

Henrik Hieta

# Yksilöityjen korjaamolaitteiden suunnittelu ja valmistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

6.11.2014

Tekijä Otsikko	Henrik Hieta Yksilöityjen korjaamolaitteiden suunnittelu ja valmistus
Sivumäärä Aika	43 sivua + 5 liitettä 6.11.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotetekniikan suunta
Ohjaajat	Opettaja, Pasi Oikarinen Osastopäällikkö, Raino Porvari
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin korjaamotoimintojen tehostamista tarkoituksenmukaisin korjaamolaittein. Ensimmäisenä tarkastelukohteena oli moottorikoestuksen kenttäolosuhteisiin sopiva polttoainelähde ja toisena tarkastelukohteena käynnistysvirtalähde.</p> <p>Käytössä olleista aikaisemmista korjaamon ja kenttäkäytön menetelmistä havaittiin kohtia, joita pystyttäisiin parantamaan tarkoituksenmukaisilla laitteilla. Tarkasteluissa havaittiin, että ongelmakohtia täysin vastaavia laitteita ei ollut valmiiksi saatavilla markkinoilta ja että saatavilla olevien ratkaisujen muokkaaminen tarpeita vastaaviksi maksaisivat enemmän kuin täysin uusien ratkaisujen suunnittelu ja toteutus. Suunnittelun ja valmistuksen nopeuttamiseksi hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan valmiita komponentteja.</p> <p>Toiminnan tehostamiseksi työssä valmistettiin dieselkärry sekä apukäynnistin. Projektit toteutettiin yksi kerrallaan alusta loppuun. Kummankin kärryn toimivuus on koestettu sekä kentällä että korjaamolla, ja niistä saadut käyttökokemukset ovat olleet erittäin positiiviset. Laitteiden avulla pystyttiin todistetusti helpottamaan ja nopeuttamaan mekaanikkojen toimintaa sekä kentällä että korjaamolla.</p>	
Avainsanat	korjaamolaitteet, dieselkärry, apukäynnistin

Author(s) Title	Henrik Hieta Planning and Production of Specialized Workshop Equipment
Number of Pages Date	43 pages + 5 appendices 6 November 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Design Engineering
Instructor(s)	Pasi Oikarinen, Lecturer Raino Porvari, Department Manager
<p>In this thesis, two types of workshop operations were studied with the interest of increasing the efficiency by utilizing specialized equipment. Investigated operations were the supplying of fuel, and the supplying of electrical starting power for diesel engine testing procedures in both field and workshop environments.</p> <p>This study showed that the previous methods used for aforementioned operations could be improved. A quick market analysis was carried out to discover that specialized equipment which fulfills all the requirements was not readily available. The study also showed that converting the equipment available on the market to meet the requirements would have cost more than planning and production of the equipment in-house. Off-the-shelf components were utilized as much as possible to speed up the planning and production phases.</p> <p>A diesel trolley and a starting aid trolley were produced to improve operational efficiency. The projects were executed consecutively. The functionality of both trolleys was tested in both field and workshop environments. User experiences of the trolleys have been very positive. The utilization of the trolleys has proven to improve operational efficiency and ease the work of the mechanics.</p>	
Keywords	workshop equipment, diesel trolley, starting aid trolley

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Historiaa Oy Grönblom Ab & Deutz	1
3	Tarvekartoitus	2
3.1	Liikuteltava polttoainelähde	2
3.2	Liikuteltava käynnistysvirtalähde	4
4	Vaatimukset ja budjetointi	6
4.1	Yleistä	6
4.2	Vaatimukset dieselkärrylle	7
4.3	Vaatimukset apukäynnistimelle	9
5	Markkinatutkimus	11
5.1	Dieselkärry	11
5.2	Apukäynnistin	13
6	Suunnittelutyö	14
6.1	Suunnittelusta yleisesti	14
6.2	Mallinnus	15
6.3	Käytettävissä olleet valmistusmenetelmät sekä materiaalit	17
6.4	Dieselkärryn suunnittelu	17
6.5	Suunnitellun dieselkärryn käyttöturvallisuuden arviointi	19
6.6	Apukäynnistimen suunnittelu	20
6.7	Suunnitellun apukäynnistimen käyttöturvallisuuden arviointi	26
7	Dieselkärryn valmistus	28
8	Apukäynnistimen valmistus	31
9	Käytännön koestus	38
10	Jatkokehitys	39
10.1	Dieselkärryn jatkokehitys	39
10.2	Apukäynnistimen jatkokehitys	40

11	Yhteenveto	41
	Lähdeluettelo	42
	Liitteet	
	Liite 1. Blue Sea Systems HD 3000 -katkaisijan tekniset tiedot	
	Liite 2. MegaVAL <sup>®</sup> -sulakkeiden tekniset tiedot.	
	Liite 3. MegaVAL <sup>®</sup> -sulakekotelon tekniset tiedot.	
	Liite 4. UniVAL <sup>®</sup> -sulakkeiden tekniset tiedot.	
	Liite 5. UniVAL <sup>®</sup> -sulakekotelon tekniset tiedot.	

## Lyhenteet ja käsitteet

KHD	Klökner-Humboldt-Deutz. Yhtiön Deutz AG nimi vuosien 1938–1997 aikana.
CAD	Computer Aided Desing. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
Laittevalmistaja	Engl. OEM, Original Equipment Manufacturer. Yhtiö tai taho, joka käyttää lopputuotteensa osana Deutz-dieselmootoreita.
Laite	Mikä tahansa sellainen laite, kone tai koneisto, jonka toiminnan osana on Deutz-dieselmoottori.
SAE	Society of Automotive Engineers. Alun perin vuonna 1905 Yhdysvaltoihin perustettu, sittemmin kansainväliseksi muuttunut kulkuvälinetekniikan insinöörien ammattiyhdistys, jonka tehtävänä on muun muassa luoda alaa yhtenäistäviä standardeja.
MAG	Metal Active Gas (welding). Hitsausmenetelmä, jossa esimerkiksi seossuojakaasun hiilikomponentti liukenee hitsisulaan.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Oy Grönblom Ab:n Deutz-dieselmoottoriosastolle. Työkonemootoreiden huoltokorjaamotoiminnan lähtökohdat ja tarpeet eroavat perinteisestä kevyen kaluston toiminnoista melkoisesti. Erityispiirteenä on, että työkoneita joudutaan useammin korjaamaan kenttäolosuhteissa kuin korjaamo-olosuhteissa. Vakiintuneista korjaustavoista ja menetelmistä huolimatta pohdittiin, voisiko toimintaa tehostaa edelleen kohtuullisilla investoinneilla.

Tässä työssä tutkittiin kahta korjaamotoimenpidettä: ulkoisen polttoainelähteen sekä käynnistysvirtalähteen kytkentä niin kentällä kuin myös korjaamolla. Vanhoja menetelmiä ja käytäntöjä tutkiessa havaittiin, että toimintaa pystyttäisiin tehostamaan ja asentajien työtaakkaa helpottamaan tarkoituksenmukaisin laittein. Havaintojen pohjalta pidettiin kokous, jossa määriteltiin kunkin tehtävän vaatimukset ja toivomukset. Määrittelyn perusteella tutkittiin, mikäli valmiita ratkaisuja oli jo olemassa. Täysin vastaavien valmiiden ratkaisujen puuttuessa päätettiin suunnitella ja valmistaa itse dieselkärry sekä apukäynnistin.

## 2 Historiaa Oy Grönblom Ab & Deutz

Deutz:n juuret ajoittuvat vuoteen 1864 kun Eugen Langen yhdessä Nicolaus August Otton kanssa perusti maailman ensimmäisen moottoritehtaan: ”N. A. Otto & Cie”. Vuosina 1872–1921 yrityksen nimenä oli: ”Gasmotoren-Fabrik Deutz AG”. Yhtiöllä on vuosien varrella ollut monia yritysostoja, nimenmuunnoksia sekä aluevaltauksia, mutta vuoden 1997 tammikuun ensimmäisen päivän jälkeen yrityksen nimeksi vakiintui Deutz AG ja yhtiö päätti silloin keskittyä 4 - 4000 kW:n tehoalueen moottoreiden kehittämiseen, tuottamiseen, markkinoimiseen sekä jälkimarkkinointiin.

Tällä hetkellä Deutz AG:n valikoimassa on dieselmoottoreita tehohaarukassa 12 - 500 kW. Moottorimalleja on saatavilla useaan eri sovellukseen kunkin tarkoituksen kohdemaassa vaadittavalla päästötasolla. Euroopan alueelle myytävät, uusimmat EU Stage IIIB- ja USA EPA Tier 4 -päästönormit täyttävät moottorimallit ovat iskutilavuudeltaan 2,9 - 16 -litraisia ja 4 - 8 -sylinterisiä. (1)

Oy Grönblom Ab on perheyhtiö, jonka juuret juontavat vuoteen 1897. Oy Grönblom Ab on maahantuontiyhtiö, joka tuo maahan työkaluja, työstökoneita, mittalaitteita sekä Deutz-dieselmootoreita. Deutz-mootoreiden edustus alkoi 1920-luvun alussa. Silloin yhtiön nimi oli Klökner-Humboldt-Deutz, lyhennettynä KHD. Herttoniemen toimipiste otettiin käyttöön vuonna 1965, se toimii edelleen yhtiön pääkonttorina sekä päävarastona. (2)

### **3 Tarvekartoitus**

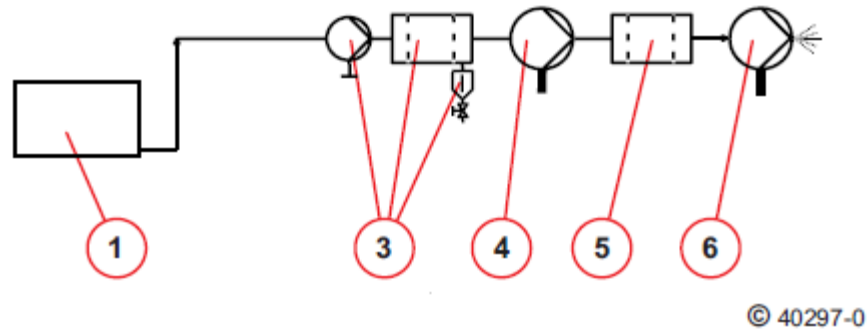
Oy Grönblom Ab suorittaa Deutz-dieselmootoreiden maahantuontia, myyntiä, varaosamyyntiä, huoltoa sekä varaosien ja mootoreiden takuukäsittelyä. Yhtiöllä on huoltokorjaamotoimipiste Herttoniemessä, joka toimii myös tukikohtana kahdelle liikkuvalla korjausyksikölle.

Deutz-dieselmootorimalliston laajuudesta johtuen mootoreita on hyvin monenlaisista laitteissa ja työkoneissa. Suuri osa mootoreista on keskiraskaissa sekä raskaissa työkoneissa. Tosin Deutz-mootoreita voi sijaita myös esimerkiksi veneissä, kiskokalustossa, laivoissa tai kiinteästi asennettuna rakennuksista. On usein kustannustehokkaampaa suorittaa moottorin huolto- ja korjaustoimet kentällä korjaamon sijasta. Esimerkiksi metsätyökoneen vikaantuessa kesken työtehtävän on yleensä haastavaa tai lähes mahdotonta hinata vioittunut kone keskeltä metsää lähimpään korjaamohalliin.

#### **3.1 Liikuteltava polttoainelähde**

Kytettäessä polttoaineensyöttöä moottoriin joudutaan tekemään letkuin useita liitoksia erillisten komponenttien välille. Kuva 1 esittää kaaviota polttoainejärjestelmän komponenteista, joiden jokaiseen väliin tulee tulo- ja lähtöliitos. Suuremmissa mootoreissa käytetään kytkemisessä banjoliitoksia ja pienemmissä mootoreissa käytetään letkuliitoksia. Uusimmissa mootoreissa on joiltakin osin otettu käyttöön SAE J2044-standardin mukaiset muoviset polttoaineen pikaliittimet. Pienissä työkoneemootoreissa on usein käytössä vain yksinkertainen suodatus, mutta tällöinkin tehtävien polttoainelinjojen kytkentöjen määrä on kuusi. Tyypillisessä työkoneemootorissa käytetään kaksivaiheista polttoaineen suodatusta, jolloin tarvittavien kytkentöjen määrä nousee kahdeksaan.





Kuva 1. Kaavio polttoainejärjestelmän komponenteista. 1 Polttoainesäiliö. 3 Esisuodatin vedenerottimella sekä käsipumpulla. 4 Siirtopumppu. 5 Hienosuodatin. 6 Korkeapainepumppu. (3, s. 2.)

Suuri osa dieselmoottoreiden toimintahäiriöistä johtuu ongelmista polttoaineensyötössä. Ongelmina voivat olla ilman pääsy polttoainelinjaan, vettä polttoaineessa, esi- tai hienosuodattimen tukkoisuus, siirtopumpun riittämätön syöttökyky, epäpuhtauksia polttoaineessa, väärää tai osittain hyhmyhtynyttä polttoainetta säiliössä tai linjaston painevuoto. Eräänä diagnosoinnin toimenpiteenä on ohittaa yksi tai useampi polttoaineensyötön komponentti, minkä avulla voidaan havaita ongelmakohta ja ratkaista se tarvittavine toimenpiteineen. Joissakin tilanteissa on tarve selvittää polttoaineen laadun osallisuus vialliseen toimintatilaan, jolloin ulkoisella polttoainelähteellä voidaan eliminoida tai paikallistaa mahdollisen vian aiheuttaja.

Toinen tilanne, jossa liikuteltavasta polttoainelähteestä on hyötyä, on moottoreiden koekäyttö. Moottorin koekäyttö on toimenpide, joka suoritetaan ennen irtomoottoreiden toimitusta varastosta sekä lähes aina korjaustoiminnan yhteydessä. Koekäytöllä varmistetaan moottorin oikeanlainen toiminta ennen moottorin tai laitteen luovutusta asiakkaalle. Irtomoottoreiden koekäytön haasteena on se, että moottoreissa harvemmin on asennettuna tarvittavia apulaitteita kuten polttoainesäiliötä, suodattimia tai tarvittavia letkuja. Toisena haasteena on polttoainelaitteiden kuten korkeapainepumppujen ja suuttimien ehdoton polttoaineen puhtausvaatimus, jonka noudattamatta jättäminen saattaa johtaa polttoainelaitteiden vaurioitumiseen.

Aikaisemmin irtomoottoreiden koekäytön polttoainesäilyksen ratkaisuna on ollut asettaa irtosäiliö moottorin läheisyyteen. Säiliöstä on johdettu polttoainelätkut esisuodattimelle, joka on joko ollut moottorin oma suodatin tai irtosuodatin runkoineen, joka on asetettu väliaikaisin ratkaisuin moottoriin tai sen läheisyyteen. Esisuodattimesta on johdettu letku polttoaineen siirtopumpulle ja siitä hienosuodattimelle, joka taas on joko moottorin

oma tai väliaikaisesti asetettu irtosuodatin. Hienosuodattimelta on johdettu polttoainetietku korkeapainepumppujen polttoaineen syöttöliitäntään. Pelkästään koekäyttöä varten ei ole ollut valmiista kokonaisuutta, vaan osat on jouduttu tapauskohtaisesti valikoidaan, keräämään ja asentamaan. Komponenttien keräysvaiheeseen oli saattanut kuluu yllättävän paljon aikaa, varsinkin jos komponenteille määrättyjä säilytyspaikkoja ei oltu noudatettu.

### 3.2 Liikuteltava käynnistysvirtalähde

Dieselmootoreiden käynnistämiseen tarvitaan aina ulkoista voimaa ja lähes kaikissa moottoreissa on käytössä sähkötoiminen käynnistin. Laitevalmistajan tilauksesta riippuen, Deutz-moottorit voivat olla varustettuna joko 12 V:n tai 24 V:n tasajännitteellä toimivalla sähkökäynnistimellä. Sähkökäynnistimien tehohaarukka on 12 V:n järjestelmissä 2,6 - 4 kW ja 24 V:n järjestelmissä 3 - 9 kW.

Laitteiden vikaantuessa joudutaan usein tilanteisiin, joissa käynnistystapahtumaa joudutaan pitkittämään tai toistamaan useita kertoja niin, että laitteen oma virtavaranto ei välttämättä riitä. Tilanteita, joissa voidaan tarvita ulkoista sähkövirtaa, voivat olla esimerkiksi

- tietokoneohjattujen moottoreiden riittävä virransaannin varmistaminen
- polttoainevirian paikallistaminen koekäyttämällä moottoria käynnistinmoottorin avulla
- moottorin polttoainelinjojen ilmaus käynnistinmoottorin avulla
- moottorin toiminnan kannalta olennaisen anturin vikaantuminen
- laitteen akun huonokuntoisuus
- laitteen virtapuolen vikaantuminen
- käyttöolosuhteiden äkillinen muuttuminen
- odottamaton virtavuoto tai huono laitteen puoleinen kytkentä.

Aikaisemmin korjaamalla on ollut kaksipyöräinen tasokärri, jossa on ollut kaksi 12 V:n 125 Ah:n akkua. Käynnistysvirran kytkentään on käytetty kummastakin päästä hakaileuallisia kaapeleita ja käynnistimien herätevirta on poimittu johdonpätkällä virtajohti-

mesta. 24 V:n kytkentään akut kytkettiin sarjaan akkukengillä varustetulla lyhyellä johdolla. Tarvittaessa 24 V:n käynnistysjännittä oli olemassa riski siitä, että toisessa akussa ei välttämättä ollut riittävää varausta, joten jouduttiin monesti lisäämään akustoon käynnistysapulaturin. Käynnistysapulaturia ei pystynyt yksistään käyttämään moottoreiden käynnistämiseen, sillä suurempien moottoreiden käynnistimien virrantarve ylitti hetkellisesti käynnistysapulaturin virranantokyvyn. Lisäksi elektronisesti ohjattuja moottoreita ei suositella käynnistettävän käynnistysapulatureilla niiden aiheuttamien, elektroniikkaa mahdollisesti vaurioittavien jännitepiikkien takia. Kenttäkäyttöön ei ollut apuvirran antamiseen valmiita ratkaisuja, vaan kentällä virrananto-ongelmat ratkaistiin tapauskohtaisesti. Avonainen tasokärky vei korjaamolta paljon lattiapinta-ala, sen käyttäminen oli hieman kömpelöä, eikä sitä voinut yksin nostaa ajoneuvoon. Avonaisen tasokärryn akkujen suojaamattomat navat olivat alttiita vieraille johtaville esineille ja täten käyttöturvallisuusriski.

