.18	0	Aurinkoi- nen	Vakiporukka unohtanut mainita rikkinäisestä siimasta ja ajoleikkurista (ei käynnisty).
22.8.18	17	Aurinkoi- nen	Lisäksi kummankin alueen siimaus n. 15 min (5 min siiman korjailua). "Nurmi" pitkää.
13.9.18	9	Aurinkoi- nen	Lisäksi siimaus (hidas siimaaja) 28 min, sisältää siiman vaihdon, ja puhallus 3 min
Yhteensä	26		
Keskiarvo	13		

Itse ruohonleikkuuhun on kahden hoitokerran perusteella mennyt aikaa yhteensä 26 minuuttia ja keskimäärin 13 minuuttia. Koko aluetta on myös siistitty ruohotrimmerillä ja ajettavan ruohonleikkurin käytävälle heittämät ruohojätteet on siistitty pienellä lehtipuhaltimella. Lisäksi taulukosta löytyy muuna hoitotoimenpiteenä kivien keruuta, johon on yhteensä mennyt aikaa 13 minuuttia (liite 1).

13.07. – 05.10.2018 välisenä aikana robottiruohonleikkuri hoiti aluettaan yhteensä 545 tuntia ja keskimäärin 41,92 tuntia viikossa. Keskiarvoon vaikuttaa ensimmäinen viikko, jolloin robotti oli käytössä vain kolme päivää, sekä erityisesti viikot 32 ja 33, jolloin ruoho on ollut niin kuivaa ja pahoin kellastunutta, ettei nurmikkoa kannattanut ollenkaan leikata. Sama tilanne on ollut myös viikolla 30. Taulukosta 5 on myös hyvin nähtävissä tilanteen tasoittuminen viikosta 35 eteenpäin, jolloin joka viikko robotti on käyttänyt alueen hoitoon aikaa 55 tuntia.

Taulukko 5. Robotin käyttämä aika ja leikkuukorkeus Orionilla.

Orion		
Viikko	Tunnit	Leikkuukorkeus
28	28,5	6
29	65	6
30	26	8
31	52	8
32	13	8
33	0	8
34	30,5	8
35	55	8
36	55	6
37	55	6
38	55	6
39	55	6
40	55	6
Yhteensä	545	
Keskiarvo	41,92	

Leikkuukorkeus nostettiin myös Espoossa korkealle, sillä nurmialue sijaitsi hyvin avoimella ja aurinkoisella paikalla. Leikkuukorkeus laskettiin heti maksimia matalammalle numero kuuteen, sillä nurmikon korkeus oli robottia asennettaessa melko matala, mutta kahden viikon jälkeen leikkuukorkeus on nostettu kahdeksaan. Myös tämän robotin ohjekirja suositteli leikkuukorkeuden alentamista maksimikorkeudesta viikoittain, kunnes saavutetaan haluttu nurmikon pituus, mutta kuivuuden takia leikkuukorkeus pidettiin korkeammalla. Maksimileikkuukorkeus on Espoon robotilla myös numero 9, joka vastaa kuutta senttimetriä, ja minimileikkuukorkeus on numero 1, joka vastaa kahta senttimetriä.

Myös Espoossa nurmikon kunto arvioitiin silmämääräisesti ja alueet kuvattiin järjestelmäkameralla. Kuvia on otettu vertailualueen hoitokäyntien, robotin huoltojen ja ongelmien selvittelyiden yhteydessä. Käyntejä kertyi kaikkiaan yhdeksän, joista yksi tehtiin noin kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen. Kuvia löytyy lisää raportin lopusta liitteenä.



Kuva 29. Nurmikon kunto alueiden rajalla robottiruohonleikkurin asennuspäivänä 13.07.2018.

Kuvassa 29 näkyy nurmikon kunto kokeen aloituspäivänä, jolloin robottiruohonleikkuri asennettiin ja otettiin käyttöön. Kuvassa näkyy kaapelia asentaneen koneen jättämät jäljet, joista voi hahmottaa alueiden välisen rajan. Vasemmalla puolella näkyy vertailualue, jota hoidetaan ajettavalla ruohonleikkurilla, ja oikealla puolella on robotin hoitama alue. Kuvassa näkyvä alue on koko nurmikkoalueen huonokuntoisin kohta, jossa kasvaa lähinnä rikkakasveja. Paikka on huonokuntoinen rakennustyömaan jäljiltä, jonka jälkeen lähinnä pintaa on tasoitettu, mutta varsinainen nurmetus on jätetty tekemättä. Kuvasta 30, joka on myös otettu robotin asennuspäivänä, näkyy paremmin robottiruohonleikkurin hoitama puoli, joka on huomattavasti paremmassa kunnossa kuin kuvan 29 alue. Myös tällä puolella on nurmikossa kävelytien vieressä kuivia laikkuja, jotka näkyvät kuvan vasemmassa yläreunassa.



Kuva 30. Nurmikon kunto sekä hakukaapelin asennusta robotin alueella 13.07.2018.



Kuva 31. Nurmikon kunto 06.09.2018.

Kuva 31 on otettu kaksi viikkoa ajettavan ruohonleikkurin hoitokerran jälkeen. Kuvassa on näkyvillä raja oikealla puolella olevan robottiruohonleikkurin hoitaman alueen ja vasemmalla puolella olevan vertailualueen välillä. Vasemmalla puolella nurmikko on pidempää kuin oikealla.



Kuva 32. Nurmikon kunto 19.10.2018.

Kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen otetussa kuvassa 32 näkyy selkeästi raja ajettavan ruohonleikkurin sekä robottiruohonleikkurin alueiden välillä. Robotti leikkasi oman alueensa viimeisen kerran maanantaina 08.10. ja ajettavan ruohonleikkurin alue hoidettiin viimeisen kerran torstaina 13.09., joka on viikkoa aiemmin kuin Lepaalla.

Viheralalla urakkaan voi kuulua useita eri paikoissa sijaitsevia kohteita, jolloin aikaa kuluu myöskin näiden välillä liikkumiseen. Espoon kenttäkokeessa tämä otettiin huomioon merkitsemällä ylös kaikki käynnit kokeen aikana. Kohteeseen kuljettiin kahdesta eri paikasta: Suvelasta henkilöautolla ja Lasilaaksosta pakettiautolla. Käyntejä kokeen aikana tehtiin yhteensä kahdeksan, joista kolme tehtiin Lasilaakson suunnalta: 13.07., 22.08. ja 13.09. Lasilaakson käynnit on merkitty taulukkoon 6 harmaalla pohjalla. Kilometrejä kertyi kaikista käynneistä yhteensä 180, joista Lasilaaksosta tehtiin 81,5 km. Ensimmäinen käynti tehtiin Lasilaakson suunnalta robottiruohonleikkurin asennuspäivänä. Kilometrejä kertyi vain 16,3, sillä asennuksen jälkeen matka jatkui toiseen kohteeseen Lasilaaksoon paluun sijaan.

Taulukko 6. Käyntien päivämäärät sekä kertyneet kilometrit.

Espoo	
Päivämäärä	Kilometrit
13.7.2018	16,3
24.7.2018	19,7
4.8.2018	19,7
22.8.2018	32,6
28.8.2018	19,7
6.9.2018	19,7
13.9.2018	32,6
20.9.2018	19,7
Yhteensä	180

7 TULOSTEN ANALYSOINTI

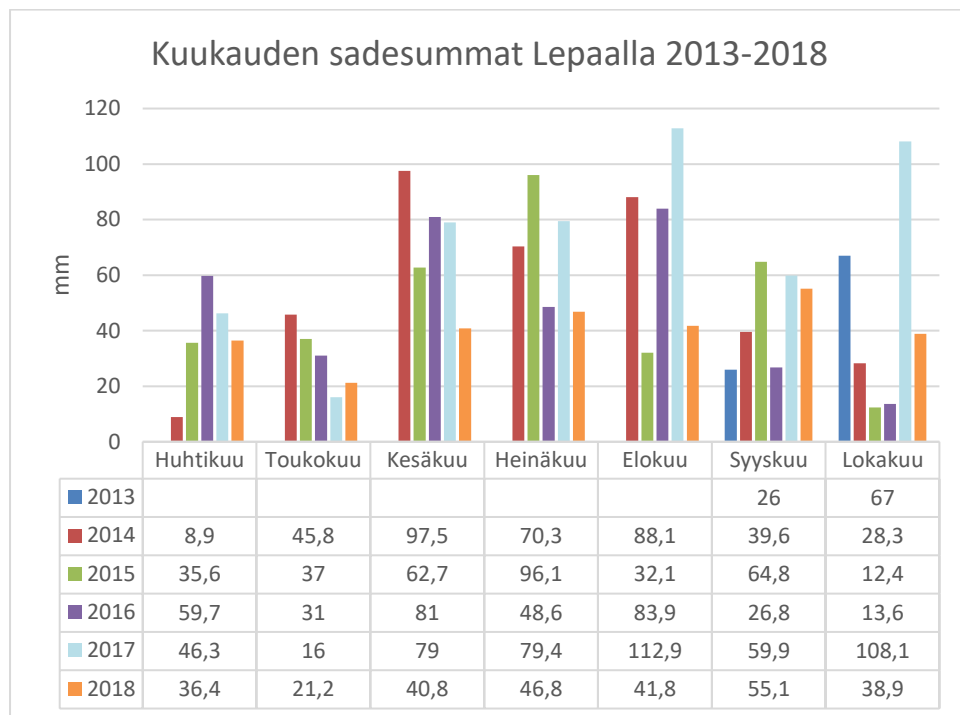
Kerätyistä tiedoista luotettavimmat ovat Lepaalta. Kenttäkokeessa on tarkoitus saada samasta asiasta mahdollisimman paljon toistoja, joka toteutuikin hyvin Lepaalla, mutta ei Espoossa. Lepaalla hoitokertoja kertyi yhdeksän, joka eliminoi jo jonkin verran tilastollisia poikkeamia nurmikonleikkuussa, kuten poikkeuksellisen pitkää nurmikkoa tai sadesäällä leikkaamista. Espoossa onnistuneita hoitokertoja oli vain kaksi, joista ensimmäinen tehtiin pitkäksi päässeelle nurmikolle, jolloin leikkuuseen meni enemmän aikaa kuin normaalisti. Kun hoitokertoja on vain kaksi, vaikuttaa tämä yksi pidempi hoitoaika lopputulokseen eli keskiarvoon huomattavasti. Lisäksi Espoossa nurmikon kunto oli osittain erittäin huono, sillä osa alueesta oli kokonaan nurmettamatta ja lähinnä rikkakasvien peitossa. Tämän vuoksi eroja nurmikon kunnossa ajettavan ja robotin hoitamien alueiden välillä ei voida täysin luotettavasti vertailla.

Espoosta saatiin lähinnä kerättyä hyvää tietoa henkilöautolla ja pakettiautolla paikasta toiseen siirtymiseen kuluva ajasta, päästöistä ja kilometreistä. Oli myös hyvä saada lisää leikkureita mukaan kokeeseen, jolloin voitiin tutkia eroja kahden eri merkkisen ajettavan ruohonleikkurin ja kahden Automower®-robottiruohonleikkurin välillä.

7.1 Kasvukauden 2018 sää

Vuonna 2018 on ollut poikkeuksellinen säätila, joka tulee ottaa huomioon tuloksia tutkiessa erityisesti nurmikon kunnan osalta. Kenttäkokeiden ajankohta sijoittui kesäkuusta lokakuulle, mutta kokeeseen vaikutti myös kevään ja alkukesän sää, joten sää tiedoissa on hyvä ottaa vertailuun mukaan myös huhti- ja toukokuu. Tällöin voidaan saada kokonaisvaltaisempi käsitys nurmikon leikkuuseen sekä kenttäkokeisiin vaikuttaneista tekijöistä. Sää tiedoissa vertaillaan kuukauden keskilämpötilaa ja sadesummaa.

Tietoja tarkastellessa on hyvä ottaa huomioon havaintoasemien sijainti, sillä ympäristö voi vaikuttaa kerättyyn dataan. Lepaan havaintoasema sijaitsee laajalla ja tasaisella puutarha-alueella sijaitsevalla nurmikentällä, jota suojaa pensaat. Puutarha on osa laajaa järvi-joki-laaksoa, jossa vallitsevana piirteenä on laajat viljelypellot sekä jossa on ympärillä noin viiden kilometrin verran laajempaa metsäistä sekä osittain soistunutta kallio/moreeni-ylänköä. Järvi on lähellä. Espoon Tapiolan havaintoasema taas sijaitsee pääkaupunkiseudulla esikaupunkialueella loivassa laaksossa, jossa on laaja ja melko avoin puisto. Lisäksi n. 25 metrin päässä havaintoasemasta on 30 metriä korkea rakennus. Meri on lähellä. (Ilmatieteenlaitos, n.d.)



Kuva 33. Kuukauden sadesummat Lepaalla huhtikuusta lokakuulle vuosina 2013 – 2018 (Ilmatieteenlaitos, 2019).

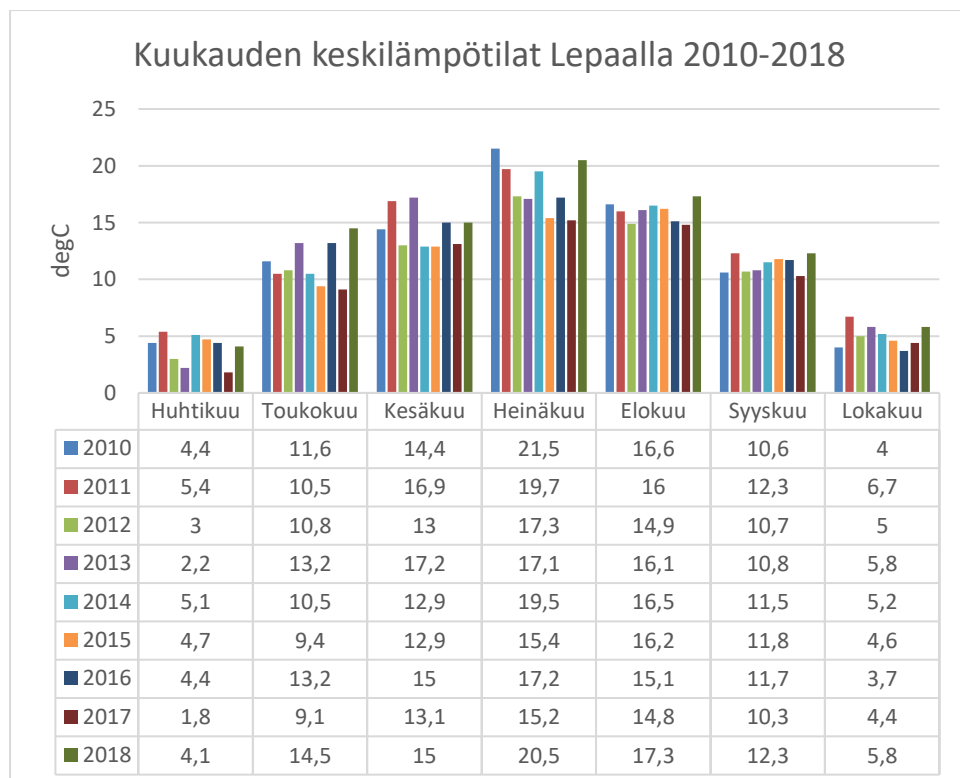
Kuvassa 33 ja 34 on käytetty Lepaalla sijaitsevan havaintoaseman keräämiä tietoja kuukauden sadesummista ja keskilämpötiloista. Tietoja on saatavilla sadekertymien suhteen vain syyskuusta 2013 lähtien. Olisikin ollut mielenkiintoista nähdä pidemmän aikavälin dataa sadekertymistä, jolloin myös vertailua eri vuosien kasvukausien kesken olisi voinut tehdä hieman luotettavammin. Liitteistä 3 voi hyvin nähdä sään vaihteluiden vaikutukset nurmikon kuntoon Lepaalla.

