



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Alexi Sävelä

**Golfkentänhoidon robotisoinnin kannattavuus
työvoiman ja pääoman tuottavuuden
näkökulmasta**

Case-tutkimus

Vaasan Yliopisto
Tuotantotalous
Tekniikan kandidaatti

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Vaasan Yliopisto**

Tekijä:	Aleksi Sävelä		
Tutkielman nimi:	Golfkentänhoidon robotisoinnin kannattavuus työvoiman ja pääoman tuottavuuden näkökulmasta: Case-tutkimus		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Oppiaine:	Tuotantotalous		
Työn ohjaaja:	Tauno Kekäle		
Valmistumisvuosi:	2026	Sivumäärä:	38

TIIVISTELMÄ:

Teknologinen kehitys ja automaatio ovat yleistyneet yritysten keskuudessa ja vaikuttavat toimintaympäristöihimme ja työelämään. Nämä vaikutukset ovat huomattavissa myös golfalalla ja erityisesti golfkentänhoidossa, joka on tällä hetkellä vahvasti muutosvaiheessa. Vaatimukset golfkentän kunnon suhteen kasvaa vuosi vuodelta samalla kuin kustannukset kallistuvat ja golfkentät pyrkivät pysymään kasvaneen vaatimustason perässä. Robottileikkurit ovat ottaneet jalansijaa perinteiseltä leikkuulta ja niiden määrä on selvässä kasvussa tällä hetkellä eri golfkentillä.

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan, miten golfkentänhoito on muuttunut teknologian kehityksen takia ja millaisia taloudellisia vaikutuksia sillä on. Tutkimuksessa on pyritty laskemaan, onko siirtyminen robotisaatioon kannattavaa ja miten työvoimaa voidaan uudelleen sijoittaa tuottavampiin töihin. Tutkielma toteutetaan case-tutkimuksena ja tutkielman tavoitteena on ollut selvittää investoinnin kannattavuus työvoiman ja pääoman tuottavuuden näkökulmasta case-yrityksessä.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että robotisoinnilla työvoimaa vapautuu tuottavampaan työhön ja järkevästi suunnitellulla uudella väyläleikkuuprosessilla saavutetaan vuosittain parempi ruohon laatu, jolloin investointi olisi kannattavaa tehdä.

AVAINSANAT: pääoma, työvoima, tuottavuus, kannattavuus, golfkentänhoito, investointilaskelmat

Sisällys

1	Johdanto	6
1.1	Tutkimuksen tausta	6
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	7
1.3	Työn rakenne	8
2	Golfkentänhoito prosessina	9
2.1	Viheriöiden hoito	9
2.2	Lyöntipaikkojen hoito	9
2.3	Väylien hoito	10
2.4	Raffien hoito	10
2.5	Bunkkerienhoito	11
2.6	Työvoiman ja pääoman tuottavuus	11
2.6.1	Työvoiman tuottavuus	11
2.6.2	Pääoman tuottavuus	12
3	Robottiikka ja automaatio golfkentänhoidossa	13
3.1	Robottiikan tyypilliset edut kentänhoidossa	16
3.1.1	Leikkuujälki	16
3.1.2	Työvoiman ja pääoman sitoutuminen tuottavampaan työhön	17
3.1.3	Tautipaine ja maan tiivistyminen	17
3.1.4	Pelaajiston suhtautuminen	18
3.1.5	Hiilidioksidi päästöjen vähentyminen	18
4	Investointilaskelma ja kannattavuuden arviointi	19
4.1	Investointilaskelmamenetelmät	20
4.1.1	Nettonykyarvo (NPV)	20
4.1.2	NPV:n kaava	20
4.1.3	Takaisinmaksuaika	21
5	Case-yritys	22
6	Yrityksen tulevat investointilaskelmat	24
6.1	Väyläleikkuun nykytilan työmäärän ja kustannusten muodostuminen	24

6.2	Robottiratkaisu	26
6.3	Nettonykyarvon laskeminen	29
6.4	Takaisinmaksuajan laskeminen	31
7	Yhteenveto	32
7.1	Teknologia	32
7.2	Robotisoinnin kannattavuus työvoiman ja pääoman tuottavuuden näkökulmasta	33
7.3	Pohdinta	34
	Lähteet	36

Kuvat

Kuva 1. Toro Reelmaster 5510 väyläleikkuri	25
Kuva 2. Kress KR237E robottileikkuri.	29

Taulukot

Taulukko 1. Nykytilan kustannukset	25
Taulukko 2. Robottiratkaisun vuosittaiset kustannukset	27

1 Johdanto

Automaatio on lisääntynyt yritysten arjessa huomattavaa vauhtia. Yritykset pyrkivät koko ajan löytämään erilaisia automaattisia käytäntöjä, jotka nopeuttavat heidän toimintojansa. Kentänhoito golfissa on taloudellisesti tärkeä ja ratkaiseva osa liiketoimintaa. Yhä useampi golfseura/yritys on siirtymässä kohti robotisaatiota kentänhoidon osalta, sillä työvoimakustannukset ovat yksi suurin kuluerä golfkenttien kokonaiskuluista. Samalla pelaajat arvostavat yhä parempia peliolosuhteita, jolloin kentän kokonaisvaltainen kunto nousee arvostuksessa korkealle.

Viimeisinä vuosina golfkentänhoitoon on tullut paljon uusia teknologisia vaihtoehtoja ja niiden kehitys jatkuu koko ajan. Robottiikka vaatii investointeja leikkureihin, lataus- ja tukiasemiin sekä osaamisen lisäämistä. Tästä hyvänä esimerkkinä kentillä, joilla robottileikkurit ovat lisääntyneet on syntynyt uusia titteleitä ja spesifisiä työtehtäviä.

Tuotantotalouden näkökulmasta golfkentänhoidon robotisoituminen on hyvä merkki siitä, missä työvoimaa korvataan pääomalla. Työvoiman tuottavuutta pyritään parantamaan ja vapautuvaa työvoimaa pyritään ensisijaisesti suuntaamaan enemmän arvoa tuottaviin tehtäviin. Osalla kentistä pyritään suoraan vähentämään työvoimaa, kun taas suurimmalla osalla kentistä ajatuksena on parantaa kentänhoitoa kokonaisvaltaisesti.

1.1 Tutkimuksen tausta

Kohdeyritys on pieni suomalainen golfyhtiö, joka pyörittää golftoimintaa yli miljoonan euron liikevaihdolla. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, onko golfkentänhoidon robotisointi taloudellisesti kannattavaa kyseisellä golfkentällä, kun tarkastellaan työvoiman ja pääoman tuottavuutta? Hieman selkeämmin selostettuna, kuinka paljon golfkentänhoidon automatisoinnilla pystytään vähentämään kentänhoidon kustannuksia ja paljonko työntekijöiden työtunteja pystytään kohdentamaan tärkeämpiin työtehtäviin.

Tämä on todella ajankohtainen ja tärkeä asia, sillä robotisoituminen kentänhoidossa on lisääntynyt viime vuosien aikana selkeästi. Tällaista kustannuksiin vaikuttavaa tutkimusta kyseisestä aiheesta ei ole ennen tehty, joten mitään vertailupohjaa ei ole tällä hetkellä olemassa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämä tutkielma on toteutettu pienenä case-tutkimuksena, jonka päätarkoituksena on tutkia golfkentänhoidon työvoiman ja pääoman tuottavuutta. Tutkimuksen tavoitteena on tehdä kannattavuuslaskelma golfyhtiölle, jossa selvitetään golfyhtiön kannattavuutta investoida robotiikkaan ja sitä kautta työtuntien siirtämistä muihin töihin. Tässä tutkimuksessa selvitän, paljonko yhden työkoneen korvaaminen roboteilla kustantaa investointi näkökulmasta sekä selvitän, kuinka paljon vuodessa robotit tuovat säästöä muissa kustannuksissa ja paljonko työtunteja siirtyy muihin tehtäviin.

Tutkielmassa pyrin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Onko golfkentänhoidon robotisoituminen taloudellisesti kannattavaa, kun mitataan työvoiman ja pääoman tuottavuutta?
- Miten robotisoituminen vaikuttaa työvoiman tuottavuuteen golfkentänhoidossa?
- Miten robotisoituminen vaikuttaa pääoman tuottavuuteen ja pääoman sitoutumiseen?
- Miten työvoiman ja pääoman tuottavuuden muutokset heijastuvat investoinnin taloudelliseen kannattavuuteen? esim. takaisinmaksuaika ja nettonykyarvo.

Työssä tulen keskittymään yhteen robottiratkaisuun, jossa tarkastelen yhden osa-alueen leikkuun korvaamista robottiratkaisulla verrattuna perinteiseen leikkuutyöhön. Tarkasteluni tässä työssä keskittyy kentänhoidon kustannuksiin ja resurssien käyttöön. Golfyhtiön muu liiketoiminta tulee jäämään tämän työn ulkopuolelle.

