



**KÄYTÄNNÖN TUTKIMUS E85 ETANOLIPOLTTOAINEEN SOVELTAMISESTA  
NELITAHTISEEN PIENMOOTTORIIN**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Mikko Kyytinen

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Mikko Kyytinen

Työn nimi Käytännön tutkimus E85 etanolipolttoaineen soveltamisesta nelitahtiseen pienmoottoriin

Ohjaaja Teppo Sotavalta

Tiivistelmä

Vuosi 2024

---

Opinnäytetyön päätavoite oli muuttaa tavallinen nelitahtinen bensiinillä käyvä pienmoottori toimimaan E85 etanolipolttoaineella. Pääajatuksena oli toteuttaa konversio mahdollisimman kustannustehokkaasti ja vähillä muutoksilla alkuperäiseen moottoriin. Sopiva muutostyötä varten oli määritelty tavallisen kuluttajan saatavilla olevaksi kohtuuhintaiseksi laitteeksi. Vastaavanlaisia sovelluksia on jo käytössä tieliikenneajoneuvojen puolella, mutta muutosasia on ehdottomasti tutkimisen arvoinen liikenneympäristön ylläpitoon käytettävien laitteiden ja koneiden osalta.

Polttoainekonversio bensiinistä etanolipolttoaineeseen on nopea vaihtoehto saavuttaa päästövähennyksiä matalilla kustannuksilla ja vastuullisemmalla kuluttamisella. Yksinkertainen päivitys vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä nopeasti, ilman toimivien laitteiden ennen aikaista käytöstä poistamista. Näin voidaan pienentää sähkökäyttöisen ylläpitokaluston yhtäaikaista ja äkillistä kysynnän kasvua ja niistä aiheutuvaa hintojen nousua.

Polttoainekäyttöisillä laitteilla ja helposti kuljetettavalla polttoaineella on etuja niissä paikoissa, jotka sijaitsevat lataamisen mahdollistavan sähköverkon ulkopuolella. On myös hyvin tavanomaista, että tällaisissa olosuhteissa polttoainekäyttöisiä moottoreita käytetään sähkövirtaa vaativien laitteiden käyttämisen energian tuottamiseen.

Tämän työn tavoitteena on toteuttamiskelpoinen ohje vastaaville muutossovelluksille ja toimia yhtenä keinona vihreän siirtymän toteuttamisessa. Positiivisten ympäristövaikutusten lisäksi päämääränä on saada fossiilisten polttoaineiden käyttö nopeasti vähenemään ja edistää etanolipolttoaineen käyttöä harrastus-, työ- ja liikennekäytössä.

Käyttöhavaintojen perusteella polttoaineen kulutus lisääntyi muutoksen jälkeen, mutta moottorin teho ja kierrosluku riittivät edelleen oikeilla säädöillä vastaavan työn tekemiseen kuin ennen muutosta. Kun muutos on mahdollinen yhden laitteen osalta, hyötyjen kasvattaminen on mahdollista suurempiin laitemääriin soveltamalla.

Asiasanat Etanolipolttoaine, liikenneympäristö, nelitahtimoottori

Sivut 25 sivua ja liitteitä 1 sivua

---

Degree Programme in Traffic Transport Management

Abstract

Author Mikko Kyytinen

Year 2024

Subject Practical study of Applying E85 Ethanol Fuel to a Small Standard Four Stroke Gasoline Engine

Supervisor Teppo Sotavalta

The main purpose of this thesis is to examine adapting a small standard gasoline engine to run using E85 ethanol fuel. The purpose in this project has been to carry out the necessary modifications cost effectively with minimal changes to the original engine. A suitable target for conversion was to be available for average consumers within a reasonable price range. There are similar applications already in use in road traffic vehicles, but it was considered worth exploring ecologically sustainable fuel conversion for traffic environment maintenance machines.

Fuel conversion from gasoline to ethanol fuel is a fast alternative to achieve emission reduction with minor investments and more sustainable consumption. This simple upgrade reduces fossil fuel consumption rapidly and reduces incentive to abandon functional engines early in their lifespan. This also reduces the simultaneous demand of electrical maintenance machines and increase in prices. Fuel powered machines and easily transported fuel have advantages in regions that are situated outside the normal power grid. It is also common in such conditions to use fuel driven motors to produce energy for electric machines and charging purposes.

The objective for this thesis is to supply adequate information for similar conversions. It is meant to work as one of the measures for the green energy transition. There is a growing need to reduce harmful environmental effects, including reducing the need for fossil fuels. Small engine conversion provides one measure more to achieve these needs in the hobby, work and traffic fields.

In conclusion to the conversion experiment, there was some increase in fuel consumption, but the rotation speed and the power output of the engine were adequate for similar working purpose as prior to the conversion. When the conversion is possible with a single machine, it is possible to increase benefits with multiple machines.

Keywords Ethanol fuel, traffic environment, four stroke engine

Pages 25 pages and appendices 1 pages

## Sisällys

1 Johdanto.....	1
2 Tutkimuksen tietoperusta.....	3
2.1 Nelitahtinen bensiinimoottori.....	3
2.1.1 Käyntitahdit.....	4
2.1.2 Polttoaineen ja ilman seos.....	6
2.1.3 Nestepolttoaine.....	8
3 Aineisto ja menetelmät.....	9
3.1 Etanolipolttoaineen soveltuvuus.....	10
3.2 Laittekohtaiset tiedot.....	10
4 Tutkimuksen tekeminen.....	11
4.1 Välineistö.....	16
4.2 Laitteiden kausiluontoinen käyttö.....	16
4.3 Polttoaineen käsittely.....	19
5 Tulosten esittely.....	20
6 Johtopäätöksiä ja pohdintaa.....	22
6.1 Soveltamiskohteita.....	22
6.2 Jatkokehitys.....	23
Lähteet.....	24

## Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Biojäte energiantuotannon raaka-aineena (ST1, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.). .....	3
Kuva 2. Polttomoottori (Perälä & Perälä, 2014, s.11). .....	6
Kuva 3. Tyypillisiä polttoainearvoja (Traficom, 2022). .....	9
Kuva 4. Biltema -merkkinen bensiinikäyttöinen ruohonleikkuri. ....	11
Kuva 5. Ilmansuodatin avattuna alkuperäisessä tilassaan. ....	12

Kuva 6. Ilmansuodattimen kansi imuaukot rajoitettuna.....	13
Kuva 7. Ilmansuodattimen pohjaan asennettu ilmamäärän rajoitin.....	14
Kuva 8. Kaasuttimen hienosäätö. ....	15
Kuva 9. Sytytystulppa johto irrotettuna.....	17
Kuva 10. Sytytystulppa irrotettuna tarkastusta varten.....	17
Kuva 11. Öljyn lisääminen sytytystulpan aukkoon.....	18
Kuva 12. Moottorin pyöryttäminen narukäynnistimellä tulpan hattu irti. ....	19
Kuva 13. Kaasutin ilmansuodatin irrotettuna. ....	21

## **Liitteet**

Liite 1. Esimerkki muutostyössä tarvittavista työkaluista

# 1 Johdanto

Työn tavoitteena oli muuttaa kustannustehokkaasti kuluttajien saatavilla oleva, yksinkertainen, bensiinikäyttöinen laite käyttämään polttoaineenaan etanolia. Tieliikenteessä käytettäviä ajoneuvoja varten tällaisia sovelluksia on jo olemassa, mutta tieympäristön hoitoon käytettävien laitteiden osalta ympäristöystävällisempi polttoainevaihtoehto on ehdottomasti tutkimisen arvoinen vaihtoehto.

Tieliikenteelle on muiden alojen mukana asetettu päästövähennystavoitteita Euroopan Unionin vuoden 2021 ilmastopakettiin liittyen ja tästä syystä myös tie- ja liikenneympäristön hoitoon liittyvissä töissä samoille toimenpiteille on perusteita. Polttomoottorikäyttöiset ympäristönhoitokoneet ja -laitteet käyttävät polttoaineenaan niin ikään liikennepolttoaineita, vaikka ylläpitotöistä aiheutuvaa polttoaineenkulutusta ja kasvihuonekaasuja ei erikseen pystytä tilastoissa erittelemään.

Työn aihepiiriä suuntaavana ja yhtenä motivoijana toimi Rakennustekniikka 1-2020 - verkkolehdessä ilmestynyt artikkeli "Liikenteen päästövähennykset - kaikki keinot käyttöön". Artikkelin on kirjoittanut Liikenteen tutkimuskeskus Vernen johtaja, tenure trac -professori Heikki Liimatainen. Artikkelissa on päästövähennystavoitteen keinoiksi mainittu kolme kokonaisuutta: fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla, ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen ja liikennejärjestelmän tehokkuuden parantaminen. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2020, s.28) Tämän työn on tarkoitus omalta osaltaan auttaa fossiilisten polttoaineiden korvaamisessa edistämällä myös tienpidon ja rakennetun ympäristön hoitoon käytettävien laitteiden muuttamista vähemmän ympäristöä kuormittaviksi.

Polttoaineen vaihtaminen fossiilisesta bensiinistä etanoliin on nopea keino vaikuttaa hiilidioksidipäästöihin ja vähentää investointi- ja kulutustarvetta. Polttomoottorikäyttöisiä laitteita ei tarvitse romuttaa tai vaihtaa ennenaikaisesti sähkökäyttöisiin laitteisiin. Polttomoottorikäyttöisten laitteiden ja niiden käyttämän polttoaineen liikuteltavuus sähköverkon ulkopuolisiin kohteisiin on niin ikään yksi käyttökelpoinen etu. Niillä voidaan myös tuottaa sähköenergiaa sellaisissa paikoissa, joissa latausinfra ei ole saatavilla.

