

Drinkwater in de scheepvaart

Drinkwaterinstallaties in de scheepvaart omvatten het gehele proces van productie, opslag en distributie van drinkwater. Daarnaast kunnen er nog andere waterinstallaties aan boord voorkomen. In dit artikel worden mogelijke uitvoeringen van deze installaties globaal omschreven.

J. (Johan) van den Brink, Econosto

Het belang van goed drinkwater aan boord is oud. Om de bemanning gezond en daarmee functionerend te houden, waren de handelsvaartroutes zodanig uitgezet dat verse proviand en drinkwater regelmatig konden worden ingenomen. In de koggeschepen die tussen de Hanzesteden voeren werd in het water een zilveren duit gedaan om het bederf te verminderen.

Met de komst van stoomschepen werd het mogelijk om water van goede kwaliteit te maken door destillatie zeewater. Maar dit werd opgeslagen in dezelfde tanks als het vanaf de wal geleverde bunkerwater, waardoor de kwaliteit aan boord twijfelachtig bleef. Begin 1900 bleek uit een onderzoek aan boord van 62 stoomschepen, dat slechts op één schip de



-Figuur 1- Watervaten aan boord van een kogge (replica) met de zilver desinfectie

kwaliteit van het drinkwater voldeed aan de destijds geldende eisen [1]. In de loop van de tijd kwam er mondiale en regionale regelgeving om die kwaliteit beter te waarborgen.

■ WETGEVING

In de scheepvaart is voor drinkwaterinstallaties een veelheid aan regelgeving van toepassing. Wereldwijd geldt de regelgeving van IMO, International Maritime Organization. Daarnaast is er de ILO, International Labour Organization, die onder andere van toepassing is op de arbeidsomstandigheden. Deze organisaties geven in algemene bewoordingen weer welke kwaliteitseisen aan het drinkwater worden gesteld. Er worden geen concrete eisen gesteld aan de uitvoering van een drinkwatersysteem, zoals ten aanzien van materialen en hoeveelheden. Elke vlaggenstaat stelt nadere eisen aan zaken als stabiliteit, veiligheid en milieu, waaronder de kwaliteit van het drinkwater wordt geschaard. Engeland kent bijvoorbeeld MCA-MGN 397 part 2 en Noorwegen NIPH/2009-Water Report 113. Hierin zijn uitvoerige voorschriften opgenomen voor het waarborgen van de kwaliteit van het drinkwater. Deze eisen verschillen echter sterk van land tot land. Denk hierbij aan het begrip 'goedkope vlag'.

Classificatiebureaus, zoals Lloyds Register en De Norske Veritas, geven regels en voorschriften voor de bouw en uitrusting van schepen. De classificatiebureaus bepalen voornamelijk de kwaliteit van de drinkwaterinstallaties aan boord, gebaseerd op de eisen van de vlaggenstaat en de opdrachtgever. Deze bureaus

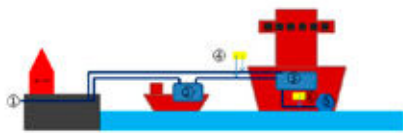
geven ook aan welke materialen voor welke toepassingen gebruikt mogen worden. De schepelingenwet stelt enkele eisen aan de constructie van de tanks, de desinfectie en er is ook geregeld waarvoor de kapitein verantwoordelijk is.

Voor Nederland geldt dat binnen de economische zone (een deel van het continentale plat) offshore- en soortgelijke installaties onder de drinkwaterwet vallen. Er is één groot verschil: bij landinstallaties mag geen chloor worden toegevoegd terwijl dit bij offshore-installaties juist verplicht is. Voor schepen die op de Rijn varen gelden de regels van de Rijnstaten (ROSR).

