

TEKST ØYVIND BORDAL

HVILKE BRUGSOMRÅDER HAR EN EL-MOTOR I 2018? HVAD ER DER SKET RENT TEKNOLOGISK? HVILKE FORDELE OG ULEMPER ER DER? HVAD ER PRISNIVEAUET? HVAD ER DE FØRENDE PRODUKTER PÅ MARKEDET, OG HVAD KAN DE TILBYDE?



EL-MOTOREN ER BLEVET VOKSEN

Mange betragter dieselmotoren som en lige så central del af en sejlbåd som masten. Og en motorbåd uden forbrændingsmotor har været næsten utænkelig. Men sådan er det ikke længere. El-motoren er omsider blevet et konkurrence-dygtigt alternativ.

Når man kigger på udvikling af design og teknologi på bådmarkedet, så giver det tit mening at kaste et blik på, hvad der sker i bilbranchen. Og den mest opsigtsvækkende udvikling i bilindustrien lige nu er uden tvivl udbredelsen af el-drevne biler.

Det er bestemt ikke en ny opfindelse, men mange års forskning og udviklingsarbejde har omsider båret frugt: El-bilen har fået en betydelig markedsandel, og alle større bilproducenter har nu modeller på markedet. Der er ganske enkelt sket et gennembrud – og det har været længe ventet.

Kommerciel skibsfart også med

Samtidig er den kommercielle skibsfart kommet med for alvor. Hybrid-systemer driver nu rigtig mange nybyggede skibe, specielt færger. Dieseldrevne generatorer er stadig nødvendige, men selve fremdriften varetages af store elektriske motorer. Det har bidraget til at også producenter

af udstyr til fritidsbåde er blevet opmærksomme på, at de sidder på et stort potentielt marked både for el-motorer og de komponenter, der følger med. Teknologien er til stede. Og der er kommet leverandører på markedet, som kan levere nøglefærdige løsninger.

Litium

Hybrid-systemer er super effektive, og har mange fordele. Men det er komplicerede og dyre systemer, som kun giver mening på større fartøjer. Når det er sagt, så er det selvfølgelig ret enkelt at medbringe en lille, kompakt benzengenerator til brug i situationer hvor det er nødvendigt med lidt nødhjælp til batteribanken.

Rigtig interessant bliver el-motoren dog først, når den kan stå på egne ben. Og indtil nu har det været svært, specielt i både, som har brug for en vis rækkevidde uden sejl.

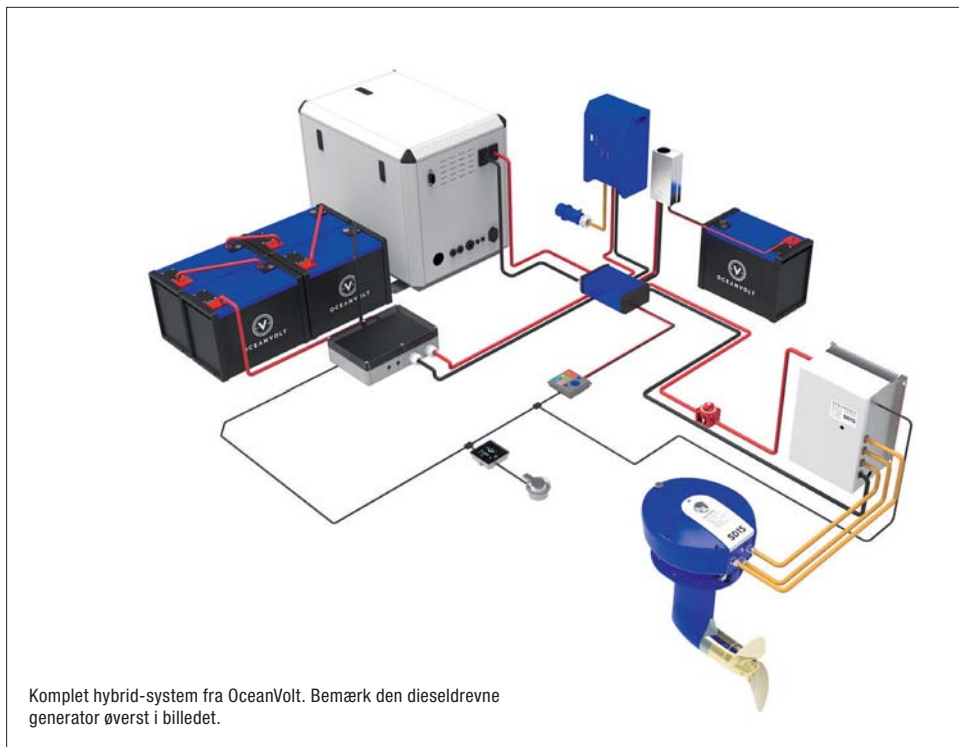
Det er primært batteri- og ladeteknologi, som har været proppen i flaskehalsen. Det er gan-