Muutoskohteeksi tässä työssä valikoitui nelitahtisella moottorilla varustettu ruohonleikkuri. Näitä välineitä löytyy Suomessa yleisesti niin omakotitalojen kuin kesämökkienkin varastoista. Vastaavia laitteita käytetään kiinteistöjen ja ulkoalueiden hoitoa harjoittavien

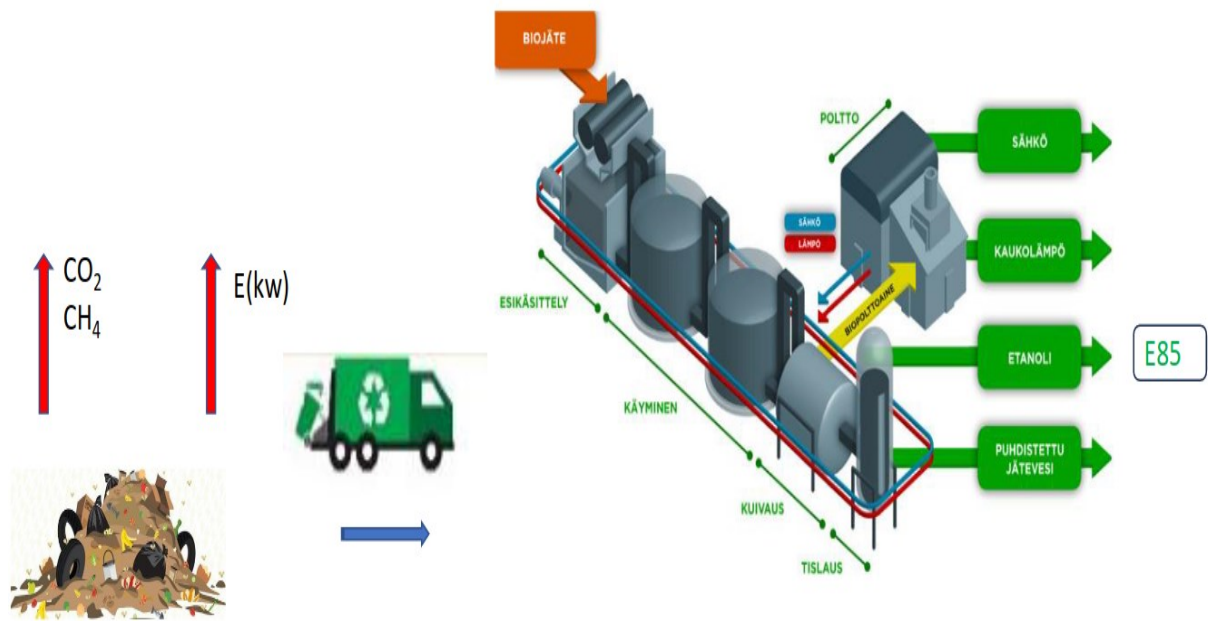
yrittäjien toimesta isompien, yleensä päältä ajettavien mallien rinnalla. Tavoitteena oli muuttaa tämä peruskäytössä yksinkertainen laite mahdollisimman matalilla kustannuksilla ja pienillä rakenteellisilla muutoksilla etanolikäyttöiseksi. Muutoksen edellytyksenä on laitteen käyttökelpoisuuden säilyttäminen.

Työn lopputuloksen tavoitteena on toimia muutosohjeena vastaavia laitteita varten ja lisätä etanolipolttoaineen sovelluskohteita. Positiivisten ympäristövaikutusten lisäksi työn päämäärä on edesauttaa fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämistä ja nopeuttaa uusiutuvien polttoaineiden yleistymistä harraste-, työ- ja liikennekäytössä.

Biojätepohjaisen etanolipolttoaineen hiilijalanjälki on merkittävästi (yli 75 %) pienempi kun sitä verrataan esimerkiksi bensiiniin. Raaka-aineen kuljetuksiin ja jalostukseen käytettävän energian alkuperä vaikuttaa osaltaan hiilijalanjäljen muodostumiseen aivan samoin kuin muidenkin polttoaineiden tuotannossa. (ST1, 2024; ks. myös Traficom, 2022, s.17) Biojätteiden hyödyntämisessä saavutetaan myös etua mätänemisessä hukkaan (ja ilmakehään) menevän lämpöenergian osalta, kun jalostustoiminnalla energiasisältö saadaan hyötykäyttöön ennen vapautumista. Raaka-aineen loppuminen ei muodostu ongelmaksi niin kauan kun maapallolla on elämää. Lajitteluun tehdyt panostukset takaavat jalostuskelpoisen raaka-ainevirran tulevaisuudessa.

Kokonaishiilidioksidipäästöjen määrä vähenee sitä enemmän, mitä enemmän pystytään käyttämään hyödyksi jo kierrossa olevaa eloperäistä ainesta energian tarpeen kattamiseen. Suomessa ST1 on tehnyt merkittävää pioneerityötä tämän asian eteen 2010-luvulla ja perustanut koelaitoksen lisäksi useita tehtaita eri paikkakunnille. Etanolikäyttöisten autojen myynti ja ajoneuvoihin tehtyjen polttoainemuutosten kasvu on ollut vuosien saatossa kuitenkin maltillista. Etanolipolttoaineeseen liittyvä toiminta on vaatinut tuotekehitystä ja panostuksia, jotka eivät kuitenkaan ole yli kymmenen vuoden ajan jaksolla saavuttaneet riittävää kannattavuutta ST1:n mukaan. Raaka-ainesopimukseen liittyvien vaikeuksien ja kannattavuusongelmien vuoksi ST1 teki vuonna 2023 päätöksen sulkea kannattamattomia etanolitehtaita Suomessa. (ST1, 2023) Tehtaiden sulkemispäätöksen jälkeen myös yksi lähdeaineiston hankkimiseen tarkoitettu julkinen sivusto lakkasi toimimasta. Sivustolla oli aiemmin saatavilla ST1:n julkaisema esitys Refuel RE85 etanolipolttoaineesta ja siihen liittyvästä prosessikuvauksesta. Tähän työhön on sisällytetty havainnollistava kuva tuosta esityksestä. Kuvassa 1 havainnollistetaan perusteita ja hyötyjä eloperäisen raaka-aineen käyttämiseen polttoainetuotannossa.

Kuva 1. Biojäte energiantuotannon raaka-aineena (ST1, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



## 2 Tutkimuksen tietoperusta

Muutostyön teknisiin vaatimuksiin käytettiin tietoja luotettaviksi tiedetyistä lähteistä alan kirjallisuudesta ja polttomoottoreihin liittyvää käyttäjänä ja huoltajana kertynyttä omakohtaista kokemusta. Muutettavan laitteen toimintaperiaate ja ominaisuudet esitetään seuraavana yleisesti muutostyön kohteena.

### 2.1 Nelitahtinen bensiinimoottori

Polttoainetoimisen pienkoneen moottoriin kuuluu olennaisina osina sylinteri ja sylinterin sisälle tiiviisti istuva mäntä. Sylinterin sisällä tapahtuvan palotapahtuman avulla polttoaineen sisältämä energia muutetaan liike-energiaksi. Nelitahtisen polttomoottorin toiminnassa voidaan erottaa neljä toisistaan selkeästi erottuvaan vaihetta, joista moottorin nimityskin johtuu. Neljän käyntivaiheen aikana männän alapäähän laakeroitu kampiakseli kiertää täydet



kaksi kierrosta. Jokainen kampiakselin kierros toteuttaa moottorin tarkoitusta. Polttoaineen sisältämä energia muutetaan käyttökelpoiseksi liike-energiaksi. (Perälä & Perälä, 2014, s.10)

Nelitahtimoottorin kaasujenvaihdosta huolehtivat imu- ja pakoventtiilit, joiden käyttämiseen tarvitaan erillistä nokka-akselia. Nimityksensä mukaisesti nokka-akseli käyttää pyöriessään keinuvipujen nokkia, jotka puolestaan avaavat ja sulkevat vuorotellen imu- ja pakoventtiileitä. Moottorin pyörähtäessä se imee sisäänsä ilman ja polttoaineen seosta kaasuttimesta. Polttoaine johdetaan kaasuttimeen laitteen tankista nestemäisenä ja kaasuttimessa se höyrystyy ja sekoittuu ilmansuodattimen kautta johdettuun ilmaan. Moottorin pyörähtäessä syntyvä imu vetää seoksen sylinterin sisään, jossa se kokoonpuristamisen jälkeen sytytetään sytytystulpan antamalla kipinällä. Polttoaine-ilmaseos palaa syttyessään räjähdysmäisen nopeasti ja antaa sylinterissä liikkuvalla männälle voiman, jolla moottori käy. Käydessään moottorin kampiakseliin kytketty laite tai osa liikkuu ja tekee käyttötarkoituksellensa ominaista työtä. (Perälä & Perälä, 2014, s.10)

### **2.1.1 Käyntitahdit**

Nelitahtisen moottorin käyntivaiheita nimitetään tahdeiksi. Käyntivaiheet eli tahdit muodostavat moottorin toimintajakson. Toimintaperiaate ja käyntitahdien merkitys selviää kuvasta 2, jossa jokaista vaihetta havainnollistetaan leikkauspiirroksella ja selityksellä.