Tarvekartoituksessa havaittiin, että kohtuullisen usein toistuvat ulkoisen polttoaineen sekä virranlähteen tarve olisi mahdollista toteuttaa tehokkaammin. Nykyisillä menetelmillä kului usein turhan paljon aikaa moottorikoestuksen tai apuvirran järjestämiseksi. Näiden perusteella käynnistettiin hanke-ehdotus näiden kahden ongelmakohdan parantamiseksi.

## 4 Vaatimukset ja budjetointi

### 4.1 Yleistä

Tarvekartoituksen perusteella pystyttiin kehitystarve tiivistämään kahteen yksittäisratkaisuun:

- laite tai menetelmä polttoainelähteen järjestämiseksi niin korjaamalla kuin kenttätoimintojen yhteydessä
- laite tai menetelmä apuvirran järjestämiseksi niin korjaamalla kuin kenttätoimintojen yhteydessä

Ratkaisujen tuli olla nopeampia sekä miellyttävämpiä käyttöominaisuuksiltaan kuin nykyiset järjestelyt. Näiden perusteella päätettiin ryhtyä kokoamaan vaatimuslistoja kummallekin ratkaisulle, jotta pystyttäisiin määrittelemään, mitkä toiminnot tai ominaisuudet olisivat välttämättömiä ja mitkä olisivat haluttuja. Tästä eteenpäin käytettiin työnimiä: ”Dieselkärry” ja ”Apukäynnistin”.

Kummatkin vaatimuslistat koostettiin vapaamuotoisissa kokouksissa, johon osallistuivat Deutz-moottorimaahantuontiosaston osastopäällikkö, korjaamopäällikkö, takuupäällikkö sekä huoltomekaanikko. Näin saatiin varmistettua kaikkien osapuolten tarpeita tyydyttävä ratkaisu. Ongelmakohtina vaatimuslistaa laadittaessa havaittiin, että ”vanhan koulukunnan miehet” usein harhautuivat liikaa miettimään yksityiskohtia sekä teknisiä ratkaisuja yleisten linjausten sijaan ja itse suunnittelijana sorruin liiallisen täydellisyyden tavoitteluun. Ongelmilta vältyttiin hyvällä tulkintataidolla sekä riittävällä kommunikaatiolla asianosaisten kesken projektin edetessä.

Kunkin hankkeen investointikustannusten tulisi korkeintaan vastata harjoittelijan kahden työviikon työkustannusta. Työkustannuksiksi arvioitiin harjoittelijan bruttopalkka kerrottuna työnantajan lisäkustannuskertoimella. Kuhunkin projektiin budjetoitiin työn osalta 1500 €. Kuhunkin projektiin arvioitiin osien ja tarvikkeiden kustannukseksi 500 €. Budjetteja sai jakaa projektien kesken. Omavalmistusta kannustettiin, sillä yhtiöllä oli tarvetta lisätä omaa projektiosaamista.

Projektin eteen tehdyn työn arvioitiin lisäävän yrityksen aineetonta osaamispääomaa, joten mikäli markkinoilta löytyisi valmis ratkaisu, siihen tulisi käyttää vain puolet arvioi-

dusta työkustannuksesta eli 750 €. Kustannuksista joustaminen jätettiin avoimeksi neuvotteluille projektin edetessä, kuitenkin siten, että ylitystä tulisi olla enintään 250 €:n verran.

#### 4.2 Vaatimukset dieselkärrylle

Kokouksissa keskustelujen perusteella laadittiin vaatimuslista:

- Yhden henkilön tulee käsin pystyä siirtämään ja käsittelemään kärryä kohtuullisella vaivalla.
- Kärryn tulee mahtua vaivatta huoltoautoihin.
- Kärryssä täytyy olla esisuodatin, hienosuodatin sekä letku ja liitossovittimia.
- Kärryssä tulee olla moottorin polttoainejärjestelmän ilmausmahdollisuus.
- Kärryn polttoainetilavuuden täytyy olla riittävän suuri kuusisylinterisen moottorin käyttämiseksi tyhjäkäynnillä puolen työpäivän ajan.

Siirrettävyys määriteltiin niin, että yhden henkilön tulisi pystyä kuljettamaan kärryä riippumatta siitä, onko maasto tasaista korjaamon lattiaa, ratasepeliä tai mäntykankaan metsäpohjaa. Yhden henkilön määriteltiin pystyvän nostamaan 60 kg:n kuorman 40 cm:n korkeuteen kohtuullisella vaivalla.

Kärryn mahtuminen huoltoautoihin määriteltiin yhtiön kahdesta huoltopakettiautosta: Ford Transit sekä Volkswagen Caddy. Huoltoautojen hylly- ja työkaluvarustelusta johtuen kummassakaan ajoneuvossa ei ollut käytössä samaa kuormatilavuutta kuin mitä niissä on lähtökohtaisesti ollut. Kohtuulliseksi kooksi huoltoautoihin mahtumisen suhteen arvioitiin 60 x 60 x 100 cm.

Jotta kärry vastaisi polttoaineen puhtaustasossa Deutzin määritelmiä, tuli kärryssä olla esisuodatin vedenerotusta varten sekä hienosuodatin hienojakoisemman epäpuhtauden suodattamiseksi. Liitossovittimia täytyi olla useita, sillä polttoaineliitokset ovat erilaisia eri moottorisarjoissa ja ne voivat vaihdella myös eri laitevalmistajien kesken.

Polttoainejärjestelmän ilmausmahdollisuudeksi riittää, että polttoainelinjassa on jonkinlainen pumppu, jolla pystytään painamaan polttoainetta ilmausta varten avatusta järjestelmästä. Ilmauspumpulle ei asetettu erityisvaatimuksia.

Esimerkkinä polttoaineen kulutuksesta tarkasteltiin kuusisylinteristä moottoria: ”TCD 2012 L6 2V”, joka on kohtalaisen yleinen suurehko moottori. Sen polttoaineen ominaiskulutus on keskimäärin arviolta noin 7,5 litraa per tunti. Kulutuslukemat riippuvat erittäin paljon laitevalmistajan haluamista käyttöominaisuuksista ja moottoriin kytke-tyistä kuormista. Siten määritettiin, että dieselekärryn polttoainetilavuuden tulisi olla vä- hintään 30 litraa.

Dieselekärryn vaatimuslistaa laadittaessa nousi keskusteluissa esille ominaisuuksia, jotka eivät olleet välttämättömiä dieselekärryn toiminnan kannalta, mutta jotka voisivat tuoda siihen tai sen käyttöön lisäarvoa. Toivomukset koottiin listaksi ja määriteltiin toi- vomuksien tärkeysjärjestystä.

Kokouksissa keskustelujen perusteella laadittiin seuraava toivomuslista:

- Kärryssä voi hyödyntää olemassa olevia 30 litran kemikaalikanistereita ja kanis- teri tulisi olla helposti vaihdettavissa.
- Kärryn tulisi mahtua tarvittaessa henkilöautoon.
- Kärryssä voisi olla sisäänrakennettuna sähkötoiminen polttoaineen siirtopump- pu, kenties omalla virtalähteellä tai akulla.
- Kärryssä tulisi olla teline letkuliitinvalikoimalle, erimittaisille polttoaineletkuille sekä tarvittaville työkaluille.

Korjaamotoiminnan yhteydessä on korjaamolle kertynyt tyhjiä, pinottavia 30 litran muo- visia kemikaalikanistereita, joiden hyödyntäminen projektin yhteydessä olisi erittäin mielekäästä.

Todettiin, että hätätapauksessa olisi hyvä, jos kärryn pystyisi kuormaamaan ainakin farmarimalliseen siviilihenkilöautoon, jollaisia on useilla henkilökunnan jäsenillä. Tällöin pystyttäisiin paremmin vastaamaan sellaisiin yllättäviin tilanteisiin, jossa kummatkin huoltoautot ovat jo työajossa mutta dieselekärryä tarvittaisiin kiireellisesti muualla kuin korjaamolla.

Kärryn oman sähköisen siirtopumpun tarve määriteltiin melko alhaiseksi, sillä siitä saa- tavat edut olisivat järjestelmän lisääntyneeseen monimutkaisuuteen ja kustannuksiin nähden pienet. Sähkötoiminen siirtopumppu kärryn yhteydessä voisi kuitenkin olla

työskentelymukavuutta lisäävä seikka, jonka mahdollisuuksia ei tässä yhteydessä täysin pois suljettu, mutta ei pidetty kovinkaan tärkeänä.

Työskentelymukavuutta lisäävänä seikkana pidettiin myös sitä, että kaikki tarvittavat liitinsovitinimet, työkalut sekä letkut olisivat lajiteltuna ja järjestyksessä kärryn yhteydessä esimerkiksi omassa kannellisessa laatikossaan tai muuten järjestettynä kärryn yhteyteen.

#### 4.3 Vaatimukset apukäynnistimelle

Apukäynnistimelle asetettiin liikuteltavuuden ja koon suhteen samanlaiset vaatimukset kuin dieselkärrylle, minkä lisäksi laadittiin kokouksissa keskustelujen perusteella seuraava vaatimuslista:

- Apukäynnistintä tulee pystyä käyttämään sekä 12 V:n että 24 V:n virtajärjestelmien kanssa.
- Apukäynnistimen akkukapasiteetin tulee olla vähintään 84 Ah.
- Apukäynnistimessä tulee olla helposti irti kytkettävät tai vaihdettavat johdot.
- Apukäynnistimessä täytyy olla akuille sisäänrakennettu verkkovirtatoiminen laturi.
- Apukäynnistimen akut tulee olla vaihdettavissa kohtuullisella vaivalla.

Ensimmäinen vaatimus on seurausta siitä, että Deutz-moottoreiden sähkökäynnistimiä löytyy sekä 12 V:n että 24 V:n jännitteitä käyttävinä.

Apukäynnistimen akkukapasiteetin alaraja määriteltiin niin, että sen tulee pystyä käynnistämään Deutzin tällä hetkellä suurimpien yleisesti käytössä olevien moottoreiden sähkökäynnistimiä -20 °C:n lämpötilassa yhtäjaksoisesti 40 sekunnin ajan vähintään 10 kertaa. Suurinta tehoa kuluttava sähkökäynnistin on 24 V:n jännitteinen ja nimellisteholtaan 9 kW. Nimellistehon ja nimellisjännitteen mukaan laskettuna saadaan tarvittavaksi akkukapasiteetiksi

$$\frac{9000 \text{ W} \times 40 \text{ s} \times 10}{24 \text{ V} \times 3600 \text{ s}} \approx 42 \text{ Ah}$$

Määritelmä saadaan nimellisarvoilla täytettyä jo 42 Ah:n kapasiteetilla, mutta pakkaskestävyyden varmistamiseksi varmuuskerroin 2 ei ole liioiteltua.

Helposti irtikytkettävät johdot määriteltiin olevan korkeintaan yhdellä ruuvilla kiinnitettyinä, mielellään irrotettavissa ilman työkaluja. Vaatimusta määriteltäessä pyrittiin valmistautumaan sellaisiin erikoistilanteisiin, missä virranantomahdollisuudet ovat syystä tai toisesta rajalliset niin, että tulisi nopeasti pystyä ottamaan käyttöön pidemmät johdot.

Apukäynnistimessä tulee olla sisäänrakennettu laturi, jotta akkujen lataus olisi aina mahdollista eikä riippuvaista erillisestä laitteesta. Akkulaturin tyyppillä tai latausteholla ei apukäynnistimen suunnitellun käyttötarkoituksen suhteen ole juurikaan merkitystä, kunhan pystytään varmistumaan siitä, että akkuihin saadaan täysi varaus työmääräyksien välisenä aikana.

Akkujen vaihdon kohtuulliseksi vaivaksi määritettiin, että akkujen vaihto saa kokonaisuudessaan kestää korkeintaan 30 minuuttia.

Myös apukäynnistimen vaatimuslistaa laadittaessa nousi keskusteluissa esille ominaisuuksia, jotka eivät olleet välttämättömiä toiminnan kannalta, mutta jotka voisivat tuoda siihen tai sen käyttöön lisäarvoa. Toivomukset koottiin listaksi ja määriteltiin toivomusten tärkeysjärjestystä.

Kokouksissa keskustelujen perusteella laadittiin seuraava toivomuslista:

- Apukäynnistimessä voisi olla käynnistysnappi käynnistämistapahtumaa varten.
- Apukäynnistimessä olisi hyvä olla 12 V:n lisälaitteipistoke muiden mahdollisten diagnoosilaitteiden helppoa kytkentää varten.
- Apukäynnistimessä voisi olla mahdollista käyttää useita eri akkukokoja.

Moottorista irti olevalla käynnistysnapilla voitaisiin vähentää irtojohtimien kanssa kytkettäessä tapahtuvaa kipinöintiä sekä voitaisiin vähentää virhekytkentöjen määrää sekä niistä aiheutuvia vahinkoja.

Lisälaitteipistoke eli tuttavallisemmin ”tupakansytytin” on erittäin vakiintunut virran kytkentätapa ajoneuvokäyttöön tarkoitetuille laitteille, kuten esimerkiksi kannettaville diagnoosietokoneille, pienoiskompressoreille sekä vastaaville laitteille.



Apukäynnistin olisi taloudellisuusnäkökulmasta mielekkäämpi, mikäli siinä voitaisiin käyttää kulloisellakin hetkellä edullisinta akkukokoa akkuja uusittaessa.

## 5 Markkinatutkimus

Ennen päätöstä suunnitella ja valmistaa yksilöityjä korjaamolaitteita tehtiin markkinatutkimus kartoittamaan tarjolla olevia valmiita ratkaisuja. Markkinatutkimus tehtiin hyödyntäen vapaasti verkossa saatavilla olevia tietoja rajaamalla tuotteet vaatimuslistaa parhaiten vastaaviksi ehdotuksiksi.

### 5.1 Dieselmäärä

Markkinatutkimukseen valittiin kaksi valmistajaa: saksalainen Cemo GmbH sekä brittialainen Western Global. Heidän tuotevalikoimastaan valikoitui tuotemallit: Cemo Diesel trolley 100l, jonka tekniset tiedot on esiteltyinä Taulukko 1 ja Diesel Master Kaddi DM22K-MCNAUGHT, jonka tekniset tiedot on esiteltyinä Taulukko 2. Nämä vastasivat parhaiten esitettyjä vaatimuksia ja ne ovat yleisesti saatavilla useammasta verkkokaupasta. Molemmille kääryille on yhteistä se, että ne ovat valmistettu polyetyleenistä ja niissä on integroidut kuljetuspyörät. (4; 5)

Hintatasotietoja varten valittiin seuraavat jälleenmyyjäliikkeet: Rösner Kfz-Werkzeuge sekä Fuel Tank Shop. Hintatiedoissa ei ole otettu huomioon kuljetuskustannuksia. (6; 7)

Dieselpolttoaineen varastointi ja siirto on bensiinipolttoaineisiin verrattuna hieman helpompaa haihtuvien ja herkästi syttyvien komponenttien vähäisemmän määrän takia. Jo markkinoilla olevista, käsin liikuteltavien dieselmääräjen ratkaisuista on havaittavissa, että ne keskittyvät kentällä sijaitsevien laitteiden polttoainevarannon täydentämiseen. Markkinoilla olevissa tuotteissa ei ole nähty tarpeelliseksi käyttää polttoaineen suodattusta, joten ne toimivat ainoastaan raakalähteenä. Joihinkin käärymalleihin on saatavilla sähkötoiminen polttoaineen siirtopumppu, mutta niissä on keskitytty volyymin siirtämiseen, jolloin pumpun tuottamaa siirtopainetta ei yleensä ole ilmoitettu.

Markkinatutkimus osoitti, että tarjolla olevat valmiit tuotteet eivät vastaa yrityksen tarpeita polttoaineen suodattavuuden osalta ja mikäli tämä olisi korjattu, ne eivät olisi enää sopineet kustannushaarukkaan. Tässä vaiheessa päätettiin aloittaa projekti dieselkärryn valmistamiseksi.

Taulukko 1. Cemo Diesel trolley 100l

<p>Polttoainetilavuus: 100 l</p> <p>Ulkomitat (pituus x leveys x korkeus): 43 x 50 x 100 cm</p> <p>Tyhjäpaino: 19 kg</p> <p>Hinta noin: 618,80 €</p>	 <p>Diesel trolley with hand pump</p> <p>Kuvalähde: (4)</p>
--	---

Taulukko 2. Diesel Master Kaddi

<p>Polttoainetilavuus: 100 l</p> <p>Ulkomitat (pituus x leveys x korkeus): 64 x 54 x 110 cm</p> <p>Tyhjäpaino: 22 kg</p> <p>Hinta noin: 785,45 €</p>	 <p>Kuvalähde: (5)</p>
--	---

## 5.2 Apukäynnistin

Suomessa on myynnissä ainakin yhden valmistajan tuotteita, jotka täyttävät vaatimuslistan kriteerit: Italialaisen valmistajan Telwin S.P.A. tuotemallillaan Telwin Start Plus 6800, jonka tekniset tiedot on esitelty Taulukko 3. Suomessa tuotetta jälleenmyyjien muassa Isojoen Konehalli Oy, jonka verkkosivuilta hankittiin hintatiedot. Valmistajalta löytyy myös hieman pienempi vastaava malli, mutta se arvioitiin vaatimuksiin nähden riittämättömäksi kapasiteetiltaan. (8; 9)

Taulukko 3. Telwin Start Plus 6800

<p>Ulkomitat (pituus x leveys x korkeus): 45 x 46 x 76 cm</p> <p>Tilaa kahdelle akulle, joiden koko enintään: 278 x 175 x 210 mm</p> <p>Tyhjäpaino: 20 kg</p> <p>Sisältää verkkovirtalaturin kotelon sisälle asennettujen akkujen lataukseen.</p> <p>Hinta ilman akkuja: 799,00 €</p>	 <p>Kuvalähde (9)</p>
---	---

Kyseiseen apukäynnistimeen sopiva akkumalli valittiin vertailun vuoksi suoraan IKH:n valikoimasta: AKKU AF CRX 75AH +- 278X175X190, hinta 95,00 € / kpl.

