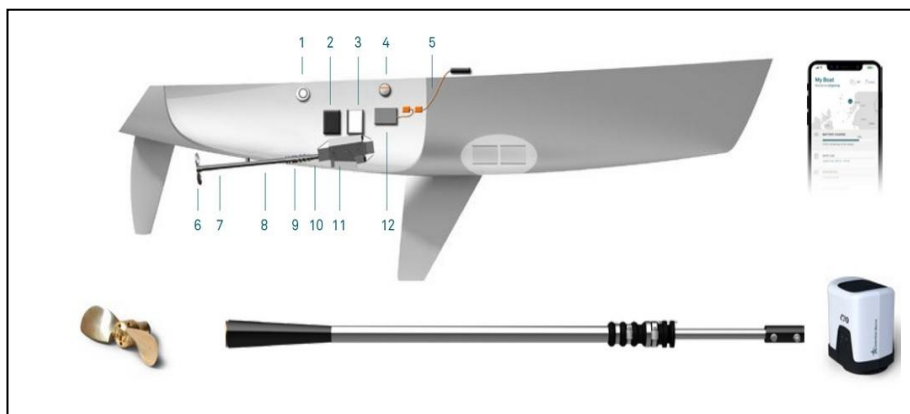


El-motor til din båd, især din sejlbåd – overvejelser og inspiration !

Af Jan Hovald Petersen



Egner min sejlbåd sig til at få el-motor?

Det er som man siger, at "det er set ude i øjenkrogen", at der i nogle sejlbåde er kommet el-motorer med batteribank' - noget man har bemærket, men er det tid til at overveje nøjere?

Måske overvejer nogle sejlere muligheden – eller gør som jeg, udskyder interessen for emnet til måske en gang i fremtiden? De fleste vil nok slet ikke have selv den mindste overvejelse, *for vi/jeg har jo dieselmotoren*, Yanmar eller Volvo Penta'en eller - eller en anden stempelmotor af anden type o.s.v. Måske endda udskiftet til en lidt kraftigere dieselmotor, end den motor, der oprindeligt var installeret i båden?

Men man kan som undertegnede PLUDSELIGT blive bragt ud i alvorlige overvejelser fordi der kan ske noget meget uheldigt – man kan få en AFGØRENDE MOTORSKADE – eller som jeg en alvorlig gearkasse skade. Som både er svær og måske dyr at reparere, så at det med el-motor pludselig bliver noget der er langt mere vedkommende – og måske mere sandsynligt.

Teknikken og samfundsudviklingen

Egentlig er det den øgede opmærksomhed: Det der med samfundsudviklingen og den stigende fokus på teknologier, der ikke belaster miljø og klima der er **kommet i centrum**. En decideret sejlbåd belaster miljøet mindre end mange andre lystfartøjer. Havde det været en motorbåd – eller er motorsejler, så kunne man sige at det ligger lige for at tænke på at finde alternativerne til diesel – mange siger nok, at der endnu ikke er alternativer til de flydende brændstoffer i vore fritidsfartøjer. Men det er der altså flere og flere der ikke er enige i.

Og når nu erhvervstrafikkens rederier såsom det danske Mærsk, indser et stigende behov for at mindske miljøbelastningen f.eks. ved globale containertransporter over havene fra Fjernøsten til Europa – så må mange lystsejlere også opleve perspektivet og overvejelserne. Undertegnede, der er ingeniør og har særlig baggrund indenfor energiteknologier og

Gode råd fra Båd-magasinet i deres juni 2018 nummer om: 'El motoren er blevet voksen'.

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.

innovation inden for feltet, har selvklart en løbende interesse i at følge med indenfor feltet vedvarende energi til al transport - også til lystsejls (man kan godt få en lang detaljeret redegørelse om baggrunden, men undlader den her). Det i sådan en grad, at det synes som om at nu er det blevet alvor. En slem skade i gearkassens sidste trin – så er det værd at overveje alternativer!!

Internettets informationer om de nye el-motorer og batterier, samt hele monterede driv-linjer med styring og kontrolpanel har været udstillet og teknologien er egentlig enkel, men alligevel finder jeg det som beslutningstager ganske omfattende. Og der er meget i gang nu indenfor el-drift til både. Det bliver bl.a. illustreret ved at en hel 'allé' på bådudstillinger viser el-motordrift af lystbåde, således bådmessen METSTRADE i Amsterdam 2018, der er vist på Youtube, Flere fotos gengivet i denne artikel er fra denne messe.

