

# Roest van binnenuit

een onderschat probleem

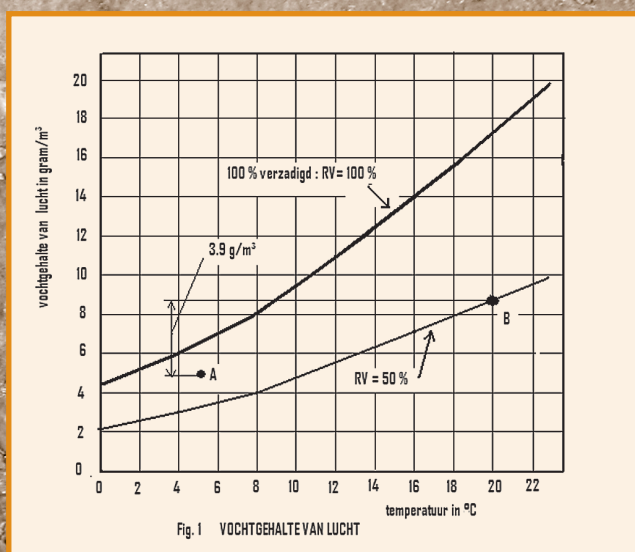
Erick Takes

De laatste jaren komen er steeds meer berichten over ernstige roestvorming op de binnenkant van het vlak. Soms is dit zo ernstig, dat het vlak los van de spanten gedrukt wordt en dat een nieuw vlak ingezet moet worden.

Veel schepen zijn in de jaren zeventig ingetimmerd. Hierbij werd de binnenkant van het schip meestal geconserveerd met een vlakkenvet of conserveerolie, zoals dit in vroegere tijden gebruikelijk was. Bij het intimmeren werd er vaak geen rekening gehouden dat deze wijze van bescherming niet het eeuwige leven heeft. Dus vaste vloeren, vaste zijwanden etc. Nu, na twintig tot dertig jaar, blijkt dat dit een misverstand is. Door condensatie van water, dat zich op het vlak verzamelt, wordt de conserveerlaag aangetast, waardoor toch roest ontstaat.

Vroeger werd hier wel degelijk rekening mee gehouden en werd circa eens in de 10 jaar de buikdenning gelicht en het vlak geschraapt en opnieuw geolied of geteerd.

In een artikel van Peter Fokkens (Spiegel der Zeilvaart 2002 nr. 10) wordt dit probleem nader beschreven. In dit artikel willen wij ingaan op de oorzaken van condensvorming, de beperking hiervan en beschermende coatings voor de binnenkant van het vlak.





**Om een indruk te geven van de hoeveelheden waar het om gaat gaan we uit van een voorbeeld:**

**Het gaat om een scheepje van 20 meter, inhoud woning 100 m<sup>3</sup> en bewoond door 1 persoon. De vochtproductie van deze huishouding wordt bij 70% aanwezigheid aan boord als volgt geschat:**

Activiteit	Liter vocht per dag
1 persoon (adem, zweet)	1,0
koken (verdamping)	0,3
gas (koken)	0,3
gas (verlichting)	0,2
was drogen (2 l/week)	0,3
schoonmaken, natte cel	0,5
<b>totaal</b>	<b>2,5</b>
In een winterperiode (5 maanden) wordt er dus $150 \times 2,5 = 375$ liter water geproduceerd!	

### Hoe krijg je dit eruit

De lucht in de woning kan bij 20° C maximaal 1,7 liter water bevatten en bij 5 °C slechts 0,6 liter. Dit wil zeggen dat als er geen ventilatie zou zijn, alle overige vochtproductie als condens zal neerslaan en uiteindelijk op het vlak terecht zal komen. Er moet dus geventileerd worden!

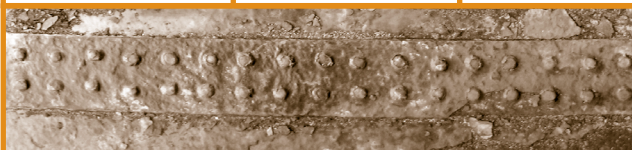
Om de hoeveelheid benodigde ventilatie te bepalen moeten we een aantal dingen aannemen

- Buitentemperatuur 5 °C, 75% RV (relatieve luchtvochtigheid, zie A in fig. 1);
- Kamertemperatuur 20°C, 50% RV (standaard voor airconditioning, zie B in fig. 1);
- Temperatuur huid en vlak 5°C.