Keväällä 2018 sadesumma on ollut suhteellisen normaalilla tasolla verrattuna aiempiin vuosiin (kuva 33). Toukokuussa se on jo alhainen verrattuna vuosiin 2014 – 2016; vain vuonna 2017 on ollut vähemmän sadetta. Erityisesti kesäkuussa, jolloin robottiruohonleikkuri asennettiin Lepaalle, on ollut huomattavasti kuivempaa verrattuna aiempiin vuosiin. Kuvassa 34 on hyvin havainnoitavissa nurmikon kurja tila robotin asennuspäivänä 18.06. Vielä elokuussakin sadekertymä on vähintään puolet aiempien vuosien luvuista lukuun ottamatta vuotta 2015, jolloin satoi hieman vähemmän kuin vuonna 2018, mutta syyskuussa tilanne on parantunut ja sadetta on ollut jopa kaksi kertaa enemmän kuin esimerkiksi vuosina 2013 ja 2016.



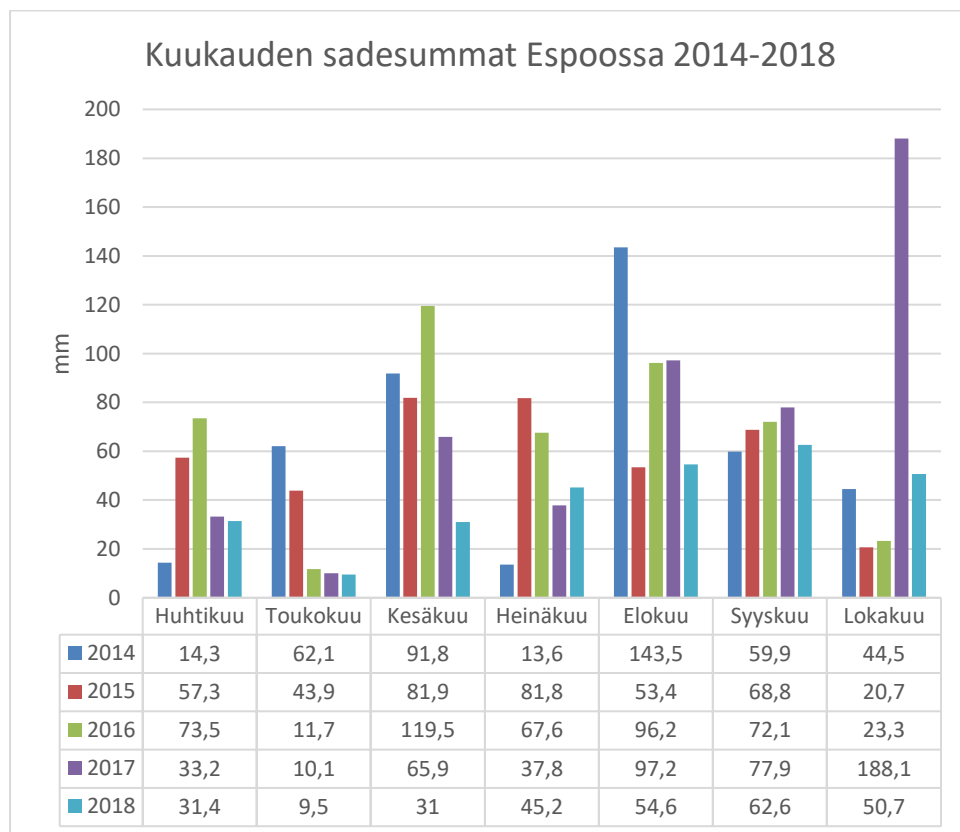
Kuva 34. Kuivunut ja keltaiseksi muuttunut nurmikko 18.06. ja rajakaapelin asennusta Lepaalla.

Lepaan kuukauden keskilämpötiloja on pidemmältä seurantajaksolta kuin sadesummaa, joten lämmön suhteen vertailtavaa dataa on enemmän. Tällöin on myös helpompaa arvioida jonkin yksittäisen luvun, kuukauden tai kokonaisen vuoden poikkeuksellisuutta muihin verrattuna. Kuvasta 35 onkin hyvin nähtävissä vuoden 2018 poikkeuksellisuus lämpötilojen suhteen verrattuna vuosiin 2010 – 2017.



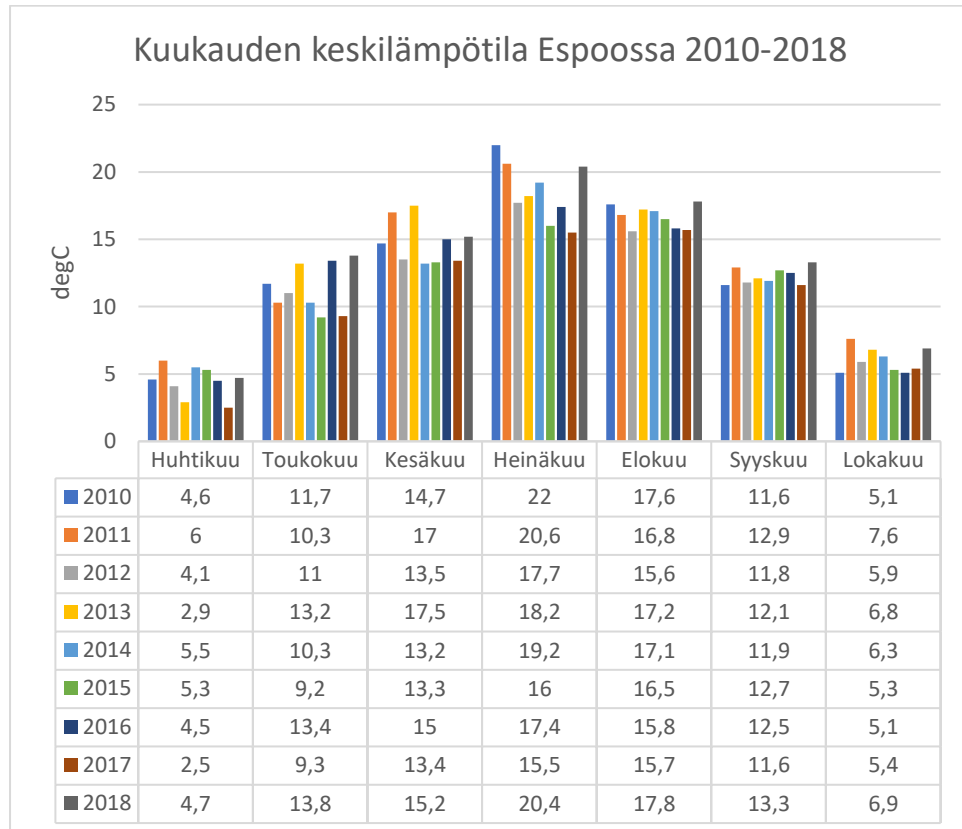
Kuva 35. Kuukauden keskilämpötilat Lepaalla huhtikuusta lokakuuhun vuosina 2010 – 2018 (Ilmatieteenlaitos, 2019).

Vähäisen sademäärän lisäksi Lepaalla on ollut kuuma kesä. Jo toukokuussa kuukauden keskilämpötila on ollut hieman edellisvuosia korkeampi (kuva 35). Kesäkuussa on ollut hieman viileämpää kuin vuosina 2011 ja 2013, mutta yhdistettynä vähäiseen keskimääräiseen sadesummaan on 15 asteen kuukauden keskilämpötilallakin ollut hyvin kuivattava vaikutus. Erityisesti heinäkuussa on ollut hyvin kuumaa, sillä kuukauden keskilämpötila on ollut 20,5 astetta. Vain vuonna 2010 on ollut vielä kuumempaa. Vuosi 2018 on ollut aiempiin vuosiin verrattuna hieman lämpimämpi myös elokuusta lokakuulle. Vielä elokuussa on ollut selvästi muita vuosia lämpimämpää, mutta syksyä kohden erot tasoittuvat.



Kuva 36. Kuukauden sadesummat Espoossa huhtikuusta lokakuuhun vuosina 2014 – 2018 (Ilmatieteenlaitos, 2019).

Espoossa Tapiolassa olevan havaintoaseman keräämät tiedot kuukauden sadesummista näkyvät kuvassa 36, josta ensimmäisenä havaitsee vuoden 2017 poikkeuksellisen sadekertymän lokakuussa. Vuosi 2017 oli poikkeuksellisen sateinen myös Lepaalla (kuva 33), mikä osaltaan korostaa eroa vuoden 2018 kuivuuteen. Myös Espoossa oli poikkeuksellisen kuivaa muihin vuosiin verrattuna erityisesti kesäkuussa. Heinäkuussa, jolloin robotti asennettiin, oli kuivempaa vuosina 2014 ja 2017. Vielä elokuussakin oli miltei puolet kuivempaa kuin joinakin aiempina vuosina, mutta syyskuussa erot ovat jo tasaisempia ja ollaan lähempänä normaalia sadesummaa muihin vuosiin verrattuna. Lokakuussa on ollut jo kaksi kertaa sateisempää kuin vuosina 2015 – 2016. Liitteestä 4 on hyvin nähtävillä sään ja sen vaihteluiden vaikutus nurmialueiden kuntoon.



Kuva 37. Kuukauden keskilämpötilat Espoossa huhtikuusta lokakuulle vuosina 2010 – 2018 (Ilmatieteenlaitos, 2019).

Kuvassa 37 on käytetty kahden eri Espoolaisen havaintoaseman tietoja: Sepänkylän ja Tapiolan. Sepänkylän havaintoasema tarjoaa tiedot vain vuosilta 2010 – 2013, sillä vuonna 2013 se lopetettiin. Tapiolan havaintolaitos taas aloitti toimintansa vuonna 2013. (Ilmatieteenlaitos, n.d.) Sepänkylän havaintoasema sijaitsee muutamia kilometrejä kauempana Espoon kenttäkokeen kohteesta kuin Tapiolassa sijaitseva havaintoasema, mutta sen sijainti on kuitenkin vielä sen verran läheinen, että niitä voi vertailussa käyttää.

Myös Espoossa on ollut aiempiin vuosiin verrattuna hieman kuumempi kesä. Toukokuussa on ollut lämpimämpää kuin monina muina vuosia, kun taas kesäkuussa ero aiempiin vuosiin ei ole kovinkaan suuri (kuva 37). Esimerkiksi vuosina 2011 ja 2013 on kesäkuussa ollut selkeästi lämpimämpää kuin vuonna 2018. Harmillisesti sadesummien tiedot löytyvät vain vuodesta 2014 eteenpäin, joten ei voi arvioida vuosien 2011 ja 2013 lämmön mahdollisia vaikutuksia ympäristöön ja vertailla niitä kenttäkokeen ajankohdan kanssa. Vuonna 2018 on kuitenkin ollut kesäkuussa myös huomattavasti edellisvuosia pienempi sadekertymä (kuva 36), joten 15,2 asteen keskilämpötilalla on ollut kuivattava vaikutus. Heinäkuussa on ollut huomattavasti aiempia vuosia korkeampi keskilämpötila; vain vuosina 2010 – 2011 on ollut lämpimämpää. Liitteestä 4/1 onkin hyvin nähtävillä kuumen ja kuivan kesän vaikutus nurmikon kuntoon Espoossa. Myös elokuussa,

syyskuussa ja lokakuussa on selkeä ero hieman korkeammassa lämpötilassa verrattuna muihin vuosiin, mutta syysä kohdin erot ovat pienempiä, vaikkakin lokakuussa on ollut selkeästi lämpimämpää kuin vuosina 2015 – 2017.

7.2 Ympäristönäkökulma

Viheralalla on kunnossapidon puolella käytössä paljon bensakäyttöisiä koneita, kuten työnnettäviä ja ajettavia ruohonleikkureita, ruohotrimmereitä, pensasaitaleikkureita ja muita koneita. Nämä kuluttavat paljon bensa- ja öljyä sekä aiheuttavat päästöjä. Koneet myös väistämättä hajoavat, joko kulumisen, vahingon tai väärinkäytön takia, jolloin tarvitaan varaosia ja vanhat rikkinäiset osat menevät pahimmassa tapauksessa suoraan sekajätteeseen. Siksi kokeessa haluttiin kiinnittää huomiota myös ympäristöön ottamalla huomioon ajoleikkureiden, robottiruohonleikkureiden ja autojen kulutukset sekä päästöt, kokeen aikana tehdyt huollot ja huomioimalla myös mahdollinen melusaaste, mikä nurmikon leikkaamisesta syntyy.

Kokeen aikana seurattiin käyntien määrää sekä Espoossa että Hämeenlinnassa, mutta vain Espoon kokeen kohdalla tarkastellaan syntyneitä päästöjä, sillä matkat on kuljettu kunnan sisällä ja ovat täten lähempänä viheryritysten arkea. Viheralalla urakoiden kohteet sijaitsevat usein lähellä toisiaan saman kaupunginosan sisällä tai vähintäänkin saman kunnan sisällä. Urakoita voi myös olla useampia, jolloin kohteita voi olla myös naapurikunnan puolella. Tällöin autolla ajamiseen kuluneita kilometrejäkin kertyy enemmän.

Taulukko 7. Tiedot autoista sekä matkoihin kulutetuista kilometreistä ja ajasta.

Autoilu	km	min	Auton malli	Yhdistetty kulutus (arvio)	Päästöt (arvio)
Suvela – Orion	9,5	12	Henkilöauto, Hyundai i20	6,1 l/100 km	137 g/km
Orion – Suvela	10,2	14			
Lasilaakso – Orion	16,3	19	Pakettiauto, Peugeot	7.7 l/100 km	203 g/km
Orion – Lasilaakso	16,3	19			

Taulukkoon 7 on kirjattu ylös Espoon kohteeseen menneitä kilometrejä yhden suunnan matkoilla ja aikaa sekä autojen mallit, arvio yhdistetystä kulutuksesta sekä päästöistä. Kilometrit ja matka-ajat ovat Google Mapsin laskemia arvioita. Todellisuudessa matka-aikoihin vaikuttaa myös sen hetkinen liikenne mahdollisine ruuhkineen, jolloin ne voivat olla arvioitua

pidempiä tai lyhyempiä. Autojen yhdistetyt kulutukset ja päästöt ovat myös ohjekirjoista otettuja arvioita. Kulutukset ja päästöt vaihtelevat riippuen sääolosuhteista, auton kunnosta ja iästä sekä kuskin ajotyylillä.

