Opinnäytetyö AMK

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

NAUTOS12

2017

Turo Toivonen

MOOTTORIPYÖRÄN MUUTTAMINEN SÄHKÖKÄYTTÖISEKSI

- KAWASAKI

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka

2017 | Sivumäärä: 36 + liitteet

Ohjaaja: Markku Ikonen

Turo Toivonen

MOOTTORIPYÖRÄN MUUTTAMINEN SÄHKÖKÄYTTÖISEKSI

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa polttomoottorikäyttöinen moottoripyörä sähkökäyttöiseksi. Muutoskohteena toimi Kawasaki GPZ500, joka oli riittävän vanha helpompien EMC-vaatimuksien vuoksi, sekä putkikehtorunkoisena suhteellisen helposti muokattavissa.

Runkoon tehtävissä muutoksissa pyrittiin vähintäänkin alkuperäisen runkorakenteen jäykkyyteen. Haasteena oli saada iso akusto, moottori ja muu tekniikka pakattua moottoripyörän runkoon sopivaksi kompaktiksi kokonaisuudeksi. Kun tavoitteena oli vielä saada toimintasäde mahdollisimman suureksi kohtuullisella suorituskyvyllä, niin pienen budjetin projektille riitti haasteita.

Työ toteutettiin käytännössä tekemällä kaikki muutostyöt kirjoittajan toimesta, käyttäen apuna kirjoittajan kokemuksia ja taitoja. Myös kaikki runkomuutokset ja katteen valmistukset teki kirjoittaja.

Tavoitteet onnistuivat vähintäänkin kohtalaisesti. Toimintasäde osoittautui n. 100 km pituiseksi, mutta voimansiirron välitykset eivät olleet aivan optimaaliset, mistä aiheutui suorituskyvyn laskua. Kokonaisuus on kuitenkin nykyisellääänkin aivan käyttökelpoinen ja pienillä parannuksilla siitä saa vielä paremman.

ASIASANAT:

moottoripyörä, DC-moottori, litium-rautafosfaattiakku, BMS, muutoskatsastus

BACHELOR´S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2017 | Total number of pages: 36 + Appendices

Instructor: Markku Ikonen

Turo Toivonen

CONVERTING A PETROL POWERED MOTORCYCLE TO ELECTRIC DRIVE

The aim of this work was to convert a petrol powered motorcycle into an electric powered one. The vehicle modified was a Kawasaki GPZ500, which was old enough for easier EMC requirements and has a simple tube frame for the necessary modifications.

The frame modifications were made so that minimum amount of original frame strength was lost. The greatest challenge was to fit a large battery pack, the motor and all technical parts into one compact unit. The main target was to obtain maximum operation range with reasonable performance, keeping the project budget low. This turned out to be demanding.

Practically all work in the project was conducted by the writer relying on personal experience and skills. All frame modifications and cover parts were completely made by the writer.

The aims and goals were met to a certain extent. The final operational range is about 100 km, however the gear ratio is not optimal. This causes some decrease in the performance. The final motorcycle is functional in its current condition and with some small improvements it will be even better.

.

KEYWORDS:

motorcycle, DC motor, lithium iron phosphate battery, BMS, conversion inspection

SISÄLLYS

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO **7**

JOHDANTO **8**

1 LÄHTÖKOHDAT **9**

1.1 Kawasaki GPZ -moottoripyörä 9

1.2 Sanifer-mopoauto 10

2 MUUTOSTYÖ **12**

2.1 Moottori 12

2.2 Moottoriohjain 14

2.3 Akusto 16

2.4 Akuston hallintajärjestelmä (BMS) 16

2.5 Latausjärjestelmä 17

2.6 12 V sähköjärjestelmä 17

3 KOMPONETTIEN SOVITUS **22**

3.1 Sähkömoottoriasennus 22

3.2 Akuston asennus 22

3.3 Laturin asennus 22

3.4 Moottorinohjauksen asennus 22

4 MUOTOILU **24**

4.1 Muotin valmistus 24

4.2 Hiilikuidutus 27

5 MOOTTORIN KÄYTTÖÖNOTTO **28**

5.1 Ensimmäinen koeajo 28

6 MUUTOSKATSASTUS **31**

7 LOPPUTULOKSEN ARVIONTI **32**

7.1 Lopputulos 32

7.2 Parannettavaa 32

8 LÄHTEET 36

9 LIITTEET 37

LIITTEET

Liite 1. Moottoriohjaimen käyttöohje
Liite 2. Muutoskatsastuksen tarkastuskortti
Liite 3. Selvitys käytetyistä menetelmistä ja materiaaleista (moottorikehto)
Liite 4. Osaluettelo
Liite 5. Tulliselvitys
Liite 6. Muutoskatsastettu rekisteriote
Liite 7. Alkuperäinen rekisteriote

KUVAT

Kuva 1. Kawasaki GPZ 10
Kuva 2. Sanifer mopoauto 11
Kuva 3. HPM-10L-48V moottori 12
Kuva 4. VEC500-48V moottorinohjain 14
Kuva 5. Keskuspiirilevyn 3D tietokonemalli 18
Kuva 6. Komponenttien sijoittelu 23
Kuva 7. Pakkausmuovilla päällystetty moottoripyörä. 24
Kuva 8. Maalattu ja vahattu positiivimuotti 25
Kuva 9. Negatiivimuotti. 26
Kuva 10. Positiivimuotti- ja negatiivimuotti 26
Kuva 11. Hiilikuitukate 27
Kuva 12. Mittaristo 30

KUVIOT

Kuvio 1. BLDC-moottorin kaaviokuva 13
Kuvio 2. Moottoriohjaimen kytkennän kaaviokuva 15
Kuvio 3. Yksittäisen kennon mittakuva 16

Kuvio 4. Tasajännitemuuntimen kytkentä 18
Kuvio 5. Jarruenergian talteenotto 19
Kuvio 6. Lataus, moottorin käynnistyksen esto ja BMS yksikö virransyöttö 20

TAULUKOT

Taulukko 1. Moottorin teho ja vääntökäyrä 14
Taulukko 2. Mittarivirhe 29
Taulukko 3. Moottorin pyörintänopeudet eri välityssuhteilla 33

KAAVIOT

Kaavio 1. Mittarivirhe 29
Kaavio 2. Nopeuden funktio 34
Kaavio 3. Kierrosluvun funktio 35

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

LiFePO4	*Lithium Iron Phosphate*
BMS	*Battery Management System. Akuston hallintajärjestelmä*
EMC	*Electromagnetic compatibility*

JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään moottoripyörän muuttamista tavallisella ottomoottorilla varustetusta modernisoiduksi sähköajoneuvoksi.

Muutokset tehdään Kawasaki GPZ 500-malliseen moottoripyörään, joka on vuosimallia 1988. Moottoripyörässä oli alkuperäisesti 500 cm^3 nelisylinterinen 16-venttiilinen rivimoottori. Alkuperäinen moottoriteho tässä oli 56 kW. Alkuperäisessä moottorissa kiertokangen laakeri oli viallinen, mutta se ei tietenkään haitannut tässä muutoksessa, sillä alkuperäistä moottoria ei tarvittu mihinkään.

Moottoripyörän yleiskunto oli muutenkin hyvin epäsiisti, mutta se ei ollut ongelma, sillä alkuperäisestä moottoripyörästä tarvittiin vain runko, vanteet, sekä etu- ja takahaarukka. Uudeksi tekniikaksi tulisi harjaton sähkömoottori ja energian varastoimisen huolehtisi LiFePO-akusto.

Moottoripyörä oli ostettu yksityiseltä henkilöltä netin kautta. Akusto oli sattumalta mahdollista saada hyvin edullisesti vakuutusyhtiön Internet-sivuilta lunastukseen menneestä sähkömopoautosta. Mopoautosta saatiin myös BMS eli akuston hallintajärjestelmä sekä latausjärjestelmä. Mopoauton moottori oli kuitenkin heikkotehoinen ja suurikokoinen sekä muutenkin sopimaton moottoripyörään. Siksi sähkömoottori ja sen ohjaus tilattiin Kiinasta, jossa tarjontaa on paljon. Lopulta sähkömoottori päädyttiin tilaamaan Golden Motorista.

Lisäksi moottoripyörä oli muutoskatsastettava tälle uudelle tekniikalle, jotta sitä voitaisiin käyttää normaaliin ajoon.

1 LÄHTÖKOHDAT

1.1 Kawasaki GPZ -moottoripyörä

Kawasaki on japanilainen moottoripyörävalmistaja. Kawasaki heavy industries on perustettu lokakuussa 1896 Tokiossa, ja sen päämaja sijaitsee Kōbessa Japanissa. Perustaja Shozo Kawasaki oli kimonokauppiaan poika, ja aloitti uran laivanrakentajana vuonna 1896.1900-luvun alussa mukaan tulivat junat ja sukellusveneet. 1920-luvulla alkoi lentokoneiden valmistus, ja toisen maailmansodan jälkeen alkoi terästeollisuus. Kawasaki valmisti myös autoja vuodesta 1918 vuoteen 1942, jolloin maan sotaministeriö käski keskittymään ilmailuteollisuuteen. (Wikipedia 2017.)

Kawasakin ensimmäinen moottoripyörän moottori, 148-kuutioinen KE-1, suunniteltiin vuonna 1952. Moottoripyöriin keskittynyt tehdas rakennettiin vuonna 1960. Samana vuonna alkoi Kawasaki 125 New Ace -moottoripyörän myynti. (Wikipedia 2017.)

Kawasakin päätehdas sijaitsee Akashin kaupungissa Japanissa. Tehtaassa valmistetaan 40 prosenttia kaikista yhtiön tuotteista, ja lähes kaikki Kawasakin moottoripyörät valmistetaan siellä. Tehdasalueen pinta-ala on 490000 neliömetriä. Alueella on myös voimalaitos, joka tuottaa noin 30 prosenttia tehtaan sähkön tarpeesta. (Wikipedia 2017.)

Suomessa Kawasaki-moottoripyörien, -mönkijöiden ja -vesijettien maahantuojana toimii Sumeko Oy, joka kuuluu SGN Group -konserniin, joka on tuonti- ja tukkukaupan alalla toimiva perheyritys. (Wikipedia 2017.)

Kawasaki GPZ valmistus aloitettiin 1985 ja päättyi 1992. Sitä sai monella moottorivaihtoehdolla, kaksisylinterisellä 500 cm^3 moottorilla, sekä nelisylinterisellä 500 cm^3 tai 600 cm^3 moottorilla, joissa männän halkaisija on eri.

Muutoskohteeksi valittu Kawasaki oli vuosimaliltaan 1988 ja varustettu nelisylinterisellä 500 cm^3 moottorilla (kuva 1).

Kuva 1. Tämän näköisestä lähtökohdasta lähdettiin liikkeelle.

1.2 Sanifer-mopoauto

Toisena lähtökohtana oli Sanifer-mopoauto, josta oli tarkoitus ottaa moottoripyörään akkupaketti ja akkujen hallintayksikkö (BMS).

Suomalainen autoyhtiö AMC Motors kehitti kiinalaisten kanssa yhteistyössä Sanifer-nimellä myytävää mopoautoa, mutta ilmeisesti kuluttajille näitä ei montaa koskaan päässyt.

Mopoauto oli kuitenkin varustettu aika suurella ja nykyaikaisella akustolla, siksi tämä oli hyvä vaihtoehto akuston hankkimiseen. Sanifer-mopoauto on esitetty kuvassa 2.