Imutahdilla (1) nokka-akselin käyttämä keinuvipu on avannut imuventtiin ja pakoventtiili on suljettuna. Kampiakselin pyörimisliike vetää mäntää alaspäin ja moottori imee sisäänsä ilman ja polttoaineen seosta kaasuttimesta. (Perälä & Perälä, 2014, s.12)

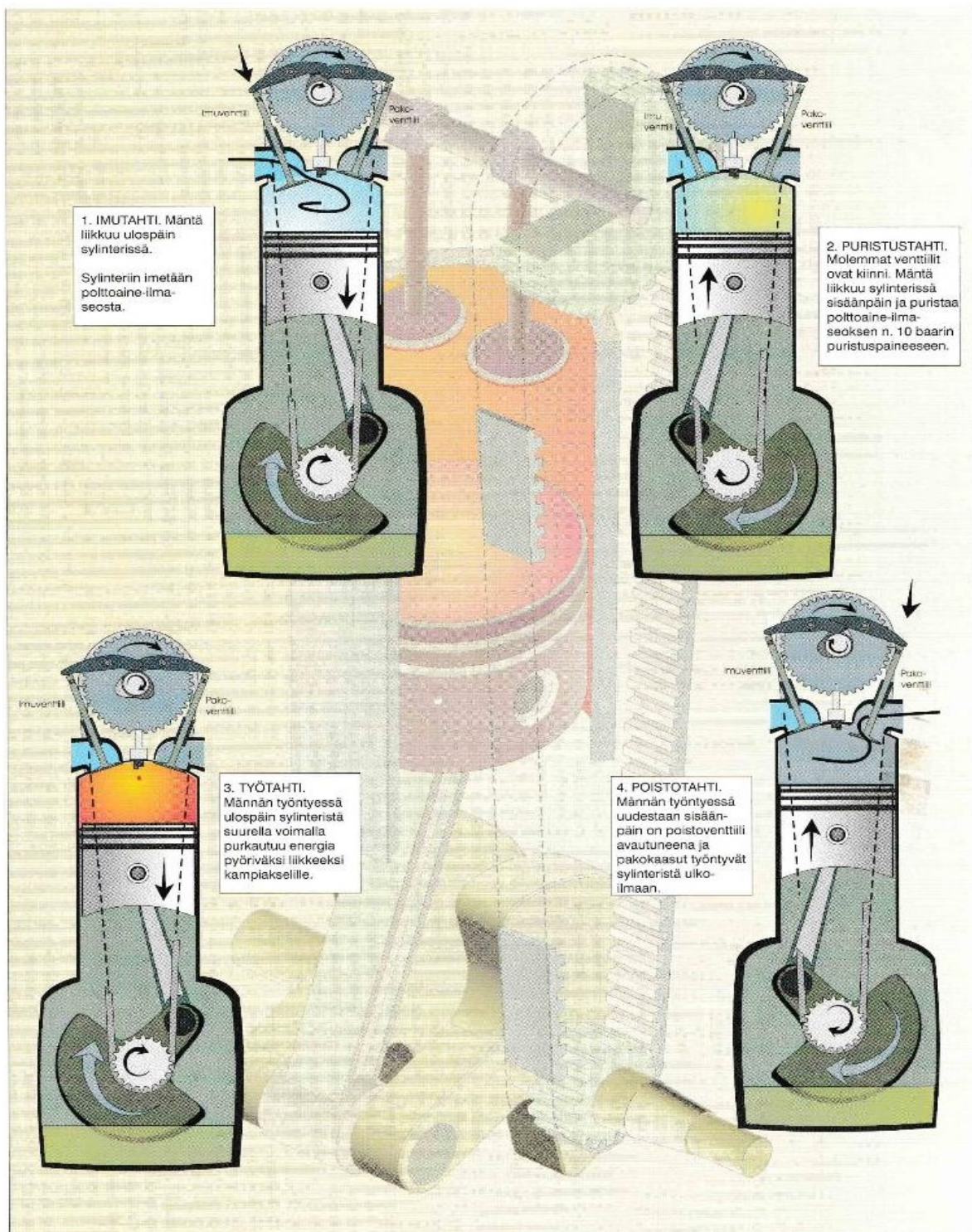
Puristustahdilla (2) kampiakselin liike alkaa työntää mäntää takaisin sylinteriin ylöspäin. Kampiakseliin liikkeeseen kytketty nokka-akseli kääntää keinuvipua ja sulkee imuventtiin. Pakoventtiili on edelleen suljettuna ja sylinterissä oleva polttoaine-ilmaseos puristuu kasaan. (Perälä & Perälä, 2014, s.12)

Työtahdilla (3) männän liike lähestyy ylintä asentoaan ja sylinterin kannessa ylimmässä kohdassa sijaitseva sytytystulppa antaa sähkökipinän. Molemmat venttiilit ovat tässä vaiheessa suljettuina. Polttoaine-ilmaseos syttyy ja nopeasti palavan kaasun voimakas paine työntää mäntää sylinterissä alaspäin. Palotapahtuman voima välittyy männästä kiertokangen

(männän varsi) välityksellä kampiakseliin. Kampiakselin pyörimisliike saa lisää vauhtia.  
(Perälä & Perälä, 2014, s.12)

Poistotahdilla (4) nokka-akselin liike kääntää pakoventtiilin keinuvipua ja pakoventtiili avautuu. Kampiakselin pyörimisliike alkaa työntämään mäntää uudelleen ylöspäin. Mäntä työntää sylinterissä olevat palokaasut pakoventtiilin kautta moottorin pakoputkeen ja siitä edelleen ulos. Männän saavuttaessa uudelleen sylinterin yläosan, kampiakseli on tehnyt kaksi täyttä kierrosta ja seuraava imutahti ja moottorin uusi toimintajakso on alkamassa.  
(Perälä & Perälä, 2014, s.12)

Kuva 2. Polttomoottori (Perälä & Perälä, 2014, s.11).



### 2.1.2 Polttoaineen ja ilman seos

Polttomoottorikäytössä olennaista on käytetyn polttoaineen ja palotapahtumaan syötettävän ilman välinen suhdeluku. Kun kipinäsytytyksellä varustetun ottomoottorin polttoainetta

muutetaan, täytyy puhtaan ja tehokkaan palotapahtuman aikaansaamiseksi muuttaa myös polttoaineen ja ilman välistä suhdelukua polttoaineen ominaisuuksia vastaavaksi. Moottorin palotapahtumassa polttoaineen ja ilman syttymiskelpoista ja mahdollisimman täydellisesti palavaa seosta kutsutaan stoikiometriseksi seokseksi. (MIT, 2014) Oikealla stoikiometrisella seoksella moottori käynnistyy ja tuottaa polttoaineesta liike-energiaa. Liike-energiaa voidaan käyttää tietyn työtehtävän tekemiseksi tai moottorilla varustetun laitteen liikkumisen mahdollistamiseksi. (Perälä & Perälä, 2014, s.18; ks. myös Mäntynen, 2015, s.10)

Pienmoottorin stoikiometrisen seoksen muodostamisesta huolehtii tyypillisesti kaasutin. Pienkoneiden moottoreissa on nykyään yleisesti käytössä kohokammiokaasuttimia ja kalvokaasuttimia. Vanhemmissa laitteissa käytettiin aiemmin yksinkertaisia imukaasuttimia. Tunnettu pienmoottoreiden valmistaja Brigg's & Stratton käytti pitkään imukaasuttimia moottoreissaan ja vanhemmissa laitteissa niitä on edelleen paljon käytössä. Imukaasuttimella varustetuissa moottoreissa on yleensä matala polttoainesäiliö ja imukaasutin on kiinnitetty suoraan polttoainesäiliön päälle. Moottorin imukanavaan muodostuva alipaine imee polttoaineen kaasuttimen kautta virtaavan ilman sekaan ja erillistä polttoainepumppua ei tarvita. (Perälä & Perälä, 2014, s.41)

Kohokammiokaasuttimella varustetuissa laitteissa on tavallisesti kaasuttimen yläpuolella sijaitseva polttoainesäiliö ja bensiinin virtausta polttoainesäiliöstä kaasuttimeen säätelee kohon käyttämä neulaventtiili. Polttoainesäiliön yläpuolisella sijoittamisella polttoainepumppua ei tarvita, vaan polttoaine virtaa säiliöstä omalla painollaan. (Perälä & Perälä, 2014, s.39)

Kalvokaasuttimet ovat pienestä koostaan huolimatta rakenteeltaan monimutkaisempia kuin kohokammio- ja imukaasuttimet. Kalvokaasuttimessa on rakenteessa oma pumppuosa, jossa paineenvaihteluiden avulla toimiva kalvo ohjaa neulaventtiiliä ja moottoriin virtaavan polttoaineen määrää. Kalvokaasuttimien etuna on asentoriippumattomuus. Kalvokaasutin toimii asennosta riippumatta aina samalla tavalla, eikä työkoneen tai laitteen kääntäminen vaikuta siihen. Myöskään polttoainesäiliön sijainti kaasuttimeen nähden ei ole rajoittava tekijä. Kalvokaasuttimia käytetään tyypillisesti moottorisahoissa ja vastaavissa kaksitahtimoottoreilla varustetuissa laitteissa, joita on voitava käytön aikana kääntää mihin asentoon tahansa. (Perälä & Perälä, 2014, s.39) Tässä työssä kalvokaasuttimia ei käsitellä enempää nelitahtimoottoriin liittyvän rajauksen vuoksi.

### 2.1.3 Nestepolttoaine

Valtaosassa nelitahtisia ottomoottoreita käytetään polttoaineena bensiiniä. Yksinkertaisesta käytettävyydestään huolimatta bensiini on monimutkainen hiilivetypohjainen aineeseos, joka pohjautuu fossiiliseen raakaöljyyn. Tislaamisen jälkeen bensiiniä seostetaan erilaisilla palamista, voitelua ja käytettävyyttä parantavilla apuaineilla ja yhdisteillä. Pitoisuudeltaan yleisin tankkausasemilta saatavan bensiinin nykyisin sisältämä lisäaine on etanoli. Bensiinilaadut voidaan erotella nimityslyhenteiden perusteella. Peruskäytössä yleinen 95-oktaaninen bensiini voidaan tankkauspisteellä merkitä 95E10:ksi. Merkinnästä ilmenee oktaaniluvun lisäksi bensiiniseoksen etanolimäärä prosentteina (10). Vastaavasti vanhempiin moottoreihin tai korkeampaa oktaanivaatimusta edellyttäviin koneisiin myytävää polttoainetta näkee merkinnällä 98E5. Merkinnän mukaan bensiinin oktaaniluku vähintään 98 ja polttoaineeseen sekoitetun etanolin määrä korkeintaan viisi (5) prosenttia. (Perälä & Perälä, 2014 s.17; ks. myös Neste, 2022, s.10)

Kemialliselta koostumukseltaan bensiiniä tarkastellaan palamisreaktion kannalta usein selkeyden vuoksi oktaanina. Oktaanin kemiallinen kaava on  $C_8H_{18}$ . Kemiallisen kaavan perusteella voidaan havaita, että pelkässä bensiinissä itsessään ei ole lainkaan happisisältöä. Se sisältää siis pääosin hiiltä (C) ja vetyä (H).

