



Open your mind. LUT.  
Lappeenranta University of Technology

# **Sähkökäyttöisen ajettavan ruohonleikkurin komponentit**

**Electrical riding lawn mower components**  
Jukka Rantanen

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT  
School of Energy Systems  
Sähkötekniikka

Tekijän nimi: Jukka Rantanen

### **Sähkökäyttöisen ajettavan ruohonleikkurin komponentit**

2021

Kandidaatintyö.

22 sivua, 11 kuvaa ja 1 taulukko.

Tarkastaja: Tutkijaopettaja Lasse Laurila

Tutkimuksessa on tarkoituksena saada käsitys millaisia komponentteja pitäisi valita, kun konversiota polttomoottoridusta ajettavasta ruohonleikkurista tehdään akkukäyttöiseksi. Tutkimuskysymyksinä oli muun muassa, millaisia konversioita on tehty, millaisia markkinoilla olevia malleja on, millainen akku olisi sopivin, millaisia erilaisia komponentteja kannattaisi valita ja millainen sähkömoottori olisi sopivin. Työssä tärkeimpänä osana oli komponenttien etsintä mahdollista konversiota varten. Työssä käydään lyhykäisesti läpi, miten konversio pitäisi suorittaa.

Tutkimuksen tärkeimmät asiat ovat erilaisten mallien vertailu ja niiden komponenttien vertailu ja erilaisten komponenttien väliltä valittavat komponentit. Tutkielmassa tehtiin kirjallinen selvitys, millaisia sähkökäyttöisiä ajettavia ruohonleikkureita on markkinoilla ja millaisia konversioita on tehty. Tutkielmaan kuuluu myös hintavertailu konversion ja valmiin sähkökäyttöisen ajettavan ruohonleikkurin välillä.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT  
School of Energy Systems  
Electrical Engineering

Jukka Rantanen

**Electrical riding lawn mower components**

2021

Bachelor's Thesis.

22 pages 11 figures.

Examiner: Associate professor Lasse Laurila

The purpose of this research is to form an understanding of what components should be chosen for the conversion of a riding lawn mower from internal combustion engine version to electrical machine version. The questions researched were for example how conversions have been made, what kind of models there are at the market, what kind of battery would be compatible and what kind of different components and electric motor would be the most convenient. The most important part of the process was to look for compatible components for the conversion. There is also a brief explanation of how the conversion should be done.

The most crucial thing in the report is the comparison between different models and their components. There is a written summary of what kind of electrical lawnmowers there are at the market and how conversions have been made. There is also a comparison between the costs of the conversion and buying a ready-made electrical lawnmower.

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto.....	6
2.	Erilaisten sähkökäyttöisten ajettavien ruohonleikkureiden tarkastelu.....	7
2.1	Markkinoilla olevia malleja.....	7
2.1.1	Troy-Bilt Lithiumrider TB30 E .....	8
2.1.2	Ryobitools RM300e.....	8
2.1.3	Cub Cadet CC30e .....	9
2.1.4	Cub Cadet LT42e .....	10
2.1.5	Weibang E-rider .....	11
2.1.6	Stiga e-Ride C500.....	11
2.1.7	Stiga e-Ride C300.....	12
2.2	Konversiomalleja.....	13
3	Komponenttien tarkastelu.....	15
3.1	Moottori.....	15
3.2	Akku .....	16
3.3	Moottorinohjaus .....	17
3.4	Komponenttien valinta .....	18
3.5	Mitoituslaskelmat sijoituksille.....	20
3.	Yhteenveto.....	20
	Lähteet .....	21

Liitteet



## 1. JOHDANTO

Ilmastonmuutos on ajanut ihmiset tilanteeseen, jossa päästöjä halutaan leikata mahdollisimman paljon. Myös ruohonleikkureista halutaan tehdä vähäpäästöisempiä, jonka takia monet miettivät, onko ajettavan ruohonleikkurinkonversiota järkevää tehdä itse vai tuleeko edullisemmaksi ja helpommaksi korvata oma ajettava ruohonleikkuri ostamalla valmis sähkökäyttöinen ajettava ruohonleikkuri. Tutkielmassa vertaillaan näiden vaihtoehtojen eroja, tarkastellaan tällä hetkellä markkinoilla olevia sähkökäyttöisiä ruohonleikkureita sekä esitellään alustava selvitys konversiosta ja markkinoilla olevia soveltuvia komponentteja. Ilmastonmuutoksen konkreettiset vaikutukset näkyvät yhä enemmän ja enemmän jokaisen arjessa, jonka takia konversion tekeminen tai valmiin sähkökäyttöisen ajettavan ruohonleikkurin hankinta on ajankohtaista monille.

Polttomoottoridusta ruohonleikkurista sähkökäyttöiseen ruohonleikkuriin vaihtamalla voi pienentää henkilökohtaista hiilijalanjälkeään ja siten koko ilmastolle aiheutuvaa kuormitusta. Sähkökäyttöisen ajettavan ruohonleikkurin etuja verrattuna polttomoottoroituun on myös huoltokulujen vähentyminen ja polttoainekustannuksien vähentyminen, koska sähkö on halvempaa kuin bensiini. Tutkielmia on tehty aikaisemmin autojen konvertoimisesta, mutta tässä tutkielmassa on tutkittu nimenomaan ajettavan sähkökäyttöisen ruohonleikkurin komponentteja ja konversiota.

