

Arto Hämäläinen

# KIINTEÄN SÄHKÖAGGREGAATIN SUUNNITTELU LOSSIIN

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikka

Marraskuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  30.11.2011				
<b>Tekijä(t)</b> Arto Hämäläinen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Sähkötekniikka				
<b>Nimeke</b>  Kiinteän sähköaggregaatin suunnittelu lossiin					
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä suunnitelma sähköaggregaatin asentamisesta kiinteästi Vekaransalmen lossin sähköjärjestelmään. Suunnitelman pohjalta opinnäytetyön tilaajan olisi helpompi saada kokonaiskuva asennuksen teknisistä ratkaisuista ja mahdollisista kustannuksista. Näiden seikkojen avulla tilaajalla olisi enemmän tietoa päättää sähköaggregaatin hankinnasta. Suunnitelmaa voitaisiin soveltaa myös muihin vastaaviin losseihin.</p> <p>Vekaransalmen lossi on rakennettu vuonna 1995, ja sähköasennuksiltaan lossi on pääosin alkuperäisessä kunnossa. Joitakin lisäasennuksia ja muutoksia ajan mittaan on toki tehty. Invertterien käyttö tuottamaan 230 voltin sähköä on lisääntynyt tuosta ajasta huomattavasti, samoin vikavirtasuojien käyttö asennuksissa. Tämänkin vuoksi lossin sähköjärjestelmää oli aiheellista päivittää.</p> <p>Opinnäytetyössäni kävin läpi myös Vekaransalmen lossin muutakin tekniikkaa ja lämmitysjärjestelmiä. Työnä tämän suunnitelman tekeminen oli mielenkiintoista johtuen eri sähköjärjestelmien yhteen sovittamisesta ja vertailuista.</p> <p>Aggregaatin hankinta ja käyttökulut osoittaisivat, että pidemmällä aikavälillä laskettuna se olisi kannattava investointi, mikä parantaisi myös kuljettajien työskentelyolosuhteita.</p>					
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Aggregaatit, Akut, Sähköjärjestelmät					
<b>Sivumäärä</b> 27+20	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Kieli</b></td> <td style="width: 33%;"><b>URN</b></td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	<b>URN</b>	Suomi	
<b>Kieli</b>	<b>URN</b>				
Suomi					
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>					
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Arto Kohvakka	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Suomen Lauttaliikenne oy				

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  30.11.2011	
<b>Author(s)</b>  Arto Hämäläinen		<b>Degree programme and option</b>  Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Fixed aggregate plan to ferry			
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this work was make a plan of installing an aggregate to a ferry of Vekaransalmi. This plan will help to make a purchasing decision. The ferry of Vekaransalmi is sixteen years old and electricity systems are original That's why there is a need to update electrical systems</p> <p>In my thesis I discuss also ferry's heating systems and the other technologies. It was interesting to do this thesis, because here were many different electrical systems and devices.</p> <p>The calculations showed that it would be good thing to install an aggregate to the ferry. It would give many benefits. There would be electricity always when it needed and it would reduce the use of the ferry's own diesel engines.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Aggregates, Batteries, Electrical systems			
<b>Pages</b> 27+20	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>  Aggregates, Batteries, Electrical systems			
<b>Tutor</b>  Arto Kohvakka		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Finferries	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	SUOMEN LAUTTALIIKENNE OY .....	2
3	VEKARANSALMEN LOSSIN TEKNIKKAA.....	3
3.1	Vekaransalmen lossin nykyiset 24 voltin sähköjärjestelmät .....	5
3.1.1	Lossin akustot .....	7
3.1.2	Akku.....	8
3.2	Vekaran lossin nykyiset 400/230 voltin sähköjärjestelmät .....	9
3.3	Vekaran lossin lämmitysjärjestelmät.....	12
4	AGGREGAATIN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT.....	13
5	AGGREGAATIN MEKAANINEN ASENNUS .....	14
5.1	Aggregaatin asennus lossin sähköjärjestelmään.....	16
5.2	Sähköjärjestelmän suojaus.....	18
6	AGGREGAATIN VALINTAPERUSTEITA .....	19
6.1	Aggregaatin sähköntuotto.....	21
6.2	Aggregaatin polttoaineen kulutus .....	22
6.2.1	Aggregaatin kulutus vs. lossin dieselmoottoreiden kulutus.....	23
6.2.2	Aggregaatilla saavutettava hyöty ja hinta .....	24
7	POHDINTA .....	25

### LIITE/LIITTEET

- 1 Vekaran lossin sähköjärjestelmät
- 2 Vekaran lossin dieselmoottorit
- 3 Vekaran lossin ohjausjärjestelmät
- 4 Akkulateiden ominaisuudet
- 5 Poweri sähköaggregaatti hinnasto
- 6 Aggregaattien kulutus
- 7 ECO3 generaattori
- 8 Vekaran lossin liikennevalojärjestelmä
- 9 IT-järjestelmä



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena on pohtia kiinteän sähköaggregaatin asennuksen tarkoituksenmukaisuutta ja tarpeellisuutta lossiin sekä päivittää lossin nykyistä sähkö – ja lämmitysjärjestelmää. Opinnäytetyöni lähti liikkeelle lossin kuljettajien toiveesta saada kiinteä sähköaggregaatti lossiin, jolla voitaisiin tuottaa sähköä esim. talvella lämmitystä ja akkujen latausta varten. Monella lossipaikalla on varsinkin yöaikaan talvella melko vähän liikennettä, jolloin lossin omista moottoreista saatava lämpö on aika vähäistä.

Suomen Lauttaliikenne Oy:n teknisen tarkastajan kanssa miettiessämme asennuksen tarkoituksenmukaisuutta päätimme, että asennuksesta olisi tarpeellista tehdä jonkinlainen suunnitelma. Opinnäytetyössäni käyn läpi aluksi lossin nykyistä tekniikkaa ja sitten erilaisten aggregaattien soveltuvuutta lossikäyttöön.

Suunnitelmani tarkoitus ei ole tehdä yksityiskohtaista asennusohjetta, vaan pohtia asennuksen teknisiä haasteita ja myös mahdollisen asennuksen kustannuksia sekä käyttökustannuksia.

Opinnäytetyöni suunnitelman kohteena käytin Sulkavan kunnan alueella olevaa Vekarsalmen lossia. Lossi on rakennettu vuonna 1995 ja on kantavuudeltaan 70 tonnia. Käyttötunteja lossille tulee n. 8000 tuntia/vuosi. Lossi liikennöi osana seututietä 438, joka yhdistää Ruokolahden ja Sulkavan. Lisäksi lossiväylä ylittää Saimaan syväväylään kuuluvan Puumala–Savonlinna osuuden, jonka syväys on vähintään 4,2 metriä.

## 2 SUOMEN LAUTTALIIKENNE OY

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Suomen Lauttaliikenne Oy, joka käyttää viestinnässä myös aputoimi nimeä Finferries. Suomen Lauttaliikenteen historia ulottuu yli 200 vuoden taakse, 1800-luvun taitteeseen jolloin Suomessa toimi Kustaa IV Aadolfin perustama Kuninkaallinen Koskenperkausjohtokunta. Vuonna 1925 perustettiin Tie- ja Vesirakennushallitus (TVH), joka jatkoi tieverkoston kehittämistä ja rakentamista.(Finferries 2011.)

Myöhemmässä vaiheessa TVH:ta seurasi TVL ja Tieliikelaitos. Tielaitoksen hallinnointi ja tuotanto erotettiin vuonna 1998 erilleen toisistaan. Samana vuonna perustettiin myös valtakunnallinen Lauttayksikkö, joka otti vastuulleen koko Suomen lautta- paikat. Vuonna 2001 erotettiin hallinto ja tuotanto lopullisesti kahdeksi erilliseksi organisaatioksi.(mt.)

Syntyi tilaaja/tuottaja malli, jossa Tiehallinto toimi tilaajana ja Tieliikelaitos tuottajana kilpaillen muiden maanrakennusyritysten tavoin eri tienhoidossa ja rakentamisessa olevista urakoista. Lauttaliikennettä ei vielä tässä vaiheessa kilpailutettu, vaan sopimukset tehtiin neuvottelusopimuksina ja toiminta jatkui nimellä Tieliikelaitos Lautta- varustamo.(mt.)

Tieliikelaitos otti 14.2.2007 käyttöön markkinointinimen Destia ja Tieliikelaitos Lautta- varustamosta muodostui Destia Lauttapalvelut. Vuoden 2008 alussa Destiasta tuli kokonaan valtion omistama osakeyhtiö Destia Oy, joka jatkoi Tieliikelaitoksen liike- toimintaa. 15.10.2009 valtioneuvosto teki päätöksen, jolla Destian lauttaliikenne toi- minta eriytettiin erilleen muusta Destian toiminnasta. Suomen Lauttaliikenne aloitti toimintansa 1.1.2010 kokonaan valtion omistamana osakeyhtiönä. (mt.)

Suomen Lauttaliikenteen kotipaikka ja yrityksen pääkonttori sijaitsee Turussa, missä myös vastataan Meri-Suomen lossien ja lautta-alusten liikenteestä ja toiminnasta. Jär-

vi-Suomen lossien toimintaa hoidetaan Sulkavalla olevalta toimistolta käsin. Henkilökuntaa Suomen Lauttaliikenteen palveluksessa on keskimäärin noin 275. (Finferries 2011.)

Suomen Lauttaliikenne hoitaa liikenteen yhteensä 38:lla eri lossi- tai lauttapaikalla. Suurin osa liikenteestä hoidetaan losseilla ja muutamalla paikalla on lautta-alus. Lossin ja lautta-aluksen ero on siinä, että lossissa on ohjausvaijeri ja lautta-alus on vapaasti ohjattava. Lautta- ja lossimatkat ovat käyttäjille maksuttomia, koska lautat ja lossit ovat osa Suomen yleistä tieverkkoa.(mt.)

Suomen Lauttaliikenne oy kuljettaa vuosittain noin 5 miljoonaa ajoneuvoa ja noin 10 miljoonaa matkustajaa. Lyhyin väli on Kivimo Houtskärissä 159 metriä ja pisin väli on 9,5 km Korppoosta Houtskäriin. (mt.)

### **3 VEKARANSALMEN LOSSIN TEKNIKKAA**

Varsinaisina voimalaitteina Vekaransalmen lossissa (kuva 1) on kaksi Scanian valmistamaa dieselmoottoria. Tyypiltään dieselmoottorit ovat DSI11 moottoreita (kuva 2). DSI11 tarkoittaa, että moottorit ovat kuusisylinterisiä turboahdettuja merimoottoreita ja iskutilavuudeltaan 11,02 litraa (Scania teollisuus- ja merimoottorit, 4). Moottoreiden jäähdytys tapahtuu kölijäähdytystankkien avulla, joten erillisiä jäähdyttimiä moottoreissa ei ole. Dieselmoottoreiden voima välitetään potkurilaitteille kardaaniakselien avulla.

Potkurilaitteet ovat Aquamasterin valmistamat US601/1750 potkurilaitteet. Lossin ohjausjärjestelmänä on Aquapilot—Ohjausjärjestelmä. Aquapilot ohjausjärjestelmän perusosa on Aquapilot ohjauskahva, joka on Aquamaster —potkurilaitteen yksivipuohjain. Ohjaimeen on yhdistetty suunnan, kytkimen ja pyörimisnopeuden säätö. Aquapilot ohjauskahvalla ohjataan Aquamaster potkurilaitteen suuntaa kääntämällä kahvaa vaakatasossa(Aquapilot ohjausjärjestelmä käyttäjän ohjeet). Ohjausjärjestelmässä on potkurilaitteen yhteydessä suunta-anturi, joka antaa potkurilaitteen suunta tiedon ohjaamossa olevalle näytölle.

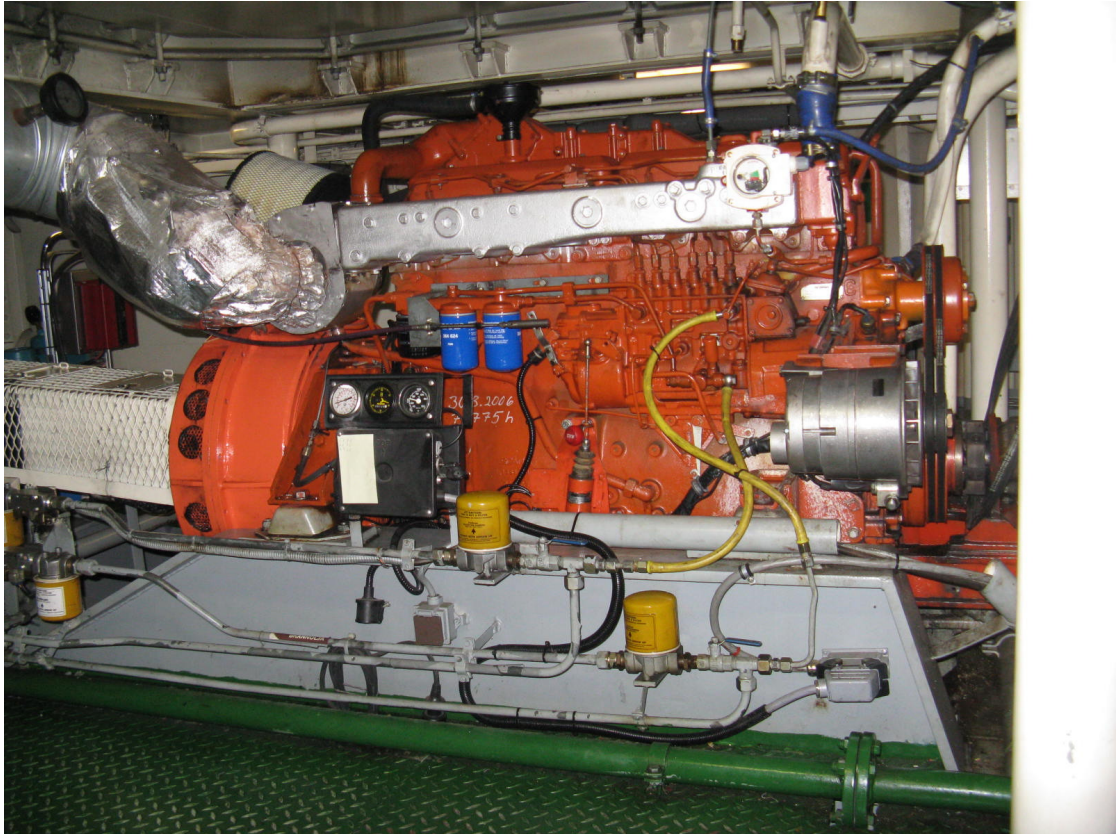
Aquamaster —potkurilaitteet ovat varustettu kulmavaihteella, joka mahdollistaa potkurilaitteiden 360 asteen kääntökulman, eli laitteet ovat ympäri pyöriviä. Dieselmoottorit

ja potkurilaitteet sijaitsevat lossin konehuoneissa, toinen lossin toisessa päässä ja toinen toisessa. Lossin toiminnot esim. porttien avaaminen ja sulkeminen tapahtuvat ohjaamalla sähköisesti hydrauliikkaventtiileitä.

Hydraulipumppuja on lossissa neljä, ja käyttövoimansa ne saavat lossin päämoottoreilta. Dieselmoottoireiden yhteydessä olevilla hydraulipumpuilla käytetään lossin porttien sylintereitä. Aquamasterin potkurilaitteissa on lossin ohjauksen kääntöä varten omat hydraulipumput ja hydraulimoottorit. Hydraulijärjestelmä on rakennettu siten, että lossin portteja voidaan käyttää myös yhdellä hydraulipumpulla. Mahdollisessa dieselmoottorin vikaantuessa saattaa tällainen tilanne olla mahdollinen.