Suvelan ja Espoon kohteen välillä kuljettuja matkoja kertyi yhteensä 98,5 kilometriä (taulukko 6). Matkat kuljettiin bensakäyttöisellä henkilöautolla, jolloin polttoainetta kului noin kuusi litraa ja päästöjä syntyi 13494,5 grammaa eli noin 13,5 kiloa. Lasilaakson ja Espoon kohteen välillä kertyi kilometrejä yhteensä 81,5. Tällä välillä matkat kuljettiin dieselkäyttöisellä paketti-autolla, joka kulutti noin 6,3 litraa polttoainetta. Päästöjä syntyi 16544,5 grammaa eli noin 16,5 kiloa. Yhteensä tutkimuksen aikana polttoainetta kului noin 12,3 litraa ja päästöjä syntyi 30 kiloa.

Sekä robottiruohonleikkureiden että ajettavien ruohonleikkureiden huolloista syntyy jätettä, joka tulee kierrättää asianmukaisesti. Esimerkiksi Espoon kenttäkokeessa käytetyn Husqvarnan Rider-etuleikkurin moottoriöljy ja öljynsuodatin tulee käyttöohjekirjan (2017, s. 109) mukaan vaihtaa ensimmäisen kerran 50 käyttötunnin jälkeen ja siitä eteenpäin 100 käyttötunnin välein. Kubotalla öljyn ja öljynsuodattimen vaihto tulee tehdä ensimmäisen kerran 50 työtunnin jälkeen ja siitä eteenpäin öljy vaihdetaan 100 työtunnin välein, kun taas öljynsuodatin tulee vaihtaa 200 tunnin välein (Kubota, 2007, s. 45). Lepaan kenttäkokeessa Kubotalla leikattiinkin noin 257 minuuttia (liite 1), joka tarkoittaisi ainakin yhtä öljynvaihtoa kokeen aikana. Kubotan öljyntilavuus suodattimiseen on yhteensä 5 litraa, kun taas Riderilla se on 1,4 litraa (Husqvarna, 2017, s. 122; Kubota, 2007, s. 60). Öljyt, öljynsuodattimet ja muu öljyinen materiaali luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, joka tulee viedä asianmukaiseen vastaanottoipaikkaan (HSY, 2019). Samoin robottiruohonleikkurin litiumioniakut ovat vaarallista jätettä, mutta niiden vaihtoväli on käytöstä riippuen noin 2 – 4 vuotta (Husqvarna, 2018, s. 44).

Nurmikon kunnan ja työn sujuvuuden kannalta tärkein huoltotoimenpide lieneekin terien teroitus tai vaihto. Robottiruohonleikkurilla on hyvin pieniä teriä kolme kappaletta, jotka kannattaa kaikki kiinnitysruuveineen vaihtaa samalla kertaa leikkurin tasapainoisen toiminnan säilyttämiseksi (Husqvarna, 2018, s. 43). Lepaalla robottien terät vaihdettiin yhden kerran noin viisi viikkoa kokeen aloittamisen jälkeen viikolla 30 (liite 2). Terät olisi voinut ohjekirjan (2018, s. 43) mukaan vaihtaa vielä viikolla 35, mutta ne olivat koko kokeen keston ajan melko hyvässä kunnossa, joten teriä ei enää toista kertaa vaihdettu. Espoossa sen sijaan teriä joutui vaihtamaan useammin nurmikon huonon kunnan takia. Ensimmäinen vaihto tehtiin alle kaksi viikkoa kokeen aloittamisen jälkeen viikolla 30 ja toisen kerran heti seuraavalla viikolla, sillä ne olivat pahoin kuluneet. Espoossa kokeen alussa kerättiinkin paljon kiviä pois nurmikolta, mikä hieman auttoi terien vaihtovälin pidentämisessä. Terät vaihdettiin kaikkiaan kolme kertaa kokeen aikana. Kubotalla ja Husqvarnan Rider-etuleikkurilla taas on kolme isoa terää, joiden käyttöikä voi pidentää teroittamalla. Lepaalla olikin yksi huoltokerta tutkimuksen aikana, jolloin Kubotan terät teroitettiin (liite 1).

Robottiruohonleikkureista syntyykin huomattavasti vähemmän jätettä kuin ajettavista ruohonleikkureista. Yhden kasvukauden aikana syntyy lähinnä pieni määrä metalliromua terien vaihdon myötä, kun taas ajettavilla leikkureilla huollon yhteydessä syntyy jätteenä öljyä ja erinäisiä suodattimia, kuten öljyn-, polttoaineen- ja ilmansuodattimia. Koko elinkaaren aikana voi ajettavista ruohonleikkureista vaihtaa edellä mainittujen osien lisäksi muun muassa terät useita kertoja, hihnoja, pyöriä, laakereita ynnä muita liikkuvia ja kuluvia osia. Robottiruohonleikkurin elinkaaren aikana vaihdetaan useita kertoja muun muassa terälevyt ja terät kiinnikkeineen, akku, tiivisteitä, laakereita ja pyöriä.

Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli eli KESY tavoittelee energiankulutuksen minimoimista sekä kasvihuonepäästöjen ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämistä ehdottamalla vaihtoehtoisia toimintatapoja (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 65). Esimerkiksi työssä käytettävät koneet saisivat mielellään olla vähäpäästöisiä ja mahdollisuuksien mukaan käyttävät sähköä tai kierrätyspolttoaineita (Viherympäristöliitto ry, 2018, s. 69). Automower®-robottiruohonleikkuri täyttääkin helposti KESYn toimintaperiaatteet, sillä sen sähkökäyttöisyyden myötä se ei synnytä suoria päästöjä leikatessaan nurmikkoa. Mahdollisuuksien mukaan olisikin suotavaa, jos robottiruohonleikkurin lataama sähkö olisi ympäristöystävällisesti tuotettua.

Kenttäkokeissa käytetyistä ajettavissa ruohonleikkureista ei saatu mitattua päästöjä eikä niistä löydy muualtakaan tietoja. Husqvarnan sivuilla on päästötietoja uudemmista malleista, mutta koska Espoon kenttäkokeessa käytetty R320 AWD on vanhempi malli ja poistunut tuote, ei siitä ole saatavilla päästöjen suhteen tietoja. Uudemmassa vastaavassa mallissa R320X AWD olisi tiedot päästöistä, mutta tietojen vertailu ei välttämättä olisi kovinkaan luotettavaa, sillä päästöihin vaikuttaa koneen ikä ja huoltohistoria. Kubotalta ei löydy päästötietoja edes uudemmista malleista, joten ajettavia ei voisi edes keskenään vertailla päästöjen suhteen.

7.3 Leikkureiden vertailu

Kenttäkokeissa käytetyissä ajettavissa ruohonleikkureissa on keskenään merkittäviäkin eroja, jotka vaikuttavat hoitotöihin meneviin resursseihin. Robottiruohonleikkureiden välillä erot eivät ole kovinkaan suuria lukuun ottamatta leikattavan alueen suuruutta. Erot korostuvat vertailtaessa ajettavia ruohonleikkureita robottiruohonleikkureihin. Kummassakin on omat hyvät ja huonot puolensa. Lisäksi on hyvä ottaa huomioon Kubotasta saatujen tietojen luotettavuus, sillä lähteestä riippuen paino vaihteli 700 – 800 kilon välillä ilman leikkuulaitetta.

Taulukko 8. Tietoja ajettavista ruohonleikkureista. ^a

Kenttäkokeen sijainti	Lepaa	Espoo
Ajettavan ruohonleikkurin malli	Kubota F3680	Husqvarna R320 AWD
Paino ilman leikkuulaitetta, kg	765	224
Polttoaine	Diesel	Bensiini
Polttoainesäiliön tilavuus, litraa	61	12
Äänentehotaso, mitattu, dB (A)	Ei tietoa	98
Äänenpaineentaso käyttäjän korvan tasalla, dB (A)	Ei tietoa	84
Leikkuuleveys, cm	152 – 182	94 – 112
Leikkuukorkeus, cm	2 – 12	2,5 – 7,5
Kenttäkokeen suuruus, neliötä	1400	230
Leikkuukerrat kenttäkokeessa, kpl	9	2
Leikkuun kesto kenttäkokeessa yhteensä, minuuttia	257	26
Leikkuun kesto kenttäkokeessa keskimäärin, minuuttia	29	13

^aLähteet: Husqvarna, n.d.d: Kubota, 2007, s. 22: Liite 1

Painon puolesta Espoossa käytetty Husqvarnan Rider-etuleikkuri on Lepaan Kubotaa armollisempi nurmikolle, sillä eroa on yli viidensadan kilon verran (taulukko 8). Toisaalta Kubotaa tarvitsee tankata harvemmin kuin Rideria, sillä siinä on huomattavasti isompi tankki. Kubotan leikkuulaitteen työleveys on isompi kuin Riderilla, joten sillä saa nopeammin isomman nurmialueen leikattua. Kubotaa voi olla hankalampi hyödyntää kohteissa, joissa on enemmän esteitä nurmikolla, hoidettava alue on erikoisen muotoinen tai ne ovat pieniä. Esimerkiksi Espoossa Kubotalla olisi kyllä voinut saada nurmikon hieman nopeammin leikattua, mutta joitakin kohtia alueesta olisi jäänyt osittain leikkaamatta, jolloin ruohotrimmerillä olisi ollut enemmän siistittävää. Lepaan suurelle ja avoimelle nurmikolle se kuitenkin soveltuu erinomaisesti. Valitettavasti tietoja Kubotan aiheuttamasta melusta ei ollut saatavilla eikä sitä tullut tutkimuksen aikana mitattua. Äänentason olisi voinut mitata kännykkään ladattavalla sovelluksella, jolla olisi voinut saada edes suuntaa antavia tuloksia.

Lepaan kenttäkokeessa käytetty Kubota leikkasi keskimäärin minuutissa noin 48 neliön kokoisen alueen. Koko kenttäkokeen kokoisen alueen, eli noin 3300 neliön leikkaamiseen aikaa menisi Kubotalla noin 69 minuuttia,

eli hieman reilu tunti. Arvioon ei tosin sisälly alueella olevien esteiden, kuten valaisimien tai istutusalueiden väistelyyn ja kiertelyyn menevään aikaan, mutta toimii hyvin suuntaa antavana. Espoon kenttäkokeessa käytetty Husqvarna leikkaisi tulosten mukaan vain 18 neliötä minuutissa, jolloin koko alueen, eli noin 1430 neliön leikkuuseen menisi aikaa 79 minuuttia.

Espoon tulosta ei voida pitää luotettavana, sillä leikkuukertoja Espoossa oli vain kaksi, kun taas Lepaalla tulos on huomattavasti luotettavampi yhdeksän leikkuukerran myötä. Espoossa toistoja olisi pitänyt olla enemmän, jotta saatuihin tuloksiin olisi voitu luottaa. Eri leikkuukerroilla voi olla erilaisia muuttujia, kuten sateinen sää tai pitkäksi päässyt nurmikko, jotka vaikuttavat leikkuuseen menevään aikaan. Mitä enemmän on leikkuussa toistoja, sitä vähemmän yksi yksittäinen pitkä tai lyhyt leikkuaika vaikuttaa kokonaisuuteen. Tässä tapauksessa 18 neliötä minuutissa on hyvin vähän leikkurilta, jonka maksimivauhti on kuitenkin 9 km/h (Husqvarna, n.d.d.). Minuutissa leikkuri siis kulkee maksimissaan 150 metrin matkan ja leikkaa tällöin minuutissa huomattavasti enemmän kuin 18 neliötä.

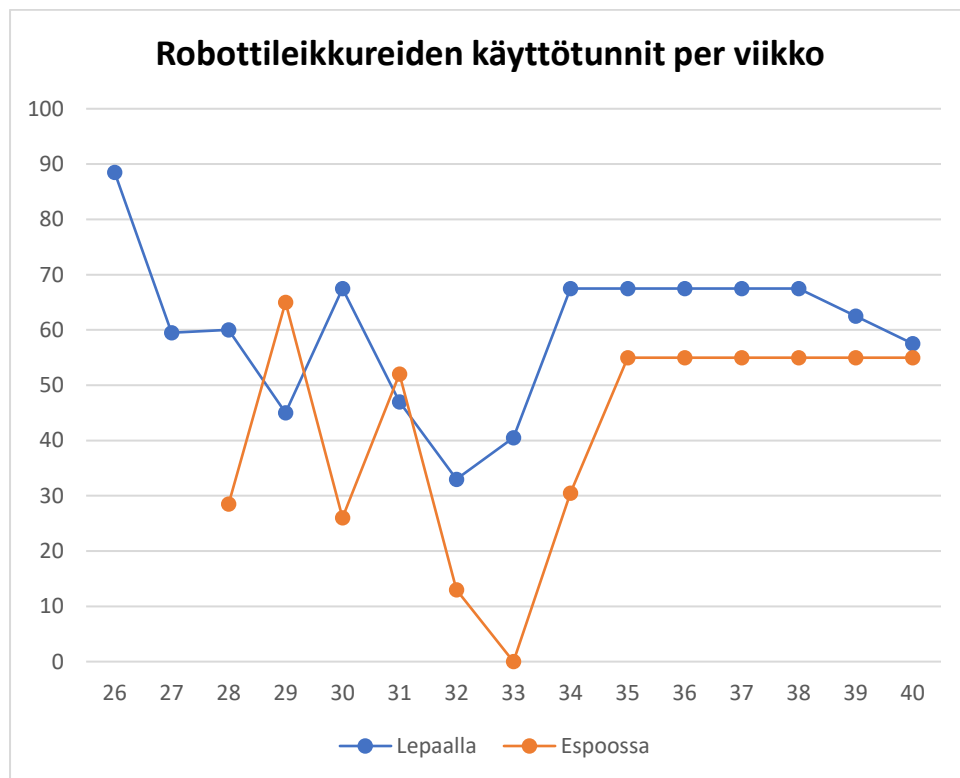
Taulukko 9. Tietoja robottiruohonleikkureista. ^a

Kenttäkokeen sijainti	Lepaa	Espoo
Robottiruohonleikkurin malli	Automower® 550	Automower® 430X
Työskentelykapasiteetti, m ⁺ / ₋ 20%	5000	3200
Paino, kg	13,9	13,9
Keskimääräinen virrankulutus maksimikäytössä	23 kWh/kk 5000 m ² :n työalueella	18 kWh/kk 3200 m ² :n työalueella
Virrankulutus leikkuutyön aikana, W ⁺ / ₋ 20 %	35	30
Mitattu melutaso, dB	60	57
Leikkuukorkeus, cm	2 – 6	2 – 6
Leikkuuleveys, cm	24	24
Keskimääräinen leikkuaika, min	270	145
Keskimääräinen latausaika, min	60	50
Kokeen kesto, viikkoa	15	13
Keskimääräinen leikkuaika viikossa	59,90	41,92
Leikkuaika yhteensä	898,5	545,0

^aLähteet: Husqvarna, 2017, s. 42 – 43; Husqvarna, 2018, s. 57 – 58; Liite 2

Lepaalla käytetty robottiruohonleikkuri Automower® 550 on joiltakin ominaisuuksiltaan Espoon Automower® 430X -mallia tehokkaampi (taulukko 9): työskentelykapasiteetti riittää isommalle nurmialueelle ja yhdellä latauksella leikkaa huomattavasti pidempään. Työskentelykapasiteetti tarkoittaa aluetta, jonka robottiruohonleikkuri hoitaa ollessaan jatkuvassa käytössä 24 tuntia 7 päivää viikossa (Husqvarna, 2018, s. 26). Toisaalta

Espoon robotti kuluttaa vähemmän virtaa ja ero latausajassa on vain kymmenen minuuttia.