## **2. ERILAISTEN SÄHKÖKÄYTTÖISTEN AJETTAVIEN RUOHONLEIKKUREIDEN TARKASTELU**

Tässä osiossa tarkastellaan erilaisia sähkökäyttöisiä ajettavia ruohonleikkureita, joita tällä hetkellä löytyy markkinoilta. Sähkökäyttöiset ajettavat ruohonleikkurit ovat yleistymässä, koska ilmastonmuutoksen vuoksi halutaan lopettaa polttomoottoreiden käyttäminen ja hyödyntää uusiutuvia energianlähteitä. Ajettavat sähkökäyttöiset ruohonleikkurit ovat yleistymässä, vaikka robottiruohonleikkuritkin ovat yleistymässä, koska ruohonleikkaaminen on monelle mielekästä tekemistä. Aurinkokennojen käyttö on yleistymässä myös monissa kotitalouksissa ja näissä varsinkin sähkökäyttöinen ajettava ruohonleikkuri olisi hyvinkin kätevä, koska aurinkokennojen avulla saataisiin ”ilmaista” polttoainetta, eli sähköä, ruohonleikkausta varten. Malleja on markkinoilla jonkin verran, mutta ei vielä kuitenkaan erityisen paljon. Alla olevat mallit ovat esimerkkejä, joita markkinoilta tällä hetkellä (2021) löytyy. Yhteistä kuitenkin kaikilla malleilla on se, että hinta on vielä noin 2000 €-5000€, mutta oletettavasti tulevaisuudessa hinnat laskevat teknologian kehittyessä. Hintaero polttomoottoroiduilla vertaillen sähkökäyttöisiin ajettaviin ruohonleikkureihin on halvimmissa malleissa pieni, mutta isommissa laitteissa ja hintaluokissa, polttomoottoroidun laitteen saa halvemmalla samoilla tehoilla kuin sähkökäyttöisen, mutta tulevaisuudessa hinnat voivat muuttua sähkökäyttöisten tuotteiden eduksi. Sähkökäyttöisessä ajettavassa ruohonleikkurissa ei tarvitse vaihtaa öljyä, öljynsuodatinta, sytytystulppia, hihnoja eikä ilmansuodattimia. Sähkökäyttöisissä tarvitsee vain vaihtaa leikkurin terät ja tarkastaa rengaspaineet tarpeen mukaan. Säästöä tulee noin 200 € vuodessa. (Today's mower, 2021) Polttoainekustannuksissa säästää myös, koska yhden kilowattitunnin hinta on noin 5–7 senttiä. Sähkökäyttöisten ruohonleikkureiden akun täyteen lataaminen on noin 3 kWh luokkaa, jolloin hintaa kertyy noin 15–20 senttiä. Tällä latausmäärällä voi ajaa keskimääräisesti noin tunnin verran. Yhdellä litralla bensiinin hinta on noin 1,6 €. Bensiiniä kuluu keskimääräisesti noin 1,5 litraa tuntia kohden, jolloin hinta on noin 2,4 €. Sähkökäyttöisissä ei myöskään tarvitse käydä hakemassa bensaa esimerkiksi ajamalla huoltoasemalle. Hintaero yhdellä ajokerralla sähkökäyttöisen ruohonleikkurin eduksi on noin 5 € luokkaa. (Today's mower, 2021)

### **2.1 Markkinoilla olevia malleja**

Markkinoilla sähkökäyttöisiä ajettavia ruohonleikkureita on tarjolla paljon vähemmän verrattuna tavallisiin sähkökäyttöisiin työnnettäviin ruohonleikkureihin. Valitsin tarkasteltavaksi 7 kappaletta sähkökäyttöisiä ajettavia ruohonleikkureita, joiden avulla valitaan kom-

ponentit konversiota varten. Valitsin kyseiset mallit eri hintaluokkien suosituimmista malleista. Markkinoilla olevien mallien määrät ovat kasvussa, mutta toistaiseksi suhteellisen kapea valikoima vielä erilaisille ajettaville sähkökäyttöisille ruohonleikkureille. Hinnat valmiiksi tehdyille laadukkaille sähkökäyttöisille ruohonleikkureille ovat vielä korkealla, noin 5000 €.

### 2.1.1 Troy-Bilt Lithiumrider TB30 E

Ensimmäisenä tarkastelun kohteena on Troy-Biltin malli Lithiumrider TB30 E. Troy-Biltin ruohonleikkurissa on 56 V, 30 Ah ja 1500 Wh litiumioniakku. Mallissa on myös sähköinen jalkapolkimen siirto, leikkaaminen peruutettaessa, USB-portti puhelimen lataamista varten ja LED ajovalot. Leikkaamista varten mallissa on 76.2 cm leikkuulaite, sähköinen terän kytkentä, 5 leikkauskorkeutta ja silppuava järjestelmä. Maksimityöskentelyalue kyseisellä mallilla on 4000 m<sup>2</sup>. Hinta on 2113 €. (Troy-Bilt, 2021)



Kuva 2.1 Lithiumrider TB30 E (Troy-Bilt, 2021)

