

## B31 - sejlads med en ny el-motor

Af Jan Hovald Petersen



### De mere modne erfaringer,

*Den nye teknik! Resume´ for sejlklub-medlemmer, der måske overvejer at installere en el-motor løsning*

Efter installeringen af en 4 kW WaterWorld el-motor i en B31 "Dorrit 2" - DK 1063 (Mark 2 fra 79) og med tilhørende batteribank, installeret i eftersommeren 20, - er forsommeren i 21 gået med at teste, hvad en sådan motor kan yde og delvist 'hvor langt batteribanken kan bringe dig'.

Og overraskende viser opladningsfunktionen via solceller sig så vigtig, at det er her, at der er noget nyt, man kan anbefale at kombinere med el-motoren. ***Måske kom der endog en rekord i ydelsen fra solcelleanlægget under en af de gennemførte tests sidst i maj 2021?***

Nærværende artikel skal ses i sammenhæng med de foregående artikler om samme emne. Jeg og min evt. besætning har til gode at lave en længere tur til f.eks. Samsø eller Læsø fra hjemhavnen i Frederiksværk eller længere væk for at få mere erfaring bla. om el-motorens funktioner hvis batteribanken tømmes i ny og næ og genoplades via solen og evt. suppleret med landstrøm.

### De ret mange målinger - visse overraskelser

Det er blevet til mange nærmest ½-ugentlige og daglige målinger af ydelsen fra solcelleanlægget til batteribanken og forbruget til motoren – og den markante gratis opladning via solen er måske den største positive overraskelse af alle overraskelserne ved at overgå til el-motordrift. Man kan på moderne sprog udtrykke det sådan: Allready for sailing !

Som bekendt blev dieselmotoren – en gammel Volvo Penta MD7 erstattet af el-motoren p.g.a. nedbrud. Den nye WaterWorld el-motor har fungeret uden problemer. Dog er jeg ikke helt tilfreds med opretningen af el-motoren i forhold til propelakslen, men foreløbige kontroller med målerur viser, at det er den installerede gummikobling (Vetus) der giver små rystelser. Og det er jo en uventet overraskelse, der må afvente udbedring.

#### Hoveddata for el-motor og batteribank samt solcellepaneler

Motor: 4 kW asynkronmotor (m. regulator elektrisk drejefelt).

Batteribank: 4 stk 100 Ah 12 Volt koblet sammen til 48 Volt bank.

Oplader via landstrøm: Lester Summit 230 Volt AC to 48 Volt DC

Solceller på targabøjle: 2 stk 24 Volt koblet i serie til nom: 48 Volt DC, stillet til ca. 10 grader hældning. Fabrikat: preVent (tysk produkt m. gode anbefalinger)

Solcelle regulator: Victron Smart MPPT Solar 100V/20 A, 48 Volt

En anden erkendelse presser sig på, - og det er, at den valgte motor i sin ret pæne indpakning' ikke kan lave regenerering af strøm, selvom propellen (trebladet 14") drejer ret meget rundt under enhver form for sejlads for vind.

Den valgte motortype fra WaterWorld er beviseligt en klassisk asynkron motor uden perma - magnetiske elementer i rotoren (så vidt det kan erkendes uden at skille motoren ad) og følgelig skabes der ikke magnetisk flux og elektrisk strøm ved sejlads for vinden, selv om skueakslen og motoren roterer ganske meget, typisk anslået til 400 – 500 o/min.

## Relativt lave omdrejninger og god fremdrift

Med den nymonterede 3 vingede propel er fremdriften for motor god mellem 200 – 700 o/min og (3 – 4 knob) - bemærk, at det er relativt lave omdrejninger i forhold til tidligere med dieseldriften, hvor 1000 – 2000 o/min var almindeligt.

El-motoren kan uden problemer yde 1000 o/min, men da 400 – 700 o/min er tilstrækkeligt i de fleste situationer så undgås høj-ydelser helst, da det trækker hårdt (over 1,0 kW) på batteriet. Motoren er som bekendt en 4 kW motor, der kan yde op til ca. 4 kW. Der har ikke indtil dato vist sig situationer, hvor el-motoren ikke var kraftig nok til opgaven.