Om de geproduceerde hoeveelheid vocht op te nemen maken we gebruik van het feit dat de buitenlucht, na verwarming tot 20° C, voldoende droog is zodat vocht kan worden opgenomen. In dit geval is dit 3,9 g/m<sup>3</sup> (zie grafiek fig. 1) Om 2,5 liter water te kunnen opnemen moeten we per etmaal 640 m<sup>3</sup> ventilatielucht verplaatsen. In ons voorbeeld verzorgt de oliekachel (3 kW op lage stand) 460 m<sup>3</sup> luchtverversing per etmaal. De rest (180 m<sup>3</sup>) moet dus van natuurlijke of geforceerde ventilatie komen. Bij een CV installatie, waarbij de ketel in de machinekamer staat, zou de gehele 640 m<sup>3</sup> al dan niet geforceerd geventileerd moeten worden door een ventilator, luchthapper of iets dergelijks.

Om een indruk te geven van de ordegrootte: in watersportwinkels worden dekventilatoren geleverd, die zijn gebaseerd op een PC-ventilator, vermogen 3 W en capaciteit 70 m<sup>3</sup>/uur (1700 m<sup>3</sup>/etmaal). Deze ventilator zou voldoende zijn voor de gemiddelde vochtproductie in het voorbeeld. Voorkomen we hiermee condensatie op de huid en het vlak? Nee, want als de lucht uit de woning door de kieren in de betimmering de huid bereikt, krijg je condens beneden 9° C (zie grafiek fig. 1). De hoeveelheid condens hangt af van de luchtdoorlaatbaarheid van de betimmering! Dit zal hieronder verder worden uitgewerkt.

Ventilatie, winter m <sup>3</sup> per etmaal	Luchtvochtigheid in woning in %	Condens per liter
460 (oliekachel)	60	50
640	50	28
1090	40	8
1560	35	0



### De invloed van ventilatie op de hoeveelheid condens

In het bovenstaande voorbeeld blijkt uit waarneming na een winter ongeveer vijftig liter water op het vlak te staan. Dit is 2,5 mm water op een oppervlakte van 20 m<sup>2</sup> wat neer komt op 0,33 liter per etmaal. Nemen we aan dat de ventilatie alleen van de oliekachel zou komen, dan kan worden berekend, dat de relatieve vochtigheid in de woning zou moeten stijgen naar 60% om de vochtproductie te kunnen afvoeren. Per m<sup>3</sup> kan hieruit bij 5 °C vier gram condens ontstaan. De luchtcirculatie langs de huid moet dan 80 m<sup>3</sup> per etmaal zijn. Hieronder wordt aangegeven wat de invloed is van vergroting van de ventilatie van de woning.

We zien hieruit dat ventilatie wel effect heeft, maar dat condens alleen voorkomen kan worden als de lucht in de woning onaangenaam droog is. Het is dus beter om te zorgen dat de lucht uit de woning de scheepshuid niet kan bereiken. In het volgende hoofdstuk zullen wij nader ingaan op constructieve maatregelen om dit te bereiken.

NB. Alle getallen in bovenstaand voorbeeld zijn bij benadering en gebaseerd op een éénpersoonshuishouding. Voor een gezin en voor charterscheepen zijn de geproduceerde hoeveelheden vocht aanzienlijk groter en zullen dus ook de ventilatiehoeveelheden dienovereenkomstig moeten worden vergroot! Daar waar in korte tijd veel vocht ontstaat, is aparte (gerichte) afzuiging aan te bevelen. Grofweg kan worden

aangenomen, dat elke liter water 30 tot 60 m<sup>3</sup> ventilatielucht zal vragen.

Wanneer de buitenlucht en vochtigheid van 90% respectievelijk 100% heeft in plaats van de hierboven aangenomen waarde van 75%, moet de ventilatie hoeveelheid 1,5 tot 2 maal zo groot worden.

