



waarom een menukaart?

Europa wil in 2050 het eerste klimaatneutrale continent zijn. Hiervoor is een pakket beleidsinitiatieven samengesteld: De *Green Deal*. Hierin is ook de binnenvaart meegenomen. Dit is verrijkt in de Nederlandse **Green Deal ‘Zeevaart, Binnenvaart en Havens’** en het **Schone Lucht Akkoord**

Doelstellingen zijn o.a.

- in 2030 40% tot 50% **lagere CO2 uitstoot** ten opzichte van 2015;
- in 2035 35% tot 50% **minder milieuvriendelijke stoffen uitstoten** dan in 2015;
- tenminste 150 **emissieloze schepen** in 2030.

De energievoorziening, zoals motoren, generatoren en verwarmingsketels, is de primaire bron van CO2-emissies en uitstoot van milieuvriendelijke stoffen op schepen.

De Nederlandse chartervaart valt onder deze doelstellingen.

In de transitie naar een efficiënte, duurzame, betrouwbare en betaalbare energievoorziening is er niet één standaard concept dat leidt tot de gewenste oplossing. Om de energietransitie succesvol te maken is een combinatie van technieken en maatregelen nodig. Dit maakt het samenstellen van een pakket aan duurzame en energiebesparende maatregelen uitdagend.

EnergyGO heeft daarom het concept van een **duurzame menukaart** ontwikkeld.

menukaart als maatregelenpakket

DOOOR VERSCHILLENDE ‘GERECHTEN’ op de menukaart te kiezen ontstaat een pakket dat leidt tot de gewenste energieambitie van het schip.

In deze combinatie van maatregelen is er een mate van keuzevrijheid. Die keuze ligt geheel bij de wensen van eigenaar/gebruikers van het schip en zijn lang niet altijd van technische of economische aard. Het is daarom niet mogelijk om met één maatregelenpakket te komen voor alle schepen. Het is de eigenaar die dit pakket zelf samen moeten stellen, gebaseerd op hun eigen keuzes.

Belangrijk daarbij is dat keuzes die nu gemaakt worden, op een later moment niet weer ongedaan gemaakt hoeven te worden. Het is bijvoorbeeld zonde om nu een *Stage V hoofdmotor* te installeren als u van plan was om over 10 jaar alsnog op batterijen te gaan varen, waardoor de nieuwe hoofdmotor geheel overbodig is geworden.

Het is noodzakelijk dat u nu keuzes maakt waar u later geen spijt van krijgt. Dit heet **spijtvrij renoveren**. U renoveert spijtvrij door eerst een ambitie en plan vast te stellen voordat u start met renoveren. Hoe ziet uw uiteindelijke energievoorziening eruit voor het charterschip?

ALS U EENMAAL DE AMBITIE HEEFT VASTGESTELD, heeft u een pakket van maatregelen nodig om de ambitie te bereiken. Hoewel er veel vrijheid is in de keuze van wat u opneemt in het pakket, passen sommige maatregelen beter bij elkaar dan andere.

Het vinden van bijpassende maatregelen die samen een pakket vormen, heet **integraal ontwerpen**. U kijkt daarbij alleen naar de impact (en kosten) van het gehele pakket maatregelen en niet naar die van individuele maatregelen.

U hoeft het pakket maatregelen echter niet in een keer te nemen. Nu u een ambitie heeft en het bijbehorende pakket van maatregelen heeft vastgesteld, kunt u met maatregel voor maatregel aan de slag gaan. U kunt stapsgewijs naar de ambitie toewerken, zelfs over een langere periode van bijvoorbeeld 30 jaar.

De volgorde is daarbij wel van belang. Eerst energie besparen en daarna pas energie (duurzaam) opwekken. Daarmee voorkomt u dat u te grote (of te kleine) installaties plaatst.



stel uw diner samen

De menukaart is een verzameling van energiemaatregelen, bijvoorbeeld om energie te besparen of om een andere bron dan diesel te gebruiken om zo emissies te verminderen. Elke maatregel is een ‘gerecht’ op de menukaart. Door een of meerder gerechten te kiezen stelt u uw diner samen.

Deze menukaart bestaat uit vijf gangen: aperitieven, voorgerechten, warme gerechten, lopend buffet, en nagerechten.



Bij elke maatregel/gerecht vindt u een korte beschrijving van wat de maatregel inhoudt, welke varianten er zijn en de voor- en nadelen.

Voor elke maatregel is een indicatie van een prijs gegeven. Dit is niet altijd even makkelijk omdat de prijs van veel factoren afhangt en elke schip individueel verschillend is.

Alle genoemde prijzen zijn exclusief btw en inclusief installatiekosten tenzij anders vermeld.

Sommige maatregelen zijn gericht op schepen uit een specifieke categorie. In deze menukaart wordt onderscheid gemaakt tussen:

- een **motorschip**  en **zeilschip** 
- een schip met de mogelijkheid tot **overnachting**  en een schip voor **dagtochten**  zonder overnachtingsfunctie.

Maatregelen zonder specifieke categorie zijn toepasbaar op alle schepen mits er aan de genoemde voorwaarden wordt voldaan.

APERITIEVEN

ALS EERSTE OP DE MENUKAART staan de aperitieven, de opening van een smaakvolle maaltijd. Het heerlijke van aperitieven is dat u er **op elk moment mee kunt starten**, vandaag nog als u dat zou willen, ook al is de hoofdmaaltijd nog ver weg. De aperitieven in deze menukaart zijn gemaakt uit het laaghangend fruit dat u (voornamelijk) zelf plukt. Het betreffen energiebesparingsmaatregelen die u **veelal makkelijk zelf treft en relatief weinig kosten**. De maatregelen zijn direct zichtbaar in het energiegebruik en passen bij alle toekomstige maatregelen uit het hoofdmenu. U kunt zoveel maatregelen kiezen als u zelf wilt en in uw eigen tempo realiseren.

VOORGERECHTEN

De voorgerechten zijn passieve maatregelen waarmee u **de vraag naar warmte en koeling vermindert**.

WARME GERECHTEN

De warme gerechten zijn de eerste van twee hoofdgerechten. Het betreffen de **installatietechnische maatregelen** waarmee u de vraag naar warm tapwater, verwarming en koeling op duurzame wijze invult.

LOPEND BUFFET

De tweede hoofdgang bestaat uit een lopend buffet. Gerechten om duurzaam in beweging te blijven. Dit betreffen maatregelen om **de voortstuwing van een schip** te verduurzamen.

DESSERT

Het dessert bestaat uit maatregelen waarmee u **zelf duurzame energie opwekt**. Daarmee is uw schip niet alleen duurzaam en energiezuinig, het voorziet ook nog eens (deels) in haar eigen energiebehoefte.

BIJGERECHTEN



Sommige maatregelen komen met 'bijgerechten'. Dit zijn **optionele maatregelen** die nodig kunnen zijn om de hoofdmaatregel volledig tot zijn recht te laten komen. De bijgerechten zijn apart beschreven in de menukaart.

Een aanpak en een tweetal voorbeelden van ambities zijn aan het einde van de menukaart te vinden, waarin verschillende maatregelen zijn gecombineerd tot een geheel.


menukaart Duurzame Chartervaart

KLIK  OP HET ONDERWERP VAN JE KEUZE



APERITIEVEN

Energiegebruik meten
Led verlichting
Aanwezigheidsdetectie
Waterbesparende douche 
Thermostaat lager zetten (verwarmen)
Thermostaat hoger zetten (koelen)
Standby-gebruik reduceren
Badkamerventilator met nalooptimer
Inductiekoken
Adaptief zeilen 
Lagere kruissnelheid

VOORGERECHTEN

Patrijspoorten isoleren
Isolatieglas
Kierdichting
Isoleren warmwaterleidingen 
Grijswater warmteterugwinning
Isoleren van de vloer
Zonwering ramen
Zonwerend glasfolie
Schaduwdoek

WARME GERECHTEN

Lucht/lucht warmtepomp
Lucht/water warmtepomp
Water/water warmtepomp
Warmtepompboiler
Restwarmte generator voor tapwater 
Restwarmte hoofdmotor voor tapwater 

LOPEND BUFFET

Dynamo op vrijlopende schroefas
Dynamo op motor met keerkoppeling
Stage V hoofdmotor
Stage V generator
Stage V boegschroef
Schone diesel (GTL)
Biodiesel (HVO100)
Elektrische Boegschroef
Elektrische Hoofdmotor

BIJGERECHTEN

Lithium ijzerfosfaat batterij
Zoutwater (natrium) batterij
Hybride batterij
Laag-temperatuur afgiftesysteem

DESSERT

Zonnepanelen
Zonneboiler
Windturbines
Brandstofcel (waterstof)
Walstroom



ZEILSCHIP



MOTORSCHIP



DAGTOCHT



MET OVERNACHTING

Energiegebruik meten

Het meten van het energiegebruik is cruciaal in het verduurzamen van een schip. Het geeft inzicht in:

- hoe de **verdeling van energiegebruik** is tussen de verschillende gebruikers (voortstuwning, facilitair, apparaten);
- hoe de **verdeling van energiebronnen** is in de invulling van het gebruik (walstroom, generator, zonnepanelen e.d.);
- waar **mogelijke (snelle) besparing** te behalen valt;
- waar **de vermogensvraag** zit en met welke **gelijktijdigheid**;
- de **dimensionering** van (toekomstige) batterijpakketten;
- de **randvoorwaarden in het verduurzamen** en/of elektrificeren van het schip.



VARIANTEN

Voorbeeld van varianten voor het opzetten van een meetinfrastructuur, van handmatig naar volledig automatisch:

- **Periodiek handmatig opnemen** van getankte diesel, draaiuren van motor(en), ketel(s) en generator(en) en afgenomen walstroom.
- **Installeren van brandstof flowmeters** naar motor(en), ketel(s) en generatoren en deze periodiek uitlezen.
- **Installeren van kWh-meters** voor verschillende elektriciteitsgroepen inclusief opgewekte elektriciteit uit generator(en) en afgenomen walstroom, periodiek uitlezen.
- **Installeren van een datalogger** voor het automatisch uitlezen van de meters. Periodiek data veilig stellen of direct naar de cloud.

RANDVOORWAARDEN

- Voldoende ruimte voor het installeren van oliemeters in leidingen naar motor(en), ketel(s) en generator(en).
- Voldoende ruimte op de DIN rail in de groepenkast voor het plaatsen van kWh-meters.

VOOR- & NADELEN

- + Inzicht in energiegebruik is een vitaal onderdeel in de verdere verduurzaming van een schip
- + Snel inzicht in laaghangende besparingsmogelijkheden en daarmee kostenbesparing
- + Betere grip op energiekosten
- Geen directe energiebesparing
- Investeringskosten voor meetapparatuur kunnen snel oplopen, zeker bij automatisering.
- Handmatige opname vereist structuur en discipline.

PRIJSINDICATIE

Oliemeters: vanaf **200 EURO** per stuk
kWh-meters: vanaf **40 EURO** per stuk
Datalogger: vanaf ongeveer **400 EURO**, afhankelijk van aantal uit te lezen meters en communicatieprotocol.
Volledig cloud-based real-time meetsysteem: **10.000-15.000 EURO**

LED



verlichting

LED verlichting is de meest energiezuinige vorm van verlichting die op dit moment verkrijgbaar is. LED heeft de afgelopen jaren grote technologische ontwikkelingen doorgemaakt, waardoor deze in elke vorm en kleur beschikbaar is. Hierdoor is LED voor zowel functionele als sfeerverlichting goed toepasbaar. Slimme LED lampen bieden de mogelijkheid om de kleur van de verlichting in te stellen. Bijvoorbeeld helder wit licht overdag en gedimd warm licht in de avond. Niet alleen bespaart LED energie, **het biedt ontelbare mogelijkheden in sfeer** en toepassing.

VARIANTEN

- Standaard LED verlichting op **230 volt** zoals deze ook in woningen en kantoren wordt gebruikt.
- **12 en 24 volt lampen** die direct op een batterij en/of gelijkstroomcircuit aangesloten kunnen worden, of indirect via een LED driver.
- E27 / E14 (gloeilampfittingen) en GU10 kunnen **1-op-1 vervangen** worden.
- Voor TL-balken moet de hele armatuur vervangen worden.
- Niet alle dimmers werken goed met LED lampen.

VOOR- & NADELEN

- + Hoge energiebesparing tov halogeen of TL
- + Veel mogelijkheden in vorm en kleur
- + Zeer lange levensduur en daardoor ook kostenbesparing op onderhoud/vervanging
- De markt is overspoeld met kwalitatief slechte lampen, waardoor het soms lastig is deze van kwalitatief goede lampen te onderscheiden.
- Soms moet het gehele armatuur vervangen worden, waardoor de kosten hoger uitvallen.

PRIJSINDICATIE

Goede kwalitatieve lampen zijn vanaf ongeveer **7 EURO** per stuk te verkrijgen, afhankelijk van kleur, functionaliteit en vorm.

Aanwezigheidsdetectie



In ruimten waar af en toe mensen komen, zoals een hal naar de slaaphutten, toiletten of voorraadruimten, hoeft het licht niet continu te branden.