ske enkelt nemmere at hælde en tilstrækkelig mængde benzin eller diesel i en tank, end det er at proppe nok amperetimer ind i en batteribank.

Den fornødne batteriteknologi har i øvrigt været til stede ret længe. Det har bare været for dyrt, og dermed uegnet til masseproduktion og et stort marked. Man kan ikke sige, at det er blevet decideret billigt, men litium-batterier er både mere effektive og betydelig billigere, end de var for få år tilbage.

Opladning

Det er altså nødvendigt at have en stor batteribank, som ikke vejer og fylder for meget. Det indebærer i de fleste tilfælde litium-batterier af typen Life Po4. Men det hjælper ikke at have en masse lagringskapacitet, hvis der ikke kan hældes nok energi ned i den, og i et tilstrækkeligt højt tempo. Alle der har båd kender problematikken med at forsyne batterierne med strøm i samme takt som forbruget. Har man el-motor, er problemet



Komplet hybrid-system fra OceanVolt. Bemærk den dieseldrevne generator øverst i billedet.

HVEM KAN, OG HVEM KAN IKKE?

En el-motor er ikke for alle. Nogle både bruger mere energi end der rent praktisk kan lagres i de batterier, der skal være i en båd. Andre både har ikke tilstrækkelig let adgang til effektiv opladning. En forbrændingsmotor kan imidlertid producere strøm meget effektivt. Hybrid-løsninger, hvor en generator er med i kredsløbet, er ved at blive mere populære i den kommercielle skibsfart. For fritidsbåde bliver det hurtigt en dyr løsning, så i praksis er el-motorer endnu ikke en aktuell løsning for hurtiggående motorbåde, der skal bruges til længere ture. Mindre motorbåde der ikke planer, er derimod velegnede til el-motor, og det samme gælder praktisk talt alle sejlbåde. Større sejlbåde eller både, der skal langt ud i verden, bør dog i de fleste tilfælde have en benzin- eller dieselgenerator om bord.

nøjagtig det samme – bare i meget større format. Gode batterier har altså været den ene udfordring. Og den anden har været optimal opladning.

Hydrogenerator

Effektiv opladning er flere ting. For det første: Hvordan kan man lade "off the grid", altså mens man er undervejs eller på en ankerplads? I en sejlbåd er det som regel mest effektivt at generere strøm fra bådens fart, det vil sige via propeller/hydrogenerator. Solceller og vindgenerator er også udmærkede strømkilder. Det er en god idé at have mere end én strømkilde. Alle har de deres gode og mindre gode sider.

Det næste er hvordan man hurtigt kan fylde "tanken" igen, når der er tilgang til 230 V. Litiumbatterier kan oplades meget hurtigt – men det kræver strømstandere med stor effekt, og super-effektive ladere, der kan toppe batteribanken op på få timer. Et system der kan klare det, er endnu ikke udbygget i vores havne. Men når det kommer på plads en dag, vil selv større og hurtige motorbåde kunne komme med på vognen.