Aineisto tulee koostumaan kentältä saatavista kustannus ja resurssitiedoista, robottivalmistajan hinta- ja huoltotiedoista sekä haastatteluilla saaduista tiedoista vastaavien ratkaisujen tehneiltä kentiltä. Täydennän myös tietoa kirjallisuudesta saatavilta tiedoilta robotiikan vaikutuksista tuottavuuteen. Saadun tiedon perusteella golfyhtiö voi tehdä ratkaisuja tulevaisuutta silmällä pitäen siirtymisestä robotisaatioon. Tutkielman aihe on valittu sen ajankohtaisuuden perusteella ja aihe liittyy myös läheisesti kirjoittajan omaan intohimoon.

1.3 Työn rakenne

Työn rakenne tulee etenemään johdannosta teoreettiseen taustaan ja sitä kautta kokonaisvaltaiseen tutkimukseen. Työn toisessa luvussa kuvataan työn keskeisiä käsitteitä. Tavoitteena on syventää lukijaa golfkentänhoidon maailmaan.

Luvussa 3 kerrotaan kentänhoidon keskeisistä prosesseista ja työvaiheista. Luvussa käydään myös läpi Case-kentän nykytila. Luvussa 4 ja 5 käydään läpi datan ja aineiston keräämistä sekä valittu robottiratkaisu ja sen vaikutukset työvoimaan ja pääomaan. Näiden prosessien kustannuksia ja kannattavuutta lasketaan luvussa 6.

2 Golfkentänhoito prosessina

Greenkeeping on termi, jota jotkut pitävät loukkaavana tai jopa vanhentuneena. Toiset taas pitävät siitä historiansa vuoksi, joka kuvaa parhaiten golfkentänhoidon perimmäistä ja tärkeintä tarkoitusta eli viheriöiden vaalimista. Golfkentänhoito on paljon muutakin kuin vain griinien kunnossapitoa. Golfkenttämestarit ovat tulleet vuosien mittaan koko ajan teknologisesti taitavammiksi automaation kehityksen takia. Kastelua voi ohjata älypuhelimella, etäluettavat maaperäanturit ja GPS-ohjatut laitteet ovat nykypäivää. (Witteveen & Bavier, 2013) Tässä luvussa käyn läpi aivan perusasiat ja toimenpiteet golfkentänhoidossa.

2.1 Viheriöiden hoito

Kentän tärkein alue on viheriöt. Lähes 40 % golfkierroksen lyönneistä lyödään viheriöllä ja sen ympärillä. Viheriöiden leikkuukorkeus on kaikkeista matalin golfkentän alueella. Golfarit antavat paljon anteeksi muilla alueille, jos ne ovat hieman heikossa kunnossa, mutta he odottavat, että viheriöt ovat huippukunnossa. Pallo rullaa viheriöllä, kuten sen pitääkin. Pallon hyvään rullaamiseen vaikuttaa viheriön pinnan kunto, sen pitää olla virheetön. Tätä pintaa hoidetaan spesifillä greenileikkurilla. Viheriöille tehdään paljon muitakin toimenpiteitä, kuten dressausta, ilmastusta, lannoitusta, reikien vaihtoa ja sadetusta, mutta mikään ei ole niin tärkeää kuin täydellinen viheriönleikkuu. Viheriöt leikataan pääosin joka päivä golfkauden aikana. (Witteveen & Bavier, 2013)

2.2 Lyöntipaikkojen hoito

Lyöntipaikat ovat myös tärkeässä roolissa golfissa. Erityisesti ensimmäinen lyöntipaikka on se, josta pelaajat ensimmäisen vaikutelman tulevasta golfkentästä. Lyöntipaikassa on tärkeätä, että se olisi tasainen eikä viettäisi mihinkään suuntaan. Lyöntipaikkojen hoito on tärkeätä ja hieman vaikeampaa kuin esimerkiksi viheriöiden. Lyöntipaikat ovat usein korotettuja, jonka takia niiden leikkaaminen hankaloituu. Lyöntipaikat leikataan noin

kolme kertaa viikossa ja leikkuukorkeus on viheriötä suurempi. (Witteveen & Bavier, 2013)

2.3 Väylien hoito

Väylien hoidossa ja leikkuussa on nähty kehitystä nurmen laadun ja pelattavuuden suhteen viime vuosikymmenten aikana. Vielä muutama vuosikymmen sitten väyliä leikattiin traktorin perässä vedettävällä leikkurilla, mutta nykyään on jo robottileikkureita markkinoilla ja käytössä. Väylien leikkuutiheys riippuu ruohon kasvusta. Mitä nopeammin ruoho väylillä kasvaa, sitä tiheämmin pitää väyliä leikata. Keskiarvoltaan väylät leikataan noin kolme kertaa viikossa. Ideaalitulanteessa väylät leikattaisiin joka päivä, mutta kentänhoidon budjetti ei peruskentillä ja peruskoneilla tähän yhtälöön taivu. (Witteveen & Bavier, 2013) Tässä kandidaatintutkielmassa tulen keskittymään juuri väylien leikkuun robotisaatioon.

2.4 Raffien hoito

Raffit täytyy leikata säännöllisesti, sillä niillä on huomattava vaikutus myös pelinopeuteen. Osalla kentistä leikataan myös semiraffit eli osa raffista jätetään pidemmäksi kuin väylät, mutta matalemmaksi kuin normaali raffi. Hankalinta raffien leikkaamisessa on pysyä sen kasvun edellä. Raffit kasvavat niin nopeasti ja alue on niin laaja, että usein kesällä golfkentillä tulee se tilanne, että raffit pääsevät kasvamaan liian pitkäksi. Usein runsaat sateet nopeuttavat kasvua ja samalla vaikeuttavat leikkaamista, koska koneista voi jäädä kentälle pahoja jälkiä, jos märällä säällä raffeja koittaa leikata. (Witteveen & Bavier, 2013)

2.5 Bunkkerienhoito

Bunkkerit eli hiekkaesteet ovat suuressa roolissa golfkentällä. Kaikki kentän bunkkerit hoidetaan lähtökohtaisesti koneellisesti ja käsin joka päivä. Bunkkerien hoito on yhtä tärkeätä kuin minkään muun alueen hoito golfkentällä. (Witteveen & Bavier, 2013)

2.6 Työvoiman ja pääoman tuottavuus

Työvoiman ja pääoman tuottavuus on tärkeitä asioita nykypäivän yritysten toiminnassa. Erilaiset toiminnot yrityksissä automatisoituvat ja energiaa sekä resursseja pyritään siirtämään kohti tuottavampaa työtä. Ideaalitulanteessa robottien käyttöönotto golfkentällä vähentää ihmisen tarvittavaa työmäärää ja mahdollistaa samalla työpanoksen suuntaamisen kohti tuottavampaa työtä. Samalla pääomaa sitoutuu robottileikkureihin ja järjestelmiin, jotka edellyttävät investointeja. Tuotantotaloudellinen kysymys lienee, paraneeko kokonaistuottavuus ja taloudellinen tilanne, kun näiden kahden panoksen tuottavuus keskittyy eri suuntiin. Tässä luvussa pureudun lyhyesti, mitä tarkoittaa työvoiman- ja pääoman tuottavuus.

2.6.1 Työvoiman tuottavuus

Kilpailun kiristyessä tuottavuuden ja sen mittaamisen merkitys on laajalti tunnistettu. On tiedossa, että tuottavuuden kasvu lisää käytettävissä olevia varoja, joka puolestaan voi mahdollistaa parempien palveluiden tarjoamisen. Tuottavuus on talouskasvun keskeinen tekijä ja se on yksi tärkeimmistä tekijöistä, joka voi esimerkiksi ratkaista organisaation menestyksen tai epäonnistumisen. Organisaation toimialasta tai sen koosta riippumatta tuottavuuden parantaminen on välttämättömyys. Tuottavuuden parantaminen ei pelkästään auta kattamaan nousevia kustannuksia vaan se johtaa parempaan laatuun ja asiakastytyvyyteen. (Goel ym., 2017)

Työn tuottavuus on yksinkertaisimmillaan tuotoksen määrä yhtä panosyksikköä kohden, esimerkiksi tuotannon määrä yhtä työtuntia kohden. Yksittäisen työntekijän tuottavuuden mittaaminen kiinnostaa useasta näkökulmasta, sillä kuten jo edellisessä kappaleessa todettiin, se vaikuttaa työpaikan menestykseen ja taloudelliseen tilaan. (Beaton ym., 2009) Yritykset kamppailevat tällä hetkellä pysyäksään kilpailukykyisinä ja ne, jotka ovat tietoisia esimerkiksi energian ja polttoaineen tarpeen vähenemisestä omalla toimialallaan, voivat muodostaa kestävästä kilpailuedun työvoiman tuottavuuden näkökulmasta muihin verrattuna. (Goel ym., 2017)

Tässä tutkielmassa tarkastelen työvoiman tuottavuuden paranemista siltä kannalta, miten automatisoimalla väylien leikkuun, saadaan työtunteja siirrettyä muihin tärkeisiin töihin.