Kuva 38. Robottiruohonleikkureiden käyttämä aika työskentelyyn per viikko (taulukot 3 ja 5).

Espoossa käytössä ollut robottiruohonleikkuri asennettiin vasta 13.07., mikä on miltei kuukausi myöhemmin kuin Lepaalla, jossa asennus tehtiin jo 18.06. Asennuksessa Lepaalla tosin oli ongelmia, joten varsinainen käyttöönotto tehtiin vasta 26.06., jolloin eroa kokeiden keston välillä on vain 2,5 viikkoa. Kuvasta 38 näkee selkeästi kummankin robottiruohonleikkurin käyttämät työtunnit viikoittain sekä sään vaikutuksen robottien työskentelyyn. Kuvaa tarkastellessa tulee ottaa huomioon Espoon robotin asennuspäivä, joka oli perjantai. Tämän takia robottiruohonleikkurin työtunnit ovat viikolla 28 olleet alhaisemmat kuin viikolla 29. Alussa roboteilla on mennyt eniten aikaa, kun ne ovat selvittäneet työskentelyalueensa rajoja ja kokoa. Tämän jälkeen työn määrän pitäisi tasoittua, kuten Lepaalla se on tasoittunut viikosta 34 ja Espoossa viikosta 35 lähtien, mutta sää on osaltaan hankaloittanut työskentelyä. Erityisesti Espoossa kenttäkokeen pienen koon ja erittäin aurinkoisen ja kuuman kasvupaikan takia robotti on viikolla 33 tehnyt nolla tuntia työtä. Liitteestä 2 voi tarkastella päivittäisiä työaikoja ja -tunteja. Siitä on myös nähtävillä päivät, jolloin ruohoa ei ole ollenkaan leikattu.

Robottiruohonleikkurit ovat painoltaan huomattavasti ajettavia ruohonleikkureita kevyempiä etenkin verrattuna Kubotaan, joka on peräti yli 700 kg robotteja painavampi (taulukot 8 ja 9). Kubota jättääkin herkemmin nurmikkoon jäljet ajolinjastaan ja täten tiivistää Rideria enemmän

kasvualustaa joka leikkuukerralla. Kummatkin robottiruohonleikkurit ovat painonsa puolesta niin kevyitä, ettei niiden työskentelyn tuloksena synny vastaavia jälkiä nurmikkoon tai kasvualusta pääse tiivistymään. Robotit voivat kuitenkin tehdä jälkiä. Asetuksissa on voitu säätää esimerkiksi hakukaapeliin jätettävä etäisyys niin pieneksi, että ajan mittaan nurmikosta voi nähdä kaapelin sijainnin robotin jättämien urien myötä (Husqvarna, 2018, s. 29). Parhaiten robottien kohdalla voikin ehkäistä jälkiä pitämällä huoli työskentelyalueelle soveltuvista asetuksista. Ajettavilla ruohonleikkureilla taasen jää jälkiä nurmikkoon, vaikka leikkuun yrittäisikin tehdä huolellisesti ja ajolinjoja vaihtelemalla.

Asetuksista ja leikattavan alueen koosta riippuen robottiruohonleikkuri voi työskennellä joka päivä useita tunteja. Toisaalta jos robotti tekee liikaa alueella töitä, voi nurmikko näyttää talloitulta. Erityisesti leikattavan nurmialueen ollessa robotin työskentelykapasiteettia pienempi kannattaa antaa robotin leikata nurmikkoa joka toinen päivä ja pitää kerran kuussa vähintään kolmen päivän mittainen tauko. (Husqvarna, 2018, s. 25) Kun robotti leikkaa aluetta säännöllisesti, pysyy nurmikko tasaisena ja siistinä eikä se missään vaiheessa pääse kasvamaan liian pitkäksi. Lisäksi leikkuusta syntyvää ruohojätettä ei pääse kertymään suuria määriä, vaan se silppuuntuu pieninä erinä tasaisesti leikatulle alueelle ja samalla lannoittaa nurmikkoa.

Ajettavilla ruohonleikkureilla tehdään töitä robottiruohonleikkureita harvemmin samalla alueella. Leikkuuvälit vaihtelevat riippuen nurmialueen sijainnista, hoitoluokituksesta ja säästä. Lapaalla ruohoa leikattiin tutkimuksen aikana noin reilun viikon tai kahden viikon välein yhteensä yhdeksän kertaa. Tänä aikana nurmi pääsee kasvamaan ja kun se seuraavan kerran leikataan, otetaan siitä kerralla useampia senttejä pois, jolloin myös leikkuujätettä syntyy kerralla isompia määriä robottiruohonleikkuriin verrattaessa. Jos edellisestä leikkuusta on ollut paljon aikaa ja ruoho on päässyt erittäin pitkäksi, syntyy leikatessa huomattavan paljon leikkuujätettä, joka saattaa muodostaa isoja paakkuja. A2-hoitoalueella tällaiset alueen yleisilmettä häiritsevät leikkuujätteet tulee hoitaa pois nurmialueilta, jolloin aikaa ja resursseja kuluu ylimääräiseen työhön (Viherympäristöliitto ry, 2015, s. 16). Toisinaan paakkujen siivous saattaa jäädä esimerkiksi kiireen tai huolimattomuuden takia tekemättä, jolloin nurmikon kasvu saattaa tyrehyä paakkujen alla.

Robottiruohonleikkureissa huonona puolena on se, että sitä voi käyttää vain rajallisella määrällä nurmialuetta. Jos hoidettavaa nurmikkoa on esimerkiksi 14000 neliötä, tarvittaisiin kolme robottiruohonleikkuria, joiden työskentelykapasiteetti on 5000 neliötä. Ajettavilla ruohonleikkureilla taasen voidaan leikata nurmikkoa laajemmalla alueella eivätkä ne ole sidoksissa yhteen tiettyyn paikkaan. Robottiruohonleikkurit eivät siis välttämättä sovellu urakoihin, joissa on useissa eri kohteissa leikattavaa ruohoa ja joiden kesto on vain muutamia vuosia riippuen sopimuksesta ja käytävistä optiovuosista.

Rinteiden leikkuu on ajettavilla ruohonleikkureilla työturvallisuusriski riippuen alueen kaltevuudesta. Husqvarnan ohjekirja (2017, s.102) suosittelee maksimissaan 18 % rinteiden leikkaamista, mutta käytännössä uhkarohkeat työntekijät saattavat yrittää jyrkempienkin rinteiden leikkaamista varoituksista huolimatta. Tässä mielessä robottiruohonleikkurit ovat parempia, sillä useimmat Automower®-mallit voivat leikata 40 – 45 % kaltevuuksien rinteitä ja vuonna 2019 markkinoille tulleet uudet mallit pystyvät työskentelemään 70 %:n mäissä (Husqvarna, n.d.c). Lisäksi robottien pienen koon ansiosta ne eivät syö tai jätä kohtia nurmikosta leikkaamatta rinteillä alueilla, mikä taasen on riski ajettavilla ruohonleikkureilla työskennellessä. Työturvallisuutta voitaisiinkin parantaa ottamalla robottiruohonleikkurit käyttöön alueilla, joissa on paljon hankalasti hoidettavia kumpareita ja mäkiä.

Mäkisen alueen hoidon onnistuminen robottiruohonleikkurilla riippuu paljon siitä, millainen rinne on ja mihin se päättyy. Lepaan kenttäkokeessa oli pieni ja lyhyt rinne, joka päättyi hiekkatiehen hieman yllättäen niin, että robottiruohonleikkurilla olisi ollut ympäri pyörähtämisen riski, mikäli raja-kaapelin olisi asentanut nurmikon ja tien väliin. Tutkimuksen aikana robotti luiskahtikin juuri tässä kohtaa leikkuualueen ulkopuolelle useita kertoja. Toisaalta myös Espoon kenttäkokeessa oli mäkisiä kohtia, joiden hoidon kanssa robotilla ei ollut mitään ongelmaa.

Ajettavat ruohonleikkurit aiheuttavat ympäristöönsä melua. Taloyhtiöissä hiljaisuus on tavallisimmin määritelty kello 22 – 07 väliselle ajalle, joka rajoittaa kovaa meteliä aiheuttavien töiden tekoa (Minilex, n.d.). Puistoja, hautausmaita, golfkenttiä ynnä muita julkisia alueita käytetään tavallisimmin eniten päiväsaikaan, johon sijoittuu myös työntekijöiden työaika. Ruohonleikkuu voikin häiritä alueen käyttäjiä tai läheisiä asukkaita. Tällöin robottiruohonleikkuri on parempi vaihtoehto, sillä sen hiljaisuuden takia sitä voi käyttää mihin vuorokaudenaikaan tahansa. Espoossa ja Lepaalla käytössä olleet robotit aiheuttavat työskennellessään noin 57 – 60 desibelin melua, kun taas ajettavat ruohonleikkurit synnyttävät meteliä jopa 98 desibeliä (taulukot 8 ja 9). Robotit voivat työskennellä yöaikaan, jolloin nurmikon leikkuu ei häiritse alueen käyttäjiä erityisesti vilkkaimpana aikana päivästä.

7.4 Nurmikon kunto Lepaalla

Nurmikon kuntoa tarkkailtiin silmämääräisesti ja alueesta otettiin kuvia noin kahden viikon välein. Alueita silmämääräisesti arvioitaessa kiinnitettiin huomiota tasaisen vihreään väriin, eli toisin sanoen viherpeitteisyyteen. Paras tapa arvioida viherpeitteisyyttä olisi ollut ottamalla kuvia ilmasta käsin dronen avulla, jolloin kuvista olisi voinut jo pelkästään silmämääräisen arvioinnin avulla voinut arvioida alueiden välisiä eroja. Vesa Vuorisen (2018) ottama kuva on mainio esimerkki siitä, miten hyvin ilmasta käsin näkee koko alueen vihertävyyden ja kunnon (kuva 27). Valitettavasti

osaamista dronen käyttöön ei tämän opinnäytetyön tekijällä ollut, joten tämä mahdollisuus jäi tästä kokeesta pois.

Robottia asentaessa 18.06.2018 nurmikun kunto oli huono (liite 3/1). Kuuma ja aurinkoinen kesänalku oli jo ehtinyt polttaa osan nurmikosta kuyvaksi ja keltaiseksi (kuva 39), sillä alue on avoimella paikalla ja suurimmaksi osaksi suorassa auringonpaisteessa. Koko alueelta selkeästi näkyy ajettavan ruohonleikkurin jättämät jäljet nurmikossa.



Kuva 39. Koko alue oli suurimmaksi osaksi kellertävä ja kuiva robottiruohonleikkurin asennuspäivänä 18.06.

Kaksi viikkoa kokeen aloituksesta 30.06.2018 nurmikoiden välillä on nähtävissä pieniä eroja (liite 3/1). Vasemmalla puolella oleva vertailualue on leikattu kaksi päivää aiemmin. Nurmi on kummaltakin osalta päässyt elpymään ja kahden alueen välillä on miltei kuvassakin nähtävissä raja. Oikealla puolella olevalla robotin alueella näkyy vielä ajettavan ruohonleikkurin jättämiä jälkiä aiemmista hoitokerroista.

14.07.2018 otetussa kuvassa (liite 3/2) on selkeästi nähtävissä nurmikoiden ulkonäölliset erot ja hyvin selkeä raja alueiden välillä. Vaikka alueet ovat kummatkin päässeet kuivahtamaan ja osittain kellastumaan, on tilanne huonompi ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettavalla puolella. Lisäksi 30.06.2018 otetussa kuvassa näkyi vielä ajettavan ruohonleikkurin jättämät jäljet robotin hoitaman alueen puolella, mutta tässä ne ovat suurimmaksi osaksi hälventyneet.

Nurmialueita vertaillen ilmastasta käsin Vesa Vuorisen ottamasta ilmakuvasta on selkeästi nähtävissä hoidon laadullinen ero (kuva 27). Jälki on huomattavasti epätasaisempaa ajettavalla ruohonleikkurilla hoidetulla alueella kuin robottiruohonleikkurin puolella. Ajettavan ruohonleikkurin

renkaat ovat jättäneet painaumuksia nurmikkoon, joka saa sen näyttämään raidalliselta ja nurmikosta näkyy selvästi ajolinjat. Kummallakin alueella on havaittavissa kellastunutta nurmikkoa, mutta siitä huolimatta robotin alueen yleisilme on tasaisempi.

14.08. otetussa kuvassa (liite 3/3) vertailualueen nurmikko on leikattu neljä päivää aiemmin. Kun vertaillaan kuvaa 14.07. otettuun kuvaan, on koko alue päässyt selkeästi hieman kuivahtamaan uudelleen. Robotti on ollut lautasasemassaan viisi edeltävää päivää ja vietti siinä vielä kuvauspäivänkin pitämässä taukoa ruohonleikkuusta, jotta nurmikko pääsisi toipumaan. Tauko on pakon sanelemana, sillä rajakaapeli katkesi 08.08. Robotin puoli on hieman vertailualueetta vihreämpi.

30.08 otetussa kuvassa (liite 3/3) edellisestä leikkuusta on kulunut aikaa yhdeksän päivää. Ruohossa näkyy edelleen ajettavan leikkurin jättämät jäljet, kun taas robottiruohonleikkurin puoli on kauttaaltaan tasaisempi. Sää on suosinut ruohon kasvua, sillä kuvasta on selkeästi havaittavissa koko alueen raju vihertyminen verrattaessa 14.08. otettuun kuvaan.

Noin kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen 22.10.2018 otetussa kuvassa (liite 3/4) vasemmalla puolella oleva nurmikko on pidempää kuin oikealla, mutta se selittyy lähinnä viimeisen leikkuukerran erolla. Oikealla puolella oleva robottileikkurin hoitama alue oli viimeisen kerran leikattu 08.10.2018, kun taas vasemmalla oleva vertailualue leikattiin viimeisen kerran 20.09.2018, jonka jälkeen kausityöntekijällä loppui työt.

Nurmikon kunto Lepaalla oli koko tutkimuksen ajan hieman parempi robottiruohonleikkurin puolella. Vaikka koko alue olisi päässyt paikan avoimuuden ja auringonpolteelle alttiuden takia kuivahtamaan ja kellastumaan, oli silti robotin hoitama nurmikko vertailualueetta tasaisempaa.

Vertailualueella oli myös koko tutkimuksen ajan selkeästi nähtävillä ajettavan ruohonleikkurin jättämät renkaanjäljet. Oli helppo päätellä jälkikäteen, millaisilla ajolinjoilla oli viime kerralla ruoho leikattu. Robottiruohonleikkurin hoitamalla puolella oli myös kokeen alussa selkeästi ajolinjat nähtävissä, mutta ne hävisivät suurimmilta osin kuukauden sisällä kokeen aloituksesta. Leikkuutulos oli selkeästi tasaisempaa robotin puolella koko kokeen keston ajan ja nurmikko myös säilyi siistimmän näköisenä pidempään kuin vertailualueen puolella.