Tankevækkende er også at udstyrsleverandører som Palby Marine i deres katalog og på deres hjemmeside omtaler de mindre udenbordsmotorer med el-drift til mindre både (Gummibåde og mindre joller og redningsbåde) som: **En elmotor er blevet utrolig populær at have på sin gummibåd eller mindre både.** Det er bl.a. outboard motorer m. udstyr som: e-propulsion, model Spirit .

De afgørende nye teknologier og det afgørende spørgsmål:

El-motorer er egentlig ikke helt mit felt, da jeg er M.Ing., men snart mange års arbejder med el-motorer til diverse formål giver en vis baggrund. Og den nye batteriteknologi, der er under voldsom udvikling er ikke noget jeg har mere indsigt i end så mange andre hverdagsmennesker og almindelige sejlere.

En på mange måder afgørende nyhed for udviklingen af fremtidens lystbåde - og især sejlbåde er at præfabrikerede **elektriske sejl-drev** synes i mange sammenhænge at blive den billigste løsning, der tilbydes af producenterne, især hvis man kan montere sejldrevet et sted agterude. Evt. 2 sejldrevs motorer i brede sejlbåde (både, med 'badestrand' = badeplatform).

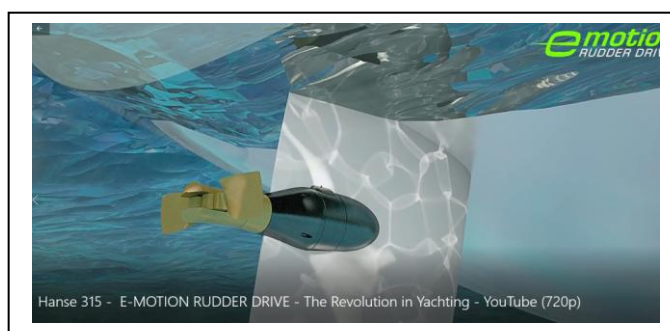
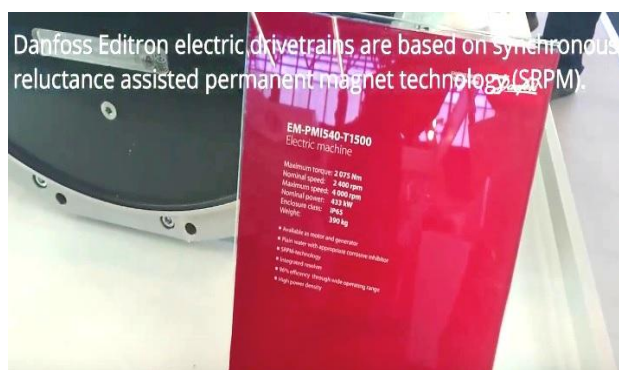
Men også en ny udvikling af ror med sejldrevsmotor indbygget, monteret på et forstærket spaderor som hos Hanse Boot i Tyskland er værd at følge. Det fremhæves som givende en utrolig manøvre evne – se video i YouTube.



Der findes en video på Youtube, hvor der vises en tandem løsning: D.v.s. 2 ens motorer sat i serie. Måske er hver motor ca. 5 kW (48 Volts jævnstrømsmotorer), hvor kun den ene er i brug til almindelig rolig sejlads, mens nr 2 kan indkobles så begge motorer arbejder i 'tandem' ved mere ekstreme situationer. Ved fuld kraft kan de 2 motorer give over 15 kW til skruen.

I sidstnævnte situation er strømforbruget over dobbelt, hvilket fører fokus hen på batterilageret og dets begrænsning – og evt. nødforsyning.

Danfoss er også med i udviklingen af el-drift til skibe og lystbåde. For store koncerner er der fordele ved at være opmærksomme 'nye i markedet' – det kan jo pludseligt tage vældig fart!



Med andre ord, der er meget inspiration at hente ved at gå på Internettet og på Youtube, hvor sejlere

Endnu mangler der i markedet en halv- eller helvidenskabelig udredning om emnet.