De Arbo-wet stelt een risico-inventarisatie verplicht, waarbij zeeschepen expliciet worden genoemd. Ook de kwaliteit van het drinkwater moet hierin worden betrokken. De aantekeningen, vergelijkbaar met het logboek voor landinstallaties, moet minimaal drie jaar aan boord worden bewaard. Zeeschepen moeten een SSC, Ship Sanitation Certificate, hebben dat is gebaseerd op de regels van de WHO, World Health Organisation. Dit certificaat is een half jaar geldig en gericht op het voorkomen van infectieziekten. Ook de kwaliteit van het drinkwater is hierin opgenomen. De 'Guide voor ship sanitation 2011' gaat ook in op de basiseisen voor drinkwaterinstallaties. In Nederland houdt de inspectie ILT, Inspectie Leefomgeving en Transport, toezicht op de naleving van de voorschriften.

■ BUNKERWATER

Het water dat vanuit land (1) of via een water-



-Figuur 2- Van drinkwaterbedrijf naar waterbunker

boot (2) in Nederland wordt geleverd, moet voldoen aan de kwaliteitseisen van de drinkwaterwet, zie figuur 2. Het innemen van water wordt bunkeren genoemd. In de watertank (3) moet chloor worden toegevoegd, zodat er een gehalte aan vrij chloor van 0,7 mg/l in de watertank aanwezig is. Ook als er zelf water wordt geproduceerd (5) moet er chloor worden toegevoegd (6).

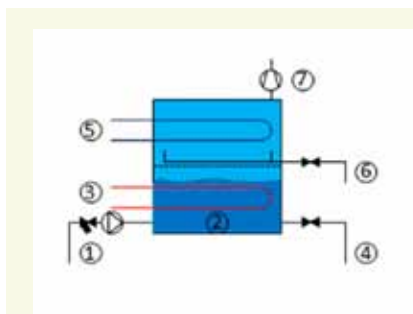
WATERPRODUCTIE

Water kan aan boord worden geproduceerd uit zeewater (figuur 3) door middel van destillatie (verdamping en condensatie) of door middel van reverse osmose (RO). Bij destillatie wordt het water zo warm gemaakt dat het kookt. De damp wordt hierna gecondenseerd. Hier is veel warmte voor nodig. Daarom worden deze installaties vooral toegepast als er constant veel restwarmte ter beschikking is. Om het kookpunt te verlagen, wordt de destillatie onder een vacuüm van ongeveer 85% uitgevoerd. Er kan dan koelwater van de motoren worden gebruikt.

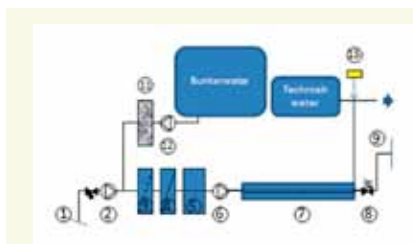
Het zeewater wordt door een grof filter (1) geleid naar de verdamper. In de verdamper (2) wordt warmte overgedragen door een pijpenbundel (3). Het water verdampt en de stoom gaat via een druppelvanger naar de condensor. De druppelvanger is nodig om te voorkomen dat zout bevattende druppels in de condensor komen. In de condensor is een pijpenbundel (5) gemonteerd voor de koeling. De stoom condenseert en het gevormde water wordt afgevoerd (6). Om de verdamping bij lage temperatuur te laten verlopen is een vacuümpomp (7) gemonteerd, meestal een ejecteur. Het ingedikte zeewater, het brijn, wordt afgevoerd (4).

In de meeste schepen wordt een Reverse osmose-installatie (RO-installatie) gemonteerd. Het water uit een RO-installatie heeft een laag zoutgehalte en is vrijwel vrij van bacteriën. Het energiegebruik is laag bij een hoge bedrijfszekerheid en een beperkt onderhoud. Een mogelijke uitvoering is in figuur 4 weergegeven.