2.6.2 Pääoman tuottavuus

Pääoman tuottavuudella taas tarkoitetaan tuotoksen suhdetta pääomapanokseen eli esimerkiksi koneisiin, laitteisiin ja infrastruktuuriin sitoutuneeseen varallisuuteen. Kun organisaatiot investoivat uuteen teknologiaan ja pääoman laatu paranee, voidaan saavuttaa korkeampi työn tuottavuus. Tämä vaatii tehokasta työn ja pääoman yhdessä työskentelyä. Yrityksille keskeistä on miettiä sitä, tuottaako tämä lisäpanostus enemmän vai tehokkaampaa tuotosta. (OECD 2023)

3 Robotiikka ja automaatio golfkentänhoidossa

Robotisoitumisesta ja automaatiosta on muodostunut golfalalla viime vuosien aikana suuri ilmiö. Robotilla tarkoitetaan ohjelmoitua mekanismia, joka pystyy suorittamaan aiotut tehtävät nykytilan ja havainnoinnin perusteella ilman, että ihminen puuttuu suoranaisesti työhön. (ISO, 2021.) Tästä teknologian kehityksestä kuvaa myös hyvin termi RPA eli Robotic Process Automation. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi liiketoimintaprosessia, joissa ihmistyöntekijän toistuvat tehtävät ”siirretään” robotille, joka tekee tehtävät nopeasti ja kannattavasti. Tässä tavoitteena on korvata ihmisiä ja sitä kautta tehtäviä automaatiolla. (Ribeiro, Lima, Eckhardt & Paiva, 2021.)

Tässä työssä tarkasteltavat robottiruohonleikkurit sijoittuvat palvelurobottien luokkaan. Palveluroboteilla tarkoitetaan robottia, joka henkilö- tai ammattikäytössä suorittaa hyödyllisiä tehtäviä ihmisille tai laitteille teollisen tuotantoympäristön ulkopuolella. Useimmilla roboteilla on ainutlaatuiset rakenteet ja erilaiset automaation asteet. Toiset toimivat etäohjauksella ja toiset kykenevät täysin autonomiseen toimintaan. Robotit parantavat arkeamme hyvin selkeästi. Robotit esimerkiksi vähentävät kotitöihin kuluva aikaa, tekevät asioinnista vähittäiskaupassa helpompaa, parantaa terveydenhuoltoa ja säästää luonnonvaroja. Robotit vaikuttavat merkittävästi elämänlaatuamme ja planeetan kestävyteen. (International Federation of Robotics, n.d.)

Ensimmäiset ajatukset nurmikon leikkuuprosessin automatisoinnista ovat jo lähes 100 vuoden takaa. Ensimmäinen yritys robottileikkurin kaupallistamisesta tehtiin jo 1950-luvulla ja sen jälkeen erilaisia tuotteita on yritetty tuoda markkinoille jo useiden vuosikymmenten ajan. Markkinoille tulleet ensimmäiset robottileikkurit toimivat rajalangan varassa, kun taas 2023 tuli käyttöön GPS teknologia, joka mahdollisti robottien tarkan paikannuksen ja järjestelmällisen liikkumisen kentällä. Tämän takia leikkuun tehokkuus parantui. (McElroy ym., 2025) Samansuuntaisesti Selvanesan ym. (2025) korostavat sitä, että suorituskyky perustuu esteiden havaitsemiseen,

reitinsuunnitteluun, turvallisuuteen ja luotettavaan navigointiin, mikä mahdollistaa tasaisemman ja järjestelmällisemmän leikkuun ja sitä kautta paremman lopputuloksen.

McElroy ym. (2025) mukaan golfkentänhoidossa käytettävät leikkurit voidaan luokitella täysin autonomisiin ja puoliautonomisiin. Robottileikkureita voidaan luokitella monin eri tavoin, mutta markkinasegmentti, leikkuutekniikka sekä paikannus ja havainnointi erottavat robottileikkuritekniikat parhaiten. Markkina jakautuu kuluttaja- ja kaupalliseen markkinaan. Kuluttajamarkkinalla tarkoitetaan esimerkiksi kotitalouksia ja piennurmialueita, joissa korostuvat pienikokoiset leikkurit. Näiden käyttöönotto on ollut yleisempää Euroopassa kuin Yhdysvalloissa.

Kuten jo edellisessä kappaleessa McElroy ym. (2025) mainitsi, että ensimmäiset kaupalliset leikkurit perustuivat rajalankaan. Rajalangan hautaamisen tarpeen ja satunnaisliikkeen tehottomuuden vuoksi käyttöönotto rajoittui käytännössä asuinkiinteistöihin ja kotipihoihin. Vasta GPS-RTK pohjaisen teknologian tulon myötä leikkureiden käyttö kaupallistui. GPS:llä tarkoitetaan satelliittinavigointijärjestelmää, jonka tarkkuus on parhaimmillaan noin 1 metri, mutta tämä ei riitä nurmenleikkusovelluksiin vaan tarvitaan paikallinen ja kiinteä korjausreferenssi. RTK tarkoittaa kiinteään sijaintiin asennettua referenssiasemaa. Kun RTK yhdistetään GPS:ään, saadaan robotille saavutettua senttimetriluokan tarkkuus ja samalla voidaan poistaa GPS:n tuomat signaalipuutteet. Samalla on myös havaittu, että kuluttajat ja ammattilaiset pitävät järjestelmällisten GPS_RTK-laitteiden tuottamaa leikkuukuviota miellyttävämpänä kuin rajalankaan perustuvien leikkureiden. Selvanesan ym. (2025) vastaavasti esittävät, että älykkäiden robottileikkurien teknisiä osa-alueita ovat paikannus, reititys, toimintavarmuus ja sensoripohjainen esteentunnistus, jotka kaikki yhdessä määrittävät leikkurien käytännön tehokkuuden ja loistavan leikkuujäljen.

Tällä hetkellä ammattilaismarkkinassa on paljon vähemmän yrityksiä kuin kuluttajamarkkinassa. Vuoteen 2023 asti ammattilaiskäyttöön soveltuvia robottileikkureita myivät pitkälti Husqvarna ja Echo Robotics/Belrobotics.

Vuonna 2024 Positec Corporation lanseerasi ammattikäyttöön soveltuvia leikkureita Kress-brändin alla. Vuoteen 2024 mennessä Toro ja John Deere, jotka ovat markkinajohtajia golfkoneiden suhteen, eivät olleet lanseeranneet robotti- tai autonomisia leikkureita muutoin kuin rajalankaan perustuvia yksiköitä. Belrobotics on ensimmäinen menestyksekkäästi täysin automatisoitunut robottiyritys, joka keskittyy ammattilaisten nurmimarkkinaan. He tarjoavat kahta erilaista RTK-vaihtoehtoa: lyhyen kantaman ja pitkän kantaman antennia, joista jälkimmäinen lähettää signaalia noin 10 km säteellä. Tällä hetkellä kuluttajapuolen täysin autonominen markkina on epävakain ja koko ajan uusia yrityksiä tulee markkinoille. (McElroy ym., 2025)

Seuraava kehitysvaihe robottileikkureiden teknologiassa tulee todennäköisesti olemaan GPS-RTK-paikannuksesta siirtyminen kohti näköhavaintoon perustuvaa kartoitusta. Näköpohjainen kartoitus tulee hyödyntämään kameroita, RGB tai LiDARia luodakseen visuaalisen kartan kohteesta. Tätä voidaan hyödyntää siten, että robotti paikantaa itsensä ja samalla havaitsee ympäristön kohteet kameran avulla. Tämä auttaa leikkureita toimimaan paremmin rakennusten ja puiden lähellä, missä GPS- tai RTK- korjaussignaalit voivat katketa ja estää robotin toiminnan. Näköä hyödyntävät robotit voivat olla autonomisten leikkureiden kehityksessä eräänlainen päätepiste, koska ne mahdollistavat älykkään ja ajattelevan robotin, joka sekä paikantaa että havaitsee. Tuskin GPS-RTK teknologiasta silti tullaan koskaan luopumaan. (McElroy ym., 2025)

Tuleva robottileikkurikehitys tulee myös laajentumaan puoliautonomisiin laitteisiin. Useat yritykset kehittävät leikkureita, joissa käytetään perinteisiä leikkuyksiköitä, polttomoottoreita tai akkuvoimaa. Esimerkkyrityksiä näiden koneiden myymisestä ovat Greenzie, FJ Dynamics ja Firefly Automatrix. Nämä leikkurit luokitellaan puoliautonomisiksi, sillä ne edellyttävät käyttäjän tekemää käyttöönottoa eli leikkurit eivät itse lähde liikkeelle latausasemalta. Tulevaisuudessa yksi isoa asia tulee olemaan jatkuvan kilpailun ja uusien tuotteiden takia syntyvä huollettavuuden ja huoltopalveluiden tarjonta. Huoltopalveluiden tarve kiivaassa kilpailussa tulee olemaan mahdollisesti ongelma ja tämä voi tulla hidastamaan alan kasvua merkittävästi ja toimijat,

jotka eivät tarjoa asianmukaista huoltoa, voivat osaltaan heikentää robottien käyttöönoton halukkuutta yleisellä tasolla. (McElroy ym., 2025)