Altså en afvejning om hvordan bådens afgørende faktorer såsom, længde og bredde, dybgang og køl og rortype og skibsskruens placering og type m.m. - altså forhold, der kortlagt ville kunne kvalificere overgangen til ren el-drift - .

Det er således endnu 'pionertid' i bådbranchen m.h.t. el-motordrift så vidt som det opleves. Men det er ved at ændre sig. Og i øvrigt ville man som bådejer stå bedre, hvis man var en gruppe eller et fællesskab om et projekt.

med flere års erfaring taler frit om fordele – og ulemper. Her har især unge sejlere kastet sig over teknologien – se hvad der sker her: Gå f.eks. ind under 'el-motor to your saiboat' eller lignende.

Også sejlermagasinet Båd-magasinet har en god artikel 30. maj 2018 om emnet under overskriften: **El-motoren er blevet voksen.** (Den er værd at læse).

I dag er der en del firmaer i udlandet og endnu kun få i Danmark, der arbejder med de nye teknologier og måske tilbyder at konvertere diesel-drevne sejlbåde til el-drevne eller at levere en gør det selv pakke til en DIY håndværker – en udvikling i bådbranchen, der må forventes at tage til i de kommende år.

Det afgørende: Er eksempelvis min båd, B31, egnet til at få konverteret en gammel motor fra 1979 (Volvo Penta 7MD med 12 HK) om til en moderne 7 – 10 HK (eller 6 – 8 kW el-motor)? Svaret fra folk der arbejder med konvertering i branchen **er ja – det er jo en sejlbåd** – og der er fordele ved det – og der er svage sider, man skal tage højde for og måske lære at håndtere !

Fra et dansk firma: Solbåden i Silkeborg er der indhentet et konkret tilbud på en samlet løsning til en B31 sejlbåd, som vores. Tilbuddets hoveddele er en asynkronmotor af typen Wad fra motorproducenten Kräutler (Tyskland). Denne type motorer anses for høj kvalitet og velegnede til direkte drev (ingen gear) opkobling på B31's skrueraksel .

Ingen DIESELLUGT – Ju-hu !!

Fordele:

Motor: rimelig støjsvag drift. Høj driftssikkerhed bl.a. omkring start ('starter hver-gang!'), og bruges brush-less teknologi er der nærmest ingen vedligeholdelsesopgaver ved motoren i sig selv. Anslået levetid er adskillige årtier. I de nyere eksempler i bl.a. sejlbåde som Ylva er det brush-less og slidstærke og næsten vedligeholdelses frie motorer DC asynkron eller synkron motorer (24V eller 48V input og derefter vekselrettede strømforsyninger). Det vil sige at foredelene, kendt fra vekselstrømsmotorerne overføres i vid udstrækning til driften i båden.

Men motorstyringen* kræver opmærksomhed, idet det er her at overgangen fra jævnstrøm sker og det er endnu her, de meldinger, der kommer om teknikken er sparsomme. Undertegnedes opmærksomhed er derfor meget rettet på dette forhold.

Batterier: Moderne Lithium ion-batterier er lettere end klassiske blybatterier, men dyrere – så meget dyrere, at det er begrænsende for mange nye el-motor installationer, så der spares på batterierne. Det drejer sig bla. om Lithium jern fosfor batterier (LiFePO4). Det løser Solbåden ApS i Silkeborg ved at foreslå AGM batterier til en begyndelse, måske med en

Eksempel: e-marine 10: Specifications

Boat size ranges (see note 1 below)	35 ft (LOA)
Boat Displacement	12,000 lbs
Motor Type	PMAC Brushless motor
Voltage	48 volts
Current	200 amps
Maximum input power	10.0 kW
Shaft size	³ / ₄ to 1 ¹ / ₂ inch and metric stainless steel
Battery size	200Ah or more
Weight	55 lbs
Frame	Anodized Aluminum