### Vochtvreters

De meeste vochtvreters berusten op de wateropname van hygroscopisch materiaal. Ze zijn in de handel verkrijgbaar bij bouwmarkten bijvoorbeeld, maar een goedkopere oplossing is een zak strooizout (gratis bij Gemeentewerken) boven een emmer. De opnamesnelheid is echter laag en zeker niet genoeg in ruimtes waar geleefd wordt en dus dagelijks vele liters water worden geproduceerd. Naar onze mening kunnen vochtvreters alleen toegepast worden in slecht geventileerde ruimtes, waar geen of weinig vocht geproduceerd wordt (dus waarin niet geleefd wordt) zoals vooronder, ruimtes onder verhoogde vloer en dergelijke.

### Luchtontvochtigers

Deze bestaan uit een koelelement, waarlangs middels een ventilator de lucht in de woning wordt gecirculeerd. Vocht condenseert op het element en wordt opgevangen. Ze zijn verkrijgbaar in capaciteiten tot 10 tot 20 liter per etmaal. De ontvochtiger wordt normaliter afgesteld op een aangenaam klimaat bijvoorbeeld 50% RV. We hebben hierboven gezien, dat er dan nog steeds condensatie langs de koude scheepswand optreedt. Deze oplossing heeft dus alleen zin, als de woning zelf te vochtig is en onvoldoende ventilatie mogelijk is. Ventileren is veel goedkoper.

### Schrootjes

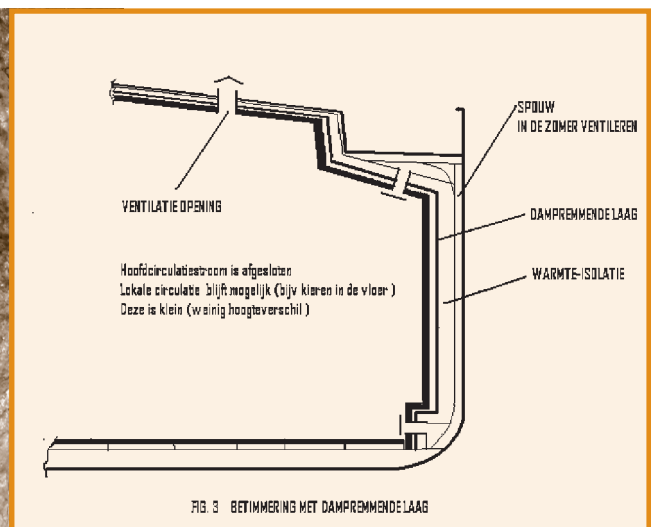
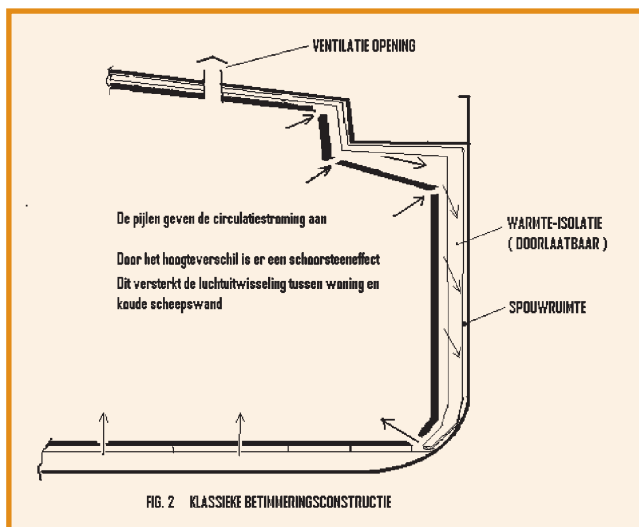
De klassieke betimmeringsconstructie uit de jaren 70 bestaat meestal uit schrootjes, isolatie tussen de spanten, geen dampremmende laag. Via kieren in de betimmering kan de lucht uit de woning de huid bereiken. Door afkoeling van de lucht achter de betimmering ontstaat een schoorsteen-effect waarbij de lucht vanaf de den tot aan