Tutkijoiden näkökulmasta tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan ennen kaikkea tutkimusta. Autonominen leikkuuteknologia on ollut lähes kokonaan insinöörien käsissä, joilla ei välttämättä ole minkäänlaista kokemusta agronomiasta, taloustieteestä, ympäristötieteestä tai muilta aloilta, joista tutkimustietoa tarvitaan kipeästi. Tällä hetkellä on vähän tieteellistä tietoa mikä teknologia on paras, kuinka hyvin se toimii ja millaisia ongelmia teknologiaan esimerkiksi liittyy. Autonominen robottiteknologia mullistaa jo nyt nurmenhoitoa, mutta ennen kaikkea tarvitaan riippumattomia arvioijia, jotka tuottavat puolueetonta ja kipeästi kaivattua dataa. Vaikka leikkuu voidaan automatisoida, sei ei poista sitä kiistatonta faktaa, että agronomista osaamista edelleen tarvitaan, jotta nurmipinnan terveys ja käyttökelpoisuus voidaan maksimoida. Se on tiedettä ja taidetta, joka on erittäin palkitsevaa niille, jotka siihen ryhtyvät. (McElroy ym., 2025)

3.1 Robottiikan tyypilliset edut kentänhoidossa

Tässä kappaleessa käsittelen robotiikan tyypillisiä etuja kentänhoidossa. Tieteellisessä kirjallisuudessa on hyvin vähän tietoa robottileikkuun vaikutuksista kentänhoidossa ja etenkin nurmikon laatuun. ROBO-GOLF hanke kertoo hyvin, millaisia tuloksia on saatu aikaiseksi golfkenttien väylien ja semiroughin alueilla. (Hesselsoe, Borchert & Aamlid, 2022)

3.1.1 Leikkuujälki

Robottileikkureiden käyttö on lisääntynyt yksityisissä ja julkisissa puutarhoissa sekä puistoissa viimeisen vuosikymmenen aikana ja vasta nyt yleistyy vauhdilla golfkenttien keskuudessa. ROBO-GOLF hankkeen tulosten perusteella robottileikkureiden käytön perusteella golfkentät voivat saada hyötyjä etenkin väylä ja semirough-alueilla. Hankkeessa saavutettiin kokonaisuutena yhtä hyvä leikkuujälki visuaalisesti ja nurmen

laatu robottileikkureilla kuin perinteisillä kelaleikkureilla. Joissain tapauksissa suuntaus oli robottileikkurin eduksi eli osa kentistä oli sitä mieltä, että visuaalisesti leikkuujälki oli parempaa kuin kelaleikkureilla. (Hesselsoe ym., 2022.) Kenttämestari Portaankorva kertoi haastattelussa, että leikkuujälki robottileikkureilla on huomattavasti parempaa ja tarkempaa kuin perinteisillä kelaleikkureilla. Robotit ovat 24/7 käytössä, joka pitää standardin jokaisella leikkuualueella koko ajan. Pelipintojen ruohon pituus ei riipu päivästä. Hän kertoi, että ei näe mitään syytä leikkuujäljen osalta, miksi kukaan enää ostaisi perinteistä kelaleikkuria muiden pintojen leikkaamiseen kuin griinien. (henkilöhaastattelu. 11.3.2025)

3.1.2 Työvoiman ja pääoman sitoutuminen tuottavampaan työhön

Yhtenä isona teemana Portaankorva mainitsee työvoiman siirtämisen tuottavampaan työhön sekä pääoman ja kannattavuuden paranemiseen. Hän on pystynyt siirtämään leikkuutyötä tehneitä ihmisiä esim. siistimään vesiesteiden reunoja, parantamaan bunkkerien kuntoa ja ylipäättänsä parantamaan koko kentän kokonaisuutta. Samalla vanhoja koneita on pystytty myymään pois hyväkuntoisina, joka on tuonut rahaa kassaan. Huoltokustannukset ovat pienentyneet huomattavasti sekä polttoainekustannukset. Kentänhoito on siirtynyt paljon ekologisempaan suuntaan, kertoo Portaankorva. (henkilöhaastattelu. 11.3.2025)

3.1.3 Tautipaine ja maan tiivistyminen

Toisena selkeänä etuna robottileikkuuseen liittyi vähäisempi tautiesiintymä kummallakin viheralueella, joka selittyy suurimmaksi osaksi sillä, että robottileikkurit poistivat päivittäin kastetta nurmikon päältä. Tämä vähentää huomattavasti kosteuteen liittyvää kasvitautipainetta. (Hesselsoe ym., 2022.) Samalla tavalla robottileikkureiden painolla on suuri hyöty kentänhoidossa. Robottileikkurit ovat todella kevyitä koneita, jotka eivät aiheuta juuri ollenkaan maan tiivistymistä. Tämän takia pelipintoja ei tarvitse niin useasti ilmastoida ja pinnat kestävät paremmin pidempään eikä erikoiskoneita ja -toimenpiteitä

ole jouduttu tekemään yhtä useasti kuin aikaisemmin, kertoo kenttämestari Portaankorva. (henkilöhaastattelu. 11.3.2025)

3.1.4 Pelaajiston suhtautuminen

Pelaajien suhtautuminen robottileikkuun käyttöönottoon on ollut sosiaalisen hyväksyttävyyden näkökulmasta realistista. Tutkimukseen osallistuneiden kenttien pelaajisto suhtautui robottileikkureiden käyttöön myönteisesti tai neutraalisti. Ainoa mietityttävä asia heillä on ollut tilanteet, joissa pallo tai pelaaja kohtaa robottileikkurin. (Hesselsoe ym., 2022.)

Kenttämestari Alex Portaankorva (henkilöhaastattelu, 11.3.2025) kertoi, että hänen kokemuksensa mukaan pelaajat tykkäävät paljon siitä, että ei ole äänekkäitä koneita kentällä ja työntekijöitä tiellä. Alex korostaa, että palautteen määrä on vakio ja asia on paljon viestinnästä kiinni. Kun viestintä asiasta paranee ja robottileikkureiden työstä tulee golfkentillä normaalia, niin pelaajien positiivisuus entisestään vahvistuu asiaa kohtaan.

3.1.5 Hiilidioksidi päästöjen vähentyminen

Italiassa tehdyssä tutkimuksessa, jossa käytettiin mm. kentänhoidosta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjä leikkuun ympäristövaikutuksena. Tutkimuksessa vertailtiin kelaleikkurin ja robottileikkurin aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Tutkimuksessa havaittiin, että autonomisten leikkureiden eli robottileikkureiden käyttöönotto voi vähentää päästöjä noin kolmasosaan, mikä parantaa leikkuun kestävyyttä kokonaisuutena. Tässä pitää kuitenkin ottaa huomioon, että sähköverkon päästökertoimet vaihtelevat alueittain ja vuodenaikojen mukaan energiamixin perusteella, joten tutkimuksessa esitetyt hiilidioksidipäästöt ovat paikkasidonnaisia eikä suoraan yleistettävissä kaikkialle. (Sciusco ym., 2025)

4 Investointilaskelma ja kannattavuuden arviointi

Yritykset ja ihmiset tekevät paljon erilaisia suuria hankintoja, joilla parannetaan elämänlaatua tai mahdollistetaan erilaisia polkuja elämässä ja työelämässä. Näitä suuria hankintoja kutsutaan investoinneiksi. Investointeja voi olla esimerkiksi erilaiset laitteistot, kiinteistöt, tietojärjestelmät, uudet toimintatavat jne. Yrityksillä investointien vaikutukset ulottuvat helposti 5–10 vuoden päähän, joten yhtenä tyypillisenä piirteenä on investoinnin pitkä ajallinen kesto. Investoinnit myös vaikuttavat useasti siihen, voiko yritys tehdä tulevaisuudessa lisää investointeja, joten investoinneilla on laajat vaikutukset. Investointeihin sitoutuu pääomaa, jolloin jos yrityksellä on rajoittuneet mahdollisuudet hankkia investoinneilleen rahoitusta, voi tämä vaikuttaa myös muihin investointimahdollisuuksiin. Epävarmuus on aina läsnä, kun investointeja tehdään. Kassavirtojen täydellinen tunnistaminen on lähestulkoon mahdotonta, on tärkeää tunnistaa merkittävimmät tekijät investointien taustalla ja ratkaista, miten määritetään tuottojen ja kustannusten ennustamistarkkuus. (Ikäheimo, Malmi & Walden, 2019)

Investointeja voidaan luokitella eri tavoin esimerkiksi niiden tehtävään yrityksessä. Yksi luokittelu on kustannuksia säästävä investointi. Yritykset pyrkivät saamaan kustannusrakennetta suotuisammaksi ja samalla korvaamaan henkilökuntaan sitonut työvaihe koneella. Tämä investointi voidaan samalla luokitella strategiseksi investoinniksi, sillä ne luovat uusia toimintaedellytyksiä ja päätökset tehdään ylimmässä johdossa. (Ikäheimo, Malmi & Walden, 2019)

Tässä tutkielmassa kannattavuutta verrataan siten, että kuinka paljon rahaa kuluu investointiin ja sen ylläpitoon ja toisaalta paljonko rahaa säästyy (huoltojen, polttoainekulujen) muodossa ja paljonko työvoimaa pystytään siirtämään tuottavampiin töihin.