Door gebruik te maken van aanwezigheidsdetectie wordt voorkomen dat licht onnodig brandt, bijvoorbeeld omdat er wordt vergeten om het licht uit te doen of passagiers het licht niet zelf uit kunnen doen (bijv de hal).

Er kan meestal een timer worden ingesteld hoe lang het licht aanblijft voordat deze weer uit gaat.



VARIANTEN

- **Bewegingssensor die een groep lampen aan/uit schakelt** op basis van aanwezigheid. Deze wordt tussen de voeding (bijv. schakelaar) en de lamp(en) geplaatst.
- **Sensor die een groep lampen dimt** (doorgaans tot 30%) op basis van aanwezigheid. Door het dimmen is de ruimte niet geheel donker, maar wordt er toch energie bespaard. Deze methode is ideaal voor bijvoorbeeld een hal naar slaapverblijven, zodat het niet helemaal donker is. De bewegingsmelder met dimmer gebruikt meestal een 1-10 volt stuursignaal en vereist daarom aanstuurbare LED verlichting of LED met een aanstuurbare driver.
- **Armatuur met ingebouwde bewegingssensor en LED lamp.** Ideaal voor de kleinere ruimten (bijv toilet of opslagruimte). De gevoeligheid en tijds klok kunnen per armatuur worden ingesteld.

VOOR- & NADELEN

- + Veel energiebesparing, soms tot wel 90%.
- Hoge installatiekosten bij complexe lichtschakelingen.
- Dimbare/aanstuurbare LED verlichting is doorgaans duurder in aanschaf.

RANDVOORWAARDEN

Geen

COMBINATIES

LED verlichting.

PRIJSINDICATIE

Losse aan/uit bewegingssensoren vanaf **10 EURO** excl installatie.

Geïntegreerde armaturen vanaf **25 EURO** per armatuur excl installatie.

Waterbesparende douche

Een standaard douche gebruikt 9 liter per minuut aan water dat opgewarmd moet worden. Een regendouche gebruikt zelfs tot 15 liter per minuut.

In schepen met hotelfunctie is de vraag naar warm tapwater al snel een van de grote energievragers.

Een waterbesparende douche gebruikt **maximaal 6 liter per minuut**, afhankelijk van de variant.

Door het lagere watergebruik is er minder warmte nodig om dit water op te warmen.



VARIANTEN

- Vervangen van de douchekop door een **watersbesparende douchekop**. Watergebruik is ongeveer 6 ltr/min.
- Vervangen van de douchekop door een **neveldouchekop**. Een neveldouche heeft een andere comfortbeleving dan een gewone douchekop. Watergebruik is ongeveer 5 ltr/min.
- **Upfall shower**. Een geïntegreerde douche waarbij water gerecycled wordt. Hierdoor is het watergebruik laag terwijl er toch een regendouche-ervaring wordt aangeboden. Watergebruik is kleiner dan 2 ltr/min. Past mogelijk niet in alle schepen vanwege de omvang van de installatie.

COMBINATIES

Geen

RANDVOORWAARDEN

Geen

VOOR- & NADELEN

- + Douchekop vervangen is eenvoudig en goedkoop
- + Snel terugverdiend
- + Naast energiebesparing ook waterbesparing
- Mogelijk andere comfortbeleving

PRIJSINDICATIE

25-75 EURO voor een spaar/nevel douchekop
4.000 EURO voor een Upfall shower.

Thermostaat lager zetten

De hoeveelheid warmte die een verwarmingssysteem moet leveren hangt af van de warmteverliezen van het schip. De warmteverliezen worden o.a. bepaald door het verschil in temperatuur in het schip en buiten.

Hoe lager de binnentemperatuur, die wordt geregeld door een thermostaat, hoe minder warmteverliezen er zijn. Het **lager zetten van een thermostaat** leidt dus direct tot een lagere warmtevraag.



VARIANTEN

- Thermostaat **'s nachts 3 tot 5°C lager** zetten dan overdag. Deze 'nachtverlaging' zorgt ervoor dat er netto minder energie nodig is om het schip te verwarmen. Zet de thermostaat echter niet lager dan 15°C, anders ontstaan er vochtproblemen. Dit bespaart zo'n 10% per jaar aan energie.
- Door de thermostaat **overdag 1°C lager** te zetten is het temperatuurverschil tussen binnen en buiten lager. Dit bespaart zo'n 5 tot 10% per jaar aan energie.

VOOR- & NADELEN

- + Zeer eenvoudige maatregel
- Het wordt koeler in het schip. Mensen die het al relatief koud hebben zullen dit oncomfortabel vinden.
- Een te lage temperatuur kan leiden tot vochtproblemen.

RANDVOORWAARDEN

Het schip wordt een deel van het jaar verwarmd.

COMBINATIES

Geen

PRIJSINDICATIE

20 – 200 EURO voor een trui en/of extra deken



Thermostaat hoger zetten (koelen)

De hoeveelheid koude die een airconditioner moet leveren hangt onder andere af van het verschil in temperatuur in het schip en buiten. Hoe hoger de binnentemperatuur, die wordt geregeld door een thermostaat, **hoe minder hard de airconditioner hoeft te werken.**



VARIANTEN

- Thermostaat **overdag 3 – 5 °C hoger** zetten als er minder mensen aanwezig zijn in het schip.
- Tweede helft van de zomer de thermostaat **een extra graad hoger zetten**, omdat mensen betere geacclimatiseerd zijn aan het warme weer.

RANDVOORWAARDEN

Het schip wordt gekoeld

COMBINATIES

Geen

VOOR- & NADELEN

- +** Zeer eenvoudige maatregel
- Het wordt warmer in het schip. Mensen die slechte adaptatie aan warmte hebben zullen het oncomfortabeler krijgen.

PRIJSINDICATIE

GEEN KOSTEN

Standby-gebruik reduceren



Veel apparaten die niet gebruikt worden, en niet volledig uit staan, staan veelal in *stand-by*. Het apparaat wacht totdat de gebruiker het apparaat nodig heeft. Sommige apparaten gebruiken in deze wachtstand alsnog veel elektriciteit. **Het reduceren van dit stand-by gebruik kan relatief simpel met bijvoorbeeld tijds klokken.**

Voorbeelden van apparaten waar een tijds klok kan besparen:

- koffie-automaat
- ijsblokjesmachine
- warme drankenautomaat
- koudwaterdispenser
- multimedia-apparaten, zoals *tv*, *satellietontvanger*, *computers* en *printers*.



VARIANTEN

- **Tijdsklokschakelaar** die tussen de stekker en het stopcontact zit, waarin per kwartier is aan te geven of er wel of geen spanning op het apparaat staat.
- Sommige apparaten hebben **ingebouwde tijds klokken**, waarmee het *standby* gebruik naar (bijna) 0 gaat.
- Sommige apparaten hebben **instellingen**, zoals wanneer de verlichting uit moet van een koudedranken koelkast.

COMBINATIES

Geen

RANDVOORWAARDEN

Geen

VOOR- & NADELEN

- + Relatief veel besparing haalbaar.
- + Eenvoudige maatregel
- + Goedkoop
- Niet altijd mogelijk bij apparaten die continue moeten koelen (bijv. verse melk in een koffie-automaat).

PRIJSINDICATIE

Vanaf **5 EURO** per stuk te krijgen voor de meest eenvoudige modellen

Badkamerventilator met nalooptimer



Badkamerventilatoren zuigen geur en vocht af tijdens en na gebruik van de douche en/of toilet. De ventilator hoeft echter niet de gehele dag te draaien, maar wel langer dan dat een gast gebruik maakt van de badkamer. Een nalooptimer zorgt ervoor dat de ventilator start als de gebruiker de badkamer in komt en en een vaste tijd (meestal zo'n 10 minuten) blijft doordraaien nadat de gebruiker de badkamer heeft verlaten.



VARIANTEN

- **Nalooptimer**, een tijds klok die, nadat de lichtschakelaar uit is gezet, nog een vaste, instelbare, tijd de ventilator door laat draaien.
- **Vochtsensor**, een sensor die de ventilator regelt op de hoeveelheid vocht dat aanwezig is in de lucht. Werkt alleen voor een douche-ruimte, niet voor een toilet.
- **Ventilator met ingebouwde nalooptimer en bewegingssensor**. Deze hoeft niet op de lichtschakelaar te worden aangesloten, maar start bij het detecteren van beweging.

RANDVOORWAARDEN

- Badkamerventilator draait continu (te veel ventilatie);
- of badkamerventilator draait alleen als het licht aan staat (te weinig ventilatie)

COMBINATIES

Geen.

VOOR- & NADELEN

- + Relatief veel besparing haalbaar t.o.v. van een 24/7 draaiende ventilator
- + Garandeert voldoende ventilatie en voorkomt daarmee vochtproblemen.
- + Ook te verkrijgen in 12V variant.
- Losse nalooptimers zijn lastig te verkrijgen. De meesten zijn tegenwoordig veelal in de ventilator ingebouwd, waardoor de gehele ventilator vervangen moet worden.

PRIJSINDICATIE

Een losse nalooptimer kost ongeveer **10 EURO** excl. installatie.

Nalooptimers ingebouwd in de ventilator zijn te verkrijgen vanaf **75 EURO** excl. installatie.

Koken op inductie

Inductiekookplaten maken gebruik van elektriciteit. Zij hebben een hoger rendement ($\pm 90\%$) dan keramische kookplaten ($\pm 60\%$) en (propan)gasgestookte kookplaten ($\pm 50\%$). Ten opzichte van een gasgestookte kookplaat is de inductiekookplaat goedkoper bij gebruik van walstroom of even duur bij gebruik van een generator. Ten opzichte van een keramische kookplaat is een inductiekookplaat **altijd kostenbesparend**. Een inductiekookplaat bereidt het schip tevens voor om volledig elektrisch of hybride-elektrisch te gaan.



VOOR- & NADELEN

- + Makkelijker schoon te maken
- + Hoger rendement
- + Sneller kokend water
- + Geen verbrandingsgassen in de keuken
- + Geen gedoe met gasflessen
- Aanpassing groepenkast
- Mogelijk nieuwe pannenset nodig
- Even wennen aan de bediening.

PRIJSINDICATIE

Vanaf **100 EURO** voor 1 tafelkookplaat.
Vanaf **300 EURO** voor een (consumenten-)kookplaat.
Vanaf **1500 EURO** voor een hoog vermogen horeca variant.
Alle prijzen exclusief installatie.

RANDVOORWAARDEN

Voorwaarde is dat de generator, batterij en/of walstroom voldoende vermogen kan leveren.

COMBINATIES

Geen.

Adaptief zeilen

De mogelijkheden om te kunnen zeilen zijn afhankelijk van de windcondities. Bij strakke vaarplanningen, waarbij binnen een bepaald tijdsbestek een locatie bereikt moet worden, kunnen de windcondities tegenzitten, waardoor er veel op de motor gevaren wordt.

Door adaptief te varen kan meer ingespeeld worden op de windcondities en daarmee **meer motorloos gevaren** kan worden.



RANDVOORWAARDEN

Geen

COMBINATIES

Dynamo op schroefas.

ADAPTIEF KAN ZIJN

- **Ruimere vaarplanningen**, waardoor er meer tijd is om op de bestemming te komen, zodat er bij minder wind of een ongunstige windrichting voldoende tijd is om toch zeilend op locatie te komen
- **Geen vaarplanning**, het 'we zien wel waar we heen gaan vandaag' plan, afhankelijk van de windcondities

VOOR- EN NADELEN

- + Minder brandstofgebruik motor
- + Meer eigen duurzame energieopwekking via schroefas
- Verwachtingsmanagement is lastiger, omdat vooraf passagiers niet altijd weten waar ze aan toe zijn.

PRIJSINDICATIE

GEEN KOSTEN

Lagere kruissnelheid

De weerstand van een schip neemt kwadratisch toe met de snelheid. Een schip dat twee maal zo snel vaart, heeft viermaal zoveel weerstand. Hierdoor is het brandstofgebruik ook viermaal zo hoog. Door met een lagere kruissnelheid te varen, is er **minder brandstof nodig** voor de reis. Stage V motoren met een roetfilter moeten af en toe korte tijd op vol vermogen varen om het roetfilter te regenereren. Stage V motoren zonder roetfilter kunnen altijd op gereduceerd motorvermogen draaien.



VOOR- & NADELEN

- + Minder brandstofgebruik van de motor
- Langer onderweg

RANDVOORWAARDEN

Geen.

COMBINATIES

Geen.

PRIJSINDICATIE

GEEN KOSTEN

Patrijspooten isoleren

De traditionele patrijspooten in schepen vormen een 'koudebrug' doordat het staal in de patrijspoot een directe verbinding vormt tussen de buiten- en binnenlucht. Staal is een goede warmtegeleider en daardoor wordt de binnenzijde van de patrijspoot steenkoud. Warmte gaat hierdoor uit het schip verloren en er vindt condensvorming plaats aan de binnenzijde van de patrijspoot. Het vocht trekt de betimmering in en tast het hout aan. Daarnaast leidt vocht tot schimmelvorming, met gezondheidsklachten als gevolg.

Door isolerende patrijspooten toe te passen wordt het energiegebruik lager.