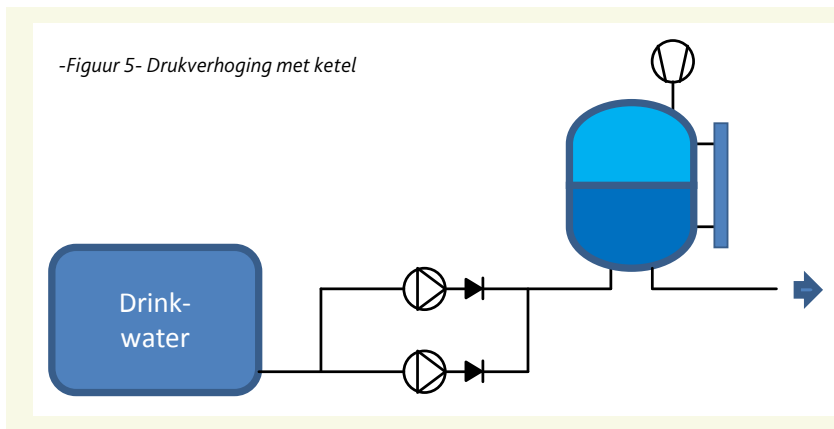
Het zeewater wordt via een grof filter of wierpot (1) door een zeewaterpomp (2) geleid naar de filters. Een grof filter (3), een fijn filter (4) en een olieafscheider (5) staan in serie. Een hogedrukpomp (6) pompt het water door een RO-membraan. De watermoleculen kunnen



-Figuur 3- Verdampingsinstallatie



-Figuur 4- Reverse osmose-installatie



-Figuur 5- Drukverhoging met ketel

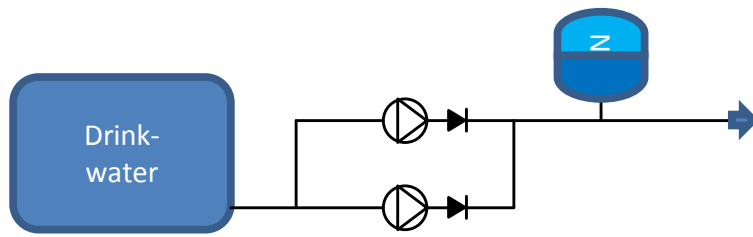
dit membraan passeren maar de zoutmoleculen worden tegengehouden. Aan het eind van het membraan wordt het ingedikte zeewater via een drukgeregeld ventiel afgevoerd. Het van zouten ontdane water wordt naar een opslagtank gevoerd. Dit water kan worden gebruikt voor toepassingen waar smaak en zuurgraad niet zo belangrijk zijn. Soms wordt ook het gebunkerde water via een koolfilter naar de RO-installatie geleid. Voordeel is dat al het water van goede kwaliteit is, maar de RO-installatie maakt meer bedrijfsuren. Aan het water wordt een desinfectans (13) toegevoegd. Dit kan handmatig plaatsvinden maar gebeurt meestal volautomatisch gedoseerd. Door het lage zoutgehalte van het water is chloorvorming met behulp van anionische oxidatie niet mogelijk. Door het zoutgehalte te meten met een salinometer bij het ontzoute water kan de kwaliteit van het water eenvoud-

dig worden bewaakt.

Er zijn veel mogelijkheden voor de opbouw van een systeem. Figuur 4 toont een mogelijke vorm met nageschakelde apparatuur. Het water uit de bunkertank wordt, indien nodig, nagedoseerd met desinfectans en naar de drinkwatertank gevoerd. Het water uit de RO-installatie wordt via een filter gevuld met mineralen (10) op kalkbasis ontzuurd en licht opgehard.