Etanolipolttoainetta myydään tankkausasemilla samaan tapaan kuin bensiiniä. Etanolipolttoainetta on saatavilla yli 180 tankkausasemalta. Etanolipolttoaineen merkinnät vaihtelevat myyntiketjuittain. St1:n etanolipolttoaine on merkinnältään RE85, S-ryhmän ABC-ketjun asemilla merkintä on EkoE85 ja Shellin merkin alla toimivilla asemilla E85. Merkinnästä riippumatta myytävä etanolipolttoaine on asemasta riippumatta samanlaista moottorikäyttöön sopivaa 104-oktaanista polttoainetta. (eFlexfuel, 2024)

Etanoli on kemialliselta rakennekaavaltaan  $C_2H_6O$  (tai kemian reaktioyhtälöissä tunnistamisen kannalta muodossa  $C_2H_5OH$ ). Etanolin rakennekaavasta havaitaan olennainen ero bensiiniin; se sisältää hiilen (C) ja vedyn (H) lisäksi happea (O). E85 polttoaine on nimityksensä mukaisesti 85 prosenttisesti etanolia. Etanoliin on sekoitettu 15 prosenttia bensiiniä käynnistyvyyden takaamiseksi kylmemmissäkin olosuhteissa. (Motiva, 2023)

Palamisreaktion kannalta etanolin happisisältö tarkoittaa sitä, että osa palamisreaktiossa tarvittavasta hapesta on saatavilla polttoaineesta itsestään. Näin ollen palamiskelpoiseen seokseen syötettävän ilman määrä täytyy olla pienempi kuin bensiinillä.

### 3 Aineisto ja menetelmät

Työhön liittyvää lähdeaineistoa on kerätty julkisista tietopalveluista ja kirjastosta. Työn empiiristä osiota varten hankittiin asiaan liittyvää tietoa erityisesti Theseus-palvelusta. Nykyisin saatavilla olevat tiedot polttoaineiden ominaisuuksista ja stoikiometriaan liittyvistä laskennallisista arvoista mahdollistavat erittäin hyvän pohjan käytössä olevan moottoritekniikan jatkokehittämiselle ja monipuolisia vaihtoehtoja pienten laitteiden käyttövoimaksi. Kuvassa 3 näkyvässä taulukossa on esimerkkinä lueteltu valmiita lukuarvoja ottomoottoreiden polttoaineyksikköä vastaavista ilmamääristä ja muista ominaisuuksista.

Kuva 3. Tyypillisiä polttoainearvoja (Traficom, 2022).

Tyypillisiä polttoaine-arvoja	Yksikkö	95E10	98E5	100 % Etanoli	E85
Tiheys (15 C)	kg/m <sup>3</sup>	720–775	720–775	791	700–800
Etanolimäärä, max	til %	10	5	100	85
Energiasisältö	MJ/l	30.9	31.45	21	22.6
	MJ/kg	41	42	26.5	30.1
Oktaaniluku, min- max	RON	95 / -	98 / -	120–135	104
Happipitoisuus	p-%	- / 3.7	- / 2.7	35	26 / 32
Stoikiometrinen ilma-polttoainesuhde		14.7	14.7	9	9.765
CO2 päästökerroin (palamisesta, TTW)*	kg/kg	3.10	3.04	1.91	2.10

Tehdasvalmisteisen bensiinimoottorin ilma-polttoainesuhde on tyypillisesti 14.7. E85 -etanoli-polttoaineelle vastaava arvo on noin 9.8. (Mäntynen, 2015, s.10; ks. myös MIT, 2014) Stoikiometrinen lukuarvojen keskinäinen ero bensiinin ja etanolipolttoaineen välillä on siis suuruusluokaltaan 33 %. Näin ollen bensiinimoottorin käyttämän imuilman määrää karkeasti kolmanneksen pienentämällä, stoikiometrisen arvon pitäisi hypoteettisesti hakeutua suuruusluokaltaan etanolipolttoaineelle sopivaksi.

Useista lähteistä haettujen moottoritekniikkaan ja palamisreaktioon liittyvien tietojen läpi käymisen ja ristiin tarkistamisen jälkeen pohja tutkimuksen empiiriselle kokeelle oli valmis.

### 3.1 Etanolipolttoaineen soveltuvuus

Ennen muutostyön aloittamista oli olennaista selvittää, minkälaisia soveltuvuushaasteita korkeaseosetanolin voi aiheuttaa. Vuonna 2010 uutisoitiin laajasti 95-oktaanisesta bensiinistä, jonka koostumusta muutettiin kansallisesta biopolttoaineiden jakeluvolvoitteesta johtuen. Vuodesta 2011 alkaen liikennepolttoaineiden tankkausasemilta markkinoitava 95-oktaaninen bensiini on sisältänyt enintään 10 tilavuusprosenttia etanolia. Laatumerkintänä siitä käytetään nimitystä 95 E10. (Autoalan tiedotuskeskus, 2024)

Vuonna 2010 herännyt huoli enemmän etanolia sisältävän bensiinin soveltuvuudesta niin autokalustoon kuin muihinkin moottorikäyttöisiin kulkuneuvoihin oli melko rajoitetuilta osin aiheellinen. Samaa huolenaihetta esiintyi myös pienkoneiden osalta ja joissain tapauksissa ongelmiakin ilmeni. Aiheeseen on syytä kiinnittää huomiota myös tässä työssä, koska polttoaineen vaihtamisen seurauksena etanolipitoisuus polttoainejärjestelmässä on korkeimmillaan 85 prosenttia.

Käytännön kokemus viimeisen kymmenen vuoden ajalta on osoittanut, että valtaosa muiden moottorikäyttöisten kulkuneuvojen kuten pienkoneidenkin valmistajista on huomionnut biokomponenttien jakeluvolvoitteen lisäämisen liikennepolttoaineiden jakelussa. Arctic cat, Buell, BMW, GasGas, Harley-Davidson, Husqvarna, Indian, John Deere, Kawasaki, KTM, Polaris, Victory ja Yamaha ovat esimerkkejä muiden kulkuneuvojen valmistajista, joiden kaikkiin malleihin sopii 95 E10 polttoaine. Suzukin kaikkiin maastoajoneuvoihin etanolia sisältävä bensiini käy, mutta moottoripyörien puolella polttoainesoveltuvuudessa on hajontaa. (Teknisen kaupan liitto ry, 2020)

### 3.2 Laitekohtaiset tiedot

Konversiota ajatellen tärkein tarkistettava asia on laitteen polttoainesuositus. Jos laitteen polttoainesuosituksessa on maininta 95 oktaanisen bensiinipolttoaineen soveltuvuudesta ja laite on myyty vuoden 2000 jälkeen, edellytykset etanolipolttoainemuutokselle ovat hyvät. Kaasutintoisissa pienkoneissa ongelmat aiheutuvat yleensä polttoainelinjan letkujen ja tiivisteiden materiaaleista. Jos letkut ja tiivisteet eivät kestä etanolia, syntyy ilmavuotoja ja mahdollisesti ulos valuvaa, näkyvää vuotoa. Tämä ongelma koskee käytännössä yli 20 vuotta vanhoja laitteita, joiden materiaalit eivät ole suunniteltu kestävänsä biokomponentteja. Näissäkin laitteissa letkujen ja tiivisteiden vaihtaminen uudempiin voi korjata ongelmat.

Etanolipolttoaineen rasvoja liuottava ominaisuus on usein ehkä korostetustikin yhdistetty etanolin mahdollisesti aiheuttamaan korroosioherkkyyteen. Käytännössä etanolilla on samat ominaisuudet tilavuusprosentista riippumatta ja sitä ei luokitella missään pitoisuudessa syövyttäväksi aineeksi. Ainoa metalliosiin liittyvä mahdollinen reagoitiherkkyys etanolilla on kuumen alumiinin kanssa. (Työterveyslaitos, 2024) Näin ollen 95-oktaaniselle bensiinille soveltuvat metalliosat esimerkiksi kaasuttimissa, soveltuvat yhtä lailla etanolipolttoaineelle.

## 4 Tutkimuksen tekeminen

Toteutusvaiheessa lähteistä kerättyä tietoa sovellettiin empiirisessä kokeessa bensiinillä toimivaan ruohonleikkuriin. Kuvassa 4 näkyvä ruohonleikkuri on ollut kolme vuotta säännöllisessä kesäkäytössä ja huollettu vuosittain. Siinä ei ole ilmennyt korjaustarpeita tai toimintahäiriöitä ennen kokeen aloittamista.

Kuva 4. Biltema -merkkinen bensiinikäyttöinen ruohonleikkuri.



Polttoaineen vaihtaminen aloitettiin polttoainejärjestelmän tyhjentämällä. Järjestelmässä oleva bensiini tyhjennettiin pois tankista polttoaineletkun ja kaasuttimesta pohjapropun kautta. Moottorin ilmansuodatin irrotettiin kaasuttimesta ja puhdistettiin. Kuvassa 5 näkyy ilmansuodattimen kotelo avattuna ja puhdistettuna.



Kuva 5. Ilmansuodatin avattuna alkuperäisessä tilassaan.



Moottorin muutokelpoisuutta testattiin ennen varsinaista rakenteellista rajoittamista. Testaamisvaiheessa ilmansuodattimen kannessa sijaitsevia imuaukkoja rajoitettiin teippaamalla karkeasti kolmanneksen pienemmäksi kuvassa 6 näkyvällä tavalla. Ilmansuodattimen rajoittamisen jälkeen laite palautettiin toimintakuntoon.