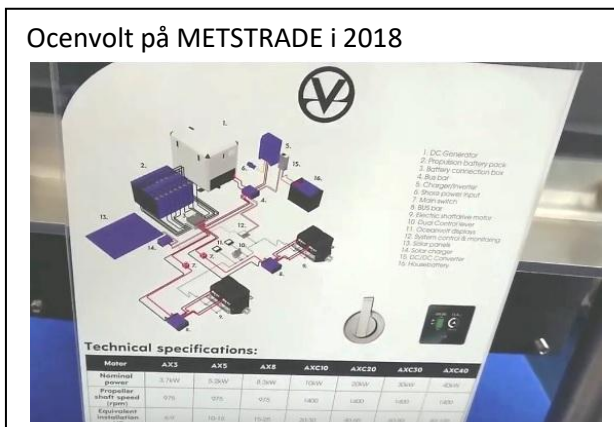
Note 1: In selecting the correct size electric motor, in areas with strong tides and currents, choose the next larger size motor. If your boat is heavy for its length, size up too. When in doubt, give us a call.

begrundelse om de nye Li-ion batterier bliver meget billigere med tiden, når de store el-bils generationer af nye biler kommer på markedet.

* Motorstyring: I mange tilfælde vil motorstyringen være afgørende for funktionen, da det er her at jævnstrømmen transformeres til fasestrøm og med varierende styrke og eller varierende spænding. Systemerne er forskellige, men det synes mest brugt at benytte 48 Volt – evt. 24 Volt spænding på inputsiden for at få en effektiv drift med det mindste tab (varme).

Kabelføring og kabler. Den kendte fordel ved at have så korte kabellængder som muligt og med terminaler, der passer godt til batteriernes terminaler gælder. At man benytter f.eks. 48 V er med til at batteriopkoblingerne og kabeltrækket bliver teknisk og økonomisk overkommeligt med ikke for svage kabler – også for gør det selv hjemmehåndværkeren. Flere gode eksempler kan ses på Youtube.

Strøm generering: Med den rette propel og med direkte motordrev kan man med en sejlbåd opnå at propellen begynder at rotere modsat – d.v.s. at der nu genereres strøm til batterierne. Det kan blive væsentligt ifølge nogle af de YouTube interviews, der er gengivet på internettet. Green Star firmaet i Gøteborg anfører ud fra erfaring, at det måske typisk kan blive til ca. 10 min. strømgenerering på en 45 min. sejltur med 5 knobs fart i almindeligt vejr. Der er og der udvikles nye specielle propeller til denne form for drift.



Ulemper

De er de kendte: Risiko for at løbe tør for strøm (tømning af batteribanken) så nødstrøm kan komme på tale f.eks. med en medbragt generator, der kan lave nødstrøm. Og den kan basere sig på dunke af benzin eller alkohol. Den nye brændselscelle generatorer, der omsætter alkohol til strøm f.eks. 12 V eller 24 V synes endnu for bekostelige, men kan forventes at blive et alternativ med tiden.

Vedligehold af batteribanken kan også fremhæves som en slags ulempe, da man nødvendigvis må tjekke tilstanden før enhver sejltur. Derfor er det vigtigt, at styresystem – altså motorstyringen tydeligt angiver strømmængde f.eks. beregnet og forventet antal kWh, der er tilbage i batteribanken. Her spiller det ind, at blybatterier såvel som AGM batterier har et mindste-indhold, der helst ikke må underskrides ofte beskrevet som ALDRIG at underskride 30% rest indhold (bedst er det altid er over 40%). Moderne Li batterier kan gå betydeligt lavere – endda ned til hel afladning (det har jeg endnu ikke prøvet, så det er blot refereret fra fabrikanter og kendere af batteriteknologi).

Ladeudstyr

Ladeudstyr er nødvendigt og det mest anvendte er en kraftig landstrøm-lader med kontrolpanel. Derudover de forskellige former for udstyr, der virker ved brug af solcelle strøm eller vind energi (sejlbåde) – altså ladeteknologier som solcelle-laderegulator (af den type med MPPT teknik, der yder mest) og vindgenerator (vindmølle) med laderegulator og evt. flytbar udenbords undervands vand-generator, der på lange stræk sænkes i vandet (sejlbåde). Endelig er den meget interessante oplade form af batterierne ved at skibsskruen roterer modsat evt. ved brug af vendbare propeller. Det er et emne, der vil blive behandlet mere ved en kommende lejlighed.

Firmaet e-marine I Fort Lauderdale har et særligt råd:

Note 1: In selecting the correct size electric motor, in areas with strong tides and currents, choose the next larger size motor. If your boat is heavy for its length, size up too. When in doubt, give us a call.