Opgradering af hele systemet

En elektrisk motor til fremdrift er en meget større el-motor end de øvrige el-motorer vi bruger i vores både – bovpropeller, autopilot, diverse pumper og

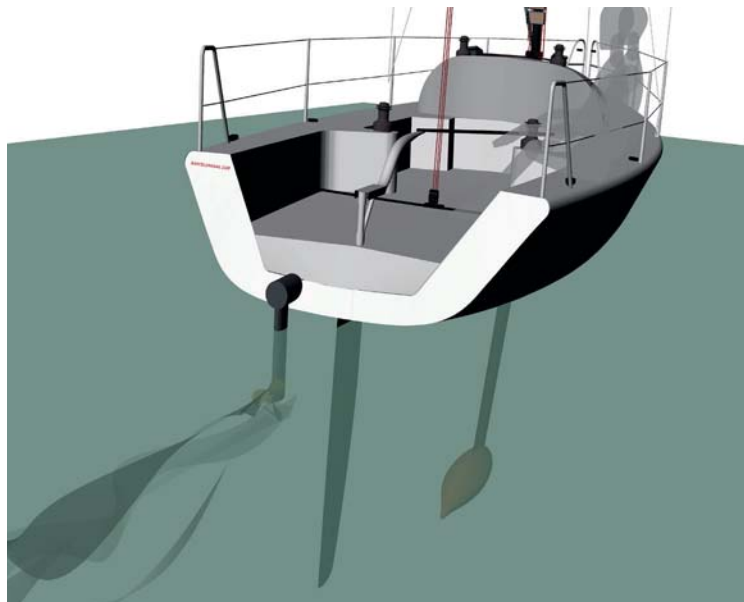
så videre. Derfor skal der betydelig mere strøm til end vi er vant til at forholde os til. De fleste elektriske motorer til sejlbåde ligger på 10-20 kW, hvilket svarer til rundt regnet 20-40 hk, hvis vi sammenligner med ydelsen i en dieselmotor. Det giver et el-forbrug på 800-1600 Ah – ved fuld gas!

Forbruget ved lav fart er selvfølgelig et helt andet, men der går alligevel forholdsvis meget strøm til. Et eventuelt skifte til elektrisk motor indebærer altså en kraftig opgradering af hele det elektriske system, helt fra lademuligheder, kabeldimensioner, styresystemer og batteripakke. Det siger sig selv, at det koster penge.

Det er altså en forholdsvis dyr indgangsbillet,



Hvorfor skal en motorbåd med el-motor ikke være cool? Her en slags havets Tesla: Argo Vert.



BarcelonaSail viser hvor smukt og enkelt det kan være. Benet vrides op sidelæns, når det ikke bruges.

El-motoren er blevet voksen

motor sammenlignes. Og så er det individuelt, hvad der er billigst.