### 2.1.2 Ryobitools RM300e

Toisena tarkasteltavana on Ryobitoolsin malli sähkökäyttöinen ajettava ruohonleikkuri. Ryobitoolsin ruohonleikkurissa on 48 V 75 Ah lyijyaku. Muissa vertailussa olevissa mal-



leissa on litiumioniakku, mutta Ryobitoolsin mallissa on lyijyakku. Mallissa on kaksi moottoria teriä varten, LED ajovalot ja USB-portti puhelimen lataamista varten. Mallissa on kokonaisuudessaan kolme moottoria ja ne ovat kaikki hiiliharjattomia. Peruutettaessa kyseisestä mallista ei löydy ruohonleikkausta. Leikkauskorkeus 3.8 cm-11.4 cm ja leveys 96,5 cm. Hinta on 4000 €. (Ryobi, 2021)



Kuva 2.2 Ryobitoolsin malli RM300e (Ryobi, 2021)

### 2.1.3 Cub Cadet CC30e

Cub Cadetin malli CC30e mallissa on 56 V, 30 Ah, 1500 Wh litiumioniakku, joka on siis sama arvoiltaan kuin Troy-Biltin mallissa. Ajoaikaa on 1 tunti. Hinta on 2537 €. (Cub Cadet, 2021)



Kuva 2.3 Cub Cadet CC30e (Cub Cadet, 2021)

#### 2.1.4 Cub Cadet LT42e

Cub Cadet LT42e on toinen tarkasteltava malli Cub Cadetilta. Tässä mallissa on 56 V, 60 Ah, 3000 Wh litiumioniakku, joka on huomattavasti suurempi jännitteinen akku kuin edeltävissä malleissa. Teriä on kaksi kappaletta. Mallissa on Control-Motor ZS 18G\L harjaton sähkömoottori. Täydellä akulla ajoaika 1,5 tuntia. Hinta mallilla on 3552 €. (Cub Cadet, 2021)



Kuva 2.4 Cub Cadet LT42e (Cub Cadet, 2021)

### 2.1.5 Weibang E-rider

Weibangin mallissa on 72 V, 20 Ah, 1500 Wh litiumioniakku. Ajoaika täydellä latauksella 2 tuntia. Hintaa mallilla 2918 €. (Weibang, 2021)



Kuva 2.5 Wiebang E-rider (Wiebang, 2021)

### 2.1.6 Stiga e-Ride C500

Stigan mallissa e-Ride C500 on 1,2 kW vetomoottori ja kaksi BLDC 1,5 kW terämoottoria. Akkuna käytetään 48 V 40 Ah litiumioniakkua. Leikkuuleveys on 84 cm ja siinä on 7-portainen leikkuukorkeuden säätö. Rungolla on painoa 245 kg. Maksimityöskentelyalue kyseisellä mallilla on 4000 m<sup>2</sup>. Hintaa 5090 €. (Stiga, 2021)



Kuva Stiga 2.6 e-Ride C500 (Stiga, 2021)

### 2.1.7 Stiga e-Ride C300

Stigan akkukäyttöisessä e-Ride C300 on 48 V 30 Ah litiumioniakku ja moottorikoko on sama kuin edeltävässä Stigan mallissa eli kaksi 1,5 kW terämoottoria ja 1,2 kW vetomoottori. Maksimi työskentelyalue on 1800 m<sup>2</sup>. Hinta on 4190 €. (Stiga, 2021)