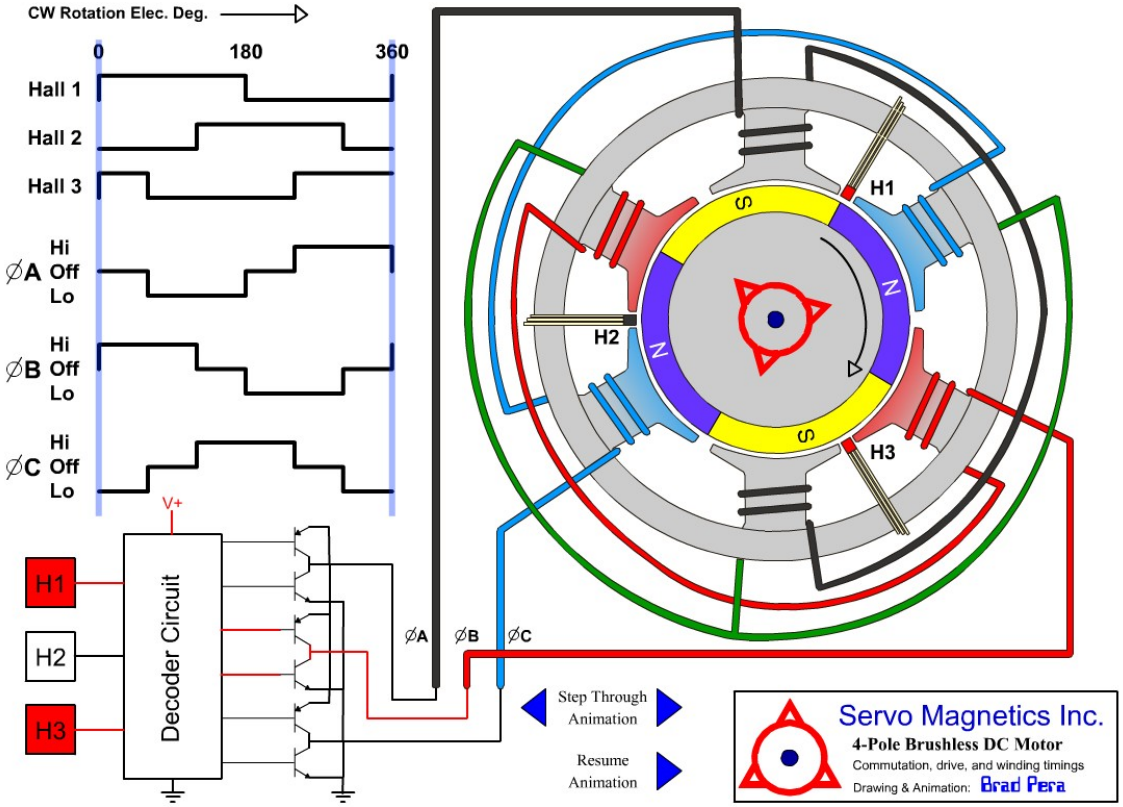
Kuva 2. Tämän näköisestä mopoautosta otettiin akut ja niiden hallintaan tarvittavat komponentit

2 MUUTOSTYÖ

2.1 Moottori

Moottorin suurimpina valintakriteereinä on moottorin kompakti koko/teho. Moottorina käytettiin kiinalaista Golden Motorin HPM-10L-48V moottoria (kuva 3). Se on harjaton vesijäähdytetty kestomagneettimoottori, joka jatkuva teho on 10 kW ja hetkellinen teho voi olla kuitenkin 20 kW. Tämän tyyppisissä moottoreissa ankkuri on muodostettu kestomagneeteista ja sen asentoa mitataan magneettikentän suuntaa mittaavilla hall-anturreilla. Kuviossa 1 on esitetty moottorin toimintaperiaate.

Kuva 3. HPM-10L-48V moottori



Kuvio 1. BLDC-moottorin kaaviokuva (Adverb 2016).

Kuviossa 1 on esitetty yksinkertaistettu BLDC-moottorin toiminta. Moottori koostuu pyörivästä ankkurista, joka on magnetoitu 90° välein pohjois tai etelä suuntiin ja kentästä johon sijoitettu 120° välein hall-antureita ja 60° välein käämejä. Vastakkaiset käämit ovat kytketty samaan virtapiiriin. Ideaalisessa tapauksessa käämeissä ØA, ØB ja ØC kulkeva virta seuraa siniaallon muotoa ja käämien virrat ovat 120° vaihesiirrossa toisiinsa nähden. Hall antureilla synkronoidaan vaiheen virtojen nollapisteitä. Kaaviossa on yksinkertaistettu ohjaus, jossa jokaisella käämillä on vain positiivinen ja negatiivinen virransuunta ja suunnan vaihtojen välillä lyhyt virraton jakso. Näin toteutettu ohjaus on huomattavasti helpompi toteuttaa, kuin puhdas siniaalto-ohjaus, mutta haittapuolena on huonompi suorituskyky, mutta moottori nykii ja meluaa.

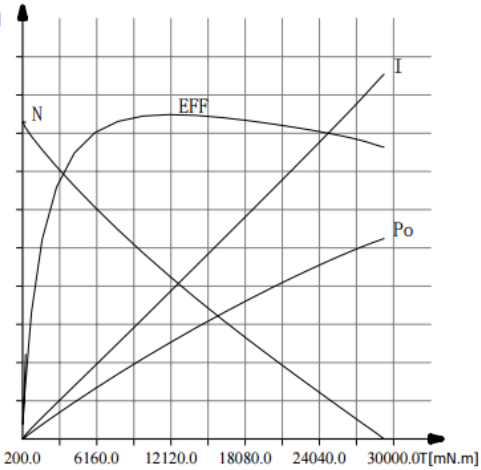
Taulukossa 1 on moottorin suoritusarvoja vääntömomentin funktiona. Taulukosta pystytään tulkitsemaan, kuinka teho, hyötysuhde, virta ja kierrosluku käyttäytyvät kuormituksen lisääntyessä.

Taulukko 1. Moottorin suoritusarvoja (Golden Motor 2017a).

type: HPM48-10000 NO.: G20130522003 operator: 001 date: 2013-5-22

GOLDEN Motor test curve

U[V]	I[A]	Pin[W]	PF[/]	N[rpm]	Pout[W]	EFF[%]
50.00	300.000	20000.00	1.00	5000	20000.00	100.0
49.63	271.455	18069.63	0.90	4844	18009.89	91.3
49.26	242.909	16139.26	0.80	4688	16019.77	82.5
48.89	214.363	14208.89	0.70	4533	14029.66	73.8
48.52	185.818	12278.52	0.60	4377	12039.54	65.0
48.14	157.272	10348.15	0.50	4221	10049.43	56.3
47.77	128.727	8417.77	0.40	4065	8059.31	47.5
47.40	100.181	6487.40	0.30	3909	6069.20	38.8
47.03	71.636	4557.03	0.20	3754	4079.08	30.0
46.66	43.090	2626.66	0.10	3598	2088.97	21.3
46.29	14.545	696.29	0.00	3442	98.85	12.5



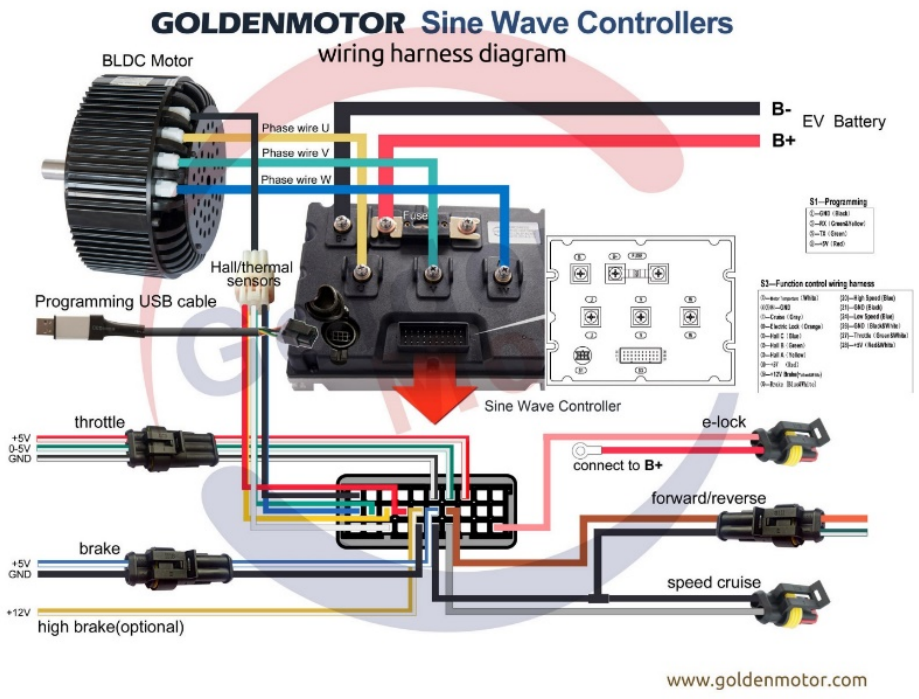
Description	voltage(V)	current(A)	P. input(W)	torque(mN.m)	rotate(RPM)	P. output(W)	eff(%)
Upload point	47.87	14.545	696.29	420.0	4733	208.15	29.9
Most efficiency point	47.36	123.658	5858.78	11957.0	4108	5080.18	86.8
Max Po. point	46.29	286.946	13280.40	29227.5	3442	10530.85	79.3
Max torque point	46.29	286.946	13280.40	29227.5	3442	10530.85	79.3
End point	46.29	286.955	13282.43	29230.0	3442	10535.04	79.3
Rated rotate point	46.46	268.845	12494.43	27432.9	3508	10096.92	80.8

2.2 Moottoriohjain

Moottoriohjaimeksi valittiin moottoriin soveltuva VEC500-48V -siniaaltosäädin (kuva 4). Se tuottaa 3-vaiheista siniaaltoa, joka synkronoidaan magneettiantureiden antamaan roottorin asentoon.

Kuva 4. VEC500-48V moottorinohjain (Golden Motor 2017c).

Moottoriohjaimen kytkentään ja käyttöönottoon saatava ohjeistus on todella niukka. Saatavilla on vain kuvion 2 mukainen kytkentäohje ja liitteenä 1 oleva pdf-tiedosto.



Kuvio 2. Moottoriohjaimen kytkennän kaaviokuva (Golden Motor 2017b).

Moottoriohjain pystytään liittämään erillisellä kaapelilla tietokoneen USB-väylään parametrien säätämiseksi. Parametrien säätämistä käsitellään lähemmin moottorin käyttöönotossa.

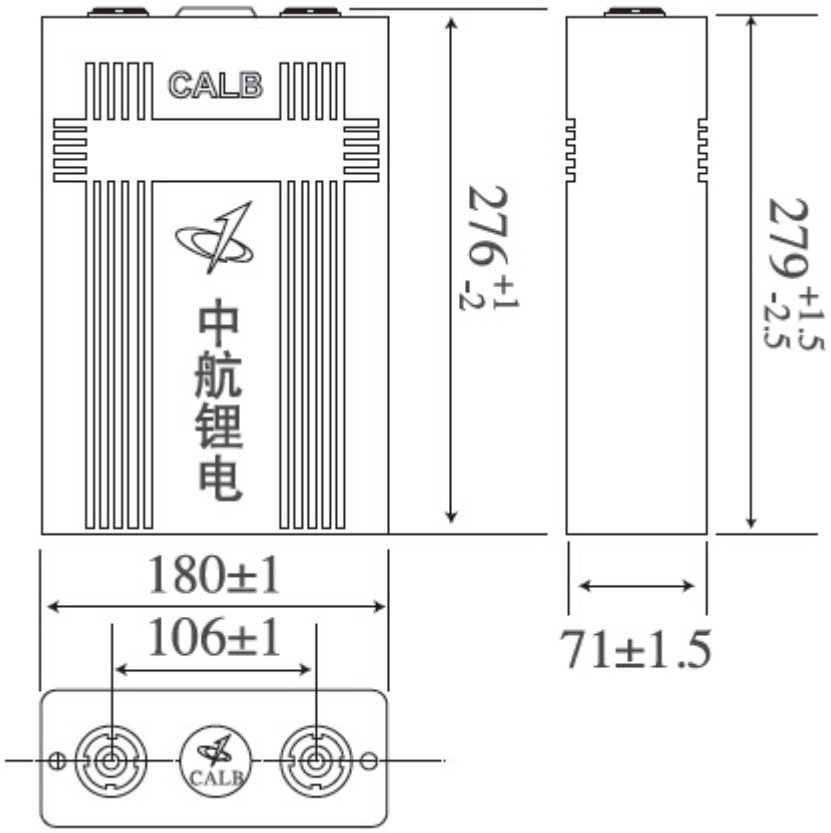
Kuviossa näkyvät throttle-linjat (vasemmalla keskellä punavalkoinen, vihreävalkoinen ja mustavalkoinen johdin) on kytketty kaasukahvan ohjaamaan potentiometriin. Kaasukahvalla säädetään moottorille syötettävää virtaa. Mitä enemmän kahvasta käännetään, sitä suurempi virta. Moottoriohjaimen ottama maksimivirta akustosta on n. 200 A, jolloin akustosta otetaan n. 10 kW teho.

Forward/reserve-linjojen (kuviossa oikealla alhaalla ruskea ja musta johdin) ollessa oikosuljettuna moottorin ankkuri pyörii vastapäivään ja moottoripyörä liikkuu eteenpäin. Tämä kytkentä on tehty pysyvästi, koska peruttamista ei tarvita.

Oikosulkemalla brake-linjat (kuviossa vasemmalla alhaalla sinivalkoinen ja musta johdin) aktivoidaan jarruenergian talteenotto.