Tutkimuksessa käytettyihin kuviin vaikuttavat huomattavasti ulkopuoliset seikat, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin ja tehtäviin johtopäätöksiin. Kun vertaillaan keskenään 14.07. ja 28.07. (liite 3/2) otettuja kuvia, voidaan selkeästi havaita auringonpaisteen vaikutus nurmikon vihreydessä. 14. päivä otetussa kuvassa on kirkas auringonpaiste, jolloin ruohokin vaikuttaa vihreämmältä kuin 28. päivä otetussa kuvassa, jolloin oli hieman pilvisempää. Lisäksi kuvat on otettu hieman eri kulmissa sekä eri kohdista, sillä robotin puolella peremmällä oleva kuiva alue näkyy isompana 28. päivä otetussa

kuvassa. Nykyiselläänkin tutkimuksen aikana otetuista kuvista voi tehdä jonkinlaisia johtopäätöksiä, mutta mikäli haluttaisiin tasaisia ja laadukkaita tutkimustuloksia, tulisi kuvat ottaa joka kerta tarkasti samasta kohtaa, samalta korkeudelta sekä samoissa sääolosuhteissa. Näin saataisiin minimoitua ylimääräiset muuttujat tuloksissa.

7.5 Nurmikon kunto Espoossa

Myös Espoossa nurmikon kuntoa arvioitiin silmämääräisesti ja käyntien yhteydessä otettiin kuvia alueiden sen hetkisestä kunnosta. Suurin osa Espoossa otetuista kuvista on otettu aurinkoisella säällä. Hoitoon sekä vertailualueella että robottiruohonleikkurin alueella vaikutti myös nurmikon sijainti paahteisella paikalla ja huono kunto. Alueella on joitakin vuosia sitten tehty viereisessä rakennuksessa remontti, jonka jäljiltä nurmialueet ovat jääneet erityisesti vertailualueella huonoon kuntoon. Alueen hoitoluokka on virallisesti A2.

13.07.2018 otetussa kuvassa (liite 4/1) alueen huonokuntoisuus on hyvin nähtävissä. Koko alue ei kuitenkaan ollut yhtä huonossa kunnossa, sillä robottiruohonleikkuri hoiti lähinnä hyvässä kunnossa ollutta puolta (kuva 30). Kokeen alussa nurmi oli valmiiksi melko lyhyt, joten leikkuukorkeus säädettiin noin viiteen senttimetriin maksimin eli kuuden sentin sijaan.

Ensimmäisellä tarkistuskäynnillä tiistaina 24.07.2018 (liite 4/1) havaittiin nurmikon raju kuivahtaminen. Jotta nurmi olisi päässyt toipumaan, leikkuukorkeutta nostettiin maksimiin ja robottiruohonleikkuri ohjattiin lautasasemalle pitämään taukoa loppuviikon.

04.08.2018 tehdyn käynnin yhteydessä havaittiin, miten paljon kuiva ja kuuma sää on näin avoimella paikalla vaikuttanut nurmikon kuntoon (liite 4/2). Vaikka robottiruohonleikkurin hoitama nurmi näyttää muuten siistiltä ja hyvin leikatulta, on se silti pahoin kellastunut ja kuiva. Myös ajettavalla ruohonleikkurilla hoidettava alue oli kuiva ja siinä rehottikin lähinnä rikkakasvit. Alueen suuret koivut vaikuttavat myöskin osaltaan nurmikon kuntoon, sillä yksi yksittäinen koivu voi yhden kesäisen hellepäivän aikana imeä vettä juuristollaan maasta jopa 500 litraa (Tieteen kuvalehti, 2009).

Syyskuussa otetuissa kuvissa (liite 4/3) näkyy nurmikon kunnan koheneminen. 06.09.2018 on kummallakin puolella nurmialueet selvästi aiempaa vihreämpiä. 20.09.2018 otetuissa kuvissa (liite 4/4) vasemmalla puolella oleva vertailualue oli leikattu viikkoa aiemmin 13.09., joten myös se on suht siistissä kunnossa. Oikealla puolella oleva robottiruohonleikkurin hoitama alue on huomattavasti aiempaa vihreämpi ja päässyt hyvin toipumaan kesän kuivuudesta. Robotin hoitama alue näyttää hyvin siistiltä, ja mikäli nurmikkoa paikattaisiin ja osittain uudelleen nurmetettaisiin, voisi se helposti saavuttaa A2-hoitotasolta vaadittavaa laadukkuutta, jota se ei nykykunnossaan ihan vastaa.

Nurmikon kunto 19.10.2018 kaksi viikkoa kokeen päättymisen jälkeen on huomattavasti parempi (liite 4/5). Kummallakin alueella nurmi on päässyt toipumaan ja alueiden välillä näkyy selkeästi raja. Toki tähän vaikuttaa suuresti alueiden viimeiset leikkuuajankohdat. Robotti leikkasi oman alueensa viimeisen kerran maanantaina 08.10. ja ajettavan ruohonleikkurin alue hoidettiin viimeisen kerran 13.09. Robottiruohonleikkurin alueen pinta näyttää hyväkuntoisella alueella samettiselta vielä kaksi viikkoa leikkuun päättymisen jälkeenkin.

Koska sää oli tutkimuksen aikana erityisesti heinä- ja elokuussa hyvin kuuma ja kuiva sekä itse nurmikko Espoossa osittain nurmettamatta ja huonokuntoinen, on nurmikon kuntoa vaikea arvioida luotettavasti tässä kenttäkokeessa pelkällä silmämääräisellä arvioinnilla. Lisäksi harvat hoitokerrat, joita kokeen aikana kertyi loppujen lopuksi vain kaksi, vaikuttavat nurmikon ulkonäköön heikentävästi vertailualueen puolella ja näin myös tutkimuksen tuloksiin. Vertailualue pääsi kasvamaan pitkäksi, jolloin se näytti epäsiistiltä. Toisaalta pitkä nurmi ei päässyt yhtä herkästi kuivumaan auringonpahteessa, kun taas robottiruohonleikkurin hoitamalla alueella lyhyempi nurmikko kuivahti nopeasti. Tämän olisi voinut estää pitämällä robottiruohonleikkurin leikkuukorkeus maksimiasetuksessa, komentamalla herkemmin robotti latausasemaansa ja pitämällä pidempiä taukoja leikkuussa, jotta ruoho olisi päässyt rauhassa kasvamaan. Kuivahtamisesta huolimatta myös robottiruohonleikkurin hoitama puoli toipui nopeasti säiden muuttuessa viileämmiksi ja sateisimmiksi. Robotin leikkuutulos on selkeästi hyvin tasainen ja siisti. Mikäli koko alueen hoitaisi kuntoon siistimällä pois leikkuuta haittaavat pienet kivet, lisäämällä hyvää kasvualustaa ja nurmettamalla uudelleen, voisi tämä alue nurmikon osuudelta päästä jopa hoitoluokkaan A1 robottiruohonleikkurin työskentelyn tuloksena.

7.6 Erot kustannuksissa

Kustannuksia tarkastellessa käytetään vertailukohteina uudempia ajettavia ruohonleikkurimalleja kuin mitä kokeissa oli käytössä. Sekä Lepaan kokeessa käytetty Kubota, että Espoossa käytetty Husqvarnan Rider ovat mallistoista poistuneita tuotteita, mutta niitä voi löytää myynnistä käytettynä. Espoon koneen tilalla voidaan kustannusvertailussa käyttää uudempaa Husqvarnan R 320X AWD -mallia, joka on miltei samanlainen kuin R 320 AWD, mutta ainoastaan nettoteho/esiasetettu rpm eroaa 0,1 kW:lla (Husqvarna, n.d.d: Husqvarna, n.d.i). Samoin Kubotan F3680:n tilalla käytetään F3890-mallia, joka on melko lailla samantyyppinen kuin F3680, mutta 1,3 kW tehokkaampi ja pituudeltaan hieman pienempi (Kubota, n.d.). Lisäksi robottiruohonleikkureiden hintoja tarkastellaan uusina ja käyttämättöminä, joten on loogisempaa ja tulosten kannalta paremmin vertailtavissa käyttää myös ajettavien ruohonleikkureiden kohdalla uusina ostettavia koneita.

Taulukossa 10 on listattu koneiden hankintakustannuksia. Kubotan hinta annettiin valmiiksi ilman arvonlisäveroa, joten ainoastaan siihen on

laskettu erikseen arvonlisäverollinen hinta. Hankintahinnoissa ei ole otettu huomioon asennuskustannuksia. Osa robottiruohonleikkuria myyvistä yrityksistä tarjoaa asennuspakettia, joka sisältää robottiruohonleikkurin hinnan ja asennuksen. Paketin hintaan vaikuttaa myös nurmikon koko ja muoto, sillä hankalamman muotoinen tai erityisen suuri nurmikko vie enemmän asennusaikaa. Mikäli päätyy ostamaan robottiruohonleikkurin asennuspaketteineen, taulukossa 10 listattua asennussarjaa ei tarvitse erikseen ostaa.

Taulukko 10. Koneiden hankintakustannukset, euroa. ^a

Kone	KUBOTA F3890	Husqvarna R 320X AWD	Automower® 430X	Automower® 550
Koneen hinta	22750,28	6199,00	3199,00	4599,00
Leikkuulaite ^b	0,00	1299,00	0,00	0,00
Asennussarja L	0,00	0,00	250,00	250,00
Yhteensä	22750,28	7498,00	3449,00	4849,00

^aLähteet: Konekesko oy, n.d.: Husqvarna, n.d.h: Husqvarna, n.d.i: Husqvarna, n.d.j

^bLeikkuulaitteen koot: Husqvarna Combi 94 cm, Kubota 154 cm

Kubota on näistä neljästä vertailussa olevasta koneesta kallein, mutta myös tehokkain, ja Automower® 430X halvin (taulukko 10). Ajettavien ruohonleikkureiden kesken eroa hinnassa on yli 16 500 euroa, kun taas robottiruohonleikkureiden kesken eroa on 1 400 euroa. Kubotan hintaan sisältyy 154 cm leveä leikkuulaite, kun taas Husqvarnan Rideriin se täytyy ostaa erikseen. Leikkuulaitteeksi valikoitui Husqvarnan Combi 94, joka oli valikoimissa olevista kaikista halvin. Kallein malli maksaisi 1 599 euroa.

Yhden Kubotan hinnalla voisi ostaa joko kuusi 430X-robottia, joilla hoitaa enintään 19 200 neliön tai 1,92 hehtaarin edestä nurmikkoa, tai neljä 550-robottia, joilla hoitaa enintään 20 000 neliön tai 2 hehtaarin edestä nurmialueita. Husqvarnan Riderin hinnalla saisi kaksi 430X-robottia, jotka leikkaisivat nurmea 6400 neliön edestä. Mikäli siis pohtii kalliimman ajettavan ruohonleikkurin hankkimista esimerkiksi juuri 2 hehtaarin alueelle, kannattaa myös harkita vaihtoehtona robottiruohonleikkuria.

Asennussarjoja on kolmea eri mallia: S, M ja L. L-koko on näistä suurin ja kattaa sisällöllään enintään 5000 m² avoimen nurmialueen tai enintään 2500 m² monimutkaisen nurmialueen. S-koko on hinnaltaan halvin, mutta kattaa vain pienet nurmialueet: monimutkaisemmilla enintään 400 m² nurmikot, tai avoimilla enintään 800 m² nurmialueet. Sarjat sisältävät asennuksessa tarvittavaa kaapelia, sinkilöitä, jatkoksia ja liittimiä. (Husqvarna, n.d.k)

Automower® Connect on vakiovarusteena 430X ja 550 -malleissa, mutta mikäli sen haluaa ostaa erikseen lisävarusteena Automower®-mallille, josta se puuttuu, maksaisi se kaupasta riippuen 199 – 299 euroa (sisältää arvonnalisäveron). Automower® 550 hintaan sisältyy pyöräharjasarja, joka auttaa pitämään pyörät puhtaina, ja pyöräsarjan vaativaan maastoon. Kummankin robottiruohonleikkurin mukana tulee 9 kpl varateriä. (Husqvarna, n.d.h: Husqvarna, n.d.j)

Käyttökustannuksia on hieman hankala laskea, kun ei tiedetä ajettavien ruohonleikkureiden polttoaineen kulutusta. Robottiruohonleikkureilta-kaan sähkön kulutusta ei kokeen aikana voitu tarkasti mitata, mutta Husqvarnan (n.d.c) mukaan Automower® kuluttaa kauden aikana sähköä noin 11 – 75 euron edestä. Robottiruohonleikkurin käyttö on kuitenkin edullisempaa kuin ajettavan ruohonleikkurin, sillä esimerkiksi vain yksi tankki polttoainetta maksaa Kubotalla 87,47 euroa ja Riderilla 20,2 euroa (polttoaineen keskihinta 14.04.2019). Kubotalla on 61 litran dieseltankki ja Riderilla 12 litran bensatankki. Oletetaan, että Kubotaa pitäisi tankkata 2 – 3 kertaa viikossa, mikäli sitä käytettäisiin noin 7 tuntia päivässä viisi päivää viikossa. Työntekijän työpäivä on kahdeksan tuntia, josta tauot vähennettynä on tehokasta työaika maksimissaan 7 tuntia. Tällöin dieseliä kuluisi viikossa noin 175 – 262 euron verran. Husqvarnan Riderilla on pienempi tankki, joten sitä joutunee tankkaamaan 4 – 5 kertaa viikossa samalla käyttömäärällä. Tällöin bensiinin hinnaksi tulisi viikossa noin 61 – 101 euroa.

Polttoaineiden määrien arvioinnissa tulee ottaa huomioon se, etteivät ne perustu mihinkään tutkittuun tietoon, vaan vain puhtaaseen arvioon perustuen pitkään, yli kymmenen vuoden henkilökohtaiseen työkokemukseen viheralalla. Tämän pohdinnan tarkoituksena on lähinnä näyttää, miten paljon pelkästään polttoainekuluihin menee ajettavilla ruohonleikkureilla viikossa. Mikäli siirryttäisiin ainakin joillakin alueilla ajettavista ruohonleikkureista robottiruohonleikkureihin, voitaisiin säästää huomattavia summia pelkästään polttoaineessa.

Koneille tehdään myös erilaisia huoltotöitä. Ajettavilla ruohonleikkureilla kannattaa tehdä perusteellinen huolto ainakin kerran vuodessa, jossa muun muassa teroitetaan tai vaihdetaan terät, vaihdetaan öljyt ja suodatimet ja tarkistetaan koneen toiminta. Lepaan kokeessa tulikin yksi huoltokerta, jossa tehtiin koneen rasvaus, nesteiden tarkistus ja terien teroitus (liite 1). Aikaa näihin toimenpiteisiin kului yksi tunti.

Robottiruohonleikkureilla säännölliseen huoltoon kokeen aikana tuli puhdistus ja terien vaihto. Robottien mukana tuli kummallakin yhdeksän vaihtoterää, joten niitä ei erikseen tarvinnut käydä ostamassa. Mikäli kuitenkin pitäisi ostaa erikseen teriä, kannattaisi sijoittaa 300 kappaleen erittäin terävien terien pakkaukseen, joka maksaa 750 euroa (sis. alv) (Husqvarna, n.d.l). Kappalehinnaksi terille tulisi tällöin 2,5 euroa, eli yksi terien vaihto maksaa 7,5 euroa. Jos ei halua sijoittaa kerralla suurta summaa, maksaa

kuuden kappaleen erittäin kestävien terien setti 25 euroa, eli noin 4,17 euroa. Tällöin yksi terien vaihto maksaa 12,51 euroa. Terien vaihtoon kuluu aikaa alle viisi minuuttia. Tämä on huomattavasti nopeampaa kuin ajettavalla ruohonleikkurilla, jonka terien vaihto vie noin puoli tuntia. Lisäksi terät ovat kalliimmat: kolme kappaletta teriä maksaa 75 euroa (Lakeuden kone, n.d.). Toisaalta ajettavilla ruohonleikkureilla terien käyttöikä on robottiruohonleikkureiden teriä pidempi, sillä niitä voi teroittaa moneen kertaan ennen vaihtoa. Teroitukseen tosin menee aikaa ja siinä tulee huolehtia terien tasapainotuksesta, jotta ajettava ruohonleikkuri toimii moitteettomasti.