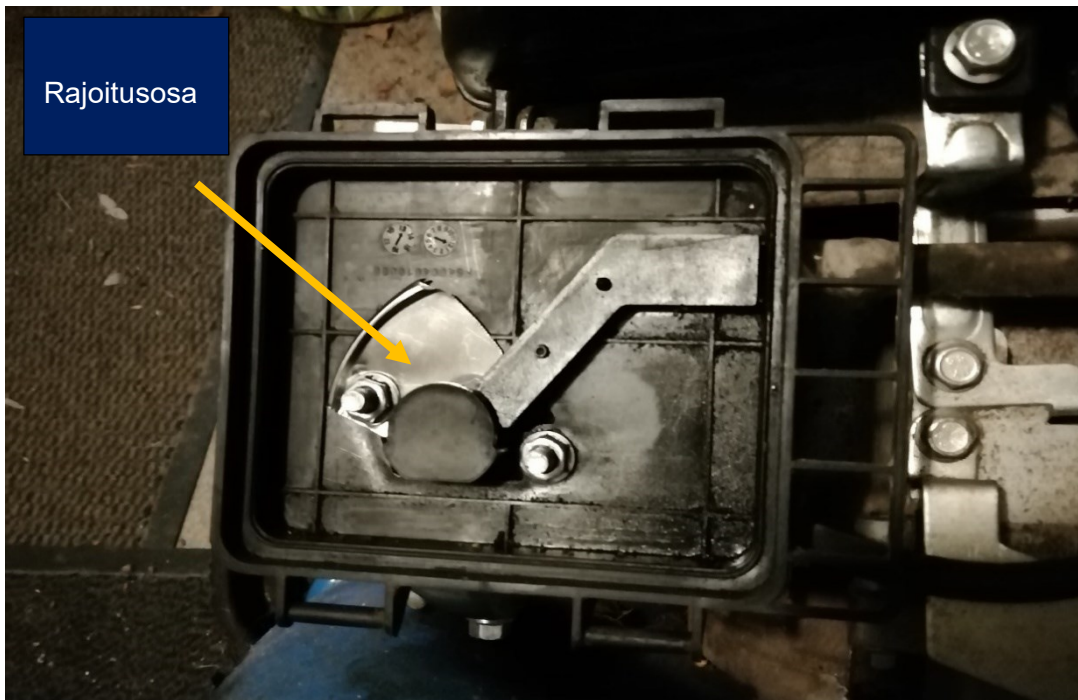
Kuva 6. Ilmansuodattimen kansi imuaukot rajoitettuna.



Tämän jälkeen polttoainesäiliö täytettiin E85 -etanolipolttoaineella. Polttoainejärjestelmän osat tarkastettiin ja todettiin pitäviksi. Muutokselpoisuuden testaamiseksi suoritettiin normaalit käynnistystoimet ja moottoria pyörytettiin narukäynnistimellä. Ensimmäisen rikastuskerran jälkeen moottori osoitti käynnistymisen merkkejä, mutta ei jäänyt käyntiin. Rikastus uusittiin ja käynnistystä kokeiltiin vetämällä käynnistimestä uudelleen. Moottori pyörähti yskähdellen käyntiin ja alkoi heti osoittamaan sammumisen merkkejä. Rikastimen painaminen paransi käyntiä, jonka jälkeen kierrosluku hidastui voimakkaasti jälleen. Moottorin sai pysymään käynnissä rikastinpainikkeen avulla, mutta moottori ei jäänyt toimintaan itsenäisesti. Testi kuitenkin osoitti, että laite on muutokselpoinen. Testissä ilmennyt rikastustarve antoi viitteen siitä, että ilmamäärän rajoittamista täytyy tehostaa. Moottorin käyttämän ilmamäärän rajoittamisessa siirryttiin ilmansuodattimen imuaukoista kaasuttimeen johtavaan kanavaan.

Ilmansuodattimen pohjassa sijaitsevan kaasuttimen ilmanottoaukon läpimitta mitattiin ja laskettiin sen pinta-ala. Karkean seossäädön toteuttamiseksi ilmanottoaukon pinta-alaa pienennettiin noin 33 prosenttia alkuperäisestä. Pienentäminen toteutettiin kuvassa 7 näkyvällä metalliosalla, joka on kiinnitetty ilmansuodattimen pohjaan. Kaasuttimen ilmanakanavan supistamisen jälkeen moottori palautettiin toimintakuntoon kiinnittämällä ilmansuodatin.

Kuva 7. Ilmansuodattimen pohjaan asennettu ilmamäärän rajoitin.

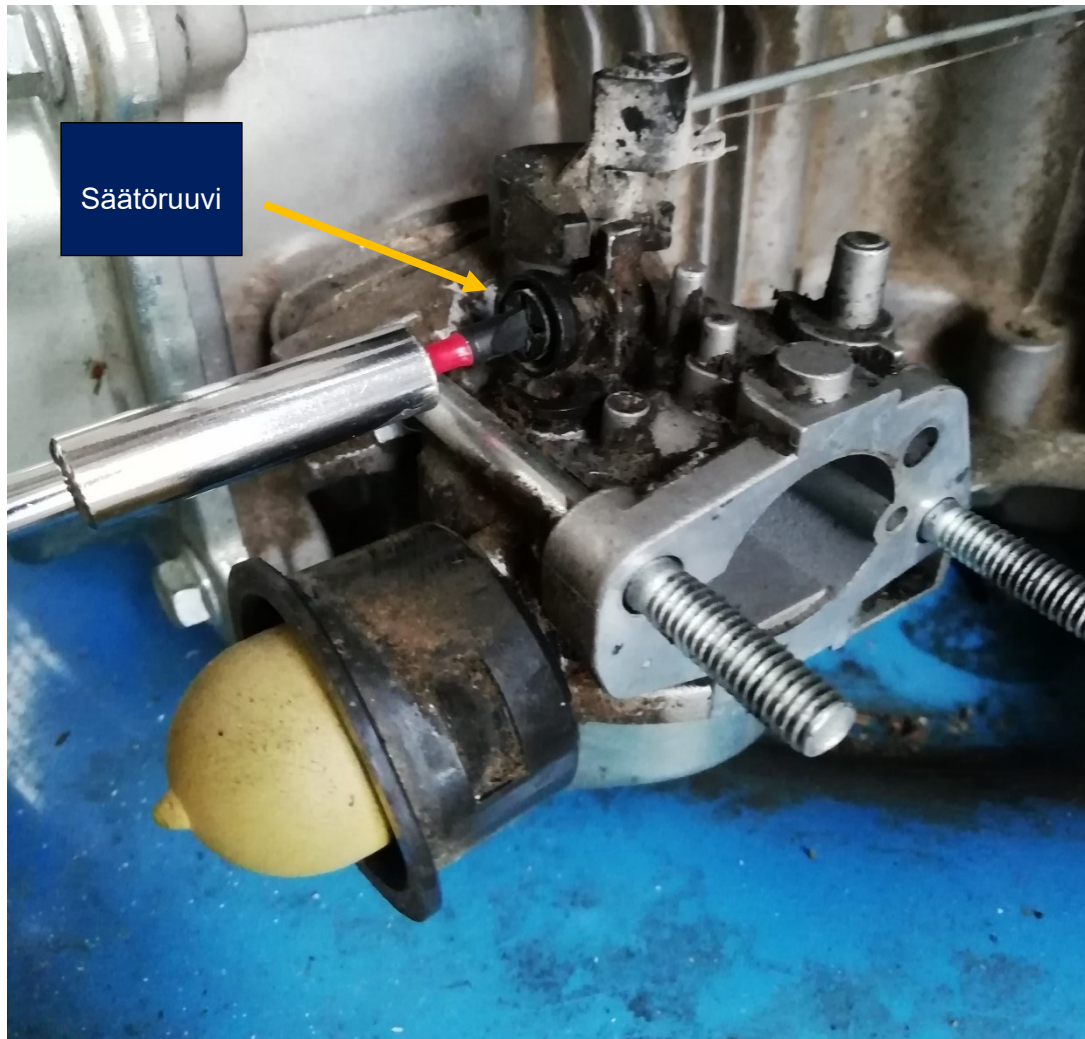


Moottorin ensimmäinen koekäyttö suoritettiin normaalit käynnistystoimet tekemällä ja moottori lähti käyntiin ja kävi noin 15 sekunnin ajan, jonka jälkeen se sammui. Koetta jatkettiin suorittamalla alkurikastus uudelleen ja vetämällä moottori uudelleen käyntiin narukäynnistimellä. Moottori käynnistyi uudelleen. Moottori kävi nyt selkeästi pidemmän aikaa mutta alkoi osoittaa sammumisen merkkejä kierrosluvun laskiessa. Käyntiä tasattiin kokeenomaisesti rikastinpainikkeen avulla. Yhden lisäpainalluksen avulla moottori alkoi käydä tasaisemmin. Moottorin käyntiä tarkkailtiin ja kierrosluvun selkeästi laskiessa käyntiä tasattiin rikastimella. Muutamassa minuutissa moottori saavutti käyntilämpötilan ja jäi käyntiin ilman rikastustarvetta.

Onnistuneen käynnistämisen jälkeen moottorilla tehtiin ensimmäinen käyttötesti siirtämällä käynnistetty ruohonleikkuri kasvaneen pihanurmikon reunaan. Leikkuria käytettiin normaalisti ruohon leikkaamiseen tasaisesti työntämällä. Aiempaan verrattuna leikkurin kierrosluku tuntui alenevan tavanomaista enemmän kuormitustilanteessa, mutta jousitoiminen kaasuläpän säätö tasasi käyntiä moottoria kiihdyttämällä ja leikkuria pystyi käyttämään alkuperäiseen käyttötarkoitukseen. Koe kuitenkin osoitti, että tarkemmalle käyntisäädölle oli tarvetta.

Tarkempaan käyntisäätöön käytettiin kaasuttimen säätöruuvia, jolla voitiin vaikuttaa tyhjäkäyntiseokseen. Säätöruuvien kääntäminen on esitetty kuvassa 8. Ilman ja polttoaineen seos pyrittiin saamaan sellaiseksi, että alkurikastuksen jälkeen käyntiseosta ei tarvitse tasata rikastimella. Samoin pyrittiin vaikuttamaan käyntinopeuteen siten, että se nousisi lähelle alkuperäistä tasoa.

Kuva 8. Kaasuttimen hienosäätö.



