

Timo Iivarinen - Seppo Jaakkola - Jani Rikka

## **HYBRIDIVENEIDEN TEKNIKAN ESISELVITYS**

**Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja**  
**Saimaa University of Applied Sciences Publications**

Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja  
Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 24  
ISBN 978-952-5714-58-6 (PDF)  
ISSN 1797-7266

# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	4
2	Ekologinen risteilyalus Inarijärvellä.....	5
2.1	Tekniset tiedot .....	5
2.2	Polttomoottori-sähkömoottorihybridi .....	6
2.3	Aluevesille ja Keski-Eurooppaan .....	6
3	Hybridiveneet .....	7
3.1	Bella 9000.....	7
3.2	Lagoon 420.....	9
3.3	Greenline Hybridi GL 33 .....	10
3.3.1	Hybridi ajossa.....	11
3.3.2	"Aurinkokatto".....	11
3.3.3	Litium-akusto.....	12
4	Torqueedo-sähköperämoottorit .....	14
4.1	Litium-magnesium tehoakut moottoriin integroituna .....	14
4.2	Vääntävään moottoriin perustuva propulsioteknologia .....	17
4.3	Potkuri moottorin vääntökäyrän perusteella.....	17
5	STANDARDIT .....	19
5.1	Sähköinen propulsion .....	19
5.2	Pienaluksen elektroninen ohjaus (<24m).....	19
5.3	Avoin protokolla veneen ohjaukseen .....	19
5.4	Induktiivinen lataus .....	19
6	Yhteenveto: suomalainen hybridivene.....	20
	LÄHTEET.....	21
	Greenline Hybridi GL 33 .....	23
	Volvo 7700 -hybridin tekniset tiedot	25

## **1 Johdanto**

Esiselvityksen tarkoitus on kertoa sähkö- ja hybridikäyttöisten veneiden tekniikasta.. Työssä on keskitytty sähkö- ja hybridikäyttöisten veneiden ominaisuuksiin. Selvityksessä on kuvattu hybridivenevaihtoehtoja ja joidenkin moottoritekniikoiden toimintaperiaatteita. Edelleen esitellään veneiden ohjausjärjestelmien standardointia..

Esiselvityksen lopussa pohditaan uusien tuote- ja palvelukehityshankkeiden tarvetta venealalla.

## 2 Ekologinen risteilyalus Inarijärvellä



Kuva 1. M/Y Inari III, Lomakylä Inarin tilaama F170 -alus. Alus sai Trafín hyväksynnän ammattikäyttöön 16.6.2011. (1) (Tekniikka ja Talous. Fantan Oy).

Uusi ekologinen 120-paikkainen ja 16-metrinen katamaraanimallinen matkustajavene risteili viime kesänä ensimmäistä kertaa Inarijärvellä (kuva 1). Veneen dieselin kulutus on vain 3 litraa tunnissa.

### 2.1 Tekniset tiedot

Pituus 16,3 m

Leveys 6,9 m

Korkeus 5,5 m (plus katon helat)

Korkeus vesilinjasta 4,75 m

Syväys 0,75 m (18 000 kg)

Potkureita pyörittää kaksi sähkömoottoria

Akustosta virtaa yli tunnin matkaan

Toimitamatkaa voi jatkaa dieselgeneraattorilla

Matkavauhdilla 7 solmua, kulutus noin 3 litraa tunnissa

Fantan Oy:n kehittämä Inari III sai alkunsa ideasta kehittää tasaisesti kulkeva ja mahdollisimman vähän kuluttava risteilijä.

Alus saa käyttövirtansa 50 kWh akustosta, jonka lisäksi dieseliä tarvitaan vain kolme litraa tunnissa. Tavallinen, vastaavan kokoinen dieselillä kulkeva risteilyvene kuluttaisi tunnissa jopa 40–100 litraa polttoainetta. Sähköinen voimansiirtojärjestelmä kuljettaa katamaraani-alusta energiatehokkaasti ja lähes äänettömästi.

## **2.2 Polttomoottori-sähkömoottorihybridi**

Veneen rungon ja uudenlaisen polttomoottori-sähkömoottorihybridin ansiosta vene on osoittautunut ennustettuakin taloudellisemmaksi ja ekologisemmaksi.

”Kesän aikana saadut mittaustulokset ylittivät huikeasti kaikki odotuksemme veneen taloudellisuudesta ja tehokkuudesta”, sanoo Fantan Oy:n toimitusjohtaja Mauri Rautiainen.

Venemalli tulee käytössä halvaksi, sillä sen energiankulutuksen osuus liikevaihdosta on arviolta vain alle kaksi prosenttia, kun taas perinteisen veneen energiankulutus voi niellä 15–35 prosentin osuuden liikevaihdosta. Inari III:n energiankulutuksesta syntyvät kustannukset ovat vain alle viisi euroa ajotuntia kohden.

