

Electra aan boord, voor welk systeem kies je als je op reis gaat?

Tekst: Michel Tonino

Bij de voorbereiding voor onze wereldreis, kwam onder andere de vraag naar voren: Hoe gaan we de energie op de boot managen en uiteraard daarbij ook, wat is het verbruik in de verschillende omstandigheden en uiteindelijk welk systeem of combinatie van systemen moeten we nu nemen. In dit artikel zetten we het een en ander op een rij. Het doel is om te kunnen bepalen, welk systeem of combinatie van systemen het meest voor de hand liggen.

Voordat ingegaan wordt op de mogelijkheden om energie op te wekken, zijn we nagegaan hoeveel % van de tijd we aan het zeilen of ankeren zijn. We zijn uitgegaan van een reis van 40.000 Nm in 4 jaar. Langere of kortere reizen zijn eenvoudig aan te passen en de verhoudingen zijn vergelijkbaar. De route die veel wereldzeilers volgt hebben we geïnventariseerd en resulteert in onderstaande tabel, waarbij onze boot een daggemiddelde kent van 125 Nm, ofwel 5 Kn en voor een groter schip zijn de percentages weergegeven bij een daggemiddelde van 180 Nm (7Kn) en 225 Nm (9Kn). Onze boot kan gemakkelijk 7 Kn halen, maar dat is voor lange tochten niet reëel, omdat er ook windstillere perioden zijn en we vooral comfortabel en dus enigszins conservatief zeilen.

Meerdaagse oversteken	Vertrek uit	Nederland		
Daggemiddelde		125 Nm	180 Nm	225 Nm
Bestemming	Afstand Nm	# dagen	# dagen	# dagen
Golf van Biscae	400	3	2	2
Marocco-Canarische eilanden	480	4	3	2
Canarische-Kaap Verdie	900	7	5	4
Kaap Verdie-Suriname	2000	16	11	9
Suriname-aruba	900	7	5	4
Aruba-Panama	600	5	4	3
Panama-NW Zeeland/Australië	6500	52	36	29
Australië-Madagascar	7000	56	39	31
Madagascar-Zuid-Afrika Durban	1500	12	10	7
Durban-Cape Town	800	6	4	3
Cape Town-Brazilië	7000	56	39	31
Brazilië-Azoren-Europa	4000	32	22	18
Totaal	32080	267	190	148
% van de totale reistijd 35040 u		18,2%	13%	10,2%

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat ca 80 % (32.080 Nm/40.000 Nm) van de afstand bestaat uit oversteken en de resterende ca 20% uit dagtochten. De tijd die gezeild wordt is, op basis van 125 Nm per 24 uur (5 Kn), dus 32080Nm/5Kn is 6416 uur plus ca 8000 Nm aan dagtochten, uitgaande van 5 Kn, is dit nog ca 1600 uur. In 4 jaar wordt er dus ca 8000 uur gezeild, en dit is in totaal 22,9 % van de tijd. Dat houdt in dat in het merendeel, 77,1 %, van de

tijd de boot stilligt, voor anker of in haven. Bij een daggemiddelde van 180 Nm en 225 Nm zijn de verhoudingen respectievelijk: 83,7%/16,3% en 87,3%/12,7%. De verhouding tussen meerdaagse oversteken en dagtochten is bij een bootsnelheid van 5 Kn 18,3% en 4,6 %, voor een bootsnelheid van 7 en 9 Knopen zijn de getallen respectievelijk: 13%/3,3% en 10,2%/2,5%.

Vervolgens hebben we gekeken naar onze verbruikers op gebied van elektra en dit onderverdeeld in 3 categorieën: oversteken, dagtochten en voor anker liggend. We hebben de verbruikers gemeten en voor bijv de koelkast een aanname gedaan, omdat het verbruik afhangt van de lokale temperatuurverschillen.