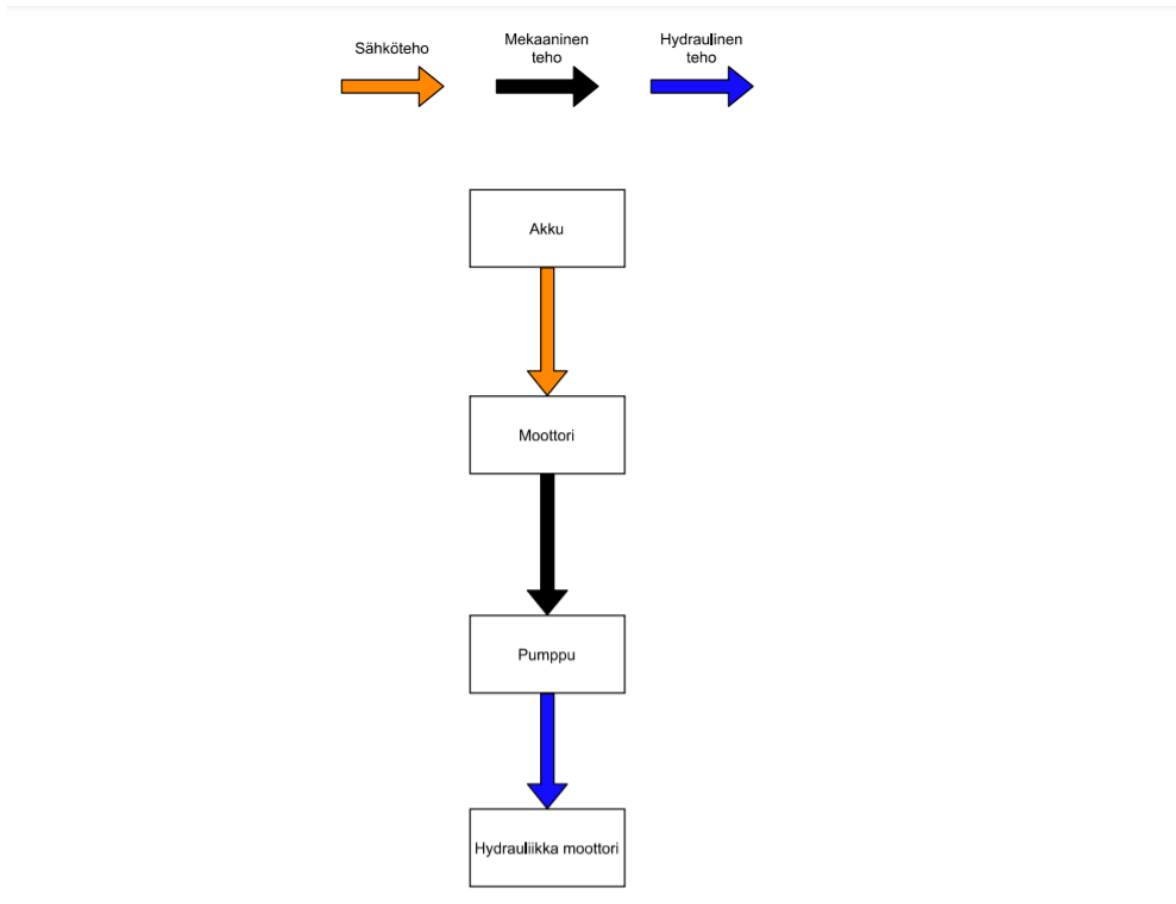


Kuva 2.7 Stiga e-Ride C300 (Stiga, 2021)

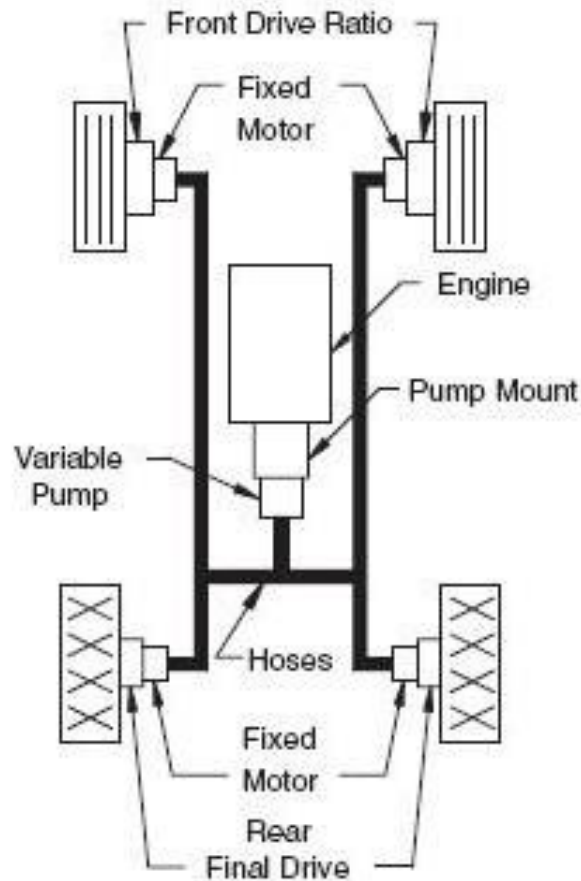
## 2.2 Konversiomalleja

Pienyrityksiltä löytyy myös valmiita konversiokittejä, esimerkiksi Electrictractor myy 1276 € hintaan valmista kittiä (Electrictractor, 2021) ja Eveja myy 990 € hintaan (Evea, 2021). Keskustelupalstoilla on jonkin verran keskusteltu konversioiden tekemisestä. Konversion pääidea on kuitenkin muokata ajettava ruohonleikkuri polttomoottoridusta sähkömoottoriduksi. Esimerkiksi eräässä tapauksessa konversio toteutuu ottamalla konvertoitavasta ajettavasta ruohonleikkurista polttomoottori irti ja vaihtamalla sen tilalle esimerkiksi kaksi 1,5 kW terämoottoria, 1,2 kW vetomoottori ja 48 V 40 Ah litiumioniakku (Stiga, 2021). Terämoottorit Stigalta ovat loistava valinta konversiota varten, koska ne eivät tarvitse hihnoja eikä hihnapyöriä. Riippuen ajettavasta ruohonleikkurista, akkua ei kuitenkaan pysty asentamaan suoraan ajettavaan ruohonleikkuriin, jolloin pitää tehdä muutoksia runkoon, jotta akku pystytään asentamaan runkoon kiinni. Työtä varten valitaan traktorimalli etuleikkurimallin sijaan, koska traktorimalleja on enemmän tarjolla ja traktorimalleihin on helpompi löytää komponentteja. Traktorimalli on myös järkevämpi runko valita vertaillen etuleikkuriin, koska traktorimalleihin on aikaisemminkin tehty konversioita. Traktorirunko on muodoltaan myös parempi verrattuna etuleikkuriin. Traktorimallissa on paremmin tilaa tehdä konversio. Komponenteille on suhteellisen samat sijoittelumahdollisuudet traktorimallissa kuin etuleikkurimallissa. Tärkeää on myös muistaa lisätä akun varaustilasta kertova mittari. Ruohonleikkureita varten on kaksi varteenotettavaa voimansiirtoa, hydrostaattinen voimansiirto ja mekaaninen voimansiirto. Suurin ero mekaanisen ja hydrostaattisen voimansiirron välillä ajettavissa ruohonleikkureissa on se, että mekaanisessa pystyy vaihtamaan nopeutta vaihteiden avulla ja hydrostaattinen voimansiirto toimii enemmän automaattisesti. Hydrostaattisia ruohonleikkureita on helpompi käyttää, mutta mekaaniset ruohonleikkurit ovat parempia vaikeissa olosuhteissa (Upgradedhome, 2021). Konversiota varten valitaan hydrostaattisen järjestelmän omaava runko, jolloin säästetään rahaa, koska hydraulisen järjestelmän ostaminen uutena maksaisi noin 2500 €. Hydrostaattinen järjestelmä sopii myös paremmin kuin mekaaninen voimansiirtojärjestelmä traktorirunkoon toteutettavaan konversioon, koska ei tarvitse tehdä rakenteellisia muutoksia, jotta saataisiin moottori sopivaksi