2.3 Akusto

Akusto koostuu kuudestatoista 180 Ah Litium-rautafosfaattiakusta (LiFePo4). Akusto on otettu puretusta Sanifer-mopoautosta. Akut on kytketty sarjaan, jolloin saavutetaan 48 V nimellisjännite. Energiakapasiteetti on n.9 kWh. Kuviossa 3 on yksittäisen kennon mittapiirustus.



Kuvio 3. Yksittäisen kennon mittakuva (Thunderstruck 2017).

Yhden kennon paino on n.5,7 kg, joten kokonaispaino on n. 91 kg.

2.4 Akuston hallintajärjestelmä (BMS)

Myös akuston hallintajärjestelmä on puretusta Sanifer-mopoautosta. LiFePo-tyyppiset akut vauriotuvat helposti ylilatauksessa kuten myöskin liian tyhjäksi purkamisesta. Järjestelmän tarkoituksena on estää molemmat akustolle haitalliset tilanteet. Järjestelmä

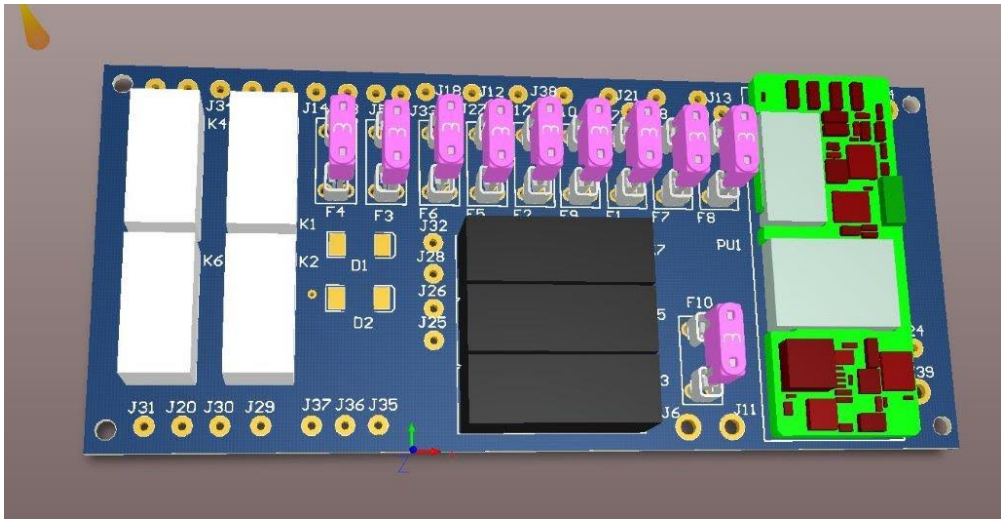
koostuu neljästä mittausyksiköstä, keskusyksiköstä ja näyttöyksiköstä. Jokainen mittausyksikkö on liitetty neljään akkukennoon. Järjestelmä tarkkailee kennojen jännitettä ja lämpötilaa. Keskusyksikkö kerää tiedot mittayksiköiltä ja lähettää ne edelleen näyttöyksikölle esitettäviksi. Keskusyksikkö mittaa lisäksi akuston purku- ja latausvirran. Keskusyksikkö kontrolloi myös laturin toimintaa säätäen latausvirtaa ja lopettaen latauksen, kun akusto on latautunut täyteen.

2.5 Latausjärjestelmä

Moottoripyörään asennettiin Sanifer-mopoautosta purettu laturi. Laturin fyysinen koko on melko suuri ja sen mahtuminen rungon sisään oli haastavaa. Laturi on n. 2 kW tehoinen ja sen tarvitsemat jäähdytyselementit isoja. Niistä oli tilanahtauden vuoksi työstettävä jonkin verran pois. Poistoa täytyi tehdä lähinnä ripojen uloimmista kohdista ja niiden vaikutus on lähinnä marginaalinen. Laturin jäähdytykseen suurempi vaikutus on katteella, joka rajoittaa ilman virtausta laturin ympärillä. Vaikeuksia saattaa olla lähinnä kuumalla säällä, mutta se jää tulevaisuuden nähtäväksi, mikäli ylikuumenemista ilmenee.

2.6 12 V sähköjärjestelmä

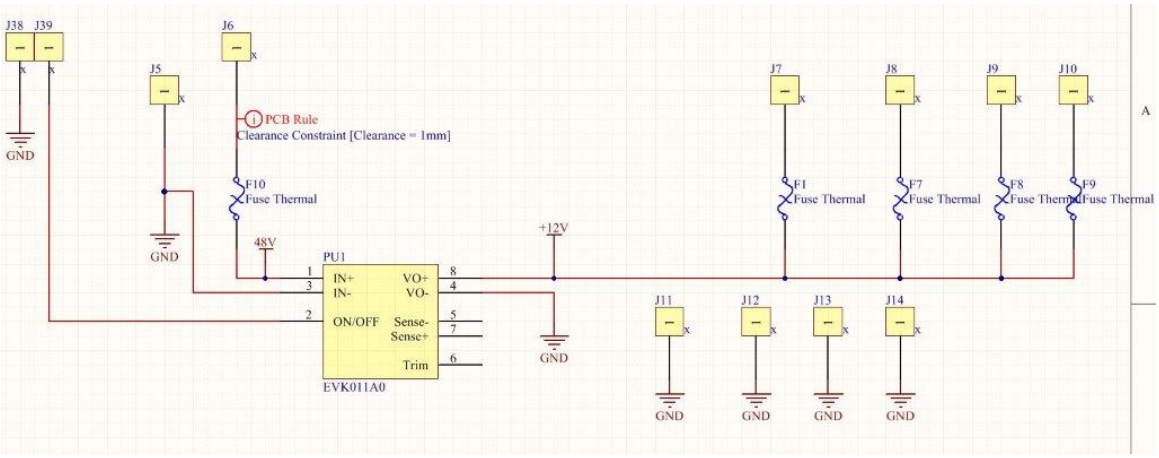
12 V matalajännitepuoli on koottu keskuspiirilevyn ympärille, joka on suunniteltu tämän projektin tarpeisiin. Piirilevy sisältää jännitteen muuntimen 48 V:sta 12 V:in, tarvittavat sulakkeet ja releet. 12 V jännite tehdään suoraan 48 V akkujännitteestä korkean hyötysuhteen tasajännitemuuntimella. Järjestelmä ei sisällä erillistä 12 V akkua, jolloin pystyttiin säästämään hieman tilaa ja painoa. 3D-tietokonemalli piirilevystä kuvassa 5.



Kuva 5. Keskuspiirilevyn 3D tietokonemalli.

Suunnittelemalla oma keskuspiirilevy pystyttiin vähentämään tarvittavaa irtojohdotusta. Varsinkin jarruenergian talteenotto ja moottoriohjaimen aktivointi olisivat olleen irtojohdotuksella haasteellisia toteuttaa. Irtojohdot olisivat myöskin olleet luotettavuusriski. Kaikki sulakkeet ja osa releistä pystyttiin kokoamaan yhteen kompaktiin yksikköön.

Tasajännitemuunnin muuntaa akuston korkean 48 V jännitteen 12 V tasajännitteeksi. Muunnin on hakkurityyppinen ja kuormitettuna sen hyötysuhde on yli 90 %. Hyvästä hyötysuhteesta johtuen ei muunnin tarvitse lainkaan jäähdytystä. Muuntimen kytkentä on esitetty kuviossa 4.

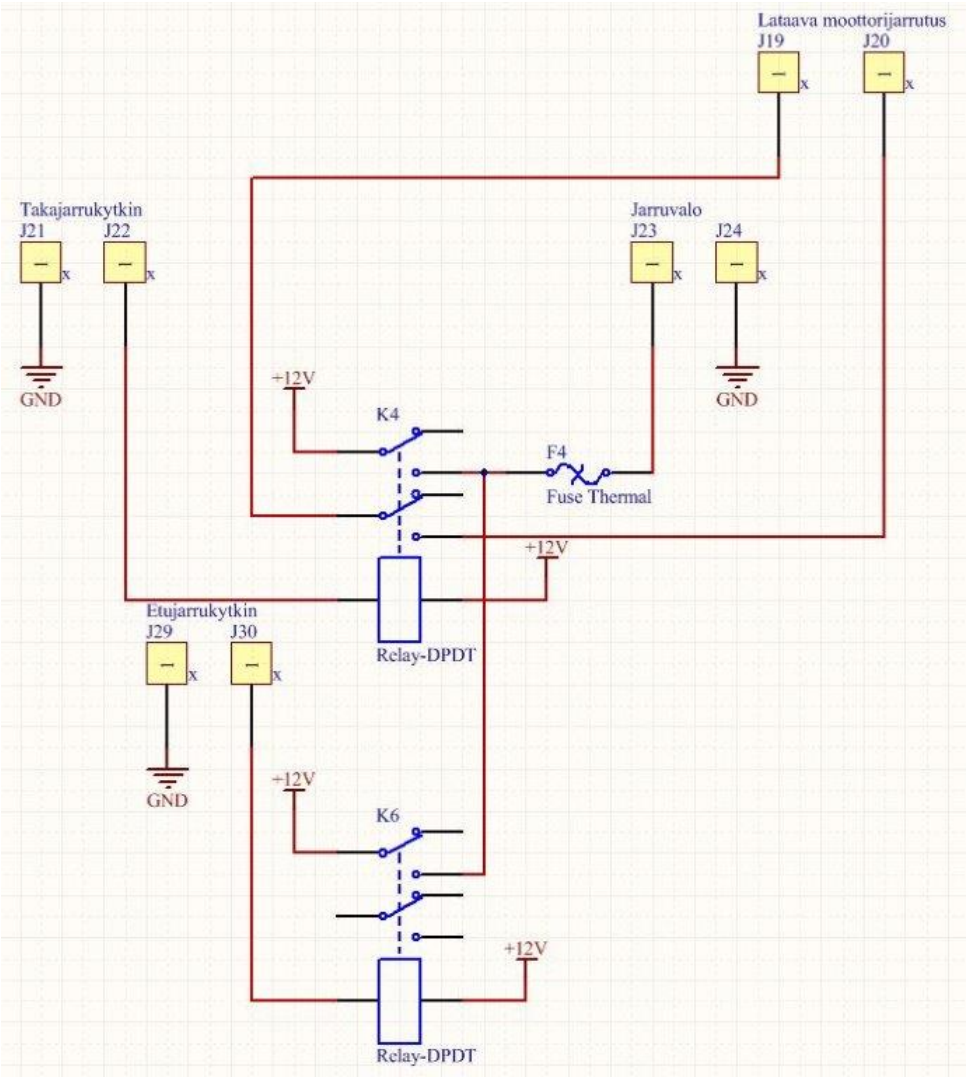


Kuvio 4. Tasajännitemuuntimen kytkentä.

Tasajännitemuunnin on lepotilassa kun sen ohjaussignaali on kelluvassa tilassa. Virtalukko on liitetty kytkentäpisteisiin J38 ja J39. Kun virtalukko käännetään toiminta-asentoon, se oikosulkee kytkentäpisteen ja tasajännitemuunnin käynnistyy ja 12 V laitteet tulevat toimintakykyisiksi.

Eri kulutuskohteet saavat virtansa sulakkeiden F1, F7, F8 ja F9 kautta.

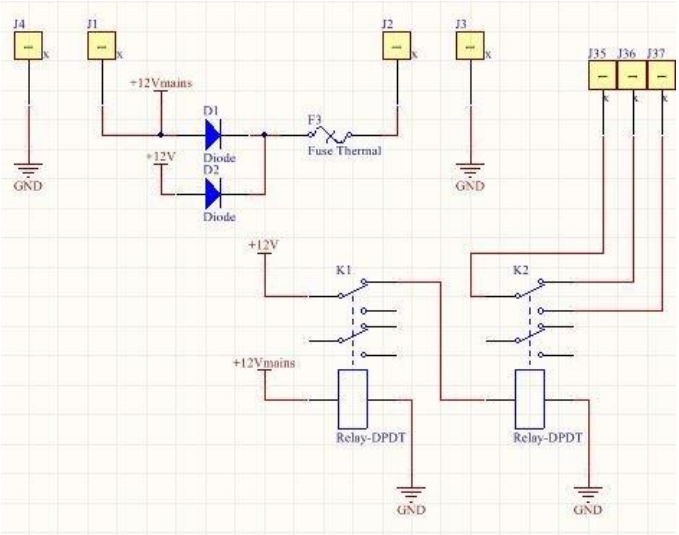
Jarruenergian talteenotto on kytketty toimimaan vain, kun painetaan kevyesti takajarrua. Etujarrun käyttö ei aktivoi energian talteenottoa. Jarruenergian talteenoton tarvitsema kytkentä on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Jarruenergian talteenotto.