TWEE VARIANTEN

- **Isolerende patrijspooten** volledig uitgevoerd in kunststof of composiet met dubbele beglazing. Deze kunnen zo gemaakt worden dat zij esthetisch lijken op een metalen patrijspoot. Het betreft hier meestal maatwerk.
- Tussen de (stalen) buis en de metalen patrijspoot wordt **een kunststof ring** geplaatst. Deze onderbreekt de koudebrug. Is veelal goedkoper

VOOR- & NADELEN

- + De uitstraling van patrijspoot blijft behouden.
- + Levert energiebesparing op.
- + Voorkomt vocht- en schimmelproblemen
- Het betreft maatwerk en is daardoor relatief kostbaar in aanschaf.

RANDVOORWAARDEN

- Het schip wordt in de wintermaanden verwarmd
- Het schip heeft problemen met vocht rond de patrijspooten
- De patrijspooten worden aan de binnenzijde in de zomer te warm

COMBINATIES

Geen.

PRIJSINDICATIE

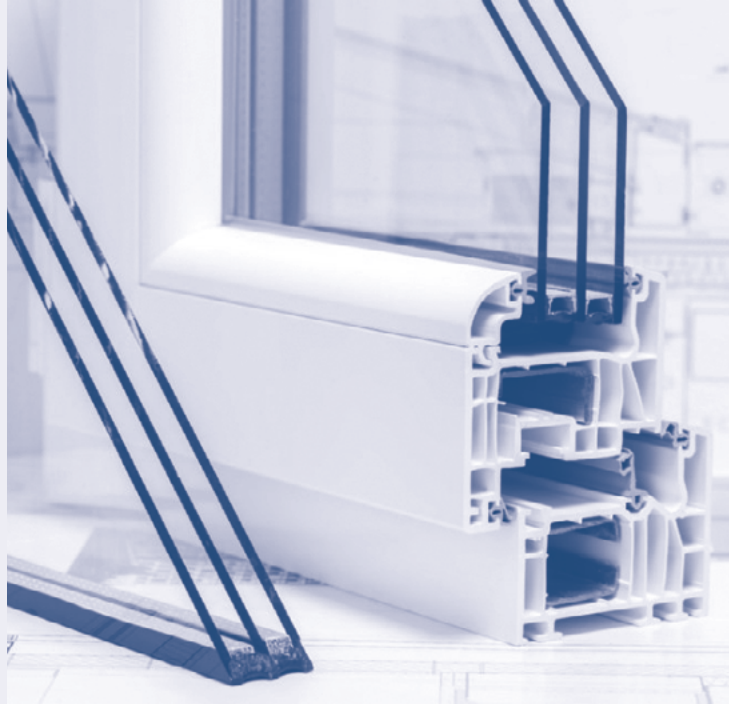
Het betreft maatwerk waardoor prijzen sterk afhankelijk zijn van de situatie. Indicatieve prijs voor een volledige composiet poort is **500 TOT 1.000 EURO**. Een kunststof ring kost enkele tientjes.

Isolatieglas

Ramen hebben veel warmteverlies waardoor er hier veel aan energiebesparing te winnen is.

HR++ glas heeft 2 tot 3 keer minder warmteverlies dan standaard dubbel glas en tot wel 5 keer minder warmteverlies ten opzichte van enkel glas. HR++ is tegenwoordig het meest gebruikte type glas. Er zijn typen glas met nog lagere warmteverliezen zoals triple glas en vacuümglas, zij het dat deze meer kosten.

Isolatieglas levert ook meer comfort op doordat het glas aan de binnenzijde warm blijft en deze warmte uitstraalt.



VARIANTEN

- **HR++ glas** bestaat uit twee glasplaten met ertussen een luchtspinning en een coating op het glas. Het is relatief betaalbaar en past bijna altijd in het bestaande kozijn.
- **Triple glas** bestaat uit drie glasplaten met luchtspinningen ertussen. Triple glas isoleert 1,5 keer zo goed als HR++ maar komt wel met een prijskaartje. Daarnaast past triple glas lang niet altijd in het bestaande kozijn, waardoor ook het kozijn vervangen moet worden.
- **Vacuümglas** lijkt op HR++ glas, alleen is de luchtspinning vacuüm gezogen. Hierdoor wordt er heel weinig warmte uitgewisseld tussen de binnenste en buitenste glasplaat. Vacuümglas isoleert 1,5 tot 2 keer zo goed als HR++. Het past meestal in het bestaande kozijn, maar is wel kostbaar. Daarnaast heeft vacuümglas kleine puntjes om de twee glasplaten van elkaar te houden. Deze puntjes zijn van dichtbij zichtbaar.

RANDVOORWAARDEN

Geen.

COMBINATIES

Geen.

VOOR- & NADELEN

- + Levert relatief veel energiebesparing op.
- + Verhoogd het comfort door minder 'koudestraling' en minder koude luchtstroom langs het raam.
- Soms moet het kozijn vervangen worden.
- Kan een flinke investering zijn

PRIJSINDICATIE

€ 150 - 250 per m²



Kierdichting

Door kieren in een schip kan koude lucht binnentreden. Dit leidt tot warmteverlies en tochtstromingen. In de chartervaart zijn de meeste kieren te vinden bij de buitendeuren en toegangsluiken naar de verwarmde ruimten.

De foto boven laat een warmtebeeldopname zien van een deur op een schip met een kier, waardoor koude (op de foto paars gekleurd) lucht naar binnen komt.

Door kieren te dichten komt er minder koude lucht binnen. Dit verlaagt de vraag naar warmte en verhoogt het comfort.

Het dichten van kieren zorgt er ook voor dat warme buitenlucht in de zomer niet het koele schip in komt.

Dit verlaagt het energiegebruik van een eventuele airco en/of houdt het schip comfortabel koel.



VARIANTEN

Het verhelpen van kieren kan op verschillende manieren:

- **Tochtrubbers:** rubberen rand die om de deur heen zit en zorgt voor een perfecte aansluiting met het kozijn
- **Tochtstrips:** schuimachtige strips die in het kozijn worden geplakt en zorgt dat eventuele kieren tussen deur en kozijn worden opgevuld.
- **Borstelafdichting:** een strip met een borstel die meestal onder aan de deur wordt geplakt en voorkomt dat hierlangs lucht naar binnen komt.
- **Opnieuw stellen van deur en/of luik**, zodat deze beter sluit.
- **(Deels) vervangen van deur en/of luik** en/of kozijn als de kieren niet met tochtrubbers of verstellen kunnen worden gedicht.

COMBINATIES

Geen.

VOOR- & NADELEN

- + Geen kou (tocht) dat vanuit de ingang de verblijfsruimte in stroomt.
- + Minder warmteverlies in de winter.
- + Minder opwarming in de zomer
- + Tochtrubbers relatief goedkoop
- Kan een relatieve kostbare ingreep zijn als deuren of luik vervangen moeten worden.

RANDVOORWAARDEN

Geen.

PRIJSINDICATIE

Tochtrubbers kosten ongeveer **20 EURO** per deur. Bij niet goed aansluitende deuren en luiken zullen deze opnieuw gesteld of vervangen moeten worden. Kosten hiervoor zijn maatwerk.

Isoleren van



warmwaterleidingen



Warmwaterringleidingen voor tapwater verliezen met een watertemperatuur van 60°C veel warmte als deze niet geïsoleerd zijn. CV-leidingen die door niet-verwarmde ruimten lopen, verliezen ook warmte die niet nuttig ingezet wordt. Door het toepassen van isolatiemateriaal om de leidingen wordt het warmteverlies verminderd, waardoor er **minder brandstof nodig** is om deze verliezen te compenseren.



VARIANTEN

- **Polyethyleen (PE) isolatie**, een van de goedkopere materialen, veelal zelfklevend en eenvoudig in de bouwmarkt te verkrijgen
- **PIR schaal** met reflectieve coating, iets kostbaarder dan PE, maar isoleert beter.
- **Armaflex AF**, professionele buisisolatie met zeer hoge isolatiewaarde tegen hogere kosten.

RANDVOORWAARDEN

Tapwater wordt via een ringleiding geleverd, welke continu op 60 °C wordt gehouden. Een open tapwatersysteem waarbij alleen warm water stroomt als er afname is (zoals woningen die hebben) mogen **niet** geïsoleerd worden i.v.m. legionellarisico.

VOOR- & NADELEN

- + Relatief makkelijke maatregel
- + Betaalbaar
- + Minder opwarming in de zomer
- Soms lastig uit te voeren als leidingen moeilijk bereikbaar zijn.

COMBINATIES

Geen.

PRIJSINDICATIE

Vanaf **€1** per mtr voor PE
Vanaf **€4** per mtr voor PIR
Vanaf **€10** per mtr voor Armaflex

Grijswater warmteterugwinning

Bij het douchen gaat veel warm water verloren door het afvoerputje. Met behulp van een grijswater warmteterugwin-unit ('*douche wtw*') kan tot **40% van de warmte** worden teruggewonnen. Het warme grijs water wordt via een warmtewisselaar afgevoerd en draagt zijn warmte over aan de koudwaterleidingtoevoer. Doordat het koude water daardoor warmer is, hoeft er minder warm water bij gemengd te worden om de gewenste douchetemperatuur te verkrijgen.



VARIANTEN

- **Verticaal met opvoerpomp.** Deze WTW wordt in de wand achter de douche geplaatst. Een opvoerpomp pompt het grijze water via deze warmtewisselaar naar het riool en warmt daarmee het koude aanvoerwater op.
- **Douchebak/douchegoot** ('horizontale') WTW. Deze is ingebouwd in de vloer of de douchebak. Vereist dat de koudwaterleiding wordt omgelegd via de douchebak.
- **De verticale variant zonder opvoerpomp** is niet geschikt voor schepen.

PRIJSINDICATIE

€ 500 – € 1.400 incl installatie exclusief evt herstellen van de badkamer.

VOOR- & NADELEN

- + Hoge energiebesparing.
- + Behoud van comfortabele douche
- Levert minder besparing op als er al een waterbesparende douche aanwezig is.
- Relatief kostbaar
- Douche moet mogelijk opnieuw betegeld worden
- Minder effectief bij een korte douche.

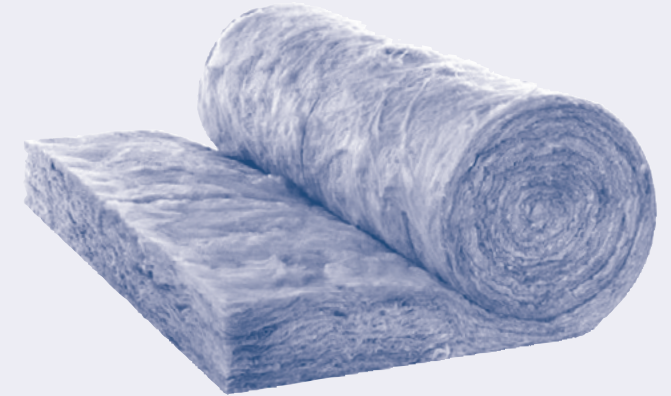
COMBINATIES

Werkt niet in combinatie met een *Upfall Shower*.

RANDVOORWAARDEN

Warmteterugwinning is voornamelijk effectief als er veel en lang gedoucht wordt, en/of meerdere mensen vlak na elkaar dezelfde douche gebruiken.

Isoleren van de vloer



In sommige schepen ligt de vloer direct op stalen of houten balken en is deze aan de onderkant niet geïsoleerd. Als het vlak van het schip niet geïsoleerd is, dan vormt zich veel koude onder de vloer. Hierdoor gaat warmte verloren uit de verblijfsruimten en voelt de vloer koud aan.

Door de onderzijde van de vloer te isoleren, **neemt het warmteverlies af en het vloercomfort toe.**



VARIANTEN

De volgende isolatiematerialen hebben brandklasse A1 en zijn geschikt voor vloerisolatie in schepen:

- Steenwol, zacht flexibel materiaal gewoven uit steen.
- Glaswol, zacht flexibel materiaal gewoven uit glas.
- Glasschuim (ook wel cellenglas of schuimglas genoemd), materiaal dat lijkt op (hard) koudschuim, gemaakt van glas. Eenvoudig op maat te snijden en te lijmen aan de vloer.

Materialen zoals EPS/XPS (piepschuim) en PIR platen of circulaire materialen (hennep, vlas, stro) voldoen veelal niet aan de brandwerende eisen die van toepassing zijn op schepen

PRIJSINDICATIE

€ 20 - € 60 per m²

VOOR- & NADELEN

- + Relatief eenvoudig aan te brengen.
- + Relatief betaalbaar.
- + Eventueel zelf te doen.
- + Verhoogd vloercomfort
- Alleen toepasbaar als er ruimte is tussen vloer en bodem.
- Bij vloerbalken minder isolatie en daardoor temperatuursverschillen op de vloer.
- De ruimte moet wel toegankelijk blijven i.v.m brandwacht bij laswerkzaamheden aan de romp.

RANDVOORWAARDEN

- Verhoogde vloer met voldoende ruimte onder de vloer om nog te kunnen isoleren.
- Isolatie heeft minder effect als de binnenkant van de scheepswand al is geïsoleerd.

COMBINATIES

Geen.