Men måske vil havnen, hvor din båd ligger tage mere i afgift (eller have måler på standen, hvorfra du tager strøm), når du får el-motor og batterilager? Det må ordnes hen ad vejen!

Konkrete tiltag

Der er en del firmaer i Danmark og i udlandet, der giver tilbud på at levere eller evt. at levere og montere en hel el-motor pakke. Undertegnede har fra Solbåden modtaget et tilbud på en samlet pakke, der består af en DC asynkron motor, kabler, motorstyring og batterier (4 stk AGM batterier, samlet til en pris ca. 48 kkr incl. moms) for tilkobling til den bestående aksel med propel og som et direkte drev – men bemærk, at det er en gør det selv pakke. D.v.s. at fundament, kabeltrækninger og installation er overladt til gør det selv sejleren - skipperen.

Men holdbarhed, sikkerhed og økonomi?

Pålideligheden af en el-motor er langt højere end selv en 'slider' af en dieselmotor. Dertil kommer el-motorens langt mindre uddunstninger eller LUGT, der ofte er en plage ved en dieselmotor. Måske er det også et forhold, at der for en dieselmotor kan komme øgede krav til emission (måske i form af brug af filtre) – eller måske totalforbud i visse områder (f.eks. inde i byer med 'tætte og snævre' havne).

Starter man en dieselmotor f.eks. ved koldstarter kan starten være problematisk og dieselmotor startsvigt er noget alle kender – og kravet til startbatteriet er tilsvarende stort (med mindre man bruger håndsving? – sagde man nødsituationer ?!!). Rensning af filtre for især vand (og den slemme 'Dieselpest') og snavs i filtre er det som alle lystsejlere (og ejere af dieselbiler især lastbiler m.m.) kender til.

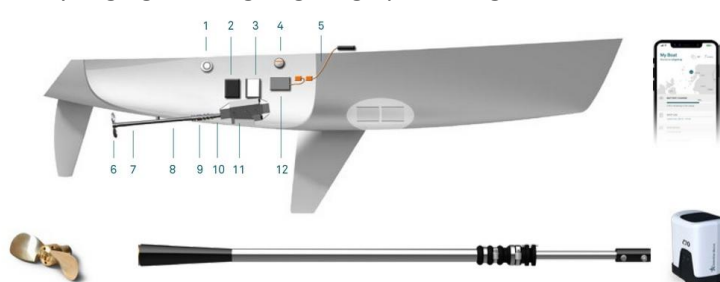
En el-motor derimod starter 'hver gang' hvis strømmen slutes rigtigt. Så der er egentlig ikke en reel sammenligning mellem de 2 fremdriftsenheder. Ved el-motoren er det batteribanken, der er den afgørende enhed – og batterier er en så central del af fremdriftssystemet, at det vægtes ligeså højt som el-motoren. Så svagheden findes her - det svage batteri, ligesom det kendes fra et halvdødt bly batteri en kølig dag, hvor det IKKE KAN starte en klam dieselmotor. Og det bliver kun værre hvis det klassiske batteri bruges i bund – et klassisk batteri (bly-batteri) ødelægges ved at blive presset for hårdt. Men moderne batterier er ret meget anderledes – de nyere Lithium batterier er brugbare til dybdeafloadninger i nødsituationer og er holdbare til mange flere cyklusser ofte nævnt som 5000 – 10000+ ved tømning ned til f.eks. 30% og med næsten samme spænding hele vejen.

Diskussionen om sikkerhed: Der er på internettet en diskussion om at en dieselmotor er sikrere hvis **man i storm bevæger sig langs en kyst med pålandsvind** (tænk på Vestkysten af Jylland) – så er en dieselmotor mere sikker end el-motoren? Her bliver deltagerne uenige – flere hævder, at de er utrygge ved diesel anlæggets dårlige

Visse firmaer satser på Li-ion batterier i 'pakke' med DC asynkron motorer i fint design



Green Star – i Sverige tilbyder en pakke fra propel til motorstyring og overvågning – og optimering !



sider, såsom at gå i stå ved vand i brændstoffet, snavs, dieselpest m.m. der når som helst kan standse dieselmotoren i voldsomt vejr. Man fremhæver derimod godt sømandskab med primært at undgå storme og farligt vejr og med brug af rig og stormsejl m.m. som sikrere end kun at tro på motoren. Og man fremhæver, at man meget vel kan have en klassisk strømgenerator (benzin?) om bord som nødberedskab. Men det er klart at der kan opstå uhyggelige og farlige situationer ved el-motordrift – især hvis man ikke passer på – og undervurderer naturens kræfter.