**KUVA 1. Vekaransalmen lossi Laitaatsillan telakalla Savonlinnassa**



**KUVA 2. Lossin dieselmoottori**

### **3.1 Vekaransalmen lossin nykyiset 24 voltin sähköjärjestelmät**

Nykyinen sähköjärjestelmä käsittää pienoissähköllä (24 voltia tasajännitettä) toimivat dieselmoottoreiden sähkölaitteet. Näihin sähkölaitteisiin kuuluvat mm. latausgeneraattori, käynnistinmoottori, erilaiset anturit ja dieselmoottorin kierrosnopeuden säätö, joka toimii sähkömoottorin avulla. Lossissa on ns. yhteislatausjärjestelmä, joka mahdollistaa toisen latausgeneraattorin tai dieselmoottorin vioittuessa molempien akustojen lataamisen yhdellä latausgeneraattorilla.

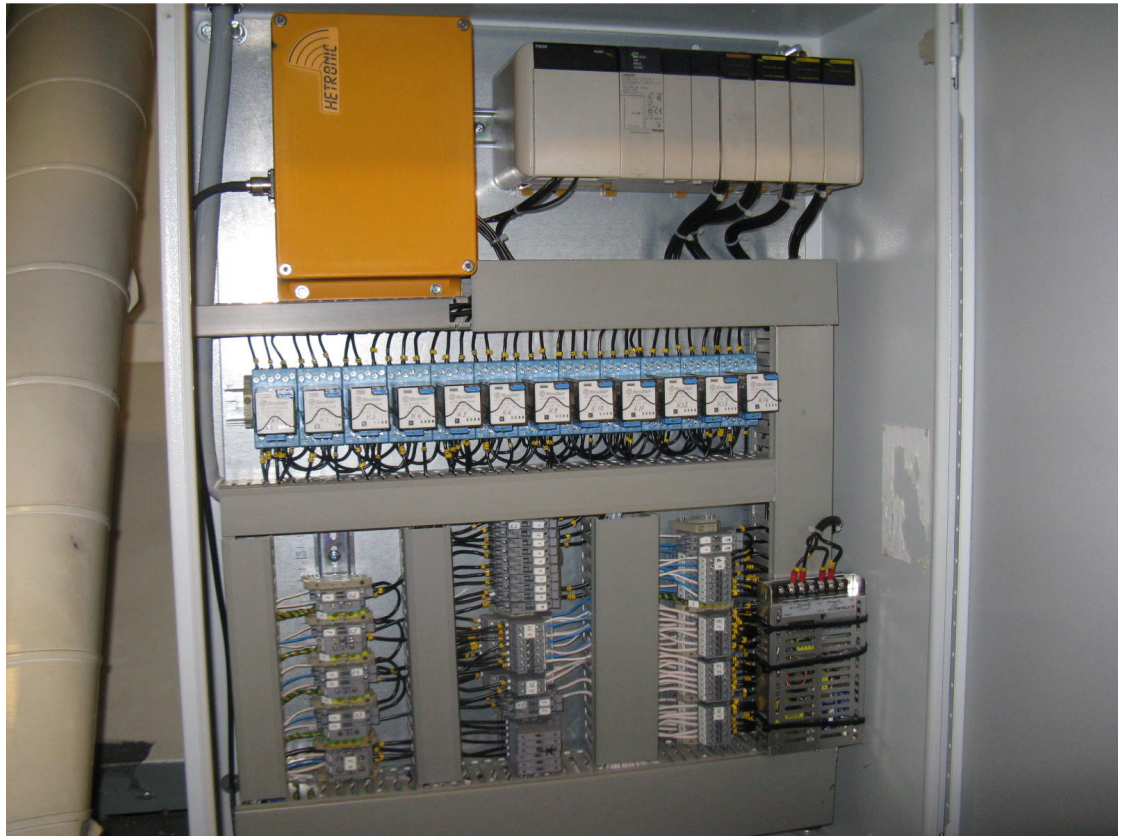
Lossin runko ei ole kytketty akun negatiiviseen napaan, eli lossin runko ei toimi maadoituksena 24 voltin tasasähköjärjestelmässä ja kaikille laitteille täytyy asentaa sekä akuston positiivinen ja negatiivinen jännite omilla johdoillaan, lossin rungosta erillään.

Akkuja lossissa on molemmissa konehuoneissa kaksi kappaletta. Akut ovat kytketty akustojen kotelossa sarjaan, jolloin käyttöjännitteeksi saadaan 24 voltia tasajännitettä.

Lossissa on automaattinen liikennevalojärjestelmä, jonka opastintaulut näkyvät kuvassa 1 lossin etunurkilla. Toiset vastaavat opastintaulut sijaitsevat lossin toisessa päässä.



Liikennevaloilla voidaan lossin lastaus ja lossista poistuminen hoitaa hallitusti. Liikennevalojen ohjauskeskus (kuva 3) on logiikkaohjattu ja toimii langattomalla kaukosäätimellä. Ohjauskeskuksia on kaksi kappaletta. Molemmille lossin päädyissä oleville opastintauluille on oma ohjauskeskus.



**KUVA 3. Liikennevalojen ohjauskeskus**

Lisäksi lossin valaistus ohjaamossa, konehuoneissa ja muissa tiloissa toimii myös 24 voltin tasajännitteellä, samoin kuin määräysten mukaiset kulku- ja mastovalaukset. Lossin porttien ohjaus tapahtuu myös ohjaamalla sähköllä magneettiventtiileitä, jotka ohjaavat hydraulioöljyä porttien sylintereille ja portti joko avautuu tai sulkeutuu.

Lossissa on näiden sähkölaitteistojen ohella myös paljon muita 24 voltin jännitteellä toimivia laitteita. Lossissa on tutkajärjestelmä, kaikuluotain, sähkökompassi, meri—vhf puhelin, radio, ajoneuvokaistojen kameravalvonta, palohälytinallaiteisto, komento-kaiutinjärjestelmä, sumutorvet ja lisälämmitin.

### 3.1.1 Lossin akustot

Akut ovat lossin ainoat virtalähteet lossin liikennöidessä ja silloin, kun maistasyöttö ei ole kytketty. Dieselmoottoareiden latausgeneraattorit lataavat akkuja lossin moottoreiden ollessa käynnissä. Liikenteen ollessa vähäistä lossi seisoo laiturissa pitkiäkin aikoja dieselmoottorit sammutettuina ja ilman maistasyöttöä, jolloin sähköä saadaan vain akustoista. Maistosityötössä akustoille on kytketty kiinteästi 230 voltin käyttöjännitteellä toimivat Skylla 24/50 akkulaturit (kuva 4).

Akkulatureissa on yli- ja alijännitehälytykset. 24 voltin järjestelmässä ylijännitehälytys tulee, jos jännite nousee yli 33,6 voltin ja alijännitehälytys tulee, jos jännite laskee alle 24 voltin yli 30 sekunnin ajaksi (Manual Skylla24/50). Akkulaturit säätelevät latausvirran ja latausjännitteen akkujen varaustilan mukaan. Jos akut ovat täydessä varaustilassa akkulaturit vain ylläpitävät latausta eivätkä ylilataa akkuja.



**KUVA 4. Lossin akustokotelo ja 230 voltin akkulaturi**

Lossin seisossa laiturissa sähköä kuluu kuitenkin koko ajan, varsinkin pimeään aikaan täytyy olla valoja päällä ja lämmitystä täytyy pitää päällä. Tämä asettaa akustoille

suuret vaatimukset. Akkujen täytyy kestää suuria käynnistysvirtoja, ja samalla akkujen täytyy kestää jatkuvaa pienempää virran kulutusta.

Akkuina lossissa käytetään 225 ampeeritunnin lyijyakkuja. Akut sijaitsevat konehuoneissa koteloituna peltilaatikkoon josta on tuuletus ulkoilmaan. Akut ovat varustettu pääkytkimellä, jolla voidaan sähkön syöttö katkaista akustoista. Kuumalla ilmalla varsinkin kesäaikaan konehuoneiden lämpötila voi olla +50 °C ja jopa yli, mikä lyhentää oleellisesti akkujen käyttöikä, koska akkujen kemiallinen reaktio nopeutuu korkeassa lämpötilassa. Kokemuksen mukaan akkujen käyttöikä lossikäytössä on noin kolme vuotta.

### 3.1.2 Akku

Akku on sähkökemiallinen energiavarasto jota voidaan purkaa ja ladata. Akku koostuu useasta kennosta, ja akun kokonaisjännite on kennojännitteiden summa. Esim. 12 voltin akussa on 6 kappaletta 2 voltin kennoja sarjaan kytkettyinä. Ajoneuvokäytössä käytetään yleensä lyijyakkuja. (Alfamer 1997, 74.)

Lyijyakun tyypillisiä ominaisuuksia ovat:

- akku voidaan ladata uudelleen sen luovutettua sähköenergiansa.
- akun sisäinen vastus on pieni, joten akulla saadaan suuri käynnistysvirta ilman napajännitteen liiallista alenemista.
- elektrolyytti on laimennettua rikkihappoa, joka on syövyttävä aine
- akun latautuessa vapautuu vetyä ja happea, joka on räjähtävä seos, joten avotulta ja kipinäintiä tulee välttää akkujen lähellä ja tuuletuksesta täytyy huolehtia
- akusta haihtuu vettä purkautumisen aikana ja siihen on aika ajoin lisättävä tislattua vettä.(mt.)

Akkujen kapasiteetti on sähkömäärä, jonka se pystyy tuottamaan täysin latautuneesta tilasta, kunnes kennojännite laskee arvoon 1,8 voltia. Tavallisen 12 voltin akun kokonaisjännite on tällöin 10,8 voltia. Varauskyky ilmoitetaan tavallisesti ampeeritunteina, Ah. Ladattaessa purkautunutta akkua latauksen sähkömäärän tulisi olla noin. 1,3 kertaa akun varauskyky. Esim.

36 ampeeritunnin akussa  $1,3 \times 36 \text{Ah} = 46,8 \text{Ah}$



Jos latausaika on 6 tuntia, latausvirta täytyy silloin olla  $46,8\text{Ah}/6\text{h}=7,8\text{A}$ . (Alfamer 1997, 77.)

Ominaispainomittarilla voidaan mitata akun elektrolyytin ominaispaino, joka kertoo akun varaustilan. Elektrolyytin tiheys on sitä suurempi, mitä alhaisempi on lämpötila. Hyvin kylmässä tai hyvin kuumassa on käytettävä korjauskaavaa

$$S_{20}=S_t+0,07(t-20) \quad (1)$$

missä  $S_t$ =mitattu ominaispaino

$t$ =elektrolyytin lämpötila(C)

$S_{20}$ =ominaispaino lämpötilassa 20C (Alfamer 1997, 76.)

Ominaispainon suhde akun varaustilaan:

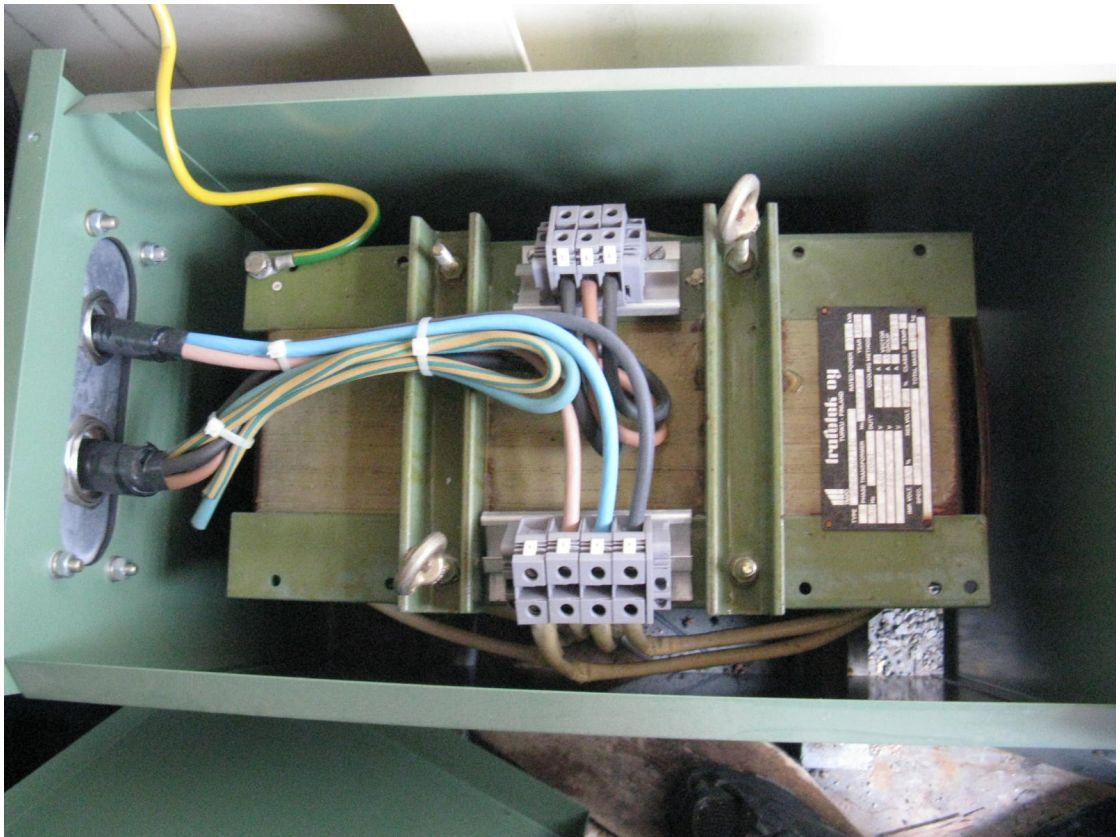
tilanne:

Varaustila	Ominaispaino
Täysi varaustila	1,27-1,29
70 % varaustila	1,23-1,25
purkautunut	1,10-1,13 (mt.)

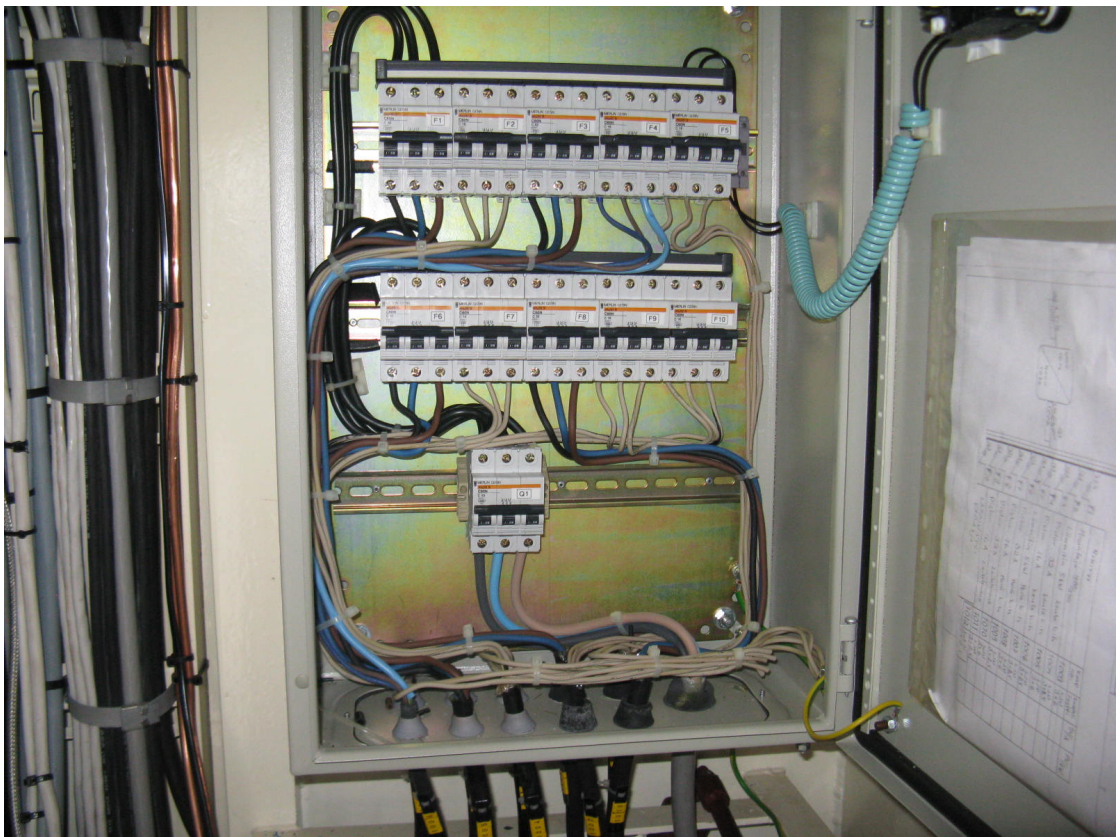
### 3.2 Vekaran lossin nykyiset 400/230 voltin sähköjärjestelmät

Tätä jännitejärjestelmää voidaan käyttää vain lossin ollessa laiturissa tai telakalla, mistä saadaan kolmivaihevirtaa jatkojohdolla lossiin, koska lossissa ei ole omaa generaattoria eikä aggregaattia. Lossissa on 400/400 voltin erotusmuuntajan kautta syötettävä IT-järjestelmä, eli maasta erotettu järjestelmä, jossa ei käytetä nollajohdinta. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry 1998, 31.)