Veel wereldzeilers hebben voorzieningen aangebracht om het elektra verbruik te minimaliseren. De meest voorkomende zijn

- Led verlichting in kajuit en toplichten, zowel navigatie als ankerlicht
- Goed geïsoleerde koelkast, eventueel voorzien van waterkoeling of isotherm regelaar
- Windvaan stuurinrichting (ook om de stuurautomaat te ontzien
- gebruik ankerlier alleen met draaiende motor,
- water maken met Schenker watermaker vanwege lage energieverbruik (9Ah per 25 l) en alleen bij voldoende zon water maken, zie www.robwink.nl
- plotter/radar 's nachts beperkt aan bij oversteken, alternatief voor plotter is een Panasonic tough book, wegens laag stroomverbruik en geen ventilator, waardoor geen zilte lucht over de electronica, zie www.B-bit.nl
- gebruik van een voetpomp voor drinkwater.. Een bijkomend voordeel van een voetpomp voor drinkwater is, als de drinkwaterpomp er mee stopt er nog steeds drinkwater uit de tank kan worden gepompt! Dit is ons in de eerste maand overkomen.
- geen wasmachine/centrifuge aan boord,
- geen elektrische broodbakmachine
- opladen van telefoons, iPad, handmarifoon en satelliet telefoon, e.d. 's middags bij voldoende energie aanbod

Dit resulteert in onderstaande tabel:

electra verbruik Winner 1120	vermogen Watt	stroom- Ampere	oversteek				dagtochten				ankeren			
			# uur		Ah		# uur		Ah		# uur		Ah	
			nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag
ankerlicht LED	3,0	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	2,5	0	0,0
ankerlier	900,0	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
3 kleuren toplicht LED	3,0	0,3	10	2,5	0	0,0	10	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
marifoon stand by	6,0	0,5	0	0,0	0	0,0	2	1,0	2	1,0	0	0,0	0	0,0
marifoon zenden	48,0	4,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,0	0	0,0	0	0,0
navtex	2,4	0,2	6	1,2	3	0,6	12	2,4	12	2,4	0	0,0	0	0,0
GPS	2,4	0,2	6	1,2	3	0,6	12	2,4	12	2,4	12	2,4	12	2,4

Dieptemeter	2,4	0,2	6	1,2	3	0,6	12	2,4	12	2,4	12	2,4	12	2,4
Log	2,4	0,2	6	1,2	3	0,6	12	2,4	12	2,4	0	0,0	0	0,0
windset	1,2	0,1	6	0,6	3	0,3	12	1,2	12	1,2	0	0,0	0	0,0
plotter	18,0	1,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5	6	9,0	2	3,0	1	1,5
autopilot	36,0	3,0	4	12,0	0	0,0	6	18,0	2	6,0	0	0,0	0	0,0
radar	12,0	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ais	4,0	0,3	12	4,0	12	4,0	12	4,0	12	4,0	0	0,0	0	0,0
drinkwaterpomp	50,0	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
electrische lenspomp	60,0	5,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
koelkast	20,0	1,7	12	20,0	12	20,0	12	20,0	6	10,0	12	20,0	12	20,0
radio	12,0	1,0	0	0,0	2	2,0	0	0,0	2	2,0	2	2,0	1	1,0
interieurverlichting LED	6,0	0,5	4	2,0	0	0,0	4	2,0	0	0,0	4	2,0	0	0,0
laptop	30,0	2,5	1	2,5	2	5,0	0	0,0	1	2,5	2	5,0	2	5,0
SSB radio	120,0	10,0	0	0,0	1	5,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0
watermaker	120,0	10,0	0	0,0	1	5,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
opladen Ipad/pc/telefoon	4,5	0,4	0	0,0	2	0,8	0	0,0	1	0,4	0	0,0	2	0,8
satelliet telefoon opladen	4,5	0,4	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4
instrumenten verlichting	3,0	0,3	12	3,0	0	0,0	10	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
totaal				56		49		65		48		39,3		43
Verbruik per 24 u:						105				113				83

Het verbruik voor grotere schepen is ongetwijfeld hoger. Met behulp van een dergelijk tabel en de gebruikers die aan boord zijn kan de energiebehoefte worden bepaald. Uit de tabel blijkt, dat voor anker liggend de minste energie wordt gebruikt.