Zonwering ramen

In de zomermaanden kan zoninstraling leiden tot snelle stijging van de binnentemperatuur, waardoor deze oncomfortabel wordt. Door de zoninstraling te beperken blijft het binnen koeler. **Hierdoor neemt het comfort toe en hoeft de airco minder te draaien.**

Het toepassen van zonwering is een manier om de zoninstraling buiten te houden. Zonwering is het meest effectief als deze zich aan de buitenkant bevindt, maar ook zonwering aan de binnenzijde vermindert de warmteontwikkeling.



VARIANTEN

- Zonwering **aan de buitenzijde** zoals bijvoorbeeld een knikarm. Alleen toepasbaar voor glas aan de dekszijde. Is windgevoelig
- Zonwering **direct langs de buitenzijde** van het raam, zoals een rolgordijn of buitenschrijnwerk (deurtjes). Lastig praktisch toe te passen op schepen
- Zonwering **aan de binnenzijde**, zoals gordijntjes, vouwgordijnen of luxaflex. Minder effectief.

VOOR- & NADELEN

- + Vermindering van inkijk.
- Kan een flinke kostenpost zijn.
- Zicht naar buiten wordt belemmerd.

RANDVOORWAARDEN

- Probleem met oververhitting in de zomer
- Of de aanwezigheid van een airco.

COMBINATIES

Geen.

PRIJSINDICATIE

Maatwerk, afhankelijk van het aantal ramen en het gekozen zonweringssysteem.

Zonwerend glasfolie

In de zomermaanden kan zoninstraling leiden tot snelle stijging van de binnentemperatuur, waardoor deze oncomfortabel wordt. Door de zoninstraling te beperken blijft het binnen koeler.

Hierdoor neemt het comfort toe en hoeft de airco minder te draaien.

Het toepassen van zonwerend glasfolie is een eenvoudige manier om de zoninstraling buiten te houden. Het vermindert de hoeveelheid zoninstraling dat door het glas naar binnen komt. In het folie zitten metaaldeeltjes die de zonnestraling terugkaatsen.



VOOR- & NADELEN

- + Vermindering van inkijk.
- + Onderhoudsvrij
- Zicht naar buiten is minder kleurecht

RANDVOORWAARDEN

- Probleem met oververhitting in de zomer
- Of de aanwezigheid van een airco.

COMBINATIES

Geen.

VARIANTEN

- **Folie aan de buitenzijde.** Dit is de meest gebruikte oplossing
- **Folie aan de binnenzijde.** Wordt minder toegepast door hoger risico op het barsten van de binnenplaat bij dubbel glas.

PRIJSINDICATIE

30-40 EURO per m²



Schaduwdoek

Op sommige schepen komt veel warmte binnen via het dak of het dek. Het dak/dek warmt op door de zonnestraling, waarna deze warmte naar binnen trekt.

Hierdoor wordt het binnen oncomfortabel warm of moet de airco meer draaien.

Door een (wit) schaduwdoek te spannen over het dak/dek, bereikt minder zonstraling het dak/dek en **warmt deze minder op.**



VOOR- & NADELEN

- + Relatief eenvoudig
- + In elke maat te krijgen
- Belemmert het uitzicht
- Niet altijd praktisch met masten en tuigwerk.

RANDVOORWAARDEN

- Probleem met oververhitting in de zomer
- Of de aanwezigheid van een airco.

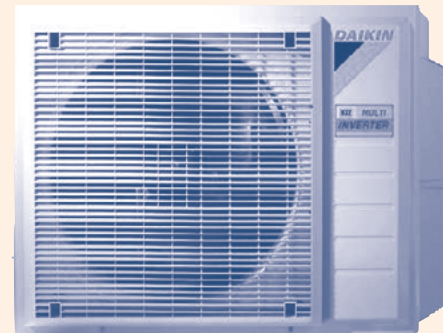
VARIANTEN

Geen

PRIJSINDICATIE

Ongeveer € 6 - 10 per m²

Lucht/lucht warmtepomp



Een lucht/lucht warmtepomp is een airco unit die in de wintermaanden ook kan verwarmen. De warmtepomp bestaat uit een buitenunit en een of meerdere binnenunits. Een binnenunit circuleert de binnenlucht en **verwarmt of koelt** deze naargelang de wens van de aanwezigen. De buitenunit onttrekt de warmte of koude die hiervoor benodigd is uit de buitenlucht. De airco recirculeert lucht, het verbetert daardoor de luchtkwaliteit niet en is dus géén vervanger van ventilatie!

Lucht/lucht warmtepompen zijn meer geschikt voor de grotere ruimten (vanaf 10 m²) en minder voor kleine (slaap)verblijven.



VOOR- & NADELEN

- + Geen bestaand afgiftesysteem (radiatoren) nodig.
- + Met hetzelfde systeem ook verkoeling in de zomer.
- Met luchtverwarming worden ruimten niet egaal verwarmd. Dit kan als onaangenaam ervaren worden.
- Schip met veel (kleine) ruimten die individueel verwarmd/gekoeld moeten worden, kunnen de kosten oplopen.

COMBINATIES

Zonnepanelen (bij gebruik voor koeling), omdat de zonne-energie dan direct voor de airco gebruikt kan worden.

VARIANTEN

Geen

RANDVOORWAARDEN

Voldoende capaciteit in de elektriciteitsvoorziening.

PRIJSINDICATIE

€ 3.000 - 15.000
afhankelijk van de grootte van het schip en aantal binnenunits.

Lucht/water warmtepomp

Een lucht/water warmtepomp bestaat uit een buitenunit en een binnenunit. De buitenunit onttrekt de warmte uit de buitenlucht.

De binnenunit draagt deze warmte af aan een watergevulde afgiftesysteem, net zoals bij een (traditioneel) CV systeem.

Een lucht/water warmtepomp kan ook koeling leveren, mits er vloerverwarming, convectorradiatoren of convectoren met condensopvang aanwezig zijn.




VARIANTEN

Er zijn twee hoofdtypen: split-unit en monoblock.

- **Split-units** bestaan uit een buiten en binnenunit. De buitenunit is kleiner dan bij een monoblock en daardoor makkelijker weg te werken. De installatie is echter complexer en vereist een installateur met een F-gas certificaat.

- **Bij een monoblock** is het binnendeel verwerkt in het buitendeel. De warmtepomp levert dan ook direct warm water aan. In sommige gevallen is er nog wel een (kleine) binnenunit nodig, bijvoorbeeld als er een driewegregeling nodig is voor de tapwatervoorziening.

 *Vrijwel alle moderne warmtepompen zijn tegenwoordig monoblock. Kies voor propaan (R290) als koelmiddel voor een duurzame warmtepomp.*

VOOR- & NADELEN

- + Produceert ook warm tapwater.
- + Met hetzelfde systeem ook verkoeling in de zomer.
- Werkt alleen in combinatie met een laagtemperatuur afgiftesysteem (zie bijgerecht).

RANDVOORWAARDEN

- **Radiatoren** kunnen op een temperatuur van 50 °C of lager voldoende warmte geven.
- Of, aanwezigheid van **vloerverwarming, convectorradiatoren en/of convectoren**.
- Voldoende capaciteit in de **elektriciteitsvoorziening**.

COMBINATIES

Zonnepanelen (bij gebruik voor koeling), omdat de zonne-energie dan direct voor de airco gebruikt kan worden.

Laag temperatuur afgiftesysteem (zie bijgerecht)

PRIJSINDICATIE

€ 6.000 - 15.000 afhankelijk van het benodigde vermogen.

Water/water warmtepomp



Bij een water/water warmtepomp op schepen is de bron het buitenwater waar het schip in vaart. Een warmtewisselaar is veelal op eenzelfde manier bevestigd als kiel-/kimkoeling voor de hoofdmotor.

Een water/water warmtepomp kan zowel verwarmen als koelen, mits het juiste afgiftesysteem aanwezig is.

In koelere klimaten (zowel zomer als winter) presteert een water/water warmtepomp significant beter dan een lucht/water of lucht/warmtepomp.

Met een slim ontwerp kan een water/water warmtepomp zowel koelen als warm tapwater leveren, waardoor het totaal aan elektriciteitsgebruik nog verder daalt.



VOOR- & NADELEN

- + Efficiënter dan lucht/water warmtepomp.
- + Met hetzelfde systeem ook verkoeling in de zomer.
- + Geen buitenunit nodig voor de warmtepomp en dus ook geen geluid.
- + Produceert ook warm tapwater.
- Werkt alleen in combinatie met een laagtemperatuur afgiftesysteem (zie bijgerecht).
- Risico op bevrozing als het schip stil ligt in ondiep water.

COMBINATIES

Zonnepanelen (bij gebruik voor koeling), omdat de zonne-energie dan direct voor de airco gebruikt kan worden.

Laagtemperatuur afgiftesysteem (bijgerecht)

VARIANTEN

Geen

RANDVOORWAARDEN

- **Radiatoren** kunnen op een temperatuur van 50 °C of lager voldoende warmte geven.
- Of, aanwezigheid van **vloerverwarming, convectorradiatoren en/of convectoren**.
- Voldoende capaciteit in de **elektriciteitsvoorziening**.

PRIJSINDICATIE

€ 15.000 - 30.000
afhankelijk van het benodigde
vermogen

Warmtepompboiler

Een warmtepompboiler is een boilervat dat verwarmd wordt door een warmtepomp om warm water te produceren.

Een warmtepompboiler is bedoeld voor warm tapwater en levert géén warmte om het schip te verwarmen. Een warmtepompboiler is ideaal als er veel vraag naar warm water is, en er weinig ruimteverwarming nodig is.



PRIJS-INDICATIE

Vanaf € 3.000 afhankelijk van de grootte

VARIANTEN

Er zijn drie potentiële warmtebronnen voor een warmtepompboiler:

- **Direct gebruik van de binnenlucht.** De binnenlucht koelt daarvoor wel af. Dit kan gunstig zijn in de zomermaanden omdat het extra verkoeling geeft en daardoor een (eventuele) airco minder hoeft te draaien.
- **Gebruik van buitenlucht** via een luchtkanaal. De warmtepompboiler heeft geen buitenunit nodig.
- **Aansluiting op een centraal mechanisch ventilatiesysteem** als deze aanwezig is. Dit is voornamelijk gunstig in de wintermaanden.

RANDVOORWAARDEN

Geen.

VOOR- & NADELEN

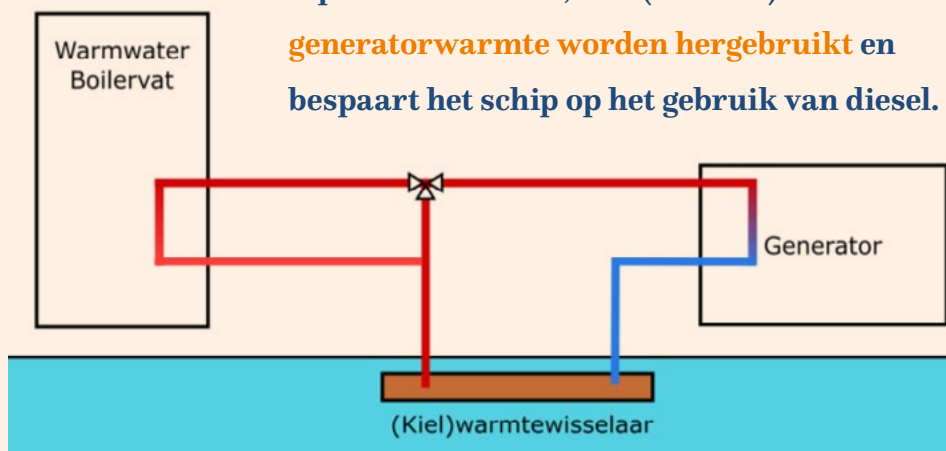
- + Efficiënte manier om warm tapwater te maken
- + Geen buitenunit nodig
- Relatief duur in aanschaf
- Groot voorraadvat nodig, waardoor nagedacht moet worden over locatie en schipbalans (gewicht).

COMBINATIES

Restwarmte generator/hoofdmotor om de ruimteverwarming in te vullen.

Restwarmte generator voor tapwater

Een diesel-gestookte generator zet ongeveer 25% van de diesel om in elektriciteit. De overige 75% wordt omgezet naar warmte. In de meeste schepen wordt deze warmte via een buitenwatergekoeld circuit afgevoerd. Door een aftakking te maken in dit koelsysteem en deze te leiden naar het warm tapwater boilervat, kan (een deel) van de generatorwarmte worden hergebruikt en bespaart het schip op het gebruik van diesel.



Een driewegklep regelt via een temperatuursensor in het boilervat de warmtestroom naar de boiler. De aftakking is geen primair koelsysteem! De generator kan altijd zijn warmte kwijt via het buitenwater. **Bovenstaande schets** geeft een voorbeeld van hoe een aftakking gerealiseerd kan worden.

Alternatief voor een driewegklep is gebruik maken van een platenwisselaar.

RANDVOORWAARDEN

- Generator wordt met buitenwater gekoeld.
- Boilervat beschikt over een tweede aansluiting voor warmte-toever, of de bestaande gas-olieketelaansluiting kan gedeeld worden.
- Generator wordt intensief gebruikt.
- Er is een flinke tapwatervraag.