Denne diskussion er vigtig og vil fortsætte – måske i det uendelige?

Fabrikanter og leverandører - (listen er ikke udtømmende)

I Danmark:

SOLBÅDEN, Silkeborg

E-TORQUE, Fåborg

I udlandet:

OCEANVOLT, Vantaa, Finland

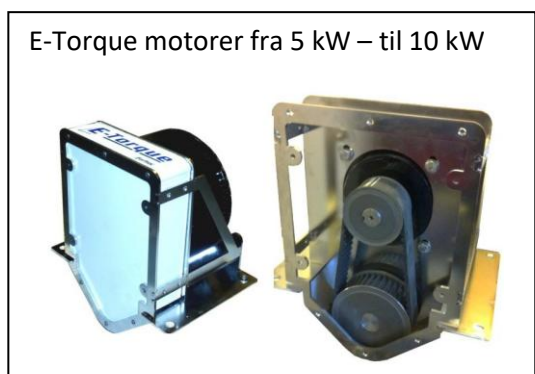
E-marine, Fort Lauderdale, USA

Lynch – Marlin, Devon, UK

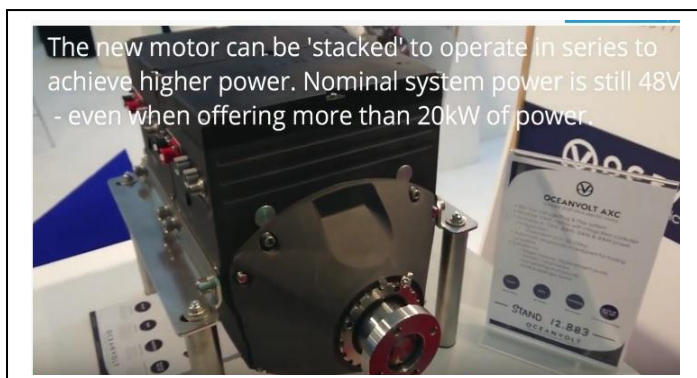
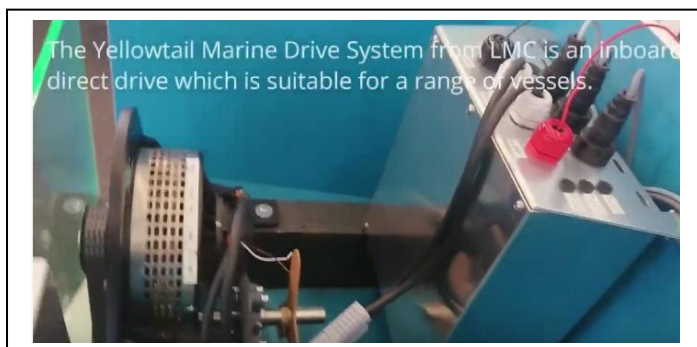
Torquedo, Tyskland og USA (international), DEUTZ

Bellmarine, Houten, Holland

Green Star, Gøteborg, Sverige



Lidt mere fra METSTRADE i Amsterdam 2018:



Det første konkrete forslag/tilbud

Vi mangler det første eksempel på en elektrisk B31! Kender læseren nogen B31 sejlere eller medlemmer til en konverteret B31, så hører jeg gerne om det. Men undertegnede er som det forstås i færd med overvejelserne og det kan jo ende med at det BLIVER til noget! Det er som man siger – en god GAMMEL diesel motor, der står for udskiftning (slidt og med gearkassen ødelagt).