De volgende systemen zijn beschikbaar voor het opwekken van elektrische energie:

- 1 zonnepanelen
- 2 Windenergie
- 3 Schroefas- of sleepgenerator
- 4 Benzine of diesel generator, bio generator
- 5 Motor van het schip
- 6 Combinatie van 2 of meerdere systemen

De energie die hiermee opgewekt kan worden, moet (tijdelijk) worden opgeslagen, in elk geval moet de accucapaciteit zodanig zijn, dat de hoeveelheid energie die 's nachts nodig is, kan worden gebruikt en dat gedurende de volgende dag de accu ('s) weer gevuld worden. Om deze capaciteit te bepalen, verscheen al eerder een artikel. Laten we er gemakshalve vanuitgaande, dat we de energie die 's nachts verbruikt wordt in alle gevallen de eerst volgende dag weer is aangevuld, rekening houdend met het verbruik overdag. Deze benadering geeft de kleinste accu capaciteit, met

een laadcapaciteit, die voldoende groot is om het verbruik bij te houden. Kiezen voor een grotere accucapaciteit, kan aantrekkelijk zijn, als de accu teveel zou worden ontladen. Per saldo is het de vraag of uiteindelijk de investeringen veel anders zijn. Een dubbele accucapaciteit verlengt de levensduur, en als dit meer dan twee keer zo lang is is dan de levensduur van een enkele accu, is dat een overweging. Daartegenover staat dat er vaak gebrek aan ruimte in de accubak is om meerdere accu's te plaatsen.

Uit diverse publicaties o.a. de uitgave 'Altijd Stroom', van Reinout Vader, van Victron, www.victron.nl maar ook het boek elektriciteit aan boord, van Michael Hermann, vertaald door Olav Cox, blijkt dat de levensduur van accu's afneemt bij het dieper ontladen. Bij ontlading tot maximaal 70 % (dus 30 % ontladen) is de levensduur ca 2.5 keer zo lang dan wanneer er ontladen wordt tot 50 %. Deze verhouding geldt zowel voor AGM accu's als gel accu's, de nieuwe Li-Ion accu's hebben een veel gunstiger verhouding, maar zijn nu nog aanzienlijk duurder in aanschaf. Het loont dus de moeite om de accu's niet verder te ontladen dan tot ca. 70 %. Bij een nachtelijk verbruik van ca 60 Ah is de minimale accucapaciteit dus 200 Ah, ($60 \text{ Ah}/30\%=200 \text{ Ah}$).

Laten we de meest voorkomende variant, in 77-87% van de tijd, het voor anker liggend als eerste beschouwen. Het nachtelijk verbruik bij voor anker liggen is ca 40 Ah, uit de eerste tabel. Voor anker liggend kan voor het opwekken van elektriciteit gebruik gemaakt worden van:

- a. zonnepanelen,
- b. windgenerator,
- c. aparte generator
- d. motor
- e. combinatie van systemen

Ad a. De opbrengst van zonnepanelen, hangt sterk af van het aantal zonuren per dag, de intensiteit van het zonlicht, het aantal uren en de oriëntatie naar de zon. Daarbij hebben monokristalijne panelen een iets hogere opbrengst en loont het de moeite om bij hoge temperaturen de panelen regelmatig te koelen met water. Op hoogtes in Nederland, is de instraling ongeveer, gemiddeld op een zonnige dag 1000 W/m^2 per dag, rond de evenaar is dat ca 1500 W/m^2 in Australië is dat nog hoger. Zie bijvoorbeeld publicaties van het www.KNMI.nl, of www.wattisduurzaam.nl. Dit is het directe zonlicht. We gaan er gemakshalve van uit dat 1 Wp aan zonnepanelen een opbrengst genereren van 1W op hoogtes als Nederland. Op www.siderea.nl Of www.users.skynet.be, is hier meer over te vinden. Ook sites van diverse leveranciers geven informatie. Voor de opbrengst rond de evenaar rekenen we dat de opbrengst 25 % hoger is (wat een conservatief getal is), dan rond hoogtes als Nederland. Daarnaast is er ook nog sprake van diffuus licht, waardoor ook nog energie kan worden opgewekt. Op een bewolkte dag wordt nog ca 15-20 % van het maximum aan elektriciteit opgewekt, volgens leveranciers van zonnepanelen. Om een inschatting te kunnen maken van het

aantal beschikbare zonuren, is gekeken hoeveel zonuren van de diverse continenten er gemiddeld voorkomen.