## **2.3 Aluevesille ja Keski-Eurooppaan**

Venemallia markkinoidaan hyvien käyttökokemusten ansiosta matkustajaveneeksi nyt myös muille Suomen aluevesille sekä Keski-Eurooppaan. Muualla maailmassa yleisempi katamaraani ei ole kuulunut perinteisesti suomalaiseen veneilykulttuuriin, jossa liikutaan vain pienillä merialueilla ja laajoilla sisävesillä.

Alus sai ensimmäisenä sähköaluksena kyseisessä kokoluokassa Liikenteen turvallisuusviraston Trafín hyväksynnän ammattikäyttöön kesällä 2011.

Tekesin Vene-ohjelma ovat rahoittaneet venevalmistaja Fantan Oy:n ja propulsiomoottorin valmistaneen Randax Oy:n tuotemalliston konseptointia ja markkinaselvitystä koskevan jatkohankkeen.

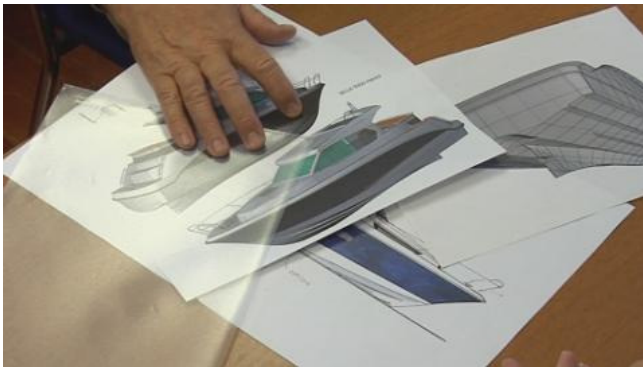
### 3 Hybridiveneet

Hybridiveneily on kohtalaisen tuore puheenaihe, sähkö-, höyry-, polttomoottori- ja purjeveneet ovat olleet jo pitkään ihmisten tietoisuudessa. Kuitenkin niiden yhdistely hybridimoottoreiksi on vasta yleistymässä. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan muutamista erilaisista vedenpäällä liikkuvista hybridilaitteista.

#### 3.1 Bella 9000

Bella-veneen tavoitteena on ollut tänä vuonna tuoda Suomeen ensimmäinen sarjatuotantona valmistettava hybridivene (Kuva 2). Veneen käyttämä energia tulee sähkö- ja dieselmoottorista. Koeajot on jo aloitettu, myyntiin niitä pitäisi saada syksyllä 2011.

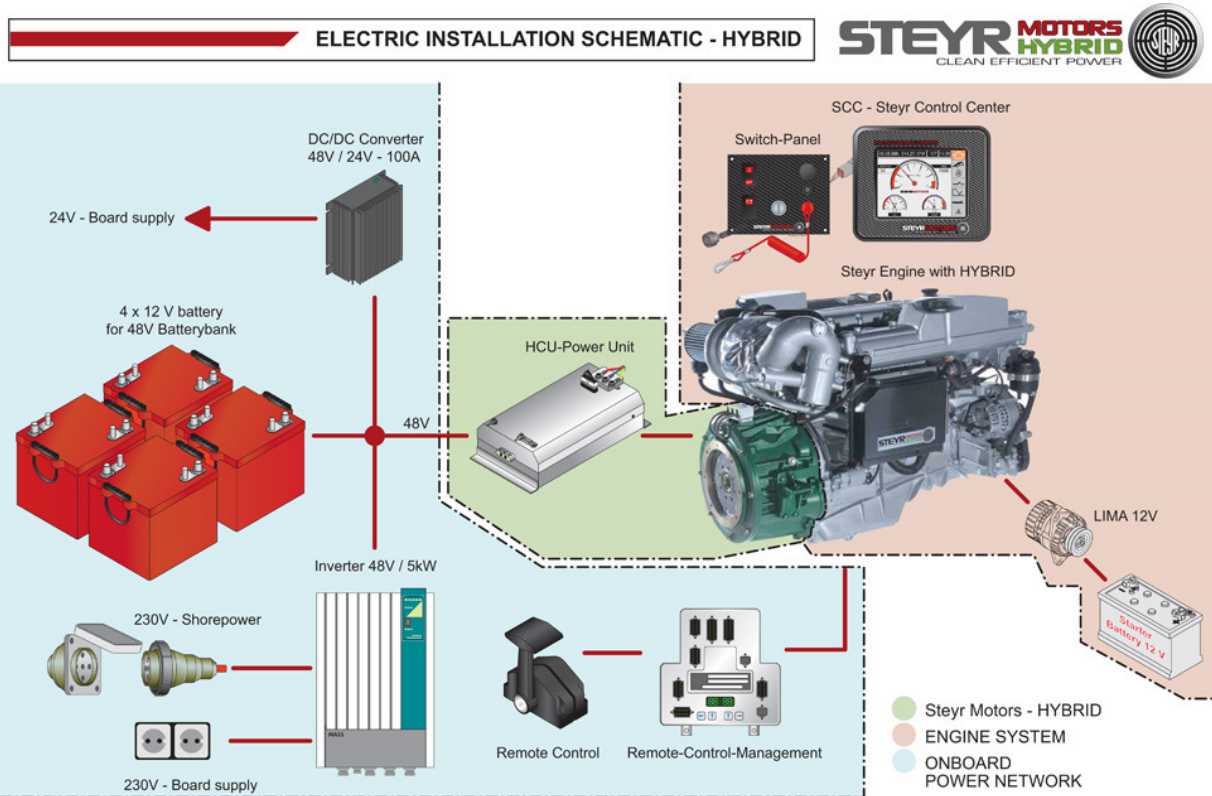
Bella 9000 Hybridin ajo alle kuuden solmun nopeudella ja liikkeellelähtö tapahtuu sähkömoottorilla. Laskelmien mukaan veneen sähkömoottorilla ajelisi enimmillään noin kolme tuntia. Akkua ladataan verkkovirralla, aurinkopaneelilla ja dieselmoottorilla. Yhden latauksen virralla ajellee 15-20 meripeninkulmaa eli noin 25-35 km. Sähkömoottorin teho