Det er allerede nævnt, at firmaet SOLBÅDEN i Silkeborg giver tilbud på et konverterings sæt til en sejlbåd i denne størrelse. Fra et tilbud fra i sommer 2019 gengives de vigtigste af detaljerne. Taler man om en ny el-motor, der er under 8 kW er den luftkølet, derover som f.eks. 10 kW vandkølet (kræver særskilt kredsløb). Tilbud hoveddata:

1 Kräutler Wad 5.0 komplet motor, 48 W (6 kW, 7,2 kW peak)

1 sæt: Controller, remote throttle, batterimonitor, akselkobling og alle kabler

1 stk batterilader Manson SBC 2413 48 V 13 A

4 stk U-plus Gel Deep Cycle batterier 12 V 80 Ah

Kräuter motorer er høj kvalitet så vidt det kan bedømmes. Her lidt fra kataloget:

Shaft drives

Inspiration
For electric motors constructed ships have in the rarest cases, a shaft drive system, because the powertrain require much space and the installation of the shaft system is complex. However, the modification of an existing system is always a challenge that can be implemented with a shaft drive of Kräutler. Whether sail or motor boat, whether daysailer or passenger ship, the possibilities are diverse and the demands on the systems highly. Kräutler has the right solution for our boat.

Low noise
The luxury of being able to move almost silently is the most beautiful experience of navigating with an electrically powered boat. By the selection of the gearbox the efficiency and smooth running are very important. Only with the use of gears which match these criteria, it is possible to offer innovative drive solutions for your application.

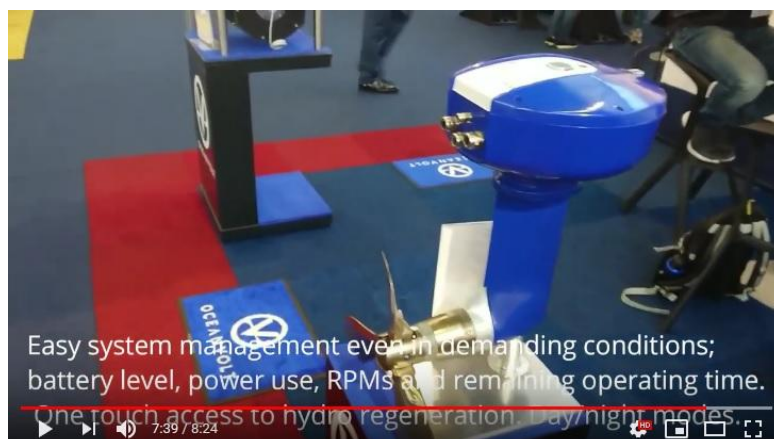
System
By a new boat design, the shaft and propeller are dimensioned according to the characteristics of the electric drive. For this application a Kräutler shaft drive (without a gearbox) fits perfectly. For an existing shaft system with propeller, the shaft drive with a gearbox can be adjusted to the existing system.

Environment
The future drive technology belongs to the electric motor. Besides the higher efficiency of an electric motor compared to a gasoline engine, the electric motor scores with its zero emissions. An additional advantage is that in comparison to the gasoline engine the electric motor is more simple structure and the resulting reduced amount of wear parts.

Article no.	Type	Power consumption	Power output	Voltage	Current	Total efficiency	Weight	up to boat weight	Sailing boat	Powerboat
141011	WAd 2,0 AC	2,5 kW	2,0 kW	24 V	104 A	80 %	35 kg	2,0 t	0,8 t	

Afslutning: Det videre arbejde – udfra en plan, der måske kan holde?

Undertegnede er godt i gang med overvejelserne og det er ikke sådan bare 'at gå i gang fra en ende af!' da der ikke er så meget færdigudviklet, at man bare går i gang. Men når båd udstillingerne forventeligt snart begynder som i Amsterdam (METSTRADE 2020?) at vise sejlbåde og motorbåde med el-motorer som standard og med indbyggede batterier m.m. "Så er teknologien der!".



En el-tekniker sagde for nylig til mig, at når du kan bestille en god svensker, - en Halberg- Rassy med el-motor, så er tiderne skiftet. Planen min bliver at tage næste skridt – at skaffe endnu et par tilbud f.eks. fra Green Star m.fl. For jeg tror ikke, at jeg kan få mig selv til at skifte til en ny dieselmotor – dels er det alt for dyrt og så er tiderne ifølge alt det ovenstående ved at skifte – eller som man siger: *DER BLÆSER NYE VINDE.*

JHP

E-marine i Fort Lauderdale viser eksempler på jordomsejlere med el-drift (incl. motor) – og med vindkraft, solceller, radar, dingy, davits og m.m. Mange vil sige - ikke kønt, men det er nok effektivt !!!



Hybrid Wind/Solar Installation
Image 45 of 84