4.1 Investointilaskelmamenetelmät

Investointien kannattavuutta voidaan arvioida monilla eri laskentatavoilla. Menetelmät eroavat hyvin selvästi toisistaan ja siksi tulokset voivat olla hyvin erilaisia, vaikka kyse on samasta investoinnista. Yksi keskeinen tapa laskennassa on se, huomioidaanko rahan aika-arvo vai ei. Ensiksi voidaan tarkastella menetelmiä, joissa aika-arvoa ei huomioida, kuten takaisinmaksuajan laskenta ja laskennallinen pääoman tuotto. Toisena on menetelmät, joissa diskonttaus huomioi rahan aika-arvon, kuten sisäisen korkokannan menetelmä ja nykyarvomenetelmä. Suurimmissa yrityksissä investointipäätösten tukena käytetään takaisinmaksuaikaa, sisäistä korkokantaa ja nykyarvoa. (Ikäheimo, Malmi & Walden, 2019) Tässä kappaleessa tulen esittelemään työssä käytettäviä investointilaskelmamenetelmiä.

4.1.1 Nettonykyarvo (NPV)

NPV tarkoittaa nettonykyarvoa, eli kaikkien tulevien kassavirtojen yhteenlaskettua nykyarvoa. Kassavirtoja laskettaessa sekä rahavirrat sisään että ulos eli tulot ja menot diskontataan tietyllä korkokannalla. NPV saadaan laskemalla kassavirtojen nykyarvot ja vähentämällä investoinnin menot tuloista. (Shou, 2022)

Jos kaikkien kassavirtojen nykyarvo arvo on positiivinen, silloin investointi on kannattavaa. Tässä NPV-menetelmässä laskussa käytettävien nettokassavirtojen erotus lasketaan aika-arvolla painottaen yhteen. (Ikäheimo, Malmi & Walden, 2019)

4.1.2 NPV:n kaava

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

missä

C_0 = investoinnin alkuinvestointi (hankintameno)

C_t = nettokassavirta vuonna t

i = laskentakorkokanta (diskonttokorko)

t = ajanjakso (vuosi)

n = pitoaika / tarkastelujakson pituus (vuosien lukumäärä)

(Olafsson, 2003)

4.1.3 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika eli englanniksi "Payback method" on investointilaskelmamenetelmä, joka kertoo ajanjakson, jolloin investointi maksaa itsensä takaisin. Tällä tarkoitetaan tilannetta, jossa investoinnin tuottama kassavirta on yhtä suuri kuin alkuperäinen investointi. Takaisinmaksuaikaa pääosin käytetään sen helpon laskettavuuden takia. Monissa yrityksissä sille annetaan maksimiaika, esimerkiksi 3 vuotta. Jos takaisinmaksu ylittää tämän ajan, ei investointia yleensä hyväksytä. (Ikäheimo, Malmi & Walden, 2019)

$$\textit{Takaisinmaksuaika} = \frac{\textit{Alkuinvestointi}}{\textit{Vuotuinen nettokassavirta}}$$

Takaisinmaksuaikaa käytetään useasti muiden menetelmien tukena, esimerkiksi nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan rinnalla. Tällä takaisinmaksuajan menetelmällä on selkeitä rajoitteita, se ei huomioi investoinnin tuottovaatimusta eikä kassavirtojen ajoittumista eri vuosille, vaan käsittelee euromäärät samanarvoisina riippumatta siitä, milloin ne syntyvät. (Knüpfer ym., 2012)

5 Case-yritys

Tässä tutkielmassa Case-yritykseksi valikoitui suomalainen golfyhtiö, joka pyörittää golfkenttää pääkaupunkiseudulla. Kenttä on 18-reikäinen ja sen pelikausi tyypillisesti on huhti-lokakuu. Kentänhoito toteutetaan kokonaan omalla henkilöstöllä ja kentänhoidossa golfkauden aikana toimii viisi vakituista työntekijää ja 15 kesätyöntekijää. Toiminta on luonteeltaan pääosin kausiluonteista. Valitsin tämän golfyhtiön tutkielmaan sen takia, koska he eivät ole siirtyneet vielä kentänhoidon osalta robotiikkaan, mutta ovat harkitsemassa siirtymistä. Yhtiö ei halua lähtökohtaisesti vähentää työntekijöitä, mutta heitä kiinnostaa, kuinka paljon robotisoinnin avulla he voisivat saada työvoimaa siirrettyä tuottavampaan työhön.

Kentänhoidon tavoitteena on pitää koko kenttää mahdollisimman hyvässä kunnossa koko kauden ajan. Tässä tutkielmassa selvitän väylien leikkuun robotisoinnin kannattavuutta. Väyläleikkuu on luonteeltaan sellainen prosessi, joka on helposti robotoitavissa.

Tällä hetkellä pelikaudella väyläleikkuu suoritetaan Case-yrityksen kentällä kolme kertaa viikossa. Väyliä leikkaa kaksi ihmistä kahdella Toro Reelmaster 5510 väyläleikkurilla. Väyliä aloitetaan leikkaamaan kolmena päivänä viikossa aikaisin aamulla, jotta se häiritseisi mahdollisimman vähän pelaajia. Kumpikin ihminen leikkaa 9 reikää ja tähän kuluu aikaa 7,5 tuntia. Yhteensä väylien leikkuu vie kahdelta työntekijältä aikaa 15 tuntia. Tähän aikaan sisältyy siirtymiset ja koneiden tankkaus ja pesu. Tämän lisäksi huoltomies huoltaa koneita ja teroittaa teriä tasaisin väliajoin, joka vie taas huoltomiehen aikaa.

Väyläleikkuun kustannukset muodostuvat kolmesta eri tekijästä: työvoimakustannuksista, polttoainekustannuksista ja kaluston kunnossapidosta ja pääomakustannuksesta. Koneet ovat hankittu vuosina 2012 ja 2018. Kummankin koneen hankintahinta on ollut ostohetkellä 70 000 € ja poisto-aika on ollut viisi vuotta, joten kummatkin koneet ovat jo poistettu. Kyseisten koneiden käyttöikä on 10–15 vuotta,

joten uusien koneiden hankkiminen on tulossa ajankohtaiseksi tulevien vuosien aikana. Tämän takia yhtiö haluaa kartoittaa robottileikkurien ostamista ja käyttöönottoa.

Tällä hetkellä yhtiön kenttämestari nostaa muutaman asian esiin, joiden huomioiminen kentällä hänen mielestään jää liian vähäiselle huomiolle. Bunkkerien reunojen kitkemiset, yleinen bunkkerien hoito, kaivojen ja sadettimien siistiminen, rangen siisteydestä huolehtiminen, lyöntijälkien paikkaus kentällä. Nämä ovat sellaisia asioita, jotka tuntuvat ja näkyvät pelatessa ja joiden avulla yhtiöllä olisi mahdollisuus saada lisää pelaajia tai vaihtoehtoisesti nostaa hintoja korkeammiksi, jolloin tulos näkyy myös taloudellisessa mielessä.

Robottiikan tuomia kustannusvaikutuksia ei ole juurikaan golfkentillä tutkittu, joten tutkielma on tässäkin mielessä ainutlaatuinen. Myöhemmissä luvuissa käyn tarkemmin väyläleikkuun vuosittaisina nettokassavirtoina, joiden perusteella kannattavuutta arvioin nettonykyarvolla ja takaisinmaksuajalla.

6 Yrityksen tulevat investointilaskelmat

Tässä luvussa käsittelen ja vertailen, millaisen investoinnin yhtiön pitää tehdä, jos haluavat siirtyä robottileikkureihin ja samalla, paljonko työvoimaa saadaan siirrettyä tuottavampaan työhön. Robotisaatio kehittyy vauhdilla, mutta golfyhtiöillä ei ole selkeää suunnitelmaa robotisaatioon siirtymisestä, jolloin taloudellisesti ollaan todella varovaisia. Golf on bisneksenä Suomessa vakaata, mutta ei kovin tuottoisaa. Isoja investointeja pitää tasaisin väliajoin tehdä, mutta samalla hintoja pidetään maltillisina, jotta kaikilla olisi mahdollisuus harrastaa golfia. Ennakoiminen talouden käytön osalta tulee tulevaisuudessa olemaan tärkeää ja samalla pitää investointeja tarkastella monista eri näkökulmista sekä varautua taloudellisesti niihin hyvissä ajoin.