Markkinatutkimuksessa olleeseen ratkaisuun ei päädytty sillä perusteella, että kokonaiskustannukset olisivat nousseet yli projektin arvioidun budjetin. Eräänä kustannuksia nostavana seikkana oli, että kyseisen apukäynnistimen toimitukseen ei sisältynyt akkuja, joten kustannukset olisivat nousseet noin 190 €, jonka lisäksi täytyisi vielä arvioida akkujen asennukseen käytetyn työn arvo.

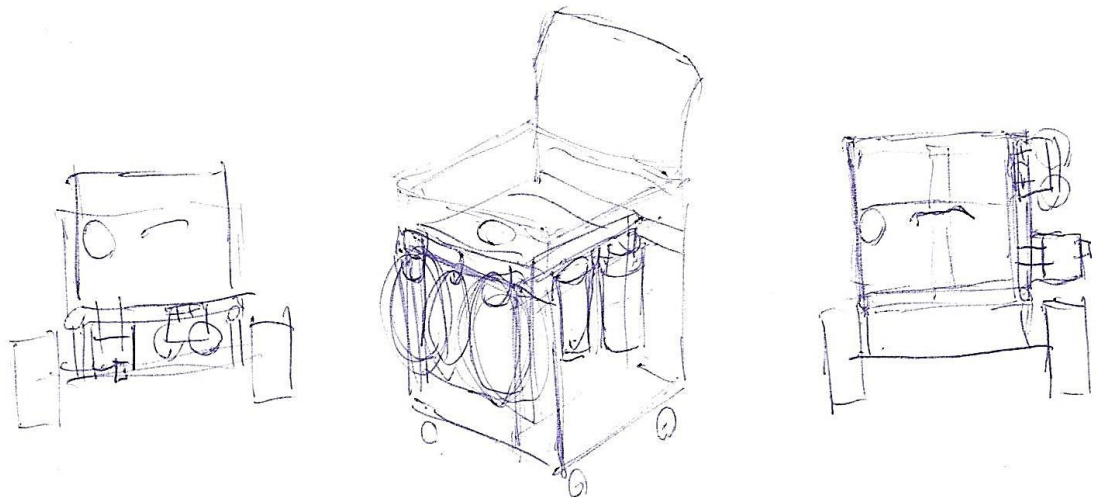
Markkinatutkimus osoitti, että tarjolla ollut tuote ei vastannut täysin asetettuja vaatimuksia siihen mahtuvan akkukapasiteetin suhteen, eikä toiveita lisälaitteiden suhteen sallitun kustannuskehyyksen sisällä. Tämä puolsi päätöstä aloittaa projekti räätälöityä apukäynnistintä varten.

## 6 Suunnittelutyö

### 6.1 Suunnittelusta yleisesti

Dieselläkärry suunniteltiin ja valmistettiin ennen apukäynnistintä, sillä dieselläkärryllä arvioitiin suurempi käyttötarve kuin apukäynnistimelle. Dieselläkärryn suunnittelusta ja valmistamisesta saatuja kokemuksia sovellettiin apukäynnistimeen. Jo suunnitteluvaiheessa pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon valmiita, helposti saatavilla olevia komponentteja.


Kummassakin projektissa tehtiin annettujen vaatimusten, toiveiden sekä aikataulutuksen puitteissa ensimmäiset hahmotelmat paperille. Paperihahmotelmien avulla pystyttiin nopeasti esittämään karkeita mielikuvia valmiin tuotteen mahdollisesta muodosta ja käyttötavasta. Hahmotelmat esitettiin projektikokouksessa oleville henkilöille palautteen vastaanottamiseksi. Palautteen perusteella pystyttiin nopeasti tekemään muutoksia uusiin luonnoksiin. Muutamien luonnosteluaskeleiden sekä hyöty- ja kustannusvertailujen jälkeen tehtiin päätös lopullisesta valmistettavasta tuotteesta. Kuva 2 näkyy suodattimien sijainnista tehtyjä hahmotelmia, joiden perusteella pystyttiin keskustelemaan ratkaisujen eduista ja haitoista.



Kuva 2. Esimerkkejä luonnosteluvaiheista. Vasemmalla on eräitä ensimmäisiä hahmotelmia, keskellä käyttöehdotuskuva ja oikealla lopullinen ratkaisu suodattimien sijoitukselle.

Toimivien tuotteiden valmistamiseksi nopealla aikataululla päätettiin kumpaankin projektiin käyttää lähtökohtana valmista nokkakärryä. Parhaimmaksi lähtökohdaksi valittiin Biltema Suomi Oy:n valikoimista malli 15-384, jonka tuotetiedot näkyvät Taulukko 4. Kyseisen nokkakärryn etuihin muihin nokkakärryihin nähden kuului erittäin edullinen hankintahinta sekä teleskooppihahvasta johtuva kompakti koko.

Taulukko 4. Bilteman nokkakärryn 15-384 tuotetiedot ja kuva.

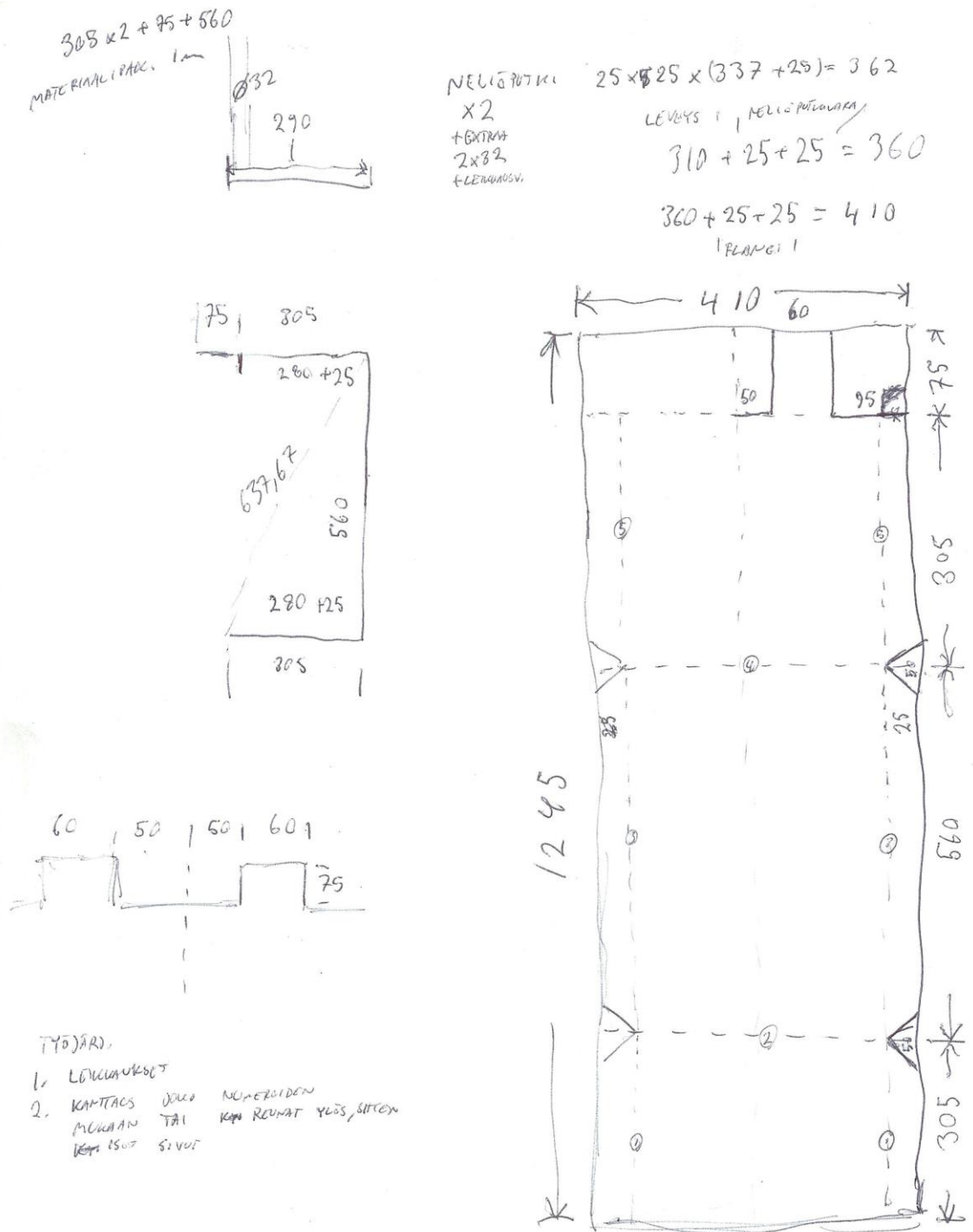
<p>Mitat kokoontaitettuna (pituus x leveys x korkeus): 28 x 49 x 80 cm</p> <p>Mitat aukitaitettuna: 52 x 49 x 113 cm</p> <p>Enimmäiskuorma: 200 kg</p> <p>Pyörät: Ilmatäytteiset 10 tuuman kumipyörät</p> <p>Suurin rengaspaine: 30 psi (2,068 bar)</p> <p>Rakenne: teräsputkea</p> <p>Hinta (sis. alv): 36,90 €</p>	 <p>Kuvalähde (10)</p>
--	--

## 6.2 Mallinnus

Mallintamiseen ei käytetty CAD-ohjelmistoja, vaan havainnekuvat piirrettiin käsin. Pahvimallinnuksesta saadut mitat siirrettiin paperille, jolla laskettiin tarvittavien osien mitat. Paperilla tehtiin piirustus taitettavan levyn mitoista, helpotuksista, taittoleransseista sekä taittojärjestyksestä, mitkä voidaan nähdä Kuva 3.

Nokkakärryn osat mitattiin, sillä tuotetiedoissa ei ollut rakennemittoja, vaan pelkästään karkeat nokkakärryn ulkomitat. Mittaustuloksia käytettiin hyväksi osien muotoilun hahmotuksessa ja lopullisen kärryn mitoituksessa.

Oheislaitteiden sijoittelussa käytettiin rapid prototyping -menetelmiä, mikä käytännössä tarkoittaa, että käytettiin hyväksi pahvimallia havainnollistamaan lopullisen tuotteen kokoa, ulkonäköä sekä osien sijoittelun toiminnallisuutta.



Kuva 3. Paperille hahmoteltu ohutlevyn leikkaus- ja taittosuunnitelma.

Paperimallilla pystyttiin kokeilemalla tarkastamaan taittojärjestyksen toimivuus, jolloin havaittiin muun muassa, että kärryn ylempään poikittaiseen putkeen tulevia tukilapioita ei voitu taittaa käytössä olleella taittokoneella.

### 6.3 Käytettävissä olleet valmistusmenetelmät sekä materiaalit

Korjaamolaitteiden valmistamiseen oli käytettävissä Kemppi Kempomat 2500 MAG -hitsauslaitteisto, yksinkertaiset käsikäyttöiset ohutlevyntyöstövälineet ja käsikäyttöiset sähkö- ja paineilmatyökalut. Teräsmateriaalin toimittajaksi valittiin ProtoShop Oy, sillä heillä on runsas varastovalikoima erikokoisia levy- ja putkimateriaaleja. Liike tarjosi lisäksi ohutlevyjen taiton sekä suurten leikkausten toteuttamisen levyleikkurilla (11).

Bilteman nokkakärryn runko on maalattua terästä, jonka hitsattavuus oli maalipinnan poistamisen jälkeen hyvä. Kärryn nokkalaippa oli ruuvikiinnitteinen ja rakenteeltaan taittuva, mutta se hitsattiin pystyputkiin nähden 90°:n kulmaan kiinteäksi osaksi kummassakin projektissa.

Projektien ohutlevymateriaaliksi valittiin 1 mm:n paksuista sähkösinkittyä teräslevyä. Sähkösinkittyyn teräslevyyn päädyttiin, koska sen hitsattavuus on parempi kuin kuumasinkityn ja korroosiokestävyys parempi kuin pelkän teräslevyn. Teräslevyjen hintaero eri käsittelyjen välillä oli noin 0,20 €/kg, siten että tavallinen teräslevy maksaisi noin 2,80 €/kg, sähkösinkitty noin 3,00 €/kg ja kuumasinkitty noin 3,15 €/kg. (11)

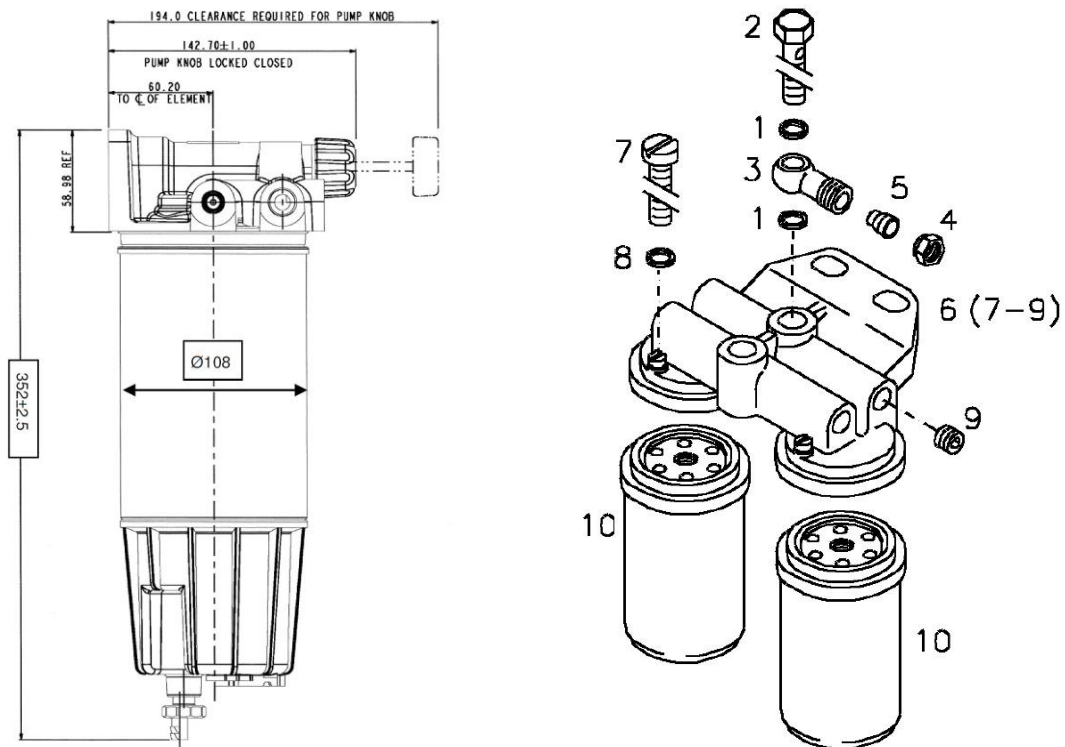
### 6.4 Dieselmäärän suunnittelu

Dieselmäärä suunniteltiin 30 l:n pinottava muovikanisteri lähtökohtana. Vakiomallinen muovikanisteri on hankintakustannuksiltaan edullinen ja niitä oli korjaamolla jo entuudestaan useita. Kanisteri suunniteltiin vaihtokelpoiseksi, jolloin toisia kanistereita voidaan täydentää samalla kun yksi on käytössä. (12)

Vakiomallisen muovikanisterin ulkomitat ovat (leveys x pituus x korkeus): 287 x 316 x 476 mm, joten kanisterin kotelolle arvioitiin riittäviksi mitoiksi 300 x 330 x 500 mm kanisterin sujuvan vaihtamisen varmistamiseksi. Kohtalaisen tiukalla mitoituksella päästiin eroon varmistushihnojen tai muiden kiinnittimien käytöstä, jolloin kanisterivaihto aika saatiin nopeutettua kymmenistä minuuteista muutamaan minuuttiin. Mitoitus minimoi myös kuljetuksen aikaista läikkymistä.

Apulaitteiksi dieselmäärään valittiin Deutz 04295420 -esisuodatinjalca suodattimeen, joka näkyy Kuva 4 vasemmalla. Esisuodatinrungossa on käsitoiminen polttoainepump-

pu yhdysrakenteisena ilmausta varten. Esisuodattimessa on mukana vedenerotin sekä vedenilmaisinanturi, jonka anturitietoa tarvitaan joidenkin elektronisesti ohjattujen moottoreiden ohjauslaitetta varten. Hienosuodatinrungoksi valittiin Deutz 04225859, joka näkyy Kuva 4 oikealla. Hienosuodattimien suodatuskyky on 3 µm:a suuremmat partikkelit, suodatinpatruunoiden virtaus on rinnankytketty, ja niiden käyttöikä on 1000 käyttötuntia.



Kuva 4. Esisuodatinrunko esisuodattimiseen vasemmalla ja hienosuodatinrunko suodattimiseen oikealla. (13, s. 4.; 14, s. 4.)

Näillä apulaitteilla saatiin vaatimuksien mukaiset toiminnot toteutettua dieselkärryyn. Projektin kannalta oli edullista käyttää maahantuontivalikoimassamme olleita osia, sillä ne olivat välittömästi saatavilla ja ne ovat varmuudella yhteensopivia Deutz-moottoreiden vaatimusten kanssa.