## Måling af regeneration af strøm:

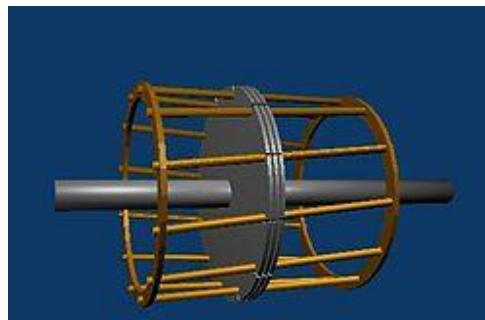
I en af de tidligere artikler om emnet el-motor til din båd er der beskrevet hvordan propellen er bragt/bringes til at rotere, så let som muligt ud fra et ønske om at bruge propelrotationen til strøm generering\*. I en del sejler-litteratur er denne funktion positivt beskrevet – dog er det også sagt, at emnet tit undervurderes og nærmest negligeres. Forklaringen kan meget vel være at det kun er særlige motorer, der kan give strøm tilbage – altså regeneration\*\*

Det har fået undertegnede sejler til at undre sig – og at undre sig så meget, at jeg er begyndt at læse mig igennem lærebogsstof og faglitteratur om moderne DC motorer (DC synkron og asynkron motorer og med fokus på f.eks. de nyudviklede såkaldte Tesla motorer). Herom senere.

En klassisk asynkronmotor kan ikke fungere som generator uden opkobling til en strømgiver, der giver et drejefelt og som får rotoren til at rotere. Men man kan ifølge den megen litteratur og info, der er om moderne motorer såsom vindmølle generatorer af forskellig type erkende at der godt kan genereres strøm, når der sker en pre-ladning af drejefeltet og hvor rotation af vingerne giver strøm, hvis rotationen er over en minimumsgrænse (ca. 60 o/min) ofte kaldt synkron hastigheden.

Det samme kunne foretages med bådens motor, men det vil nok ikke give mening, hvis propel-rotationen for sejl ikke kommer op over 500 – 600 o/min, der er min foreløbige

*Indbygget kobber eller alu. - ledningsnet i rotoren – et såkaldt 'hamsterhjul', der skaber magnetfelt i rotoren. Men se nedenfor hvad f.eks. TESLA 3 rotoren nu er blevet til !*



*Aflæsning af ydelserne d. 31. maj – rekorden er d. 28. maj – drifttid 16 tim 57 min: 910 Wh*



vurdering af synkronhastigheden. Men jeg vil undersøge videre bl.a. ved at forhøre mig hos fabrikanten.

## Hvor langt kan man sejle for batteri-banken?

I den vedhæftede data-rubrik ovenfor er nævnt el-motorens data samt batteribankens data som den er for nuværende. Med denne batteribank og 4 kW el-motor DC kan man sejle ca. 25 sm ifølge fabrikanten og leverandørens oplysninger. Jeg har ikke prøvet at tømme batteribanken (4 stk GEL 100 Ah 12 Volt) til ca. 40% for at skåne batterierne, der som bekendt svækkes hurtigt ved for voldsom tømning af batterierne. Det anbefales at man ikke trækker strøm ud fra GEL batterierne UNDER ca. 40% ladning.

Det højeste træk på batteribanken har været til ca. 73% tømning, under en sejlads på anslået 14 sm i hård vind for både sejl og motor - bla. hård modvind en del af vejen for motor alene. Jeg kan altså endnu ikke bekræfte de 25 sm, idet det indtil videre synes sandsynligt.

En mere moderne batteribank overvejes f.eks. med Lithium batterier (4 stk a ca. 150 Ah) vil kunne levere strøm helt ned til total tømning siger de kontaktede leverandører. Det ville betyde mere end den dobbelte længde sejlads. Overvejelserne vil tage mere form, når der bliver tid til at undersøge emnet dybere her til kommende vinter.

## Solcellepanelernes UTROLIGE dagsydelse

Det var så her REKORDEN opstod den maj-dag, hvor solcelleanlægget (de i alt 100 Wp solceller) ydede UTROLIGT MEGET – så jeg efterfølgende kontaktede tidligere bekendte eksperter på Teknologisk Institut for at få deres vurdering af den enestående høje ydelse, der kom dagen efter det markante dræn af strøm fra banken d. 27. maj.

Fordi ydelsen var 910 Wh på en dag (se Victron rapport t.h. udlæst til smartphone via Blue-tooth) – er det ud fra min erfaring GANSKE SIMPELT REKORD ?? Altså rekord for 100 Wp solceller på en dag!

Jeg kontaktede Teknologisk Institut i Tåstrup, der er kendt for deres fotovoltaiske ekspertise og fremsendte måledata samt en beskrivelse af båd og især solcellepanelernes data via mail (oplyste om fabrikat, hældning, ydelse m.m.) og den anvendte regulator. Men jeg fik kun et beskedent svar som gengivet nedenfor i rubrikken.