Moottoriohjain aloittaa moottorijarrutuksen, kun kytkentäpisteisiin J19 ja J20 oikosuljetaan. Takajarrukytkimen aktivoituminen kytkee releen K4, joka sytyttää jarruvalon ja aiheuttaa moottorijarrutuksen. Etujarrukytkin aktivoi releen K6 ja sytyttää jarruvalon aiheuttamatta moottorijarrutusta. Sulake F4 on jarruvalojen sulake.

Kun laturi on kytketty sähköverkkoon, moottorin käynnistys on estetty ja akun hallintajärjestelmä saa tarvitsemansa käyttösähkön erilliseltä 12 V virtalähteeltä. Tämä osuus kytkennästä on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. Lataus, moottorin käynnistyksen esto ja BMS yksikö virransyöttö

Moottoriohjaimen aktivointi on kytketty pisteisiin J35 ja J37. Kun kyseiset pisteet oikosuljetaan releellä K2, moottoriohjain aktivoituu ja liikkeellelähtö tapahtuu sen jälkeen kaasukahvasta kääntämällä. Rele K2 saa ohjauksensa suoraan tasajännitemuuntimelta. Eli heti kun virta-avain käännetään toiminta-asentoon, moottoripyörän käyttö on mahdollista.

Kun moottoripyörää ladataan, moottoriohjaimen aktivointi on estetty. Erillinen 12 V verkkolaite on kytketty pisteisiin J1 ja J4. Ladattaessa 12 V verkkolaite on päällä, jolloin se aktivoi releen K1 katkaisten mahdollisen virran releeltä K2. Koska näin rele K2 tulee pakotetusti jännitteettömäksi, moottorinohjaus pysyy valmiustilassa, eikä moottori pysty käynnistymään.

BMS saa jännitteensä kytkentäpisteistä J2 ja J3. Normaalin käytön aikana BMS saa jännitteensä diodin D2 kautta ja kun moottoripyörää ladataan, jännite tulee diodin D1 läpi. Sulake F3 on BMS-järjestelmän suojana. Diodit D1 ja D2 estävät, että kahden eri 12 V puolien jännitteet eivät pääse syöttämään jännitettä järjestelmästä toiseen.

3 KOMPONETTIEN SOVITUS

3.1 Sähkömoottoriasennus

Sähkömoottorin asennus ei ollut kovinkaan haasteellinen. Se saatiin sijoitettua suurin piirtein siihen kohtaan mistä alkuperäisen moottorin ketjuvedon ensiöratas takapyörälle lähtisi. Nyt voitiin ketjuvedon ensiöratas asentaa suoraan moottorin akseliin. näin vältytään turhalta voimasiirrolta, mikä parantaa suorituskykyä ja vältytään turhalta painolta.

3.2 Akuston asennus

Akusto oli haasteellinen asennettava suuren koon ja painon vuoksi. Alkuperäistä runkoa piti turvottaa, jotta akusto saatiin mahtumaan kokonaan. Painopiste alkuperäiseen tekniikkaan nähden hieman nousi ja siirtyi eteenpäin. Mutta kokonaispaino alkuperäiseen nousi vain 22 kg, mikä on vähän ottaen kuitenkin huomioon, että akun kapasiteetti on huimat 9 kWh Akuston asennuksessa myös oltava hyvin varovainen, ettei oikosulkuja pääse syntymään. Vaikka jännine on vain 48 V on oikosulun sattuessa suuri riski, että koko pyörä palaa.

3.3 Laturin asennus

Laturi toi suuren kokonsa takia haastetta. Vaihtoehtona olisi myös ollut jättää laturi kokonaan pois, mutta tämä olisi tarkoittanut, että latausmahdollisuus olisi ainoastaan kotona. Laturi oli siis asennettava kiinteästi, että pyörää voitaisiin ladata myös kodin ulkopuolella. Laturi saatiin kuitenkin mahdutettua mukaan. Hieman jäähdytysripoja piti leikata, jotta laturi mahtui runkoputkien väliin.

3.4 Moottorinohjauksen asennus

Moottoriohjauksen asennuksessa oli otettava huomioon, että etäisyys moottoriin oli lyhyt ja jäähdytys oli myös toteutettava jotenkin. Moottorinohjaus asennettiin heti moottorin

alapuolelle. Jäähdytys saatiin toteutettua moottoriohjauksen alapuolelle asennetulla alumiinisilla jäähdytysrivoilla. Kuvassa 6 moottoripyörä on varustettu kaikella tekniikalla ja lopullista muotoa aletaan hahmotella sen ympärille.

Kuva 6. Komponenttien sijoittelu.

Kuvassa näkyvät siniset akkupaketit. Akut on ryhmitelty kahteen 8 kennon ryhmään, jotka ovat päällekkäin. Akkupaketin takana näkyy laturi. Laturin jäähdytyksen vaakaripojen yläkulmista on poistettu hieman materiaalia. Laturin alapuolella on BMS-järjestelmän keskusyksikkö. Moottori ei näy kuvassa, mutta se on BMS-yksikön takana. Moottoriohjan on kaiken alapuolella, jotta sitä pystytään jäähdyttämään ajoviimalla.

4 MUOTOILU

Tavoitteena oli valmistaa hiilikuidusta mahdollisimman kevyet ja pienen ilmanvastuskertoimen omaavat katteet. Hiilikuitu kuitenkin tuo omat haasteensa valmistuksessa. Työvaiheita on monta ja muottien valmistus työlästä ja aikaa vievää.

4.1 Muotin valmistus

Muotteja piti valmistaa kaksi, etupää ja takapää erikseen, koska yhden ison muotin valmistus tällaiseen kappaleeseen olisi mahdotonta. Hiilikuitukatteen ensimmäinen työvaihe on positiivimuotin valmistus. Tämä tarkoittaa, että tehdään sen näköinen kappale kuin lopputuloksenkin kuuluisi olla. Tästä tosin seuraa tarve valmistaa useampi muotti, mutta työ on kuitenkin helpompi toteuttaa. Ensimmäisen positiivimuotin valmistus alkoi koko moottoripyörän päällystämisellä pakkausmuovikalvolla (kuva 7). Tämän päälle pursotettiin talon eristämiseen käytettävää uretaanivaahtoa.

Kuva 7. Pakkausmuovilla päällystetty moottoripyörä.

Vaahdon kuivuttua voitiin puukolla muotoilla karkeasti haluttu muoto. Seuraavaksi voitiin päälle levittää muovipakkelia, jolla lopullinen muotoilu haettiin. Kun haluttuun lopputulokseen päästiin, voitiin muotti maalata. Maalauksessa käytettiin lakallista automaalia. Kiiltävästä maalipinnasta pystyi näkemään mahdolliset virheet, mitkä tulisivat lopulliseen kappaleeseen, jollei niitä korjattaisi ajoissa (kuva 8).

Kuva 8. Maalattu ja vahattu positiivimuotti.

Kun positiivimuotti oli saatu valmiiksi, voitiin siitä tehdä negatiivimuotti. Tämä edellytti positiivimuotin lasikuiduttamista. Jotta muotin voi kuiduttaa niin, että lasikuitu lähtee muotista irti, täytyy positiivimuotti vahata huolellisesti. Vahauksen jälkeen voitiin vahan pinnalle maalata gelcoat-lasikuitumaali. Maalin ollessa vielä märkää laitetaan ensimmäinen lasikuitukerros muotin päälle. Muottia vahvistetaan vielä lisäämällä pari kerrosta lisää lasikuitua, jotta saavutetaan riittävä lujuus. Kuvassa 9 on etukatteen negatiivimuotti ja kuvassa 10 takakatteen positiivi ja negatiivimuotti.

Kuva 9. Etukatteen negatiivimuotti.

Kuva 10. Vasemmalla takakatteen positiivimuotti ja oikealla negatiivi.

Lasikuidun kovetuttua voitiin muotit irrottaa toisistaan ja näin saadaan aikaan lopullinen negatiivinen muotti, johon voidaan hiilikuitu kuiduttaa. Tämä edellytti taas muotin huolellista vahausta, että lopullinen kappale saadaan irti muotista.

4.2 Hiilikuidutus

Hiilikuidutus ei kovin suuresti poikkea monelle tutusta lasikuidutuksesta. Materiaalit ovat lähinnä vain huomattavasti kalliimpia. Jotta päästäisiin hyvään lopputulokseen, tarvitsisi hiilikuitu painaa muottia vasten alipaineella, tämä on kuitenkin kotikonstein hyvin hankalaa. Kuidutus oli toteutettava ihan tavallisin menetelmin levittämällä hartsia pensselillä ja painamalla hiilikuitu ilmaustelalla muottia vasten. Tärkeää oli leikata hiilikuitumatosta mahdollisimman hyvin muottia mukailevat palat, jotta lopputuloksesta saataisiin mahdollisimman siisti. Tarkoituksena oli kuitenkin jättää ulkonäöksi hiilikuitupinta, joten palojen sopivuus näkyisi lopputuloksessa. Kuvassa 11 on valmis moottoripyörä.

Kuva 11. Lopullinen valmis hiilikuitukate.

Lopullinen kappale vain hiottiin ja puhdistettiin vahan jäämistä, jonka jälkeen se vain lakattiin. Raunat leikattiin ja lopullisen katteen asennus voitiin suorittaa. Lopputuloksesta voitiin olla ihan tyytyväisiä.

5 MOOTTORIN KÄYTTÖÖNOTTO

5.1 Ensimmäinen koeajo

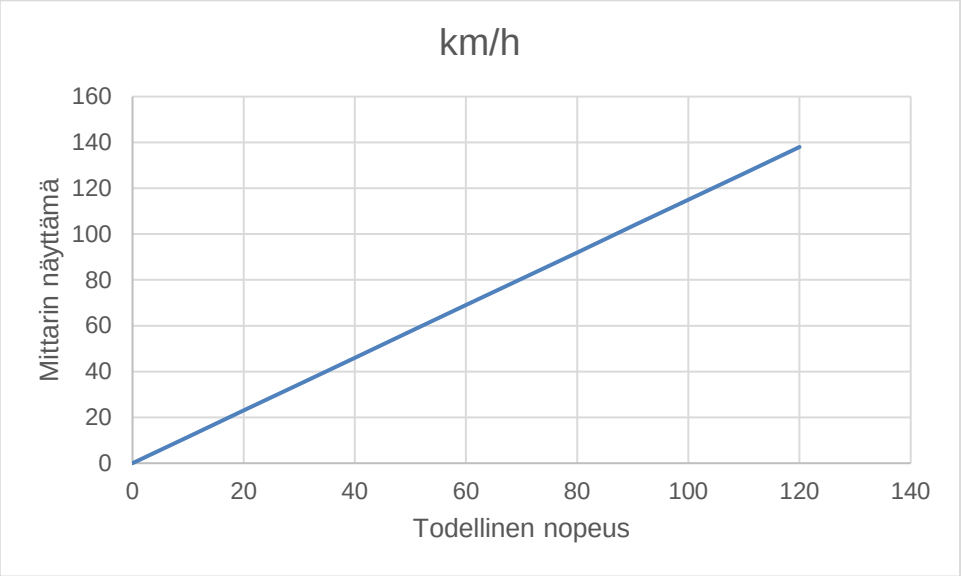
Ensimmäinen koeajo suoritettiin heti kun kelit sen sallivat ja kesänopeudetkin olivat astuneet voimaan. Tällöin ei vielä muutoskatsastusta ollut suoritettu, joten mitään suurempia ajoja ei suoritettu. Ensimmäisellä koeajolla tuli ajoa kuitenkin 30 kilometriä. Mitään suurempia ongelmia ei ilmennyt. Moottorin lämpösuoja meni kerran päälle, minkä aiheuttajaksi paljastui moottorin jäähdytysjärjestelmän kiertovesipumpun juuttuminen. Ilmeisesti syynä oli se, että moottori oli seissyt kauan paikallaan jäähdytysnesteen kuitenkin ollessa järjestelmässä. Toinen ajaessa ilmennyt ongelma oli, että BMS ilmoitti kahden kennon alhaisesta jännitteestä. Tämäkin ongelma johtui käytön puutteesta, joten ongelma tulisi kuntoon muutaman latauksen ja ajokerran jälkeen.