VOOR- & NADELEN

- + Gratis warmte
- Leidingwerk wordt complexer.

VARIANTEN

Geen

COMBINATIES

Geen



PRIJS-INDICATIE

Er vanuitgaande dat generator en boilervat geschikt zijn, ongeveer **1.000 – 2.000 EURO** voor leidingwerk en driewegklep.

Restwarmte hoofdmotor voor tapwater

Een dieselgestookte hoofdmotor zet ongeveer 25% van de energie om in mechanische beweging. De overige 75% wordt omgezet naar warmte. Een elektrische motor zet ongeveer 90% van de elektrische energie om in mechanische krachten en zet de overige 10% om in warmte. Hoewel dit veel minder warmte is, is dit bij een gemiddeld schip toch al gauw 5 – 15 kW aan restwarmte. In de meeste schepen wordt deze warmte via een buitenwatergekoeld circuit afgevoerd.



Door een aftakking te maken in het koelsysteem en deze te leiden naar het warm tapwater boilervat, kan (een deel) van de motorwarmte worden hergebruikt en bespaart het schip op het gebruik van diesel voor het maken van warm tapwater.

De aftakking is geen primair koelsysteem! De motor kan altijd zijn warmte kwijt via het buitenwater. Dit concept is zeer vergelijkbaar met die van 'restwarmte generator voor tapwater'.

Alternatief voor een driewegklep is gebruik maken van een platenwisselaar.

COMBINATIES

Een goed moment om deze maatregel te nemen is als de motor vervangen wordt door bijvoorbeeld een:

- Stage V motor
- Elektrische hoofdmotor

RANDVOORWAARDEN

- Hoofdmotor wordt met buitenwater gekoeld
- Boilervat beschikt over een tweede aansluiting voor warmte-toever, of de bestaande gasolieketelaansluiting kan gedeeld worden.
- Hoofdmotor wordt intensief gebruikt
- Er is een flinke tapwatervraag.

VOOR- & NADELEN

- + Gratis warmte
- Leidingwerk wordt complexer.

VARIANTEN

Geen

PRIJS-INDICATIE

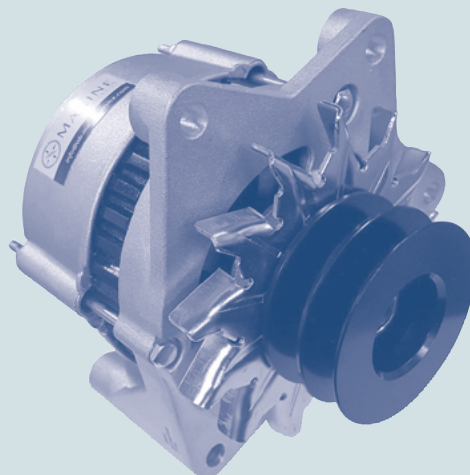
Paar duizend euro voor leidingwerk.



Dynamo op vrijdraaiende schroefas

Tijdens het zeilen draait de schroefas vrij rond door de stroming van het water langs de schroef. Deze draaiende beweging kan met een dynamo omgezet worden in elektriciteit.

Hiermee wordt duurzame elektriciteit opgewekt. Elektriciteit kan direct worden gebruikt in het schip of opgeslagen worden in een batterij.



- **LET OP** dat er een omvormer (AC/DC bij een wisselspanningsdynamo of DC/DC bij een gelijkspanningsdynamo) tussen de dynamo en lithium-batterijen geplaatst wordt. Een lithium (of zout-)batterij mag nooit direct worden opgeladen door een dynamo.
- **EEN ELEKTRISCH RELAIS** tussen de dynamo en omvormer kan ervoor zorgen dat de dynamo vrij kan draaien, bijvoorbeeld als er vol vermogen gevaren moet worden.
- **BIJ ZEILSCHEPEN** met een elektrische hoofdmotor kan deze veelal als dynamo fungeren.

COMBINATIES

- **Batterijen** zijn noodzakelijk om de elektriciteit op te slaan.
- Een ideaal moment voor het plaatsen van een dynamo is als **de motor** wordt vervangen.
- Werkt niet in combinatie met een elektrische hoofdmotor. Een elektrische motor kan zelf al als dynamo fungeren.

PRIJS-INDICATIE

Geschat op
€1.000 - 4.000

VOOR- & NADELEN

- + Duurzame en kosteloze elektriciteitsopwekking van eigen schip.
- + Minder slijtage van de generator
- Remmende werking, waardoor het schip iets langzamer zeilt

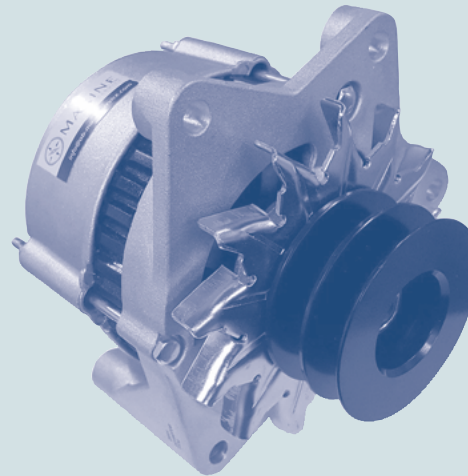
RAND-VOORWAARDEN

Er wordt veel gezeild en weinig op de motor gevaren.



Dynamo op motor met keerkoppeling

Schepen die langdurig op de motor varen, gebruiken veelal een deel van het maximale motorvermogen. Door een dynamo aan de motor te koppelen kan een deel van het resterende motorvermogen worden gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. De dynamo is meestal met een V-snaar gekoppeld en kan bij grotere motoren (> 200 pk) zo'n 2 kW leveren. Het extra brandstofgebruik van de hoofdmotor voor het opwekken van elektriciteit is lager dan het brandstofgebruik van een losse generator. Met een dynamo op de hoofdmotor wordt dus **minder brandstof gebruikt** voor het opwekken van elektriciteit.



Elektriciteit kan direct worden gebruikt in het schip, of opgeslagen worden in een batterij.

- **LET OP** dat er een omvormer (AC/DC bij een wisselspanningsdynamo of DC/DC bij een gelijkspanningsdynamo) tussen de dynamo en lithium-batterijen geplaatst wordt. Een lithium (of zout-)batterij mag nooit direct worden opgeladen door een dynamo.
- **OM TE VOORKOMEN** dat de dynamo de andere kant opdraait als het schip achteruit wil varen, heeft de motor een keerkoppeling nodig.
- **EEN ELEKTRISCH RELAIS** tussen de dynamo en omvormer kan er voor zorgen dat de dynamo vrij kan draaien, bijvoorbeeld als er vol vermogen gevaren moet worden. Het elektrisch relais zou ook gebruikt kunnen worden bij motoren zonder keerkoppeling, hoewel dit voor hoge belasting op de dynamo, en daardoor hoge slijtage, leidt.

COMBINATIES

- **Batterijen** zijn noodzakelijk om de elektriciteit op te slaan.
- Een ideaal moment voor het plaatsen van een dynamo is als **de motor** wordt vervangen.
- Werkt niet in combinatie met een elektrische hoofdmotor. Een elektrische motor kan zelf al als dynamo fungeren.

RAND-VOORWAARDEN

Er wordt veel op de motor gevaren

VOOR- & NADELEN

- + Efficiëntere opwekking van elektriciteit dan via de generator.
- + Minder slijtage van de generator
- Hoofdmotor wordt meer belast

PRIJS-INDICATIE

Geschat op
1.000 – 4.000
euro

Stage V hoofdmotor

Sinds 1 januari 2020 moeten nieuwe dieselmotoren in de scheepvaart voldoen aan de Stage V emissie-eisen.

Stage V motoren met een vermogen van meer dan 130 kW hebben een nabehandeling voor de rookgassen, waarmee **de uitstoot wordt verminderd** van o.a. koolmonoxide, koolwaterstoffen, stikstoffen en fijnstof.

Hiervoor moet meestal SCR (AdBlue) worden toegevoegd.

Stage V motoren leveren geen directe brandstofbesparing op. Ook de CO₂ uitstoot is er niet minder op.

Stage V motoren werken, door hun moderne ontwerp, wel goed op schone en duurzamere brandstoffen zoals HVO100 en GTL.



COMBINATIES

- HVO100
- GTL
- Dynamo op hoofdmotor met keerkoppeling
- Restwarmte hoofdmotor voor tapwater

RAND-VOORWAARDEN

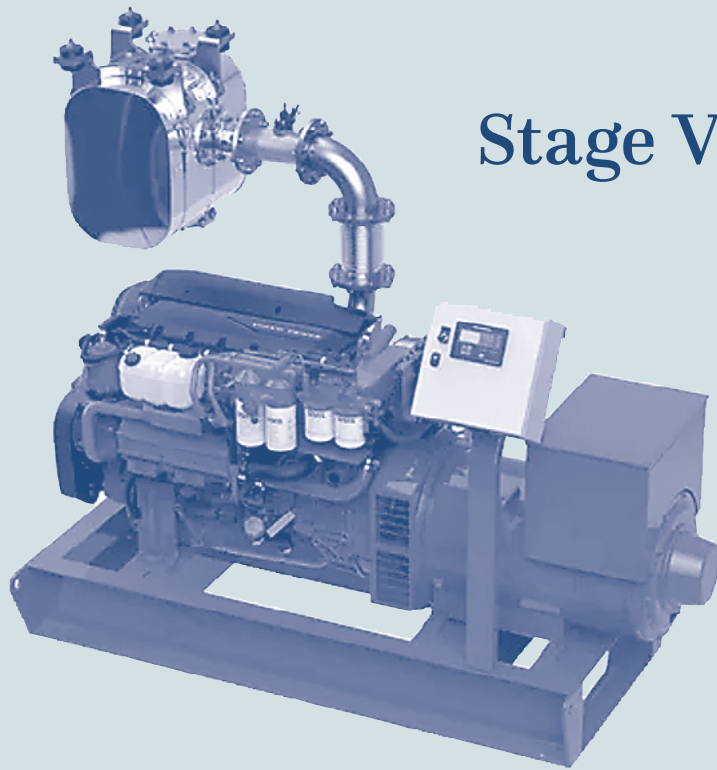
Geen

VOOR- & NADELEN

- + Minder uitstoot en daardoor lokaal betere luchtkwaliteit
- + Overstap naar HVO100 is direct mogelijk
- Geen reductie in brandstofgebruik of CO₂ emissies.
- Verbruik van Ad-Blue bij motoren met nabehandeling
- Hogere aanschafkosten

PRIJSINDICATIE

Ongeveer **100.000 – 200.000** euro
inclusief installatie



Stage V generator

Sinds 1 januari 2020 moeten nieuwe dieselmotoren van 19 kW of meer in de scheepvaart voldoen aan de Stage V emissie-eisen. Dit geldt ook voor generatoren van meer dan 19 kW.

Stage V motoren leveren geen directe brandstofbesparing op. Ook de CO₂ uitstoot is er niet minder op. Stage V motoren werken, door hun moderne ontwerp, wel goed op **schone en duurzamere brandstoffen** zoals HVO100 en GTL.



COMBINATIES

- HVO100
- GTL
- Dynamo op hoofdmotor met keerkoppeling
- Restwarmte hoofdmotor voor tapwater

VOOR- & NADELEN

- + Minder uitstoot en daardoor lokaal betere luchtkwaliteit
- + Overstap naar HVO100 is direct mogelijk
- Geen reductie in brandstofgebruik of CO₂ emissies.
- Hogere aanschafkosten

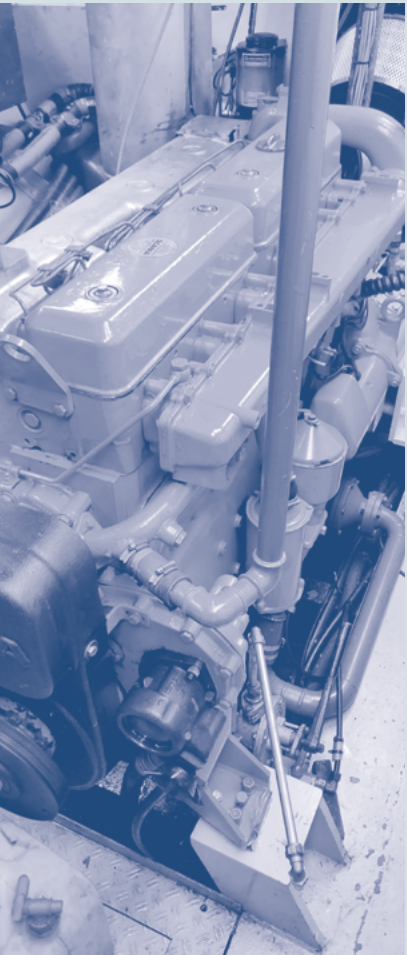
RAND-VOORWAARDEN

Geen

PRIJSINDICATIE

€20.000 – 50.000

Stage V boegschroef



Sinds 1 januari 2020 moeten nieuwe dieselmotoren in de scheepvaart voldoen aan de Stage V emissie-eisen. Stage V motoren met een vermogen van meer dan 130 kW hebben een nabehandeling voor de rookgassen, waarmee de uitstoot van o.a. koolmonoxide, koolwaterstoffen, stikstoffen en fijnstof wordt verminderd.