6.1 Väyläleikkuun nykytilan työmäärän ja kustannusten muodostuminen

Tässä luvussa kerron nykyisen tilanteen ja kustannusten väyläleikkuun osalta vuosittain. Kuten jo Case -luvussa kävimme läpi, niin tällä hetkellä väyläleikkuu toteutetaan kolme kertaa viikossa. Työhön osallistuu kaksi työntekijää, jotka käyttävät kahta väyläleikkuria. Yhden leikkuupäivän aikana toinen leikkaa ensimmäiset yhdeksän reikää ja toinen jälkimmäiset yhdeksän reikää. Yhden leikkuukerran kesto on keskimäärin 7,5 tuntia henkilöä kohden. Tästä saamme, että yhden leikkuukerran työmäärä on 15 henkilötyötuntia ja viikkotasolla väyläleikkuuseen kuluu 45 henkilötyötuntia. Väyläleikkuupäiviä case kentän kenttämestari ilmoitti, että heillä on 60, joten saamme laskettua, että 900 työtuntia kuluu kauden aikana väyläleikkuuseen. Keskimääräinen kustannus väyläleikkaajalla huomioituna palkka + sivukulut ovat 30 €/h, joten kokonaistyövoimakustannus on vuosittain 27 000 €.

Kaksi leikkuria kuluttaa polttoainetta keskimäärin 25 litraa/leikkuukerta, jolloin yksittäisen leikkuupäivän polttoaineen kulutus kahden koneen suhteen on 50 l/leikkuukerta. Vuoden aikana kuluu täten 3000 l/vuosi ja kentältä saamani tiedon mukaan polttoaine maksaa heille 1,3 €/litra. Tämän perusteella vuosittaiset polttoainekustannukset ovat 3900 €/vuosi.

Väyläleikkureiden huoltoon ja varaosiin menee tällä hetkellä n. 1000 €/kone vuodessa, joten kokonaiskustannukset kahdelta koneelta on 2000 €/vuosi. Kuten alla olevan taulukon mukaisesti nähdään, niin tällä hetkellä väyläleikkureiden kokonaiskustannukset vuodessa ovat 33 100 €.

Taulukko 1. Nykytilan kustannukset

Toiminto	Arvo	Kustannus
Työvoimakustannus	900 h/vuosi	27 000 €
Polttoainekustannus	3000 l/vuosi, (1 l = 1,3 €)	3900 €
Huollot, varaosat jne.	1000 €/kone/vuosi	2000 €
Vakuutukset	100 €/kone/vuosi	200 €
Kulut yhteensä:		33 100 €

Tässä pitää myös ottaa huomioon se, että koneet vanhenevat joka vuosi ja niiden arvo heikkenee. Toinen koneista on hankittu vuonna 2012 ja toinen 2018. Vuonna 2012 hankittu kone tulisi korvata mahdollisesti jo ensi vuonna ja noin 2–3 vuoden kuluessa myös 2018 hankittu kone. Tämä kertoo siitä, että koneiden yhteenlaskettu arvo tällä hetkellä on 20 000 € luokkaa ja tarve uusille koneille on olemassa. Sen takia on hyvä laskea robotisoinnin vaikutus. Uusi väyläleikkuri maksaa n. 100 000 €, joten investointi tulevien vuosien aikana, jos kenttä päätyy jatkamaan samalla tavalla, on uusien leikkureiden osalta 200 000 €.



Kuva 1. Toro Reelmaster 5510 väyläleikkuri

6.2 Robottiratkaisu

Tässä kohdassa käyn esimerkiksi läpi, mitä robottivaihtoehtoa tulisi väylille käytettävän, montako niitä tarvitaan, paljonko investointi kokonaisuudessaan maksaa ja paljonko työvoimaa vapautuu tärkeämpiin töihin ja minkälainen säästö kohdistuu kokonaisuudessaan vuositasolla roboteilla leikattaessa.

Tähän projektiin valitsen robottileikkureiksi Kress RTK KR237E mallin. Tästä mallista on haastateltavillani kokemusta ja sitä kautta olen saanut paljon materiaalia tätä tutkielmaa varten niiden käytöstä. Golfkentän väylien leikattava alue on noin 14 hehtaaria, jolloin käytettävä robottileikkurien määrä tässä työssä on 15 kpl. Yhden robottileikkurin hinta on 14799,00 €, jolloin 15 kpl hankkiminen kustantaa 221 985 €. Investoinnit eivät tähän loppu, sillä kenttää pitää sähköistää, jotta robottileikkureille saadaan lataus- ja tukiasemat asennettua kentän alueelle. Kentän sähköistys maksaa noin 25 000 €, jolloin kokonaisinvestointi nousee 246 985 €.

Taulukko 2. Robottileikkurien investointi

Toiminto	Arvo	Kustannus
Robottileikkurien määrä	15 kpl (1 kpl = 14799 €)	221 985 €
Kentän sähköistys		25 000 €
Yhteensä:		246 985 €

Kentän sähköistämiseen meneviin kustannuksiin on laskettu mukaan kaikki mahdolliset kulut. Robottileikkureihin menevään investointisummaan kuuluu 6–8 vuoden huoltosopimus, jolloin myyjä tarjoaa varaosia leikkureihin vuosittain 1500 € edestä, kun yhtiö maksaa tuon investoinnista tulevan laskun kahdessa osassa.

Robottileikkureiden leikkuun optimoiminen, valvonta ja huoltaminen sitovat keskimäärin 30 työtuntia viikossa, jolloin 20 viikon aikana voimme laskea työvoimakustannuksien olevan 18 000 € vuodessa. Sähköä yksi leikkuri kuluttaa n. 3 kWh

päivässä ja keskiarvallisesti sähkön hinta on siirtohintoineen 0,1 €/kWh, jolloin vuoden väyläleikkuut kulutus on euroiksi muutettuna 630 €. Robottileikkurien oston yhteydessä tehdään n. 6–8 vuoden sopimus, jolloin myyjä tarjoaa 1500 € edestä varaosia leikkureihin, kuten teriä jne, jolloin pystymme laskemaan, että huolloista ja varaosista ei tule lisäkustannuksia.

Taulukko 3. Robottiratkaisun vuosittaiset kustannukset

Toiminto	Arvo	Kustannus
Työvoimakustannus	600 h/vuosi	18 000 €
Sähkökulutus	3 kWh/päivä/leikkuri 140 leikkuupäivää 0,1 €/kWh	630 €
Huollot, varaosat jne.	Kuuluu ostosopimukseen	0 €
Vakuutukset	Kuuluu ostosopimukseen	0 €
Kulut yhteensä:		18 630 €

Taulukon 2 perusteella huomaamme suoraan sen, että vuosittaiset kulut väyläleikkuun osalta robottileikkureille tulee olemaan 18 630 €. Tätä summaa, kun vertaamme Taulukon 1 lukuun eli perinteisen työn malliin, huomaamme, että säästöä tulee kuluissa robottiratkaisulla 14 470 €. Toki emme säästä palkkakuluissa vaan haluamme siirtää työvoimaa tuottavampaan työhön, jolloin todellinen vuosittainen säästö robottiratkaisussa on $14\,470\text{ €} - 9000\text{ €} = 5470\text{ €}$. Robottien keskimääräinen käyttöaika on 6–8 vuotta tai niin pitkään, kun teknologia roboteissa on relevanttia. Teknologia kehittyy suurin harppauksin tällä hetkellä. Samalla saamme siirrettyä 300 työtuntia tuottavampaan työhön, joka on hurja tuntimäärä. Investointi kuulostaa tosi hurjalta aluksi, mutta kun tämän asian laskee läpi, huomataan kuinka paljon oikeasti tämä investointi tulevaisuutta silmällä pitäen kannattaa.

Leikkurit tulevat leikkaamaan 24/7 väyliä, vaikka tällä hetkellä väyliä leikataan kolme kertaa viikossa. Usein jää huomaamatta se, että paljonko vuosittainen kustannus oli perinteisellä mallilla, jos väylät leikattaisiin esimerkiksi kuusi kertaa viikossa. Tällöin leikkuupäiviä tulisi 60 päivän sijasta 180 ja Taulukon 3 mukaan kustannukset tuplaantuisivat ja kokonaiskulut väyläleikkuun osalta olisivat 66 200 €.