on 9,5 hv (7 kW) ja polttomoottorin 160 hv (117,6 kW). Hinnaksi arvellaan 20.000–30.000 euroa enemmän kuin vastaavan kokoisella polttomoottorikäyttöisellä veneellä.

(2). (YLE Savo / Sari Jormanainen).

Kuva 2. Bella-veneen luonnokset



Kuva 3: Bella 9000 hybridijärjestelmä. (3). (Steyr Motors).

Bella 9000 veneen sisällä on Steyr:n MO256H45-moottori vauhtipyörägeneraattorilla varustettuna.

Ensimmäiset Steyr Monoblock moottorit (Kuvassa 3) valmistettiin jo vuonna 1922, jonka jälkeen tämä ilman erillistä sylinterikantta oleva moottori on käynyt läpi monta kehitysvaihetta. Nykyiset Steyr-moottorit ovat keveitä ja litratilavuudeltaan erittäin tehokkaita dieselmoottoreita moneen käyttöön. Niitä käytetään mm. sotilaskäytössä jeepeissä sekä erikoisajoneuvoissa. Erittäin hyvä teho/painosuhte mahdollistaa niiden soveltumisen myös nopeisiin plaanaaviin (vene ylittää runkonopeutensa ja nousee liukuun aallon harjalle) veneisiin sekä hovi- että ammattikäytössä.

Steyr Motors GmbH on kehittänyt myös edistyksellisiä ratkaisuja vauhtipyörägeneraattorista aina veneiden hybridijärjestelmiin. (3), (4) Parallel- ja serial propulsion systems. Steyr- moottorit valmistetaan kokonaisuudessaan Itävallassa. (5). (Steyr motors monoblock).



### 3.2 Lagoon 420

CCN Cruising Catamarans Oy on myös tuonut markkinoille vuonna 2006 hybridimoottorisen purjevereen, Lagoon 420:n (Kuva 4). Katamaraani lataa purjehduksen aikana akkuja, joista veneen sähkömoottorit saavat virtansa. (6). (Sailmagazine).



Kuva 4: Lagoon 420. (Sailmagazine)

Purjehdittaessa potkuri pyörii veden virtauksen voimasta ja pyörittää sähkömoottorina toimivaa generaattoria ladataen veneen akkuja. Veneen liikkeellelähdöt ja satamaan tulot tehdään sähkömoottoria käyttäen. Akkujen virralla voi ajella 2-3 tuntia. Veneessä on myös dieselgeneraattori, jota käytetään sähkömoottoreiden voimanlähteenä, kun tarvitsee ajella tyynellä säällä pitempiä matkoja. Dieselgeneraattorilla voi pyörittää sähkömoottoria tai sillä voi ladata akkuja.

Valmistajan mukaan potkurigeneraattorin toiminta vie normaalista 6-9 solmun matkanopeudesta yhden solmun .

### 3.3 Greenline Hybridi GL 33

Yritys Sarlin Marine tuo Suomeen Greenline Hybridi veneitä, esimerkiksi GL 33 mallia (Kuva 5).



Kuva 5: Greenline Hybrid GL 33.

Vakio dieselmoottorina veneessä on Volkswagen Marinen SDI 75-5 (Kuvassa 22). Tehdas ilmoittaa moottorissa olevan vääntöä 150 Nm välillä 1750 ja 3000 kierrosta minuutissa. Veneen maksiminopeus on kymmenen solmua. Normaalilla matkanopeudella eli seitsemällä solmulla voi ajaa noin 1300 kilometriä.

Kun vene on laiturissa, sitä voidaan ladata verkkovirralla (230 V AC) latausteholla 3 kW. Invertteri/laturilla käytetään myös kodinkoneita, esimerkiksi jääkaappia ja TV:tä yms.