Hiervoor moet meestal SCR (AdBlue) worden toegevoegd. Stage V motoren leveren geen directe brandstofbesparing op. Ook de CO₂ uitstoot is er niet minder op. Stage V motoren werken, door hun moderne ontwerp, wel goed op **schone en duurzamere brandstoffen zoals HVO100 en GTL**

De korte draaitijd van motoren voor de boegschroef is geen probleem voor een Stage V motor, doordat deze snel op temperatuur is. Eventueel kan gekozen worden voor een twee-traps koelsysteem (een laag- en hoogtemperatuur traject), waardoor de motor nog sneller opwarmt.



VOOR- & NADELEN

- + Minder uitstoot en daardoor lokaal betere luchtkwaliteit
- + Overstap naar HVO100 is direct mogelijk
- Geen reductie in brandstofgebruik of CO₂ emissies.
- Verbruik van *AdBlue* bij motoren met nabehandeling
- Hogere aanschafkosten

RAND- VOORWAARDEN

Geen

COMBINATIES

- HVO100
- GTL

PRIJSINDICATIE

Ongeveer €30.000 – 60.000
inclusief installatie

‘Schonere’ diesel (GTL)

GTL staat voor ‘Gas-to-Liquid’ en is diesel gemaakt van aardgas.

Deze synthetische diesel is schoner dan de ‘gewone’ (rode) diesel als gevolg van het productieproces. **Er zit minder vervuiling in, waardoor er bij verbranding ook minder uitstoot is.**

GTL stoot ruim 90% minder zwaveldioxiden, 30% minder fijnstof en bijna 10% minder stikstof uit. GTL vermindert niet de globale CO₂ uitstoot. Door de hoge puurheid van de diesel is er ook minder roetvorming en slijtage in de motor.



- **NADEEL VAN GTL** is dat, door de hoge puurheid en daardoor het ontbreken van aromaten, het zogenaamde ‘Seal swell effect’ ontbreekt. In oudere motoren zetten de rubberringen (pakkingen) uit door deze aromaten, waardoor er een gegarandeerde sluiting plaats vindt. Bij gebruik van GTL zetten de ringen niet langer uit, waardoor er lekkages op kunnen treden. Dit kan opgelost worden door de rubberringen te vervangen. Moderne motoren gebruiken een ander soort pakking, waardoor er geen lekkages ontstaan bij gebruik van GTL.

RANDVOORWAARDEN

Geen

VOOR- & NADELEN

- + Minder lokale uitstoot van zwafoxiden, stikstofoxiden en fijnstof
- + Minder roet en slijtage in de motor
- Geen CO₂ besparing
- Lekkende pakkingen bij oudere motoren
- Hogere kosten t.o.v. diesel

COMBINATIES

Eventueel te combineren met Stage V motor en/of generator. In dat geval ook geen probleem met pakkingen.

PRIJSINDICATIE

(Rode) GTL is op dit moment (jan 2024) ongeveer 10% duurder dan (rode) diesel.

Biodiesel (HVO100)

Biodiesel is diesel gemaakt van plantaardige producten. Het staat ook wel bekend onder de naam HVO100 (*hydrotreated vegetable oil*), waarbij de '100' staat voor 100%. Een mix van gewone diesel en biodiesel staat ook wel bekend als blauwe diesel (bijv HVO50, waarbij 50% biodiesel is).

Het productieproces van biodiesel kent veel gelijkenis met GTL.

Biodiesel is daardoor **schoner dan de 'gewone' (rode) diesel** en heeft dezelfde lage stikstof, fijnstof en zwaveloxidenuitstoot als GTL.



- Doordat er plantaardige producten met een korte koolstof-levensloop worden gebruikt, is er ook een reductie van globale CO₂ emissies. Deze loopt op tot 89% lagere emissies ten opzichte van diesel.
- HVO100 kent dezelfde hoge puurheid als GTL en kent daarom ook dezelfde problematiek met het ontbreken van het *Seal swell effect* in pakkingen van oude motoren (zie GTL).

RANDVOOR- WAARDEN

Geen

VOOR- & NADELEN

- + Minder lokale uitstoot van zwaveloxiden, stikstofoxiden en fijnstof
- + Minder roet en slijtage in de motor
- + Veel lagere globale CO₂ uitstoot
- Lekkende pakkingen bij oudere motoren
- Hogere kosten t.o.v. diesel

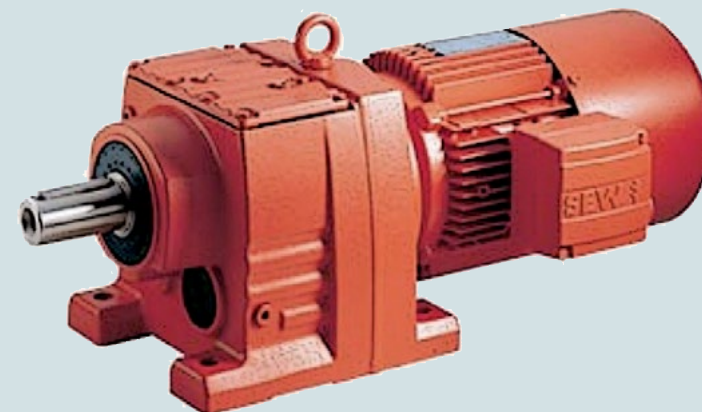
COMBINATIES

Eventueel te combineren met Stage V motor en/of generator. In dat geval ook geen probleem met pakkingen.

PRIJSINDICATIE

(Rode) GTL is op dit moment (jan 2024) ongeveer 10% duurder dan (rode) diesel.

Elektrische boegschroef



Huidige boegschroeven worden veelal aangedreven met een oude dieselmotor. De boegschroef zelf wordt daarbij maar weinig gebruikt, bijvoorbeeld kortstondig in een sluis om te manoeuvreren. De dieselmotor wordt echter vooraf al opgestart en pas na enige tijd weer uitgeschakeld. Daardoor draait deze lang onbelast, terwijl er wel brandstof wordt gebruikt. Een boegschroef die elektrisch wordt aangedreven **gebruikt alleen elektriciteit als deze werkelijk draait**. Daarbij kan een elektromotor **instantaan vanuit stilstand vol vermogen leveren**.



- **EEN GOED MOMENT** om een elektrische boegschroef aan te schaffen is als de bestaande boegschroefmotor het niet meer doet. Alternatief is dat deze vervangen wordt door een Stage V motor (verplicht). Echter werkt de AdBlue gevoede rookgasreiniger slecht bij korte draaitijden. Een elektromotor is dan een goed alternatief.
- **VOORWAARDE IS** dat de elektriciteitsinfrastructuur op de boot voldoende vermogen kan leveren aan de elektromotor. Een deel van het beschikbare vermogen kan komen uit capaciteit die op dat moment niet gebruikt wordt.
- **UITBREIDING KAN** plaatsvinden door (meer) batterijen en omvormers, een (grote) generator en/of een combinatie van beide. Een generator die standby draait voor de boegschroef hoeft niet onbelast te draaien, omdat deze altijd de batterijen kan opladen.

COMBINATIES

Bij voorkeur in combinatie met een (klein) batterijpakket.

RANDVOORWAARDEN

- Schip heeft een boegschroef
- Schip heeft voldoende elektrisch vermogen of is bereid dit vermogen uit te breiden.

VOOR- & NADELEN

- + Zeer efficiënte vorm van voortstuwing
- + Instantaan vol vermogen, zonder iets op te hoeven starten
- + Geen lokale emissies
- + Compact van formaat
- + Geen onderhoud nodig
- Forse investering met relatief lage financiële opbrengst
- Aanvullende investeringen nodig voor infrastructuur (omvormers/batterijen/generatoren) om de elektriciteit voor de motor te kunnen leveren.

PRIJSINDICATIE

75 kW elektromotor: **€5.000 – 10.000** euro excl. installatie. Kosten benodigde infrastructuur afhankelijk van wat aanwezig is.

Elektrische hoofdmotor

Een alternatief op de dieselhoofdmotor is een elektromotor. Een compacte, efficiënte en zeer sterke motor die het schip aan kan drijven. Hierdoor zijn er **geen lokale emissies, geen geluid en geen vibraties** van de hoofdmotor. Indien de elektriciteit schoon is opgewekt (bijv walstroom of eigen geproduceerde energie van bijv zon), is de voortstuwing ook nog eens schoon (minder globale CO2 emissies) en goedkoper.



EEN ELEKTRISCHE HOOFDMOTOR vereist een stevige elektrische infrastructuur aan boord om het gewenste vermogen te kunnen leveren.

EEN BATTERIJPAKKET is hiervoor eigenlijk altijd noodzakelijk. Bij een groot pakket (veel kWh) kan het schip langere tijd varen op de accu's. Bij kleinere pakketten moet een



generator de accu's opladen, of direct elektriciteit leveren aan de motor. Voordeel is dat de generator altijd optimaal kan draaien; bij lage hoofdmotorbelasting kan deze de batterijen blijven opladen, bij hoge belasting kunnen de batterijen bijspringen. Daardoor wordt er, zelfs zonder gebruik van walstroom, diesel bespaart bij het motorvaren.

KIES BIJ EEN ZEILSCHIP voor een motor die ook als dynamo kan fungeren, zodat bij het zeilen de vrijlopende schroefas elektriciteit opwekt.

ONTWERP HANGT STERK AF van de wensen en vaargedrag. Kosten zitten voornamelijk in de infrastructuur en batterijen en minder in de elektromotor.

PRIJSINDICATIE

75 kW elektromotor: **5.000 – 10.000 EURO** excl. installatie. De kosten voor benodigde infrastructuur en batterijpakket zijn afhankelijk van wat aanwezig is en welke wensen er zijn. Totale kosten kunnen oplopen tot **>100.000 EURO** bij batterij-elektrische vaart.

COMBINATIES

- Batterijpakket nodig.
- Dynamo op vrijlopende schroefas
- Brandstofcel

VOOR- & NADELEN

- + Stille vaart en geen vibraties
- + Geen lokale emissies
- + Compact
- + Bij gebruik van walstroom energetisch en financieel zuiniger.
- Aanvullende investeringen nodig voor infrastructuur (omvormers/ batterijen/generatoren) om de elektriciteit voor de motor te kunnen leveren.
- Onvoldoende kennis bij certificeringsinstanties en daardoor lastig certificeringsproces (feb. 2024)

RANDVOORWAARDEN

Geen

Batterijen spelen een belangrijke rol in de energiehuishouding van schepen. Zij zorgen voor een buffer in de elektriciteitsvoorziening zodat:

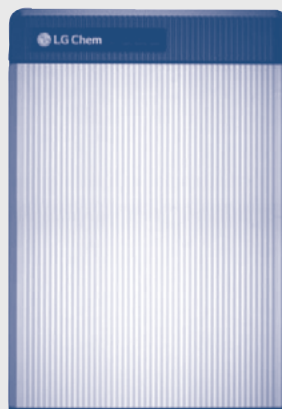
- **een schip (goedkopere) walstroom** kan gebruiken in plaats van de (meer kostbare) generator;
- **de generator efficiënter wordt gebruikt** doordat deze (bijna) niet onbelast hoeft te draaien;
- **in de nacht** de generator uit kan en het daardoor stiller is op het schip en voor de omgeving;
- **een overschot** aan elektriciteitsproductie uit bijvoorbeeld een schroefasdynamo, zonnepanelen of windturbine opgeslagen kan worden;
- **bij pieken** in elektriciteitsvraag de batterij kan bijspringen bij de generator.

PRIJSINDICATIE

Ongeveer **400 EURO** per kWh voor batterijen exclusief omvormers en installatie. Een 3 kW acculader met ingebouwde sinusvormer kost ongeveer **2.000 EURO** exclusief installatie.

Lithium ijzerfosfaat batterij

LITHIUM BATTERIJEN



- Lithium-batterijen hebben als grote voordeel dat zij een hoge energiedichtheid hebben (relatief weinig volume/massa voor de hoeveelheid opgeslagen elektriciteit) en tegelijkertijd hoge vermogens kunnen leveren.
- Voor schepen is specifiek de lithium ijzerfosfaat (LiFePO₄) batterij relevant. Dit is een ander type dan in telefoons en laptops terug te vinden is. Dit type kent dan ook niet het explosieve karakter dat telefoonbatterijen hebben. Bij beschadiging/kortsluiting kunnen er nog wel altijd schadelijke gassen en soms vlammen vrijkomen. Voorzorgsmaatregelen zijn dus gewenst.
- Daarnaast moet er ventilatie aanwezig zijn om de batterijen te koelen.

VOOR- & NADELEN

- + Hoge energiedichtheid en daardoor compact.
- + Hoge vermogens.
- Relatief kostbare investering.
- Gevaarstelling bij incidenten.
- Nog weinig ervaring met certificering (april 2024).
- Mogelijke aanvullende kosten voor veiligheidseisen.

RANDVOORWAARDEN

Goed geventileerde ruimte.

COMBINATIES

Dit is een bijgerecht dat nodig is bij een aantal gerechten.