vaihdelaatikkoa varten. Alla olevissa kuvissa on esitetty erilaisia hydrostaattisia voimansiirron kaavioita. Ensimmäisessä kuvassa 2.8 on yksinkertaistettu hydrostaattinen järjestelmä, jossa akulta siirtyy sähkötehoa moottorille. Moottorilta siirtyy hydraulista tehoa pumpulle, josta hydraulista tehoa siirtyy hydraulikkamoottorille. Tämä järjestelmä vaatii kolme moottoria. Toisessa kuvassa 2.9 on vaihtoehtoinen hydraulinen järjestelmä, jossa on muuten samanlainen järjestelmä kuin kuvassa 2.8, mutta siinä on neljä moottoria renkaita varten, eli jokaiselle renkaalle on oma moottorinsa.



Kuva 2.8 voimansiirron kaavio, missä hyödynnetään hydraulista voimansiirtoa, joka on jo valmiiksi konversiota varten olevassa rungossa.



Kuva 2.9 hydraulinen järjestelmä, jossa käytetään neljää moottoria renkaiden varten. (Hydraulicstatic, 2021)

### 3 KOMPONENTTIEN TARKASTELU

Tässä osiossa tarkastellaan, millaisia komponentteja kannattaisi valita konversiota varten. Valinnat tehdään markkinointimallien vertailussa olevien komponenttien ja vastaavien kaupallisten mallien perusteella. Tarkoituksena on valita mahdollisimman halvat komponentit, joten vertailussa tarkastellaan ensin hintaluokkia ja valitaan halvimmat mahdolliset komponentit, jotka olisivat sopivia valittavaan runkoon.

#### 3.1 Moottori

Akkumoottoreiden valinnassa on otettava huomioon saatavuus, hinta ja tehoarvot, jotta ne jaksavat liikuttaa traktorimallista ruohonleikkuria ja pyörittää leikkureita tehokkaasti. Akkumoottoreita on monenlaisia, mutta vertailuun valitsin ainoastaan mallivertailussa olleita

moottoreita. Akkumoottorin vertailussa on siis Control-Motor ZS 18G\L sähkömoottori, 48V sähkömoottori Cub Cadetilta, Ryobitoolsin kolmen moottorin järjestelmä, Stigan vaihtoehto, jossa kaksi 1,5 kW terämoottoria ja yksi 1,2 kW vetomoottori. Hintaluokka moottoreilla on karkeasti 60 €-250 € (eBay, 2021). Valitaan kolmen moottorin järjestelmä, koska konversioon on järkevintä valita terämoottorit ja vetomoottori erikseen. Terämoottoreiksi valitaan 1,5 kW harjattomat moottorit. Harjattomat moottorit ovat suhteellisen uusia markkinoilla, mutta harjattomat moottorit esimerkiksi eivät aiheuta kipinöitä samalla tavalla kuin harjalliset ja niiden kestävyys on parempi kuin harjallisissa moottoreissa. Näissä moottoreissa on nimellisarvoina 48 V, vääntömomentti 9,5 Nm ja 1500 rpm. Terämoottoreille riittäväksi nimellismomentiksi riittää noin 5 Nm, joten 1,5 kW terämoottorit sopivat hyvin traktorimallia varten. (Jinanzhibi, 2021). Vetomoottoriksi vähän suurempi nimellisarvoiltaan 48 V, 2 kW, 2500 rpm ja vääntömomentti 7,6 Nm. (Jinanzhibi, 2021). Vetomoottoriksi valittiin 2 kW moottori, koska vaikka 1,2 kW moottorin vääntömomentti saattaisi riittää, valitsin mieluummin hieman suuremman moottorin, jonka vääntömomentti varmasti riittää ja jaksaa paremmin liikuttaa ruohonleikkuria haastavimmissakin paikoissa. Hintaluokaltaan, saatavuudeltaan ja laadultaan paras valinta on Stigan kolmen moottorin järjestelmä, ainoastaan 1,2 kW vetomoottorin vaihtaminen 2 kW moottoriin, joka varmasti jaksaa vääntää ja ajokestävyyskin parempi kuin monilla muilla valmistajilla, jotka ovat ilmoittaneet vain yhden moottorin järjestelmiä pois lukien Ryobitools, jonka moottoreita ei kuitenkaan ole samalla tavalla myynnissä kuin Stigan moottoreita. Stigan kolmen moottorin hinnaksi tulisi noin 300–400 €, joka oli samaa hintaluokkaa Ryobitoolsin kolmen moottorin järjestelmällä, mutta saatavuus Stigan moottoreissa on parempi, joten valitsen Stigan moottorit. Leikkausmoottorit asennetaan pystyasentoon, koska pystyasentoon asennettaessa moottorit saadaan suoraan kytkettyä leikkuuteriin. Vetomoottori vaaka-asentoon, jotta se on pyörän napojen suuntaisesti asennettu.