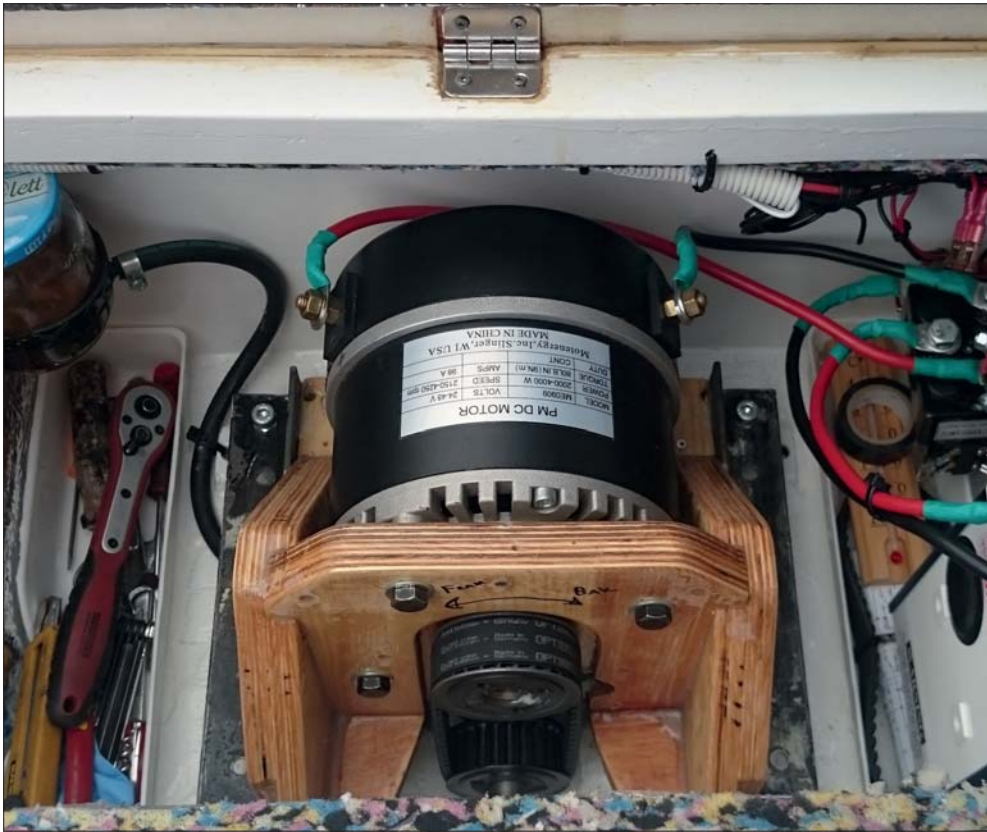
Et reelt alternativ

Økonomi er selvfølgelig en vigtig side af sagen. Men den er ikke den eneste. El-motorer sparer havmiljøet for meget forurening. Også støjforurening. Mange peger faktisk på stilheden som den største og mest mærkbare forbedring. Fraværet af vibrationer og diesellugt er også noget, som fremhæves.

Uanset motivation er der altså sket et teknologisk gennembrud, og vi har kun set begyndelsen. Det er allerede længe siden, at el-motor i båd mest betød små påhængsmotorer til joller brugt til fiskeri på søer. I mange år har der været en vis omsætning på indendørs el-motorer til større både, men det har været en minimal markedsandel. Mest af alt har det været en tiltrækkende løsning for kreative opfinder-typer med en speciel faglig interesse, eller sejlere med en særlig stærk miljøbevidsthed. Det er først nu, at man kan sige, at spådommene om el-motorens gennembrud endelig er blevet til virkelighed. Som forudsagt er det sket takket være bilindustrien, samt enkelte innovative sjæle i bådbranchen.

Kan gøres

Ideen om at skifte sin gode gamle forbrændingsmotor ud med en lydløs el-motor, er altså ikke længere noget, der kun tiltaler nørdede opfindertyper. Det kan gøres også på større både, selv superyachts. Der er færdige produkter på markedet lige til at montere. Og de virker. El-motoren er med andre ord blevet et reelt alternativ. På de næste sider kan du blive klogere på fænomenet, og se eksempler på aktuelle produkter.



Installationen kan gøres enkel. Og man kan lave det meste selv. Det kræver dog både praktisk og teoretisk kompetence.

hvis man har en velfungerende dieselmotor, og vil bytte til el.

Kan give besparelser

Det betyder dog ikke at det er en dårlig idé: Der er store besparelser ved ikke at have en forbrændingsmotor om bord. Vedligeholdelsesomkostningerne på en traditionel motor er meget større, og det koster penge hver gang tanken skal fyldes. Hvis man bruger båden meget, er der penge at spare. Der findes endda tabeller, som ud-

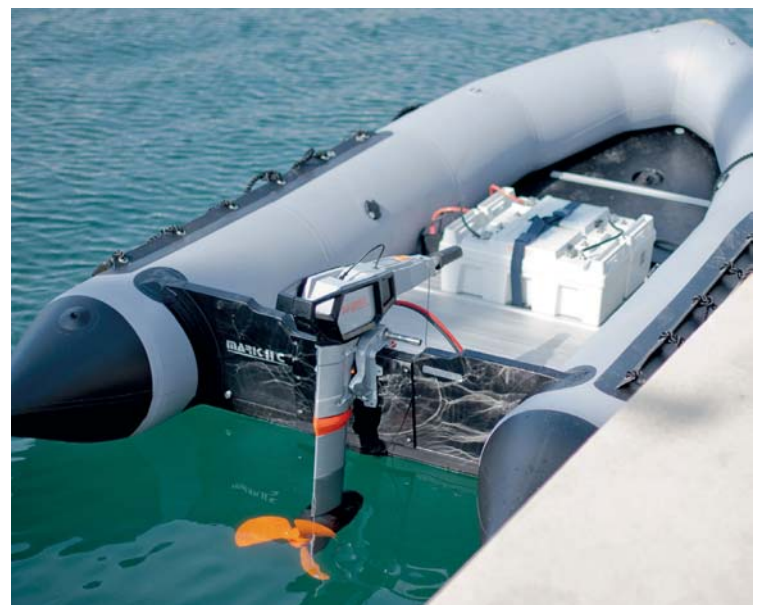
regner skæringspunktet for hvornår man går i plus med en elektrisk motorløsning.