Taulukko 4. Väyläleikkuun vuosittainen kustannus robottileikkurien leikkumäärällä

Toiminto	Arvo	Kustannus
Työvoimakustannus	1800 h/vuosi	54 000 €
Polttoainekustannus	6000 l/vuosi, (1 l = 1,3 €)	7800 €
Huollot, varaosat jne.	2000 €/kone/vuosi	4000 €
Vakuutukset	200 €/kone/vuosi	400 €
Kulut yhteensä:		66 200 €

Taulukosta 3 huomaamme, että tämänhetkisellä kulurakenteella ei olisi mahdollisuutta ja järkeä toteuttaa väyläleikkuuta yhtä useasti kuin robottileikkureilla. Samalla uuden kelaleikkurin käyttövuodet pienenisivät 10–15 vuodesta 5–7 vuoteen, jolloin 200 000 € investoinnin yhtiö joutuisi tekemään lähes viiden vuoden välein eli lähes yhtä useasti kuin robottileikkurien käyttöikä on. Tästä saamme helposti laskettua, että vuosittainen säästö tässä tilanteessa olisi 38 570 €, joka on jo huomattava säästö. Tällä investoinnilla jo säästö kattaisi investoinnin sen käyttöaikana ja samalla kentän kunto paranisi huomattavasti.



Kuva 2. Kress KR237E robottileikkuri

6.3 Nettonykyarvon laskeminen

Käytetään tässä kohtaa NPV:n kaavaa, jonka kerroin kohdassa 3.1.2 ja lasketaan, onko NPV:n arvo negatiivinen vai positiivinen.

Lasketaan seuraavaksi nettonykyarvo. Laskussa käytän alkuinvestoinnin summaa, nettokassavirta on vuosittainen säästö perinteiseen leikkuuseen verrattuna, korkoprosenttina pidän 6 %, sillä se on realistinen luku pk-yritysten investointilaskelmissa ja ajanjakso, jona tätä tarkastellaan, on 8 vuotta.

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

missä

$C_0 = 246\,985 \text{ €}$

$C_t = 5470 \text{ €}$

$i = 6\%$

$t = 1$

$n = 8$

(Olafsson, 2003)

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = -213\,017 \text{ €}$$

Laskelman perusteella investoinnin nettonykyarvo NPV = -213 017 €, joten investointi ei ole taloudellisesti kannattava, jos päätöskriteerinä käytetään yksinomaan nettonykyarvoa 6 % laskentakorolla ja oletuksella, että investointi tuottaa vuosittain 5 470 € nettokassavirran eli tuon verran säästöä kahden perinteisen leikkurin leikatessa. Negatiivinen NPV tarkoittaa sitä, että investoinnin tuomat hyödyt mitattuna rahassa ei kata investoinnin alkuhankintamenoa, vaan investointi jäisi nykyarvossa noin 213 000 € tappiolle verrattuna tilanteeseen, jossa investointia ei tehtäisi.

Golfkentänhoidossa kuitenkin tämä investointi on osa korvaus- ja ylläpitoinvestointeja, jotka ovat välttämättömiä, jotta väylien leikkuukorkeus, pelattavuus ja laatu pysyvät mahdollisimman korkealla tasolla. Leikkureita joudutaan joka tapauksessa uusia n. 10–15 vuoden välein. Tämän vuoksi NPV-laskelman tulosta ei voida suoraan tulkita, että jos on negatiivinen tulos niin investointia ei tehdä. Tässä työssä NPV toimii signaalina siitä, että investoinnin perusteet ovat osittain muita kuin suoraan rahassa mitattavia esimerkiksi työvoiman siirtäminen tuottavampaan työhön.

6.4 Takaisinmaksuajan laskeminen

Takaisinmaksuaikaa laskettaessa käytän alkuinvestointina 246 985 € ja vuotuinen nettokassavirta on 5470 €/vuosi. Näitä lukuja käyttäen saan laskettua alla olevan takaisinmaksuajan.

$$Takaisinmaksuaika = \frac{246\,985}{5470} = 45.15 \approx 45$$

Näin ollen saan tulokseksi, että takaisinmaksuaika on noin 45 vuotta, mikä on selvästi pidempi kuin tarkastelujakso 8 vuotta ja tyypillinen taloudellinen käyttöikä. Tulos johtuu siitä, että suoranainen taloudellinen säästö vuodessa on liian pieni verrattuna investoinnin suuruuteen. Tästä seuraa, että investointi ei maksa itseään takaisin tarkasteluajassa takaisinmaksuajan menetelmällä mitattuna. Tähän vaikuttaa se, että laadun parantamisen vaikutusta on vaikeaa ennustaa suoraan green fee tuloihin tai mahdollisesti lisääntyviin pelaajamääriin, jolloin pystymme ainoastaan mittaamaan takaisinmaksuaikaa säästöjen perusteella.

7 Yhteenveto

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastelin golfkentänhoidon robotisoinnin taloudellista kannattavuutta tuotantotalouden näkökulmasta rajattuna väylien leikkaamiseen. Tarkastelu tapahtui tapaustutkimukseen, jossa golfkentän nykyistä väyläleikkuuprosessia verrattiin robotisoituun vaihtoehtoon. Kannattavuutta arvioin työvoiman ja pääoman tuottavuuden muutosten kautta sekä nettonykyarvon NPV:n ja takaisinmaksuajan avulla. Lisäksi tein huomion, että väyläleikkuusta tapahtuva työpanos ei realisoidu suoraksi kustannussäästöksi.

Nykytilassa väyläleikkuu tapauskentällä toteutettiin kolme kertaa viikossa kahden henkilön ja kahden väyläleikkurin voimin, jolloin yhden leikkuukerran kestoksi muodostui keskimäärin 7,5 työtuntia henkilöä kohden. Tämän takia työvoimaa pystyttäisiin siirtämään tuottavampaan työhön ja väyläleikkuu olisi luonteva robotisoinnin kohde. Pienikin muutos vaikuttaa vuosittaisiin kustannuksiin ja kassavirtoihin.

Golfkentän kentänhoito on kokenut suuria muutoksia viimeisen 5–8 vuoden aikana robotiikan kehittyessä ja valtaessa koneiden markkinan enemmässä määrin. Uusien teknologioiden ja ratkaisujen käyttöönotto ja omaksuminen vaatii golfalan ammattilaisilta motivaatiota ja halukkuutta kehittää ja parantaa omaa kenttää ja sitä kautta palvelutarjontaansa entistä enemmän. Isoimpana kehittymisen kohteena on laskea robotisoinnin kannattavuus. Digitaalisuus on kehittynyt myös pelaajien ja klubin henkilöstön toiminnassa, mutta isoimmat muutokset ovat osuneet kentänhoidon puolelle.

7.1 Teknologia

Suurin kehitys teknologian suhteen golfkentänhoidossa on robottien muuttuminen rajalangallisista versioista rajalangattomaan GPS-RTK teknologiaan. Robottileikkurien kehitys on ollut nopeaa ja niiden esiintyminen suomalaisilla golfkentillä lisääntyy hurjaa

vauhtia. Leikkurit tarjoavat kentille moninaisia mahdollisuuksia, vaikka niiden hinta on vielä monen kentän mielestä liian kalliita. Robottileikkureista on tullut uusi normi golfkentänhoidossa ja esimerkiksi Husqvarna käyttää tekoälyä omassa leikkurissaan, joka pystyy kameran avulla välttämään esteitä pimeälläkin. Lähitulevaisuudessa leikkureita pystyisi lataamaan myös aurinkopaneelilaturilla. (Husqvarna 2024)

7.2 Robotisoitumisen kannattavuus työvoiman ja pääoman tuottavuuden näkökulmasta

Tutkimuksen kohteena ollut golfyhtiö oli itselle todella mielenkiintoinen kohde, sillä tämä investointi on heille todella ajankohtainen asia, ja he eivät ole minkäänlaisia suunnitelmia tai alustavia laskelmia tehnyt. Laskelmat piti aloittaa aivan alusta ja selvittää heidän kulunsa ja sitä kautta investoinnin suuruuden ja vuosittaiset kulut uudesta mallista.

Yhtenä isona teemana oli selvittää kannattavuus työvoiman ja pääoman tuottavuuden näkökulmasta. Tutkielmassa saadut tulokset osoittavat, että robotisointi parantaa työvoiman tuottavuutta väyläleikkuun suhteen, koska ajotyö loppuu, jolloin työn painopiste siirtyy robottien valvontaan, optimointiin ja huoltoon sekä työvoimaa siirtyä muihin tuottavampiin töihin, kuten bunkkerien reunojen kitkemiseen, yleiseen bunkkerien hoitoon, kaivojen ja sadettimien siistimiseen, rangen siisteydestä huolehtimiseen ja lyöntijälkien paikkaukseen kentällä. Nykytilassa väylien leikkuu sitoo 45 henkilötyötuntia viikossa, kun taas robotisoitumisen jälkeen vastaava luku olisi 30 henkilötyötuntia. Keskeinen havainto tässä tutkimuksessa on se, että pelkkä työtuntien vapautuminen ei automaattisesti tarkoita rahallista säästöä, mikäli henkilöstö tai palkkakulut eivät muutu. Case kenttä ei myöskään halua näiden muuttuvan vaan halusivat tietää, paljonko työtunteja vapautuisi robotisoitumisen takia.