Maistosyöttökojevastikkeena on 63 ampeerin kojevastike, josta sähköön syöttö menee 400/400 voltin erotusmuuntajan (kuva 5) kautta 400 voltin pääkeskukselle (kuva 6). Kaapelointi on tehty käyttäen LJN –laivakaapelia, paitsi keskuksen syöttökaapelina on käytetty VSB-A 5x16 kaapelia. Pääkeskukselta sähkö jakautuu lossissa oleville kolmivaihepistorasioille ja lämmittimille sekä lämminvesivaraajalle.



**KUVA 5. 400/400 voltin erotusmuuntaja**



**KUVA 6. 400 Voltin pääkeskus**

Pääkeskuksen jälkeen on toinen erotusmuuntaja 400/230 voltia, josta sähkön syöttö menee 230 voltin keskukselle ja siitä sähkönsyöttö jakautuu 230 voltin kulutuslaitteille esim. pistorasioille, akkujen vakiojännitevaraajille ja lämmittimille.

Ohjaamossa oleville laitteille, jotka tarvitsevat 230 voltin vaihtojännitettä, sähkö saadaan lossin akuista invertterien kautta. Näitä laitteita ovat mm. tietokone, tulostin, tv ja tarvittaessa invertterien kautta voidaan käyttää myös pienempiä käsityökaluja. Näille laitteille 230 voltin sähkö tulee invertterien kautta siksi, että laitteet toimivat myös lossilla liikennöidessä, jolloin maistasyöttöä ei voi käyttää.

Invertteri eli vaihtosuuntaaja on laite, joka muuttaa tasajännitteen halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi. Lossin liikennöinnin aikana tarvitsema 230 voltin vaihtosähkö tuotetaan inverttereillä. Vekaran lossissa on käytössä useampi invertteri, ja osa on vanhempia laitteita, jotka eivät tuota puhdasta siniaaltoa, vaan modifioitua siniaaltoa. Modifioitu siniaalto on siniaaltoa muistuttavaa kanttiaaltoa.

Kaikki sähkölaitteet eivät toimi modifioitua siniaaltojännitettä tuottavilla inverttereillä, ja joillekin laitteille modifioitu siniaaltojännite aiheuttaa toiminta häiriöitä. Käytössä on myös ns. ammattikäyttöön olevia inverttereitä esim.

Mastervoltin Mass Sine24/800 invertteri, joka tuottaa puhdasta siniaaltoa. Puhdasta siniaaltojännitettä tuottavan invertterin jännite vastaa normaalia sähköverkosta saatavaa jännitettä.

Lossissa on myös invertterikäyttöinen potkurilaitteen öljynpuhdistaja (kuva 7), jossa on 230 voltin yksivaiheinen sähkömoottori ja 24/230 voltin invertteri. Laite kierrättää sähkömoottorin avulla potkurilaitteen öljyn puhdistimen läpi.





**KUVA 7. Lossin potkurilaitteen invertteri käyttöinen öljynpuhdistaja**

### **3.3 Vekaran lossin lämmitysjärjestelmät**

Lossin ohjaamo on rautarakenteinen, ikkunapinta-alaa on paljon ja seinien eristepaksuus ei ole kovin suuri. Tämä asettaa kylmillä ilmoilla isot haasteet lämmitysjärjestelmille, jotta lossin kuljettajalla olisi miellyttävät ja tasaiset työskentelyolosuhteet. Ohjaamon lämmitys hoidetaan pääasiassa käyttäen dieselmootoreista saatavaa lämpöä hyväksi.

Moottoreiden lämpö saadaan jäähdytys nestekierrosta lämmönvaihtimen kautta 220 litran lämminvesivaraajalle kiertovesipumpun avulla. Varaajalta lämpö saadaan ohjaamoon vesikiertoisten lämpöpatterien avulla. Lämminvesivaraaja on varustettu 3 kilowatin tehoisella sähkövastuksella, jolloin sitä voidaan lämmittää myös maistasyötön kautta, mutta tällöin lossilla ei voi liikennöidä. Lisälämmitysjärjestelmiä on asennettu, koska etenkin talvella öiseen aikaan liikenne on vähäistä ja dieselmootorit käyvät tyhjäkäyntiä tai moottorit ovat sammutettuina ja niiden lämmöntuotto on silloin melko vähäistä.

Yhtenä lisälämmityslaitteena käytetään 5 kilowatin tehoista Eberspächer Airtronic –ilma lämmitintä, joka toimii dieselpolttoaineella. Tämä lämmitysjärjestelmä ei ole riippuvainen lossin omista dieselmootoreista, eli laite toimii lossin moottoreiden ollessa käynnissä tai sammuksissa. Tämän laitteen haittapuolena on se, että laite on tarkoitettu lähinnä tilapäiseen käyttöön. Jatkuvasti käytettynä laitteen käyttötunnit tulevat nopeasti täyteen ja laitteen huollon ja korjauksen tarve lisääntyy merkittävästi.

Toisena lisälämmityslaitteena on asennettu lossiin Haier HSU 09 H 03 R1– jäähdytyskoje, tätä laitetta käytetään kesällä viilentämään ohjaamoja ja talvella lämmittämään. Käyttövoimansa laite saa kompressorilta, joka on asennettu lossin toisen dieselmootorin yhteyteen. Laitteen syöttöjännite on 24 voltia tasajännitettä, laitteen ulkoyksikössä on 600 watin invertteri, joka muuttaa 24 voltin tasajännitteen 230 voltin vaihtojännitteeksi. Haittapuolena laitteella on se, että se vaatii dieselmootorin käynnissä olon ja dieselmootoria joudutaan käyttämään, vaikka ei olisi liikennettä ja lossi seisoi laiturissa.

#### **4 AGGREGAATIN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT**

Tällaiseen järjestelmään olisi tarkoitus suunnitella kiinteästi asennettava aggregaatti tuottamaan sähköä tarvittaessa. Suunnitelmassa on ajateltu, että noin 10 KVA:n tehoinen kolmivaiheinen aggregaatti riittää tuottamaan tarvittavan sähkötehon tässä projektissa. Tämän kokoluokan aggregaatteja on ilmajäähdytteisiä sekä nestejäähdytteisiä. Aggregaatti on ajateltu asennettavaksi jompaankumpaan konehuoneeseen tai niiden välillä olevaan välitilaan.

Aggregaatti kehittää sähkötehon poltonesteen sisältämästä energiasta. Sähkötehoksi siitä saadaan muutettua vain noin 1/3, loppuosa muuttuu lämmöksi, joka on poistettava. (Sähkötieto ry, 63.)

Nestejäähdytteinen aggregaatti on tässä tapauksessa parempi vaihtoehto, koska konehuoneet ovat melko lämpimiä ja ilmajäähdytteinen aggregaatti todennäköisesti lämpenisi liikaa. Laivakäyttöön on olemassa myös marinoituja järjestelmiä, jolloin ei tarvita erillistä jäähdytintä vaan sovitetaan moottori jäähdytyksen osalta meri/järvikäyttöön. Marinoidut järjestelmät voidaan jakaa jäähdytystavan mukaan karkeasti kahteen ryhmään, raakavesijäähdytteisiin ja makeavesijäähdytteisiin.

Raakavesijäähdytteisessä järjestelmässä koneen tarvitsema jäähdytysvesi otetaan järvestä tai merestä ja vesi kierrätetään suoraan koneen jäähdytyskanavien kautta ja palautetaan takaisin järveen tai mereen pakoputken tai erillisen putken kautta. Makeavesijäähdytteisessä koneessa on erillinen nestekierto moottorin jäähdytysnesteelle ja raakavedelle. Makeavesijäähdytteisessä järjestelmässä jäähdytys tapahtuu lämmönvaihtimen avulla.

Makeavesijäähdytteisestä järjestelmästä on toinenkin yleisesti käytetty variaatio, ns. köliputki—tai runkojäähdytys. Tässä järjestelmässä koneen jäähdytysneste kierrätetään aluksen rungossa olevan putkessa tai säiliössä, jotka ovat tarpeeksi suuria tilavuudeltaan, jotta koneen tuottama lämpö saadaan jäähdytettyä. Tämän järjestelmän etuna on se, että ei tarvita erillistä lämmönvaihdinta eikä raakaveden kierrätyspumppua.

Lossin kannen alapuolisiin tiloihin asennettaessa aggregaattia jäähdytystapana voi käyttää oikeastaan vain marinoitua jäähdytysjärjestelmää. Lossin kannen alapuolisissa tiloissa ei ole riittävää ilmanvaihtoa aggregaatin tarvitsevan jäähdytysilman kannalta, jos käytetään ilma- tai kennojäähdytteistä aggregaattia.

Konehuoneiden tilavuus on noin 140 m<sup>3</sup> ja lossin omat koneet tuottavat lämpöä melko paljon. Generaattorin ympäristön lämpötila ei saisi nousta yli + 40 °C (Sähkötietyöry, 68.) Konehuoneiden välitilan tilavuus on noin 160 m<sup>3</sup>, mutta tila on viileämpi joten aggregaatin asennuksen kannalta se olisi parempi tila

Aggregaatti tuottaa lämpöä noin 1-2 kertaa sähkötehonsa verran, jolloin voidaan jäähdytysilman määrä laskennallisesti määrittellä alle 20 KW:n laitteille kaavasta (teho[KW]x3-4m<sup>3</sup>/minuutti).

Esim. Kun on kyseessä 5 KW:n aggregaatti, (5 KWx3-4m<sup>3</sup>), jäähdytysilmaa tarvitaan 15–20 m<sup>3</sup>/minuutti. (Hsa Oy.).

Tarkemmat aggregaatin tarvitsemat jäähdytysilmamäärät tulee varmistaa valmistajan suosituksista.

## **5 AGGREGAATIN MEKAANINEN ASENNUS**

Nestejäähdytteinen, noin 10 KVA:n tehoinen kolmivaiheaggregaatti painaa 200–300 kg, joten jo tämä aiheuttaa suunnittelua mekaaniselle asentamiselle. Lossin kannen

alaisiin tiloihin vie mitoiltaan 75 cmx140 cm oleva kulkuovi ja jyrkät portaat, joten myös tämä asettaa omat vaikeudet mekaaniselle asennukselle. Aggregaatin asennus voidaan tehdä myös polttoleikkaamalla lossin kanteen aukko, nostamalla siitä aggregaatti paikalleen ja hitsaamalla luukku takaisin paikalleen.

Yksi mahdollisuus on myös, että irrotetaan aggregaatin generaattori ja dieselmoottori erilleen ja kuljetetaan koneisto osina asennuspaikalle. Aggregaattikoneiston pakoputkea joudutaan todennäköisesti jatkamaan ja muotoilemaan riippuen aggregaatin asennuspaikasta.

Pakokaasun lämpötila dieselmoottorista lähtiessä on noin +450–600 °C tyypistä ja kuormitusasteesta riippuen. Hiiliteräsputkella lämpöliike on noin 1,1 mm/1 mm100°C. Tämä täytyy ottaa huomioon pakoputkilinjaa rakennettaessa. Pakoputken alkupäässä, jossa pakokaasu on kuuminta, lämpöliike on 5-7mm/jm.(Sähkötieto ry, 59.)

Jäähdytysjärjestelmästä johtuen joudutaan rakentamaan jäähdytysnesteputkistot, samoin polttoaineputkistot. Polttoainelinja on järkevintä ottaa lossin omasta polttoainetankista.

Putkistojen ja kaapeleiden läpiviennit ovat haasteellisia kohtia, koska lossin kannen alapuolinen tila ei ole yhtenäistä avointa tilaa. Lossin kannen alapuolinen tila on osastoitu kolmeen eri osastoon ja läpiviennit tulee tehdä käyttäen tiiviitä läpivientejä. Lossissa on käytetty eri osastojen välisissä kaapeleiden läpivienneissä Roxtec läpivientejä (kuva 8).

Asennuksessa täytyy ottaa huomioon myös asennuspaikan olosuhteet, eli laitteeseen kohdistuvat erilaiset rasitukset. Laitteen tulee kestää värinää, kosteutta, eri lämpötiloja, mekaanista rasitusta, kuorma päällä sammutusta ja kuorma päällä käynnistystä, pölyä jne.



**KUVA 8. Roxtec läpivienti**

### **5.1 Aggregaatin asennus lossin sähköjärjestelmään**

Sähtöturvallisuuden taso täytyy ottaa huomioon asennettaessa uusia laitteistoja.

Sähkölaitteet ja— laitteistot on suunniteltava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
  - 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä sekä
  - 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.
- (Finlex.)

Aggregaatin asennus lossin nykyiseen sähköjärjestelmään täytyy toteuttaa siten, että aggregaatti ei missään olosuhteissa pääse syöttämään sähköä maistosyöttölinjan kautta takaisin sähköverkkoon, vaikka maistosyöttökaapeli olisi kytkettynä. Kiinteiden 230 voltin akkulateiden kytkentä täytyy myös muuttaa siten, että lossin omien dieselmoottoreiden ja aggregaatin ollessa käynnissä yhtä aikaa akkujen latausvirta tulee joko aggregaatilta kiinteiden akkulateiden kautta tai sitten lossin omien dieselmoott-



toreiden latureilta, mutta ei molemmilta yhtä aikaa. Generaattorilaitteistot jaetaan käyttötapojensa mukaisesti eri luokkiin.

Luokka 1. Yleisestä jakeluverkosta aina erossa toimivat generaattorilaitteistot.

Luokka 2. Yleisestä jakeluverkosta erossa käyvät automaattisella syötönvaihdolla toteutetut generaattorilaitteistot.

Luokka 3. Yleisen jakeluverkon kanssa rinnan käyvät laitteistot, joiden tuotantoa ei siirretä jakeluverkkoon.

Luokka 4. Yleisen jakeluverkon kanssa rinnan käyvät generaattorilaitteistot, joiden tuotanto voidaan myydä osin tai kokonaan jakeluverkkoon. (EON 2011.)

Varmin tapa estää aggregaatin tuottaman sähkönsyöttö jakeluverkkoon päin on asentaa maistasyöttö linjaan mekaaninen erotuskytkimelle asetetut vaatimukset täyttävä vaihtokytkin, jolla valitaan sähkön syöttö aggregaatilta tai sitten sähköverkosta.

Tai käytetään kontaktoreilla toteutettua vaihtokeskusta, jossa kontaktorien yhtäaikainen toiminta on estetty sähköisesti sekä mekaanisesti (Hsa Oy. 2010.)

Sähköisesti ohjattava sähkönsyötön valinta on käyttäjän kannalta mukavampi käyttää, koska aggregaatti täytyy varustaa lossin ohjaamoon asennettavalla kauko-ohjauspaneelilla. Kauko-ohjauspaneeliin voidaan asentaa, silloin myös sähkönsyötön vaihtokytkin ja merkkivalo, joka ilmaisee, jos maistasyöttö on kytketty. IT-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia valvonta- ja suojalaitteita:

- eristystilan valvontalaitteita
- ylivirtasuojia
- vikavirtasuojakytkimiä (Rakennusten sähköasennukset, 59).

Jos IT-järjestelmää käytetään syötön jatkuvuuden varmistamiseksi on käytettävä eristystilan valvontalaitetta, joka ilmaisee ensimmäisen vian jännitteisestä osasta jännitteelle alttiiseen osaan tai maahan. Tämän laitteen on annettava kuuluva ja /tai näkyvä hälytys. Jos hälytys on sekä kuuluva että näkyvä, voidaan kuuluva hälytys vaientaa, mutta näkyvän hälytyksen tulee olla voimassa niin kauan kuin vika säilyy. (mt. 57.)