### 3.2 Akku

Akun valinta konversiota varten on tärkeää. Litiumioniakut kestävät pidempään kuin lyijy-akut, säilyttävät saman tehon koko purkausjakson ajan ja voidaan purkaa toistuvasti vahingoittamatta akkua. Tämän vuoksi 48 V 60 Ah litiumioniakulla voidaan leikata suunnilleen



yhtä suuri alue kuin 48 V 100 Ah lyijyakulla. Litiumioniakkuja voidaan säilyttää pakkasessa. Valitaan siis litiumioniakku lyijyakun sijasta. Liian pienen akun valitseminen johtaa siihen, että ajettavalla ruohonleikkurilla ei pystytäkään pahimmassa tapauksessa saamaan riittävästi tehoa leikkaukseen, mutta liian pienen akun valinta haittaa käyttöä enemmänkin lyhyemmällä ajoajalla. Akkuja vertailuun on siis Lithiumriderin 56 V 30 Ah akku, Ryobitoolsin 48 V 75 Ah akku, Cub Cadetin 56 V 60 Ah akku, Wiebangan 72 V 20 Ah akku ja Stigan 48 V 40 Ah. Akuilla on valmistajien tietojen perusteella suhteellisen vähän eroja ajoaikoihin ja työskentelyalueiden suuruuksien välillä. Stigan akkuja pystyy Suomessa hankkimaan suhteellisen helposti, muiden valmistajien akkuja pitäisi tilata ulkomailta tai vaihtoehtoisesti etsiä samankaltainen akku Suomesta. Hintaluokka akuilla on 300 €-700 €. EGO:n akun hinta noin 600 €, Stigan akun hinta noin 300 €, Lithiumriderin akun hinta noin 700 €, samoin muiden valmistajien akkujen hinnat ovat 600 €-700 € välillä, joten valitaan selkeästi halvin Stigan akku.

### 3.3 Moottorinohjaus

Moottoria varten tarvitaan moottorinohjain. BLDC-moottoreihin löytyy monenlaisia moottorinohjaimia ja löytyy myös valmiita kittejä, joissa myydään valmiiksi moottori ja moottorinohjain. Malleja on tietysti monenlaisia, mutta vertailuun valitaan muutama moottorinohjain ja esimerkki valmiista kitistä, joita myydään muun muassa Amazonissa. Electromen myy monia erilaisia ohjaimia, mutta niistä sopivin on EM-347B Brushless with modbus (BLDC) motor driver 12–48 V 50 A. Hintaa kyseisellä ohjaimella 149 €. Kyseinen moottorinohjain sopisi mainiosti, koska moottorilta tulee nimellisarvoina 48 V ja 37.5 A ja moottorinohjain toimii 48 V ja 50 A, mutta ongelmana on suositeltu käyttö 1600 W moottoreille, jonka vuoksi kyseinen moottorinohjain ei välttämättä toimi toivotulla tavalla. (Electromen, 2021).



Kuva 3.1 Electromenin moottorinohjain (Electromen, 2021).

Moottorinohjaimia löytää monenlaisia muun muassa Amazonista ja Alibabalta, mutta näissä tuotteissa on ongelmana nimellisarvojen löytäminen. Esimerkiksi Alibabalta löytyy nimellisarvoiltaan 48 V 40 A moottorinohjain LCD näytöllä hintaan 13 € (Alibaba, 2021). Roboteqilta löytyy 60 V 75 A moottorinohjain, mutta tällä on hintaa 745 € (Roboteq, 2021). Halvempia moottorinohjaimia löytyy myös eBaylta, joista valitsin vertailuun nimellisarvoiltaan 55 V 50 A moottorinohjaimen (eBay, 2021). Tällä mallilla on hintaa noin 30 €. Kyseinen moottorinohjain olisi merkittävästi halvempi kuin Roboteqin tai Electromenin moottorinohjain, joka aiheuttaa hieman epäilyksiä eBayn ja Alibaban tuotteiden kohdalla. Moottorinohjaimeksi valitaan hinnan ja toimittajan antamien nimellisarvojen pohjalta eBayn moottorinohjain. Mainittakoon, että Alibabalta löytää samankaltaisia moottorinohjaimia kuin eBaysta, mutta Alibaban tuotteissa jätetään usein mainitsematta nimellisarvoja, joten ei ole täysin varmaa sopsiko esimerkiksi yllä mainittu Alibaban moottorinohjain toteutettavassa konversiossa. Toisaalta myös eBayn kautta ostettavissa malleissa jätetään jonkin verran nimellisarvoja kertomatta, joten ei ole täysin varmaa riittääkö kyseisessä mallissa nimellisarvot konversiota varten. Electromenin malli teoriassa pitäisi toimia konversiossa, mutta heidän mainitsema 1600 W suositus jättää hieman kysymysmerkkejä. Roboteqin moottorinohjain on todella hintava verrattuna muihin moottorinohjaimiin, joten eBayn moottorinohjain on suhteellisen luotettava ja halpa valinta, mutta jos Roboteqin tarjoaman mallin suuri hinta ei haittaa omaa konversiota varten, kyseinen malli on siinä tapauksessa luotettavin.