Torqueedo, den største operatør på markedet, mener at kunne påvise en økonomisk fordel, hvis man bruger mere end 35.000 kr. på brændstof pr. år. Det er selvfølgelig med udgangspunkt i et bytte til deres produkter, og de er ikke de billigste på markedet.

Hvis man alligevel skal bytte dieselmotoren ud, bliver det et andet regnestykke. Så skal omkostningerne ved forbrændingsmotor og el-



Selv store cruising-katamaraner kan leveres med hybrid el-system.



Lille gummibåd med elektrisk påhængsmotor – og en meget stor batteribank!

HVILKE KOMPONENTER BESTÅR SYSTEMET AF?



GENERATOR

Batterierne bør have flere alternative lademuligheder. Solceller, vindgenerator, hydrogenerator og benzin/diesel-generator er de mest relevante muligheder – selvfølgelig i tillæg til landstrøm. Her den nye hydrogenerator fra Watt & Sea, der leverer 600 watt.



BATTERIBANK

Skal som regel opgraderes betydeligt. Det skal helst være litium-batterier (Life Po4), hvis vægt-besparselsen skal beholdes, og en fornuftig rækkevidde skal opnås.



LADESTYRING, OVERVÅGNING, INVERTER

Processen med at styre og overvåge opladning, opretholde spændingen og regulere forbruget kræver nogle elektroniske komponenter (og en fagmand til at installere det). At bruge det er derimod let, når det først er sat op. De vigtigste komponenter er en batterimonitor, BMS (battery management system, dvs. elektronisk overvågning af batteriernes tilstand og opladning/afladning) – samt en ordentlig inverter/lader. Dagens maritime litiumbatterier (LifePo4) har BMS indbygget.



KABLER

I 12 V-systemer med vekselstrøm skal der tykkere kabler til, jo længere afstanden er – og jo mere strøm der skal igennem. En el-motor kræver meget mere strøm end du er vant til at håndtere i båden. Kredsløbet til det nye system må derfor indeholde kabler, der er rigtigt dimensioneret. For små dimensioner er brandfarlig.



EL-MOTOR

Selve motoren er en enkel og lille enhed uden ret mange bevægelige dele. Den kobles direkte på aksel eller sejldrev. Effekten måles gerne i kW (kilowatt, dvs. antal 1000 watt effekt). I praksis svarer 1 kW til ca. 2 hk fra en dieselmotor, altså omkring det dobbelte. De fleste el-motorer til fritidsbåde er mellem 5 og 20 kW.



AKSEL/SEJLDREV

Man kan sagtens beholde den eksisterende installation – men enkelte "nøglefærdige" systemer kan nu levere hele drivlinjen fra batteribank til propeller. De førende her er Oceanvolt og Torqeedo. Fordelen ved at skifte til et sejldrev designet af en producent af el-motorer til både er primært, at det giver mulighed for effektiv hydrogenerering – det vil sige, at lade med propellen under sejlads for sejl.



PROPELLER

Sejlads med el-motor kræver ikke en særlig propel med mindre man vil bruge den som hydrogenerator – altså lade ved at propellen bliver trukket rundt af bådens fart (kun relevant for sejlbåde). I så fald skal man have en særlig propel. P.t. er det OceanVolt der har udviklet det førende produkt. Torqeedo har udviklet et specielt sejldrev, der kan dreje 360 grader. Her kan propellen også lade effektivt mens båden sejler. Det sker når drevet er drejet 180 grader, så propellen står "baglæns". Der findes også eksterne hydrogeneratorer, som lader ved hjælp af en propel. Watt & Sea er den førende producent.