Apulaitteiden sijoituksessa päädyttiin oikeaan kylkeen neljästä syystä. Ensinnäkin suodattimien fyysiset koot tekivät niiden sijoittamisesta nokkakärryn rungon pystyputkien väliin epäkäytännölliseksi. Toiseksi dieselkärry haluttiin olevan mahdollisimman stabiili käsipumppua käytettäessä. Käsipumpun käyttösuunta valittiin pohjan pisimmän mitan mukaan, joka oli kärryn pyörän akselin suuntainen. Kolmanneksi suodattimien vaihta-



minen haluttiin mahdollisimman helpoksi. Neljäntenä syynä oli, että suurin osa käyttäjistä oli oikeakätisiä, jolloin oikeanpuoleinen sijainti käsipumpulle on yksinkertaisesti luontevin.

Apulaitteiden kiinnittämiseen käytettiin ainevahvuudeltaan 2 mm:n ja poikkileikkaukseltaan 30 x 30 mm:n teräksistä neliöputkea. Suodattimien rungot kiinnitettiin 4 kpl m10 x 50 mm:n ruuvein ja mutterein. Putkimateriaaleja ei ollut saatavana valmiilla pintakäsittelyvaihtoehdoilla, joten maalauksen todettiin riittävän korroosiosuojaksi. Neliöputket tarjoavat apulaitteille stabiilin asennusalustan ja tuovat kärryn rakenteelle lujuutta.

Polttoaineen imuletku johdettiin rei'itetyn täyttökorkin kautta. Rei'itetty täyttökorkki jätettiin tiivistämättä kanisterin korvausilmaa varten. Kärryn mukana tulee tiivis täyttökorkki pidempiaikaisen säilytyksen ja siirtämisen ajaksi.

#### 6.5 Suunnitellun dieselkärryn käyttöturvallisuuden arviointi

Mikäli käyttäjä ei ole muistanut vaihtaa letkuja varten rei'itettyä täyttökorkkia tiiviiseen korkkiin kuljetuksen ajaksi, on mahdollista, että polttoainetta loiskuu kuljettamisen ja siirtämisen aikana, mikäli kärryyn kohdistuu suuria kallistuskulmavaihteluita. Niin kauan kun kuljetuksen aikana kallistuskulma ei suuresti vaihtele, on korkin reikien kautta loiskuvan polttoaineen määrä erittäin vähäinen.

Kanisteri voi vuotaa tyhjäksi, jos kanisteriin on unohdettu rei'itetty täyttökorkki ja kärryt kanistereineen kaatuvat vasemmalle kyljelleen. Tämän tapahtumisen riski paikallaan ollessa on kuitenkin melko pieni, sillä kärryn töytäisemiseksi kumoon, etenkin kanisteri täynnä polttoainetta, vaaditaan melkoinen tönäisyvoima. Mikäli dieselkärry kaatuu suoraan eteenpäin tai taaksepäin, voi korkiton säiliö tyhjentyä korkeintaan puoleen tilavuuteensa, eli 15 l. Kärryn kaatuessa oikealle kyljelleen, se ei vuoda tyhjäksi. Suodatinpanosten ei pitäisi vaurioitua pelkästä kärryn kaatumisesta, mutta sitä ei kuitenkaan suositella koestettavan.

Kanisterin sisällön tyhjentäminen letkujen kautta lapolla voi olla mahdollista, mikäli käyttäjä ilmattuaan polttoainejärjestelmän pudottaa dieselkärryn polttoainelinjasta lähtevän letkun suodattimien nestepinnan alapuolelle. Normaalikäytössä lappovuodon

riskiä pienennetään tyhjentämällä letkujen sisältämä polttoainetilavuus takaisin kanisteriin käytön jälkeen. Kuljetuksien ajaksi kanisterista poistetaan myös letkut ja asetetaan tiivis korkki mahdollisten vuotojen ehkäisemiseksi.

Dieselmäärä rinnastetaan polttoainelaitteen asentamiseksi moottoriin, joten siihen tulee soveltaa samoja ohjeita ja käytäntöjä kuin tavallisesti korjaamalla polttoaineen ihokontaktilta suojautumiseen. Polttoaineen ihokontaktilta välttymiseen voi vaikuttaa ainoastaan dieselmäärän käyttäjä, joten asian eteen ei voida laitepuolella tehdä parempia suojaustoimenpiteitä.

Dieselmäärän pyörät eivät ole kosketuksessa alustaan määrän ollessa lepo- tai käyttöasennossaan, jolloin määrän karkaamisen todennäköisyys on hyvin pieni. Tämän ominaisuuden ja pohjan koon takia dieselmäärä suunniteltiin käytettäväksi tarvittaessa nousualustana. Mikäli käyttäjä nousee määrän päälle epätasaisella alustalla, on olemassa kaatumisriski. Kaatumiskorkeus on kuitenkin pieni, joten mahdollisesta kaatumisesta aiheutuvat vammat ovat hyvin pieniä.

## 6.6 Apukäynnistimen suunnittelu

Suunnittelun lähtökohtana oli, että apukäynnistimen avulla tulisi pystyä käyttämään sekä 12 V:n että 24 V:n käynnistinmoottoreita. Tämän toteuttamiseksi kustannustehokkaasti todettiin välttämättömäksi käyttää kahta 12 V:n lyijyakkua. Akuiksi hankittiin kaksi nimellisjännitteeltään 12 V:n ja nimelliskapasiteetiltaan 100 Ah:n olevia käynnistysakkuja tuotemerkiltään: Euroglobe, malliltaan 1806-60044, ulkomitoin 353 x 175 x 190 mm. (15)

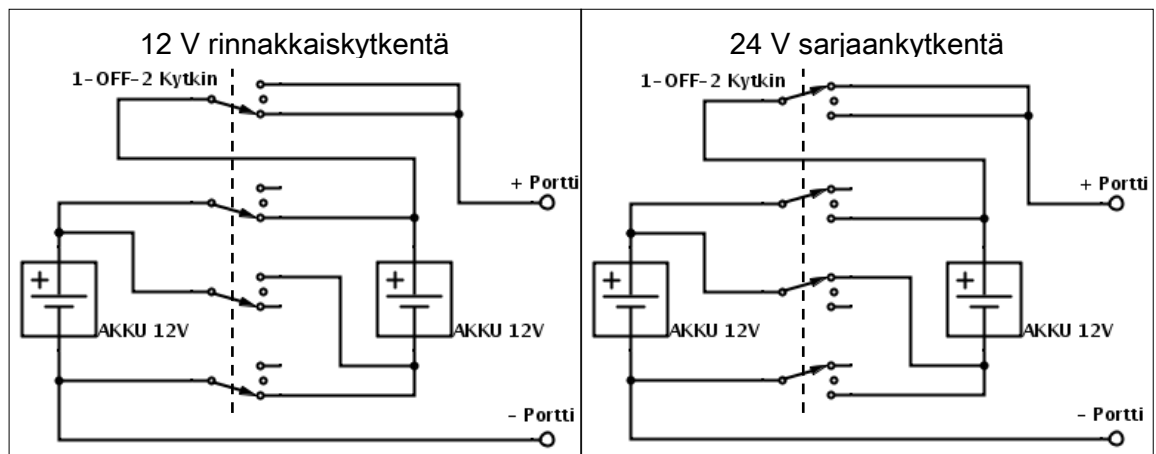
Ongelmana käynnistysvirran kytkennässä on suhteellisen suuri virrantarve yhdistettynä melko mataliin jännitteisiin, jolloin johtimien ja kytkimien läpi kulkevat suuret virrat. Laskennallisesti jatkuvaa virtaa voi kulkea lähes 400 A:n, kytkettäessä hetkellisesti 2000 A:n luokkaa.

$$\frac{9000 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 375 \text{ A}$$

Suurien virtojen johtimet kytketään aina ilman kuormaa, sillä suuret virrat aiheuttavat erittäin kuumaa valokaarta kytkinpinnoilla, mikä voi hitsata kytkinpinnot yhteen. Mah-

dollisissa vikatilanteissa täytyisi kuitenkin pystyä katkaisemaan virran kulku turvallisesti, mielellään useammalla kuin yhdellä tavalla.

Apukäynnistimen ensimmäisessä suunnitelmassa tavoitteena oli pystyä toteuttamaan kahden akun sarja-, rinnan- sekä poiskytkentämahdollisuus yhdellä kytkimellä. Kytkin olisi ollut kolmiasentoinen, nelinapainen kytkin ja se olisi kytketty kuten Kuva 5. Kytkimen etuina olisi ollut yksinkertainen käyttö, kummankin akun hyödyntäminen toimintatilasta riippumatta sekä ainoastaan kaksi suuren virran johtoliitintä. Kytkinvalmistajilta asiaa tiedusteltua, kyseinen kytkin on mahdollinen, mutta sen hinnaksi arvioitiin 700 - 1500 €. Korkea hinta-arvio johtui suuren tasavirran keston kriteeristä. Yksittäisen navan yli kulkevaa virtaa olisi voitu pienentää monistamalla kytkimen napojen määrää, mutta yhden käsikäyttöisen kytkimen ratkaisu hylättiin tässä vaiheessa kytkimen korkean hinta-arvion vuoksi.



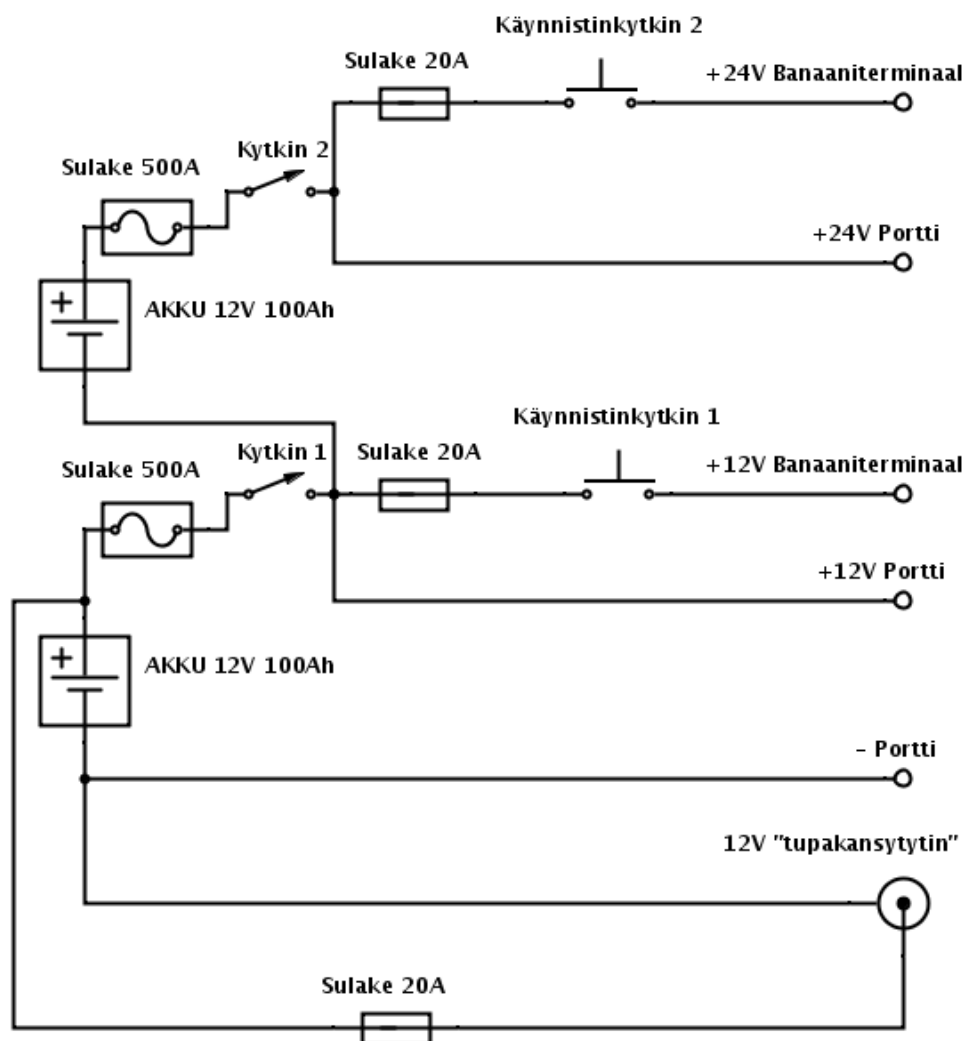
Kuva 5. Ensimmäinen toimintahahmotelma yhdellä kolmiasentoisella, nelinapaisella kytkimellä.

Toisena vaihtoehtona yhdelle käsikäyttöiselle kytkimelle olisi ollut käyttää kytkentäreleitä sekä niitä ohjaavia kytkimiä. Suuria virtoja kestävien kytkentäreleiden hinnat ovat noin 200 €:sta ylöspäin. Kytkentäreleiden käyttäminen hylättiin korkeiden kustannuksien sekä järjestelmän ylimääräisen monimutkaisuuden vuoksi.

Lopulta päädyttiin ratkaisuun, jossa kahdella päälle-pois turvakytkimellä hoidetaan jännitteen kytkentä ja ristiinkytkentä, jonka lisäksi eri jännitteille on erilliset ulostulot. Kytkentä on esitelty kytkentäkaaviossa Kuva 6. Ratkaisussa ei pystytty hyödyntämään toista akkua 12 V:n järjestelmiä käyttäessä rinnankytkentämahdollisuuden puuttuessa.

Toisaalta kyseinen ratkaisu oli huomattavasti edullisemmin toteutettavissa yleisesti saatavilla olevilla osilla. Kytkimiksi valittiin valmistajan Blue Sea Systems -kytkinmalli HD 3000. Kytkimen tekniset tiedot ovat liitteessä 1. (16)

Päävirtajohdoille suunniteltiin päävirtakatkaisimien lisäksi suojaus valmistajan MTA:n 500 A -sulakkeilla, joiden tekniset tiedot ovat liitteessä 2. Päävirtasulakerasioina käytettiin johtoon kiinnittyviä sulakerasioita, jonka tekniset tiedot ovat liitteessä 3. Käynnistysherätevirtoihin sekä tupakansytyttimeen käytettiin 20 A:n lattasulakkeita, jonka tekniset tiedot ovat liitteessä 4, sekä yksittäisiä lattasulakekoteloita, jonka tekniset tiedot ovat liitteessä 5. (17)



Kuva 6. Apukäynnistimen kytkentäkaavio

Akkujen latauksen osalta päädyttiin kahden erillisen automaattisen 12 V:n laturin käyttöön kahdesta syystä. Ensimmäinen käytetty kahden akun kytkentä aiheuttaa toisen akun nopeamman kulumisen, jolloin erikuntoiset akut saavat erillisillä latureilla juuri tarvitsemansa latauksen. Toiseksi kahden 12 V:n laturin kustannus ei merkittävästi eroa yhdestä 24 V:n laturista.

Apukäynnistimen sisäisille latureille suunniteltiin kiinteä kaksihaarainen pistorasia, jolloin ulkoisten kiinteiden verkkovirtajohtimien määrää saatiin vähennettyä kahdesta yhteen. Tämän ratkaisun ansiosta apukäynnistimen käyttäjän vastuu kummankin akun latauksen varmistamisesta pienenee. Lisäksi virtajohdon kytkemisen jälkeen pystytään kummankin akun varaustila näkemään yhdellä silmäyksellä.

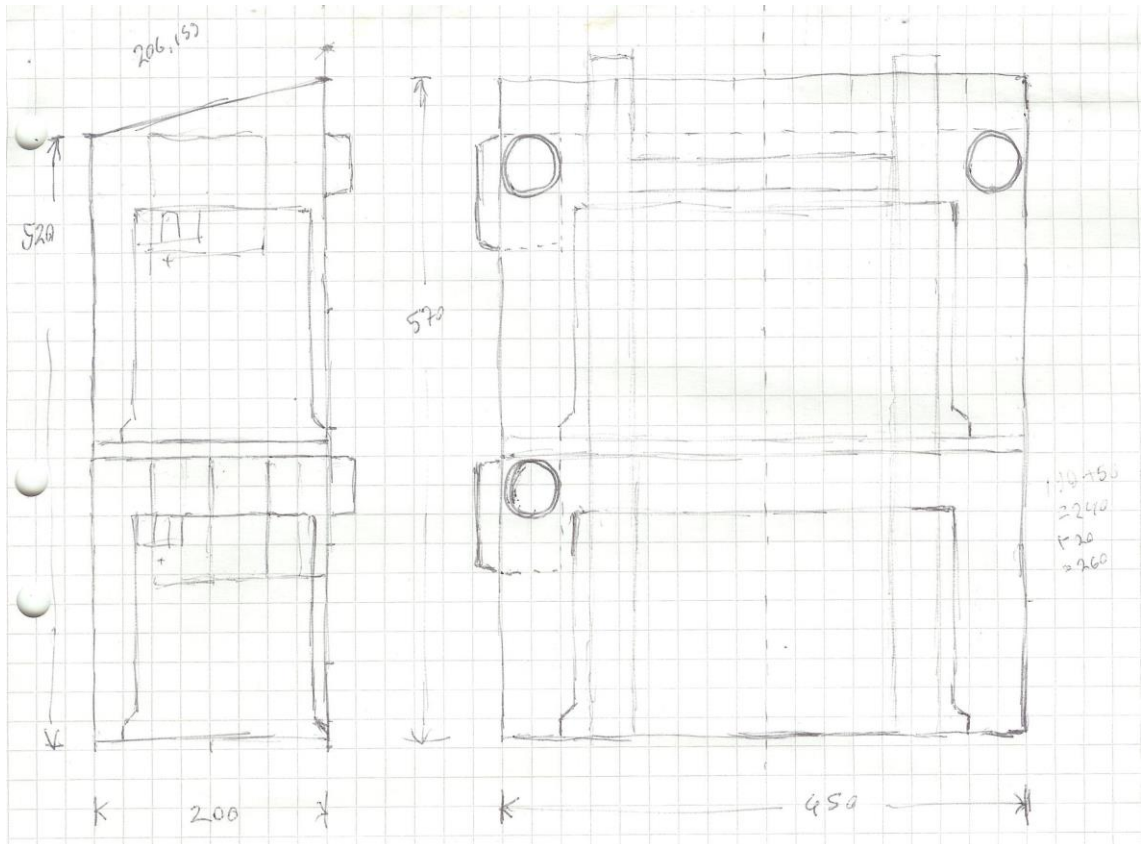
Kärryn runko päätettiin olla maadoittamatta tasavirtajännitteeseen. Kärryn runko on maadoitettu ainoastaan pistorasian vaihtovirtajohdon suojamaahan. Tällä ratkaisulla pienennettiin käytettävien leuallisten johtimien tahatonta oikosulkuun niin, että virtakytkimien unohtuessa päällä -asentoon täytyy edelleen kytkeä kummatkin johtimet suojaamattomaan osaan apukäynnistimen runkoa ennen kuin oikosulku syntyy.