Koeajolla päästiin myös vihdoin testaamaan sähkömoottorin suorituskykyä. Koeajo oli hienoinen pettymys kun moottorin tuottama teho alhaisilla kierroksilla oli hyvin vaatimaton. Moottori antaa täyden tehonsa vasta korkeammilla kierroksilla. Syytä tähän täytyy vielä tutkia, johtuuko se moottorin vai moottoriohjaimen ominaisuuksista. Suuremmalle tielle päästyä oli mahdollisuus kokeilla mahdollista huippunopeutta. Alkuperäistä nopeusmittaria ei enää ollut, vaan pyörään oli asennettu Kiinasta tilattu yleismallinen nopeusmittari., joka kuitenkin sopi suoraan moottoripyörän alkuperäiseen nopeusmittarinvaijeriin. Mittarin näyttämä oli kuitenkin vähintäänkin arveluttavaa, joten matkassa oli mukana myös GPS-paikannin, jolla voitiin oikea nopeus todeta. Mittarivirhe oli noin 10 %. Taulukossa 2 on esitetty nopeusmittarin virhe.

Taulukko 2. Nopeusmittarin virhe GPS-mittaukseen nähden.

Todellien nopeus km/h	Mittarin näyttämä km/h
0	0
10	11,5
20	23
30	34,5
40	46
50	57,5
60	69
70	80,5
80	92
90	103,5
100	115
110	126,5
120	138

Kaaviossa 1 on esitetty sama asia kaavion muodossa.



.

Kaavio 1. Kaavio nopeusmittarin virheestä.

Nopeusmittarin lisäksi mittaristossa on BMS-yksikön käyttäpaneeli (kuva 12). Käyttöpaneeli on varustettu kosketusnäytöllä ja siitä voidaan tarkkailla akkujen tilaa ja energian käyttöä.

Kuva 12. Mittaristo koostuu vasemmanpuoleisesta nopeusmittarista sekä oikeanpuoleisesta BMS-yksikön käyttöpaneelista.

Käyttöpaneelilla on monia akkua ohjaavia ja mittaavia toimintoja. Sillä voidaan tutkia yksittäiten kennojen jännitteitä ja koko akkupaketin jäljellä olevaa kapasiteettia. Paneeliin tulee myös vikailmoitukset, jos yksittäinen kenno on purkatunut liian tyhjäksi, akusto on ylikuumentunut tai latauksessa kennon jännite noussut liian korkeaksi. Moottoripyörään asennetun laturin käynnistys täytyy tehdä paneelilla. Latauksen tila näkyy paneelissa ja akkuven tullessa täyteen siitä tulee ilmoitus näytölle. Käyttöpaneelin kuvassa on nyt näkyvissä varaustila prosentteina ja akuston lämpötila.

6 MUUTOSKATSASTUS

Ennen muutoskatsastusta oli tietysti perehdytty kaikkiin mahdollisiin vaatimuksiin. Yksi oleellisin oli EMC-vaatimus (Electromagnetic Compatibility), jota ei kuitenkaan vaadita tämän ikäiseltä moottoripyörältä. Toinen tärkeä asia oli runko. Muutokseen tehdyssä moottoripyörässä oli hyvin yksinkertainen putkirunko, joka ei teräslaadultaan ollut kovinkaan paljon jalostettu. Tämä seikka helpotti rungon muokkaamista ja todistamista runkomuutosten vaikutusta rungon lujuuteen.

Muutoskatsastuksessa tarkistettiin pyörä normaaliin tapaan. Katsastuksen tarkastuskortti on liitteessä 2. Muutoskatsastuksessa vaadittavia raportteja olivat tehonmittaustodistus, joka oli tässä tapauksessa valmistajan ilmoittama tehokäyrä sähkömoottorista. Toinen todistus vaadittiin käytetyistä liitos- ja hitsausmenetelmistä (liite 3). Lisäksi piti täyttää osaluettelo vaihdetuista osista (liite 4). Vaihdettuja osia olivat moottori apulaitteineen (28 %) polttoainesäiliön tilalle akusto (4 %) istuin oli tehty itse (4 %) valot oli vaihdettu eteen ja taakse (2 %) sekä pakoputkisto oli poistettu (2 %). Yhteensä näistä tuli muutosprosentteja 40 %. Tärkeintä tässä oli kuitenkin se että pysyttiin alle 50 %:n, jolloin ajoneuvosta ei tule uutta, mikä olisi muuttanut tilanteen taas aivan erilaiseksi. Moottorin alkuperästä tarvittiin selvitys (liite 5). Kiinasta netissä tilatuille tuotteille on aika yleistä, että kunnollisia ostolaskuja ei ole. Todistuksiksi kävi kutenkin tässä tapauksessa tulliselvitysasiakirjat.

Moottoripyörä myös punnittiin ja massa muutettiin rekisteriotteeseen. Massa kasvoi yhteensä 22 kg alkuperäisestä. Tämä tarkoitti myös paikkaluvun putoamista kahdesta yhteen, mutta moottoripyörä olikin jo valmiiksi rekisteröity yhdelle hengelle, vaikka oikeasti se oli tehty kahdelle. Tämä osin johtuu siitä, että pyörä otettu käyttöön vuonna 1988, jolloin tekniset tiedot rekisteriotteessa olivat hyvin vajavaisia nykyisten uusien ajoneuvojen tietoihin verrattuna. Muutoskatsastetun moottoripyörän rekisteriote on liitteessä 6 ja alkuperäinen liitteessä 7.

7 LOPPUTULOKSEN ARVIONTI

7.1 Lopputulos

Lopputulos oli resursseihin nähden onnistunut. Tavoitteena oli saada tehtyä toimiva sähkömoottoripyörä laillisesti rekisteriin ja siinä onnistuttiin. Huolimatta siitä ettei kirjoittaja ole tällaista muutosta ennen tehnyt, oli lopputulos yllättävän hyvä. Tietysti monenlaista parannettavaa löytyy, mikä oli ihan odotettavissa. Kuitenkin lopputulos sen verran onnistunut, että päivittäisen työmatkan tällä kesällä voi ajaa. Yhden latauksen 100 km toimintasäde yllätti positiivisesti, joten se ei jää kovinkaan monenna päivänä rajalliseksi tekijäksi työmatkoissa.

7.2 Parannettavaa

Parannettavaakin löytyi, kun ensimmäinen koeajo saatiin suoritettua. Suurimmaksi ongelmaksi totesin huonon suorituskyvyn, joka johtui kahdesta seikasta. Toinen oli virheellisesti hankittu moottorinohjain ja toinen liian pitkä välityssuhde. Moottorinohjain ei pystynyt antamaan kuin 260 A ja jännitteen ollessa 50 V jäi tehoksi 13 kW, vaikka moottori pystyisi 60 sekunnin ajan ottamaan 20 kW tehon ja väitetyn 90% hyötysuhteen mukaan akseliteho moottorissa olisi 18 kW. Kuitenkaan uutta moottorinohjainta ei budjetti anna myöden hankkia, joten tähän on tyytyminen.

Toinen asia, millä suorituskykyä pystyisi parantamaan suhteellisen pienellä muutoksella, olisi välityssuhteen muuttaminen. Tämän hetkinen välityssuhde oli 2,8 eturattaan hammasluvun ollessa 15 ja takakarattaan 42. Renkaan ympärysmitta on 193 cm ja tavoiteltu huippunopeus oli 130 km/h. Tavoiteltu 130 km/h nopeus on tuskin saavutettavissa käytettävällä teholla muualla kuin alamäessä, mutta näin saavutettaisiin mahdollisimman suuri moottorin kierrosnopeus ilman, että moottori menisi koskaan ylikierroksille. Nykyisellä välityksellä tällä nopeudella moottorin pyörintänopeudeksi jäisi vain 3143 rpm. Moottorin huipputeho saavutetaan kuitenkin vasta pyörimisnopeudella 6000 rpm, joten välityssuhdetta muuttamalla saataisiin suorituskykyä parannettua huomattavasti.

Jos välityssuhde muutettaisiin 5,3:een olisi moottorin kierrosluku 5950 rpm nopeuden ollessa 130 km/h. Tällöin saataisiin koko moottorin tehoalue käytettyä paremmin. Sa-

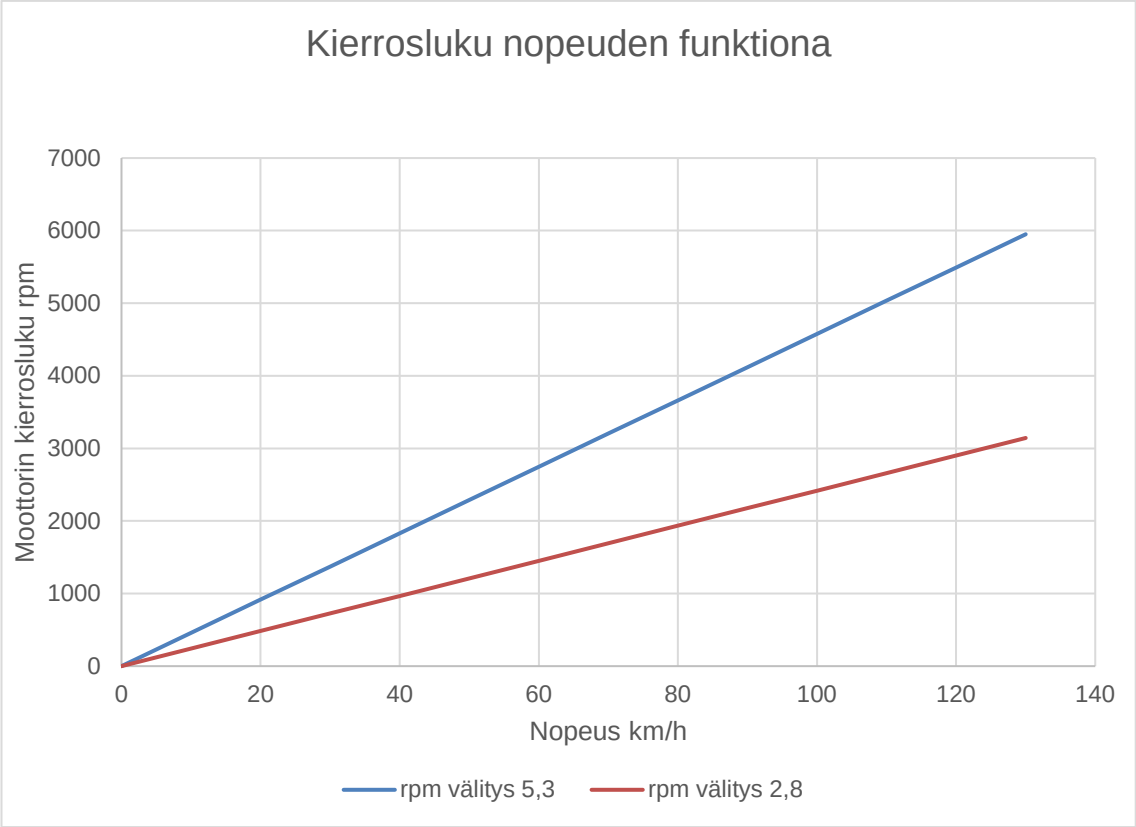
malla luovuttaisiin alkuperäisestä ketjuvedosta sen kovan äänen takia ja tilalle laitettaisiin hiljainen hammashihnaveto. Tällöin hammaspyörien hammasluvut pitäisi olla edessä 20 ja takana huimat 106. Tämä johtuu siitä, että etuhammaspyörän kokoa ei pysty paljoa pienentämään, koska hammashihna ei kestäisi moottorin vääntöä pienellä hammaspyörällä. Tällainen muutos olisi kuitenkin toteutettavissa maltillisella budjetilla.

Alla taulukossa 3 on laskenta moottorin kierrosluvuista eri nopeuksilla tämänhetkisillä välityksillä sekä suunnitellulla parannuksella.

Taulukko 3. Moottorin pyörintänopeudet eri välityssuhteilla.