Sähköisen voimansiirron tilassa EM/G-moottori voi tuottaa jopa seitsemän kilowatin tehon. Sähkömoottorin avulla voidaan ajaa satamasta pois ja takaisin. Pelkästään sähkömoottoria käytettäessä voidaan ajaa kuuden solmun tuntinopeutta, neljän solmun tuntivauhdilla pääsee noin 37 kilometriä.

Dieselmoottori liikuttaa venettä ja pyörittää samalla generaattoria, joka lataa akkuja enimmillään viiden kilowatin teholla.

Ankkurissa ollessa aurinkopaneeli lataa akkuja, jotka tarjoavat 230 voltin jännitteen veneessä käytettäviin laitteisiin. Jos akkujen varaus laskee alle asetetun arvon, dieselmoottori kytkeytyy päälle ja nostaa sen generaattorin avulla normaaliksi. Ankkuritalassa potkuri on kytketty pois päältä ja vaihteisto on vapaalla.

Ajaminen sähköllä on kymmenen kertaa halvempaa, kuin dieseliä käyttämällä, vaikka aurinkoenergiaa ei käytettäisikään. Yritys kehuu hybridijärjestelmää huoltovapaaksi ja helpoksi käyttää.

Ajeltaessa sähköllä ympäristöön ei aiheudu saastepäästöjä eikä melua.

### **3.3.1 Hybridi ajossa**

Kytkimestä voi valita joko diesel- tai sähkökäytön. Veneessä on nykyaikainen 5-sylinterinen Volkswagenin valmistama veneilyyn tarkoitettu dieselmoottori ja täysin sähkökäyttöinen ja huoltovapaa sähkömoottori/generaattori (EM/G), joka kuluttaa maksimissaan 7 kW sähkökäyttötilassa (kuva 7). Hybridiajossa dieselmoottori lataa akkuja ja nykysähkötekniikka pitää huolen siitä, ettei akkujen teho laske alle asetetun arvon. Näin ollen veneessä olevat hyöty- ja huvilaitteet eivät pääse jäämään sähköttä. Generaattori (5 kW) ja sähkömoottori (7 kW) on integroitu yhteen yksikköön, mikä säästää tilaa ja vähentää painoa. EM/G on kytketty ZF-vaihteistoon, joka ohjaa potkuria. Hydraulinen VW:n kytkin on dieselmoottorin ja sähkömoottori/generaattorin välillä. Kolmen kilowatin invertteri/laturi lataa akkuja maasähkötilassa 230 V:n jänniteliitännästä. (6). (Greenline 33 Hybrid).

### **3.3.2 ”Aurinkokatto”**

Aurinkopaneelit pitävät akut täysiksi ladattuina ja antavat lisää energiaa veneen sähköjärjestelmään. Päästötön ja ilman energiakustannuksia tapahtuva veneily on mahdollista hiljaisella alle 3,5 solmun nopeudella, kunhan auringon tuottama energia ja järjestelmän kulutus ovat yhtä suuria.

Kuusi aurinkosähköpaneelia, joilla on koneellinen ilmajäähdytys, pystyy tuottamaan jopa 1,3 kilowattia tehoa päivänvalossa. Aurinkokennot on suojattu raekuuroilta 3,2 millimetrin lasikilvellä, joka on helppo puhdistaa. Aurinkopaneelyyksikkö vaatii vain vähän huoltoa. Se

kykenee toimittamaan aluksella oleviin laitteisiin energiaa jatkuvasti täydellä päivän valolla.  
(6). (Greenline 33 Hybrid).

### 3.3.3 Litium-akusto

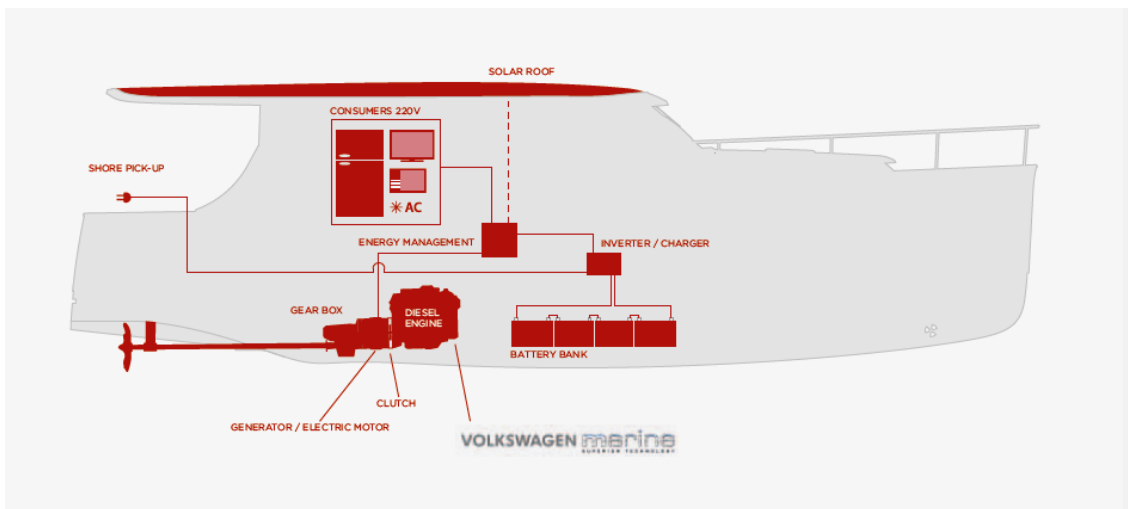
Greenline Hybrid käyttää parasta litium-akkuteknologiaa mitä on saatavilla. 240 Ah:n akkujärjestelmä on 100 prosenttisesti huoltovapaa.