Europa, op hoogtes tussen 30-60 graden (bijv. golf van Biscaje) is het aantal zonuren in de winter 3-4, in de zomer 6-7, naarmate we zuidelijk komen nemen de zonuren toe tot 5-6 in winter, en in de zomer bijv in West Afrika tot 8-9 uur per dag. Nieuw Zeeland heeft in de winter 4-5 uur zon en zomers 7-8 uur. Daarnaast is het aantal lichturen in de zomer op Nederlandse hoogtes meer (ca 14-15 uur) dan rond de evenaar (ca 11-12 uur)

Voor de tabel zijn we uitgegaan van 300 Wp, 100 Wp aan elke railing en 100 Wp op de buiskap, waarbij steeds 33% in de schaduw zit. In de schaduw of bij bewolkt weer, levert een paneel nog ca 15 % op van het maximum. Voor de opbrengst rond de evenaar hebben we gerekend met 25% meer. Dit levert de volgende tabel op:

Aantal zonuren	Aantal lichturen 30-60 gr	Aantal lichturen 30Z-30N	Opbrengst in gebieden 30-60 graden	Opbrengst in gebieden 30 graden Zuid-30 Noord
0	14	12	52,5 Ah	52 Ah
1	13	11	66,6 Ah	74 Ah
2	12	10	80,8 Ah	92 Ah
3	11	9	95 Ah	109Ah
4	10	8	109,1 Ah	131 Ah
5	9	7	123,3Ah	145 Ah
6	8	6	137,5 Ah	163 Ah
7	Nvt	Nvt	Nvt	180 Ah
8	Nvt	Nvt	Nvt	198 Ah

Ad b. De opbrengst van windenergie is afhankelijk van de windsnelheid. Diverse windmolens geven een verschillende opbrengst. Zie hiervoor bijv. Het onderzoek <https://www.marlec.co.uk/wp-content/uploads/2010/11/Watts-in-the-Wind-Full-Report.pdf>. De opbrengst van windenergie begint gemiddeld pas bij 10 Kn wind, uit bovenstaand onderzoek blijkt de opbrengst te variëren van 1-2 A bij 2 Bft, tot 14 A bij 6 Bft.

Boven de 6 Bft neemt de opbrengst verder toe. Bij het voor anker liggen zoek je zoveel mogelijk de beschutting tegen wind en deining en wil je dus zo luw mogelijk liggen. Dit systeem voor energie opwekking draagt dus in (zeer) beperkte mate bij in de energie huishouding. Om een opbrengst van 85 Ah te realiseren is 11 uur lang een wind nodig van minimaal 4 Bft (13 Kn, met een opbrengst van ca 8 A per uur). 'S Avonds valt de wind vaak weg en om die reden is de opbrengst bij voor anker liggen zeer beperkt.

Ad c/d. Een generator kan in alle gevallen dienen om een tijdelijk tekort bij bewolkt of windstil weer op te vangen. Het gebruik hiervan dient om een aantal

redenen te worden beperkt: geluidsoverlast, stankoverlast, verbruik van brandstof.

Het alternatief wat ook gebruikt kan worden: wat er niet uit gaat hoeft er ook niet in, dus het verbruik beperken op bewolkte/windstille dagen kan een noodzakelijke optie zijn.

De meeste tijd wordt besteed aan voor anker liggend, 77 % tot 87 % van de wereldreistijd. In slechts 13%-23% van de tijd, afhankelijk van het daggemiddelde wordt er gezeild. Het verbruik is dan 20-30 Ah meer dan voor anker liggend. Laten we daar eens naar kijken.