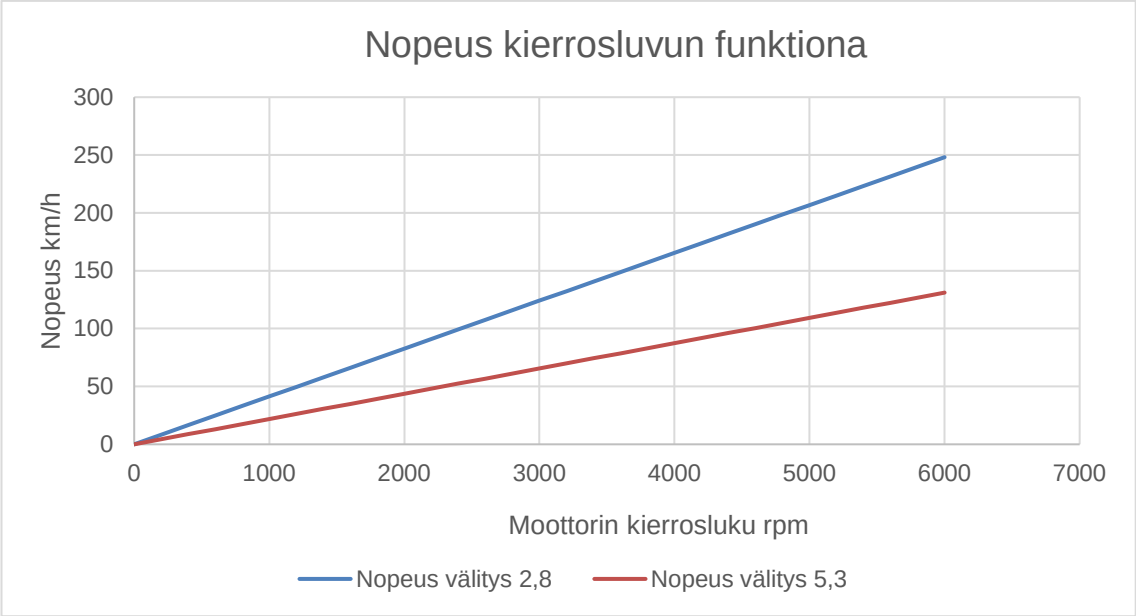
Nopeus km/h	moottorin rpm välitys 5,3	moottorin rpm välitys 2,8
0	0	0
10	458	242
20	915	484
30	1373	725
40	1831	967
50	2288	1209
60	2746	1451
70	3204	1693
80	3661	1934
90	4119	2176
100	4577	2418
110	5035	2660
120	5492	2902
130	5950	3143

Kaaviossa 2 on esitetty välityssuhteen muutoksen vaikutus moottorin kierroslukuun nopeuden funktiona.



Kaavio 2. Moottorin pyörintänopeudet ajonopeuden funktiona.

Muuttamalla välitystä saataisiin moottori paremalle toiminta-alueelle ja samalla tehon tuottoa paranetuksi pienillä nopeuksilla. Tällöin saavutettaisiin parempi liikkeellelähtö-kiihtyvyys. Kaaviossa 3 sama esitettynä käänteisesti, eli ajonopeus moottorin kierros-luvun funktiona.



Kaavio 3. Ajonopeudet moottorin pyörintänopeuden funktiona.

8 LÄHTEET

Adverb 2016. Permanent magnet DC electric motor tuning. Viitattu 7.5.2017

http://www.avdweb.nl/solar-bike/hub-motor/permanent-magnet-dc-hub-motor-tuning.html#h2-electric-motor-theory

Golden Motor 2017a. BLDC motor curve. Viitattu 7.5.2017

https://www.goldenmotor.com/eCar/HPM48-10000Curve.pdf

Golden Motor 2017b. Drive Motor Kit Typical Setup. Viitattu 7.5.2017

https://www.goldenmotor.com/eBoat/HPM%20Drive%20Kit%20Setup.jpg

Golden Motor 2017c. VEC Controller Guide. Viitattu 7.5.2017

https://www.goldenmotor.com/controllers/GoldenMotor%20FOC%20Motor%20Controller%20Guide.pdf

Thunderstruck 2017. Thunder sky battery lithium power battery. Viitattu 7.5.2017

http://www.thunderstruck-ev.com/Manuals/Thundersky%20Product%20Manual.pdf

Wikipedia 2017, Kawasaki Heavy Industries. Viitattu 7.5.2017

https://fi.wikipedia.org/wiki/Kawasaki_Heavy_Industries

9 LIITTEET

Golden Motor Technology Co Ltd

Vector Controller (FOC) for BLDC Motors

Field-Oriented Control (FOC) is an important technology for motor systems, particularly those using permanent magnets (PM). In general, FOC provides an efficient way to control BLDC motor in adjustable speed drive applications that have quickly changing loads, and can improve the power efficiency of an AC induction motor, especially at lower speeds. For this reason, some designers mistakenly associate FOC for use only with AC motors. While it is true that today's brushless DC (BLDC) motors tend to very efficient, up to 96 percent even without FOC, the value FOC brings to these systems is reduced torque ripple, resulting in smoother motor performance and quieter operation.

In simple terms, FOC is a motor control technique where the system is trying to orient the stationary or "stator" flux vector to a specific degree relative to the rotor flux vector (see Figure 1). The optimal degree of orientation depends upon what characteristic of the motor needs to be maximized. The most common use of FOC is to maximize the motor's torque per amp. This is achieved when the stator flux vector is 90 degrees to the rotor flux vector unless the motor has a variable reluctance, such as a motor with a magnet buried inside it. In this case, the degree of orientation is typically 115 to 120 degrees.

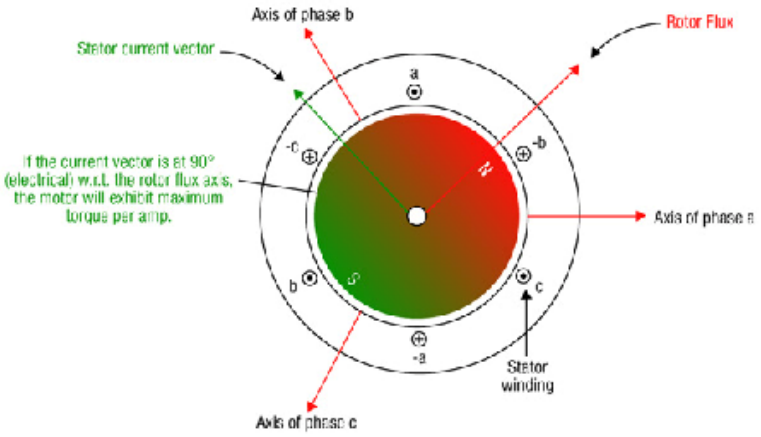


Figure 1: Field-oriented control techniques orient the stator flux vector to a specific degree relative to the rotor flux vector. (Source: Texas Instruments. Used with permission.)

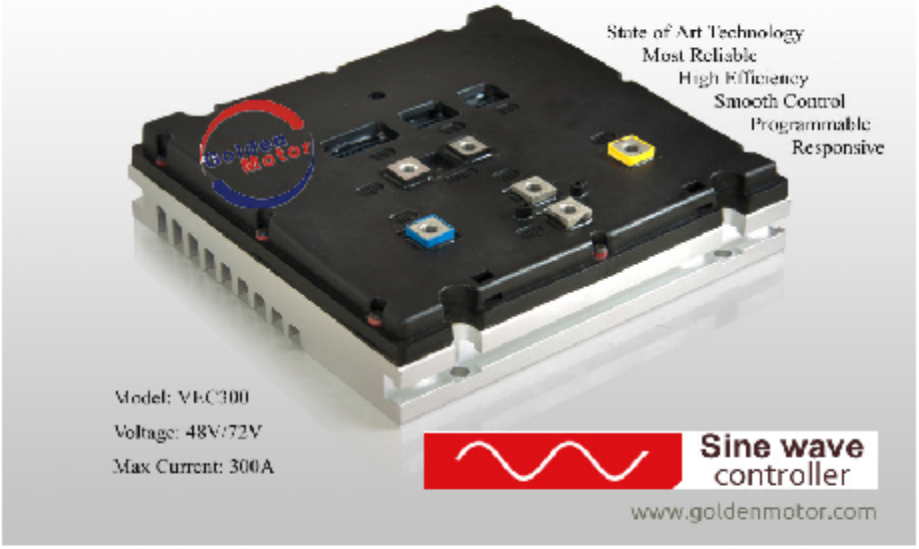
Golden Motor Technology Co Ltd

Field Oriented Controller (vector control)

Best Tuned for BLDC Motor HPM10KW (48/72/96V 10KW)

Field Oriented Controller (vector control)

Best Tuned for BLDC Motor HPM5000 (48/72V 5KW)



Golden Motor Technology Co Ltd

Golden Motor's FOC controller products are specially designed for high power rating brushless dc (BLDC) motors from 1KW up to 20KW with voltages between 48V and 96V. The product series use the FOC(Field Oriented Control/Sine Wave) algorithm in which SVPWM is used to drive the power device so that it injects sinusoidal current to the three-phase of motor. Meanwhile, by using a 32-bit microprocessor which incorporates the latest ARM core, it exhibits excellent operational capability. The system handles several close loops which include torque, flux and speed loop and at the same time other high demand of real-time task operation is possible. By advanced control solution the system can achieve the following performance: maximum torque control, constant power control, speed closed loop control and regenerative braking. Compared with traditional square wave motor controller, the PMSM controller has the following obvious advantages:

Smooth driving

• Direct torque control, smooth start-up, excellent acceleration performance, especially in slow speed.

Low noise

• Vector control sinusoidal current injection and smooth motor output torque, which fully suppress the low frequency noise caused by the fluctuations of motor torque.

Programmable via PC

·Provide PC software(GUI) to program motor and control parameters to fine tune the drive system.
·Operating status can be monitored in real-time
·Support UART(standard)or CAN bus (optional)

Perfect protection functions

·Signal integrity detection (motor interface signal, control signal, etc.)
·Over-current protection, over or under voltage protection and over-temperature protection.
·Provide motor temperature-control interface

Main features

·On-site parameters tuning (Provide PC software)
·System power-on self-checking function
·Regenerative braking
·Brake, cruise, and three-mode speed selection interface
·Display interface
·LED for operation and fault status indication
·Cmpact design, which is convenient for vehicle installation

Golden Motor Technology Co Ltd

Applications

- Electric Cars
- Electric Motorcycles
- Electric Golf Buggies
- Electric Boats

FOC Controller Series

Model	Rated Voltage	Rated Current	Max Phase Current	Dimensions L*W*H Weight
VEC300-48	48V	120A	300A	190*180*50mm (2.5kg)
VEC300-72	72V	100A	300A	190*180*50mm (2.5kg)
VEC300-96	96V	80A	250A	190*180*50mm (2.5kg)
VEC500-48	48V	200A	500A	200*190*58mm (3.2kg)
VEC500-72	72V	150A	500A	200*190*58mm (3.2kg)
VEC500-96	96V	120A	450A	200*190*58mm (3.2kg)

Main Technical Parameters And Operation Characteristics

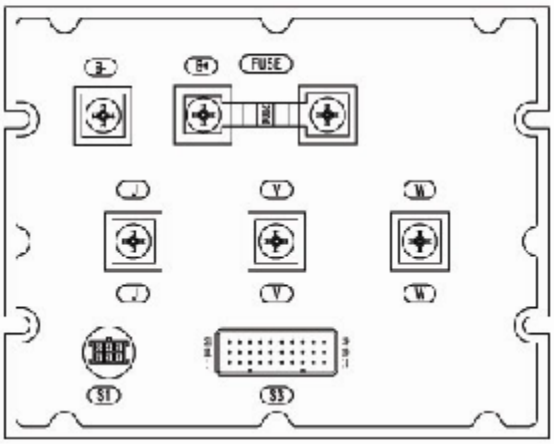
Main Performance	
Rated operation voltage	48V~96V
Rated DC BUS current	30A~200A
Rated output power	1000~10000W
Motor control mode	FOC
Quiescent operation current	20~40mA
Speed limit	Controlled by motor and configuration
Driving method	Direct torque control

Golden Motor Technology Co Ltd

System Protection Characteristics		LED Blinking Times
Over-voltage protection	Battery voltage is higher than default value	1
Under-voltage protection	Battery voltage is lower than default value	2
Motor over-current protection	Motor phase is short-circuit or phase to ground is short-circuit	3
Motor over-heat protection	Motor temperature is higher than default value	13
Stalling protection	Motor stalling time is over default value	4
HALL protection	HALL input is abnormal	5
MOSFET protection	MOSFET self-checking is abnormal	6
Phase winding disconnect protection	One of the motor phase is disconnection	7
Self-checking error protection	System internal power-on self-checking is abnormal	10
Controller over-heat protection	When controller operation temperature is higher than default value	11
Throttle protection	Throttle input is abnormal	12
Communication Characteristics		
UART communication	UART interface: parameter configuration and working state monitoring	
CAN communication	CAN interface: parameter configuration and working state monitoring	
Bluetooth communication	Bluetooth wireless interface: parameter configuration and working state monitoring	
LED indicator light	Indicate current working state or fault state	