PLUS



En el-motor fylder stort set det samme som en stor lagkage, og vejer en brøkdel af en forbrændingsmotor. Du sparer en masse plads og vægt.

Der er næsten ingen bevægelige dele i en el-motor, og konstruktionen er enkel. Der er betydelig mindre vedligehold og færre reparationer.

Der skal aldrig fyldes benzin eller diesel. El er billig i forhold til fossilt brændstof, og opladning er ofte gratis.

El-motorer afgiver ikke en masse spildenergi i form af varme, og der er ingen vibrationer fra motoren.

Ingen larm. Der er dejligt stille!

Grøn teknologi. Ingen forurening i havmiljøet.

Mere effektiv kraftoverførsel = effektive havnemanøvrer.

Den store batteribank giver samtidig mulighed for at bruge mere strøm til andre ting om bord dvs. mere komfort.

Effektiv regenerering gennem propellen (hydrogenerator) gør en el-motor specielt interessant for sejlbåde. Rækkevidden kan blive uendelig – i hvert fald hvis man sejler for sejl betydelig mere end for motor, og har en stor batteribank. Motorbåde kan lade "off the grid" ved hjælp af solceller og vindgenerator.

MINUS



Selv med en stor og moderne batteribank, vil rækkevidden på en "tank" oftest være betydelig lavere, end tilfældet er med en forbrændingsmotor med store brændstoftanke.

Der skal en stor batteribank til som fylder og vejer – specielt hvis det er tale om traditionelle batterier. Alternativet er en betydelig startomkostning for litium-batterier.

Prisen for at installere et komplet elektrisk motoranlæg varierer meget, men er sjældent billigere end en tilsvarende forbrændingsmotor. Det kan også blive betydelig dyrere.

HVAD KOSTER DET?

Prisen for el-motorer starter et sted omkring 30.000 kr. for en 3 kW E-Torque, og strækker sig til godt over 200.000 kr. for et komplet system fra OceanVolt eller Torqeedo. Det inkluderer dog langt mere end kun motoren – sejldrev og propeller er med, samt styreenhed og til en vis grad også batteribank. Systemerne kan skræddersyes til både i alle pris-klasser mellem de to yderpunkter.

Ved siden af selve motoren er batteribanken ofte den største investering. Der er store variationer, når det gælder pris på litiumbatterier til både – det er muligt selv at importere celler fra Kina og samle dem til en lav pris. Maritime batterier klar til brug med indbygget BMS og garanti, er dog



den sikreste løsning, med mindre man er fagmand selv. Her ligger priserne p.t. på ca. 5000 kr. pr. 100 Ah. Det er dog vigtigt at huske, at man reelt får meget mere tilgængelig strøm, end hvis man sammenligner med et traditionelt batteri på 100 Ah. Litium Life Po4 beholder spændingen under brug, og kan aflades meget dybere. Levetiden er også længere.

Generelt kan man sige, at el-motor i båd som regel indebærer en ret høj startomkostning, som giver afkast over tid. I mange tilfælde ender det med at blive billigere end dieseldrift efter nogle år. Det kræver selvfølgelig at man bruger sin båd en del.

Miljøvenlighed og stilhed er med i prisen.

HVORFOR LITIUM LIFE PO4 BATTERIER?



Plan B er et kvalitetsprodukt med dansk forhandler (Lectron.dk).



Fra Torqeedo: 5 kW i 48 V pakket i en vandtæt, vibrationssikret boks. Komplet med BMS.



Winston er et velprøvet brand indenfor LifePo 4 batterier til både.



Victron er en stor producent af maritimt elektrisk udstyr, og de laver også litium-batterier.



BMW i3 High Voltage Battery er en del af Deep Blue-serien fra Torqeedo og på utrolige 33 kW samt til pris af ca. 230.000 kr.!