Tupakansytyttimen negatiivinen napa ja maa on kytketty alemman akun negatiiviseen napaan, mutta tupakansytyttimen kuori on eristetty apukäynnistimen rungosta. Tällöin käytettäessä tupakansytyttimeen kiinnitettäviä 12 V:n mittalaitteita yhdessä 24 V:n moottoreiden kanssa, ne ovat samassa maapotentiaalissa kuin mitattava 24 V:n järjestelmä.

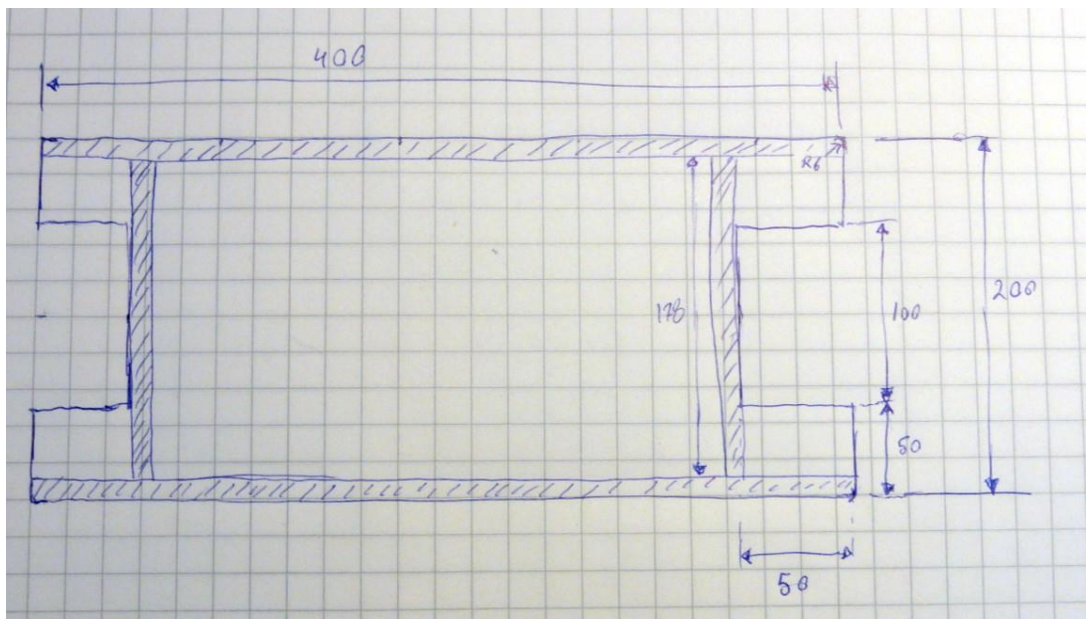
Käynnistysherätteen kytkentää varten päätettiin käyttää banaaniliitinterminaaleja. Niihin voidaan banaaniliitin -uroksen lisäksi asentaa paljas johto, joten mikäli valmis kaapeli ei tullut kentälle mukaan, voidaan kärry kuitenkin kytkeä kohtuullisella vaivalla.

Apukäynnistimen mekaanisessa rakenteessa päätettiin käyttää ohutlevyn lisäksi seinämävahvuudeltaan 2 mm:n ja poikkileikkaukseltaan 10 x 10 mm:n teräsputkea rakenteen vahvistamiseksi. Koska lähtökohtana käytettiin Bilteman teleskooppikahvaista nokkakärryrunkoa, päätettiin kärry suunnitella mekaanisesti niin, että akut sijoitetaan päällekkäin. Apukäynnistimen suunniteltu lyhyt ja korkea rakenne olisi tehnyt siitä epävakaa nousualustan. Kaatumisturvallisuuden parantamiseksi apukäynnistimen yläreuna muotoiltiin viistoksi, sillä viisto yläpinta toimii luonnollisena kehoitteena olla nousematta laitteen päälle. Kuva 7 näkyy apukäynnistimen kotelon suunnitellut mitat sekä

alustava liittimien, akkujen ja pääkytkimien sijainti. Kuva 8 näkyy suunnitelma välihyllyn rakenteesta.

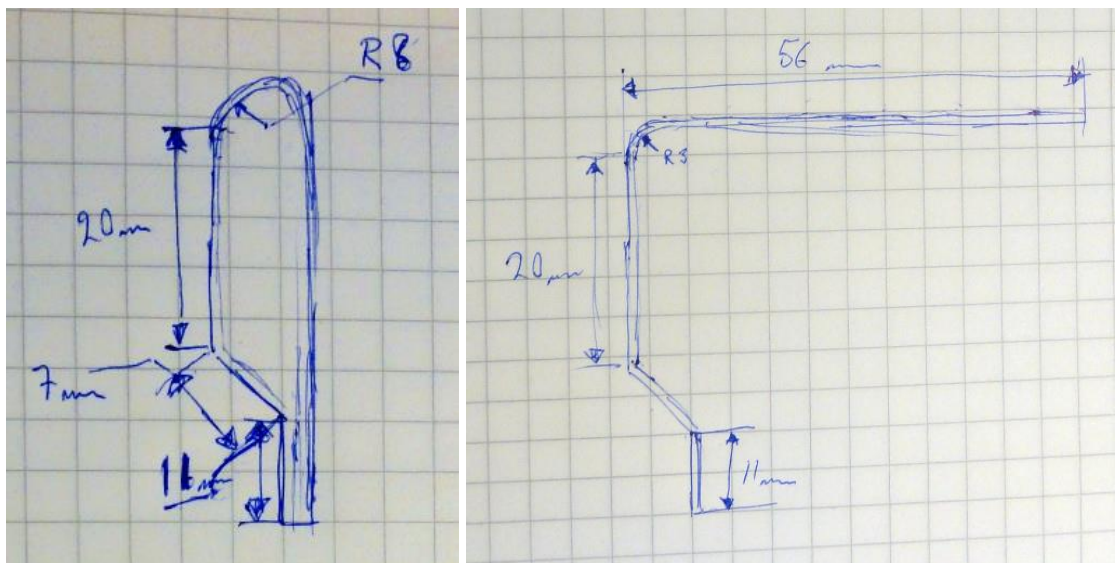


Kuva 7. Apukäynnistimen kotelon ulkomittojen suunnitelma. Kuvassa näkyvien liittimien ja kytkimien sijaintia muutettiin.



Kuva 8. Apukäynnistimen välihyllyn mitat ja vahvikeneliöputkien sijainnit. Hyllysten sivuissa olevat aukot on johtojen läpivientiä sekä päävirtakytkintä varten.

Apukäynnistimen kotelon etupuolelle suunniteltiin peltinen suojalevy, jonka kahdeksan 25 mm:n peltiruuvien takaa löytyvät akut. Akut asennetaan kärryyn etupuolelta liu'uttamalla ne ohutlevystä valmistettuihin kiskoihin, joiden mitat näkyvät Kuva 9. Akut varmistetaan yhdellä muotoilulla lukituskappaleella ja M8 -ruuvilla, joka tulee akkujen etupuolelle. Tämä ratkaisu varmisti sen, että akut pysyvät varmasti paikallaan, vaikka kärryä heiluttaisi tai kallistaisi. Yhden ruuvien kiinnitysmenetelmä mahdollistaa akun nopean vapauttamisen lukituksesta, jolloin akun vaihtaminen on hieman nopeampaa kuin se olisi jos esimerkiksi akkujen varmistamiseen olisi käytetty pitkiä kierretankoja ja yläpuolista pidikettä. Tämän ratkaisun huonona puolena on se, että se ei täytä toivomusta muiden akkukokojen tai -tyyppien käyttömahdollisuudesta.



Kuva 9. Ohutlevystä valmistettujen akkujen pitimien profiilin mitat. Vasemmalla välihyllyn pitimien mitat, oikealla alahyllyn pitimien mitat. Kappaleiden pituus on 200 mm.

Laturit päätettiin sijoittaa ylimmäksi, jolloin latauksen tilan pystyisi helposti näkemään apukäynnistimen päältä. Latureiden suojaksi suunniteltiin liukuva plexikansi.

Käytettävyyden parantamiseksi kaikki liittimet suunniteltiin sijoitettavaksi kärryyn takapuolelle eli kahvojen puolelle. Apukäynnistimen etumus ja sivustat pyrittiin pitämään vapaana rikkoutuvista komponenteista, mutta virtakatkaisimien suuresta koosta johtuen ne päätettiin asentaa vasemmalle kyljelle. Ratkaisun vuoksi onnistuttiin toteuttamaan kaksi seinustaa kolmesta ilman esiin työntyviä tai helposti rikkoutuvia komponentteja, jolloin kuljetuksenaikaisen osien vaurioitumisen riskiä saatiin vähennettyä.

Käynnistyspainonappien sijoittaminen laitteen sivulle johtuivat siitä, että näin ihmisen luontainen tarve painaa painonappia kohtuuttoman kovaa ei työnnä kärryä mihinkään suuntaan tasaisella alustalla.

#### 6.7 Suunnitellun apukäynnistimen käyttöturvallisuuden arviointi

Virran hätäkatkaisu voidaan tehdä joko nykyisellä hauenleuallinen kaapeli irti sähkökäynnistimen navasta, irrottamalla maa- tai virtajohdin apukäynnistimen liittimestä tai kääntämällä päävirtakatkaisijasta. Käytettäessä 24 V:n järjestelmiä riittää, että jomankumman katkaisimista kääntää pois -asentoon. 12 V:n järjestelmiä käytettäessä täytyy kääntää alempi katkaisija, joten tällaisessa tilanteessa on olemassa pieni sekaannuksen riski ja käyttäjä voi kääntää väärän kytkimen pois -asentoon. Oikosulkutilanteita varten kaikki kärrystä lähtevät tasavirtaliitännät on suojattu sulakkein. Sulakkeet ovat mitoitettu niin, että ne eivät häiritse kärryn tavanomaista käyttöä, mutta suojaavat akkuja ylikuormitukselta.

Akkujen latauksen turvallisuus on varmistettu käyttämällä automaattisia latureita, jotka pitävät huolen siitä, että akut eivät yllilataudu tai kuumene liikaa latauksen aikana. Sisäisten latureiden takia apukäynnistimessä on yksi kiinteä johdin, suojamaadoitettu vaihtovirtasähköjohdin, mikä saattaa aiheuttaa kompastumisvaaran. Vieraiden esineiden pääsy kärryn sisälle vaihtovirtasähköpistorasiaan ja niistä johtuva oikosulun mahdollisuus on hyvin pieni.

Jännitteellisiä osia, jotka ovat käsin kosketeltavissa ilman ruuvien poistamista, on apukäynnistimessä kokoaikaisesti yksi, tupakansytytin. Tupakansytytin on suojattu oikosulutilanteilta 20 A:n pistosulakkeella. Tupakansytyttimestä on mahdollista saada sähköisku, mikäli sytyttävän tulpan poistaa ja pistokkeeseen työntää sormensa. Tästä mahdollisesti aiheutuvat vammat ovat hyvin lieviä ja riski niiden syntymiselle on pieni.

Oikosulun riskin vähentämiseksi on kärryn runko erotettu tasajännitepiiristä ja maadoitettu ainoastaan vaihtovirtapistokkeen suojamaahan. Oikosulku voi syntyä ainoastaan, mikäli kummatkin virtajohtimet ovat ohjeistuksen vastaisesti kytkettynä apukäynnistimen liittimissä, hauenleuat ovat kiinni kärryn metalliosissa ja katkaisijat on kytketty päälle-asentoon. Virtakaapeleiden liittimet on toteutettu hitsausliittimin, joissa on epäsuoralta kosketukselta suojaavat muovikaulukset.



Apukäynnistimen suunniteltu iskusetokyky arvioitiin seuraavasti:

- Apukäynnistimen kuori suojaa akkuja kuljetuksen aikaisilta iskuilta hyvin.
- Apukäynnistimen kuori suojaa käyttäjää mikäli apukäynnistimessä olevat akut sattuisivat ennakoimattoman vahingon takia räjähtämään.
- Latureiden pleksikansi suojaa latureita iskuilta.
- Akkujen kiskokiinnitys estää niiden liikkumisen kotelon sisällä.
- Apukäynnistimen edessä ja oikeassa sivussa ei ole ulostyöntyviä, rikkoutuvia osia.
- Takapuolella on kumipyörät ja kahvojen putkirunko suojaamassa liittimiä ja niihin mahdollisesti kytkettyjä johtoja.

Apukäynnistimen kapeasta rakenteesta johtuen kaatumisriski on suurimmillaan kärryn kulkusuuntaan nähden suoraan eteenpäin, kuitenkin niin, että tästä aiheutuvien henkilövahinkojen riski on erittäin pieni. Apukäynnistimen yläreunan muotoilun viiste toimii kehoitteena olla nousematta sen päälle, mikä ehkäisee käyttäjän kaatumistapaturmia.

## 7 Dieselkärryn valmistus

Tässä osiossa käsitellään dieselkärryn toteutunut valmistusprosessi kokoonpanossa tapahtuneessa järjestyksessä. Valmistuskuvauksen jälkeen esitellään osien hankintaluettelo ja käsitellään projektin kustannukset. Kuva 10 näkyy valmis dieselkärry tarvittavine letkuineen sekä erään esimerkin letkujen säilöntätavasta.



Kuva 10. Valmis dieselkärry ja sen käyttöön tarvittavat letkut.

Valmistus aloitettiin peltiosien leikkauksella suorakaidemittoihin levyleikkurilla, jonka jälkeen taittopäästöt leikattiin sähkötoimisella kulmahiomakoneella käyttäen 0,8 mm:n paksuista leikkuulaikkaa. Kotelopelti taitettiin käsisäätöisellä taittokoneella niin, että ensin taitettiin 25 mm:n kylkilaipiot, minkä jälkeen asetettiin taittokoneen leuat 350 mm:iin ja taitettiin kotelo muotoonsa.

Nokkakärrystä hitsattiin taittuva nokkalaippa kiinteäksi ja pystyputkiin nähden 90°:n kulmaan. Taitetun kotelon hitsaaminen runkoon aloitettiin puristamalla hitsauspuristimin nokkakärryn alareuna ja kotelon pohja yhteen ja hitsaamalla ala- ja yläpuolelta noin 1 cm:n pistepalkoilla. Tämän jälkeen kiinnitettiin puristimien avulla neliöputket oikealle korkeudelle niin, että neliöputket asettuivat taitetun kotelon ulkolaipioiden sisäpuolelle, mutta kärryn pystyputkien ulkopuolelle. Ensin hitsattiin teräsputket runkoputkiin, minkä jälkeen hitsattiin kotelopelti pisteillä kotelorakenteen sisäpuolelta. Tämän jälkeen sovittiin kärryn oikeaan reunaan 20 mm leveät tukisuikaleet, jotka hitsattiin ristikoksi. Kärryn poikittaiseen yläputkeen tulevat tukilaipiot taitettiin käsin ja hitsattiin kiinni reunastaan. Suodattimien runkojen asennusta varten tehtiin runkojen kiinnitysreikien suuntauksen mukaan oikeaan neliöputkeen neljä  $\varnothing$  11 mm:n läpäreikä sähkökäyttöisellä käsiporakoneella.

Valmiiksi hitsatun rakenteen lujuutta koestettiin tasaisella betonialustalla niin, että painoltaan noin 100 kiloinen henkilö nousi kärryn kannen päälle seisomaan. Rakenteessa ei havaittu silmämääräistä muodonmuutosta kärryn ristikon puolelta ja avonaisella puolella ainoastaan erittäin vähäisiä muodonmuutoksia.

Hitsaussaumot hiottiin kulmahiomakoneella, käyttäen 40 ja 60 grit:n lamellilaikkoja. Kaikki pinnat karhennettiin vielä käsin 150 grit:n hiomapaperilla. Pintakäsittely toteutettiin puhdistamalla kaikki pinnat tinnerillä pyyhkäisten, minkä jälkeen dieselkärry maalattiin kahdella kerroksella sinkkipohjamaalia. Dieselkärryn viimeisteltiin kolmella kerroksella punaista akryylimaalia.

Letkut ovat 2 m:n pituisia ja sisähalkaisijoiltaan 13 mm sekä varustettuna molemmista päistään 18 mm:n puristetuilla banjoliittimillä. Kanisterin korkkiin tehtiin läpiviennit imu- ja paluuletkua varten.

Osien hankintaluettelo on eritelty Taulukko 5, missä näkyy käytetyt osat ja niiden kustannukset. Käytettyjen suodattimien, suodatinrunkojen sekä letkujen ja liittimien hinnat on muodostettu vanhojen varastonimikkeiden ulos kirjattavasta arvosta, eivätkä ne vastaa uusien osien listahintaa.

Taulukko 5. Dieselmääräyryyn hankitut osat.

Nimike	Summa (€)
Biltema määräyryyn runko	36,90
Kiinnitystarvikkeet sekä maalaustarvikkeet	36,19
30 l Muovikanisteri	0,00
Suodattimien rungot ja suodattimet	250,00
Letkut ja liittimet	50,00
Protoshop teräsmateriaalit	27,51
<b>Yhteensä sis alv 24 %</b>	<b>400,60</b>
<b>Yhteensä alv 0 %</b>	<b>304,456</b>

Dieselmääräyryprojektin kokonaiskustannukset on esitelty Taulukko 6. Projektissa alitettiin sekä budjetoidut osien määrärahat lähes 200 €:lla sekä työn kustannusarvio 600 €:lla. Dieselmääräyryprojektin budjetin alitus antoi enemmän resursseja käytettäväksi apukäynnistinprojektiin.