Om dit verschil met zonnepanelen te kunnen opwekken, is van belang in ogenschouw te nemen, dat ca 33 % van de panelen in de schaduw zullen zitten. Daar staat tegenover dat bij dagtochten er enige tijd met de motor wordt gemanoeuvreed en de accu al enigszins wordt geladen. Op langere overtochten is dat minder/niet het geval. Laten we daarom van de situatie uitgaan van de meerdaagse overtocht. Voor de opbrengst van zonnepanelen kunnen we dezelfde tabel aanhouden als bij voor anker liggend. Gemiddeld zal 1/3 deel van de panelen in de schaduw van het grootzeil liggen, als we nog steeds uitgaan van panelen aan de railing. Er moet dagelijks ca 105 Ah worden opgewekt, dus ca 20 Ah meer. Een slimme plaatsing van de panelen en eventueel kunnen richten naar de zon en het regelmatig koelen heeft invloed op de opbrengst. Naarmate er dichterbij de evenaar wordt gevaren is de opbrengst ook hoger, tot ca 20-30 % en in Australië zelfs 50% of meer opbrengst. Daarmee lijkt een capaciteit van 300 Wp voldoende, wat overigens nu ook blijkt tijdens onze reis.

Om het verschil tussen ankeren en overtochten met wind energie goed te maken, is het van belang te kijken naar de heersende windrichtingen en de vaarrichting/vaarsnelheid. Uit de windrozen van het boek World cruising routes, van Jimmy Cornell, blijkt dat op de grote oversteken, de heersende wind gemiddeld 4-5 Bft is, en de vaarrichting bijna hetzelfde, dus bij een windsnelheid van 11-21 Kn en een bootsnelheid van 5 Kn blijft er 6-16 Kn schijnbare wind over. Uit het eerder genoemde onderzoek naar windgeneratoren, blijkt dat de opbrengst bij 6-16 Kn wind 4-9 A is, en dus ook ruim voldoende om de benodigde 25-30 Ah te kunnen aanvullen. Bij een bootsnelheid van 7 Kn wordt de schijnbare wind kleiner, ca 4-14 Kn en de opbrengst aanzienlijk kleiner en maximaal ca 1-4 A, en wordt het verschil maar amper goedge maakt, waarbij voor een groter schip, met een daggemiddelde van 225 Nm, de opbrengst met windenergie nog lager zal zijn, en bij een hogere verbruik (groter schip), niet voldoende is. Als gekozen wordt om 's nachts conservatiever, met gereefd grootzeil en gereefde genua, te zeilen, is de opbrengst weer iets groter. Daarnaast wordt in onderstaande tabel uitgegaan dat de wind 24 uur per dag dezelfde sterkte heeft. Samengevat:

	Opbrengst	Opbrengst maximaal		Opbrengst Maximaal	Opbrengst Maximaal	Opbrengst Maximaal
Heersende Wind in Bft en gem. #Kn	Gemiddeld Ah voor anker	per dag Ah	Schijnbare wind bij 5 Kn varen	Zeilend/24 u in Ah bij 5 Kn	Zeilend/24 u in Ah Bij 7 Kn	Zeilend/24 u in Ah bij 9 Kn
2 Bft 5 Kn	1-2 Ah	36 Ah	0 Kn	0 Ah	0 Ah	0 Ah
3 Bft 8,5	3 Ah	72 Ah	3,5 Kn	36 Ah	0 Ah	0 Ah
4 Bft 13	4 Ah	96 Ah	8 Kn	72 Ah	36 Ah	24 Ah
5 Bft 18,5	8-9 Ah	200 Ah	13,5 Kn	96 Ah	84 Ah	84 Ah
6 Bft 24,5	14 Ah	350 Ah	19,5 Kn	200 Ah	185 Ah	150 Ah

Conclusie: het verschil van 20 Ah kan (ruimschoots) goedge maakt worden met een windgenerator. Als de wind gemiddeld maar 50 % van de tijd de sterkte heeft, is de opbrengst nog altijd voldoende bij lagere snelheden.