Käytettäessä valmiita aggregaattiasennukseen tarkoitettuja laitteistoja niissä yleensä ovat valmiina ylivirtasuojat ja vikavirtasuojakytkimet, mutta eristystilan valvontajärjestelmää niissä yleensä ei ole.

Moottorigeneraattorin käytönvalvontaa varten on laitteisto varustettava sekä jännite—  
että taajuusmittauksella lukuun ottamatta enintään alle 5 KW moottorigeneraattoreita.  
Moottorigeneraattoreissa on oltava tarpeelliset arvokilvet ja laitteiston asennusta,  
käyttöä ja hoitoa varten kirjalliset ohjeet.

Arvokilvessä ilmoitetaan:

- nimellisteho KVA
- nimellispäteho KW
- nimellisjännite
- nimellisvirta
- nimellispyörimisnopeus 1/min
- nimellistaajuus Hz
- kotelointiluokka
- kiertosuunta
- moottorigeneraattorin valmistaja
- tyyppi(Rakennusten sähköasennukset, 236).

## 5.2 Sähköjärjestelmän suojaus

Sähköjärjestelmä täytyy suojata, jotta siitä ei aiheudu vaaraa ihmisille, eläimille tai omaisuudelle. Kosketussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa (ei viallisia). Suojaus eristämällä jännitteiset osat ja suojaus koteloinnin tai suojusten avulla muodostavat täydellisimmän suojan. Siksi näitä menetelmiä voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry, 49.)

Kosketusjännitesuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmistä tai kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteelliseksi tulleita johtavia osia niin, että siitä aiheutuisi vaaraa. Suojaus syötön automaattisesti toimivan poiskytkennän avulla on yleisimmin asennuksissa käytetty kosketusjännitesuojausmenetelmä.(mt.52.)

Eristysvian aiheuttama vikavirta ja syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei se aiheuta vaaraa ihmisille. Suojaukseen tarvitaan suunniteltu vikavirtapiiri ja sopiva suojalaite.(mt.53.)

Koska lossissa on erotusmuuntajan kautta maistasyötettävä IT- maadoitusjärjestelmä, joka ei ole yhdistetty syöttävän sähköverkon maadoitukseen, aiheuttaa se hieman pohdintaa, jotta asennus täyttäisi sähköturvallisuusvaatimukset ja suojalaitteet toimisivat niin kuin niiden on tarkoitus toimia. Kiinteä aggregaatti on tarkoitus asentaa syöttämään sähköä erotusmuuntajan ensiöpuolelle ja mekaanisesti yhteen lossin metallirungon kanssa. Erotusmuuntajan toisiopuolta jäisi ennalleen mutta sitä tulisi päivittää eristystilan valvonnan— ja hälytyksen osalta.

Tästä järjestelmästä johtuen aggregaatin maadoitus on suositeltavaa suorittaa Hollolan Sähköautomaatiikka Oy:n (Hsa Oy) teknisen osaston Mikko Vahterin (2011) mukaan siten, että aggregaatin lähtöön asennetaan vikavirtasuojakytkin, ylivirtasuojat ja aggregaatin tähtipiste maadoitetaan impedanssin kautta ja aggregaatin runkomaadoitus kytketään lossin metallirunkoon. Vahter (2011) on keskustellut asiasta sähkösuunnittelijan kanssa, ja he ovat tulleet siihen tulokseen, että tämä on suositeltavin tapa hoitaa aggregaatin maadoitus.

## **6 AGGREGAATIN VALINTAPERUSTEITA**

Aggregaatin valinnassa tulee ottaa huomioon paljon erilaisia asioita, jotta saataisiin valittua optimaalinen aggregaatti käyttökohteeseen. Aggregaatteja on monenkokoisia, alle 1 KVA:n bensiinikäyttöisistä koneista suuriin monen megawatin dieselkäyttöisiin koneisiin. Tässä suunnitelmassa oli ajateltu, että käytetään noin 10 KVA:n tehoista kolmivaiheaggregaattia.

Jos aggregaatin tuottamalla sähköllä käytetään sähkömoottoreita, täytyy aggregaatti valita suuremmaksi, jotta aggregaatti kestäisi sähkömoottorin vaatimia käynnistysvirtoja. Suorakäynnisteisen oikosulkumoottorin käynnistysvirta on 6—8— kertainen nimellisvirta ja lisäksi tehokerroin on pieni käynnistyksessä. Ohjearvoksi käy, että suorakäynnisteisen oikosulkumoottorin teho (KW) ei saa olla yli 10 % generaattorin nimellistehosta (KVA). Tähti-kolmio-käynnistyksessä prosenttiluku voi olla 30 % ja ns. pehmeässä käynnistyksessä vielä hiukan isompi (STEK- Sähköturvallisuuden edistämiskeskus).

Lossissa ei ole 400/230 voltin sähkömoottoreita, jotka vaatisivat suurta käynnistysvirtaa ja siten myös suurempitehoista aggregaattia, joten riittää tämä noin. 10 KVA:n

tehoinen aggregaatti tuottamaan tarvittavan sähkön. Tosin ehkä hieman pienempitehoinenkin aggregaatti riittäisi.

Hankita hinnassa ei ole suuria eroja noin 6-8 KVA:n tehoiseen aggregaattiin, joten kannattaa valita mieluummin hieman suurempi, kuin minimissään senhetkiseen tarpeeseen riittävä aggregaatti. Myöskään käyttökohteeseen liian suurta aggregaattia ei kannata valita, koska silloin polttoaineen kulutus kasvaa aggregaatin polttomoottorin koon kasvaessa.

Aggregaatin tehoa valittaessa on käsitteillä pätöteho (P) ja näennäisteho (S) perustavaa laatua oleva merkitys. Suhdetta P/S kutsutaan tehokertoimeksi, jonka merkinä on useimmiten  $\cos \Phi$ , eli

$$P=S \times \cos \Phi \text{ tai } S=P / \cos \Phi \quad (2)$$

Täysin resistiivisellä kuormalla, kuten lämpölaitteet ja hehkulamput,  $\cos \Phi$  on 1 ja siis  $P=S$ . Purkauslamppujen ja elektroniikkaa sisältävien laitteiden tehokerroin on usein selvästi alempi. Generaattoriaggregaatti pitää aina valita siten, että sen näennäisteho (KVA) on suurempi kuin kuormituksen yhteenlaskettu näennäisteho. (STEK-säköturvallisuuden edistämiskeskus).

Yleensä yli 6 KVA:n aggregaatit ovat yleensä kolmivaiheisia. Kolmivaiheaggregaatissa täytyy huomioida se, että kokonaisteho jakaantuu kolmelle vaiheelle, esim. 6 KVA:n generaattorista saa vain 2 KVA/vaihe. Tämä tarkoittaa, että 6 KVA:n kolmivaihe aggregaatilla ei voi käyttää yli 2 KVA:n tehoisia yksivaihelaitteita (Hsa oy).

Lossin polttoaineena käytetään dieselöljyä, ja aggregaatille tuleva polttoaine on suunniteltu otettavaksi lossin polttoainetankista. Aggregaatin polttomoottori tulee olla dieselkäyttöinen moottori. Yleisesti käytetyt pyörimisnopeudet aggregaateilla, käytettäessä aggregaatissa generaattorina tahtigeneraattoria, ovat 1500 kierrosta/min ja 3000 kierrosta/min.

Tämän suunnitelman toteuttamisessa käyttäisin 1500 kierrosta/min. pyörivää laitetta, koska kierrosluvun puolittuessa moottorin käyttöikä jopa nelinkertaistuu. (Hsa Oy.)

Hankintahinnaltaan 1500 kierrosta/min pyörivä laite on toki huomattavasti kalliimpi kuin 3000 kierrosta/min pyörivä vastaavatehoinen laite. Käyttöikä ja polttoaineen

kulutus on taas vastaavasti pienempikierroksisella laitteella pitempi, mikä tuo kustannussäästöjä pidemmällä aikavälillä. Pienempikierroksinen laite tuottaa myös vähemmän melua, eli käyttömukavuus on vähemmän melua tuottavalla laitteella parempi.

3000 r/min pyörivien aggregaattien käyttöikä on

- noin 300–1000 tuntia halvemmilla laitteilla
- noin 1000–3000 tuntia hyvällä sivuventtiilimoottorilla
- noin 3000–10000 tuntia kehittyneellä kansiventtiili-moottorilla

1500 r/min pyörivien aggregaattien käyttöikä on

noin, 10000–40000 tuntia (Hsa Oy).

### 6.1 Aggregaatin sähköntuotto

Aggregaatissa on polttomoottori ja generaattori. Generaattorin tehtävänä on muuttaa mekaaninen energia sähköenergiaksi. Edellisessä kappaleessa oli aggregaattien pyörimisnopeuksia, tässä on siihen perusteluja. Aggregaatin pyörimisnopeus perustuu aggregaatin generaattorin napaparilukuun. Mitä suurempi on käyttökoneen pyörimisnopeus, sitä vähemmän tarvitaan generaattorissa napoja. Sähköverkon taajuus Suomessa on normaalisti 50 Hz. Tarvittava pyörimisnopeus 1-napaparisessa koneessa 50 Hz taajuudella käytettäessä generaattorina tahtigeneraattoria on:

$$n = \frac{60 \cdot f / \text{Hz}}{p} r / \text{min} \quad (3)$$

n=pyörimisnopeus

60=sekuntia/ minuutti

f/Hz=sähkön taajuus

1=generaattorin napapariluku

Laskemalla 1-napaparilukuiselle tahtigeneraattorille 50 Hz taajuudella saadaan pyörimisnopeudeksi:

$$n = \frac{60 \cdot 50}{1} r / \text{min} = 3000 r / \text{min} \text{ (Leunig 1970, 191.)}$$

Napapareja voi generaattorissa minimissään olla 1, jolloin generaattorin maksimikierrokset 50 Hz:n taajuudella voivat olla 3000 r/min, jos tahtigeneraattorin nopeutta nostetaan yli 3000 r/min, silloin myös tuotetun sähkön taajuus kasvaa. Vastaavalla kaavalla voidaan laskea myös useampi napaparisten tahtigeneraattoreiden pyörimisnopeudet.

Aggregaatin generaattorina käytetään yleensä tahtigeneraattoria. Tahtigeneraattorilla on tiettyjä etuja verrattuna epätahtigeneraattoriin. Epätahtigeneraattorin magnetoimiseen voidaan käyttää verkkomagnetoointia, jolloin se ottaa magnetoinnin sähköverkosta. Verkkomagnetoitu epätahtigeneraattori ei pysty syöttämään sähkötehoa muuhun kuin jännitteelliseen verkkoon.

Toinen epätahtigeneraattorin magnetoimistapa on kondensaattorimagnetointi, jolloin generaattori voi toimia itsenäisenä generaattorina. Epätahtigeneraattorin oikosulkuvirta ei kasva juuri nimellisvirtaa suuremmaksi, kun taas tahtigeneraattorissa oikosulkuvirta voi olla jopa yli 300 % nimellisvirrasta. (Hsa Oy).

Epätahtigeneraattorin kanssa aggregaatti käytössä tulisi käyttää alijännitelaukaisijaa, koska oikosulkuutilanteessa oikosulkuvirta voi jäädä niin pieneksi, että oikosukusuojat eivät toimi suunnitellulla tavalla, vaan vikavirta tilanne voi jäädä päälle. Alijännitelaukaisija katkaisee tällöin sähkönsyötön jännitteen pudotessa. Epätahtigeneraattorin käyttö aggregaateissa on hyvin vähäistä ja rajoittuu lähinnä oikosulku moottoreista itse rakennettuihin laitteisiin.

## **6.2 Aggregaatin polttoaineen kulutus**

Käyttökustannuksia aiheuttavat lähinnä polttoaine — ja huoltokulut, varsinkin kun käytetään 1500 kierrosta/min pyörivää laitetta, jonka käyttöikä on jopa 40 000 tuntia. Polttoaineen kulutus maksimissaan on 3,3 litraa/tunti käytettäessä esim. Mitsubishin valmistamaa 3— sylinteristä, iskutilavuudeltaan 1318 cm<sup>3</sup> kokoista ja 1500 kierrosta/min. pyörivää aggregaattia, jossa on 10 KVA:n tehoinen BTO/ECO— generaattori. Vastaavan kokoisilla muiden valmistajien laitteilla polttoaineen kulutus näyttäisi olevan hyvin samaa luokkaa. Maksimikäyttöä tarvitaan harvoin tässä suunnitelmassa. Lossin 220 litran lämminvesivaraajan lämmitysvastus on 3 KW:n tehoinen, joten varaajan ollessa toiminnassa se kuluttaa tuon 3 KW:n verran sähköä.

Kiinteät Skylla 24/50 akkulaturit kuluttavat 230 voltin sähköä ladataan akkuja. Omien mittauksien mukaan virrankulutus pysyy alle 10 A:n riippuen akkujen varaustilasta. Muita sähkön kulutuskojeita, jotka vaativat 230 voltin sähköä, ei normaalisti lossissa ole käytössä. 230 voltin sähkön kokonaiskulutus voidaan laskea olevan.

$$P=U \cdot I \quad (4)$$

$$P=\text{teho(W)}$$

$$U=\text{jännite(V)}$$

$$I=\text{virta(A)}$$

Akkulatureiden maksimi kulutusvirta  $10\text{A} \cdot 230\text{V} = 2300\text{W} \cdot 2 = 4600\text{W}$

Lämminvesivaraajan lämpövastuksen teho 3000W

Maksimikulutus normaalitilanteessa on tällöin  $4600\text{W} + 3000\text{W} = 7600\text{W}$ ,

jolloin polttoaineen kulutus on noin, 3 litraa/tunti. Käytännössä akkulaturit eivät ota jatkuvasti noin paljon virtaa, jolloin sähkön kokonaiskulutus pienenee. Lämminvesivaraajan lämpövastusta ohjaa termostaatti, joten varaajakaan ei kuluta jatkuvasti 3 KW:n tehoa. Sähkön kulutuksen alenemisesta johtuen myös aggregaatin polttoaineen kulutus alenee.

### 6.2.1 Aggregaatin kulutus vs. lossin dieselmootoreiden kulutus

Lossin omien Scania DSI11— dieselmootoreiden ominaiskulutus kölijäähdytyksellä varustettuna on 1500 kierrosta/min käyntinopeudella 201g/KWh. Tästä ei voida suoraan laskea tyhjäkäyntikulutusta, vaan siihen vaikuttaa moottorin kuormitus ja pakokaasujärjestelmän vastapaine. Kokemuksen ja lossin kuljettajilta saatujen tietojen mukaan tyhjäkäyntikulutus dieselmootoreilla on noin 3-4 litraa/tunti/moottori. Kokonaiskulutus on tällöin noin 7-8 litraa/tunti käytettäessä molempia koneita tyhjäkäynnillä.

Lossin dieselmootorit käyttävät polttoaineena moottoripolttoöljyä, joka sopii myös lämmityskäyttöön. Polttoöljyjen verotus on Suomessa selvästi lievempi kuin liikenteen käyttöön tarkoitetun dieselöljyn, minkä vuoksi polttoöljy on huomattavasti hal-

vempaa kuin dieselöljy. Moottoripolttoöljyä ei saa käyttää autoissa, vaan ainoastaan seuraavissa kohteissa:

- traktorit työkonekäytössä ja maatalouden harjoittajien omassa työkone-tai kuljetuskäytössä
- maatalouskoneet ja työkoneet
- veneet ja laivat
- generaattorit, kompressorit ym. paikallismoottorit. (Laivakonetekniikka.)

Moottoripolttoöljyn keskimääräinen hinta tällä hetkellä näyttäisi olevan hieman yli yhden euron. Vertaamalla lossin tyhjäkäynnillä kuluttamaa noin 7-8 litraa/tunti kulu- tusta ja aggregaatin noin 2-3 litraa/tunti kulutusta, suurimmillaan eroksi saadaan noin 6 litraa/tunti lossin molempien dieselmoottoreiden ollessa käynnissä. Euroiksi muutet- tuna se on hieman yli 6 euroa/tunti säästöä, jos lossissa olisi aggregaatti, jolla voitai- siin tuottaa sähköä lämmityksen ja akkujen latauksen tarpeisiin verrattuna siihen, että muuten joudutaan käyttämään lossin omia dieselmoottoreita tyhjäkäynnillä.