### **3.4 Komponenttien valinta**

Komponentit, joita halutaan valita tässä työssä, ovat akku, moottori ja moottorinohjain. Konversiota varten paras akkuvalinta on Stigan 48V 40Ah litiumioniakku. Hintaa kyseisellä akulla on noin 400 €, mutta eri valmistajien samaa kokoluokkaa olevia akkuja saa myös 300 € hintaan. Moottoriksi valitaan kolmen moottorin yhdistelmä, jossa siis kaksi 1,5 kW terämoottoria ja 2 kW vetomoottori. Hinta on siis noin 400 €. Moottorinohjaimen hinta on noin 30 €. Rungoksi valitaan tori.fi sivustolta hinnan ja laadun perusteella esimerkiksi Partner 11-90e, jolla on hintaa 400 €. Alla olevassa kuvassa 3.1 rungosta kuva. Akku asennettaisiin rungon takaosaan. Rungoksi valittiin traktorirunko.

Taulukko 1 komponenttien vertailu

Malli	Akku	Moottori	Teho
Lithiumrider	56V 30Ah	48V	1500W
Ryobitools	48V 75Ah	48V	1400W
Cub-Cadet CC30 E	56V 30 Ah	48V	1500W
Cub Cadet LT42e	56V 60Ah	48V	3000W
Wiebang e-rider	72V 20Ah	48V	1400W
Stiga e-Ride C500	48V 40Ah	1,2kW veto 2*1,5kW terä	1900W
Stiga e-Ride C300	48V 30 Ah	1,2kW veto 2*1,5kW terä	1400W

Hintavertailuna akun, moottorin ja moottorinohjaimen ostaminen maksaa karkeasti noin 750 € ja runko käytettynä ostettaessa maksaa noin 300 €-400 € (Tori.fi, 2021) niin kokonaishinnaksi tulee 1050 €-1150 €. Uuden ajettavan sähkökäyttöisen ruohonleikkurin hinta on noin 2000 € - 6000 €, joten jos on aikaa ja osaamista, tällä hetkellä noin puolet halvemmaksi tulee tehdä itse konversio kuin ostaa valmis ajettava sähkökäyttöinen ruohonleikkuri.



Kuva 3.2 Tori.fi:ssä myynnissä ollut esimerkkitraktorirunko (Tori, 2021)

### 3.5 Mitoituslaskelmat sijoituksille

Mitoituslaskelmissa lasketaan valitun rungon takaosan tilavuus, jonne akku sijoitettaisiin ja polttomoottorin tilaan mahtuu helposti terämoottorit ja vetomoottori. Akun koko on esimerkiksi  $52.5 * 23.01 * 22.0$  cm tai pienemmän sähköpyöriin tarkoitetun akun  $16.5 * 12.0 * 6.0$  cm ja moottoreiden koot ovat  $21.5 * 8.0 * 4.0$  cm, joten moottorit mahtuvat helposti polttomoottorin koteloon. Kyseisen traktorimallin alkuperäisen akun koko on  $19.5 * 13.0 * 18.0$  cm. Kotelon koko mallissa noin  $22.0 * 16.0 * 20.0$  cm, joten valitaan sähköpyöriin tarkoitettu akku, joita kuitenkin mahtuu kaksi koteloon.

### 3. YHTEENVETO

Tässä työssä tarkastelujen jälkeen pystytään toteamaan, että konversioita ei ole vielä kovinkaan paljoa tehty ja kaupallisten ajettavien sähkökäyttöisten ruohonleikkureiden määrä on kasvamaan päin. Sähkökäyttöisiä autoja on markkinoilla jo kohtuullisen paljon. Esimerkiksi Tesla on kehittänyt pitkään täyssähkökäyttöisiä autoja ja markkinoilta löytyy lähes kaikilta suurilta autonvalmistajilta täyssähkökäyttöinen auto. Hybridimalleja autoissa on paljon enemmän verrattuna täyssähkökäyttöisiin autoihin, mutta tulevaisuudessa tilanne voi olla hyvin erilainen. Ruohonleikkureissa ei tosin ole samanlaista markkinarakoa, jolloin myöskään sähkökäyttöisiä ruohonleikkureita ei ole kovinkaan paljoa vielä markkinoilla. Ruohonleikkureita ei ole läheskään yhtä monessa taloudessa verrattuna autojen määrään, ja autot aiheuttavat päästöjä paljon enemmän maailman mittakaavassa kuin ruohonleikkurit. Tämä aiheuttaa sen, että autoja tutkitaan merkittävästi enemmän kuin ruohonleikkureita.

Komponenttien etsintä oli suhteellisen työlästä, joten vertailuakaan ei suuressa skaalassa ole vielä mahdollista tehdä. Kehityskohtana tulevaisuudessa olisi saada enemmän komponentteja helpommin saataville tavallisille kuluttajille. Sähkökäyttöisten ajettavien ruohonleikkureiden määrän kasvulle esteenä tällä hetkellä on tuotteiden suhteellisen korkeat hinnat. Laadukkaista ruohonleikkureista joutuu lähes seitsemän tuhatta euroa maksamaan, joten kovinkaan monella ei vielä ole varaa sellaisiin. Konversion tekeminen itse on hyvinkin mielenkiintoinen vaihtoehto tällä hetkellä, jos haluaisi oman polttomoottoroidun rungon tai ostaa käytetyn rungon ja tehdä siitä konversion.