Taulukko 6. Dieselmääräyryyn toteutuneet kustannukset.

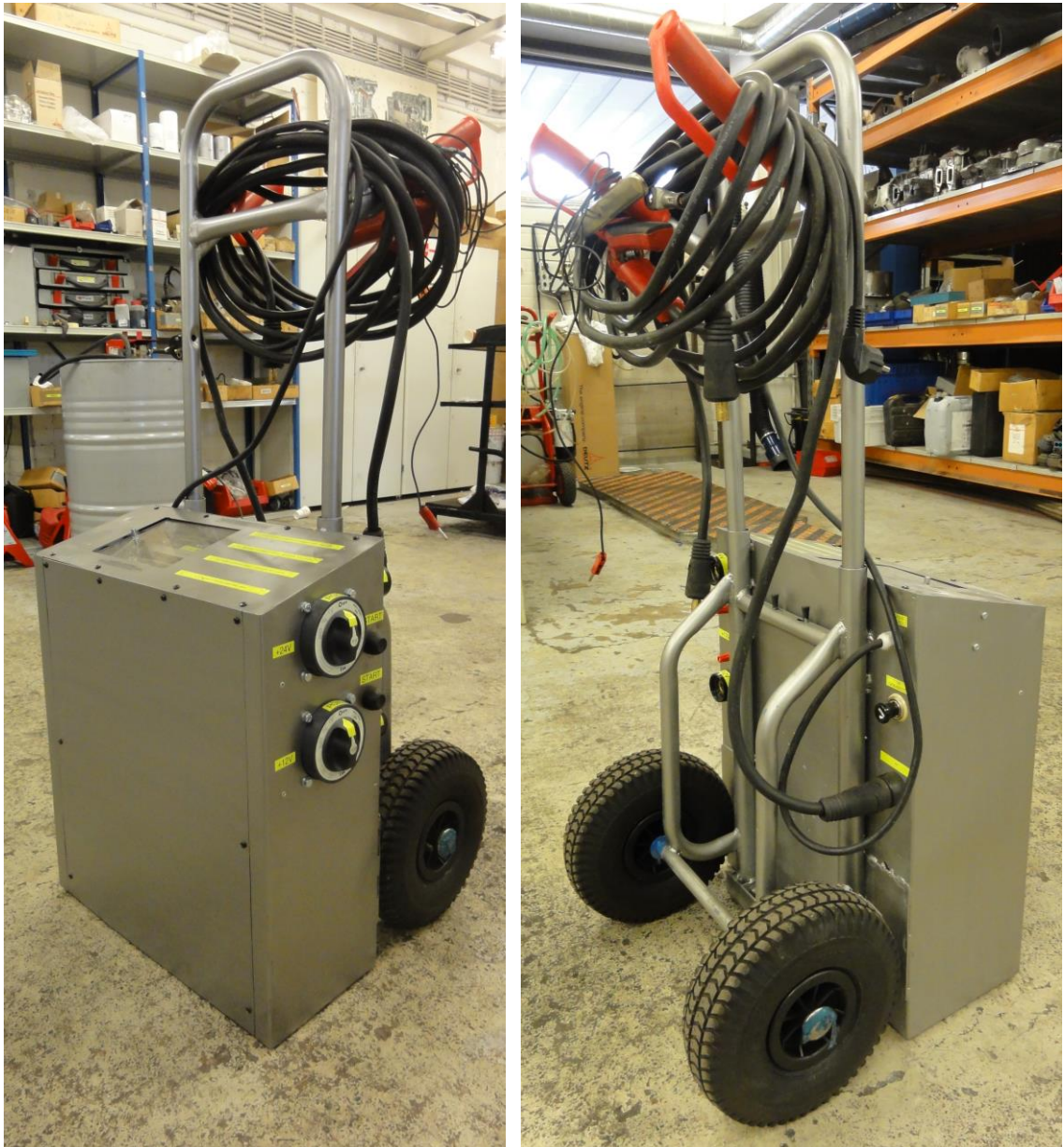
	päiviä	h yht.	kustannus (€)
Osat ja tarvikkeet			304,46
Suunnittelu	2	16	300
Toteutus	4	32	600
<b>Yhteensä</b>			<b>1204,46</b>

Projektin takaisinmaksuaika arvioitiin olevan mekaanikon ajankäytön säästö laitetta käytettäessä. Oletetaan, että laitetta käytetään keskimäärin kerran viikossa ja oletetaan ajansäästön olevan 30 minuuttia jokaisella käyttökerralla. Tällöin dieselmääräyry takaisinmaksuaika ajansäästön kannalta laskettuna harjoittelijan kustannuksin on 1,5 vuotta.



## 8 Apukäynnistimen valmistus

Tässä osiossa käsitellään apukäynnistimen toteutunut valmistusprosessi kokoonpanossa tapahtuneessa järjestyksessä. Valmistuskuvauksen jälkeen esitellään osien hankintaluettelo ja käsitellään projektin kustannukset. Kuva 11 näkyy valmis apukäynnistin tarvittavine johtoineen.



Kuva 11. Valmis apukäynnistin ja sen käyttöön tarvittavat johdot. Kuvassa näkyy johtojen säilytysesimerkki.

Apukäynnistimen valmistus alkoi leikkauttamalla peltilevyt leikkaussuunnitelman mukaisiksi suorakaiteen muotoisiksi paloiksi, minkä jälkeen niitä leikattiin lisää kulmahiomakoneen avulla. Kuoripelti taitettiin käsikäyttöisellä taittokoneella pystysuuntaan nähden U-muotoon. Pohjalevystä pyöristettiin kulmat, jonka jälkeen se sovitettiin koteloon sisään pohjalle ja hitsattiin pistehitsein paikoilleen. Tämän jälkeen sovitettiin ja hitsattiin paikoilleen viistetyn L:n muotoiset 50 mm:n levyiset peltiliuskat, jotka toimivat etulevyn asennussyvennyksenä sekä yläreunan kannen asennusalustana. Tämän jälkeen hitsattiin välihyllään 10 x 10 mm:n neliöputkesta H-muotoinen tukiristikko. Välihyllä asennettiin koteloon hitsaamalla se sisältäpäin paikalleen.

Hyllyn kestävyuden varmistamiseksi asetettiin apukäynnistimen kuorikotelo tasaiselle betonialustalle, jonka jälkeen noin 100 kg painava henkilö nousi hyllyn päälle seisomaan. Koestuksen aikana ei havaittu muodonmuutoksia. Valmis välihyllä näkyy Kuva 12 kohdassa 1.

Akkujen välihyllään asentamisen jälkeen valmistettiin ohutlevystä leikkaamalla ja taittamalla akkujen jalkojen muotolukitteiset liukukiskopalat, jotka asennettiin hitsaamalla. Valmiit liukukiskot näkyvät Kuva 12 kohdassa 2 ja 3. Liukukiskojen asentamisen jälkeen hitsaussaumamat hiottiin ja akut koesovitettiin kiskojen mitoituksen sopivuuden varmistamiseksi. Ensimmäisen koesovituksen yhteydessä havaittiin, että ylemmän akkuhyllään vasemman kiskon keskimäinen hitsauspiste esti akun liukumisen paikalleen. Hitsaussaumamat jouduttiin edelleen madaltamaan käsiviilan avulla, jonka jälkeen akut sopivat kiskoihin hyvin ja ne liikkuivat sujuvasti paikoilleen. Tämän jälkeen asennettiin hitsaamalla apukäynnistimen koteloon yläreunaan kaksi neliöputkea koteloon etu- ja takaosaan vahvistamaan yläreunan rakennetta. Neliöputket tukevoittavat myös laitekotelon kannen asennusta.

Nokkakärryn kääntyvästä nostolevystä leikattiin akkukotelon ulkopuolelle jäänyt osuus. Kääntyvä nostolevy hitsattiin pystyputkiin nähden 90°:n kulmaan kiinteäksi osaksi rakennetta. Nokkakärryn osat valmistettiin hitsaamista varten hiomalla maalipinta lamellilaikalla hitsauskohtien ympäristöstä. Akkukotelo hitsattiin nokkakärryn runkoon useista kohdista noin 1 - 2 cm:n hitsipalkoilla.

Laitekotelon kansi, joka toimii samalla latureiden asennusalustana, valmistettiin leikkaamalla 0,8 mm:n paksuisella leikkuulaikalla kansilevyyn ikkuna. Tämän jälkeen valmistettiin leikkaamalla ja taittamalla akkulatureiden asennusalusta, joka hitsattiin kiinni

kanteen. Asennusalustan kylkiin porattiin pystysuoriin seinämiin  $\varnothing$  4 mm:n poralla 8 kpl reikiä noin 7 mm:n etäisyydelle kannesta pleksin liukutappeja varten. Lisäksi asennusalustan pohjaan porattiin 8 kpl halkaisijaltaan 6 mm:n reikää latureiden asennusta ja niiden kaapeleiden sidontalenkkejä varten. Kuva 12 kohdassa 5 näkyy laitekotelon kantta alhaaltapäin.

Liukutapit oli tarkoitus asentaa ruuvein, jotta ne olisivat olleet poistettavissa tarvittaessa. Laittekotelon yläreunan takimmaisen neliöputkien asennuksessa tapahtui kuitenkin pieni mitoitusvirhe, minkä takia takareunan liukutappien ruuveille jäi 2 mm liian vähän tilaa. Virhe korjattiin korvaamalla takaosan liukutappien ruuvit vetoniiteillä.

Kannen ikkuna sahattiin 4 mm:n paksuisesta pleksistä ja asennettiin paikoilleen liu'uttamalla kannen ja liukutappien väliin. Pleksi-ikkunaan porattiin  $\varnothing$  5 mm:n reikä vedinnuppia varten. Vedin asennettiin pleksin ollessa paikoillaan, mikä estää pleksi-ikkunan irtoamisen. Pleksi on suunniteltu suojaamaan latureita kohtuullisten kokoisten työkalujen tai vieraiden esineiden iskuilta, mutta kyseistä ominaisuutta ei erikseen koetettu.

Akkukotelon vasempaan kylkeen tehtiin päävirtakatkaisimia varten paineilmakäyttöisellä pistosahalla 2 kpl  $\varnothing$  94 mm:n reikiä ja päävirtakatkaisimien kiinnitysruuveja varten porattiin 8 kpl  $\varnothing$  11 mm:n reikiä. Lisäksi porattiin porraskoralla 2 kpl  $\varnothing$  22 mm:n reikiä käynnistinkytkimiä varten sekä 2 kpl  $\varnothing$  4 mm:n reikiä käynnistinjohtimien pistosulakkeiden pitimien asennusta varten. Akkukotelon oikeaan kylkeen porattiin 2 kpl  $\varnothing$  6 mm:n reikiä verkkovirtapistokkeen asennusta varten sekä yksi  $\varnothing$  4 mm:n reikä tupakansytyttimen pistosulakkeen pidintä varten. Akkukotelon takaseinään porattiin porraskoralla 3 kpl  $\varnothing$  31 mm:n reikää virtajohtimien liittimiä varten, joihin pistosahaa sekä viilaa hyödyntäen tehtiin noin  $\varnothing$  8 mm:n kokoiset kohdistushahlot. Porraskoralla tehtiin yksi  $\varnothing$  22 mm:n reikä tupakansytyttimen pistoketta varten ja  $\varnothing$  16 mm:n reikä vaihtovirtajohtimen läpivientiä varten. Kaksi  $\varnothing$  8 mm:n reikää porattiin käynnistysherätteen banaaniterminaaleja varten. Verkkovirtapistoke näkyy asennettuna Kuva 12 kohdassa 6.

Apukäynnistimen rungon ja sen asennusreikien valmistamisen jälkeen koesovitettiin kytkimet ja muut sähköiset osat, minkä jälkeen valmistettiin sisäinen johdotus. Apukäynnistimen sisäinen johdotus toteutettiin käyttäen 50 mm<sup>2</sup>:n kaapeleita suurilla virroilla varten sekä 4 mm<sup>2</sup>:n kaapeleita pieniä virtoja varten. Kunkin akun positiivisen navan

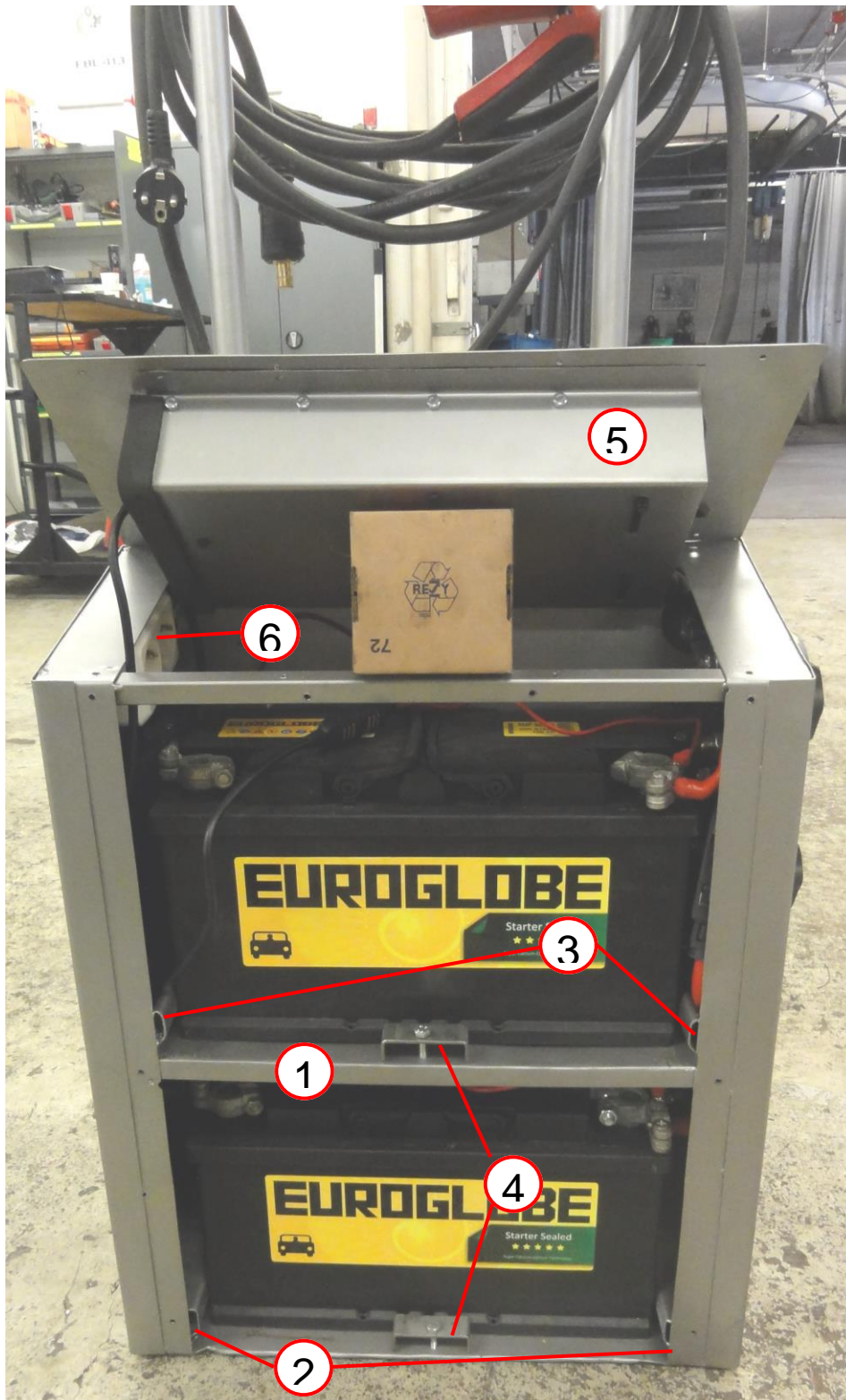
läheisyyteen kytkettiin virtajohtoon ruuvattavat lattasulakkeet koteloineen. Herätevirtojen pistosulakkeiden pitimet kiinnitettiin apukäynnistimen seinämien reikiin vetoniitein.

Laturit asennettiin asennusalustaan käyttäen hyväksi latureiden mukana tulleita kumipitimiä, sillä näin saatiin vähennettyä latureihin kohdistuvaa värinää kuljetuksien aikana. Akkulatureiden kytkennässä hyödynnettiin latureiden mukana tulleita kiinteän asennuksen kaapeleita. Päävirtakytkimien liitokset on toteutettu  $\varnothing$  16 mm:n rengasliittimin, joihin johtimet on puristettu. Tupakansytytin on kytketty suoraan alempaan 12 V:n akkuun.

Valmiin apukäynnistimen kannet ja koesovituksessa käytetyt komponentit irrotettiin. Kaikki hitsisaumat hiottiin 40 grit:n ja 60 grit:n lamellilaikoilla ja pinnat karhennettiin 150 grit:n käsihiomapaperilla. Osat puhdistettiin tinnerillä maalausta varten. Kaikki osat maalattiin kahdella kerroksella sinkkipohjamaalia. Pohjamaalauksen jälkeen osat maalattiin kolmella kerroksella iskuja kestäväällä hopeanvärisellä pintamaalilla.

Välihyllyn johtoläpivientiaukkoihin sekä laturihyllyn reunoille liimattiin 30 mm leveää 3 mm:n paksuista tiivistenauhaa peittämään terävät leikatut reunat, jotta välttyttäisiin johtojen eristeiden vaurioitumiselta.