Robotisointi samalla lisää pääoman sitoutumista ja samalla aiheuttaa vuosittaisia ylläpitokustannuksia. Kokonaiskuva tästä muodostuu kuitenkin näiden tekijöiden erotuksesta eli investointi on kannattava silloin, kun työvoiman ja muiden

käyttökustannusten väheneminen on riittävä kattamaan lisääntyneen pääoman kustannukset. Tässä tapauksessa kentän hoidon ja laadun paranemisen odotetaan näkyvän liikevaihdon kasvuna, joka korreloi suoraan pelaajamäärien kasvuun. Tulosten perusteella investoinnin taloudellinen onnistuminen edellyttää, että robottien käyttöaste on riittävä ja muut kustannukset pysyvät samalla tasolla. Mikäli tilanne muuttuu, niin tuottavuus heikkenee ja kannattavuus heilahtaa nopeasti epäedulliseksi.

Investointilaskelmista voimme tehdä sellaisen johtopäätöksen, että kannattavuus riippuu olennaisesti vapautuvan työajan hyödynnettävyyden oletuksista. Jos oletetaan, että vapautuva työaika ei hyödynnetä järkevästi, investoinnin nettonykyarvo on reilusti negatiivinen ja takaisinmaksuaika on todella pitkä. Tällöin investoinnissa ei ole järkeä, kun takaisinmaksuaika on selkeästi tarkastelujaksoa pidempi. Jos vapautuva työaika saadaan hyödynnettyä järkevästi, niin investointi on kannattava ja se kannattaa tehdä. Tutkielmassa kyse on korvaus- ja ylläpitoinvestoinnista, jolloin investointia ei voi suoraan tarkastella pelkästään NPV:n ja takaisinmaksuajan perusteella.

7.3 Pohdinta

Tutkimuksessa käytetyn golfkentän robotisointia kannattaa mielestäni tarkastella ensisijaisesti väyläleikkuun kokonaisresurssien uudelleenjärjestelyinä eikä pelkästään uuden koneiden hankkimisena. Kentän tavoitteena ei ole puhdas kustannussäästö vaan työvoiman tuottamisen kasvaminen ja kokonaisuudessaan kentän kokonaisvaltainen paraneminen, jolloin mielestäni tämä investointi on kannattava. Paljon haastatteluista jo robotiikan käyttöönotaneilta kentiltä on tullut positiivista palautetta, että eivät voisi enää miettiä paluuta ei robotiikan aikaan. Ennen laajaa käyttöönottoa suosittelen pilotointia robottileikkurien osalta, jotta saa paremman kuvan niiden käyttöasteesta, todellisista leikkuualueista ja robottivastaavan työhön kuluva ajasta. Näen myös isona positiivisena asiana sen, että robottileikkureita voi jalostaa ajamaan myös muita alueita kuin vain väyliä, jolloin jos otetaan esimerkiksi raffi alueet mukaan, niin robotisoitumisen kannattavuus nousee edelleen.

Jatkotutkimuksena tälle tutkimukselle voisi olla koko golfkentän toimintojen robotisoitumisen kannattavuuden tarkastelu, sillä tämän tapaista tutkimusta ei ole tehty ennen tätä tutkimusta. Tutkimuksesta olisi golfyhtiölle huomattavaa hyötyä kulujen karsimisen näkökulmasta ja kentän laadun optimoimisessa ja laadun parantamisessa, joka on suuri kilpailuvaltti tällä hetkellä golfalalla. Tässä case tutkimuksessa on kyse väylien hoitotoimenpiteen uudistamisesta, johon liittyy laitehankintoja. Tutkimus perustuu yhteen golfkenttään ja rajautuu tietyn kentän väylien leikkaamiseen, jonka vuoksi tulokset eivät ole suoranaisesti yhdistettävissä kaikkiin golfkenttiin. Tehty tutkimus on silti toistettavissa pääpiirteittäin muiden golfkenttien suhteen, kenellä robottileikkurien hankinta on ajankohtaista.

Tutkimusta voi pitää luotettavana koska, tutkimuksessa selvitettyt kustannukset perustuvat todellisuuteen ja edustavat keskimääräisiä kustannuksia golfalalla. Pitää kuitenkin huomioida, että saadut tulokset spesifioituvat yhdelle 18 reikäiselle golfkentälle, jonka kustannukset voivat esimerkiksi työsopimusten mukaan vaihdella muiden toimialan työsopimusten suhteen. Tutkimuksen tuloksia voi yleistää koskemaan 18 reiän golfkenttiä, joissa leikataan väyliä normaalisti kahdella väyläleikkurilla.

Lähteet

- Alhola, K., Lauslahti, S. 2002. *Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta*. Helsinki, WSOY.
Viitattu 10.3.2026
- Beaton, D., Bombardier, C., Escorpizo, R., Zhang, W., Lacaille, D., Boonen, A., Osborne, R. H., Anis, A. H., Strand, C. V., & Tugwell, P. S. (2009). Measuring worker productivity: Frameworks and measures. *The Journal of Rheumatology*, 36(9), 2100–2109.
<https://doi.org/10.3899/jrheum.090366>
- Goel, V., Agrawal, R., & Sharma, V. (2017). Factors affecting labour productivity: An integrative synthesis and productivity modelling. *Global Business and Economics Review*, 19(3), 299–322. <https://doi.org/10.1504/GBER.2017.083964>
- Hesselsøe, K. J., Borchert, A. F., & Aamlid, T. S. (2022). ROBO-GOLF: Robotic mowers for better turf quality on golf courses—Preliminary results. *International Turfgrass Society Research Journal*, 14, 1049–1056. <https://doi.org/10.1002/its2.143>
- Husqvarna. 2024. *Husqvarna lanseeraa ammattikäyttöön kolme uutta tekoälyä tukevaa robottiruohonleikkuria*. Lehdistötiedote, lokakuu 2024. Saatavissa: <https://fga.fi/wp-content/uploads/2024/11/Husqvarna-lanseeraa-ammattikayttoon-kolme-uutta-tekoalya-tukevaa-robottiruohonleikkuria51.pdf>
Viitattu 11.3.2026.
- Ikäheimo, S., Malmi, T. & Walden, R. 2019. *Yrityksen laskentatoimi*. 8. uudistettu painos. Helsinki: Alma Talent. Verkkokirja. Saatavissa: Alma Insights Verkkokirjahylly.
Viitattu 25.2.2026.

- International Federation of Robotics. (n.d.). *Service robots*. Noudettu 29.1.2026 osoitteesta <https://ifr.org/service-robots>
- International Organization for Standardization (ISO). (2021). *Robotics — Vocabulary (ISO 8373:2021)*. Noudettu osoitteesta <https://www.iso.org/standard/75539.html>
Viitattu 28.1.2026
- Knuper, S.& V. Puttonen (2012). *Moderni Rahoitus*. Viitattu 11.3.2026.
- McElroy, J. S., Strickland, M., Nunes, L. R. T., Magni, S., Fontani, M., Fontanelli, M., & Volterrani, M. (2025). Robotic mowing technology in turfgrass management: Past, present, and future. *Crop Science*, 65(3), e70081.
<https://doi.org/10.1002/csc2.70081>
- OECD 2023. *OECD Compendium of Productivity Indicators 2023*. Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/74623e5b-en>.
- Olafsson, S. 2003. Making Decisions Under Uncertainty – Implications for High Technology Investments. *BT Technology Journal*. Vol. 21, nro. 2, s. 171, 176.
- Pellinen, J. 2019. *Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu*. Verkkokirja. Alma Insights.
Viitattu 25.2.2026.
- Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic process automation and artificial intelligence in Industry 4.0 – A literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>
- Sciusco, G., De Luca, C., Magni, S., Federighi, T., Fontanelli, M., Gagliardi, L., McElroy, J. S., De Luca, A., Mocioni, M., Macolino, S., Toniatti, C., Slaviero, A., Pornaro, C., Barbato, N., Minelli, A., & Volterrani, M. (2025). Autonomous and reel mowers in

golf course fairway maintenance: A case study in Italy. *Agronomy Journal*.
<https://doi.org/10.1002/agg2.70271>

Selvanesan, E. N., Liew, K. W., Tay, C. H., Yeow, J. A., Ng, Y. J., Chong, P. L. & Kang, C. Q.
2025. A Review of the Performance of Smart Lawnmower Development:
Theoretical and Practical Implications. *Designs*, 9(3), 55.
<https://doi.org/10.3390/designs9030055>

Shou, T. 2022. *A Literature Review on the Net Present Value (NPV) Valuation Method*.
Teoksessa: *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Enterprise
Management and Economic Development (ICEMED 2022)*. *Advances in
Economics, Business and Management Research*, 219, 826–830. Atlantis Press.
DOI: 10.2991/aebmr.k.220603.135

Witteveen, G., & Bavier, M. (2013). *Practical golf course maintenance: The magic of
greenkeeping* (3rd ed.). John Wiley & Sons.