Fra afdelingens centrale administrator lød det, at desværre er "betal før svar-reglen" så stærkt gældende, at jeg må nøjes med det gengivne lille svar fra TI. Jeg har endnu ikke fået overblik over den nævnte DMI's oversigt over solrige dage/timer, men det kommer. Jeg håber på bedre kommunikation senere med en anden ekspertise nemlig DTU's fotovoltariske forskerteam.

Smart solcelleregulator 48 Volt – dynamisk og præcis (Bluetooth udlæsning)



Rekorden: 16 timer, 57 min – 910 Wh

	Float	Abs	B...
910Wh	0m 0%	0m 0%	16h 57m 100%
455Wh			

Solar panel		
Yield	910Wh	170Wh
P max	117W	99W
V max	84.51V	93.61V

Men indtil videre er det for mig REKORD at få næsten 1 kWh på 1 dag fra 100 Wp solceller! Det giver en høj effektivitet pr m<sup>2</sup> – det skal der regnes på gerne sammen med DTU ingeniørerne.

Den nuværende batteribank på 4,8 kWh GEL batterier kan som sagt udskiftes, når en bedre batteriløsning kommer på markedet og er til at betale...

Tilsvarende kan solcellepanelernes areal øges, men jeg synes at foreløbig har den aktuelle panelløsning vist sig eminent – hvis der da ikke skal siges noget i retning af fremragende og overbevisende.

**Hej Jan.** Tak for din mail og den gode historie. Du har ret i det er lidt forvirrende at jeg er ansat under Køle- og Varmepumpeteknik, men solenergi er nu stadig mit speciale. Jeg har ikke længere nogen statistik over ydelsen fra danske anlæg, men de gode ligger over 1000 kWh pr år pr kW (1000 fuldlasttimer for nettilsluttede anlæg)

På de enkelte dage er der selvfølgelig store udsving alt efter dagslængde og orientering mod solen, men 9 fuldlasttimer som du har målt kan måske godt lade sig gøre ved koldt vejr og klar himmel, især hvis du også har refleksion fra havet. DMI har åbnet for at man kan hente data gratis, så du kan eventuelt se om den pågældende dag var speciel. Du må gerne sende beskrivelsen til mig, men jeg kan desværre ikke love at svare mere end jeg allerede har gjort.

Venlig hilsen  
Ivan Katic  
Seniorspecialist

## De bedste el-motorer til fremdrift af lystbåde?

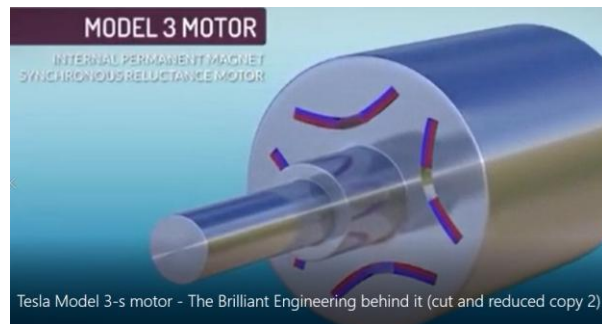
Jeg er på trods af maskinteknologisk baggrund nok ikke rigtigt kapabel til at kommentere på de muligheder, der opstår som følge af de nye el-motorer og bil-teknologiers fremkomst. Men ved læsning af moderne lærebøger og ved at krydschecke med informationer på nettet (og med henvisning til vigtige illustrative videoer fra internettet og Youtube) tegner der sig et klarere billede af fremtidens motorer til anvendelse også på bådmarkedet. Fælles for de mest egnede er det roterende magnetfelt i statordelen via frekvensomformning eller inverter af forskellige former.

### En lille kommentar om de nye typer motorer der er på vej!

Man kunne derfor ønske sig et mere varieret udbud af el-motorer til bådmarkedet end blot den klassiske asynkronmotor, idet jeg dog erkender, at jeg ikke ved nok om de enkelte produkter og deres rotors evne til f.eks. regenerering af strøm. Der er imidlertid meget i gang i forbindelse med de store bilfabrikkers konkurrence på el-bilmarkedet især ang. nye mere effektive motorer. Og det kan sive' over i bådmarkedet og i udbuddet på markedet.

Et eksempel er en særlig ny type DC synkronmotor der er fremkommet i kølvandet på de mange udviklinger af TESLA bilernes motorer, (bla. de såkaldte IPM = Internal Permanent Magnet Synchronous Reluctance motorer, altså baseret på magnetisk modstand i ferromagnet stålpladerne,

Klassisk asynkronmotor og moderne ny SynRM motor



men også med permanente magneter monteret på særlig måde) set på TESLA Model 3 så disse motorer i dag fremkommer som gode kompromisser mellem høj ydelse og sikkerhed – og med regeneration af strøm (ned ad bakke og at bremse m.m.)