Golden Motor Technology Co Ltd

VEC Controller functional pins definitions



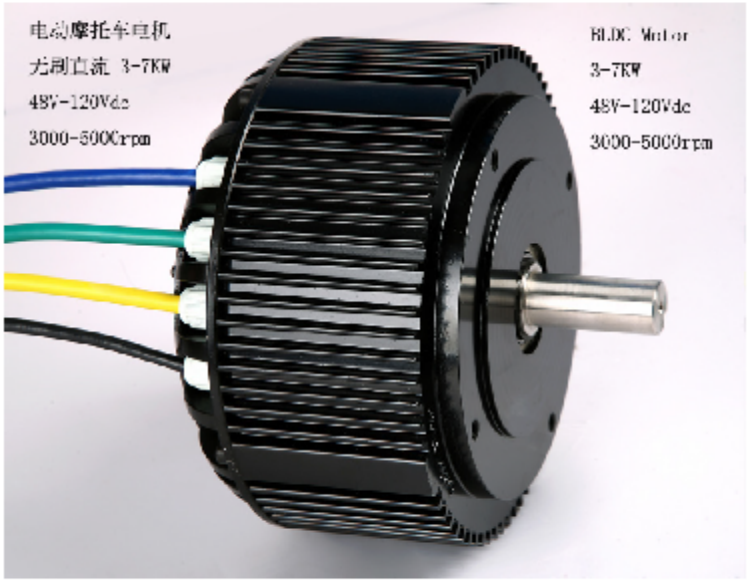
S1—Programming

- ①—GND (Black)
- ②—RX (Green&Yellow)
- ③—TX (Green)
- ④—+5V (Red)

S3—Function control wiring harness

- (20)—High Speed (Blue)
- (21)—GND (Black)
- (24)—Low Speed (Blue)
- (26)—GND (Black&White)
- (27)—Throttle (Green&White)
- (28)—+5V (Red&White)

Golden Motor Technology Co Ltd



Tarkastuskortti

1. Ajoneuvon tiedot

Rekisteritunnus:	Käyttöönottopäivä:	Ajoneuvon merkki:	Ajoneuvon malli:	Matkamittarin lukema:
59-OGL		Kawasaki		115 km
Valmistenumero:	**Kansallisuustunnus:**	**Ajoneuvoluokka:**	**Suoritteet:**	**Asiakas:**
ZX500B-000266	FIN	L3	Muutoskatsastus, iso	Plus -konserni, henkilökunta

2. Iskunvaimennintesti

3. Jarrujen mittaus

4. Pakokaasujen päästömittaus

Päästöt tyhjäkäynnillä **Päästöt kierroksilla**

5. Muut tarkastukset, sekä huomautukset

6. Havaitut viat ja puutteet

7. Päätös

Hyväksytty

Päiväys: 12.04.2017 Katsastaja:

Timo Linsamo

Muutoskatsastuksessa on sovellettu ajoneuvolain (1090/2002) 7 luvussa ja ajoneuvojen hyväksynnästä annetun valtioneuvoston asetuksen (1244/2002) 3 ja 4 luvuissa olevia muutoskatsastusta koskevia säännöksiä sekä muita ajoneuvolaissa olevia ja ajoneuvolain nojalla annettuja ajoneuvon teknisiä vaatimuksia koskevia säännöksiä ja määräyksiä. Tähän katsastuspäätökseen voi hakea oikaisua Liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta. Oikaisuvaatimus on tehtävä kirjallisesti 30 päivän kuluessa katsastuspäätöksen tiedoksisaannista. Oikaisuvaatimuksen käsittelystä peritään Trafin maksuasetuksen mukainen hinta. Lisätietoja oikaisuvaatimuksesta: http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/oikaisuvaatimus.

Plus Katsastus Rauma, Kairakatu
Y-tunnus: 2387256-5
Kairakatu 8
26100 Rauma

Puh: 044 423 2200
Fax: 02 823 3330
www.plus.fi
rauma@plus.fi

Anna palautetta
Anna palautetta skannaamalla QR-koodi puhelimellasi tai menemällä osoitteeseen:
http://bit.ly/plusrauma

Selvitys käytetyistä menetelmistä ja materiaaleista

Muutos: Moottorikehdon laajentaminen

Valmistenumero: ZX500B-000266 Rekisterinumero: 59-OGL

Moottorikehdon laajennusta tarvittiin akkupaketin mahduttamiseksi moottorikehdon sisään. Etuhaarukan kulma ja akseliväli pysyivät alkuperäisinä.

Alkuperäisiä runkoputkia katkaistiin yhteensä neljä kappaletta.

Alkuperäisen rungon materiaali varmistettiin niukasti seostetuksi teräkseksi sitä katkaistaessa kipinätestauksella. Kyseisen materiaalin hitsattavuus on tunnetusti hyvä.

Uusien runkoputkien materiaaliksi valittiin alkuperäistä vastaavan laatuinen teräs SSAB Form tube 320 (EN 10305-3 -5) kylmävalssattu putki. Liitosten vahvuus varmistettiin valitsemalla uudet putket halkaisijaltaan alkuperäisiä isommiksi, siten että alkuperäinen putki sopi tiukasti uuden putken sisään. Näin putkien hitsaus yhteen helpottui. Käytetty putki oli halkaisijaltaan 30mm ja 2,5mm seinämävahvuus.

Liitokset toteutettiin MIG-hitsauslaitteella, jossa käytettiin SFA/AWS A5.20:E71T-11 standardin mukaista hitsauslankaa, joka soveltuu suurimmalle osalle tunnetuista terästyypeistä. Esilämmitykseen käytettiin propaanikäyttöistä kaasupoltinta ja rakenteiden jännityksen poistamiseksi hitsauskohdat jälkipäästettiin samalla menetelmällä.

Muutostyön toteuttaja vakuuttaa mainitut tiedot oikeiksi:

Raumalla 10.4.2017

Turo Toivonen

Ritavuorentie 99

27100 Eurajoki

LIITE 4.

Tyhjennä lomake

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto

Osaluettelo
Moottoripyörä

Rekisteritunnus	Valmistenumero
59-OGL	ZX500B-000266

Kunnostamisessa on käytetty osia seuraavista ajoneuvoista
Merkki, malli, valmistenumero, rekisteritunnus
Sanifer mopoauto LCSECT09475565299 (akusto)

Asiakas täyttää		Katsastaja täyttää	
Osanimike	Mistä peräisin	Kanta-ajoneuvon osuus	Vaihdettujen osien osuus
1. Moottori apulaitteineen Moottori 1. kampikammio ja -koneisto 2. sylinteri ja männät 3. sylinterikannet	10 kw bldc motor www.goldenmotor.com moottorinohjaus vec 500 www.goldenmotor.com		28
- ensiöveto			
- vaihteisto			
2. Runko - apurunko			
3. Takahaarukka, -akselisto ja -jousitus			
- takahaarukka – tai akselisto			
- jouset ja iskunvaimentimet			
4. Etuhaarukka 1. T-kappaleet 2. teleskoopin sisäputket 3. teleskoopin ulkoputket			
5. Pyörät			
a) Moottoripyörät (L_{3e} ja L_{4e}) 1. pyörän napa, etu 2. pyörän napa, taka 3. vannekehä, etu 4. vannekehä, taka			
a) Kolmipyörät (L_{5e}) 1. pyörän napa, etu 2. pyörän navat, taka 3. vannekehä, etu 4. vannekehät, taka			
6. Polttoainesäiliö	akusto 9kw/h www.svt.fi		4
7. Istuin	omavaimiste		4
8. Pakoputkisto 1. alkukäyrät 2. äänenvaimentimet	poistettu poistettu		2
9. Ajovalot 1. etuvalo 2. takavalo	motonet		2
Selvityksen oikeaksi vahvistaa ☒ ajoneuvon omistaja ☐ ajoneuvon haltija Omistajan tai haltijan allekirjoitus, nimenselvennys ja osoite Turo Toivonen Ritavuorentie 99 27100 Eurajoki		**Yhteensä**	40
Muutoskatsastuksen hakijan allekirjoitus, nimenselvennys ja osoite		Katsastustoimipaikan ja katsastajan nimi Katsastus Rauma Oy Kairakatu 8 26100 Rauma puh. 044 423 2200 Katsastus Rauma Oy Timo Linsamo Paikka ja pvm RAUMA 12.4.2017	

CI16 2/2015

TULLI
TULL·CUSTOMS

TULLAUSPÄÄTÖS/~~LASKU~~ 1 /1
Luovutus vapaaseen liikkeeseen

Myyjä CHANGZHOU TRED PRODUCTS INTERN CN	Tullausnumero 1 23011 14090 0042 00		Tullauspäivä 31.03.2014
Postitusosoite TNT Suomi Oy Lentorahdintie 141 20360 Turku	Tulopäivä 30.03.2014	Hyväksymispäivä 31.03.2014	Veropäivä 31.03.2014
	Viite 293849279		
	Lisäviite 613724		
	Tullivelallinen ARI TOIVONEN		
Asiamies TNT Suomi Oy Lentorahdintie 141 20360 Turku nro FI0603365-5T0004 T	Tavaranhaltija ARI TOIVONEN RITAVUORENTIE99 27100 EURAJOKI	nro	
Yleisilmoitus / Edeltävä asiakirja 701 14BE53200089894400	Vakuudesta varattu osuus (%) 60,19	Jaksoerittelyn postitusosoitetunnus FI0603365-5T0004	

Järj. nro	Tavaran koodi/ Lisäkoodi	Menettely/ Tullikohtelu	Verolaji	Veron peruste	Yks.	Verokanta	Yks.	Veron määrä (€)
1	8711901000	4000 999	A00	1293,25	EUR	6,00	%	77,59
		1011 100	B00	1370,84	EUR	24,00	%	329,00
	20 KGM 1 NAR							

Valmistenumero

Lisätietoja / Huomautuksia

ARKISTOINTIKAPPALEET
säilytettäväksi tullin mahdollista jälkitarkastusta varten
(säilytysaika 6 vuotta)

Verolajit
A00 TULLI 77,59 B00 ALV 329,00

Yhteensä 406,59

Tullitoimipaikan yhteystiedot Valtakunnalliset toiminnot Sähköinen palvelukeskus Tullauskeskus PL 512 00101 HELSINKI puh. 020 690 617 faksi 020 391 115 Käsittelijä EDItuonti	Eräpäivä 02.05.2014	Maksettava määrä 406,59
	Maksuviite 123011140900042004	
	Kansainvälinen tilinumero (IBAN) ja pankkitunnus (BIC/SWIFT) NORDEA FI2616603000102304 NDEAFIHH DANSKE FI8280001700013916 DABAFIHH POHJOLA FI9050000120378517 OKOYFIHH	

Valitusosoitus
Tähän päätökseen tyytymätön saa hakea siihen muutosta valittamalla Helsingin hallinto-oikeuteen kirjallisella valituksella. Valitus on tehtävä kolmen vuoden kuluessa tämän päätöksen tiedoksiannosta.
Valituskirjelmä on toimitettava määräajassa Tullille ensisijaisesti osoitteeseen: Tuli / Tuonnin oikaisuhakemukset, PL 512, 00101 HELSINKI. Valituskirjelmän voi myös jättää jokaiseen tulitoimipaikkaan. Omalla vastuulla valituasiakirjat voi lähettää postitse tai lähetin välityksellä. Postitse lähetetyn valituksen tulee olla perillä valitusajan viimeisenä päivänä ennen tulitoimipaikan aukioloajan päättymistä. Tullitoimipaikan aukioloaika päättyy kello 16.15.
Valituskirjelmässä on ilmoitettava
- valittajan nimi ja kotikunta
- postiosoite ja puhelinnumero, joihin asian käsittelyä koskevat ilmoitukset valittajalle voidaan toimittaa
- päätös, johon haetaan muutosta
- miltä kohdan päätökseen haetaan muutosta ja mitä muutoksia siihen vaaditaan tehtäväksi
- perusteet, joilla muutosta vaaditaan.
Valittajan, laillisen edustajan tai asiamiehen on allekirjoitettava valituskirjelmä. Jos valittajan puhevaltaa käyttää hänen laillinen edustajansa tai asiamiehensä tai jos valituksen laatijana on muu henkilö, on valituskirjelmässä mainittava myös tämän nimi ja kotikunta.
Valituskirjelmään on liitettävä
- tämä päätös alkuperäisenä tai jäljennöksenä
- asiakirjat, joihin valittaja vetoaa vaatimuksensa tueksi, jollei niitä ole jo aikaisemmin toimitettu viranomaiselle.
Asiamiehen, jollei hän ole asianajaja tai yleinen oikeusavustaja, on liitettävä valitukseen valtakirja.