Etuina ovat mm. helppokäyttöisyys ja arvioitu kymmenen vuoden kestoikä, akusto on myös kevyt ja kompakti.

Akkuja voi ladata tuhansia kertoja. Ne ovat erittäin tehokkaita, seitsemän kertaa kevyempiä kuin kolmasosa normaalista lyijyakun koosta. (6), Greenline 33 Hybrid.



Kuva 22: Volkswagen Marine SDI 75-5:n teho-kierros-vääntö-diagrammi (Volkswagen Marine)



Kuva 6: Greenline Hybridi GL 33 mallin sivuprofiilista kuvattu veneen rinnakkais-hybridijärjestelmä.

Hybridijärjestelmän osia (kuva 6) tässä veneessä ovat:

Energian hallintajärjestelmä, invertteri/laturi, latausjohto, akkujärjestelmä, aurinkopaneeli, energiaa kuluttavat laitteet (esim. kodinkoneet), dieselmoottori, kytkin, generaattori / sähkömoottori, vaihdelaatikko, potkuri

Liitteessä Greenline Hybridi GL 33 on esitetty Green Line Hybridin teknisiä tietoja.

## 4 Torqeedo-sähköperämoottorit

Torqeedo on tavallista tehokkaampi sähköperämoottori, joka on tarkoitettu pienten soutu-, purje- ja kumiveneiden voimanlähteeksi (kuva 8). Mallimerkinnyt halvimmasta kalleimpaan ovat Travel, BaseTravel ja Cruise, joihin sisältyy useita kokoluokkia, uutuustyyppinä Torqeedo Travel 503/1003. Travel 503 vastaa teholtaan 1,5 hevosvoimaista polttoerämoottoria ja Travel 1003 vastaavasti 3 hevosvoimaista. (8). (Torqeedo Starnberg, Germany).



Kuva 8 Torqeedo Travel 1003 sähköperämoottori

### 4.1 Litium-magnesium tehoakut moottoriin integroituna

Integroitu akku on osa moottoria sijaiten moottorin päällä. Travel 503 –mallin akun kapasiteetti on 320 Wh (mitoitus 10 Ah/ 29,6 V). Travel 1003 –mallin vastaavat arvot ovat 520 Wh (13 Ah/29,6 V) (Kuvat 9-10). Akut voidaan ladata lisävarusteena saatavalla aurinkopaneelilla myös käytön aikana. Äänihälytys varoittaa varaustilan laskettua 30 %:iin. Litium-akut kestävät korkeata virtaa ja pystyvät purkamaan kapasiteettiansa myös ääritilanteissa. Käyttämättömänä akkujen varaus pienenee vain 1 %:n kuukaudessa, joten moottoreita ei välttämättä tarvitse ladata kesän aikana, jos niitä käytetään vara tai satamamoottoreina. Akuissa ei ole muistiefektiä ja niissä on rajoitin, joka estää akkujen liiallisen purkautumisen. Litium-Mangaani (LIMA) -akuissa on sisäänrakennettuna ohjauslaite, joka suojaa oikosululta, ylijännitteeltä ja syväpurkautumiselta.



Kuva 9 Litium-magnesium tehoakku 300 Wh



Kuva 10 Torqeedo Power – LIMA Cruise-akku

Torqeedo-moottoreissa on automatiikka, joka tunnistaa akun pienentyneen kapasiteetin. Järjestelmä optimoi veneen jäljellä olevan kapasiteetin automaattisesti hiljentämällä vauhtia taloudellisemmaksi.

Travel-moottorien toiminta-aika ja toimintasäde eri tehoilla kuormituksesta riippuen voidaan esittää seuraavasti (8). (Torqeedo Starnberg. Germany).

### Travel 503 integroidulla akulla (29.6 V/10 Ah)

Soutuvene, jolla, kumivene, purjevene 750 kg asti

	Nopeus solmuina	Toimintasäde merimaileina	Toiminta-aika tunteina
Pienellä teholla	1.5 - 2.0	9.0 - 12.0	6:00
Puolella teholla	2.5 - 3.0	5.0 - 6.0	2:00
Täydellä teholla	3.6 - 4.0	2.2 - 2.5	0:40

### Travel 1003 integroidulla akulla (29.6 V/13 Ah)

Soutuvene, jolla, kumivene, purjevene 1500 kg asti

	Nopeus solmuina	Toimintasäde merimaileina	Toiminta-aika tunteina
Pienellä teholla	1.5 - 2.0	12.0 - 16.0	8:00
Puolella teholla	2.5 - 3.0	6.5 - 7.8	2:40
Täydellä teholla	4.5 - 5.0	2.0 - 2.2	0:26

Moottoreissa on sisäänrakennettu GPS-vastaaanotin, joka välittää moottorin monitoiminäyttöön reaaliaikaista tietoa; mm. akun varaus prosentteina, akun kesto (aika tai toimintamatka), ajonopeus ja ottoteho. Moottorit täyttävät IP67-suojaustandardin vaatimukset. Mikäli moottori jostain syystä kuumenee, integroitu termostaatti säätää virrankulutuksen automaattisesti turvallisemmalle tasolle.