- ✓ Ca. 70 % vægtbesparelse og fylder ca. 1/3 af pladsen (pr. amperetime).
- ✓ Taber ikke spænding under brug som traditionelle batterier.
- ✓ Har stort set ingen passiv afladning. De kan forlades i længere tid uden at tabe spænding.
- ✓ Kan aflades næsten 100 %. Traditionelle batterier bør aldrig aflades mere end ca. 30 %. Det betyder at kapaciteten stort set tredobles, hvis man sammenligner batterier med samme antal amperetimer.
- ✓ Længere levetid – i et korrekt installeret setup vil LifePo4-batterier holde i mange år. De kan typisk aflades tæt på 100 % mere end 2000 gange. Og selv efter det, vil de beholde 80 % af kapaciteten.
- ✓ Indbygget BMS (Battery Management System) optimerer cellerne og sørger for sikkerhed og pålidelighed.
- ✓ Ingen vedligehold og ingen eksplosive gasser.
- ✓ Eftersom der er meget lidt intern modstand, kan de lades enormt hurtigt (kræver dog en kraftig lader).

El-motoren er blevet voksen

HVILKEN SKAL JEG VÆLGE?

Der er mange el-motorer og tilhørende batteri- og ladesystemer på markedet. Men i øjeblikket er der to særlig interessante producenter. Det er tyske Torqeedo og finske Oceanvolt. De kan begge levere hele løsninger fra A til Å, og er de store aktører med cutting edge teknologi. Det gør de imidlertid til en høj pris. Der findes heldigvis alternative produkter til lavere priser.

Finske OceanVolt er Torqueedos nærmeste konkurrent, og har udviklet "state of the art" produkter over de senere år. Servo-prop Variable Pitch er et prisbelønnet system, som består af en samlet enhed med motor, drev og propeller. Det er især propellen som er interessant – den er designet på en måde, som gør den til markedets mest effektive hydrogenerator.

Elektronisk styring af pitch, og blade der kan dreje mere end 180 grader er noget af hemmeligheden.

Ved 10 knob kan den levere 3 kW, hvilket er mange gange mere end nærmeste konkurrent. Samtidig skaber propellen meget lidt modstand, og har godt tryk både i for og bak. OceanVolt har komplette systemer i alle størrelser, også til hybrid.

oceanvolt.com

OCEANVOLT



Tyske Torqeedo er opkøbt af Deutz, som vil satse stort på bådmarkedet. Senest har de indgået en aftale med BMW, og kan derfor tilbyde samme batteriteknologi som bruges i BMW's elektriske biler. Torqeedo har nu udviklet komplette systemer til elektrisk drevne både i alle størrelser – fra små joller til store katamaraner, som f.eks. den spektakulære Gunboat 60 "Moonwave", eller en ny 50 fods Privilège 5 Hybrid.

De producerer batterier helt op til 30 kW, og har drev der kan dreje 360 grader. De er den største aktør på markedet, og med teknologi som få andre kan matche i dag.

Deep Blue er en serie kraftige motorer, som kan drive selv større motorbåde. Kan styres via en app, og i større installationer er der en dieselgenerator involveret.

torqeedo.com

TORQEEDO



E-TORQUE

Danmark er også med. E-Torque er en mindre producent, som leverer enkle, robuste og børsteløse el-motorer til vekselstrøm (DC). Alle komponenter er samlet i én enhed, så der er meget lidt arbejde med installationen. Motoren er principielt vedligeholdsfri, og kan fås i størrelser fra 2-20 kW. E-Torque leverer også batteripakker, lader, kabler etc.

e-torque.dk



BELLMARINE

Hollandske Bellmarine har mange års erfaring med el-motorer, og har især leveret løsninger til den professionelle søfart, og ikke mindst kanalbåde. De satser på robust, sødygtig design og gode materialer. En norsk jordomsejler bruger en motor herfra til en båd på omkring 50 fod. Bellmarine har kraftige, robuste motorer i sit sortiment.

bellmarine.nl



GREEN STAR

Svenske Green Star leverer både enkle motorer og komplette systemer med batterier, aksel eller drev samt propel. De er også i gang med at udvikle en propel, der kan lade effektivt – den har fået navnet EcoCharge, og lanceres senere på året. Sverige er langt fremme når det gælder brug af el-motor i både, og mange displacement motorbåde bruger el-motor. Men Green Star leverer også en del motorer til sejlbåde. Motorerne er i den lidt mindre ende af spekteret.

greenstarmarine.se