Tullilomake nro 112s - 13

L

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto Trafiksäkerhetsverket Suomi FIN Euroopan yhteisö Europeiska gemenskapen

0060237020

1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa
Registreringsbevis. Del I / Teknisk del

Permiso de circulación. Parte I · Osvědčení o registraci - Část I · Registreringsattest. Del I · Zulassungsbescheinigung. Teil I · Registreenmisunnistus. Osa I · Άδεια κυκλοφορίας/Πιστοποιητικό Εγγραφής. Μέρος Ι · Priemetna dovolnica · Certificat de Înmatriculare. Partea I · Certificat d'immatriculation. Partie I · Carta di circolazione. Parte I · Registrācijas apliecība. I daļa · Registracijos liudijimas. I dalis · Forgalmi engedély. I. Rész · Сертификат за упражняване. part I · Teastas Clárúithe · Registration certificate. Part I · Kentekenbewijs. Deel I · Dowód Rejestracyjny. Część I · Certificado de matrícula. Parte I · Osvedčenie o evidencii. Časť I · Prometno dovoljenje. Del I · Certificat de Înmatriculare

I Pvm Datum 12.04.2017

C.2 Rekisteriin merkitty omistaja I registret antecknad ägare (C.2.1, C.2.2, C.2.3)

Toivonen, Turo Tapio

Ritavuorentie 99
27100 EURAJOKI

C.3 Rekisteriin merkitty haltija I registret antecknad innehavare (C.3.1, C.3.2, C.3.3)

70

L

[X] C.2 = C.1* [ ] C.3 = C.1*

A Rek.tunnus Reg.tecken	Järj.nro Ordn.nr Osa Del I / II	J Ajoneuvoluokka Fordonskategori	Vakuutusyhtiö Försäkringsbolag
59-OGL	025/023	L3 / Moottoripyörä	IF

Rajoitukset Begränsningar

Ajoneuvo Fordon

D.1 Merkki Märke: Kawasaki

D.3 Kauppanimi Handelsbeteckning:

Ajoneuvoryhmä Fordonsgrupp: 2-pyöräinen

E Valmisteenumero Tillverkningsnummer	Ajoneuvon käyttö Fordonets bruk	B Käyttöönottopäivä Ibruktagningsdag
ZX500B-000266	Yksityinen	00.00.1988

Tyyppihyväksyntä Typgodkännande

K Tyyppihyväksyntänro Typgodkännandenr:

D.2 Tyyppi Typ:

D.2 Variantti Variant:

D.2 Versio Version:

Katsastus Besiktning

Edellinen katsastus suoritettu, pvm Föregående besiktning utförd, datum	Edellisen katsastuksen toimipaikka Föregående besiktningsställe	Seuraavan määräaikaiskatsastuksen aikaväli Intervallet för nästa periodiska besiktning	VAK/ADR-todistuksen voimassaolopvm VAK/ADR-intygets giltighetsdatum
29.04.1988			

Muut tekniset tiedot (massat kg) Andra tekniska uppgifter (massor kg)

S.1 Istuimien lukumäärä Antal sitsar	P.1 Iskutilavuus (cm³) Cylindervolym	P.2 Suurin nettoteho (kW) Största nettoeffekt	Q Tyhjämassa (kW/kg) Effekt/egenmassa	P.3 Käyttövoima Drivkraft
1				Sähkö

Ajoneuvon kokonaispituus (mm) Fordonets totallängd	Ajoneuvon leveys (mm) Fordonets bredd	Jarrujärjestelmän lisätieto Tilläggsinformation om bromssystemet	F.1 Tekn. suurin sallittu kok.massa Tekniskt största tillåtna totalmassa
2095	690		

G Ajoneuvon omamassa Fordonets egenmassa	F.2 Tieliikenteessä sallittu suurin kok.massa I vägtrafik tillåten största totalmassa	F.3 Yhd. suurin sallittu kok.massa telik. Komb. största tillåna totalm. i vägtrafik	Auton kokonaismassa pv-käytössä Bilens totalmassa vid slapvagnsbruk	O.1 Perävaunumassa jarrun Släpv.massa med bromsar	O.2 jarruttu utan bromsar
232					

Akselit edestä Axlarna framifrån	Tyyppihyväksytyt renkaat Typgodkända däck: Koko, kuormitustunnus, nopeusluokka Storlek, belastningskännetecken, hastighetsklass	Katsastuksessa merkityt renkaat Vid besiktningen märkta däck: Koko, kuormitustunnus, nopeusluokka Storlek, belastningskännetecken, hastighetsklass	Tieliik. sall. akselimassa I vägtrafik tillåten axelmassa
1. akseli	110/80-16		
2. akseli	130/90-16		

Erikoisehdot ja huomautukset Särskilda villkor och anmärkningar

Katsastuksen huomautukset
LTJ-tyyppikoodi: 99062
Vetojärjestelmä: 2X1
LTJ-mallimerkintä: GPX500R-ZX500B/497
Korjattu ajoneuvo.

Käsitteljän merkinnät Handläggarens anteckningar

Ilmoitus vastaanotettu Anmälan mottagen

Toimipaikan leima Registreringsställets stämpel

[ ] Poistettu liikennekäytöstä Avställt
[ ] Kilvet palautettu Skyltarna återlämnade

87008 - 2015

Sivu Sida 1(2)

Tämä osa pidettävä ajossa mukana. Denna del bör medföras vid körning.
Jatko-osa pidettävä ajossa mukana. Tilläggsdelen bör medföras vid körning.

* C.1 = Rekisteröintitodistuksen 1 osan haltija Innehavare av registreringsbevisets del 1

A112264120

Käännä Vänd

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto Suomi
Trafiksäkerhetsverket FIN
Euroopan yhteisö Europeiska gemenskapen

0060237020

1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa
Registreringsbevis. Del I / Teknisk del

Permiso de circulación. Partie I
Osvědčení o registraci - Část I
Registreringsattest. Del I
Zulassungsbescheinigung. Teil I
Registreerimistunnistus. Osa I
Άδεια κυκλοφορίας/Ταξινομημένο Ευρωμέρος Μέρος Ι
Prometna dozvola
Certificat la' Registrazzjoni L-I Part
Certificat d'immatriculation. Partie I
Carta di circolazione. Parte I
Registrācijas apliecība. I daļa
Registracijos liudijimas. I dalis
Forgalmi engedély. I. Rész
Свидетелство за управление. част 1
Tasalas Cláraithe
Registration certificate. Part I
Kentekenbewijs. Deel I
Dowód Rejestracyjny. Część I
Certificado de matrícula. Parte I
Osvedčenie o evidencii. Časť I
Prometno dovoljenje. Del I
Certificat de immatriculare

I Pvm Datum 12.04.2017

A Rek.tunnus Reg.tecken	Järj.nro Ordn.nr Osa Del I / II	J Ajoneuvoluokka Fordonskategori	D.1 Merkki Märke
59-OGL	025/023	L3 / Moottoripyörä	Kawasaki

Erikoisehdot ja huomautukset Särskilda villkor och anmärkningar

Vaihdettujen osien määrä 12.04.2017 yhteensä 40.0%.
Edellinen rekisteritunnus: OL-432

B700B - 2015

Sivu Sida 2(2)

Tämä osa pidettävä ajossa mukana. Denna del bör medföras vid körning.

A112264119 Käänna Vänd

L

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto / Trafiksäkerhetsverket / Euroopan yhteisö / Europeiska gemenskapen — Suomi / FIN

0060237020

1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa
Registreringsbevis. Del I / Teknisk del

Permiso de circulación. Parte I · Certificat de l'immatriculation. Partie I · Registration certificate. Part I · Osvědčení o registraci - Část I · Certificat d'immatricolazione. Parte I · Kentekenbewijs. Deel I · Registreringsattest. Del I · Carta di circolazione. Parte I · Dowód Rejestracyjny. Część I · Zulassungsbescheinigung. Teil I · Registrácijas apliecība. I. daļa · Certificado de matrícula. Parte I · Rekisterointitodistus. Osa I · Registracijos liudijimas. I dalis · Osvědčenie o evidenci. Část I · Άδεια κυκλοφορίας/Πιστοποιητικό Εγγραφής.Μέρος Ι · Forgalmi engedély. I. Rész · Prometno dovoljenje. Del I · Сертификат за управление. part I · Teastas Cláraithe · Prometna dovolenje. Del I

I Pvm Datum 02.03.2017

C.2 Rekisteriin merkitty omistaja I registret antecknad ägare (C.2.1, C.2.2, C.2.3)

Toivonen, Turo Tapio

Ritavuorentie 99
27100 EURAJOKI

[X] C.2 = C.1*

C.3 Rekisteriin merkitty haltija I registret antecknad innehavare (C.3.1, C.3.2, C.3.3)

70 L

[ ] C.3 = C.1*

A Rek.tunnus Reg.tecken	Järj.nro Ordn.nr Osa Del I / II	J Ajoneuvoluokka Fordonskategori	Vakuutusyhtiö Försäkringsbolag
69-OGL	024/023	L3 / Moottoripyörä	IF

Rajoitukset Begränsningar

Ajoneuvo Fordon

D.1 Merkki Märke: Kawasaki

D.3 Kauppanimi Handelsbeteckning:

Ajoneuvoryhmä Fordonsgrupp: 2-pyöräinen

E Valmisternumero Tillverkningsnummer: ZX500B-000266

Ajoneuvon käyttö Fordonets bruk: Yksityinen

B Käyttöönottopäivä Ibruktagningsdag: 00.00.1988

Tyyppihyväksyntä Typgodkännande

K Tyyppihyväksyntänro Typgodkännandenr:

D.2 Tyyppi Typ:

D.2 Variantti Variant:

D.2 Versio Version:

Katsastus Besiktning

Edellisen katsastus suoritettu, pvm Föregående besiktning utförd, datum: 29.04.1988

Edellisen katsastuksen toimipaikka Föregående besiktningsställe:

Seuraavan määräaikaiskatsastuksen aikaväli Intervallet för nästa periodiska besiktning:

VAK/ADR-todistuksen voimassaolopvm VAK/ADR-intygets giltighetsdatum:

Muut tekniset tiedot (massat kg) Andra tekniska uppgifter (massor kg)

S.1 Istumien lukumäärä Antal sitsar	P.1 Iskutilavuus (cm³) Cylindervolym	P.2 Suurin nettoteho (kW) Största nettoeffekt	Q Tehopainosuhde (kW/kg) Effekt/egenmassa	P.3 Käyttövoima Drivkraft
1	497	56	0,267	Bensiini

Ajoneuvon kokonaispituus (mm) Fordonets totallängd	Ajoneuvon leveys (mm) Fordonets bredd	Jarrujärjestelmän lisätieto Tilläggsinformation om bromssystemet	F.1 Tekn. suurin sallittu kok.massa Tekniskt största tillåtna totalmassa
	690		

G Ajoneuvon omamassa Fordonets egenmassa	F.2 Tieliikenteessä sallittu suurin kok.massa I vägtrafik tillåten största totalmassa	F.3 Yhd. suurin sallittu kok.massa telik. Komb. största tillåtna totalm. i vägtrafik	Auton kokonaismassa pv-käytössä Bilens totalmassa vid slapvagnsbruk	O.1 Perävaunumassa jarrun Slapv.massa med bromsar	O.2 ilman utan bromsar
210					

Akselit edestä Axlarna framifrån	Tyyppihyväksytyt renkaat Typgodkända däck: Koko, kuormitusluvun, nopeusluokka Storlek, belastningskännetecken, hastighetsklass	Katsastuksessa merkityt renkaat Vid besiktningen märkta däck: Koko, kuormitusluvun, nopeusluokka Storlek, belastningskännetecken, hastighetsklass	Tieliik. sall. akselimassa I vägtrafik tillåten axelmassa
1. akseli			
2. akseli			

Erikoisehdot ja huomautukset Särskilda villkor och anmärkningar

Katsastuksen huomautukset
LTJ-tyyppikoodi: 9906250801
Vetojärjestelmä: 2X1
TAKASUUNTAVALOJEN SIJOITUS HYVÄKSYTTY TPP 90A PYK PERUSTEELLA. RENKAAT 110/80-16 130/90-16.

Käsittelijän merkinnät Handläggarens anteckningar

Ilmoitus vastaanotettu Anmälan mottagen

Toimipaikan leima Registreringsställets stämpel

[ ] Poistettu liikennekäytöstä Avställt
[ ] Kilvet palautettu Skyltarna återlämnade

B7008 - 2015

Sivu Sida 1(2)

Tämä osa pidettävä ajossa mukana. Denna del bör medföras vid körning.
Jatko-osa pidettävä ajossa mukana. Tilläggsdelen bör medföras vid körning.

*C.1 = Rekisteröintitodistuksen I osan haltija Innehavare av registreringsbevisets del I

A112260105 Käänna Vänd