Säätötyötä jouduttiin tekemään useaan otteeseen ja vähitellen moottorin pyörintänopeus parani ja käynti muuttui tasaisemmaksi. Säätötyössä havaittiin, että muutoksen kohteeksi valitun laitteen kohokammiokaasuttimessa säätäminen on hitaampaa monipuolisemmilla säädöillä varustettuihin kalvokaasuttimiin verrattuna.

Työtä aloitettaessa tehty hypoteesi yksisylinterisen ja matalaviritteisen moottorin sytytysennakon riittävydestä muodostui käyttökokeen perusteella oikeaksi. Polttoaine-

ilmaseoksen muuttaminen osoittautui riittäväksi toimenpiteeksi moottorin käymisen kannalta ja sytytysennakon säätöön ei yksisyylinterisessä moottorissa ilmennyt käyntiäänen tai käytettävyyden suhteen tarvetta. Yksinkertaisia laitteita ajatellen tämä on merkittävä kysymys ajankäytön ja kustannusten osalta.

#### **4.1 Välineistö**

Muutostyön suorittamiseen tarvittavat välineet olivat käytännössä samat kuin pienkoneiden normaalissa huoltamisessa ja korjaamisessa käytetyt työkalut.

Pienkoneisiin liittyvissä huoltotöissä pieni ja iso hylsyavainsarja ja niitä vastaavat kiintoavaimet kokoluokassa 6-21 mm ovat hyvin usein tarpeen, samoin monipuoliset ruuvitalttasarjat ja uudempia laitteita varten torx-talttasarjat. Pienkoneiden polttoainelinjoissa käytetään yleisesti joustavia letkuja ja niiden liitoksia varten tulisi löytyä pienten letkunkiristimien lisäksi niiden käsittelyyn sopivia pihtejä.

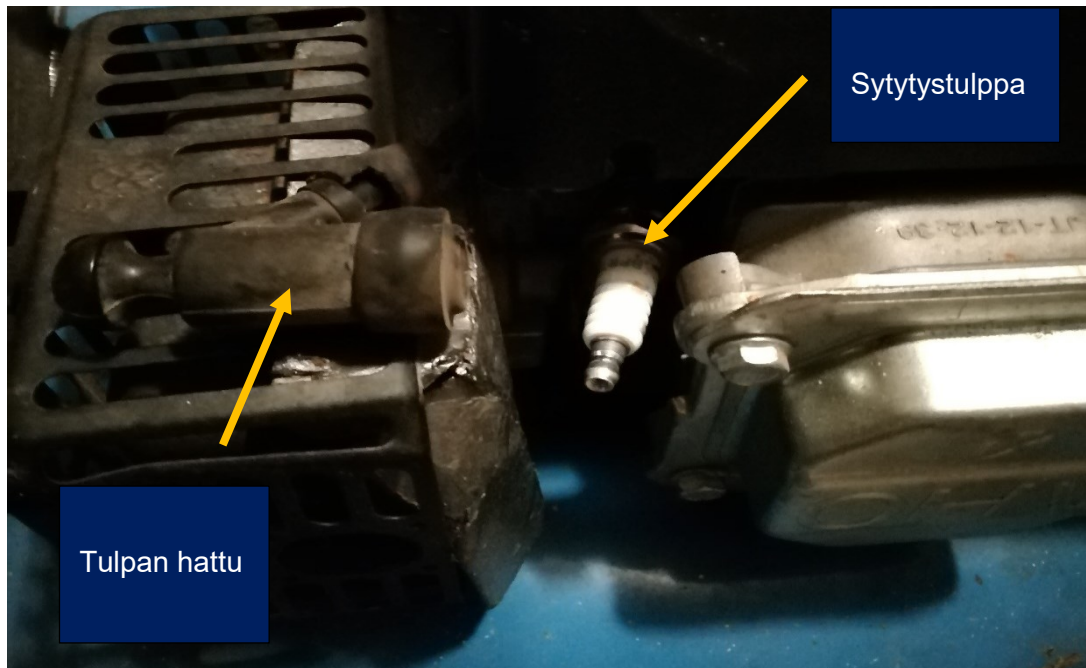
Ilmansuodattimen tai imukanavan rajoittamiseen voi hyödyntää materiaalina lämpöä kestävää muovia, jota löytyy esimerkiksi elintarvikkeiden myynti- tai säilytyspakkauksista. Hyvin ohutta ja muokattavissa olevaa metallia saa myös helposti erilaisista kulutustarvikkeiden pakkauksista. Muovin ja metallin leikkaamiseen soveltuvat erittäin hyvin laadukkaat peltisakset. Kiinnitysreikien tai läpivientien tekemiseen voi käyttää verkkovirta- tai akkukäyttöistä porakonetta metalliterällä varustettuna.

#### **4.2 Laitteiden kausiluontoinen käyttö**

Kausiluonteisessa käytössä olevissa laitteissa etanolipolttoaineen seisominen pitkään vaihtelevissa lämpötiloissa voi aiheuttaa ilmassa olevan kosteuden imeytymistä polttoaineeseen. Kausikäytössä olevien laitteiden polttoaine kannattaa vaihtaa ennen ensimmäistä käyttöönottoa vedellä laimentuneen polttoaineen aiheuttamien käyntihäiriöiden ja muiden haittojen ehkäisemiseksi.

Etanolipolttoaine liuottaa hyvin rasvoja, joten viimeisen käyttökerran jälkeen moottorille kannattaa tehdä pieni voitelutoimenpide ennen säilytykseen laittoa. Laitteen sytytystulpan johto irrotetaan vetämällä joustava hattu pois sytytystulpan päästä. Irrotettu tulpan hattu ja sytytystulppa näkyvät kuvassa 9.

Kuva 9. Sytytystulppa johto irrotettuna.



Laitteen sytytystulppa irrotetaan tulppa-avaimella kiertämällä ja tarkastetaan ulkoisesti. Sytytystulppa on esitetty irrotettuna tarkastusta varten kuvassa 10.

Kuva 10. Sytytystulppa irrotettuna tarkastusta varten.



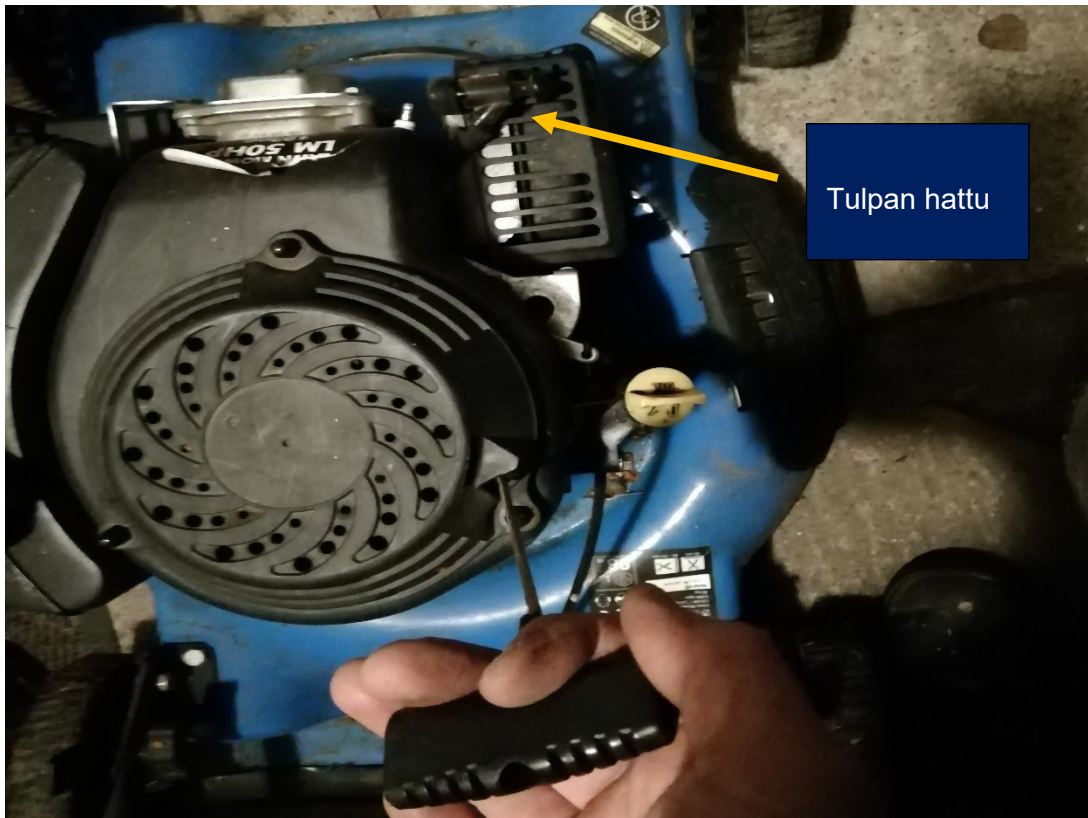
Sytytystulpan aukkoon laitetaan ruokalusikallinen SAE 10W30 moottoriöljyä. Öljyn lisääminen tulpan aukkoon käy helpoiten joustavalla letkulla varustetulla öljykannulla. Öljyn lisääminen on esitetty kuvassa 11.

Kuva 11. Öljyn lisääminen sytytystulpan aukkoon.



Sytytystulppa kierretään takaisin paikalleen ja jätetään johto kiinnittämättä. Sen jälkeen moottoria pyöritetään muutaman kerran narukäynnistimen avulla kuvassa 12 esitetyllä tavalla.

Kuva 12. Moottorin pyöräyttäminen narukäynnistimellä tulpan hattu irti.