### **6.2.2 Aggregaatilla saavutettava hyöty ja hinta**

Vekaran lossin käyttötuntimäärä on noin 8000 tuntia/vuosi. Vuorokaudessa käyttötun- timäärä on 8000 tuntia/365 vuorokautta eli noin 22 tuntia/vuorokausi. Tyhjäkäynnin osalta ei ole tarkkoja tuntimääriä, mutta lossinhoitajan kanssa arvioiden aggregaatin käytöllä voitaisiin lossin omien dieselmoottoreiden käyttötuntimäärää alentaa keski- määrin 1-1,5 tuntia/vuorokausi. Lossin käyttötuntimäärä putoaisi tällöin noin 365– 547,5 tuntia/vuosi. Euroiksi muutettuna polttoaineen osalta yhden euron litra hinnalla säästö olisi  $6 \text{ euroa/tunti} \cdot 365 \text{ tuntia} = 2190 \text{ euroa}$ ,  $6 \text{ euroa/tunti} \cdot 547,5 \text{ tuntia} = 3285 \text{ euroa}$ . Säästöksi saataisiin tällä laskelmalla 2190–3285 euroa/vuosi.

Laskelmat perustuvat siihen, että aggregaattia käytettäessä lossin omat dieselmoottorit ovat sammutettuina. Säästön määrä on hyvin riippuvainen talvesta, eli kuinka kylmä talvi on ja paljonko aggregaattia joudutaan käyttämään talvella yöaikaan lämmön tuot- tamiseen. Talvella öisin liikennettä on vähän ja tulee pitkiä taukoja liikenteessä, jol- loin lossin omat koneet voivat olla sammutettuina. Säästöä muodostuu myös sitä kaut- ta, että lossin dieselmoottoreiden huollon/korjaamisen tarve vähenee käyttötuntimää- rän vähentyessä.



Aggregaatin käytöllä varmistetaan akkujen varaustilan ylläpito aggregaatin syöttäessä sähköä kiinteille akkulatureille. Vaikka lossi olisi pitkänkin aikaa laiturissa omat koneet sammutettuina, voidaan käyttää valaistusta ja invertterien kautta saatavaa sähköä akkujen varaustilan tästä laskematta. Tämä varmistaa lossin käynnistymisen pitkästäänkin tauosta huolimatta.

Hinnaltaan tämä 10 KVA:n tehoinen aggregaatti marinoidulla jäähdytysjärjestelmällä varustettuna on 9435 euroa.(Hsa Oy.) Asennuskustannuksia on melko vaikea arvioida, koska asennuksessa täytyy ottaa huomioon hyvin paljon eri tekijöitä, mm. osastojen väliset läpiviennit, pakoputken reitin suunnittelu, polttoaine- ja jäähdytysputkistojen asennukset, sähköjärjestelmän sovittaminen ja kaapelointi olemassa olevaan sähköjärjestelmään. Vastaavasta asennuksesta ei ole omakohtaista kokemusta, joten tämä vaatisi hyvin yksityiskohtaisen suunnitelman, jotta pystyisi antamaan tarkemman asennukseen käytettävän ajan.

## **7 POHDINTA**

Tämä oli mielestäni hyvin mielenkiintoinen ja monelta osin haastavakin projekti. Tässä työssä tuli käsiteltyä montaa erilaista sähköjärjestelmää sekä myös asennuksien mekaanisia puolia. Mielenkiintoista tässä työssä oli se, että työssä oli kaksi hiukan tavallisuudesta poikkeavaa sähköjärjestelmää pohdittavana: IT-järjestelmä, joka ei ole Suomessa kovin yleinen sähköjärjestelmä normaaleissa sähköasennuksissa, toisena polttomoottorigeneraattori järjestelmä ja näiden järjestelmien yhteensovittaminen siten, että tuloksena olisi sähköturvallinen ja — määräysten mukainen sekä kustannuksiltaan järkevä kokonaisuus.

Jos aggregaatin käytöllä pystyttäisiin alentamaan lossin omien dieselmootoreiden keskimääräistä käyttötuntimäärää vaikka, vain yhdellä tunnilla/vuorokausi, niin säästöä syntyisi polttoainekulujen osalta yllättävän paljon. Suurin säästö tulisi pääasiassa kylminä ja liikenteellisesti hiljaisina talviöinä, jolloin tarvitaan eniten lämmitystä ja valaistusta. Pidemmällä aikavälillä on merkitystä myös lossin omien dieselmootoreiden käyttötuntimäärien aleneminen ja koneiden pidempi käyttöikä.

Mielestäni kiinteän aggregaatin asennus olisi hyvinkin perusteltua lossikäyttöön jo edellä mainituista seikoista johtuen. Lisäksi jos lossissa olisi kiinteä aggregaatti, mah-

dollistaisi se sähkösaannin sähkötyökaluille, jos lossia täytyisi korjata lossin liikennöidessä. Tällä vältettäisiin mahdollisia liikennekatkoksia ja asiakkaiden hermostumisia.

Lossin ohjaamo on korkealla ja sinne vie jyrkät ja kapeat metalliportaat. Varsinkin talviaikaan on aina tietynlainen riski liikkua liukkailla rautapinnoilla hämärässä valaistuksessa kiinnittämään ja irrottamaan maistasyöttökaapelia. Maistasyöttökaapeli voi joskus unohtua kiinni kuljettajan lähtiessä ajamaan lossilla, ja tämä voi aiheuttaa vaaratilanteen ja myös korjauskustannuksia, koska silloin yleensä tulee jonkinlaisia vaurioita.

Vekaransalmen lossi on rakennettu 1995, ja asennukset ovat pääosin alkuperäisiä. Tuon jälkeen on tullut muutoksia sähköturvallisuuteen liittyen. Varsinkin vikavirtasuojien käyttö on lisääntynyt huomattavasti. Vaikka aggregaatin asennus lossiin ei toteutuisikaan, tulisi nykyiset 400/230 voltin sähköjärjestelmät mielestäni päivittää nykyisiä vaatimuksia vastaaviksi varsinkin vikavirtasuojakytkimien osalta. Eristystilan valvonta mittari ja hälytysjärjestelmä olisi hyvä käyttäjien turvallisuuden kannalta lisätä lossin sähköjärjestelmään.

## LÄHTEET

Alfamer 1997. Auton sähkövarusteet. Englanti: J. H. Haynes & Co. Ltd.

Aquamaster-Rauma Ltd. Aquapilot ohjausjärjestelmä. Käyttäjän ohjeet

Installation and operating manual battery charger Skylla 24/50

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry 1998. D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Tampere:Tammer-paino Oy.

Finferries. Www-dokumentti. <http://www.finferries.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 27.7.2011.

Sähkötieto ry. ST-käsikirja 31 Varavoimalaitokset. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.

Scania Teollisuus- ja Merimoottorit, ohjekirja DN11, DS11, DS/11

Hsa Oy. Www-dokumentti. <http://www.hsaoy.com>. Päivitetty 24.5.2010. Luettu 5.8.2011

Suomenvaunuosa.fi.2011. Dometic/laturit-invertterit\_tuotekuvasto-091.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 8.8.2011

EON 2011. Tuotannon-liittämisen-yleiset-tekniset-ehdot-EONKSV-2009-10-01.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 5.9.2011

Sähkötarkastuskeskus julkaisu A2-94 Helsinki

STEK-Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Www-dokumentti. [http://www.stek.fi/sähköä\\_aggregaatista](http://www.stek.fi/sähköä_aggregaatista). Ei päivitystietoa. Luettu 8.9.2011

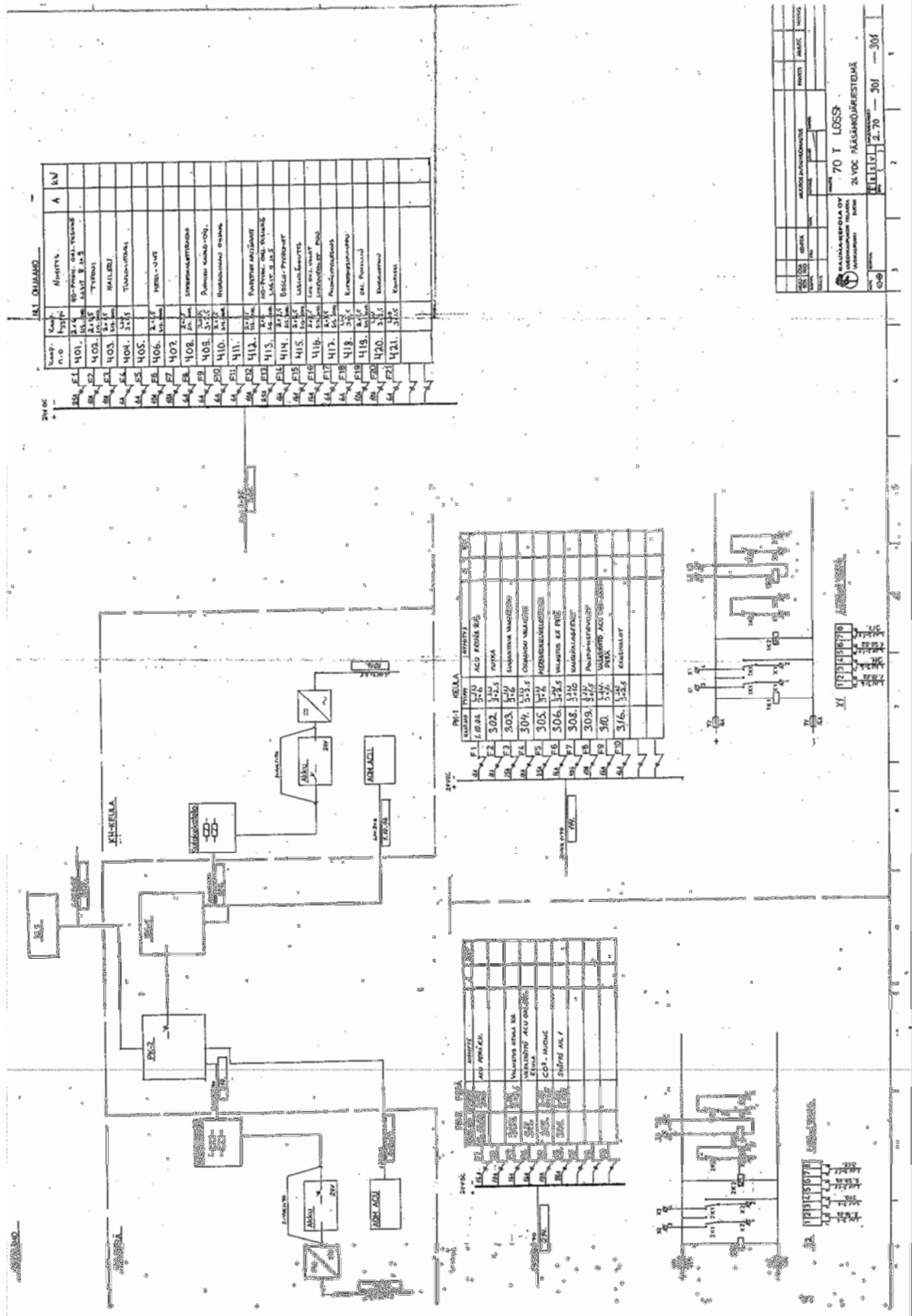
FINLEX.®-Säädökset alkuperäisinä 410/1996 Www-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 8.9.2011

Leunig Otto 1970. Käytännön sähkötekniikkaa. Porvoo. Werner Söderström Osakeyhtiön laakapaino.

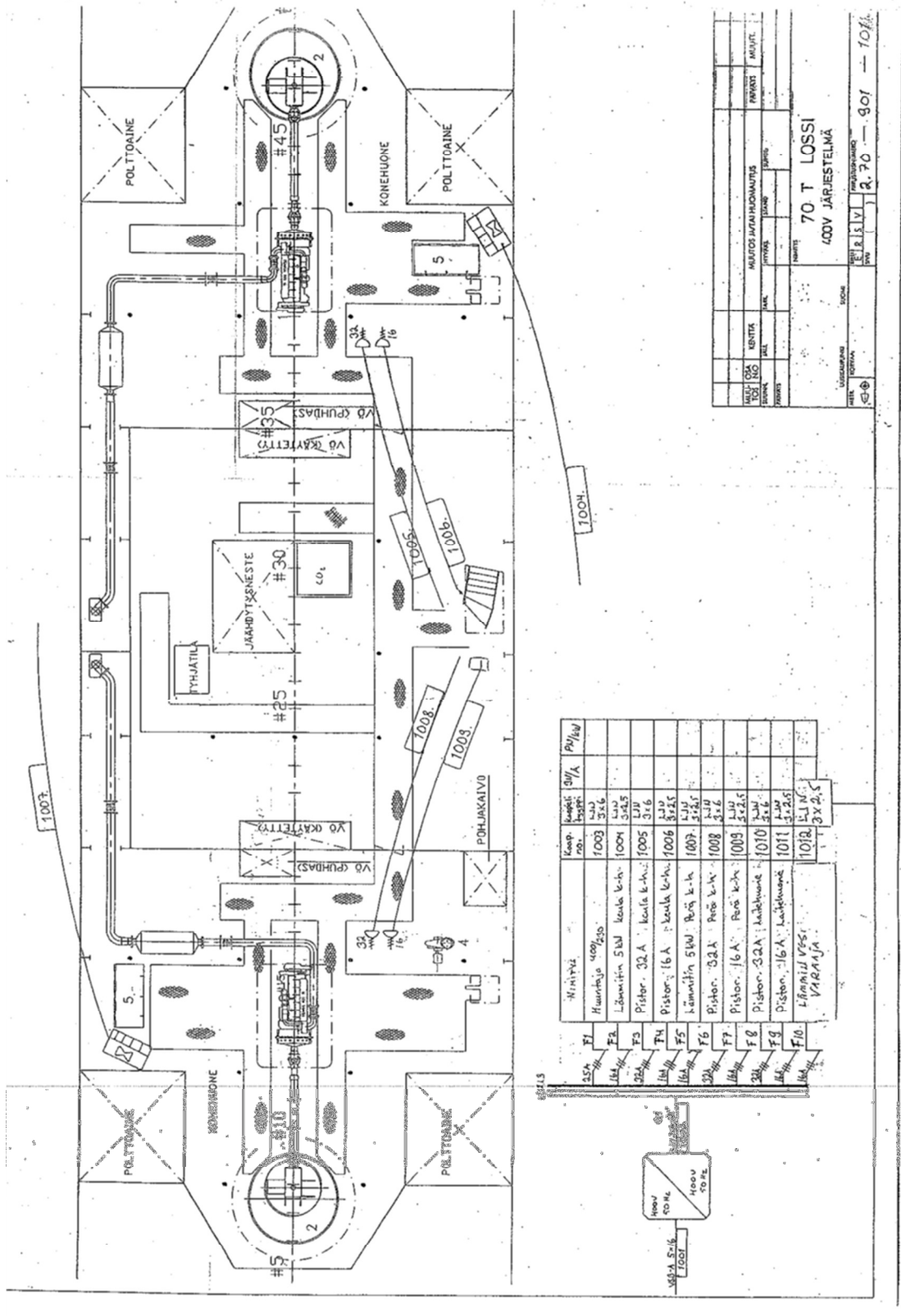
Vahter, Mikko 2011. Puhelinkeskustelu 4.11.2011. Tekninen osasto. Hollolan Sähköautomaatio Oy.