Kustannuksissa ei ole lainkaan pohdittu työntekijän osuutta. Yrityksen ei ole välttämättä tarpeen vähentää työntekijöitä, sillä ajan vapautuessa ruohonleikkuruusta voidaan työvoimaa suunnata muihin viheralueiden töihin. Ajettavilla ruohonleikkureilla työskennellessä aikaa ei mene pelkästään itse ruohonleikkuuseen, vaan sitä kuluu myös koneen päivittäisiin huoltotöihin, kuten öljyn tarkistukseen, koneen pesuun ja tankkaukseen sekä koneella paikasta toiseen siirtymiseen.

Automower®-robottiruohonleikkurin käyttöönotto voi olla hyvinkin kannattavaa, sillä se on hankintakustannuksiltaan (taulukko 10) ja käyttökustannuksiltaan selkeästi ajettavaa ruohonleikkuria halvempi. Mikäli ottaa käyttöön robottiruohonleikkurin edes osalla hoidettavista viheralueista, voi syntyä säästöjä jo pelkästään polttoainekuluissa. Ajettavista ruohonleikkureista ei välttämättä tarvitsisi luopua kokonaan, mutta robotin hoitaessa osan alueista niitä voisi tarvita vähemmän, jolloin rahaa säästyy myös säilytystiloissa ja huolloissa.

7.7 Esille nousseet ongelmat

Kummassakin kenttäkokeessa tuli esiin muutama ongelma, jotka on hyvä ottaa huomioon tuloksia tulkitessa ja robottiruohonleikkurin käyttöönottoa harkitessa. Yleisin ongelma oli robotin juuttuminen tai karkaaminen leikkuualueen ulkopuolelle. Esimerkiksi Lepaalla yhdessä rinnekohtassa robotti karkasi kokeen aikana yhteensä 6 kertaa (kuva 40). Robotti kyllä pääsi hyvin leikkaamaan pientä rinnettä, mutta saattoi erityisesti märällä nurmikolla lipsahtaa alueen ulkopuolelle. Tätä ongelmaa pyrittiin välttämään kyseisessä kohdassa asentamalla rajakaapeli hieman etäämmälle nurmikon reunasta sekä muuttamalla robotin asetuksista rajakaapelin ylitysetäisyyttä. Pisimmillään ylitysetäisyys oli 40 cm:ssä ja lyhyimmillään 28 cm:ssä, mutta robotti pääsi silti kummassakin tapauksessa karkaamaan. Rajakaapelin ylitystä voi säädellä Automower® Connect -sovelluksessa 20 – 50 cm:n välillä.



Kuva 40. Karkuteillä oleva robottiruohonleikkuri Lepingalla (Asumaniemi, 2018).

Espossa robottiruohonleikkuri ei kertaakaan päässyt karkaamaan alueelta, mutta jäi jumiin yhteensä kolme kertaa: kahdesti katuvalaisimen ja reunakiven väliin sekä kerran vanhaan kastelusysteemiin (kuva 41). Katuvalaisimen kohdalla on pieni rinne, joka on hankaloittanut robotin kääntymistä ja se on jäänyt siihen jumiin. Kastelusysteemi taas on sen verran matalalla, että robotti on päässyt ajamaan sen päälle, jolloin robotti on jäänyt kotelostaan kiinni kastelusysteemin päähän. Rajakaapeli on asennettu katuvalaisimen kohdalla nurmikon puolelle, mutta robotti on silti pyrkinyt kiertämään valaisimen ympäri rajakaapelin ylitysasetusten takia. Rajakaapelin ylitykset on tarkoituksella yritetty pitää suurina kokeilumielessä ja välillä asetettu ylitys pidemmälle, sillä on haluttu nähdä sen vaikutus pensaiden alustojen siisteydessä.



Kuva 41. Vasemmalla kuvassa robottiruohonleikkuri jumissa Espoossa ja oikealla vanhan kastelusteemin pää, johon robottiruohonleikkuri jäi kiinni.

Toinen merkittävä ongelma oli rajakaapeliin katkeamiset. Espoon kenttäkokeen kohdalla näin ei käynyt kertaakaan, mutta Lepaalla kaapeli katkesi kahdesti. Ensimmäisellä kerralla on todennäköisesti lapiolla katkaistu kaapeli alueella olevien istutusten hoitotöiden yhteydessä. Rajakaapeli katkesi 30.07.18 ja se korjattiin 01.08.18 (kuva 42), joten robottiruohonleikkuri ei ollut pitkään pois käytöstä. Viikkoa myöhemmin kaapeli katkesi uudelleen. Aluksi oli epäily, että pinnalla olleen kaapelin olisi robottiruohonleikkuri itse katkaissut, mutta myöhemmin yksi kausityöntekijöistä myönsi, että on traktorilla yliajaessaan katkaissut rajakaapelin. Rajakaapeli katkesi 08.08.18 ja se korjattiin 15.08.18, joten robotti oli viikon pois käytöstä. Tämä ei kuitenkaan ollut ongelma, sillä nurmialueet olivat pitkän kuumuuden seurauksena hyvin kuivassa kunnossa, joten robotin olisi joka tapauksessa joutunut laittamaan tauolle. Husqvarnan edustaja hoiti kummallakin kerralla kaapelin korjaustyöt.



Kuva 42. Katkennut kaapeli 01.08.18 (Salo, 2018).

Katkenneen kaapelin korjaukseen ja erityisesti paikannukseen tarvitaan erilaisia työkaluja: signaalin vahvuutta mittaavalla laitteella helpotetaan katkeamiskohdan löytymistä erityisesti suuremmalla alueella, ja itse kaapelin korjaukseen tarvitaan jatkoliittimiä, sivuleikkurit ja nokkapihdit sekä mahdollisesti myös kaapelia (kuva 43). Mittari kytketään laittamalla maahan rautatappi, johon laitetaan kiinni miinusnapa ja plusnapa kiinnitetään rajakaapeliin (kuva 44). Tämän jälkeen etsitään signaalia mittatyökalun kanssa rajakaapelia seuraamalla. Yleensä mittatyökalu löytää signaalin 10 – 30 cm korkeudesta, mutta tässä tapauksessa signaali oli niin heikko, että mittaria piti pitää ihan kiinni nurmikossa suoraan kaapelin yläpuolella, jolloin etsintä piti suorittaa konttaamalla nurmikkoa pitkin. Signaali loppui noin 10 metriä ennen kaapelikatkoa. Kun katkennut kohta löytyi, yhdistettiin kaapeleiden päät toisiinsa jatkoliittimillä ja lopuksi vielä tarkistettiin rajakaapelin asennus katkenneen kohdan läheltä. (Salo, 2018)



Kuva 43. Robottiruohonleikkuri sekä katkenneen kaapelin korjaukseen tarvittavia työkaluja (Salo, 2018).



Kuva 44. Mittalaitteen kytkennät katkenneen kaapelin etsintää varten (Salo, 2018).

Espoon kenttäkokeen vertailualueen kohdalla tuloksiin vaikuttavana ongelmana olikin toistojen riittämättömyys ja ensimmäisen hoitokerran epäonnistuminen rikkiäisten koneiden takia. Espoon kohteella sijaitsi yksi varikko, jossa säilytettiin kohteessa käytettäviä koneita. Tarkoituksena oli

käyttää koko kokeen keston ajan näitä laitteita, mutta valitettavasti ne olivatkin rikki. Ajettava ruohonleikkuri ei lähtenyt ollenkaan käyntiin. Ongelma saattoi mahdollisesti olla leikkuupöydässä, jota ei saatu nostettua yläasentoon, jotta koneen olisi saanut käyntiin. Lisäksi nurmialueen viimeistelyssä käytettävästä siimasta oli pää hajonnut eikä itse varikolla sattunut olemaan vaihtopäätä. Kohdetta hoitanut vakiporukka oli unohtanut ilmoittaa näiden hajoamisesta eikä vertailualueen hoidosta vastuussa ollut henkilö voinut hakea toimivia laitteita tilalle myöhäisen ajankohdan takia.

Viheralalla koneiden hajoaminen on suhteellisen normaali ongelma eikä työntekijät aina kehtaa kertoa rikkinäisistä laitteista syystä tai toisesta. Tämän vuoksi epäonnistunut ensimmäinen hoitokerta oli vain hyvä lisä tähän tutkimukseen. Vaikka koneita käyttäisi normaalisti turvallisuusohjeita noudattaen sekä huolehtisi säännöllisistä huolloista, ei koneiden hajoamista voi etukäteen ennustaa. Rengas voi puhjeta tai hihna katketa, jolloin aika menee koneen huoltoon vientiin tai varaosien noutamiseen, ellei niitä sattumalta ole mukana. Tällöin hoitotyöt väkisinkin viivästyvät tai pahimmassa tapauksessa jäävät välistä, kunnes saadaan uusi kone tilalle tai ehdittää takaisin kohteeseen tekemään työt loppuun.

On myös hyvä ottaa huomioon ruohotrimmerin tai kanttaustöiden tarve nurmialueilla, joissa halutaan pärjätä pelkällä robottiruohonleikkurilla. Kuvassa 45 näkyy hyvin reunakiven, istutusalueen ja tien viereen jääneet leikkaamattomat nurmikaistaleet. Kuvassa 45 oikealla on leikkaamatta jäänyt nurmikaistale rinteeseen ja tien välissä. Kuvasta ei sitä näe, mutta siinä oli melko jyrkkä ja epätasainen nurmialue, jonka takia rajakaapeli vedettiin hieman normaalia kauempaa. Tällä pyrittiin estämään robotin luiskahtaminen pois leikkuualueeltaan erityisesti kostealla säällä. Valitettavasti robottiruohonleikkuri silti pääsi ”karkaamaan” ja tämä kohta olikin monesti juuri se paikka, josta alueeltaan karannut robotti löydettiin.



Kuva 45. Robottiruohonleikkurilta voi jäädä joitakin kohtia leikkaamatta.

Jos robottiruohonleikkurin työskentelyalueella on reunakiviä, tulee ainakin niistä kohdin käydä säännöllisesti siistimässä nurmikon reunat ruohotrimmerillä. Kuvassa 45 vasemmalla olevan reunakiven viereen oli asennettu rajakaapeli, mutta robotti leikatessaan törmää reunakiveen, kääntyy ja jatkaa matkaa muualle, jolloin pieni kaistale ruohoa jää leikkaamatta. Sama ongelma on muureilla, valaisimilla ynnä muilla esteillä. Jonkin verran tähän voisi vaikuttaa kanttaamalla esteiden ympäriltä noin 10 – 20 cm nurmikkoa pois, jolloin ei jäisi häiritseviä ruohotupsuja.

Istutusalueiden reunat voivat jäädä robottiruohonleikkurilta tekemättä, kuten kuvassa 45 keskellä on hyvin nähtävillä. Tämän ongelman tosin voi ratkaista kolmella tavalla, mikäli halutaan välttää säännöllinen siistiminen ruohotrimmerillä: etukäteen ehkäisemällä asentamalla kaapeli huolellisesti mahdollisimman lähelle istutusaluetta, säätämällä kaapelin ylityksen asetuksia tai kanttaamalla ja kattamalla istutusalueet ennen kaapelin asennusta, jolloin myös koko alueen yleisilme paranee. Kokeen aikana kokeiltiin säätää kaapelin ylityksen asetuksia, jotta nähtäisi ero istutusalueiden reunojen siisteydessä. Valitettavasti asetukset jouduttiin säätämään melko pian takaisin entiseen ja jopa pienemmiksi, sillä robotti oli herkempi luiskahtamaan ulos työskentelyalueeltaan hankalimmissa rinnekohtissa. Kaapelin ylitys tarkoittaa etäisyyttä, jonka robottiruohonleikkurin etuosa kulkee kaapelin yli, ennen kuin se vaihtaa suuntaa takaisin työskentelyalueelle. Asetusta voi säätää 20 – 50 cm:n välillä (Husqvarna, 2018, s. 30).

8 POHDINTA

Tutkimuksen alussa lähdettiin liikkeelle kysymyksestä ”Millaiset erot ovat perinteisen ruohonleikkuun ja robottiruohonleikkuun välillä kustannuksissa, nurmikon laadussa ja ympäristövaikutuksissa?”. Vaikka alkuperäisestä suunnitelmasta karsiutui pois juuristomassan tutkinta ja viherpeitteisyys, on tutkimuskysymykseen saatu tällä opinnäytetyöllä tyydyttävä vastaus. Tutkimuksen olisi voinut toteuttaa säntillisemmin erityisesti Espoossa tekemällä vertailualueella hoitokäyntejä säännöllisemmin, mutta nykyiselläänkin se antaa tyydyttäviä vastauksia robottiruohonleikkurin ja ajettavan ruohonleikkurin välisistä eroista. Tuloksien analysointiin vaikuttanee jokseenkin positiiviset ennakoasenteet robottiruohonleikkureita kohtaan, mutta kriittisyyttä on siitä huolimatta pyritty harjoittamaan ja esittämään kritiikkiä.

Robottiruohonleikkureita voisi ammattikäytössä parhaiten hyödyntää laajoilla ja yhtenäisillä nurmialueilla, joissa voi olla myös maaston korkeuden vaihteluita. Leikkurin mallista ja renkaista riippuen rinteet voivat olla kaltevuudeltaan jopa 70%, jolloin rinteisiin ei tarvitsisi erikseen ihmisen mennä ruohotrimmerillä työskentelemään. Mikäli nurmialueilla on kasvillisuutta tai muita esteitä, kuten valaisimia, tolppia tai aitoja, tulisi näiden reunat rajata huolella nurmikosta esimerkiksi kanttaamalla. Tällöin robotti pääsee

helposti leikkaamaan koko alueen reunoineen, jolloin ei erikseen tarvitse käydä ruohotrimmerillä siistimässä alueita. Robottiruohonleikkurit voisivat soveltua erinomaisesti esimerkiksi golfkentille, A1-hoitoluokan nurmialueille, joissa vaaditaan jatkuvaa edustuskuntoa, A2-hoitoluokan puistoalueille sekä hautausmaille, joissa on vielä varsinaisesta käytöstä pois olevia alueita. Leikkuri voisi soveltua töihin myös hautakivien keskelle, mikäli perenna-alueille pääsy rajattaisiin vaikkapa pienillä metalliaidoilla tai muulla vastaavalla, jolloin robotti ei vahingossakaan voisi päästä leikkaamaan koristekasveja.