Tämän jälkeen laite on moottorin puolesta valmis pitkäaikais säilytykseen. Tätä samaa toimenpidettä suositellaan bensiinikäyttöisille moottoreille, jotka ovat vain osan vuotta käytössä. (Biltema, 2013)

### 4.3 Polttoaineen käsittely

Polttoaineen vaihtamisessa pienet ja suljettavat muoviasiat tyhjentämistä varten ovat tarpeen. Polttoaineen kuljetukseen ja säilytykseen on hyvä olla polttoaineelle tarkoitettu kanisteri. Tankkaamista helpottaa, jos kanisteriin saa liitettyä tankkausletkun tai vaihtoehtoisesti voi apuna käyttää polttoaineelle tarkoitettua suppiloa. Polttoaineiden säilytyksessä tulee huomioida, että asuinrakennukseen kuuluvassa varastotilassa palavia nesteitä saa varastoida maksimissaan 50 litraa (Neste, 2022). Käytetty polttoaine luokitellaan palavana nesteinä vaaralliseksi jätteeksi. Pienet määrät polttoainetta ja pienkoneissa käytettyjä moottoriöljyjä voi viedä maksutta paikalliselle jäteasemalle tai vaarallisen jätteen vastaanottopisteeseen. (Kiertokapula, 2024; ks. myös Suomen kiertovoima ry, 2024)



Liitteeseen 1 on koottu muutostyön toteuttamiseen tarvittavaa välineistöä ja tarvikkeita.

## 5 Tulosten esittely

Syksyyn ajoittuneen muutostyön perusteella etanolipolttoaine vaikuttaa soveltuvan kohtuullisen hyvin kesäaikana käytettävien pienlaitteiden polttoaineeksi ja teknisten muutosten tarve jäi melko vähäiseksi laitetta kohti.

Vähäinen muutostarve kohdistui laitteen ilmansuodattimeen ja yksittäisen laitteen muutoskelpoisuus on pieniin polttomootoreihin perehtyneelle harrastelijallekin helposti kokeiltavissa. Ilmanottokanavaa voidaan tilapäisesti rajoittaa esimerkiksi teippaamalla. Rajoitustoimenpiteen jälkeen laitteen kaasutin ja polttoainesäiliö tulee tyhjentää, minkä jälkeen tilalle laitetaan etanolipolttoainetta. Ensimmäisessä käynnistyksessä tulee varmistua siitä, että etanolipolttoaine virtaa kaasuttimesta imukanavaan asti. Kaksinkertaisella rikastusmäärällä moottorin tulisi osoittaa käynnistymisen merkkejä. Jos moottori käynnistyy, on sen muutoskelpoisuus todettu. Pysyvää käyttöä varten imukanavan rajoittaminen kannattaa tehdä kiinteästi asennettavalla osalla. Rajoitusosan voi työstää sopivasta lämpöä kestävästä muovista tai hyvin ohuesta metalliaineksesta.

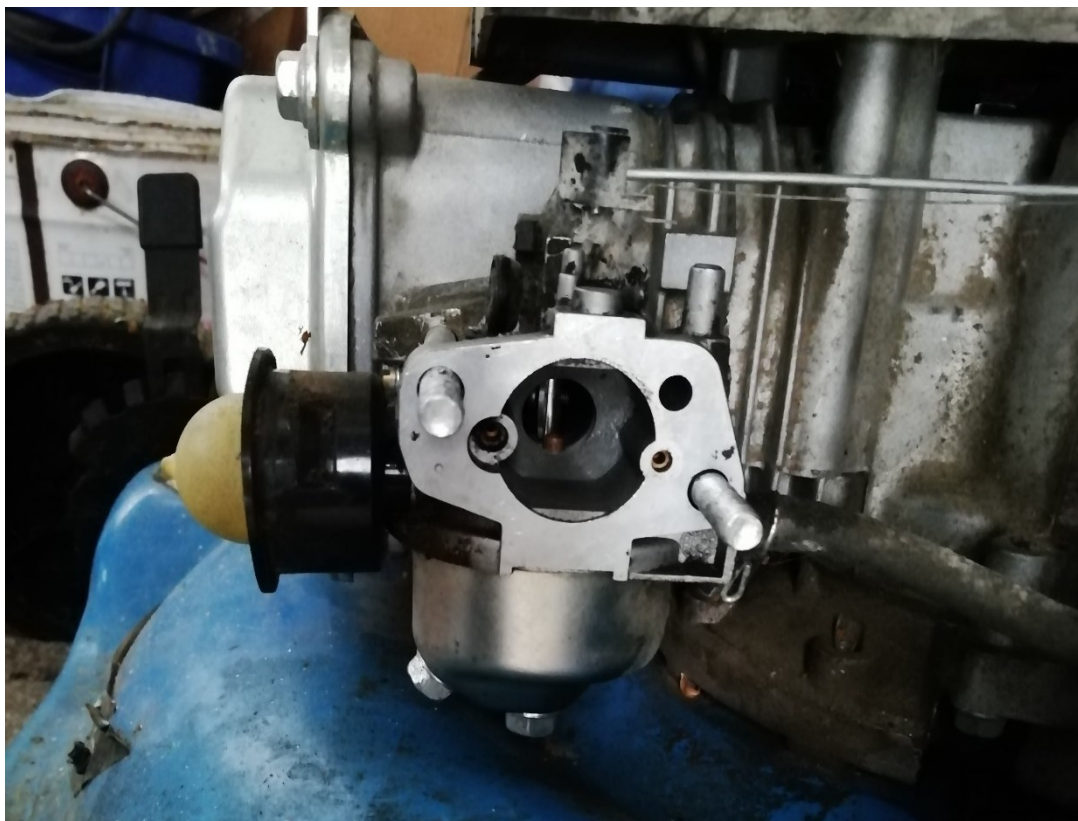
Muutoksen yksinkertainen toteutus säilyttää laitteen alkuperäisen rakenteen ja käytännössä laite voidaan palauttaa alkuperäiseen tilaansa helposti ja nopeasti. Tällä seikalla voi olla merkitystä kehittyvissä maissa tai poikkeuksellisissa olosuhteissa, jos eri polttoaineiden saatavuus ei ole taattua ja vakaata.

Käyttökokeita muutetulla ruohonleikkurilla suoritettiin syyskuusta joulukuuhun ja viimeisin koe tehtiin kymmenen celsiusasteen pakkaskelissä. Moottori vaati käynnistyksessä kaksinkertaisen rikastuksen kesäolosuhteisiin verrattuna, mutta moottori lähti käyntiin. Moottorin käynnissä pysyminen vaati silloin tällöin manuaalista rikastamista, kun kierrosluku lähti putoamaan. Kesäkäyttöön tarkoitetun ilmajähdytteisen moottorin käyntilämpötila pyrki luonnollisesti laskemaan moottorin käydessä, koska jäähdytystehoa tai ilmankiertoa ei ollut rajoitettu. Kylmäkäynnistyskokeen tarkoituksena oli testata muutostyön toimivuutta myös suunnitelluista käyttöolosuhteista poikkeavassa tilanteessa. Kylmä lämpötila oli mainittu ruohonleikkurin käyttöohjekirjassa yhdeksi moottorin käynnistyvyyttä heikentäväksi tekijäksi (Biltema, 2013, s.32).

Luvussa 3.1 käsiteltyä etanolipolttoaineen soveltuvuutta koskien moottoria ja polttoainejärjestelmää tarkkailtiin jokaisella käyttökerralla varsinaisten käyttöjen aikana ja

niiden jälkeen. Laitetta käytettiin paikallaan kuormituksen jälkeen ja polttoainejärjestelmän letkut ja tiivistyskohdat tarkastettiin valon kanssa havainnoimalla ja käsin kokeilemalla. Tarkastuksissa ei ilmennyt vuotoja. Kylmässä olosuhteessa tehdyn kokeen jälkeen laitteen kaasutin ja imukanava tarkastettiin ilmansuodatin irrottamalla. Kaasuttimen tarkastus on esitetty kuvassa 13. Kaasuttimen osissa ei havaittu merkkejä korroosiosta tai epäpuhtauksista.

Kuva 13. Kaasutin ilmansuodatin irrotettuna.



Tankaamisen ja huoltamisen yhteydessä havaittiin etanolipolttoaineeseen vaihtamisen jälkeen selkeä muutos aiempaan. Polttoaineen haju tuntui selvästi miedommalta ja miellyttävämmältä, tuoden mieleen enemmän lasinpesunesteen lisäytilanteen kuin polttoainetankkauksen. Bensiinille ja muillekin aromaattisille hiilivedyille tyypillinen, viipyilevä ja hiukan pistävä haju puuttui kokonaan. Myös koneen käytön aikana bensiinille tyypillistä hajua ei esiintynyt lainkaan. Ympäristölle ystävällisempien päästöjen lisäksi myös käyttäjän aistimat lähipäästöt tuntuivat parantuneen.

## 6 Johtopäätöksiä ja pohdintaa

Nelitahtisen pienkoneen soveltuvuus etanolipolttoainemuunnokselle on kaasuttimella varustetuissa laitteissa yksinkertaisesti testattavissa imuilman määrän rajoittamisella. Rajoittaminen voidaan toteuttaa nopeasti ja helposti joko ilmansuodattimen imuaukkoja pienentämällä tai suoraan imukanavan aukkoa pienentämällä. Jos moottori käynnistyy polttoaineen vaihtamisen jälkeen kohtuullisella rikastamisella, edellytykset konversiolle ovat hyvät. Moottorin tarkempi säätäminen onnistuu pienkoneiden huoltamiseen käytetyillä perustyökaluilla.

Muutetun laitteen kylmäkäynnistyvyys oli yllättävän hyvä ja käyttökokeiden aloitusvaiheessa yhtenä eränä hankittu ja ruohonleikkuriin kanisterista tankattu etanolipolttoaine tuntuu soveltuvan hyvin Suomen olosuhteissa vaihtoehtoisena polttoaineena käytettäväksi. Tämä on myös kannustava tieto laitteiden muutokelpoisuuden suhteen muuta maailmaa ajatellen. Suomea leudommissa olosuhteissa kylmäkäynnistyvyyden kompensointitarve on vähäisempi ja näin ollen pohjoisessa koeteltua tekniikkaa ja tietotaitoa voidaan hyvinkin viedä kokeiltavaksi täkäläisiä leveysasteita etelämmäksi.