DRUKVERHOOGING

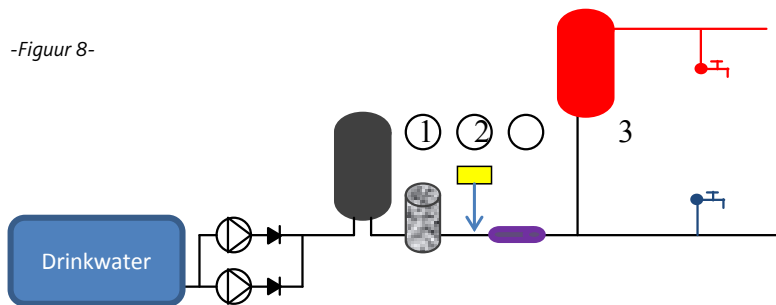
Het water uit de drinkwatertank moet op druk worden gebracht. Om te voorkomen dat de pompen veelvuldig aan- en uitschakelen is een voorraad onder druk nodig. Hiervoor wordt een thermisch verzinkt stalen of roestvast stalen vat gebruikt, waarbij het water door middel van schone perslucht op druk wordt gehouden (figuur 5). Op schepen waar geen perslucht



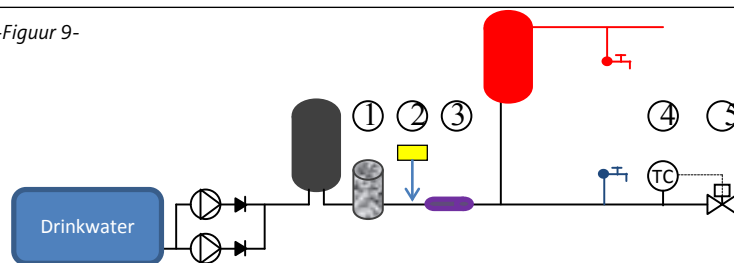
-Figuur 6- Drukverhoging met membraanvat



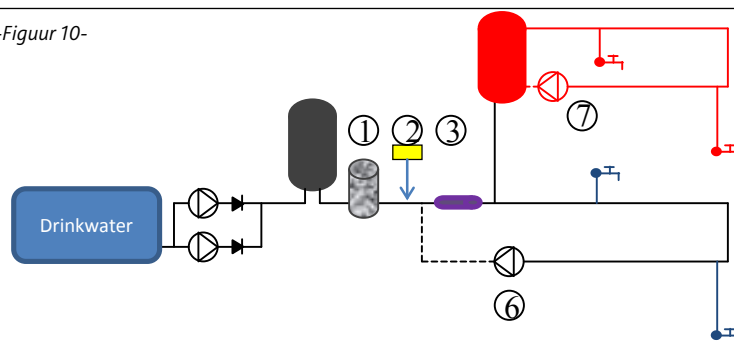
-Figuur 7-



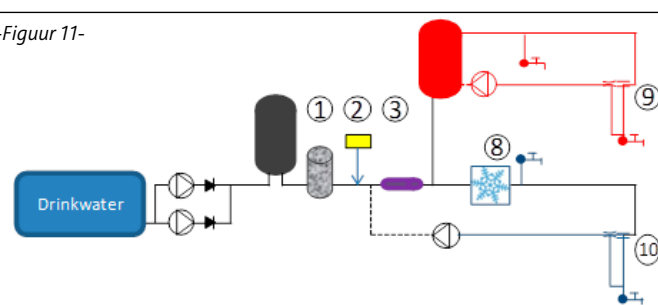
-Figuur 8-



-Figuur 9-



-Figuur 10-



-Figuur 11-

aanwezig is, kan een membraan expansievat worden gebruikt. Een rubber membraan wordt met behulp van stikstof onder druk gehouden (figuur 6). Om voldoende verversing te waarborgen kunnen de vaten doorstromend worden uitgevoerd. De pompen kunnen, vooral in de luxe jachtbouw, zijn uitgevoerd met een variabel toerental om drukwisselingen en discomfort te voorkomen.

WARMWATERVOORZIENING

Aan boord van schepen wordt vaak een voorraadboiler toegepast. De werking en regeling zijn vergelijkbaar met die van landinstallaties.