Robottiruohonleikkureiden kohdalla oli myös ilkeivallan mahdollisuus olemassa, sillä kummatkin koneet sijaitsivat julkisella tai puolijulkisella paikalla, joihin pääsyä ei ollut mitenkään rajoitettu. Espoon kohdalla robottiruohonleikkuri oli alueella, jossa on kameravalvonta käytössä, joten ilkeivallan mahdollisuus oli siellä pienempi. Kokeen aikana ei kuitenkaan tapahtunut mitään: kumpaakaan konetta ei rikottu, tuhrattu, yritetty varastaa tai tehty muuta vastaavaa ilkeivaltaa, mikä tuli pienenä yllätyksenä.

Mikäli tulevaisuudessa tutkimusta jatkettaisiin, voisi siinä tarkemmin perehtyä nurmikon kuntoon ja siinä tapahtuviin muutoksiin. Vertailualueet järjestettäisiin samalla tavalla kuin tämän opinnäytetyön kenttätutkimuksessa, eli iso nurmialue jaettaisiin suurin piirtein puoliksi. Toista puolta hoidettaisi ajettava ruohonleikkuri ja toista puolta robottiruohonleikkuri. Koekenttiä voisi olla enemmän kuin yksi, jolloin erilaiset olosuhteet voitaisiin ottaa huomioon vertailussa. Esimerkiksi todella varjossa oleva nurmikko on kunnoltaan ihan erilainen kuin erittäin aurinkoisessa paikassa oleva nurmi. Samoin muun kasvillisuuden määrä ja koekentän sijainti vaikuttaa nurmikkoon ja tutkimuksen tuloksiin. Esimerkiksi koivut kuluttavat paljon vettä ja jos koekenttä on vilkkaiden väylien varrella, voivat monet jalankulkijat oikaista nurmikon läpi, jolloin alueelle kohdistuu paljon kulutusta.

Tutkimus voisi alkaa jo huhti-toukokuussa, kun nurmikkoa aletaan ensimmäisiä kertoja leikkaamaan. Yhden vuoden aikana tuskin vielä tapahtuisi suuria muutoksia, joten tutkimuksen tulisi kestää ainakin 2 – 3 vuotta. Tällöin saadaan mahdollisimman pitkä ajanjakso tarkasteluun ja voitaisiin paremmin nähdä mahdolliset muutokset ja erot kunnossa ajettavan ruohonleikkurin ja robottiruohonleikkurin leikkaamalla alueilla ja vertailla niitä keskenään.

Mahdollisen jatkotutkimuksen painottuessa nurmikon kuntoon voisi muutoksia tarkastella esimerkiksi maa-analyysien, kasvutiheyden, viherpeitteisyyden, juuriston kunnan ja karikekerroksen avulla. Maa-analyysit voisi tehdä esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa, joista ensimmäinen kerta on ennen tutkimuksen ja kasvukauden alkamista varhain keväällä ja toinen kerta syys-lokakuussa. Näytteet otettaisiin joka vuosi samoihin aikoihin sekä ajettavan ruohonleikkurin että robottiruohonleikkurin hoitamilta alueilta. Tällöin voitaisiin tarkastella muutoksia kunnossa sekä yhden kasvukauden että koko tutkimuksen aikana. Viherpeitteisyyttä voisi arvioida ottamalla

koekentästä kuvia ilmasta käsin dronen avulla. Kasvukauden sääolosuhteista riippuen kuvia voisi ottaa yhdestä kahteen kertaan kuukaudessa tai tiukasti VRT'17-julkaisun ohjeistuksen mukaisesti ja arvioida viherpeitteisyyttä joko silmämääräisesti tai kuvankäsittelyohjelman avulla. Kasvutiheyttä ja juuriston kuntoa voisi samalla kertaa arvioida ottamalla alueilta useampia näytteitä 2 – 3 kertaa vuoden aikana. Mikäli näytteet otettaisiin kairalla, voisi tiheyden arvioida laskemalla pinta-alaltaan noin 5 cm² näytteistä versotiheys, joka ilmaistaan keskiarvona 1000 lehtiversoa per m² (Paatela & Järvinen, 1994, s. 5; ks. myös Soini, 2009, s. 180). Samalla voidaan tarkastella juuriston kuntoa kuvaamalla näytteet ja silmämääräisesti arvioimalla juuriston paksuutta, kasvusuuntaa, haarautuneisuutta ja kasvusyvyttä.

Koko opinnäytetyöprosessi on ollut mielenkiintoinen ja opettanut paljon tutkimuksen teosta, kriittistä tarkastelua niin omassa toiminnassa kuin lähdetekstien tarkastelussa ja herättänyt suuren mielenkiinnon robotiikkaa ja erityisesti robottiruohonleikkureita kohtaan. Aikaa olisi voinut käyttää enemmän ja perehtyä vielä syvällisemmin ympäristönäkökulmaan ja erityisesti kustannuksiin, mutta tähän opinnäytetyöhön kerätyillä tiedoilla valotetaan aiheita jo jonkin verran.

LÄHTEET

3M. (n.d.). 3M™ Peltor™ Optime™ Comfort kupusuojain H510A (87–98 dB). Haettu 08.04.2019 osoitteesta https://www.3msuomi.fi/3M/fi_FI/company-ndc/all-3m-products/~3M-Peltor-Optime-Comfort-kupusuojain-H510A-87-98-dB-/?N=5002385+8709316+8710659+8711017+8724186+8745448+3290656041&preselect=3293786499&rt=rud

Alanne, J. (2018). Siili ei juokse robottiruohonleikkuria pakoon, vaan kääriytyy kerälle ja jää terän hampaisiin – valmistaja huolestui. *Iltalehti* 27.09.2018, juttua muokattu 28.09.2018. Haettu 19.10.2018 osoitteesta https://www.iltalehti.fi/asumisartikkelit/3644e9da-0457-4ed5-b40e-1300331ad7e0_uh.shtml

Ambrogio robot. (n.d.a) Vertaa malleja. Haettu 17.04.2019 osoitteesta <https://www.ambrogiorobot.com/fi/models/compare>

Ambrogio robot. (n.d.b) L400 ELITE. Haettu 17.04.2019 osoitteesta <https://www.ambrogiorobot.com/fi/models/view/l400-elite>

Bosch. (n.d.) Älykästä nurmikonleikkuuta Logicut-järjestelmällä. Haettu 17.04.2019 osoitteesta <https://www.bosch-garden.com/fi/fi/puutarhaty-oekalut/indego-logicut.jsp>

Eurofins. (n.d.). Viherrakentaminen. Haettu 21.03.2019 osoitteesta <https://www.eurofins.fi/agro/analyysit/viherrakentaminen/>

Eurofins. (2016) Viheralueiden maanäytteenotto-ohje. Haettu 25.03.2019 osoitteesta <https://www.eurofins.fi/agro/naeytteenotto-ohjeet/viheralueiden-maanaeytteenotto-ohje/>

Hentinen, H. (2010). NURMIKKO–opas – nurmikon suunnittelu, rakentaminen ja hoito. Helsinki: Grano Oy.

HSY. (2019). Vaarallinen jäte. Haettu 14.04.2019 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/vaarallinenjate/Sivut/default.aspx>

Husqvarna. (n.d.a). Metsä, puisto ja puutarha -verkkosivusto. Haettu 21.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/>

Husqvarna. (n.d.b). Rakennuskoneiden verkkosivusto. Haettu 21.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarnacp.com/fi/>

Husqvarna. (n.d.c). Husqvarna Automower® – maailman johtava robottiruohonleikkuri. Haettu 26.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/robottiruohonleikkurit/>

Husqvarna. (n.d.d). Husqvarna R 320 AWD. Haettu 18.02.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/ajoleikkurit/r-320-awd-ilman-leikkuulaitetta/967291502/>

Husqvarna. (n.d.e). Husqvarna Fleet Services™. Haettu 04.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/nurmikko-puutarha/ammattilaisille/fleet-service/>

Husqvarna. (n.d.f). Tarjoa Husqvarna Automower® -leikkurillesi all-inclusive-tavisäilytys. Haettu 28.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/nurmikko-puutarha/tyoskenneltaessa/yllapito/robot-lawn-mower-winter-storage/>

Husqvarna. (n.d.g). Robottileikkurit – Husqvarna Automower® 440. Haettu 03.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/robottiruohonleikkurit/automower-440/967673321/>

Husqvarna. (n.d.h). Robottileikkurit – Husqvarna Automower® 430X. Haettu 07.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/robottiruohonleikkurit/automower-430x/967852821/>

Husqvarna. (n.d.i). Husqvarna R 320X AWD. Haettu 12.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/ajoleikkurit/r-320x-awd-ilman-leikkuulaitetta/967847301/>

Husqvarna. (n.d.j). Husqvarna Automower® 550. Haettu 18.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/robottiruohonleikkurit/automower-550/967650221/>

Husqvarna. (n.d.k). Asennussarja. Haettu 18.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/varusteet-tarvikkeet/asennus/asennussarja/967623601/?q=967673121>

Husqvarna. (n.d.l). Automower®-terät, erittäin kestävät. Haettu 19.04.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/varusteet-tarvikkeet/varaosat/kestavat-terat/595084403/?q=967852821>

Husqvarna. (2017). Husqvarna Automower® 105/310/315/315X/420/430X/440/450X. Käyttöohje.

Husqvarna. (2018). *Husqvarna Automower® 520/550*. Käyttöohje.

Husqvarna®. (2017). Rider 318, Rider 320 AWD. Käyttöohje. Haettu 30.03.2019 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tukipalvelut/ladattavat-kaytto-ohjeet/> hakusanalla Husqvarna R 320 AWD.

Husqvarna Group. (n.d.) More than 325 years of innovation. Haettu 21.03.2019 osoitteesta <http://www.husqvarnagroup.com/en/about/history>

Husqvarna Group. (2018) Who we are and what we do. Haettu 26.03.2019 osoitteesta http://www.husqvarnagroup.com/sites/default/files/group_presentation_dec2018.pdf

Ilmatieteenlaitos. (2019). Havaintojen lataus. Haettu 15.04.2019 osoitteesta <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>

Ilmatieteenlaitos. (n.d.) Ilmatieteenlaitoksen havaintoasemat. Haettu 15.04.2019 osoitteesta <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat>

Junttila, U-K., Koivistoinen, M., Waris, J., Häkkinen, I. & Kauppinen, M. (2011). *Katu ympäristön suunnitteluopas*. Tampere: Tammerprint Oy.

Konekesko Oy. (n.d.). Kubota ruohonleikkurit. Haettu 18.04.2019 osoitteesta <http://www.konekesko.com/fi-FI/Tuotemerkit/Kubota/Ruohonleikkurit/#technical-details>

Kubota. (2007). Kubota F2880 Operator's Manual. Haettu 13.04.2019 osoitteesta <https://www.manualslib.com/manual/925343/Kubota-F2880.html?page=22#manual>

Kubota. (n.d.) Kubota diesel etuleikkurit F2890E/F3890. Haettu 18.04.2019 osoitteesta http://www.konekesko.com/Global/Kubota%20ruohonleikkurit/Kubota_F2890_ja_F3890_FIN_web.pdf?epslanguage=fi-FI

Kuuloliitto ry. (n.d.). Vapaa-ajan melu. Haettu 28.03.2019 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu/>

Lakeuden kone. (n.d.) Husqvarna teräsarja (3 kpl) ruohonleikkuriin. Haettu 19.04.2019 osoitteesta <https://www.lakeudenkone.fi/product/6/husqvarna-terasarja-3-kpl-ruohonleikkuriin>

Leiwo, H. (2018). Sputnik-kissa jäi robottiruohonleikkurin alle – eläinlääkärille tapaus oli ensimmäinen. *Yle* 23.07.2018. Haettu 19.10.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10318416?origin=rss>

Luke. (n.d.a). LCA in Landscaping, LIFE09 ENV FIN 000570. Haettu 11.04.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping>

Luke. (n.d.b). Ajankohtaista. Haettu 11.04.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/Ajankohtaista>

Minilex. (n.d.). Järjestyslaki hiljaisuus. Haettu 13.04.2019 osoitteesta <https://www.minilex.fi/a/j%C3%A4rjestyslaki-hiljaisuus>

Nuotio, A-K. (2007). *Viheralueiden hoitoluokitus*. Tampere: Tammerprint Oy.

Nuotio, A-K. (2009). *Päätöksentekijän opas, Viherhoidon ABC*. Mikkeli: Teroprint Oy.

Närhi, S. (2019). Nurmikon leikkuuta ilman stressiä. *Viherympäristö* 1, s. 19.

Paatela, J. & Järvinen, E. (1994). *Golfkenttien viherpeitetutkimus*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Parker, S. (2018). Robot lawnmowers are killing hedgehogs. *Wired* 26.09.2018. Haettu 19.10.2018 osoitteesta <https://www.wired.com/story/robot-lawnmowers-are-killing-hedgehogs/>

Robomow. (n.d.) Tuotteet. Haettu 17.04.2019 osoitteesta <https://www.robomow.com/fi-FI/products/>

Salo, J. (2018). Kuvia Lepaalta. Sähköpostiviesti tekijälle 02.08.2018.

Silvenius, F., Alaspää, A., Niemeläinen, O., Raiskio, K. (2014). Nurmikon leikkuun polttoainekulutus ja kasvihuonekaasupäästöt osana viherrakennuskohteen elinkaariarviointia. Haettu 04.03.2019 osoitteesta <https://docplayer.fi/10245229-Nurmikon-leikkuun-polttoainekulutus-ja-kasvihuonekaasupaastot-osana-viherrakennuskohteen-elinkaariarviointia.html>

Soini, T. (2009). *Viherrakentajan käsikirja*. Tampere: Esa Print Oy.

Stiftung Warentest. (2018). Sechs mähen gut, zwei versagen beim Sicherheitstest. Haettu 17.04.2019 osoitteesta <https://www.test.de/Maehroboter-im-Test-4698387-0/>

Tieteen kuvalehti. (2009). Kasvikunnan janoisimmat. Haettu 20.02.2019 osoitteesta <https://tieku.fi/luonto/kasvit/kasvikunnan-janoisimmat>

Viherympäristöliitto ry. (n.d.) Hankkeen tausta. Haettu 11.04.2019 osoitteesta <https://www.vyl.fi/tietopankki/kesy/info/hankkeen-tausta/>

Viherympäristöliitto ry. (2009). *Viheralueiden kasvualustat*. 2. painos. Helsinki: Artprint Oy.

Viherympäristöliitto. (2015) Kasvualustasuositukset. Haettu 26.03.2019 osoitteesta https://www.vyl.fi/site/assets/files/1499/kasvualusta_ravinnepitoisuudet_web2.pdf

Viherympäristöliitto ry. (2015). *Viheralueiden hoito VHT'14*. 2. painos. Tampere: Tammerprint Oy.

Viherympäristöliitto ry. (2017). *Viherrakentamisen yleinen työselostus VRT'17*. Helsinki: Grano Oy.

Viherympäristöliitto ry. (2018). *Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli*. Helsinki: Viherympäristöliitto ry.

Ziemann, M. (2018). Sormet silpuksi saksalaistestissä – kaikki robottiruohonleikkurit eivät tunnista leikkiviä lapsia. *Yle* 26.04.2018. Haettu 19.10.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10177275>

Äystö, H. (2018). Robottileikkurit ammattilaisten avuksi. *Puutarha & Kauppa* 5, s. 49.

Kuvat:

Asumaniemi, A. (2018). Karkuteillä oleva robottiruohonleikkuri Lepaalla. WhatsApp-viesti 19.07.2018.