Muutostyön onnistuminen pienessä mittakaavassa avaa mahdollisuuksia kehittää olemassa olevaa ympäristönhoidossa käytettävää laitekantaa pienillä investoinneilla fossiilivapaampaan suuntaan. Muutostyön kohteena oleva ruohonleikkurimalli on hyvin yleinen omakotitalojen ja kesämökkien pihapiirien hoidossa käytetty laite. Vastaavanlaisia pieniä leikkureita käytetään kuntien ja taloyhtiöiden kiinteistönhoidossa, yleensä päältä ajettavien mallien rinnalla.

Suoritettujen käyttökokeiden perusteella esimerkkinä käytetyn työnnettävän ruohonleikkurin käyttämä polttoainemäärä yhdellä käyttökerralla, karkeasti 500 neliömetrin työskentelyalueella, jää alle viiteen desilitraan.

### 6.1 Soveltamiskohteita

Suomessa muutokelpoisen laitekannan määrästä saa jonkinlaista kuvaa, kun tarkastellaan omakotitalojen ja kesämökkien kokonaislukumäärää omistajapotentialina. Tilastokeskuksen tietojen mukaan Suomessa oli vuonna 2022 omakoti- ja paritaloja yhteensä 1 168 455 kappaletta. Vastaavasti kesämökkejä Suomesta löytyy 509 652 kappaletta. (Tilastokeskus, 2022) Vaikka yhden käyttökerran kulutusvaikutus vaikuttaa vähäiseltä, niin omakotitalojen ja

kesämökkien määrän perusteella muutospotentiaalia löytyy valtavasti. Jos otetaan huomioon myös muu rakennettu ympäristö, muutoskohteita löytyy lisää. Kuntien keskustojen ja taajamien ympäristöhoito pyritään kasvukaudella järjestämään säännölliseksi ja perinteisiä pieniä ruohonleikkureita on käytössä isompien mallien rinnalla.

Vuonna 2024 Suomessa on yhteensä 309 kuntaa. Kunnista 108 käyttää itsestään kaupunki - nimitystä ja 201 kunta -nimitystä. (Kuntaliitto, 2024) Taajama-alueeksi katsotaan taajaan rakennettu alue, jossa on vähintään 200 asukasta ja jonka muut aluerajaukseen liittyvät seikat täyttävät taajaman määritelmän. Asukasmäärän lisäksi aluerajaukseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. rakennusten lukumäärä, kerrosala ja keskittyneisyys. Taajama-alueita Suomessa on 712 kappaletta. (Ympäristöhallinnon verkkopalvelu, 2024) Kuntien ja kiinteistöhoitoyhtiöiden käytössä olevaa pienleikkureiden määrää on vaikea arvioida, mutta ammattimaisessa käytössä oleva kalusto lisää muutospotentiaalia ja saavutettavissa olevia hyötyjä merkittävästi.

Ilmastovaikutusten lisäksi laitteiden käyttäjien kokemat lähipäästöt muuttuvat olennaisesti vähemmän haitallisiksi ja aistihavainnoin tarkasteltuna miellyttävämpään suuntaan. Taajaan rakennetuilla alueilla laitteiden käytöstä aiheutuvat lähipäästöt vaikuttavat käyttäjien lisäksi ympäristössä liikkuviin ja siellä oleskeleviin ihmisiin. Lähipäästöihin vaikuttavilla toimenpiteillä voidaan olennaisesti parantaa taajaan rakennetun ympäristön yleistä ilmanlaatua ja alueiden viihtyvyyttä.

## 6.2 Jatkokehitys

Muutostyön onnistuminen pienellä ja yksinkertaisella laitteella antaa viitteitä siitä, että sitä voitaisiin soveltaa myös isompiin bensiinikäyttöisillä moottoreilla varustettuihin laitteisiin, esimerkiksi päältä ajettaviin ruohonleikkureihin. Isompia laitteita varten muutostyö tulisi suunnitella ja testata uudelleen laitteiden tekniset vaatimukset huomioiden.

Useampisylinterisissä moottoreissa sytytyksen ajoitus vaatii todennäköisesti tarkempaa huomiota ja uudemmissa laitteissa seoksen säätöön voi olla mahdollista vaikuttaa elektronisesti. Muutostyön kannalta tärkein elementti on laitteen alkuperäisen toimintakelpoisuuden säilyttäminen.

Tämän opinnäytetyön tulokset on tarkoitettu eteenpäin hyödynnettäväksi. Uusien ja monipuolisten ratkaisujen avulla pystytään ottamaan kaikki keinot nopeasti ja kustannustehokkaasti käyttöön yhteisten päämäärien saavuttamiseksi.

## Lähteet

Autoalan tiedotuskeskus. (2024). *E10-bensiini*. Tieliikenteen tietokeskus TT oy.

[https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet\\_ja\\_kayttovoimat/bensiini/e10-bensiini](https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/bensiini/e10-bensiini)

Biltema. (2013). *17-413 Manual*. Biltema Sweden ab.

<https://docs.biltema.com/v2/documents/file/nb/e156f51c-e06c-4add-8e93-247a1106e60d>

EFlexfuel. (2024). *Suomen E85-tankkauspisteet*. StepOne Tech oy.

<https://eflexfuel.com/fi/e85-stations>

Kiertokapula. (2024). *Vaarallinen jäte*. Haettu 20.1.2024 osoitteesta

<https://www.kiertokapula.fi/jatelajit/vaarallinen-jate/>

Kuntaliitto. (2024). *Kaupunkien ja kuntien lukumäärät ja väestötiedot*. Haettu 6.2.2024 osoitteesta

[Kaupunkien ja kuntien lukumäärät ja väestötiedot | Kuntaliitto.fi](https://www.kuntaliitto.fi/kaupunkien-ja-kuntien-lukumäärät-ja-väestötiedot)

MIT. (2014). *Lec. 04 Comb & thermochemistry*. Massachusetts Institute of Technology.

<https://web.mit.edu/2.61/www/Lecture%20notes/Lec.%2004%20Comb%20&%20thermochemistry.pdf>

Motiva oy. (2023). *FlexFuel- eli etanoli-bensiiniauto*. Motiva oy.

[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/valitse\\_auto\\_vii\\_saasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/flexfuel\\_eli\\_etanoli-bensiiniauto](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_vii_saasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/flexfuel_eli_etanoli-bensiiniauto)

Mäntynen A. (2015). *Jälkiasennettavan moottorinohjauksen asennus ja säätö*. Turun ammattikorkeakoulu.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/88662>

Neste oyj. (2022). *Bensiiniopas*. Haettu 18.01.2024 osoitteesta

[https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/Neste\\_Bensiiniopas\\_12-2022\\_2.pdf](https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/Neste_Bensiiniopas_12-2022_2.pdf)

Perälä O. & Perälä R. (2014). *Pienmoottorit ja työkoneet*. Alfamer / Tarusto kustannus oy.

ST1 oy. (2023). *ST1:n etanolituotanto päättyy Vantaalla, Lahdessa ja Kajaanissa*. ST1 oy.

<https://www.st1.fi/st1n-etanolituotanto-paattyy-vantaalla-lahdessa-ja-kajaanissa>

ST1 oy. (2024). *RE85*. Haettu 18.01.2024 osoitteesta

<https://www.st1.fi/yrityksille/tuotteet-ja-palvelut/polttonesteet/bensiinit-ja-re85/re85>

Suomen kiertovoima ry. (2024). *Vaarallinen jäte*. Haettu 20.1.2024 osoitteesta

<https://vaarallinenjate.fi/>

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. (2020). *Rakennustekniikka 1-2020*. RIL

[https://www.ril.fi/media/2020/rakennustekniikka/rt\\_1-2020\\_verkko.pdf](https://www.ril.fi/media/2020/rakennustekniikka/rt_1-2020_verkko.pdf)

Teknisen kaupan liitto ry. (2020). *E10-bensiinin soveltuvuus kulkuneuvoihin*. Teknisen kaupan liitto ry.

[https://www.aut.fi/files/2253/E10-listaus\\_Kulkuneuvot\\_12.10.2020.pdf](https://www.aut.fi/files/2253/E10-listaus_Kulkuneuvot_12.10.2020.pdf)

Tilastokeskus. (2020). Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat.

[https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_rakke/statfin\\_rakke\\_pxt\\_116g.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_rakke/statfin_rakke_pxt_116g.px/table/tableViewLayout1/)

Traficom. (2022). *Etanoli- ja kaasukonversiosarjojen laajennuspotentiaalin selvitys* [kuva]. Liikenne- ja viestintävirasto.

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Etanoli-%20ja%20kaasukonversiosarjojen%20laajennuspotentiaalin%20selvitys\\_Traficom%202022.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Etanoli-%20ja%20kaasukonversiosarjojen%20laajennuspotentiaalin%20selvitys_Traficom%202022.pdf)

Työterveyslaitos. (2024). *OVA-ohjeet / Etanoli*. Haettu 20.1.2024 osoitteesta

<https://ova.ttl.fi/etanoli>

Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. (2024). *Taajamat ja taajamien raja*us. Haettu 6.2.2024 osoitteesta

[Taajamat ja taajamien raja](https://ymparisto.fi/taajamat-ja-taajamien-rajaukset)us (ymparisto.fi)

**Liite 1. Esimerkki muutostyössä tarvittavista työkaluista**

Hylsyavainsarja, pieni	6-19 mm
Hylsyavainsarja, iso	8-30 mm
Sytytystulppa-avain	21 mm
Kiintoavainsarja	6-21 mm
Kuusiokoloavainsarja	1,5-10 mm
Ruuvistalttasarja	+ ja -
Torx -talttasarja	T10-T25
Peltisakset	
Vasara	
Porakone	
Metalliteräsarja	1,5-13 mm
Tippakannu voiteluöljylle	
Työvalo tai taskulamppu	

**Tarvikkeita:**

Polttoaineletku	4mm /11 mm
Letkunkiristimiä	6-12 mm
Moottoriöljy	10W30
Suljettava muoviasia, pieni	
Puhdistusliinoja	
Imeytyspuru	