## 4.2 Vääntävään moottoriin perustuva propulsioteknologia

Torqueedo Travel 800 sähkömoottori on savukeaskin kokoinen ja painaa 500 g, mutta tuottaa saman potkuritehon kuin 2 hv:n polttomoottori. Travel 800 moottorissa käytetään harvinaisia maamagneetteja, jotka mahdollistavat jopa 24 kertaa suuremman väännön kuin perinteiset potkurimoottorit, joissa on käytetty hexaferritpinnoitetta. Kun moottorissa on 1:14 down geared vaihteisto, 800 wattia tuottava moottori voi hyödyntää potkuria, jonka pyörittämiseen tarvittaisiin 20 hevosvoimaista polttomoottoria.



Kuva 43 Travel 800 sähkömoottori

Torqueedo-moottoreissa on useita sähköisiä luotettavuutta, turvallisuutta ja käyttömukavuutta parantavia kontrollijärjestelmiä, kuten

- mekanismi, joka suojaa potkuria esim. potkurin jumittuessa tai vieraiden esineiden joutuessa potkuriin
- suojausmekanismi äkillisessä moottorin pyörimissuunnan muutoksessa
- automatiikka akun kapasiteetin laskiessa
- ylikuumenemisen suojausmekanismi.

## 4.3 Potkuri moottorin vääntökäyrän perusteella

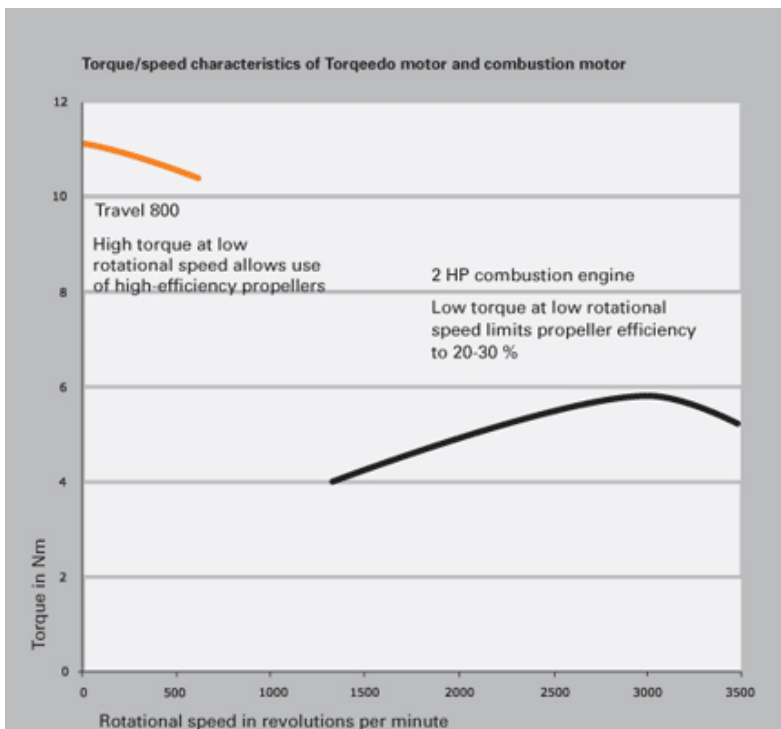
Potkurin suorituskyky riippuu teknisesti pääasiassa sen halkaisijasta, noususta ja muotoiluelementeistä. Potkurin valinnalla on vaikutusta veneen tehoon ja ajettavuuteen. Potkurin valinta vaikuttaa mm. veneen pysähtymismatkaan, kääntösäteeseen ja huippunopeuteen sekä moottorin työntövoimaan ja energiankulutukseen.



Kuva 11. Torqeedo-moottorin propulsioteknologia

Vedessä hitaasti kiertävät potkurit, joissa on korkea nousu ja suuri halkaisija ovat periaatteessa tehokkaimmat. Torqeedon potkurit ovat vääntäviä jo alhaisilla pyörimisnopeuksilla, joten ne sopivat yhteen VPVC-potkureiden kanssa (VPVC = Variable Pitch Variable Cam. Muuttuva nousukulma, muuttuva potkurin lavan muoto) (Kuvat 11-12).

Rikiputki on pisaranmuotoinen, jotta veden virtausvastus olisi mahdollisimman pieni.