Wikispaces 2011. Kevytpolttoaine. Www-dokumentti. Linkki päivitetty 5.11.2011. Luettu 5.11.2011





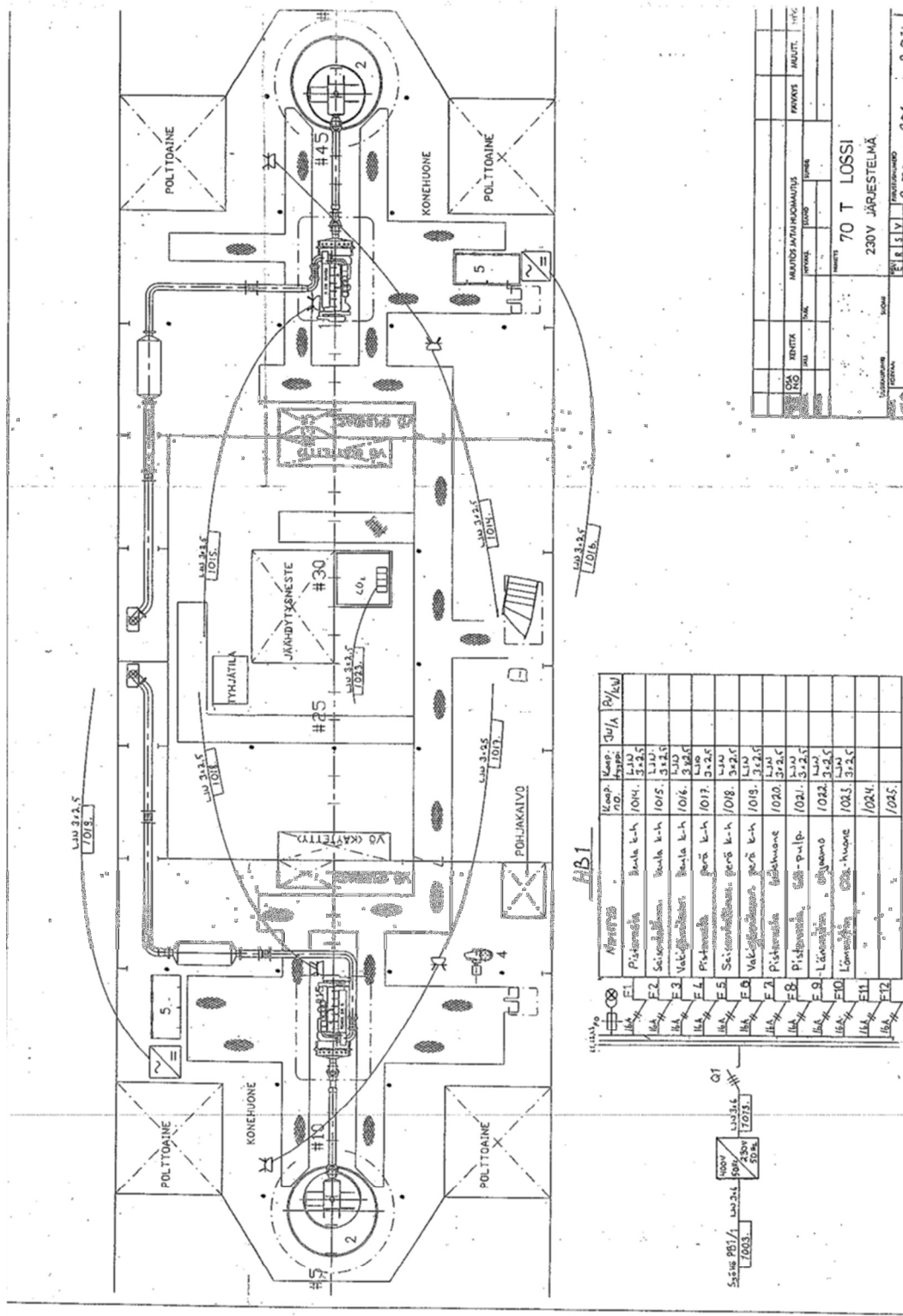
Lossin 400V järjestelmä



Nimi	Laatu	Koko	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö
1007	1007								
1008	1008								
1009	1009								
1010	1010								
1011	1011								
1012	1012								

Malli	Yksilö nro	Nimi	Laatu	Koko	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö
70 T	LOSSI	400V JÄRJESTELMÄ							
2.70	901	101							

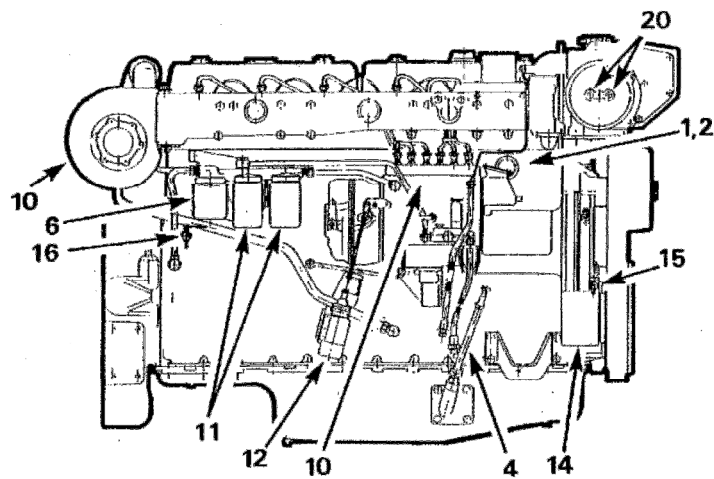
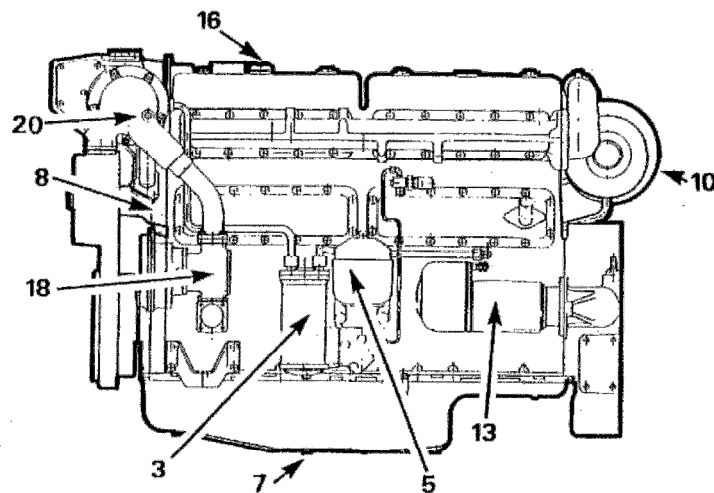
Lossin 230V järjestelmä



NO	RENTA	MA	NUMEROLUOKITUS	RYHMÄ	TOIMIK	PIIKKARI	AMMATTI	TYÖK
70 T LOSSI								
230V JÄRJESTELMÄ								
LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	LOKASIO	
2.70 — 30f — 2.07								

## SCANIA

TEOLLISUUS- JA MERIMOOTTORIT



Kuvissa näkyvät DS11-moottorien tavanomaiset varusteet.  
Moottorissa voi olla muu varustus, jota ei näy näissä kuvissa.  
Esimerkiksi DN11-moottorissa ei ole ahdinta, ja kölijäähdytteisessä moottorissa ei ole lämmönvaihdinta.

- |  |                           |                              |
|--|---------------------------|------------------------------|
| 1 Tyypikiilpi                                      | 7 Moottoriöljyn tyhjennys | 14 Generaattori              |
| 2 Moottorin numero<br>(meistetty sylinteriryhmään) | 8 Vesipumppu              | 15 Kijlahihnan säätö         |
| 3 Öljynjäähdytin                                   | 9 Ahdin                   | 16 Jäähdytynesteen tyhjennys |
| 4 Öljyn mittatikku                                 | 10 Ruiskutuspumppu        | 17 Öljytäyttöaukko           |
| 5 Öljynpuhdistin                                   | 11 Polttoaineen suodatin  | 18 Merivesipumppu            |
| 6 Ahtimen öljynsuodatin                            | 12 Pysäytysmagneetti      | 19 Lämmönvaihdin             |
|  | 13 Käynnistysmoottori     | 20 Suoja-anodit              |



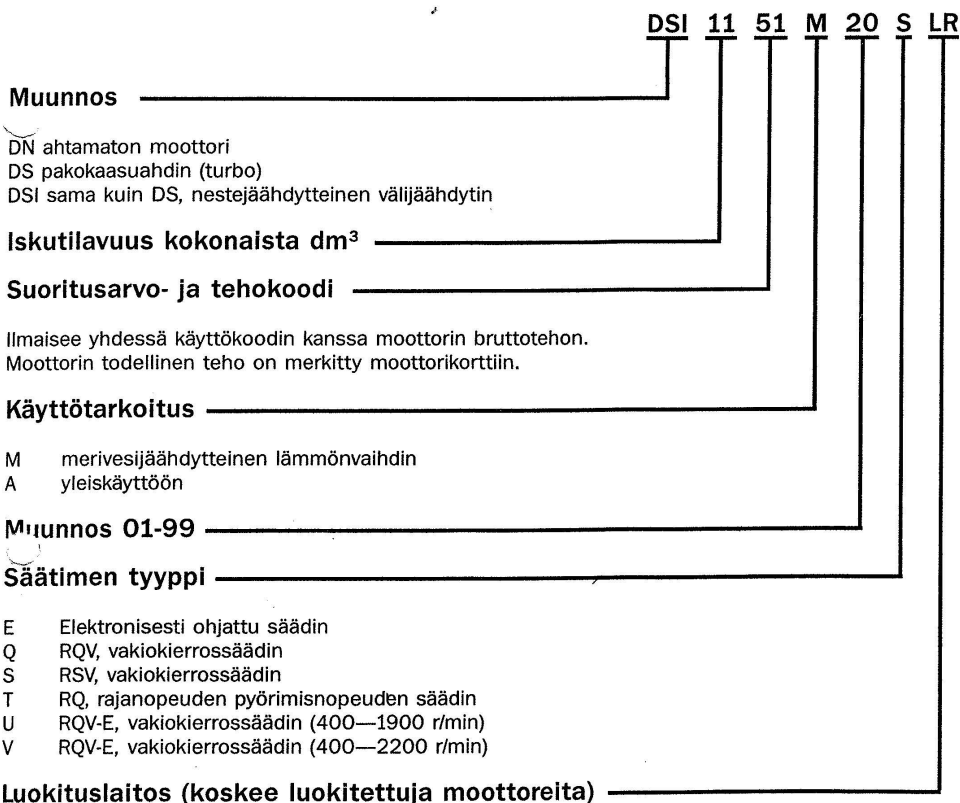
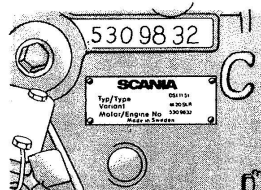
**SCANIA**

TEOLLISUUS- JA MERIMOOTTORIT

**TYYPPIMERKINNÄT**

Moottorin tyyppimerkinnät ilmaisevat koodimuodossa moottorin tyyppin, koon, käyttötarkoituksen jne.

Tyyppimerkintä ja moottorin valmistenumero käyvät ilmi kilvestä, joka on kiinnitetty imusarjaan/välijäähdyttimeen moottorin oikealle puolelle. Moottorin numero on lisäksi meistetty sylinteriryhmään 5. sylinterin kohdalle.



ABS American Bureau of Shipping  
 BV Bureau Veritas  
 GL Germanischer Lloyd  
 LR Lloyd's Register of Shipping  
 NV Det Norske Veritas  
 RINA Registro Italiano Navale  
 SF Statens Fartygsinspektion  
 USSR USSR Register of Shipping

## Scanian moottorit erittäin raskaaseen käyttöön

Moottori	Moottoriteho kW (hv) r/min	Polttoaineen ominais- kulutus (1500 r/min) g/kWh (g/hvh)
<i>Lämmönvaihdin:</i>		
<b>DN11 (215)</b>	134 (182) 2000	220 (162)
<b>DS11 (325)</b>	205 (279) 1800	207 (152)
<b>DSI11 (387)</b>	239 (325) 1800	199 (146)
<b>DS14 (426)</b>	266 (362) 1800	209 (154)
<b>DSI14 (479)</b>	293 (398) 1800	207 (152)
<i>Köljijäähdytys:</i>		
<b>DN9 (174)</b>	104 (141) 1900	219 (161)
<b>DS9 (224)</b>	138 (188) 1900	207 (152)
<b>DS9 (252)</b>	153 (208) 1900	207 (152)
<b>DN11 (215)</b>	134 (182) 2000	220 (162)
<b>DS11 (325)</b>	205 (279) 1800	207 (152)
<b>DSI11 (363)</b>	224 (305) 1800	201 (148)
<b>DS14 (426)</b>	266 (362) 1800	209 (154)

DN Ahtamaton  
DS Turboahdin  
DSI Turboahdin ja väljäähdytin

Erittäin raskas jatkuva käyttö

Normit: ISO 3046, DIN 6271, SAE J 1349 ja B.S. 5514.

Scanian jatkuvan käytön tehonottoa ei rajoiteta millään tavoin – ei edes kuorman eikä päivittäisten tai vuotuisten käyttötuntien mukaan.

Tämä teho on käytettävissä vaikkapa täydellä kuormalla kellon ympäri ja päivästä päivään. Rahtilaivoissa, avomerihinaajissa, losseissa, puutavarahinaajissa, ruoppaajissa...

Scanian merimoottorit – luotettavat, taloudelliset, helpohuoltoiset – soveltuvat hyvin kaikkiin näihin käyttötarkoituksiin. Siksi niitä tilataan yhä useammin.

## Scanian dieselit apukoneiksi Generaattoriaggregaatit\*

Moottori	Teho 50 Hz kW (hv)	Ominais- kulutus g/kWh (g/hvh)	Teho 60 Hz kW (hv)	Ominais- kulutus g/kWh (g/hvh)
<i>Lämmönvaihdin:</i>				
<b>DN11 (215)</b>	106 (144)	220 (162)	123 (167)	227 (167)
<b>DS11 (325)</b>	200 (272)	207 (152)	224 (305)	211 (155)
<b>DSI11 (387)</b>	236 (321)	200 (147)	266 (362)	202 (149)
<b>DS14 (426)</b>	253 (344)	210 (154)	291 (396)	210 (154)
<b>DSI14 (479)</b>	286 (389)	205 (151)	325 (442)	207 (152)
<i>Köljijäähdytys:</i>				
<b>DN9 (174)</b>	84 (114)	215 (158)	100 (136)	217 (160)
<b>DS9 (224)</b>	136 (185)	203 (149)	152 (207)	204 (150)
<b>DS9 (252)</b>	153 (208)	205 (151)	173 (235)	205 (151)
<b>DN11 (215)</b>	106 (144)	220 (162)	123 (167)	227 (167)
<b>DS11 (325)</b>	200 (272)	207 (152)	224 (305)	211 (155)
<b>DSI11 (363)</b>	225 (306)	203 (149)	256 (348)	204 (150)
<b>DS14 (426)</b>	253 (344)	210 (154)	291 (396)	210 (154)

\* Määritelmä: Jatkuvaan käyttöön vaihtelevalla kuormalla, ylikuormitettavuus 10 % 1 h ajan/12 h. Nopeuden vaihtelu ISO 3046 IV, lk. A1.

Normit: ISO 3046, DIN 6271, SAE J 1349 ja B.S. 5514.