Zoutwaterbatterij

Batterijen spelen een belangrijke rol in de energiehuishouding van schepen. Zij zorgen voor een buffer in de elektriciteitsvoorziening zodat:

- een schip (goedkopere) walstroom kan gebruiken in plaats van de (meer kostbare) generator;
- de generator efficiënter wordt gebruikt doordat deze (bijna) niet onbelast hoeft te draaien;
- in de nacht de generator uit kan en het daardoor stiller is op het schip en voor de omgeving;
- een overschot aan elektriciteitsproductie uit bijvoorbeeld een schroefasdynamo, zonnepanelen of windturbine opgeslagen kan worden;
- bij pieken in elektriciteitsvraag de batterij kan bijspringen bij de generator.



ZOUTWATERBATTERIJEN

Zoutwaterbatterijen (formeel: natrium-ion of sodium-ion batterijen) zijn een relatief nieuwe ontwikkeling. In plaats van lithium gebruiken zij zeezout (natrium) als medium.

Zoutwaterbatterijen kennen een aantal grote voordelen ten opzichte van lithium batterijen:

- Ze zijn inherent veilig.
- Ze zijn duurzaam.
- Ze zijn (theoretisch) goedkoper, doordat zout makkelijker te verkrijgen is dan lithium.
- Nadelen zijn:
 - Lage oplaad- en ontladestromen en daardoor niet geschikt voor piekvermogens.
 - (Nog) relatieve lage energiedichtheid en daardoor zwaar en neemt veel volume in.
- Op dit moment (april '24) zeer lastig te verkrijgen.

VOOR- & NADELEN

- + Veilig.
- + Duurzaam.
- + Potentieel goedkoop.
- Zeer slechte verkrijgbaarheid (april 2024).
- Nog relatief kostbaar.
- Lage energiedichtheid en daardoor zwaar.
- Kan geen piekstromen leveren.

COMBINATIES

Dit is een bijgerecht dat nodig is bij een aantal gerechten.

PRIJSINDICATIE

Door slechte verkrijgbaarheid op dit moment lastig een goede prijs te geven. Indicatief: 500 €/kWh en mogelijk in de toekomst naar minder dan 100 €/kWh, excl. installatie en omvormer.

Hybride batterij



Een hybride batterij is de samenstelling van twee batterijen: een relatief kleine lithiumijzerfosfaatbatterij en een grote zoutwaterbatterij.

De zoutwaterbatterij wordt gebruikt voor de (langdurige) opslag van elektriciteit en levert de **basislast** in elektriciteit. De lithiumbatterij is aanwezig om de **pieken** in elektriciteitsvraag en elektriciteitsopwekking op te vangen.



HYBRIDE BATTERIJEN

Elektriciteit wordt altijd eerst geleverd door de zoutwaterbatterij. Als de zoutwaterbatterij niet langer het vermogen kan leveren, springt de lithiumbatterij bij.

Voordelen van een hybride batterij zijn:

- De lithiumbatterij blijft klein, waardoor risico's vermindert worden. De zoutwaterbatterij is veilig.
- Nadelen van de zoutbatterij, zoals (ont)laadsnelheid worden opgevangen door de lithiumbatterij
- Zoutbatterijen zijn (in de toekomst) waarschijnlijk goedkoper dan lithiumbatterijen.

VOOR- & NADELEN

- + Relatief veilig.
- + Relatief duurzaam.
- + Potentieel goedkoper t.o.v. lithium.
- Zeer slechte verkrijgbaarheid van zoutwaterbatterijen.
- Nog relatief kostbaar door beperkte beschikbaarheid van zoutwaterbatterijen.
- Lage energiedichtheid en daardoor relatief zwaar.

PRIJSINDICATIE

Door slechte verkrijgbaarheid op dit moment lastig een goede prijs te geven. Hangt tevens af van de verhouding zoutwaterbatterij en lithiumbatterij. Deze verhouding is per schip anders.

RANDVOORWAARDEN

Geen.

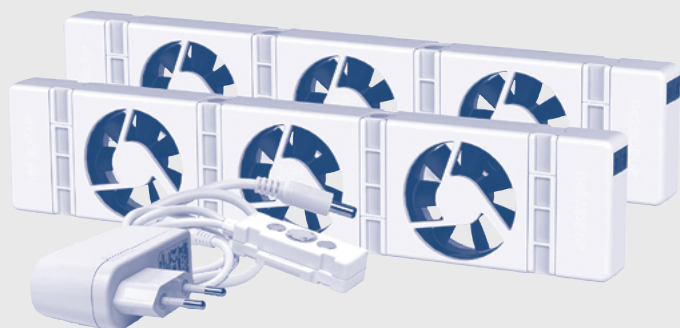
COMBINATIES

Dit is een bijgerecht dat nodig is bij een aantal gerechten.

Het afgiftesysteem gebruikt de warmte van de verwarmingsinstallatie (zoals ketel of warmtepomp) om de lucht in de ruimte mee te verwarmen. Het meest bekende afgiftesysteem is een radiator.

De temperatuur van het water van de verwarmingsinstallatie naar het afgiftesysteem (de 'aanvoertemperatuur') bepaalt hoeveel warmte er naar de ruimte wordt overgedragen. **Hoe hoger de aanvoertemperatuur, hoe meer warmte.** Echter, **hoe hoger de aanvoertemperatuur, hoe minder efficiënt de verwarmingsinstallatie werkt.** Daarnaast kennen warmtepompen een maximumtemperatuur die zij kunnen maken (meestal 55 °C).

Radiatoren kunnen veelal voldoende warmte leveren bij een aanvoertemperatuur van 50 °C. Over het algemeen kan je deze temperatuur zelf instellen bij een verwarmingsketel.



Laag-temperatuur afgiftesysteem

TECHNIEKEN

Er zijn technieken om bij lage aanvoertemperaturen toch voldoende warmte in een ruimte te krijgen:

- Het plaatsen van losse ventilatoren onder radiatoren.
- Het vervangen van radiatoren door wandconvectoren (radiatoren met ingebouwde ventilatoren).
- Het plaatsen van plafondconvectoren, eventueel in combinatie met het ventilatiesysteem.
- Vloerverwarming

Wand- en plafondconvectoren alsook vloerverwarming kunnen veelal ook gebruikt worden voor koeling.

VOOR- & NADELEN

- + Klaar voor warmtepomp.
- + Minder energiegebruik door verwarmingsinstallatie.
- Kan een forse investering worden, afhankelijk van de gekozen maatregel.
- Kan veel extra werk opleveren, voor de aanleg van bijv. vloerverwarming moet de bestaande vloer eruit.

COMBINATIES

Dit is een optionele bijgerecht bij *lucht/water* en *water/water warmtepompen*.

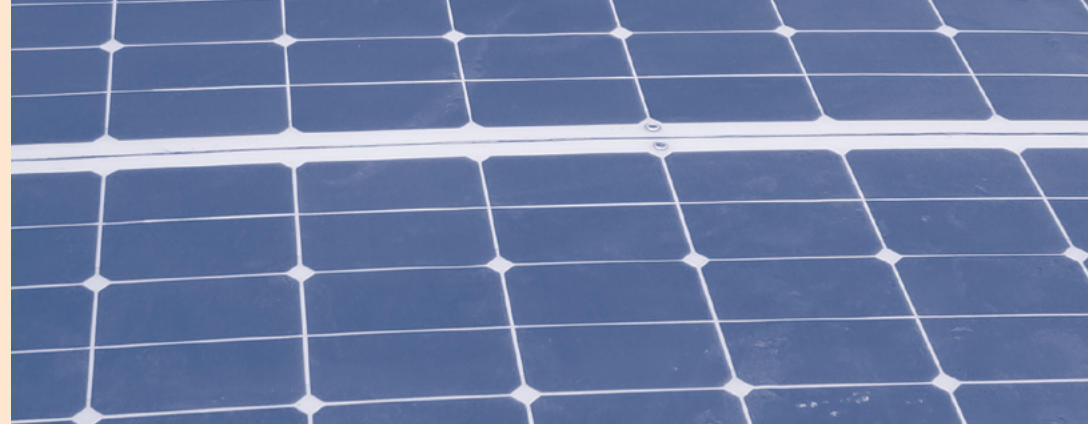
RAND-VOORWAARDEN

Geen.

PRIJS-INDICATIE

Losse ventilatoren vanaf **50 EURO** per radiator. andconvectoren vanaf een paar honderd euro per stuk.

Zonnepanelen



Zonnepanelen zijn panelen, die **zoninstraling omzetten in elektriciteit**. De hoeveelheid energie die zonnepanelen levert hangt af van het type, de oriëntatie en de hoeveelheid schaduw.

De elektriciteit die wordt opgewekt door zonnepanelen wordt direct door apparatuur op het schip gebruikt en/of wordt gebruikt voor het opladen van batterijen.

In sommige gevallen is het mogelijk om via een walstroompunt de energie ook terug te leveren.

De grootte van een zonnepaneelsysteem wordt uitgedrukt in het maximale vermogen (kilowatt) dat deze maximaal (piek) kan leveren: kWp (kilowattpiek)

Zonnepanelen kunnen toegepast worden op de stuurhut, dek en aan de railing.



VARIANTEN

- **HET 'KLASSIEKE' ZONNEPANEEL**, zoals deze op woningen wordt gebruikt. Deze panelen zijn relatief zwaar door een aluminium achterkant en glazen bovenkant. Bij gunstige ligging in Nederland levert deze ongeveer 1.000 kWh per jaar op per kWp (= 2,5 panelen). Over deze panelen kun je niet lopen.
- **BELOOPBARE RIGIDE GLAS/GLAS ZONNEPANELEN**. Deze panelen lijken erg op het 'klassieke' paneel. Ze zijn veelal iets kleiner van formaat, leveren zo'n 25% minder opbrengst en zijn wel beloopbaar.
- **FLEXIBELE ZONNEPANELEN**. Deze panelen zijn dun en kunnen gebogen worden om zo de contouren van bijvoorbeeld het dek te volgen. Over deze panelen kan ook gelopen worden. De betere merken leveren ongeveer 10% minder op t.o.v. de klassieke panelen.

RANDVOORWAARDEN

Geen

VOOR- & NADELEN

- + Duurzame elektriciteit van eigen schip.
- Voor schepen kan het een relatief kostbare investering zijn.
- Verandert het aanzicht van het schip.

COMBINATIES

- De aanwezigheid van batterijen is noodzakelijk.
- Werkt goed samen in combinatie met een warmtepomp/airco die gebruikt wordt voor koeling.

PRIJSINDICATIE

Prijzen inclusief omvormers, materialen en installatie:
klassiek: € 1.000 per kWp
beloopbaar rigide: € 3.000 per kWp
flexibel: € 2.500 per kWp



Zonneboiler

Een zonneboiler gebruikt zonnecollectoren om met de zon water op te warmen en deze op te slaan in een vat.

Met name in periode april t/m september levert de zon veel warmte waarmee warm water gemaakt kan worden. Een zonneboiler levert meestal niet voor de volle 100% warmte, maar kan, zeker in de zomermaanden, een flink deel van de warmtebehoefte (> 75%) invullen (Nederlands klimaat).

Er kan niet over zonnecollectoren gelopen worden. Het beste komen ze te staan op een plek waar geen mensen

hoeven te komen, zoals het dak van een stuurhut.

Er is een optimale verhouding tussen het aantal zonnecollectoren, de grootte van het boilervat en de vraag naar warm tapwater.



VARIANTEN

- **VLAKKE PLAATCOLLECTOREN** zijn de meest gebruikte zonnecollectoren. Ze bestaan uit een egale plaat met buizen aan de achterzijde. Kan eventueel ook plat geïnstalleerd worden, tegen een iets lagere opbrengst.
- **VACUÛMBUISCOLLECTOREN** leveren in het voor- en najaar meer warmte op, maar hebben een hogere aanschafprijs dan vlakke plaatcollectoren.
- **THERMOSIFON** zijn collectoren met een geïntegreerde boiler en daardoor veel eenvoudiger (en goedkoper) in opzet. Deze collectoren moeten onder een hoek staan en zijn alleen geschikt voor warmere klimaten. Ze kunnen niet tegen vorst. Veel gebruikt in Zuid-Europa.

VOOR- & NADELEN

- + Duurzame warmte van eigen schip.
- + Mogelijk flinke besparing op dieselgebruik.
- Verandert het aanzicht van het schip.
- Hoge investering

RANDVOORWAARDEN

Vrije ruimte op het schip om de collectoren te plaatsen en een voldoende grote boiler.

COMBINATIES

- Lager rendement in combinatie met restwarmte uit de generator of hoofdmotor.

PRIJSINDICATIE

Vanaf €3.000
afhankelijk van de grootte
van het systeem

Kleine windturbines



Kleine windturbines kunnen op de achterzijde van het schip of (soms) in de mast(en) worden geplaatst.

De elektriciteit die wordt opgewekt door windturbines wordt **direct door apparatuur op het schip** gebruikt en/of wordt **gebruikt voor het opladen van batterijen**.

In sommige gevallen is het mogelijk om via een walstroompunt de energie ook terug te leveren.