Kuva 12 Torqeedo-moottorin ja perinteisen polttomoottorin vääntökäyräerot eri kierroslukualueilla.

## 5 STANDARDIT

### 5.1 Sähköinen propulsio

Standardi **ISO/TC 188 / SC** määrittelee sähköisen propulsio vaatimukset (9), (10).

### 5.2 Pienaluksen elektroninen ohjaus (<24m)

Standardi **ISO/WD 25197** määrittelee sähkö-elektronisen ohjauksen.

.Pienveneessä ohjauskaapeloinnin voidaan korvata myös langattomalla ohjauksella, jonka standardi myös määrittelee (Small Craft - Electronic control system for steering, shift and throttle ISOWD 25197\_\_N1027\_\_ISONP\_25197). (11), (12).

### 5.3 Avoin protokolla veneen ohjaukseen

Tällä hetkellä suomalaista teknologiaa on rajallisesti tarjolla veneen ohjaukseen sekä muun laitteiston hallintaan (15). Navigointiin ja apulaitteiden ohjaukseen käytetään paljolti USA:sta lähtöisin olevaa NMEA0183 määrittelyä, joka perustuu ASCII merkkien välittämiseen RS232, RS422 tai RS485 sarjavyylissä. Tämä standardi on 1980 luvulta. Toinen vaihtoehto [SAE 1939](#) standardiin ja CAN-protokollaan perustuva [NMEA2000](#). [CAN in Automation](#) yhteisö on kehittänyt avoimen laiteprofiilin DS307 (Maritim) (13), (14).. Tämä tarjoaisi avoimen eurooppalaisen vaihtoehdon, jossa olisi synergiaa myös työkoneteknologiaan.

### 5.4 Induktiivinen lataus

Lataus voidaan tehdä langattomasti induktiivisesti laituri-telakassa.

## 6 Yhteenveto: suomalainen hybridivene

Katsauksen perusteella voidaan nähdä mahdollisuuksia erilaisiin VTT:n tutkimuksen mukaan moottoriveneilyn hiilijalanjäljestä 85 % muodostuu veneen käyttövaiheesta, sisältäen polttoaineen valmistuksen sekä veneen käyttövaiheen aikaisen polttoaineen palamisen aiheuttamia päästöjä, ja vain 10 % raaka-aineiden valmistamisesta ja kierrätyksestä, (16) (Tekes). Päästöihin on mahdollista vaikuttaa paljon. Kasvava ympäristötietoisuus sekä huoli vesistöjen tilasta niin Suomessa kuin muuallakin lisää paineita kestävän kehityksen arvoja painottavaan teknologiaan, tuotekehittelyyn ja toimintaan. Autoteollisuus on toiminut kehityksen edelläkävijänä kestävää kehitystä tukevissa teknologiaratkaisuissa ja niiden markkinoille tuomisessa. Näitä ratkaisuja ei ole hyödynnetty vielä paljon venealalla.

Venealalle tarvitaan kestävän kehityksen arvoja tukevia ratkaisuja, joissa hyödynnetään mm. puuraaka-ainetta uudella tavalla, sekä uuden teknologian antamia mahdollisuuksia.

## LÄHTEET

1. Ekologinen risteilyalus Inarinjärvellä.  
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/ekologinen+risteilyalus+inarijarvella++dieselin+kulutus+vain+3+litraa+tunnissa/a698016> . Luettu 10.10.2011.
2. Bella 9000. YLE Savo / Sari Jormanainen: julkaistu 11.08.2010 klo 14:40, päivitetty 12.08.2010.  
[http://yle.fi/alueet/savo/2010/08/bella\\_tuo\\_markkinoille\\_hybridiveneen\\_1895904.html](http://yle.fi/alueet/savo/2010/08/bella_tuo_markkinoille_hybridiveneen_1895904.html)  
Luettu 11.10.2011.
3. Steyr Motors. Bella 9000 hybridijärjestelmä. Parallel Hybrid. Steyr Motors.  
<http://www.steyr-motors.com/marine/engines/parallel-hybrid/> .Luettu 5.10.2011
4. Steyr. Serial Hybrid. Esite. [http://www.steyr-motors.com/fileadmin/files/DownloadCenter/manuals\\_spare\\_parts/Brochures/General/steyr\\_motors\\_marine\\_serial\\_hybrid\\_web.pdf](http://www.steyr-motors.com/fileadmin/files/DownloadCenter/manuals_spare_parts/Brochures/General/steyr_motors_marine_serial_hybrid_web.pdf) . Luettu 7.10.2011.
5. Steyr motors monoblock. Meridieselmoottorit. Tapimer Oy:n tuote-esite.  
[http://www.tapimer.fi/index.php?group=00000131&mag\\_nr=1](http://www.tapimer.fi/index.php?group=00000131&mag_nr=1) . Luettu. 5.10.2010.
6. Sailmagazine. Lagoon 420. [http://sailmagazine.com/boat-reviews/Lagoon\\_420](http://sailmagazine.com/boat-reviews/Lagoon_420) ,  
Luettu 16.11.2011.
7. Greenline 33 Hybrid.  
[http://www.greenlinehybrid.com/images/multimedia/catalogue/greenline\\_catalogue-english.pdf](http://www.greenlinehybrid.com/images/multimedia/catalogue/greenline_catalogue-english.pdf) . Luettu 10.10.2011.
8. Torqeedo Starnberg Germany: <http://www.torqeedo.fi> . Luettu 7.10.2011.
9. Standardi **ISO/TC 188 / SC**.  
[http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/N1055\\_NWIP\\_-\\_Electric\\_propulsion\\_systems\\_-\\_HYMAR\\_2\\_.pdf?version=1&modificationDate=1301653109000](http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/N1055_NWIP_-_Electric_propulsion_systems_-_HYMAR_2_.pdf?version=1&modificationDate=1301653109000)
10. Standardi **ISO/TC 188 / SC** . Suomenkielinen tiivistelmä:  
<http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/Small+craft+-+Electric+Propulsion+Systems.pdf?version=1&modificationDate=1301653121000>
11. Standardi **ISO/WD 25197**  
[http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/ISO+WD+25197\\_141009.pdf?version=1&modificationDate=1301653128000](http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/ISO+WD+25197_141009.pdf?version=1&modificationDate=1301653128000)
12. Standardi **ISO/WD 25197** . Suomenkielinen tiivistelmä.  
[http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/ISO+WD+25197\\_141009.pdf?version=1&modificationDate=1301653128000](http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/27207986/ISO+WD+25197_141009.pdf?version=1&modificationDate=1301653128000)
13. Standardi SAE1939. <http://www.sae.org/standardsdev/groundvehicle/j1939a.htm>
14. Standardi CAN NMEA2000. <http://www.nmea.org/>