Een optie die verder nog gekozen kan worden tijdens het zeilen, is een sleepgenerator of een schroefasgenerator. De opbrengst van deze generatoren hangt af of de snelheid door het water meer dan 3-4 Kn is. Bij 5 Kn varieert de opbrengst van 0 tot 10 A, bij sommigen zelfs iets meer. Bij een kleine propeller 0 en de grootste propeller ruim 10 A. De snelheid door het water neemt door het gebruik af met ca 0,5 Kn. Voor opbrengsten, zie bijvoorbeeld de duogen generator (www.energyonthehook.com), de aquair (www.shop.b-bit.nl) of de hydrocharger (www.robwink.nl). Als er 's nachts conservatief gezeild wordt, zal de opbrengst aanzienlijk kleiner zijn. Daarnaast is het voor de montage van een sleepgenerator van belang of deze naast de zwemtrap en een windvaan- stuurinrichting gemonteerd kan worden. De ervaringen zijn dat in kustgebieden, er niet met een sleepgenerator wordt gevaren, vanwege risico op visnetten en wier in de schroef. Voor de schroefasgenerator zijn er weinig gegevens voor handen.

Tijdens oversteken kan met een generator of de motor het electriciteitstekort worden aangevuld. Het gebruik dient te worden beperkt i.v.m. het relatief hoge verbruik van brandstof.

Het minst vaak voorkomende onderdeel van een wereldreis, is het houden van dagtochten. Voor een groot deel is dit hetzelfde als de oversteken, echter het verbruik zal iets groter zijn, door het gebruik van de autopilot en in mistige omstandigheden de radar, daarnaast wordt er bij dagtochten in veel gevallen bij anker opgaan/uitvaren uit haven en bij aankomen, gevaren op de motor, waardoor die extra hoeveelheid benodigde energie (ca 10 Ah) vanzelf wordt gegenereerd. Het gebruik van sleepgeneratoren op dagtochten wordt zeer beperkt gedaan, vanwege het eerder genoemde risico op visnetten in de schroef.

Voor de keuze van de systemen is verder nog van belang de bedrijfszekerheid en de mogelijkheid om onderweg zelf reparaties uit te voeren, of wereldwijd onderdelen te kunnen krijgen. Tenslotte is ook de investering nog een punt van aandacht.

De bedrijfszekerheid kan worden bepaald, door de kans op slijtage, beschikbaarheid van onderdelen en de mogelijkheden om zelf reparaties uit te kunnen voeren.

Zonnepanelen zijn in hoge mate bedrijfszeker, risico op schade aan oppervlaktes is er, die is vaak niet zelf te repareren. Een goede plek is van belang om dit risico te verkleinen. De verkrijgbaarheid van panelen is vrij groot.

Windgenerator, draaiende onderdelen lopen meer kans op slijtage, dus iets minder bedrijfszeker. Sleepgenerator, idem als wind generator, naast het risico van wier en visnetten in de sleepgenerator.

Benzine/diesel of bio generator zijn redelijk tot goed bedrijfszeker en qua onderhoud/ storingen vergelijkbaar als de scheepsmotor. Brandstof zal in veel gevallen beschikbaar zijn. Blikseminslag kan een risico zijn voor de startaccu, waardoor de motor niet aan slaat, tenzij de motor wordt aangezet voordat de bliksem inslaat.

De investeringen lopen niet erg uiteen. Voor een set zonnepanelen (300-400 W) compleet met laders en bekabeling, beugels e.d. Is de investering ca €2500-3000. Windenergie is goedkoper in aanschaf, (€2000-2500) en beperkter toepasbaar, sleepgeneratoren kosten met beugels en bekabeling ca € 4000-€6000, en zijn ook in beperktere mate toepasbaar. Concluderend leidt dit tot de volgende tabel:

Systeem	Toepasbaarheid	Toepasbaar in ... % van de reistijd	Bedrijfszekerheid	Investeringen/ opmerking
Zonnepanelen	Ankeren en zeilen	100 %	Hoog	Gemiddeld
Windgenerator	Oversteken+dagtochten	10-22 %	Gemiddeld	Gemiddeld
Sleep/ schroefasgenerator	Oversteken	12%-18%	Laag	Hoog
Generator	Ankeren en zeilen	100 %	Hoog	Gemiddeld/ hoog verbruik brandstof
Bootmotor	Ankeren en zeilen 100%	100 %	Hoog	Geen/hoog Verbruik brandstof

Op basis hiervan hebben wij voor onze reis gekozen voor 2 panelen van 100 Wp aan de railing, weerszijde, en 3 maal 38 Wp flexibele panelen (totaal 114 Wp) op de buiskap te installeren.