het vlak verticaal naar beneden stroomt (fig. 2) en steeds van boven aangevuld wordt. Wanneer de betimmering grote kieren vertoont, komt een groot deel van de vochtige lucht uit de woning in aanraking met de scheepshuid voordat hij is weggeventileerd. In de woning lijkt het klimaat aangenaam, want de huid van het schip werkt als een condensdroger. Uit het voorafgaande hebben we gezien, dat dit in het ergste geval kan leiden tot honderden liters condens. Naarmate de betimmering minder openingen heeft wordt de condens hoeveelheid kleiner. In het hierboven behandelde voorbeeld is een schrootjesbetimmering aanwezig en staat elke winter tientallen liters water op het vlak dat in de zomer weer verdampt. Het is te verwachten dat een betimmering van plaatmateriaal - mits zonder kieren - betere resultaten geeft.

### Dampremmende laag

Door het aanbrengen van een dampremmende laag (bijv. plastic folie, figuur 3) tussen de betimmering en de isolatie wordt de circulatiestroming sterk verminderd, omdat de kieren in de betimmering door deze laag afgesloten worden en daarmee dus ook de condenshoeveelheid op de huid. Het doortrekken van de dampwerende laag onder de vloer is niet aan te bevelen omdat het vlak niet meer te inspecteren is. Beter is het de kieren in de vloer zoveel mogelijk te beperken.

De ventilatie in de woning moet nog steeds voldoende zijn om de geproduceerde hoeveelheid vocht te verwijderen, anders zal condensatie op de wanden van de woning zelf optreden. Het verminderen van de circulatiestroming tussen woning en 'spouw' geeft weliswaar minder condensatie op de scheepshuid, het verhindert echter ook de verdamping van eventueel gevormde condens. Daarom is het aan te bevelen ventilatieluiken aan te brengen die in de zomer kunnen worden geopend en in de winter luchtdicht gesloten zijn. Het is hierbij van belang, dat alle vakken met elkaar in verbinding staan. Mogelijkheden hiervoor zijn langsscheepse ventilatiekanalen onder de gangboorden en/of in de kimmen (zie fig. 3), maar ook een verhoogde vloer (fig. 4) en/of afstand tussen isolatie en spanten in de zijden.



### Geventileerde spouw

Door de spouwruijnte bij de sloopshuid en de woonruimte luchtdicht van elkaar te scheiden zijn ze ieder apart geventileerd (fig.4). Deze oplossing is waarschijnlijk de beste om condens op het vlak te verminderen, maar constructief ook de meest ingewikkelde. Er moeten ook verzamelkanalen worden aangelegd, die met elk vak tussen de spanten in verbinding staan. Deze moeten worden aangesloten op ventilatieopeningen naar de buitenlucht. De constructieve uitvoering hiervan moet verhinderen, dat regen- of buiswater naar binnen komt, zo nodig moet de opening afsluitbaar zijn. De openingen kunnen bijvoorbeeld worden geplaatst onder bolderkasten, waar ze niet al te veel opvallen.

Andere mogelijkheden zijn een mastkoker met holle wangen, onder het stuurwerk, openingen in de den met zwamhalskanaal aan de binnenkant.

Onder die omstandigheden dat aan de buitenkant van de huid condensatie optreedt, kan dit theoretisch ook aan de binnenkant voorkomen, immers de spouw is op de buitenlucht aangesloten. Het gaat hier echter om kleine hoeveelheden, veel minder dan de hoeveelheid aan de buitenkant, omdat de luchtverversing in de spouw veel minder is dan aan de buitenkant. De condens heeft ook weer de gelegenheid te verdampen bij drogend weer.

### Geforceerde ventilatie

Bij de betimmeringsconstructies in de figuren 3 en 4 kan in principe de spouw geforceerd worden geventileerd, ook in de winterperiode. We hebben al eerder gezien, dat dit in de winter nooit met lucht uit de woning mag gebeuren, omdat deze te vochtig is. Geforceerde ventilatie zou dan juist leiden tot condens. Hoe is de situatie als je buitenlucht gebruikt? Boven de waterlijn zal er geen probleem zijn, zolang er buiten geen condens is. Wanneer echter de watertemperatuur lager is dan de buitenluchttemperatuur, kan onder de waterlijn wel condensatie optreden. Dit hangt af van de luchtvochtigheid. Bij een temperatuurverschil van respectievelijk 1, 2, 3, en 4° C moet de luchtvochtigheid lager zijn dan 93%, 87%, 80% en 75% om condensvorming op het vlak en de kinnen te voorkomen. Je moet dus

wel zeer drogend weer hebben om profijt te hebben van geforceerde ventilatie en de actuele luchtvochtigheid opvragen op een weersite.