## Alternativ til diesel

Jeg erkender efter måneders testning, at en god el-motor, en passende batteribank og godt anbragte solceller f.eks. på targabøjle m.m. er et rimeligt alternativ til det vi kender så godt, nemlig brug af dunke og flydende brændstof og den klassiske diesel stempelmotor.

Men fordelene er meget af såkaldt 'grøn' karakter, så det virker ind på din 'klima-bevisthed' og alt det der, men også den betryggende, at der er nyt 'brændstof' i form af opladning af batterier næsten hver dag efter en sejltur. Og den gode fornemmelse er så også, at dine sejlads er nærmest gratis' – og i de fleste tilfælde er lageret solopladet nok, så du ikke behøver strøm via 48 Volts ladeanlægget, der fulgte med i leveringen. Der er i øvrigt lavet et 12 V udtag til evt. forbrug i båden.

Og så er der de kendte fordele: Næsten ingen støj og ingen lugte (hovedpine, søsyge m.m.)

Der tegner sig derfor en slags alternativ, især hvis batteribanken flerdobles. Man kan med andre ord opbygge en god energi basis i båden til fremtidens ture – og at sejle langt – endog jorden rundt!?

Men man kan ikke uden en udbygning af batteribanken opnå samme sejle distance som med en fyldt diesel tank – den samme problematik som med el-biler.

Sikkerhed: For altid at kunne klare sig – den sikkerhed man

*Dorrit 2 på sin vante plads i Frv. Lystbådehavn – bemærk targa-bøjle og solcellepaneler agterude*



ønsker sig som sejler, - så kan man jo have en brændstofdreven generator om bord – og så alligevel ved lange rejser at have et par dunke flydende brændstof om bord? Det kunne blive benzin eller ethanol alkohol, der som bekendt også har andre anvendelser ! Evt i en PEM fuelcell ?

## Solbæltet på planeten – og vores sommer! Og nye batterityper!

Men jeg tilføjer, at man kan godt kan forlade sig meget på ydelserne fra det photovoltaiske altså solcellerne – om sommeren og når man bevæger sig i jordens solbælte, hvad mange gør i Sydeuropa og USA m.m. Men også her erkender solcellernes begrænsninger (dårligt vejr og også det mørke nordiske eller vinter og lignende).

Meget af udviklingen fremover afhænger af hvordan gode solceller parres med en god regulator og bedre batterier, der nok vil komme på markedet. Bilproducenten Toyota nævner aktuelt i sine beskrivelser af deres nye batterier på vej i 'deres udviklingsafdelinger' betegnet som faststofbatterier, at de opfattes af Toyota som revolutionerende. Således nævnes korte ladetider, relativ lav vægt og

med et energiindhold ca. 4 gange så meget som et moderne lithiumbatteri (som f.eks. brugt i Tesla 3 bilmodellen)

Kommer der sådanne gode batteri produkter på markedet – altså også fritidsmarkedet og til lystbåde - og 'de er til at betale', så kan man indbygge dem i fremtidens lystbåde! Så ændrer det meget på branchen og især kommende nyproducerede lystbåde, der vil blive tilbudt med el-motor og en god rigelig batteribank.

Jeg tror at man til den tid (måske om 5+ år) også vil tilbyde en god solcelle 'pakke' INDBYGGET i dæk og på ruftag m.m. Måske fulgt op af nyt smart design af bådene.

Derved vil man ikke kun imødekomme de 'grønne ønsker' fra politikere, økonomer og såkaldte naturalister – men også mange sejlere.

JHP

\* Propelakslen har med den 3 vingede skibsskrues egen-rotation under sejlads for vinden et markant drejende moment, der måske kan udnyttes i fremtiden til strømproduktion (alternator eller dynamo?)

\*\* Enhver form for permanent egen-magnetisering, som i TESLA 3 motoren, i rotoren vil give en såkaldt 'return flux energi' når rotoren drejes – det kan måles som en slags strøm, der kunne oplades i batteribanken, men vil under almindelig el-motorfremdrift virke som en modstand, hvis energi afsættes i form af varme (back EMF) . Derfor kan man med en vis grund fravælge permanente magneter i rotoren (af fabrikanten og visse kunder), men man kunne ønske mere info og drøftelse herom i forbindelse med valg af el-motor type. Det kommer nok i fremtiden.