Eurofins. (2016) Viheralueiden maanäytteenotto-ohje. Haettu 25.03.2019 osoitteesta <https://www.eurofins.fi/agro/naeytteenotto-ohjeet/viheralueiden-maanaeytteenotto-ohje/>

Google. (2018). Espoon kenttäkokeen kohde. Haettu 13.01.2019 osoitteesta <https://www.google.com/maps/@60.1794498,24.7748702,70m/data=!3m1!1e3>

Google. (2019). Lepaan kenttäkokeen kohde. Haettu 13.01.2019 osoitteesta <https://www.google.com/maps/@61.1167373,24.3226102,118m/data=!3m1!1e3>

Husqvarna. Espoossa käytetty Husqvarnan ajettava ruohonleikkuri (2018). Haettu 06.03.2018 osoitteesta <https://www.husqvarna.com/fi-fi/tuotteet/ajoleikkurit/r-320-awd-ilman-leikkuulaitetta/967291502/>

Miettinen, M. (2018). Lepaalla kokeessa käytetty ajettava ruohonleikkuri. Whatsapp-viesti tekijälle 18.02.2019.

Salo, J. (2018). Katkennut kaapeli 01.08.18. Sähköpostiviesti tekijälle 02.08.2018.

Salo, J. (2018). Robottiruohonleikkuri sekä katkenneen kaapelin korjaukseen tarvittavia työkaluja. Sähköpostiviesti tekijälle 02.08.2018.

Salo, J. (2018). Mittalaitteen kytkennät katkenneen kaapelin etsintää varten. Sähköpostiviesti tekijälle 02.08.2018.

Nuotio, A-K. (2007). Hoitoluokitusten käyttöä Tampereella. Kuva. Teoksesta Viheralueiden hoitoluokitus. Tampere: Tammerprint Oy.

Viherympäristöliitto. (2015) Ote Viherympäristöliiton laatimista suositusarvoista eri kasvualustojen ravinnepitoisuuksille. Haettu 26.03.2019 osoitteesta https://www.vyl.fi/site/assets/files/1499/kasvualusta_ravinnepitoisuudet_web2.pdf

Vuorinen, V. (2018). Ero nurmikon siisteydessä elokuussa. Sähköpostiviesti Hannu Äystöltä tekijälle 15.08.2018.

HOITOTOIMENPITEIDEN SEURANTA -TAULUKKO

Hoidon seuranta	Ruohonleikkuu	Leikkaukseen käytetty aika	(Säätila leikatessa)	Huomautus	Huoltotoimenpide	Huoltoon kulunut aika	Muu hoitotoimenpide	Muuhun hoitoon kulunut aika
	pvm	min			Esim. terien teroitus, öljyjen vaihto/lisäys + pvm	h	Esim. nurmijätteen haravointi, kastelu, lannoitus yms + pvm	h
Lepaa (Antti)	28.6.18	28	Aurinkoinen					
	6.7.18	38	Pilvinen, tiheysadetta					
	13.7.18	30	Puolipilvinen					
	27.7.18	34	Aurinkoinen					
	10.8.18	30	Pilvinen		20.8. rasvaus, nesteiden tarkistus, terien teroitus	1		
	21.8.18	28	Puolipilvinen					
(Eero)	31.8.18	23	Puolipilvinen	Puiden leikkaus lyhentänyt nurmenleikkuaikaa				
	5.9.18	24	Pilvinen					
	20.9.18	22	puolipilvinen					
	yhteensä	257				1		
	keskiarvo	29				1		
Espoo	Ruohonleikkuu	Leikkaukseen käytetty aika	(Säätila leikatessa)	Huomautus	Huoltotoimenpide	Huoltoon kulunut aika	Muu hoitotoimenpide	Muuhun hoitoon kulunut aika
	pvm	min			Esim. terien teroitus, öljyjen vaihto/lisäys + pvm	h	Esim. nurmijätteen haravointi, kastelu, lannoitus yms + pvm	min
12-15 min ajomatkat (n. 9-10 km suuntaansa varikkokäynteineen Suvelasta)	4.8.18	0	Aurinkoinen	Vakiporukka unohtanut mainita rikkinäisestä siimasta ja ajoleikkurista (ei käynnisty).	Ajoleikkuri täytyy viedä erikseen korjattavaksi, siimalle riittää pään vaihto	1,5 (arvio yht. huoltoon vienti ja haku + pään vaihto (5min))	Kivien keruu robotin leikkuaalueelta	10
	21 ja 26 min ajo Lasilaaksosta (ilman varikkoa, leikkuukamat autossa)	22.8.18	17	Aurinkoinen	Lisäksi kummankin alueen siimaus n. 15 min (5 min siiman korjailua). "Nurmi" pitkää.		Kivien keruuta	3
	20 ja 24 min ajo Lasilaaksosta (kamat autossa, ei käyntiä varikolla)	13.9.18	9	Aurinkoinen	Lisäksi siimaus (hidas siimaaja) 28 min, sisältää siiman vaihdon, ja puhallus 3 min			
	yhteensä	26				1,5		13
	keskiarvo	13				1,5		6,5
Hoito-ohjeet:								
Nurmikko hoidetaan lähtökohtaisesti VHT '14 määrittelemän hoitoluokka A2-mukaan. Viheralaa kuitenkin kuuluu myös oleellisena osana luonnon, säätilan, koneiden yms arvaamattomuus, joten ihan pilkulleen en tämän toteutumista vaadi. :)								
Nurmikon pituus 4-12 cm								
Leikkuurajat limitetään riittävästi								
Leikkusuuntaa vaihdetaan jokaisella leikkuukerralla								
Häiritsevä leikkuujäte poistetaan								
Leikkuu suoritetaan mieluiten kuivalla säällä								
Siimaus hoidetaan niin, ettei reunat selkeästi poikkea muusta nurmikosta (myös robotin hoitamalla alueella)								

Liite 2

ROBOTIT -TAULUKKO

Robotit	Lepaa	h	Leikkuukorkeus	Käynnit	Ongelmat ja huomiot	Espoo	h	Leikkuukorkeus	Käynnit	Autolla kuljetut kilometrit	Ongelmat ja huomiot
Malli	550					430X					
Neliöt	1900					1100					
			MIN (1) 2 cm MAX (9) 6 cm					MIN (1) 2 cm MAX (9) 6 cm			
26.6.2018	15:00-22:00	7,00	9,00		Hakukaapeli asennettu, kaapelin ylitys 31 cm						
27.6.2018	5:00-22:00	17,00	9,00								
28.6.2018	5:00-22:00	17,00	9,00								
29.6.2018	5:00-22:00	17,00	9,00								
30.6.2018	5:00-22:00	17,00	9,00	x							
1.7.2018	7:00-20:30	13,50	9,00								
26	Yhteensä	88,50									
2.7.2018	7:30-21:00	14,00	9,00								
3.7.2018		0,00	9,00								
4.7.2018	4:00-16:30	12,50	9,00								
5.7.2018	7:30-21:00	13,50	9,00								
6.7.2018	7:30-18:00	10,50	9,00								
7.7.2018	09:00-18:00	9,00	9,00								
8.7.2018		0,00	9,00								
27	Yhteensä	59,50									
9.7.2018	6:00-21:00	15,00	9,00								
10.7.2018		0,00	9,00								
11.7.2018		0,00	9,00								
12.7.2018	6:00-21:00	15,00	9,00								
13.7.2018	6:00-21:00	15,00	9,00			11:30-20:00	8,50	6,00	x	16,3	Asennuspäivä, rajakaapelin ylitys 31 cm
14.7.2018	6:00-15:00	15,00	9,00	x	Kaapelin ylitys 40 cm	9:00-19:00	10,00	6,00			
15.7.2018		0,00	9,00			9:00-19:00	10,00	6,00			
28	Yhteensä	60,00				yhteensä	28,50				
16.7.2018		0,00	9,00			7:00-20:00	13,00	6,00			
17.7.2018		0,00	9,00			7:00-20:00	13,00	6,00			
18.7.2018	6:00-21:00	15,00	9,00			7:00-20:00	13,00	6,00			
19.7.2018	6:00-21:00	15,00	8,00		Robo karannut kahdesti, kaapelin ylitys 30 cm	7:00-20:00	13,00	6,00			
20.7.2018	6:00-21:00	15,00	8,00			7:00-20:00	13,00	6,00			
21.7.2018		0,00	8,00				0,00	6,00			
22.7.2018		0,00	8,00				0,00	6,00			
29	Yhteensä	45,00				yhteensä	65,00				
23.7.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			7:00-20:00	13,00	6,00			
24.7.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			7:00-20:00	13,00	8,00	x	19,7	Terien vaihto + robo karannut, kaapelin ylitys 35 cm
25.7.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
26.7.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
27.7.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
28.7.2018		0,00	8,00	x	Terien vaihto		0,00	8,00			
29.7.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
30	Yhteensä	67,50				yhteensä	26,00				
30.7.2018	7:30-18:30	11,00	8,00		Rajakaapeli poikki	7:00-20:00	13,00	8,00			
31.7.2018		0,00	8,00			7:00-20:00	13,00	8,00			
1.8.2018	12:00-21:00	9,00	8,00		Kaapeli korjattu		0,00	8,00			
2.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00		Robo karannut	7:00-20:00	13,00	8,00			
3.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			7:00-20:00	13,00	8,00			
4.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00	x	19,7	Terien vaihto + 1. hoito (epäonnistui)
5.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
31	Yhteensä	47,00				yhteensä	52,00				
6.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
7.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
8.8.2018	7:30-13:30	6,00	8,00		Rajakaapeli poikki		0,00	8,00			
9.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
10.8.2018		0,00	8,00			07:00-20:00	13,00	8,00			
11.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
12.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
32	Yhteensä	33,00				yhteensä	13,00				
13.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
14.8.2018		0,00	8,00	x			0,00	8,00			
15.8.2018	10:30-21:00	0,00	8,00		Kaapeli korjattu		0,00	8,00			
16.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
17.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
18.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
19.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
33	Yhteensä	40,50				yhteensä	0,00				
20.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0,00	8,00			
21.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00				0	8,00			
22.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			15:30-20:00	4,50	8,00	x	32,6	Terät kuluneet, mutta ei vaihtoa + 2. hoito
23.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			07:00-20:00	13,00	8,00			
24.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			07:00-20:00	13,00	8,00			
25.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
26.8.2018		0,00	8,00				0,00	8,00			
34	Yhteensä	67,50				yhteensä	30,50				

27.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			08:00-19:00	11,00	8,00			
28.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			08:00-19:00	11,00	8,00	x	19,7	
29.8.2018	7:30-21:00	13,50	8,00			08:00-19:00	11,00	8,00			
30.8.2018	7:30-21:00	13,50	7,00	x		08:00-19:00	11,00	8,00			
31.8.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	8,00			
1.9.2018		0,00	7,00				0,00	8,00			
2.9.2018		0,00	7,00				0,00	8,00			
35	Yhteensä	67,50				yhteensä	55,00				
3.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	8,00			
4.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	8,00			
5.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00		Robo karannut	08:00-19:00	11,00	8,00			
6.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00	x	19,7	Terien vaihto + robo jumissa, kaapelin ylitys 38 cm
7.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
8.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
9.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
36	Yhteensä	67,50				yhteensä	55,00				
10.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
11.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
12.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
13.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00	x	32,6	Terät tarkistettu + 3. hoito
14.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
15.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
16.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
37	Yhteensä	67,50				yhteensä	55,00				
17.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
18.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
19.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
20.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00	x	19,7	Robo jumissa vanhassa kastelusyhteemissä
21.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
22.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
23.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
38	Yhteensä	67,50				yhteensä	55,00				
24.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00	x		08:00-19:00	11,00	6,00			
25.9.2018	7:30-21:00	13,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
26.9.2018	7:30-20:00	12,50	7,00		Robo karannut, rajakaapelin ylitys 28 cm	08:00-19:00	11,00	6,00			
27.9.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
28.9.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
29.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
30.9.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
39	Yhteensä	62,50				yhteensä	55,00				
1.10.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
2.10.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
3.10.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
4.10.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
5.10.2018	08:30-20:00	11,50	7,00			08:00-19:00	11,00	6,00			
6.10.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
7.10.2018		0,00	7,00				0,00	6,00			
40	Yhteensä	57,50				yhteensä	55,00				
8.10.2018	8:30-20:00	11,50	7,00		Viimeinen leikkauspäivä + robo karkuteilla	08:00-19:00	11,00	6,00			Viimeinen leikkauspäivä
9.10.2018											
10.10.2018											
11.10.2018											
12.10.2018											
13.10.2018											
14.10.2018					Leikkureiden laitepari purettu						Leikkureiden laitepari purettu
41											
15.10.2018											
16.10.2018											Kone poistettu alueelta
17.10.2018											
18.10.2018											
19.10.2018									x		
20.10.2018											
21.10.2018											
42											
22.10.2018				x							
23.10.2018											
	Yhteensä h	898,50				Yhteensä h	545,00				
	Keskiarvo	59,90				Keskiarvo	43,25				
									Yhteensä km	180	

NURMIKOKUVAT LEPAALTA

18.06.2018



30.06.2018



14.07.2018



28.07.2018



14.08.2018



30.08.2018



24.09.2018



22.10.2018

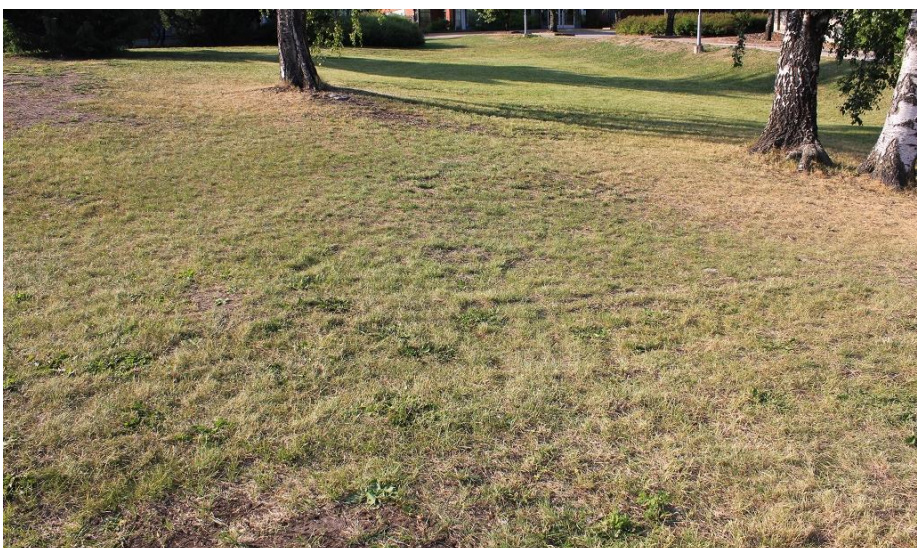


NURMIKOKUVAT ESPOOSTA

13.07.2018



24.07.2018 Robottiruohonleikkurin puoli



04.08.2018



04.08.2018 Robottiruohonleikkurin puoli



06.09.2018



06.09.2018 Robottiruohonleikkurin puoli



20.09.2018



20.09.2018 Robottiruohonleikkurin puoli



19.10.2018



19.10.2018 Robottiruohonleikkurin puoli