### Betimmeringsconstructies

Hierboven hebben we gezien, dat de klassieke (luchtdoorlatende) betimmering de grootste hoeveelheid condens op de sloopshuid oplevert. Het aanbrengen van een dampremmende laag geeft een grote verbetering, maar vereist ventilatieopeningen, die in de zomer open staan en in de winter gesloten zijn. De kleinste hoeveelheid condens op de sloopshuid wordt bereikt bij een afzonderlijk geventileerde spouw. Het is te verwachten dat minder condens een langere standtijd van de beschermende coating oplevert. We moeten er echter rekening mee houden, dat er toch water op het vlak kan komen, niet alleen door condens, maar ook door bijvoorbeeld lekkage van leidingen. De klassieke conserveermiddelen hebben een beperkte standtijd (5 tot 10 jaar), daarna begint het roestproces. Welke constructie ook wordt toegepast, er blijft een noodzaak van inspectie en onderhoud van het vlak. Minder condens betekent alleen een lagere onderhoudsfrequentie. Constructief betekent het, dat de vloeren demontabel moeten zijn, zodat het gehele vlak en bij voorkeur ook de kinnen bereikbaar zijn.

### Coatings

Hieronder verstaan we zowel verven als olie- en vetlagen. Bij nieuwbouwschepen wordt meestal gebruik gemaakt van epoxycoatings. Deze hebben een lange standtijd, ook in natte omgeving. Voor een goede hechting is echter vereist dat het staal blank gestraald is. Sommige fabrikanten claimen dat hun product ook op licht roestig oppervlakken kan worden aangebracht. Oude verflagen dienen echter wel verwijderd te worden en het oppervlak moet grondig worden ontvet. Op schepen waar al vlakkenvet aanwezig is, is dit een zeer omslachtige procedure, zeker wanneer betimmering aanwezig is. Bovendien is het de vraag of de coating de kieren tussen het vlak en de spanten (kattesporen) bereikt, daar waar roestvorming de meest desastreuze effecten kan hebben zoals los drukken van de klinknagels.

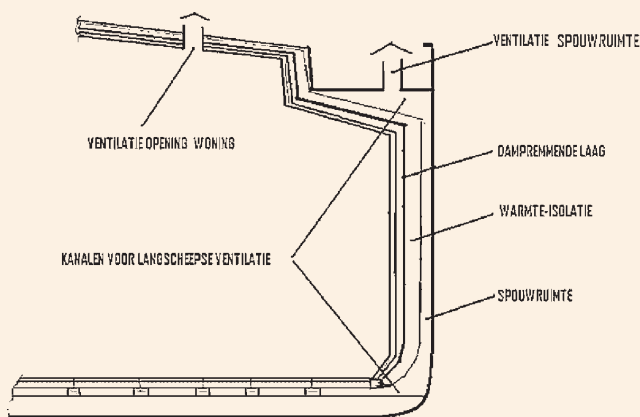


FIG. 4 BETIMMERING MET APART GEVENTILEERDE SPOUW



Daarom lijkt voor bestaande en ingebouwde schepen de keus meestal beperkt tot olie- en vetachtige producten.