## Aquamaster potkurilaite

Erla/tb 12.5.1995

AQUAMASTER US 601/1750  
Sarjanumero 60164/60165

514-1892

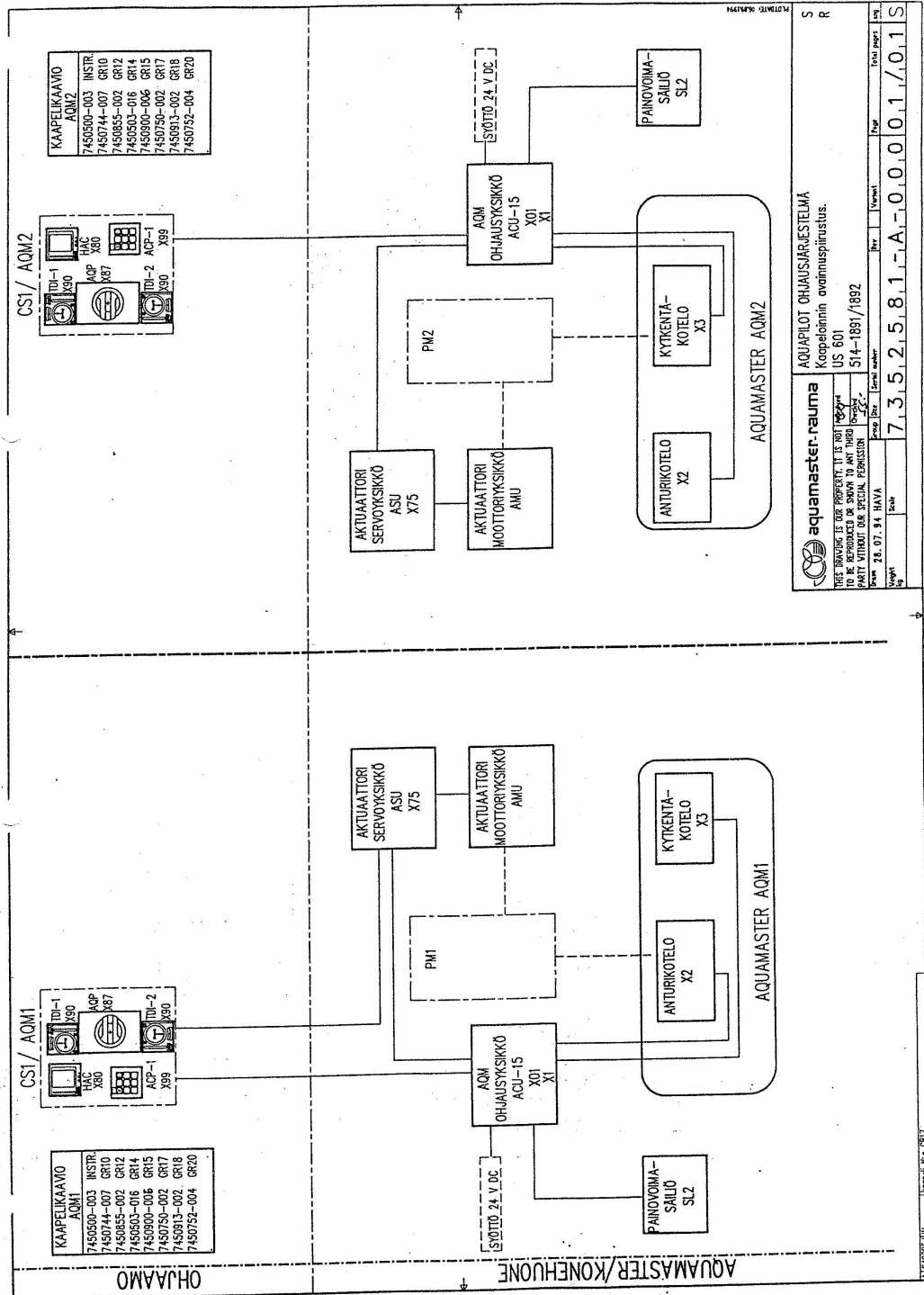
## AQUAMASTER

## Tekniset tiedot

Laitetyyppi	AQUAMASTER US 601
Pituus vetoakselilta potkuriakselille	1750 mm
Teho vetoakselilla	264 kW
Pyörimisnopeus vetoakselilla	1800 RPM
Max. momentti vetoakselilla	1.4 kNm
Välityssuhde	3,792:1
Potkurin halkaisija	900 mm
Pyörimisnopeus potkuriakselilla	475 RPM
Ohjausnopeus	n. 15 sek
Öljytilavuus	280 l
Paino	n. 4200 kg



Aquapilot ohjausjärjestelmä



Aquapilot ohjausjärjestelmä

SYMBOL	KPL	KOODI	NIMITYS	PIIRUSTUS MODULE	SUJAINI					RAKENNE		
					WH	ECR	ER	AR	DU	AB	BOX	
X87	2	ADP	AQUAPILOT	7352231-001	X					X		
X89	2	TDI-1	TYÖNTÖNÄYTTÖ	7352233-001	X					X		
X90	2	TDI-2	TYÖNTÖNÄYTTÖ	7352233-002	X					X		
X99	2	ACP-1	OHJAUSPANELI	735232-001	X					X		
X80	2	HAC	HALYTYPANELI	7351031-007	X					X		
X01 X1	2	ACJ-15	AQUAMASTER OHJAUSSYKSIKÖ	7352432-XXX				X				X
X73 XASU	2	ASU	RPM AKTUAANTORI	7351979-001				X				X
	1		KAAPELILOHKOKAAVIO	7352581-000								

The diagram illustrates the electrical control system for the Aquapilot. It shows a central 'M' (motor) connected to various sensors and actuators. On the left, there's a 'POTKURIMOOTTORI' (potentiometer) with a 'M' symbol. In the center, a control panel 'OHJAUSASEMA CS1' contains units 'AQM1' and 'AQM2'. To the right, another potentiometer is shown with 'PM2', 'M', 'ASI', 'SL 2', and 'AQM2' components. On the far right, there are 'AQUAMASTER POTKURILAITE' and 'PAINOVOIMASÄILIÖ' (pressure sensor tank) with 'SL 2' and 'AQM1' symbols. A dashed box 'M' is also present above the right potentiometer.

AQUAMASTER POTKURILAITE  
PAINOVOIMASÄILIÖ

RAKENNEDINNUS  
DU YKSIKÖ  
AB KOLEEVIY IPOO  
BOX KOTELO IP44

SUJAINITUNNUS  
WH OHJAAMO  
ECR KONEVALIKOMO  
ER KONEHUONE  
AR AQUAMASTER HUONE

U  
R  
S  
aquamaster.rauma  
Yhteisjärjestelmä

US 601  
514-1891/1892

Part number  
7352581-000

Page 01/01

7.3.5.2.5.8.0.-A-0.0.0

## Akkulaturin ominaisuudet

9. — SPECIFICATIONS

Battery Charger Type	Skylla 12/50	Skylla 24/50
Nominal input voltage	220V AC	220V AC
Input voltage range	+ 15%, - 5 %	+ 15%, - 5 %
Input voltage switchable to	110 or 240V	110 or 240V
Input voltage maximum range	± 25%	± 25%
Input fuse 220/240V	2 x 6A quick blow 6.3 x 32 mm	2 x 10A quick blow 6.3 x 32 mm
Input fuse 110V	2 x 10A quick blow 6.3 x 32 mm	2 x 15A quick blow 6.3 x 32 mm
Frequency range	48 Hz - 62Hz	48 Hz - 62Hz
Nominal battery voltage	12V	24V
Charging characteristic	IWUoUo conforming to DIN 41 772.	IWUoUo conforming to DIN 41 772.
Charging voltage high (boost)	14.25V	28.50V
Adjustable range	12.50 - 15.00V	25 - 30V
Charging voltage low (float)	13.25V	26.50V
Adjustable range	12.50 - 14.00V	25 - 28V
Voltage stability	± 1%	± 1%
Voltage compensation for diode splitters fixed range	0.6V	0.6 V
Voltage compensation for traction battery fixed range	+ 1V at high voltage(boost)	+ 2V at high voltage(boost)

## Akkulaturin ominaisuudet

Battery Charger Type	Skylla 12/50	Skylla 24/50
Alarm output voltage contacts switch at:		
- high alarm direct	above 16V	above 33.6V
- low alarm	below 12V	below 24.0V
30 seconds time delay		
Output current	50A	50A
Ripple current	70% rms	70% rms
Current stability	± 5%	± 5%
Radio interference RFI	VDE 0875-N	VDE 0875-N
Safety class	IEC 255-4-5	IEC 255-4-5
Design class	IEC 146	IEC 146
Colour	RAL 5012	RAL 5012
Case measurements (hxwx d)	350x250x210 mm	350x250x210 mm
Case weight	18 kg	18 kg

## Poweri hinnasto

**POWERI**  
SÄHKÖAGGREGAATIT

POWERI HINNASTO: A11.1.2.30

10.8.2011

EURO

€

Sivu

**A11**

alv 0%

**mitsubishi**

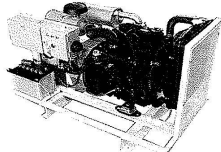
1500 rpm

**Diesel****Voimavirta****6,5 - 27 kVA**

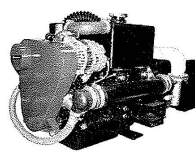
TYYPPI	POWERI	POWERI	POWERI	POWERI	POWERI
NO	6,5 DMW4	10 DMW4	15 DMW4	20 DMW4	27 DMW4
	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Gener teho [VA]	6 500	10 000	15 000	20 000	27 000
Jatkuva teho [W]	5 200	8 000	11 500	16 000	21 600
Suojakehä	alusta	alusta	alusta	alusta	alusta
<b>MOOTTORI</b>					
malli	L3E	S3L2	S4L2	S4Q2	S4S
Nimellisteho kW(HP)	6,6(8,9)	10,1(13,6)	14,3(19,2)	21,7 (29,0)	29,4(39,5)
Teho 1500 rpm kW(HP)	6,3(8,5)	9,6(12,8)	13,6(18,2)	19,9 (26,5)	28(37,5)
Sylinteritilä [cm <sup>3</sup> ]	952/3	1318/3	1758/4	2505/4	3331/4
Öljy [litr.] / vartija	on	on	on	on	on
Polttoaines. [litraa]	Lisäv.	Lisäv.	Lisäv.	Lisäv.	Lisäv.
Kulutus [l/h]	2,3	3,3	4,6	6,1	8,8
Melutaso dB(A) 1m	81	84	85	85	87
Jäähdytys	kennovesi	kennovesi	kennovesi	kennovesi	kennovesi
<b>GENERAATTORI</b>					
Teho [VA]	BTO/ECO	BTO/ECO	BTO/ECO	ECO28	ECO32
Jännite [V]	7 500	10 000	15 000	20 000	27 000
Autom. sulake [A]	230/400	230/400	230/400	230/400	230/400
Vikavirtakytkin	4 x 10	4 x 16	4 x 20	4 x 25	4 x 32
Pistorasiat 230 V	on	on	on	on	on
Pistorasiat 400 V	2 kpl	2 kpl	2 kpl	2 kpl	2 kpl
	16A/ 1 kpl	16A/ 1 kpl	32A/ 1 kpl	32A/ 1 kpl	32A/ 1 kpl
Takuu / max.1000 f.	1 vuosi	1 vuosi	1 vuosi	1 vuosi	1 vuosi
Mitat p - l - k [cm]	Alustan mitat: 150-63	97-50-60	130-60-70	140-65-80	165-65-80
Paino [kg]	210	283	313	418	512
<b>HINTA [EUR] €</b>	akku sis. hintaan				
	7 308,-	7 893,-	8 666,-	10 577,-	11 151,-
Merivesijäähdytteinen malli (Marine)	9 028,-	9 435,-	9 784,-	12 081,-	13 338,-
Sis. mm. kiertovesipumpun ja lämmönvaihtimen					

Lisävarusteet:

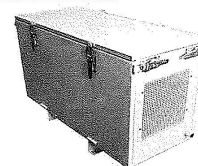
Äänieristys/Sääsuojat  
Kaukokäynnistys  
Varavoima-automaattikka



10 DMW4



10 DMW4 Marine



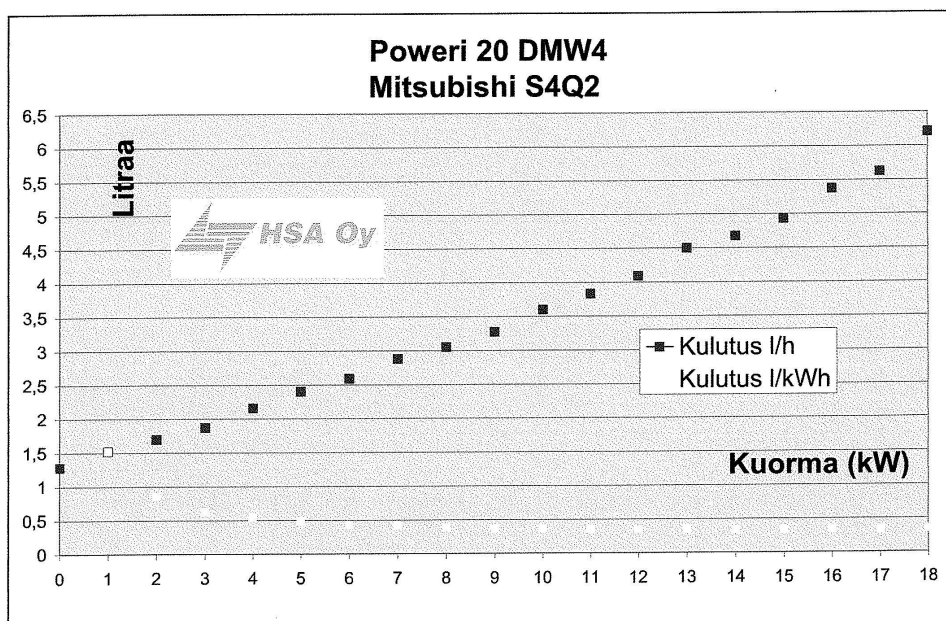
Sääsuojaja SSW

Viimeisimmät hinnastot osoitteesta: [WWW.HSAOY.COM](http://WWW.HSAOY.COM)

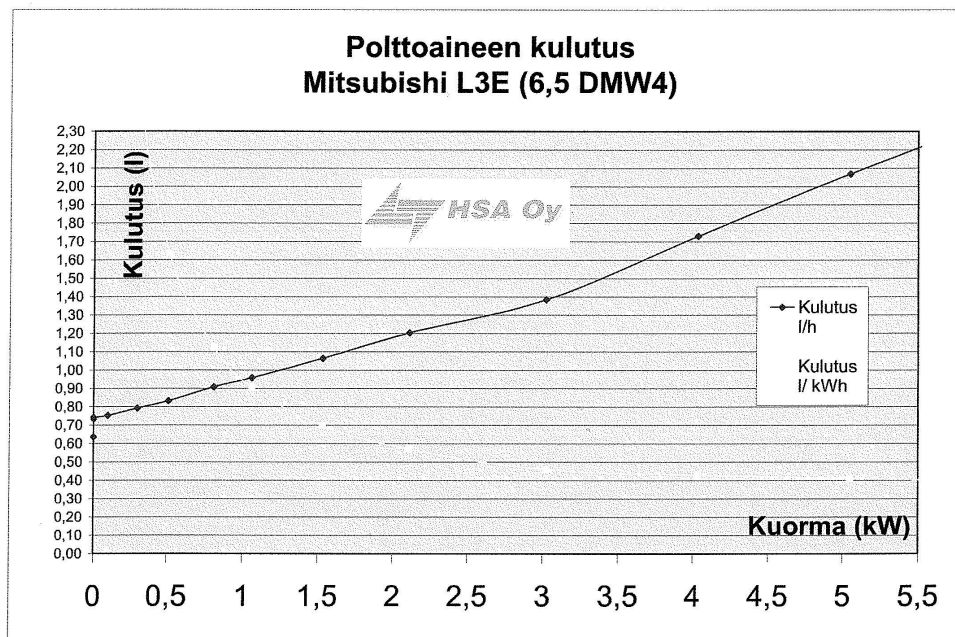
Kaikki laitteet toimitetaan säädettynä ja koeajettuina, sisältäen öljyt ja nesteet.