EEN PAAR TIPS:

Let op: de markt van kleine windturbines bestaat uit heel veel marketingpraatjes met onrealistische hoge rendementen en opbrengsten. Hieronder een paar tips:

- Vraag altijd naar een gemeten vermogenskromme/powercurve waarin de windsnelheid is uitgezet tegenover het vermogen.
- Zoek het vermogen tussen de 6 m/s en 10 m/s in deze curve op. Deze vermogens worden in de praktijk op (open) water gehaald.

VOOR- & NADELEN

- + Duurzame elektriciteit van eigen schip.
- + Levert ook 's nachts elektriciteit op
- + Veel wind op (open) water en daardoor hogere opbrengst dan op land.
- Relatief kostbaar

RANDVOORWAARDEN

Geen

COMBINATIES

- De aanwezigheid van **batterijen** is noodzakelijk.
- Combinatie met **zonnepanelen**. Als de zon niet schijnt, waait het wel en vice versa.

PRIJS-INDICATIE

€ 2.000 voor een molen met een diameter van 1 meter en een vermogen van 150 watt bij 10 m/s.

Brandstofcel/ waterstof



Een brandstofcel gebruikt waterstof als brandstof en zet deze om in elektriciteit en warmte. Het is een goede **vervanger van een gasoliegestookte generator.**

Huidige brandstofcellen zetten in de praktijk ongeveer 50% van de energie uit waterstof om in elektriciteit.

De andere helft gaat op in warmte. Daarmee is een brandstofcel efficiënter dan een generator.

Het restproduct is puur water, waardoor dit een volledig schone vorm van elektriciteitsopwekking is op een schip. Daarbij heeft waterstof een veel hogere energiedichtheid dan bijvoorbeeld batterijen.

Waterstof kan zelfs een hogere energiedichtheid hebben dan diesel.

Waterstof wordt niet in de natuur gevonden maar moet gemaakt worden door middel van elektrolyse.



ELEKTROLYSE

- **BIJ ELEKTROLYSE** wordt elektriciteit door water geleid. Dit productieproces is schoon als er groene elektriciteit wordt gebruikt.
- Brandstofcellen zijn nog **NIET BREED BESCHIKBAAR** op de markt en daardoor kostbaar. Een brandstofcel is geen volledige vervanger van batterijen, omdat een brandstofcel geen snelle vermogenspieken kan leveren. Een (kleine) batterijset fungeert als buffer tussen de brandstofcel en de apparaten.
- Brandstofcellen zijn in hoge vermogens te krijgen en daardoor **UITERMATE GESCHIKT** om een schip elektrisch aan te drijven

COMBINATIES

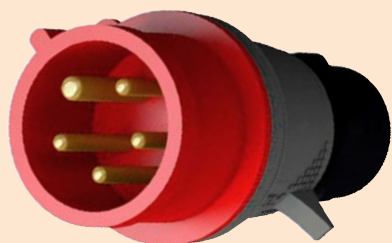
- Klein batterijpakket nodig.
- Goed in combinaties met elektrificeren van het schip (elektrische hoofdmotor, warmtepomp e.d.)
- Eventueel restwarmte benutten voor warm tapwater of verwarming.

VOOR- & NADELEN

- + Schone vorm van elektriciteitsopwekking en daarmee goede vervanging van de generator.
- + Relatief weinig ruimte. Veel compacter dan batterijen.
- Brandstofcelsystemen zijn op dit moment nog slecht verkrijgbaar.
- Waterstof is nog slecht verkrijgbaar.
- Zeer kostbaar.
- Geen ervaring m.b.t. certificering (april '24).

PRIJSINDICATIE

Een 15 kW brandstofcel kost op dit moment ongeveer **50.000 EURO**, exclusief toebehoren (zoals een waterstoftank en leidingen). Totale systeemkosten liggen op ongeveer **100.000 EURO.**



Walstroom

Bijna alle havens hebben elektrische aansluitingen op de wal waar schepen op aan kunnen sluiten, de zogenaamde 'walstroom'. **Walstroom voorkomt dat schepen hun generator moeten draaien als zij in de haven liggen.**



Dit heeft een aantal voordelen:

- **Geen gebruik van (dure) diesel.** Walstroom is doorgaans goedkoper dan elektriciteit uit een (gasolie)generator.
- **Walstroom is duurzamer,** doordat de Nederlandse energiemix aan het verduurzamen is en nu al een lagere CO₂ uitstoot heeft dan een gasolie-gestookte generator.
- **Het levert minder lokale emissies op,** zoals fijnstof en stikstof, waardoor er een gezonder leefklimaat is in de havens.
- **Geen geluid** van de generator

ZORG ERVOOR DAT:

- **Er voldoende vermogen** beschikbaar is, zodat alle (facilitaire) installaties en apparaten op walstroom kunnen draaien en het schip geen generator gebruikt.
- **Let specifiek op** hoog-vermogen keukenapparatuur, zoals (industriële) vaatwassers, ovens en frituur.
- **Kies voor** een rode 3 x 32A of 3 x 63A CEE stekker met eventueel verloopstekkers naar 32A en 16A.
- **Kleinere schepen** kunnen ook kiezen (of aanvullend) voor de blauwe 32A 1 fase CEE stekker met eventueel verloop naar 16A. Deze wordt veel in de (kleine) pleziervaart gebruikt.
- **Zorg dat alle stekkers** en kabels IP67 gecertificeerd zijn. Er worden nog altijd 'walstroomstekkers' met IP44 certificering verkocht, maar deze zijn niet geschikt voor buiten (regen).

VOOR- & NADELEN

- + Goedkoper.
- + Duurzamer.
- + Stiller.
- + Gezonder leefklimaat in de haven.
- Niet alle havens hebben (voldoende) walstroom.
- Geen standaard voor stekkers.

RANDVOORWAARDEN

Groepenkast geschikt voor walstroom.

COMBINATIES

Geen

PRIJSINDICATIE

3x32A CEE stekkers + kabels + verloopstekker kost gezamenlijk ongeveer **200 tot 300 EURO.**

Plan van aanpak

1.

Bepaal welke ambitie u nastreeft ('einddoel') en wanneer u deze ambitie volledig wilt hebben gerealiseerd

2.

Breng de energiestromen in kaart, zoveel mogelijk uitgesplitst naar bron en gebruiker.

3.

Begin met het nemen van eenvoudige besparingsmaatregelen ('aperitief').

4.

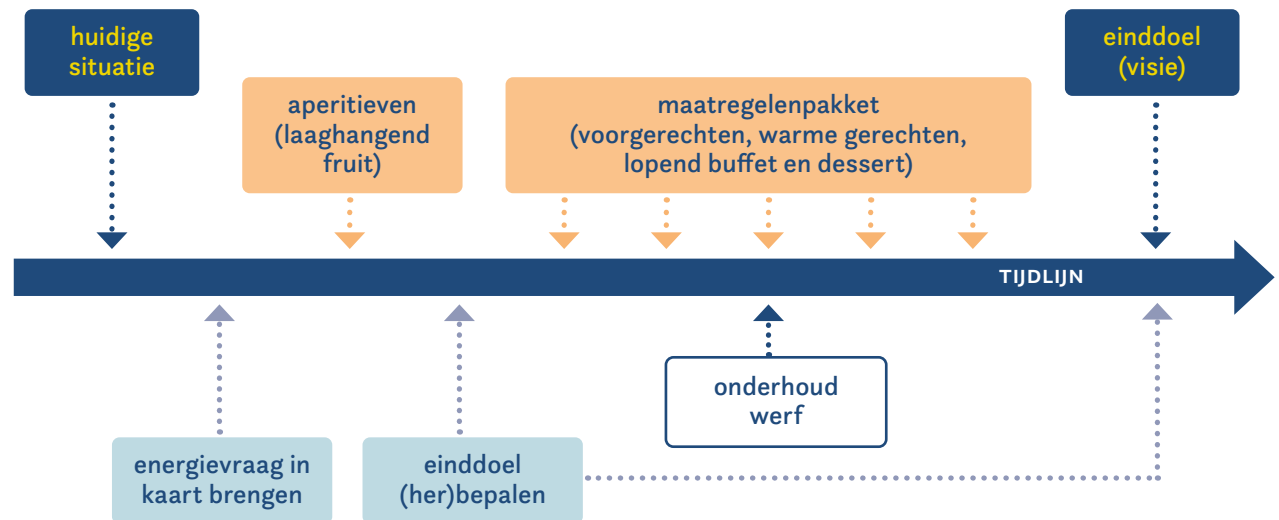
(optioneel) Herijk de ambitie met de inzichten vanuit de metingen en ervaring met het aperitief.

5.

Bepaal welke combinatie van maatregelen uit de verschillende gangen, gezamenlijk tot een pakket leiden die de ambitie waar maakt.

6.

Plan de verschillende maatregelen door de tijd heen. Bijvoorbeeld, wanneer gaat het schip naar de werf en welke maatregelen zijn dan handig om te nemen?



VOORBEELD 1

Diesel-elektrisch motorschip

APERITIEVEN

Lagere kruissnelheid

VOORGERECHTEN

Kierdichting

Zonwerend glasfolie

WARMTE GERECHTEN

Water/water warmtepomp

Restwarmte generator voor tapwater

LOPEND BUFFET

Stage V generator

Biodiesel (HVO)

Elektrische boegschroef

Elektrische hoofdmotor

BIJGERECHTEN

50 kWh Lithium ijzerfosfaat batterijpakket

Laag-temperatuur afgiftesysteem (convectoren)

DESSERT

Zonnepanelen

Walstroom

- In het diesel-elektrisch motorschip zijn alle faciliteiten, installaties en aandrijvingen geëlektrificeerd. De elektriciteit wordt geleverd door een Stage V generator op biodiesel in combinatie met een 50 kWh batterijpakket.
- Het batterijpakket zorgt ervoor dat de generator altijd op het optimale werkpunt kan draaien, waardoor deze het meest efficiënt is. Het batterijpakket vangt de fluctuaties op in elektriciteitsvraag.
- De warmte- en koudevraag wordt ingevuld door een warmtepomp. Hiervoor wordt de koude/warmte vraag verminderd door deuren kierdicht te maken en de zoninstraling te beperken door middel van glasfolie aan de buitenzijde.
- Het afgiftesysteem bestaat uit convectoren, waarmee zowel koude als warmte geleverd kan worden aan de ruimten.
- Warm tapwater komt voornamelijk uit de warmteontwikkeling van de generator. Omdat de generator ook de elektriciteit voor de voortstuwing genereert, komt er relatief veel warmte vrij. Een groot boiler vat buffert deze warmte.
- In geval van een tekort aan tapwater, kan de warmtepomp bijspringen.
- Zonnepanelen op het dek leveren elektriciteit gedurende de dag welke in het schip wordt gebruikt, of opgeslagen in de batterijen.
- Aan wal wordt het schip aangesloten op walstroom, die de volledige elektriciteitsvoorziening op zich neemt. Hierdoor hoeft de generator niet te draaien.
- De batterijen worden ook aan de walstroom opgeladen.

VOORBEELD 2 **Volledig elektrisch zeilschip**

APERITIEVEN

Besparende douchekop
Adaptief zeilen

VOORGERECHTEN

Grijswater warmteterugwinning

WARMTE GERECHTEN

Lucht/lucht warmtepomp
Warmtepompboiler

LOPEND BUFFET

Dynamo op vrijlopende schroef
Elektrische hoofdmotor

BIJGERECHTEN

50 kWh Lithium ijzerfosfaat batterijpakket
100 kWh Natrium batterijpakket

DESSERT

Zonnepanelen
Walstroom

- Het volledige elektrische zeilschip heeft in de basis een hybride batterij. Het lithium batterijpakket vangt de hoge vermogens van zowel vraag als productie af en het goedkopere zoutwaterbatterijpakket zorgt voor verdrievoudiging van de opslagcapaciteit.
- Het schip heeft, naast de zeilen, een elektrische hoofdmotor. Deze wordt echter zeer weinig gebruikt, doordat het schip adaptief zeilt. De vaarroute wordt aangepast aan de windcondities.
- De elektrische hoofdmotor kan ook in dynamo stand worden gezet om zo elektriciteit op te wekken tijdens het zeilen.
- Verwarmen en koelen is vrijwel niet nodig. Om op hele warme of koude dagen het schip een beetje behagelijk te houden is er een lucht/lucht warmtepomp in het dagverblijf aanwezig.
- Douchen doen we zo min mogelijk en altijd met een besparende douchekop en grijswaterterugwinning. Hierdoor is de vraag naar warm tapwater laag. Een (kleine) warmtepompboiler voorziet in de vraag ernaar.
- De lucht/lucht warmtepomp en warmtepompboiler draait voornamelijk als het schip aan de walstroom ligt.
- Zonnepanelen op het schip en langs de reling zorgen voor extra elektriciteit, waardoor er nog langer zonder walstroom gevaren kan worden.

COLOFON

OPDRACHTGEVER

BBZ, belangenvereniging voor beroepschartervaart

Aambeeldstraat 20

1021 KB Amsterdam

website: www.debbz.nl

UITVOERING

EnergyGO

Kraanspoor 50

1033 SE Amsterdam

website: energygo.nl

vormgeving: Ruud Willems | editorial design

RAPPORT

auteur: ir B. Roossien

co-reader: M.J. Elswijk MSc

contact: info@energygo.nl

projectnr: A660.334

versie: 1.0 | 5 maart 2024