DISTRIBUTIE EN VEILIGHEID

Het koud en warmwaternet aan boord sluit toestellen aan met dezelfde functie als in een landinstallatie (figuur 7). De problematiek die opgelost moet worden met een goed ontwerp is dan ook grotendeels hetzelfde. Wat is het watergebruik, wat zijn de diameters, hoe voorkom ik stilstaand water en hoe voorkom ik opwarming? Voor de luxe jachtbouw spelen bovendien nog een aantal comforteisen mee, zoals gelijkmatige druk, minimale wachttijd voor warmwater en het voorkomen van geluidhinder.

Het koud houden van het drinkwater is aan boord van veel schepen een probleem. Het water in de tanks kan een temperatuur hebben van enkele graden in het poolgebied tot 40 °C in tropische gebieden. Daarnaast staan pompen en waterbehandelingsapparatuur vaak opgesteld in de machinekamer, waar meestal een wat hogere temperatuur heerst. Toch is het gewenst om het water op een bacteriologisch veilige lage temperatuur te houden.

Sommige scheepstypen kennen een zeer wisselende bezetting. Bij superjachten is de eigenaar met zijn gasten vaak maar enkele weken per jaar aanwezig en staat een deel van de hutten de rest van het jaar leeg. Ook wachtschepen, werkschepen en bevoorradingschepen hebben in het algemeen veel meer accommodatie dan gemiddeld wordt gebruikt. Hiermee wordt bij het ontwerp van het waterleidingnet rekening gehouden. Een drinkwaternet kan als volgt zijn opgebouwd (figuur 8). Een hydrofoor (drukverhoginginstallatie) brengt het water onder druk. Soms is er in het systeem een koolfilter (1) ingebouwd om smaak en geurstoffen uit het bunkerwater te verwijderen. Omdat een koolfilter ook het desinfectans verwijdert, moet na het koolfilter desinfectiemiddel (2) worden toegevoegd. Het water wordt door een UV-desinfecteerapparaat (3) gevoerd om alle kiemen te doden. Het desinfectiemiddel dient om een restdesinfectans in het leidingnet

te hebben. Als er voldoende doorstroming is in het koude en warme leidingnet, doordat er regelmatig wordt getapt, is dit een veilig concept (figuur 9).

Als er leidingdelen zijn die langdurig niet worden ververst kan op het niet doorstroomde deel een automatisch bediende afsluiter (4) worden gemonteerd die op tijd (5) of temperatuur wordt gestuurd. In de luxe jachtbouw worden deze leidingdelen, bijvoorbeeld naar dekwaskranen, na gebruik weleens leeggeblazen met schone perslucht (figuur 10).

In uitgestrekte leidingnetten waar het rest-desinfectans is verbruikt kan het koude water worden gecirculeerd (6) over het UV-apparaat. Om de wachttijd voor warmwater te beperken kan het warmwaternet worden uitgevoerd als circulerend net (9) (figuur 11).

Meestal wordt een koeler bij het tappunt voor drinkwater gemonteerd. Incidenteel wordt echter een koeler in het gecirculeerde koudwaternet geplaatst. Indien hutten veelvuldig niet worden gebruikt kan ook een venturistelsysteem worden gebruikt. Hierbij worden de tappunten met een doorstromende muurplaat aangesloten. In de voeding wordt een venturi T stuk (9+10) gemonteerd. Bij doorstroming van het hoofdnet, door tappen of circuleren, wordt het tappunt in de hut ook doorstroomd en ververst.

MATERIALEN

Bij de selectie van leidingmaterialen spelen de classificatiebureaus een grote rol. De materialen moeten bestand zijn tegen trillingen, goed door waterdichte schotten te voeren zijn, passen in het brandveiligheidsconcept en bestand zijn tegen in- en uitwendige corrosie. Landen die onder goedkope vlag bouwen, gebruiken nog steeds verzinkt stalen leidingssystemen voor drinkwaterinstallaties. In onze streken is koper tot nu toe het meest gebruikte leidingmateriaal.