## LÄHTEET

- [1] Ryobitools, Electric lawn mower [verkkodokumentti]. [viitattu 7.5.2021]. Saatavissa: <https://www.ryobitools.com/outdoor/products/details/rm480e-electric-riding-lawn-mower>
- [2] Troybilt, Electric lawn mower [verkkodokumentti]. [viitattu 9.5.2021]. Saatavissa: <http://lithiumrider.troybilt.com/>
- [3] Esimerkki konversio [verkkodokumentti] [viitattu 2021] Saatavissa: <https://www.garagejournal.com/forum/showthread.php?t=400776>
- [4] Cub Cadet, Electric lawn mower [verkkodokumentti]. [viitattu 7.5.2021]. Saatavissa: [https://www.cubcadet.com/en\\_US/electric-lawn-mowers/cc30e/33AA27JDB10.html?utm\\_source=pepperjam&utm\\_medium=affiliate&publisherId=5755&clickId=3563340619](https://www.cubcadet.com/en_US/electric-lawn-mowers/cc30e/33AA27JDB10.html?utm_source=pepperjam&utm_medium=affiliate&publisherId=5755&clickId=3563340619)
- [5] Cub Cadet, Electric lawn mower [verkkodokumentti]. [viitattu 7.5.2021]. Saatavissa: [https://www.cubcadet.com/en\\_US/electric-lawn-mowers/xt1-lt42e/33ABA7ES710.html?utm\\_source=pepperjam&utm\\_medium=affiliate&publisherId=5755&clickId=3563347803](https://www.cubcadet.com/en_US/electric-lawn-mowers/xt1-lt42e/33ABA7ES710.html?utm_source=pepperjam&utm_medium=affiliate&publisherId=5755&clickId=3563347803)
- [6] Todaysmower, erilaisten ajettavien sähköisten ruohonleikkureiden vertailusivu <https://todaysmower.com/going-green-2021-electric-riding-mowers-and-ztrs/>
- [7] Weibang E-rider [verkkodokumentti]. [viitattu 30.8.2021] Saatavissa: <https://www.homedepot.com/p/Weibang-E-Rider-30in-72V-Lithium-Ion-Battery-Electric-Rear-Engine-Riding-Mower-WB76E/307713734>
- [8] Tori.fi käytettyjä ajettavia ruohonleikkureita [verkkodokumentti]. [viitattu 31.8.2021] Saatavissa: <https://www.tori.fi/koko-suomi?ca=18&q=Ruohonleikkuri%20ajettava&sp=1&w=3>
- [9] Stiga [verkkodokumentti]. [viitattu 31.8.2021] Saatavissa: <https://www.stiga.com/fi/2t2205481-st1-e-ride-c500.html>
- [10] Konversiokitti Electrictractor [verkkodokumentti]. [viitattu 20.9.2021] Saatavissa: <https://electrictractor.net/products/diy-electric-riding-mower-gas-to-electric-conversion-kit>
- [11] Konversiokitti Evea [verkkodokumentti]. [viitattu 20.9.2021] Saatavissa: <https://evea-kartmasters.fr/en/dedicated-electric-conversion-kits/2167-kit-conversion-tracteur-ton-deuse-p8-48v.html>

- [12] Jihanzibi moottorit [verkkodokumentti]. [viitattu 22.9.2021] Saatavissa: <https://jinzhibi.en.made-in-china.com/product/SKXnETolHHRq/China-48V-DC-Servo-Motor-1-5kw-DC-Motor-1500rpm-Brushless-DC-Motor-BLDC-Motor-with-Encoder-2500PPR-for-ATV-and-Agv.html>
- [13] Hydraulicstatic [verkkodokumentti]. [viitattu 26.9.2021] Saatavissa: [http://www.hydraulicstatic.com/20100505\\_hydrostatic-transmission-four-wheel-drive-vehicle.html](http://www.hydraulicstatic.com/20100505_hydrostatic-transmission-four-wheel-drive-vehicle.html)
- [14] Electromen moottorinohjain [verkkodokumentti]. [viitattu 6.10.2021] Saatavissa: <https://electromen.com/en/products/item/motor-controllers/brushless-dc-motor/EM-347B/>
- [15] Alibaba moottorinohjain [verkkodokumentti]. [viitattu 6.10.2021] Saatavissa: [https://www.alibaba.com/product-detail/New-40A-12V-24V-48V-Brush\\_62376878483.html?spm=a2700.7724857.normal\\_offer.d\\_image.2a191dd9b4LTw7](https://www.alibaba.com/product-detail/New-40A-12V-24V-48V-Brush_62376878483.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.2a191dd9b4LTw7)
- [16] Roboteq moottorinohjain [verkkodokumentti]. [viitattu 6.10.2021] Saatavissa: <https://www.roboteq.com/products/products-brushless-dc-motor-controllers/hbl-family>
- [17] eBay moottorinohjain [verkkodokumentti]. [viitattu 23.10.2021] Saatavissa: <https://www.ebay.co.uk/itm/373665875504?hash=item570038c630:g:b50AAOS-wWxdg~Z0i>