15. iBoats. Standardit. Metropolia <http://wiki.metropolia.fi/display/iboat/Standardit>
16. VTT. TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-02928-10: Ympäristömyönteisyyden kehittäminen venealalla. Luettu 22.11.2011.  
[http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT\\_R\\_02928\\_10.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT_R_02928_10.pdf)

## LIITTEET

### Greenline Hybridi GL 33

#### Päämitat:

Pituus	10m
Suurin leveys	3,5m
Kulkusyvyys	0,7m
Paino tyhjänä	4800 kg

WC/kylpyhuone	1
Diesel tankki	430 L
Vesi tankki	300 L

Standardi moottori, diesel, VW Marine	SDI 75
	10
Suurin nopeus	Solmua
Seitsemän solmun nopeudella	1300 km

Suurin nopeus	15 kn
---------------	-------

Sähkömoottorin suurin nopeus	7 kn
Sähkömoottorin neljän solmun matkanopeudella	37 km

Taulukko 5: Greenline Hybrid GL 33

[http://www.greenlinehybrid.com/images/multimedia/catalogue/greenline\\_catalogue-english.pdf](http://www.greenlinehybrid.com/images/multimedia/catalogue/greenline_catalogue-english.pdf)

Engine type	5-cylinder diesel
Fuel system	Direct injection**
Cylinders	Inline 4
Displacement [cm <sup>3</sup> ]	2461
Stroke [mm]	95.5
Bore [mm]	81.0
Compression ratio	19.0:1
Performance (ISO 3046) [kW]	55
Performance [HP]	75
At	3600 rpm
Specific power output [kW/l]	22.3
Appr. piston speed [m/s]	11.5
Max. torque [Nm]	155
At	2250 rpm
Min. specific fuel consumption be [g/kW]	233
Weight [kg]*	245
Alternator	120 A
Electrical system	12 V
Oil change	Once a year or after 200 hours of operation. (whichever occurs first)
Cooling	Thermostatically controlled double circuit cooling with heat exchangers, water cooled collective

\* Dry, without gearbox (ZF 45A: +35 kg; Z-Drive: +101 kg)

\*\* Distribution injection pump

Taulukko 6: Volkswagen Marinen SDI 75-5 Tekniset tiedot (<http://www.vw-m.de/index.php?id=17&L=1>)



## Volvo 7700 -hybridin tekniset tiedot

Pituus 12,0 m

Korkeus 3,2 m

Leveys 2,55 m

Matkustajapaikat 34 kpl +seisojat

Hybridijärjestelmä: Volvo I-SAM rinnakkaishybridi

Dieselmoottori Volvo D5, 4-sylinterinen, iskutilavuus 4,76l, 154kW (210hv)

Vääntömomentti 800 Nm/ 1200 - 1700 rpm

Sähkömoottori I-SAM, max. Teho 120 kW, vääntömomentti 800 Nm

Litium-akkuparistot jännite 600 V, kapasiteetti 4,8 kWh

Vaihteisto Automatisoitu 12-vaihteinen I- Shift

Pakokaasujen jälkikäsittely SCR- katalysaattori

Polttoainesäiliö 220 l, AdBlue- säiliö (Urea) 35 l