Buiten de machinekamer wordt voor drinkwater meer en meer kunststof buis gebruikt. Dit zijn polybuteen systemen die met polyfusie en elektromoflassen worden verbonden en zijn gecertificeerd door de classificatiebureaus. Soms worden de distributieleidingen uitgevoerd in polybuteen en worden de aftakkingen naar de hutten uitgevoerd in een meerlagen buis. Aan de bevestiging van de leidingen wordt bijzonder veel aandacht besteed i.v.m. het trillen van het schip.

OVERIGE SYSTEMEN

Solas (Safety of Life at Sea) geeft regels voor de veiligheid aan boord. Essentiële systemen zijn hierin geregeld, zoals navigatie, (nood) stroombrandveiligheid, bilgewaterstystemen en life saving. Marpol (MARine POLLution) geeft



-Figuur 12- Tankwand met appendages



-Figuur 13- Brandstofcentrifuge (Alfa Laval)

regels voor het voorkomen van milieuverontreiniging. De belangrijkste parameters moeten worden bijgehouden in een logboek. Deze regels zijn afgestemd op de functie en grootte van het schip.

PERSLUCHT

Grote scheepsmotoren worden gestart met perslucht. Dit betekent dat er een compleet persluchtsysteem als startlucht aanwezig moet zijn. Soms is er een gescheiden werkluchtsysteem. Deze perslucht kan, na reiniging, ook worden gebruikt voor de besturing van

kleppen en als suppletie lucht voor het drinkwaterdrukvat.

BRANDSTOF

Grote scheepsmotoren worden soms gestookt met zware stookolie. Deze olie heeft een hoge viscositeit. Om de stookolie te kunnen verpompen en te reinigen wordt deze verwarmd. Water wordt verwijderd in een clarifier en de olie wordt gecentrifugeerd in een purifier, waarin verontreinigingen uit de brandstof worden verwijderd. Dit vuil wordt opgeslagen in een sludge tank.



-Figuur 14- Geïsoleerde afsluiterkast

Daarnaast is er een systeem voor lichte olie voor het starten van de hoofdmotor en voor de hulpmotoren, zoals generatoren. Ook de stoom-, thermische olie- of warmwaterketel wordt hiermee gestookt.

■ VERWARMEN

Doordat de hoofdmotor niet altijd draait, wordt de warmte van de hoofdmotor in het algemeen niet gebruikt voor verwarmingsdoel-einden. Daarom is in vrijwel alle schepen een oliegestookte verwarmingsketel gemonteerd. Deze wordt gebruikt voor de verwarming van de accommodatie en voor de verwarming van de brandstof. Soms wordt in de uitlaat van de motor een afgassenketel aangebracht, zodat de warmte van de uitlaatgassen kan worden benut. Als medium wordt water gebruikt. Op grote tankers komen ook stoom en thermische olie voor.