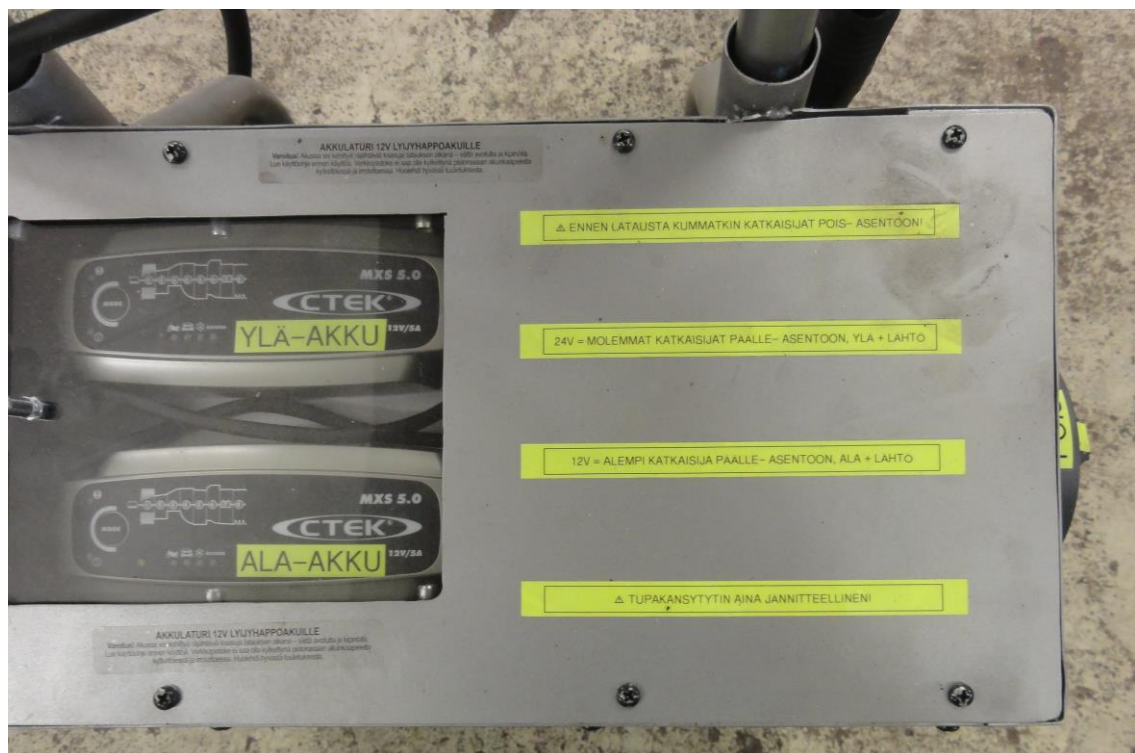


Kuva 12. Apukäynnistin yläkansi auki ja etulevy poistettuna. Kuvassa näkyvä pahvilaatikko on ainoastaan esitystarkoituksessa pitämässä kantta ylhäällä. 1 Välihyly, 2 Ala-akkukiskot, 3 Yläakkukiskot, 4 Akkujen lukituspalat, 5 Laitetekelön kansi, 6 verkkovirtapistoke.

Kaikki liittimet, katkaisijat sekä tärkeimmät toimintaohjeet merkittiin kärryyn itseliimautuvalla DYMO -merkintäteipillä. Kuva 13 näkyy kannen päällä tärkeimmät toimintaohjeet, jotka ovat

- ⚠ ennen latausta kummatkin katkaisijat pois -asentoon
- 24V = molemmat katkaisijat päälle -asentoon ylä + lähtö
- 12V = alempi katkaisija päälle -asentoon ala + lähtö
- ⚠ tupakansytytin aina jännitteellinen.

Lisäksi Kuva 13 näkyy latureihin tehdyt merkinnät, jotka ilmaisevat kummasta akusta on kyse.



Kuva 13. Kaikki liittimet merkittiin hämärässä hyvin näkyvällä vihertävällä DYMO -merkintäteipeillä, jolla kirjoitettiin myös tärkeimmät toimintaohjeet apukäynnistimen kanteen.

Osien hankintaluettelo on esitelty Taulukko 7, jossa näkyy käytetyt osat sekä niiden kustannukset. Joidenkin osien nimikkeet on poimittu suoraan kauppa-uiteista. Hitsausliittimet sekä suojaamaton hauenleuka saatiin projektiin kustannusvapaasti yhtiön hitsausosastolta, sillä kyseessä oli poistuvat tuotenimikkeet.

Taulukko 7. Apukäynnistimen osien hankintaluettelo.

Nimike	kpl	Summa (€)
Biltema (nokkakärryn runko, maalit ja tarvikkeita)		64,86
Protoshop (teräs- ja pleksiosat)		55,37
Pientarvikkeita		11,80
PÄÄSULAKE RUSKEA	2	11,70
SULAKERASIA 1:LLE PÄÄSULAKKEELLE	2	17,85
# Akkulaturi 5A@12V (+0,25)	2	140,00
PÄÄVIRTAKATKAISIN HD 600A/2750A	2	138,60
PAINONAPPI VESITIIVIS KING-BLISTER	2	15,27
SULAKERASIA 1:LLE LATTASULAKKEELLE	3	7,25
SAVUKKEENSYYTYTIN M+ 12V	1	3,52
APUKÄYNN.JOH.PUR.SUOJ.PUNAINEN 35-50MM2	1	21,85
AKKUKAAPELI PUNAINEN DRAKA 50M KELA	2	26,14
AKKUKAAPELI MUSTA DRAKA 50M KELA	2	26,14
Akku Euroglobe 12V 100Ah	2	150,00
Hitsausliitin, naaras	3	0,00
Hitsausliitin, uros	2	0,00
Hauenleuka, suojaamaton	1	0,00
Pistorasia, pinta, schuko 2	1	4,50
Pistotulppa, kumia, maad	1	2,50
Banaaniliitin, johtouros ja runkonaaras	2	9,90
Yhteensä sis alv 24 %		707,25
Yhteensä alv 0 %		537,51

Apukäynnistinprojektin kokonaiskustannukset on esitelty Taulukko 8. Osien ja tarvikkeiden kustannukset ylittyivät budjetoidusta vain 37,51 €:lla, mutta muuten pysyttiin hyvin arvioidussa budjetissa. Näin pientä osakustannusten ylitystä ei tarvinnut erikseen perustella, sillä dieselkärryprojektista oli osakustannukset alitettu arvioidusta 200 €:lla. Suunnittelussa tuhlaantui yksi työpäivä kun selvitettiin yhden pääkäyttökytkimen käytömahdollisuutta. Valmistuskustannuksien vähentämistä käsitellään tarkemmin luvussa 10.2 Apukäynnistimen jatkokehitys.

Taulukko 8. Apukäynnistimen toteutuneet kustannukset

	päiviä	h yht.	kustannus (€)
Osat ja tarvikkeet			537,51
Suunnittelu	4	32	600
Toteutus	5	40	750
Yhteensä			1887,51

## 9 Käytännön koestus

Heti dieselläkärryn valmistuttua sitä käytettiin varastomootorin käyttöönottotarkastukseen. Käyttöönottotarkastuksessa moottoria koekäytetään ilman kuormaa tyhjäkäynnillä, kohotetuilla kierroksilla sekä täysillä kierroksilla. Moottorit toimitetaan tukevilla puupaaleilla kiinnitettynä, jolloin niitä pystyy koekäyttämään sellaisenaan. Vaikka tällä menetelmällä ei saada selvitettyä moottorin kuormituksen alaisia ominaisuuksia, saadaan kuitenkin moottorin oikeanlainen toiminnallisuus todennettua riittävän suurella varmuudella.

Dieselläkärystä käytettäessä polttoainelinjan kytkentään ja järjestelmän ilmaukseen käytetty aika lyheni arviolta noin 30 minuuttia aikaisempaan menetelmään verrattuna. Täsmällisiä vertailulukuja polttoainelinjan kytkentään käytetystä ajasta on mahdotonta saada aikaiseksi kahdesta syystä. Ensinnäkin mikäli asentaja tiedosti ajanoton, tuli tulokseksi aina normaaleja nopeampia aikoja, ja toiseksi mikäli hän ei tiedostanut, hän saattoi tehdä jotakin muuta tehtävää samanaikaisesti tuottaen tahattomasti normaalia hitaamman tuloksen.

Toisessa tapauksessa koekäytettiin peräkärryn asennettua Deutz-moottorikäyttöistä paineilmakompressoria. Kompressorisyksikkö tuotiin huoltokorjaamolle Herttoniemeen vikadiagnostoitavaksi. Asiakkaan alustavana epäilynä oli ollut polttoainelaitevika. Dieselläkärryn avulla pystyttiin nopeasti ohittamaan laitteen oma polttoainelähde sekä suodattimet, jolloin laite toimi moitteetta ja näin ollen pystyttiin todentamaan vian olleen saastuneessa polttoaineessa. Dieselläkärystä käytettäessä diagnosointiin käytetty aika lyheni ja oikeat korjaavat toimenpiteet pystyttiin aloittamaan nopeammin.

Apukäynnistimen valmistuttua sitä kokeiltiin yhdessä dieselläkärryn kanssa jälleen toisen varastomootorin käyttöönottotarkastuksessa. Apukäynnistimen käyttö lyhensi koekäyttöjärjestelyyn käytettyä aikaa noin 15 - 30 min entisestään. Ajankäytön säästön arvio riippui tarvittavasta jännitteestä, sillä aikaisemmin kului 24 V:n järjestelmien apuvirran kytkentään enemmän aikaa kuin 12 V:n järjestelmiin.

## 10 Jatkokehitys

Näitä prototyyppejä valmistettaessa ei otettu huomioon ratkaisujen soveltumista sarjatuotantoon. Laitteet vastaavat erittäin yksilöllisiä tarpeita, joten niiden kaupalliset mahdollisuudet olisivat erittäin kapeat. Kärkyjen markkinarako olisi raskaan kaluston kenttäkorjausta harjoittavissa yrityksissä, joita on Suomessa arviolta satakunta. Ulkomainen myyntipotentiali olisi myös hankalasti realisoitavissa, sillä kyseisten alojen toimijat ovat levittäytyneet maantieteellisesti erittäin laajalle alueelle vaikeuttaen markkinointimahdollisuuksia. Ennen sarjatuotantoa tulisi tehdä tarkemmat taloudelliset selvitykset laitteiden arvioituista sarjavalmistuskustannuksista sekä realistisesta markkinapotentiaalista.

### 10.1 Dieselkärryn jatkokehitys

Koestettaessa Deutzin pienempiä moottorisarjoja kävi ilmi, että dieselkärryä tulisi pysyttyä kytkemään nopeasti myös sisähalkaisijaltaan 8 mm:n letkuihin suoraan esisuodattimelta. Jotta esisuodattimen rungosta lähtevää banjoliitosta ei tarvitsisi turhaan avata ja vaihtaa koko letkua, valmistettiin juottamalla Kuva 14 näkyvä omatekoinen sovitin.



Kuva 14. Pienten Deutz -moottoreiden koestusta varten rakennettu, käyttöä nopeuttava Banjo-letkusovitin.

Dieselkärryn valmistumisen jälkeen on ilmennyt tarve lisäkahvojen asentamiselle helpottamaan nostamista. Lisäksi on ehdotettu letkuliittimien sekä letkuvaihtoehtojen valikoiman kasvattamista.

Projektista jäi toistaiseksi toteuttamatta sähkötoimisen siirtopumpun integroiminen kärryn varustukseen, mutta hanke on harkinnassa ja odottamassa sopivaa ajankohtaa.

Deutz-dieselmoottoriosaston korjaamoyhteistyökumppanit ovat ilmaisseet kiinnostusta dieselkärryyn. Toistaiseksi piensarjatuotantoa varten ei ole ollut resursseja, mutta harkinnassa on kahden kappaleen valmistus yhteistyökumppaneille arvioitaviksi.

## 10.2 Apukäynnistimen jatkokehitys

Apukäynnistimen rakentamiseen kului enemmän aikaa kuin olisi ollut tarpeen. Rakenteeltaan apukäynnistin ei nykyisessä muodossa sovellu piensarjatuotantoon sen kokoonpanoon vaadittavan työmäärän takia. Apukäynnistin kuitenkin osoitti rakenneideiden hyvän toimivuuden käytännön työtilanteissa. Piensarjatuotantoa varten tulisi apukäynnistimen rakenteita sekä käytettäviä resursseja muuttaa seuraavanlaisesti:

- Peltiosien leikkaamista varten tulisi ottaa käyttöön parempia menetelmiä kuin kulmahiomakoneella leikkaaminen.
- Hitsausmenetelmiksi tulisi lisätä MAG-hitsauksen lisäksi puristepistehitsaus.

Parempana leikkausmenetelmänä voisi hyödyntää koneellista laserleikkausta tai vesileikkausta, joilla pystyttäisiin leikkaamaan valmiiksi muodot sekä asennusaukot ennen taittamista ja hitsaamista.

Pistehitsausta hyödyntämällä voitaisiin rakenteita muuttaa niin, että kaikki osat valmistettaisiin ohutlevystä. Tarvittavien komponenttien lukumäärää voidaan tuskin vähentää. Käytettäessä esileikattuja peltiosia, monipuolisia taittokoneita sekä puristus-pistehitsaamista saataisiin varmasti vähennettyä yhden kappaleen valmistusaikaa neljänneksen nyt toteutuneesta.

Sulakkeiden sijoittelussa painotettiin niiden mekaanista ja sähköistä suojausta helppokäyttöisyyden kustannuksella. Uudelleen suunnitteleamalla sulakkeet voisi asemoida helpommin vaihdettaviksi riittävän sähköisen suojauksen siitä kärsimättä.

## 11 Yhteenveto

Tämän työn perimmäinen tarkoitus oli kehittää korjaustoimenpiteitä niin korjaamalla kuin kenttäolosuhteissakin. Työn aikana suunniteltiin ja valmistettiin kaksi korjaamolaitetta, dieselkärry ja apukäynnistin, korjaamon yksilöityihin tarpeisiin. Projektin alussa määritellyt tavoitteet saatiin toteutettua ja myös budjetissa pysyttiin. Molemmat korjaamolaitteet koestettiin valmistuksen jälkeen, ja ne on otettu vakituiseen käyttöön korjaamalla. Dieselkärry ja apukäynnistin ovat nopeuttaneet ja helpottaneet korjaamon toimia toivotusti.

Yksittäiskappaleina tämänkaltaisten tuotteiden kehittäminen ja rakentaminen on erittäin kallista, jos tarkastellaan ainoastaan saatua lopputuotetta. Jos taas tarkastellaan sijoituksesta saatua uutta osaamista yksittäisprojektien käynnistämisestä, alustamisesta, toteuttamisesta sekä loppuun saattamisesta, on yhtälön viivan alla aivan eri lopputulos.

Tämän työn pohjalta voin kertoa projektityöstä yleisesti sen, että käytettävät valmistusmenetelmät ja resurssit ovat aina rajoittamassa, mutta harvemmin estämässä aikaansaavaa kehitystyötä. Fyysisiä esineitä suunnittelevien opiskelijoiden tulisi aina tutustuttaa itsensä kunkin valmistustekniikan tarjoamiin mahdollisuuksiin sekä rajoitteisiin ja yrittää loistaa niiden puitteissa.

Projektin yhteydessä tarkentui Deutz-dieselmoottoriosaston kyky valmistaa omia yksittäistuotteita, jotka voisi tulevaisuudessa olla mahdollista tuotteistaa sekä markkinoida myös asiakkaille.

## Lähdeluettelo

- 1 150 Years of Deutz. 2014. Verkkodokumentti. Deutz AG. <<http://www.150jahredeutz.com/en/>>. Luettu 1.10.2014.
- 2 Stjerschantz, Göran. 1984. Grönblom - Handel med tekniska produkter i hundra år. Espoo: Oy Grönblom Ab.
- 3 Werner, Asselblom. 2007. Technical Circular 0138-20-0030/2 EN. Köln : Deutz AG.
- 4 Dieseltrrolley 100l. 2014. Verkkodokumentti. Cemo GmbH. <<http://www.cemo-group.com/filling-stations-tank-systems/diesel/mobile/diesel-trolley.html>>. Luettu 1.10.2014.
- 5 Diesel-Master Kaddi 100l. 2014. Verkkodokumentti. Western Global. <<http://www.western-global.uk.com/DIESEL-MASTER-Kaddi-100L-Plastic-Polyethylene-Redamp;Grey/product/6169/DM22K2DMC2DNAUGHT/>>. Luettu 1.10.2014.
- 6 Mobile kraftstoffsanlagen. 2014. Verkkodokumentti. Rösner Kfz-Werkzeuge. <<http://www.werkzeugeonline.eu/mobile-diesel-tankanlagen-cemo-tanktrrolley-dieseltrrolley-adr-zulassung-mobile-kraftstofftankanlagen.html>>. Luettu 1.10.2014.
- 7 Portable diesel tanks. 2014. Verkkodokumentti. Fuel Tank Shop Limited. <[http://www.fuel-tank-shop.co.uk/portable\\_diesel\\_tanks](http://www.fuel-tank-shop.co.uk/portable_diesel_tanks)>. Luettu 1.10.2014.
- 8 Product information page: START PLUS 6800 12-24V. 2013. Verkkodokumentti. TELWIN S.P.A. <<http://www.telwin.com/webtelwin/site.nsf/webindex?openform&E>>. Luettu 1.10.2014.
- 9 Tuotetietosivu. 2014. Verkkodokumentti. Isojoen Konehalli Oy. <<http://www.ikh.fi/productPDF.asp?sua=1&lang=1&id=40997>>. Luettu 1.10.2014.
- 10 Nokkakärry, taitettava. 2014. Verkkodokumentti. Biltema Suomi Oy. <<http://www.biltema.fi/fi/Autoilu---MP/Tyokalut-ja-korjaamon-varustus/Nostotyokalut/Nokkakarry-taitettava-15384/>>. Luettu 1.10.2014.
- 11 Protoshop materiaalityymälä. 2013. Verkkodokumentti. Protoshop Oy. <<http://protoshop.fi/index.php?page=tyymala>>. Luettu 1.10.2014.
- 12 Muovikanisterit 30l. 2012. Verkkodokumentti. Europak Oy. <<http://www.europak.fi/index.php?p=305-2>>. Luettu 1.10.2014.