Mitsubishi S4Q2 kulutus



## Mitsubishi L3E kulutus



ECO3 generaattori

6.11.2011

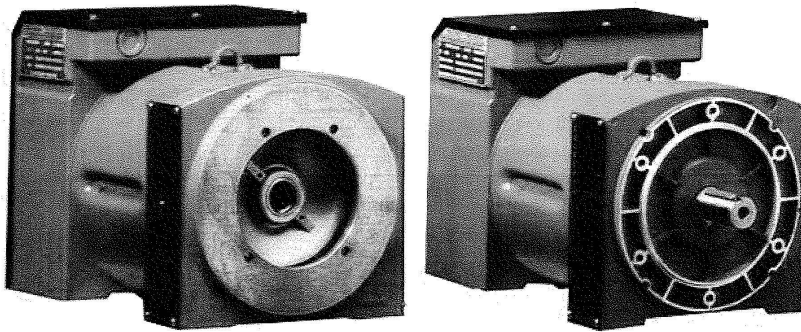
HSA OY - Mecc Alte - generaattorit - ECO3 - 1500 rpm

Type	50 Hz 3 Phase continuous						60 Hz 3 Phase continuous					
	kVA - $\cos \varphi = 0,8$			$\eta$ %			kVA - $\cos \varphi = 0,8$			$\eta$ %		
Star Delta	380 220	400 230	415 240	2/4	3/4	4/4	440 254	460 265	480 277	2/4	3/4	4/4
EC3 - SA/4	6	6	6	75,8	78,5	81,7	6,5	7,2	7,2	77,5	80	83,5
EC3 - SB/4	7	7	7	77,7	80	83,8	7,5	8,4	8,4	78,5	81,5	85,5
EC3 - LA/2	10	10	10	82,5	84	85,4	11	12	12	82,5	85	87,4
EC3 - LB/2	12	12	12	83,4	85	86	13	14,4	14,4	84,2	86	87,6

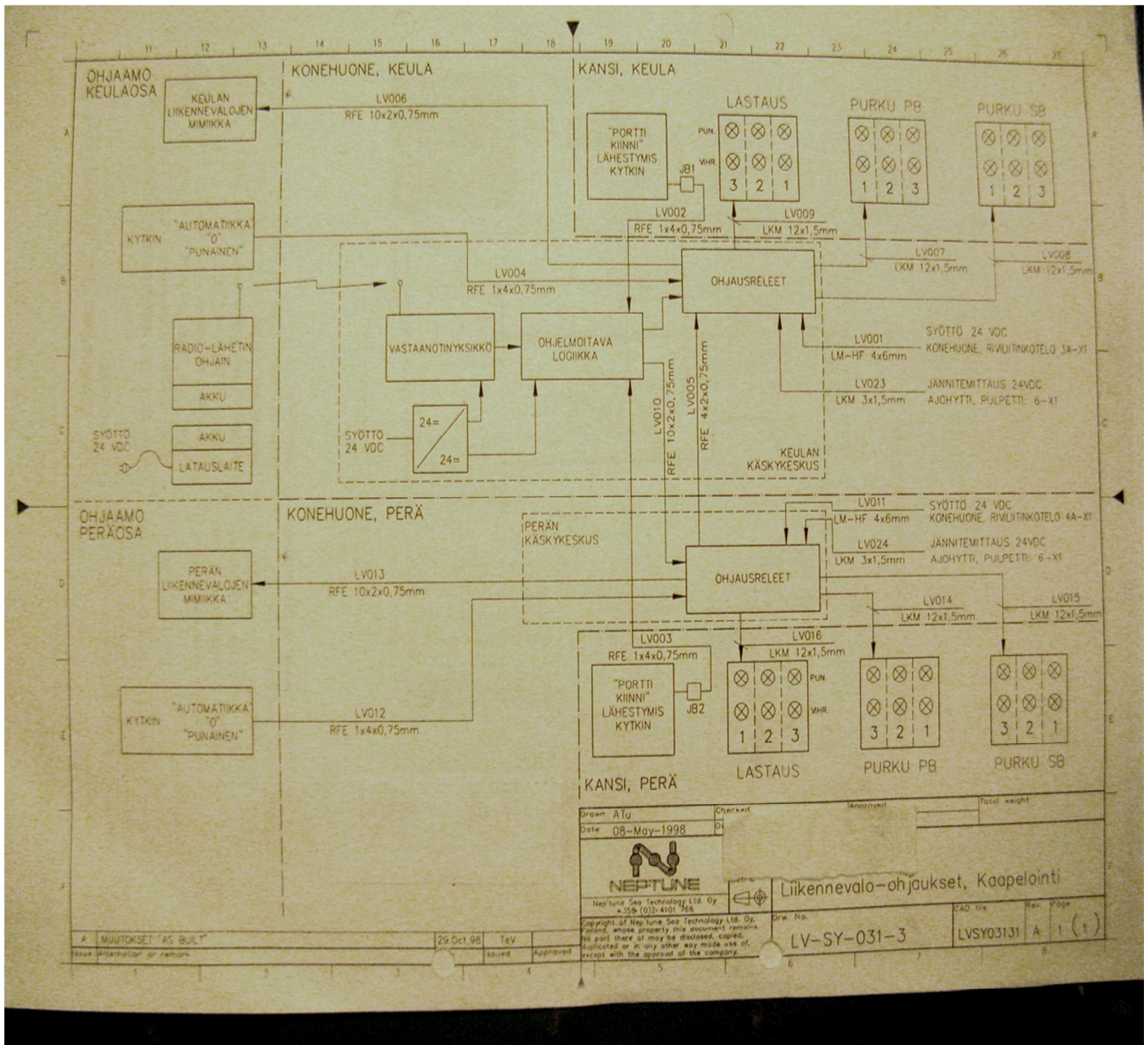
Type	J kgm <sup>2</sup>		Paino - Weight kg			ilmamäärä Air Vol. m <sup>3</sup> /min		dB(A)				Disk kiinnitys Coupling discs			
	B3/B14	B3/B9	B3/B14	B3/B9	MD35	50 Hz		60 Hz		50 Hz		60 Hz		SAE N°	J (kgm <sup>2</sup> )*
						1 m	7 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m	7 m		
EC3 - SA/4	0,0552	0,0551	57	55	61	3,5	3,9	58	72	60	78	6½	0,0087		
EC3 - SB/4	0,0652	0,0651	64	62	68	3,5	4,1							7½	0,0115
EC3 - LA/2	0,0764	0,0763	73	71	77	3,3	4								
EC3 - LB/2	0,0924	0,0923	83	81	87	3	3,5							11½	0,0433

\* MD35 kiinnityksen J arvo lasketaan lisäämällä B3/B14 kiinnityksen J arvoon halutun SAE kiinnityksen J arvo

\* The J value of form MD35 is obtained by summing the J of the B3/B14 form with the J of the chosen SAE coupling discs.



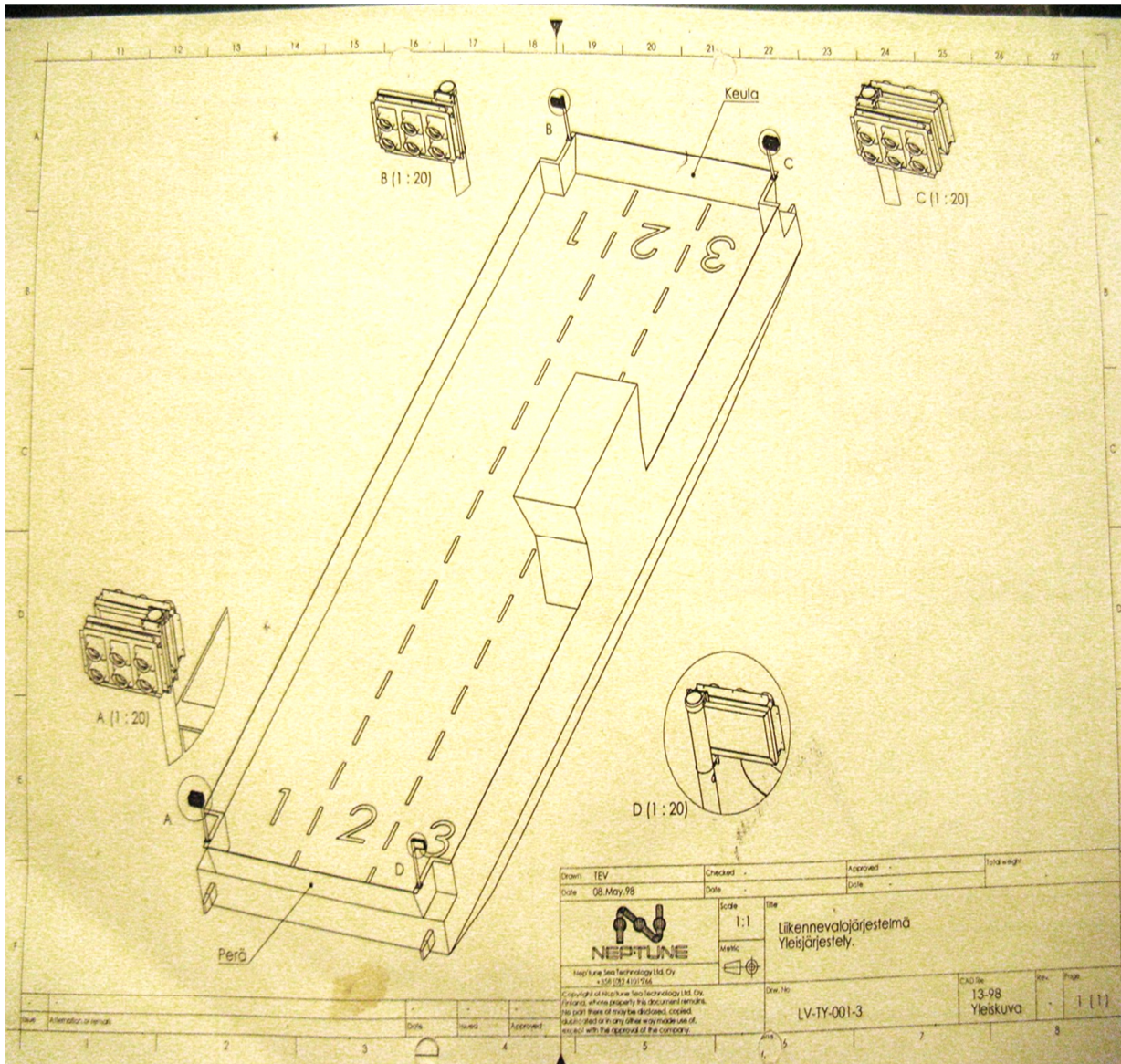
Liikennevalojärjestelmä



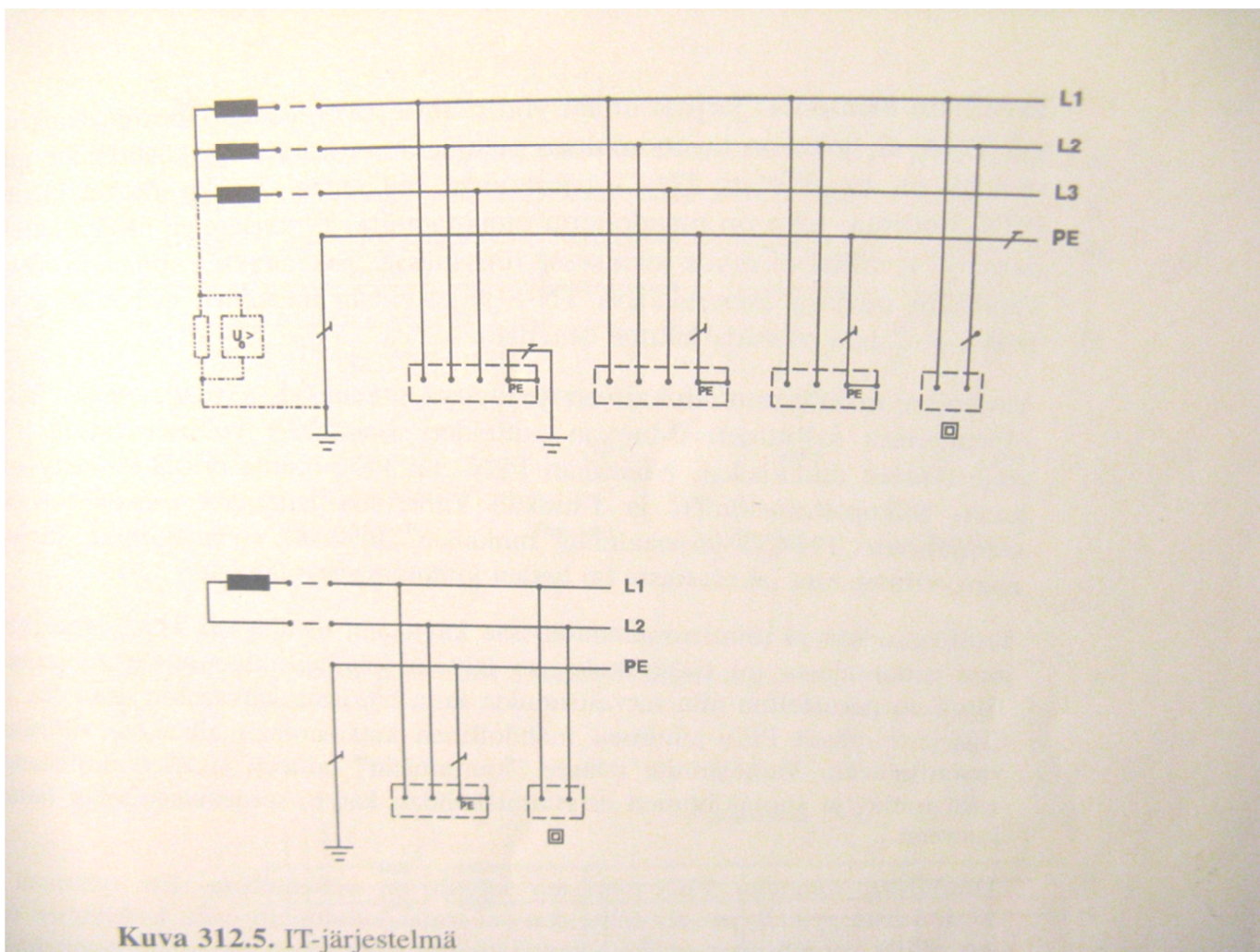
Drawn	ATu	Checked		Approved		Total weight	
Date	08-May-1998		D				
		Liikennevalo-ohjaukset, Kaapelointi					
<small>Neptune Sea Technology Ltd. Oy +358 (0)2-4101766</small>		<small>Copyright of Neptune Sea Technology Ltd. Oy, Finland, whose property this document remains. No part thereof may be disclosed, copied, reproduced or in any other way made use of, except with the approval of the company.</small>		Draw. No. <b>LV-SY-031-3</b>		CAD file LVS03131	
A MUUTOKSET "AS BUILT"		29 Oct 98 TeV		4 saved Approved		6	



Liikennevalojärjestelmä

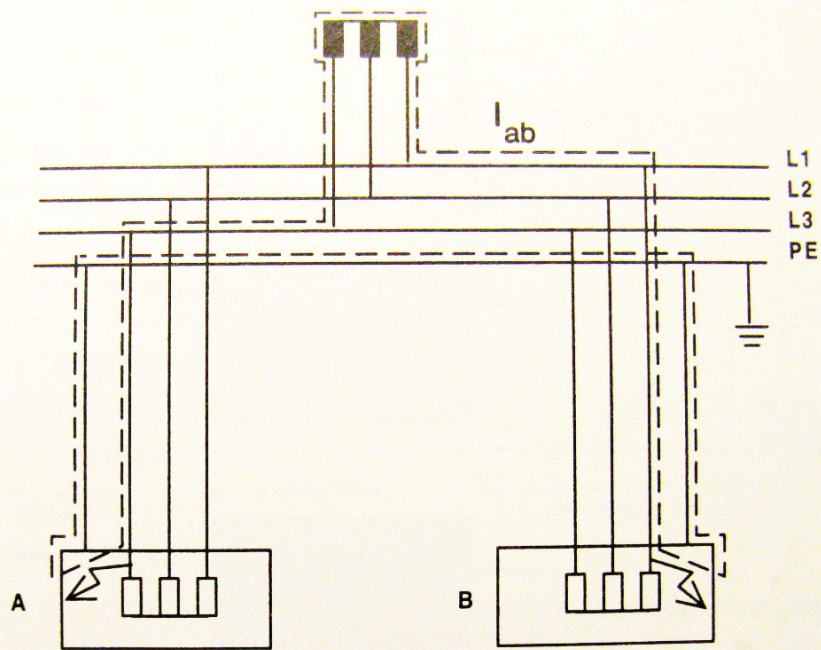


IT-järjestelmä



Kuva 312.5. IT-järjestelmä





**Kuva 41.22.** Kaksoismaasulkuvirta IT-järjestelmässä, kun jännitteelle alttiit osat on kytketty samaan maadoituselektrodiin