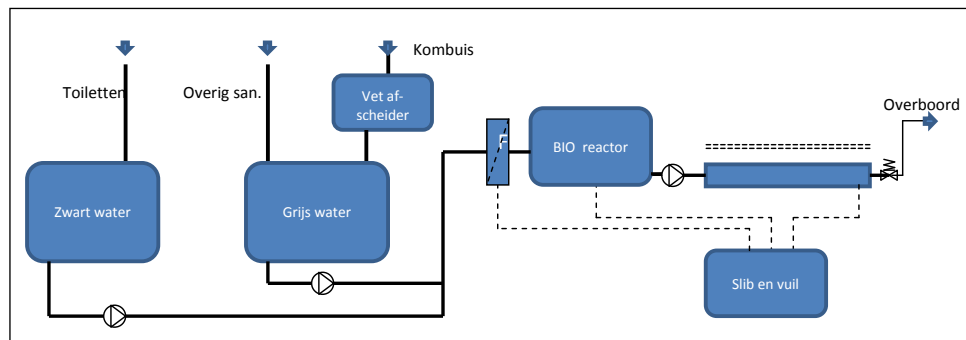
■ BILGE- EN BALLAST-WATER

Door onder andere condensatie en schoonmaken ontstaat in ieder schip water. Dit wordt onderin het schip afgepompt met een bilgepomp. Daarnaast moet het water van overslaande golven worden afgevoerd, in het bijzonder bij open boten. Als laatste moet bij een lekkage het lekwater kunnen worden afgevoerd. Veelal is voor elke toepassing een apart systeem gemonteerd. Begrijpelijk is dat in de Solas-regelgeving veel aandacht wordt besteed aan bilge-systemen. Het dagelijks af te voeren bilge-water wordt opgeslagen in een bilge-watertank en na het passeren van een olievanger afgevoerd met een maximum oliegehalte van 15 ppm.

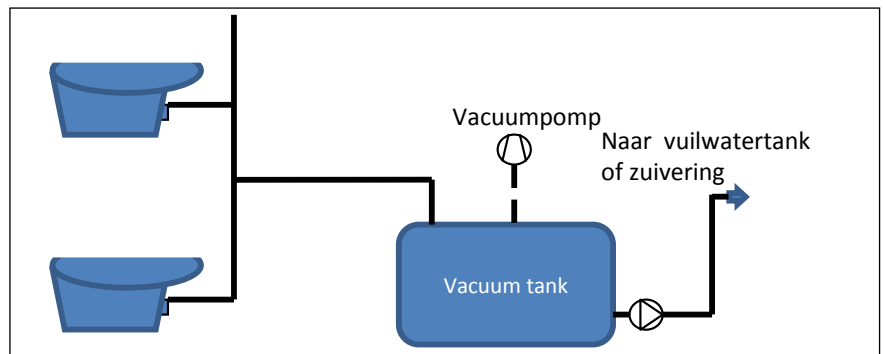
Schepen met kranen, ferry's, etc. gebruiken de ballasttanks om tijdens het laden/lossen het schip niet teveel te laten hellen. Ballastwater wordt ook gebruikt om lege schepen zo te ballasten dat de zeewaardigheid gewaarborgd blijft. Ook hier worden weer uitgebreide leidingsystemen met kleppen, filters, pompen en automatische besturingen gebruikt. Het ballastwater moet voor het lozen worden gezuiverd om te voorkomen dat zeeorganismen uit de ene regio worden overgebracht naar een ander gebied. Ook modder, dat mee



-Figuur 15- Ballaststelsel



-Figuur 16- Vuilwaterzuivering



-Figuur 17- Vacuüm afvalwatersysteem

kan komen bij het innemen van ballastwater, moet regelmatig uit de ballasttanks worden verwijderd.

■ BRANDBLUSSYSTEMEN

De meeste schepen gaan verloren door brand. Daarom wordt er wordt er veel aandacht besteed aan de brandblusvoorzieningen. Deze bestaan uit ten minste drie pompen, waarvan er één buiten de machinekamer moet zijn opgesteld. Er wordt vaak een combinatie met ballastwaterpompen gemaakt. Er zijn ten minste hydranten op het dek gemonteerd en brandslangkasten in de accommodatie. Accommodaties worden steeds vaker voorzien van een sprinklerinstallatie, bijvoorbeeld op ferry's. De machinekamer is voorzien van een CO₂-brandblussysteem. Dit betekent dat ventilatieopeningen etc. bij brand automatisch worden afgesloten.

■ AFVALWATER

Aan boord van de grote schepen is een complete afvalverwerkingscentrale aanwezig. Het lozen van vuilwater buitenboord is in vrijwel alle havens verboden. Voor het vuilwater is boven een bepaald tonnage dan ook een vuilwatertank en/of een waterzuiveringsinstallatie verplicht. Soms wordt het grijswater separaat gezuiverd, gedesinfecteerd en gebruikt als bijvoorbeeld dekwaswater.