- 13 Jöllenbeck & Schlüter. 2010. Technical Product Information TPI 0128–20–0479. Köln : Deutz AG..
- 14 Rendenbach & Sonntag. 2003. Technical Circular 0199-20-1136 en. Köln : Deutz AG.
- 15 Euroglobe Käynnistysakut. 2014. Verkkodokumentti. Startax Oy. <<http://www.euroglobe.fi/akkuluettelo/kaynnistysakut/>>. Luettu 1.10.2014.
- 16 Manual battery switches HD-series. 2006-2014. Verkkodokumentti. Blue Sea Systems. <[https://www.blueseasystems.com/products/category/Manual\\_Battery\\_Switches/HD-Series](https://www.blueseasystems.com/products/category/Manual_Battery_Switches/HD-Series)>. Luettu 1.10.2014.
- 17 MTA Fuses. 2014. Verkkodokumentti. MTA S.p.A. <<http://www.mta.it/en/fuses>>. Luettu 1.10.2014.

## Blue Sea Systems HD 3000 -katkaisijan tekniset tiedot

### BLUE SEA SYSTEMS Marine Electrical Products

#### HD-Series Heavy Duty ON/OFF Battery Switch

PN 3000

#### Features

- Disconnects single battery bank in emergencies, or when vessel is not in use
- Up to 600 Amperes continuous rating for large diesel engines, high power output, and low heat generation

#### Tin-plated copper studs:

- M12-1.75 (1/2") provide maximum conductivity and corrosion resistance
- One-piece to reduce risk of overheating
- 7/8" (22.22mm) length to accept multiple cable terminals
- Two studs for load connections permit up to eight load cables to be connected

#### Case design:

- Allows surface mounting or rear panel mounting
- Accepts 4/0 AWG (120 mm<sup>2</sup>) battery cables

#### Specifications

Cranking Rating: 10 sec.	2,750 Amperes DC
Cranking Rating: 1 min.	1,325 Amperes DC
Intermittent Rating: 5 min. (UL 1107)	900 Amperes DC
Continuous Rating:	600 Amperes DC
Terminal Stud, Tin-Plated Copper	M12-1.75 (1/2")
Torque	220 in-lb (24.86 N-m)
Cable Size to Meet Ratings*	4/0 AWG (120 mm <sup>2</sup> )
Maximum Voltage Rating	32 Volts DC
Ignition Protected	
CE marked	

#### Agency Specifications

- Meets all American Boat and Yacht Council (ABYC) requirements for battery switches
- UL Listed - UL 1107 for electric power switches
- Meets UL 1500 and SAE J1171 external ignition protection requirements

#### Guarantee

Any Blue Sea Systems product with which a customer is not satisfied may be returned for a refund or replacement at any time.

For information about Blue Sea Systems Engine Starting Standard, go to [www.bluesease.com](http://www.bluesease.com).

\* Reducing cable sizes will reduce current ratings

Blue Sea Systems Inc.  
425 Sequoia Drive  
Bellingham, WA 98226 USA

Phone (360) 738-8230  
Fax (360) 734-4195  
E-mail [conductor@bluesease.com](mailto:conductor@bluesease.com)  
[www.bluesease.com](http://www.bluesease.com)

## Caution

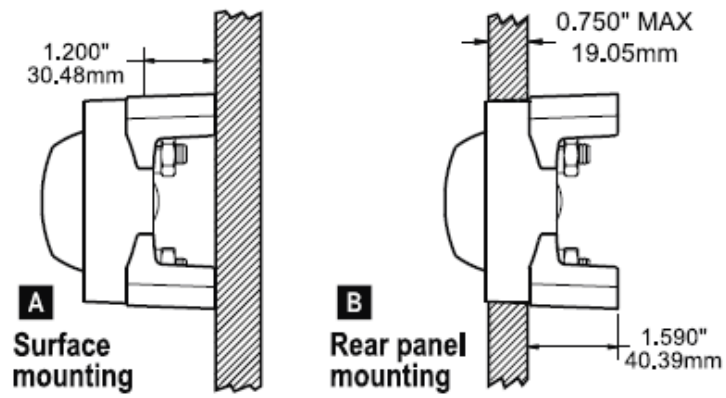
- Disconnect positive battery terminal before installing.
- Débranchez la cosse positive de la batterie avant de l'installer.
- Desconecte el terminal positivo de la batería antes de la instalación.
- Prima di eseguire l'installazione, disconnettere il terminale positivo della batteria.
- Consult marine electrical professional for proper wiring application.
- Consultez un professionnel de l'électricité marine pour installer le câblage correctement.
- Consulte a un electricista marino profesional para la aplicación de alambrado apropiada.
- Per assicurarsi che i cavi siano correttamente collegati, rivolgersi ad un elettricista specializzato in motori marini.

## Installation

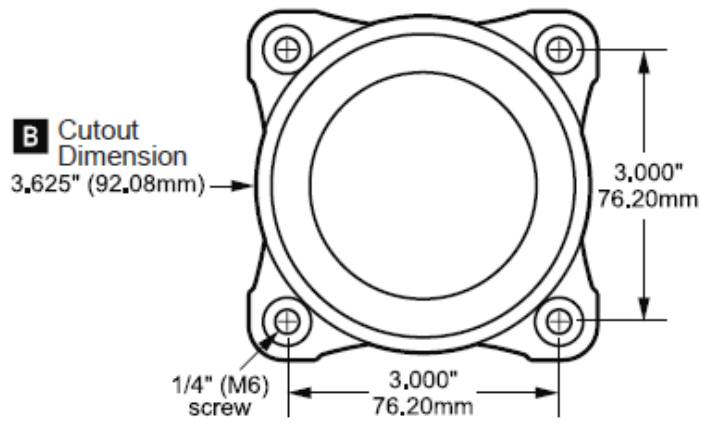
- Mount in an easily accessible location close to the batteries.
- Montez-le dans un endroit facilement accessible près des batteries.
- Monte en una ubicación fácilmente accesible cerca de la batería.
- Montare in un punto facilmente accessibile e vicino alle batterie.
- Attach two 4/0 cables to the battery terminal and a single 4/0 cable to each common terminal to meet rating.
- Relier deux câbles 120mm<sup>2</sup> à la borne de la batterie et un câble 120mm<sup>2</sup> à chaque borne commune pour respecter la valeur assignée.
- Conectar dos cables 120mm<sup>2</sup> al terminal de la batería y un cable sencillo 120mm<sup>2</sup> a cada terminal común para cumplir con el valor nominal.
- Collegare due cavi 120mm<sup>2</sup> al morsetto della batteria e un cavo singolo 120mm<sup>2</sup> a ciascun morsetto comune per garantire la conformità al valore nominale.
- Refer to the latest edition of NFPA 302 and/or ABYC E11 Standard for installation information.
- Battery cable terminals must be attached under nut and lock washer. Torque 220 in-lb (24.86 N-m).
- Les coses des câbles de batterie doivent être fixées sous la rondelle de sûreté et l'écrou – couple de serrage de 24,86 N-m (220 lb-po).
- Los terminales de los cables de batería deberán ser sujetados debajo de la tuerca y la arandela. Apriételes a una torsión de 24,86 N-m (220 lbs-pul).
- I terminali del cavo della batteria vanno attaccati con un dado e una rondella elastica: coppia di 24,86 N-m (220 lbs-in).

## Operation

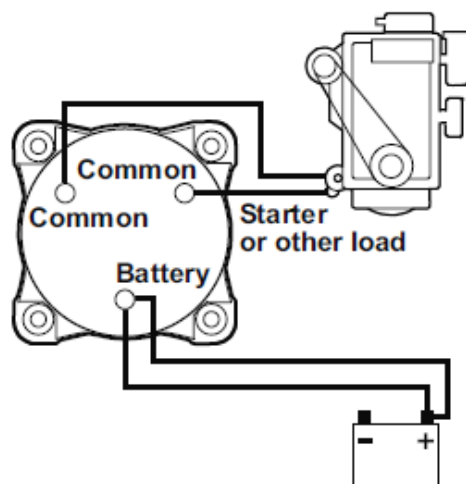
- Turn all appliances off before turning the battery switch to OFF.
- Éteignez tous les appareils électriques avant de mettre l'interrupteur de batterie sur ARRÊT.
- Apague todos los artefactos antes de girar el interruptor de batería a APAGADO (OFF).
- Spegner tutte le apparecchiature prima di muovere l'interruttore della batteria su OFF (spento).
- Do not switch to OFF while engine is running.
- Ne le mettez pas sur ARRÊT alors que le moteur tourne.
- No coloque el interruptor en APAGADO (OFF) mientras que el motor esté funcionando.
- Non muovere l'interruttore su OFF (spento) quando il motore è in moto.



Switch Mounting Options



HD-Series Battery Switch Dimensions



MegaVAL<sup>®</sup> -sulakkeiden tekniset tiedot.

# MEGAVAL<sup>®</sup> BLADE TYPE FUSE

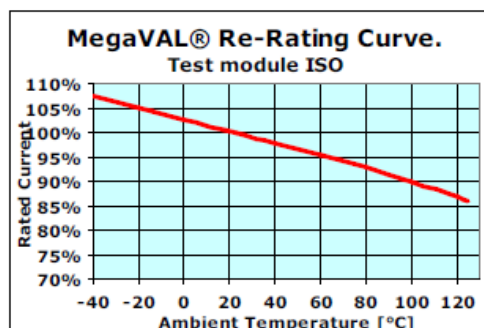
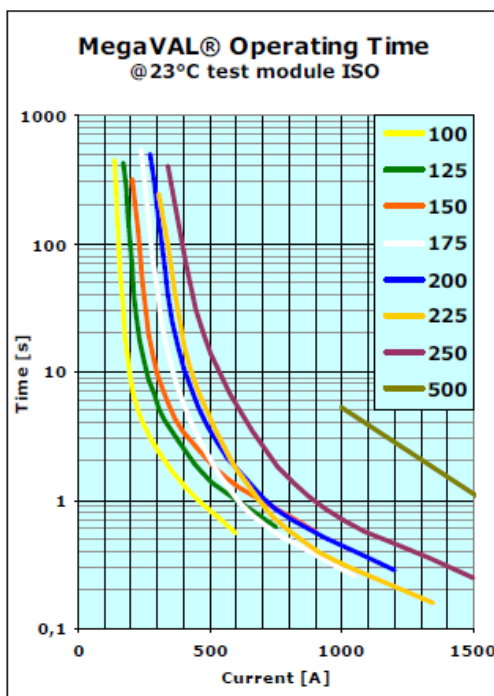
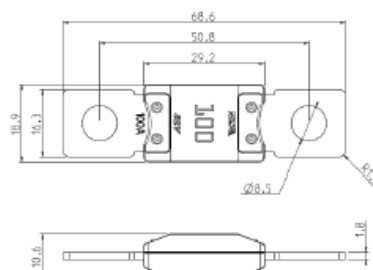
MegaVAL<sup>®</sup> fuses are compliant with ISO 8820-5 Standard, recommended for the protection of heavy cross-section wires with heavy current duty. MegaVAL<sup>®</sup> are made of Zinc alloy (100 ÷ 250 A) and Copper (500 A), to optimize the performance to the nominal current.

Breaking capacity: 2000[A]  
 Voltage rating: 32[Vdc]  
 Ambient Temperature: -40°C to +125°C



MTA/ISO MegaVAL <sup>®</sup> operating time limits		
% In	min [s]	max [s]
1,00	14400 <sup>(a)</sup>	-
1,35	120 <sup>(a)</sup>	1800 <sup>(a)</sup>
2,00	1	15
3,50	0,3 <sup>(b)</sup>	5
6,00	0,1 <sup>(a)</sup>	1 <sup>(a)</sup>

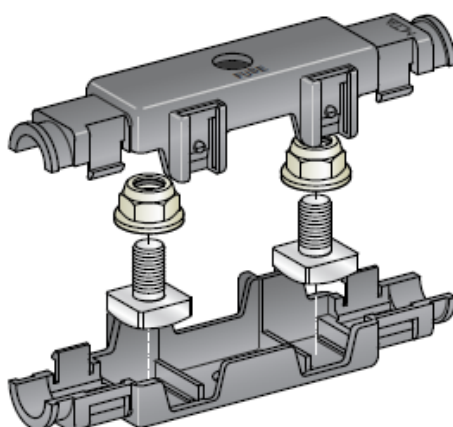
<sup>(a)</sup> Not applicable for 500 A. <sup>(b)</sup> 0,5 for 500 A



CURRENT RATING [A]	VOLTAGE DROP @ current rating [mV]	CABLE SIZE [mm <sup>2</sup> ]	I <sup>2</sup> t
100	86	16	219583
125	85		353125
150	93	25	463167
175	80		303521
200	81	35	416250
225	100		296042
250	80	50	637500
500	80	70	n.d

MegaVAL<sup>®</sup> -sulakekotelon tekniset tiedot.


## MEGAVAL<sup>®</sup> HOLDER




1

IMG	DESCRIPTION	WAY	MATERIAL	COLOUR		P/N	M.O.Q.
1	MEGAVAL HOLDER KIT WITH TERMINALS	1	PA66 GF30	■ Black		0300380 0100380	50 10

**CONNECTIONS AND FIXINGS**



0300395  
0300398



MEGA L34

UniVAL<sup>®</sup> -sulakkeiden tekniset tiedot.

## UNI VAL<sup>®</sup> BLADE TYPE FUSE

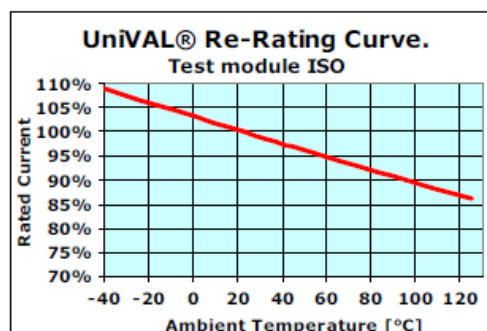
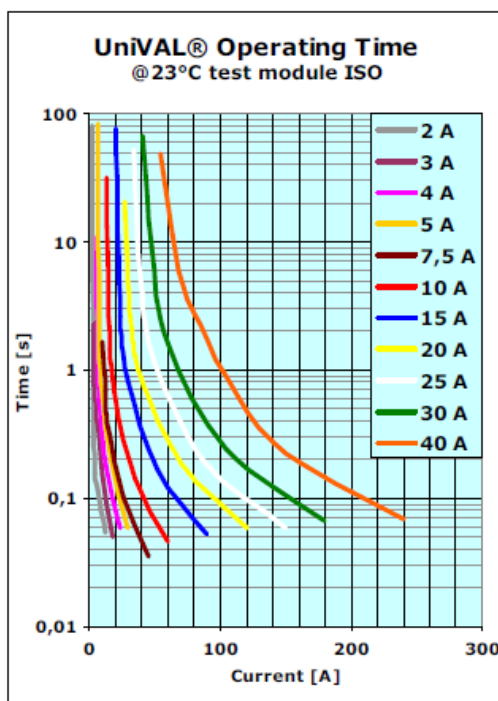
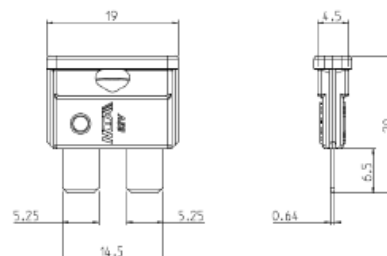
UniVAL<sup>®</sup> fuses are compliant with ISO 8820-3 Standard (Type "C"), the first standard automotive blade fuse.

UniVAL<sup>®</sup> are made of Zinc alloy whose low melting temperature avoids heavy over temperatures

Breaking capacity: 1000[A]  
Voltage rating: 32[Vdc]  
Ambient temperature: -40°C to +125°C



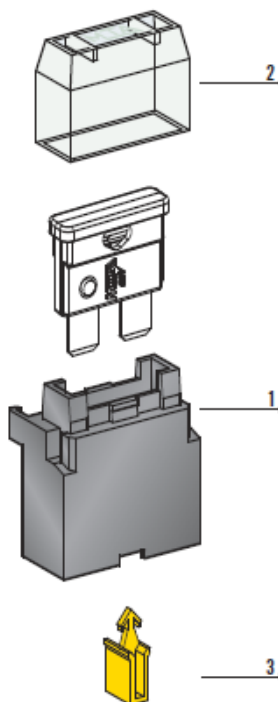
MTA/ISO UniVAL <sup>®</sup> operating time limits		
% I <sub>N</sub>	min [s]	max [s]
110	360000	-
135	0,75	600
160	0,25	50
200	0,15	5
350	0,04	0,5
600	0,02	0,1



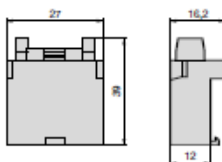
CURRENT RATING [A]	VOLTAGE DROP @ current rating [mV]	CABLE SIZE [mm <sup>2</sup> ]	I <sup>2</sup> t
2	142	0,35	157
3	135		200
4	126		205
5	119	0,5	218
7,5	139	0,75	304
10	112	1,0	320
15	104	1,5	480
20	117	2,5	720
25	104	4,0	1155
30	103		1843
40	101	6,0	2880

UniVAL<sup>®</sup> -sulakekotelon tekniset tiedot.

## UNIVAL<sup>®</sup> HOLDER



IMG	DESCRIPTION	WAY	MATERIAL	COLOUR	P/N BOX	M.O.Q.	P/N BULK	M.O.Q.
1	HOLDER WITH TERMINALS	1	PA66	Black	0100351	250	0300351	1250
	HOLDER WITHOUT TERMINALS	1	PA66	Black			0300354	1000
	HOLDER WITH TERMINALS AND CABLES	1	PA66	Black	0100350	25		
2	COVER		PC	Transparent	0100359	250	0300359	500
3	SECONDARY LOCK		PA66	Yellow			0300357	250
	KIT WITH COVER, TERMINALS FIXING PLATE AND EXTRACTOR				0100353	20		



### CONNECTIONS AND FIXINGS



03.00352



UNI F630



UNI F630