Voor het verzamelen van afvalwater wordt vaak een vacuümsysteem gebruikt. Dit is ongevoelig voor afschot, kan makkelijk om obstakels worden gelegd, vraagt weinig water bij toiletspoeling en wordt aangelegd met kleine diameters.

■ MATERIALEN OVERIGE SYSTEMEN

Veel systemen worden uitgevoerd in stalen

buis. Voordelen van staal zijn de lage prijs, goede temperatuurbestendigheid en brandveiligheid, gecombineerd met een hoge sterkte. Nadeel is de corrosiegevoeligheid en het hoge gewicht. Daarom worden er steeds meer kunststof buizen toegepast, vooral buiten de machinekamer. IMO A753 geeft aan waar en hoe kunststof buis mag worden toegepast. Niet anders dan in landinstallaties zijn brandwerendheid, vlamvoortplanting, rookgetal, giftigheid en statische elektriciteit de voornaamste toepassingscriteria. Toepassingen zijn, behalve drinkwatersystemen, bijvoorbeeld voorgeïsoleerde koelleidingen, afvalwater-, ballast- en bilgewaterstelsystemen. De appendages die met zeewater in aanraking komen zijn al naar gelang de toepassing van gietijzer, gietstaal, brons of speciaal roestvast staal. Standaard roestvaststaal 304 en 316 is niet geschikt voor zeewater. Voor schepen met een aluminium romp zijn er aluminium appendages verkrijgbaar. Afsluiters zijn veelal zelfsluitend uitgevoerd.



-Figuur 18- Stalen, GVK- en HPE-leidingsystemen

LITERATUUR

1. Nederlands tijdschrift voor de geneeskunde 1909;53:825-6



Gezond en duurzaam verwarmen en koelen

Toepassing:
Vloerverwarming, plafond- en wandverwarming/koeling





BioClima capillaire klimaatmatten als oppervlakte afgiftesysteem zet nieuwe maatstaven en geeft verwarmen vanuit plafond, wand (d.m.v. straling) of vloer en koelen vanuit plafond of wand een nieuwe dimensie.

Door een overdrachtsoppervlak dat tot 300% groter is dan bij traditionele afgiftesystemen, kan de installatieontwerper technisch betere ontwerpen realiseren dan voorheen met traditionele systemen niet, of alleen tegen hoge meerinvesteringen, mogelijk was.

Vanwege de hoog efficiënte activering, dicht aan de oppervlakte (6 tot 10 mm), de kleine capillaire buisdiameter (ø 4,3 mm), de geringe buisafstand (20 mm) en het kleine temperatuurverschil tussen aanvoer en retour (2K), kunnen ruimten al voldoende worden verwarmd met watertemperaturen van 30/28 °C, tot ver onder het vriespunt.

Als bijkomend voordeel op het zeer hoge belevingscomfort bij toepassing van het BioClima systeem, is dat door de lage wateraanvoertemperaturen het rendement van een warmtepomp met meer dan 35% wordt verbeterd. De reactiesnelheid van het BioClima systeem bedraagt slechts 6-15 minuten. Dit geldt ook bij toepassing als vloerverwarming. En niet 4 uur, zoals gebruikelijk bij traditionele vloerverwarmingssystemen.

Voor behaaglijkheid en een superieur comfort kiest u voor BioClima. Meer voordelen en informatie: www.BioClima.nl

Navos Klimaattechniek B.V.
Kleveringweg 20, 2616 LZ Delft
T: 015 - 215 37 28
W: www.BioClima.nl
E: Navos@Navos.nl

Winnaar
Innovatieprijs
ENERGIE2009
DE VERBEURERS VOOR OPTIMAAL BESPREKEN



Partner 
Duurzaam Gebouwd