### Conserveerolie en vlakkenvet

Verschillende fabrikanten bieden conserveeroliën en vetten aan op basis van minerale olie. Een voorbeeld hiervan is Tenco Antirust Compound, dat zowel in vloeibare als in vaste vorm wordt geleverd. De meeste producten moeten op een droge ondergrond worden aangebracht, die vrij is van vuil en roest. Ook roestkoeken, die vast lijken te zitten, moeten worden weggebikt. De olie is gemakkelijk aan te brengen en trekt ook tussen de spanten en het vlak. De vetten kunnen in een dikkere laag worden aangebracht maar moeten verwarmd worden om ze in de kieren te laten kruipen. Het vloeien van het vet kan bevorderd worden door, het na het aanbrengen, te verhitten met een dakdekkersbrander. Pas op voor brand en vermijd condensatie van vocht uit de brander op nog niet behandelde delen van het vlak. Vetten hebben een langere standtijd dan oliën wegens de grotere laagdikte. Te overwegen is om olie gebruiken voor het bereiken van de kieren en na drogen van de film, na ongeveer 1 jaar, een laag vlakkenvet aan te brengen voor het verkrijgen van voldoende laagdikte. Kostenindicatie: olie € 1/m<sup>2</sup>, vet € 2/m<sup>2</sup>.

### Waterverdringende conserveeroliën en -vetten

Voor ballasttanks in schepen wordt ook wel conserveerolie gebruikt met waterverdringende eigenschappen. Deze kan op een licht vochtige ondergrond worden aangebracht. De lage oppervlaktespanning van deze producten zorgt ervoor dat ze tussen het aanwezige vocht en het metaaloppervlak kruipen. Dit lijkt voor de binnenkant van het vlak ideaal, vooral omdat het coaten ook in de winterperiode zou kunnen gebeuren, wanneer er condens op het vlak zit. Vrij water moet echter wel worden verwijderd, dus condens afdeppen. De firma Fluid Film levert dergelijke producten, die zijn gebaseerd op wolvet. Voor zeer roestige oppervlakken wordt eerst een behandeling met een dunne olie (Liquid A) aanbevolen, die onder de roest dringt tot op het blanke metaal en vocht verdringt om een dunne vette laag achter te laten. Ter verlenging van de standtijd wordt een nabehandeling met een vetachtig product (Liquid AR) aanbevolen. Op deze manier zou een standtijd van 10 jaar bereikt worden. Kostenindicatie: 1,5 à 4 €/m<sup>2</sup>.

### Combinaties van olie en aluminiumverf

Hierbij is het principe dat de roest geïmpregneerd wordt met een sterk penetrerende olie, die daarna wordt afgedekt met een dichte en stabiele verflaag. Voor het impregneren zijn laagmoleculaire oliën het meest geschikt. Voorbeelden zijn Owatrol en (veel goedkoper) visolie. Voor het afdekken is aluminiumverf het meest geschikt, omdat de overlappende aluminiumplaatjes in de verf zorgen voor een minimum aan poriën. Aan de visolie kan 20% gekookte lijnolie worden toegevoegd voor betere droging. Na drogen overschilderen met aluminiumverf op vinyl-, chloorrubber-, of bitumenbasis. Alternatief kan de afdeklaag direct na het intrekken van

de visolie worden aangebracht, maar dan moet deze wel op alkydharsbasis zijn.

### Andere producten

Vanouds worden allerlei soorten olie gebruikt. Veel genoemd wordt cilinderolie, of ruimolie. Er is geen reden om aan te nemen dat deze producten beter of slechter zijn dan in de handel aangeboden conserveerolie. Wat in iedere geval niet gebruikt moet worden is afgewerkte olie omdat deze zuren kan bevatten. Een wellicht vergeten maar interessante optie is cementverf. Zie het artikel van Siemon Medema in Bokkepoot 174.

### Conclusies en aanbevelingen

De woning moet voldoende geventileerd worden, anders zal condens neerslaan, hetzij op de huid, hetzij op de betimmering. Er is geen coating, die levenslang stand houdt. Standtijden van 3 tot 10 jaar worden door de fabrikanten aangegeven. In de praktijk lijkt dit mee te vallen, zeker voor de staande delen, maar daar waar water kan blijven staan is regelmatig inspectie en onderhoud nodig.

Voor een jaarlijkse inspectie of het vlak nat of droog is, zijn enkele losse vloerpanelen of inspectieluiken (op de plaatsen waar water blijft staan) voldoende. Als het vlak echter nat blijkt te zijn, dan is binnen afzienbare tijd verdere inspectie en onderhoud nodig, omdat uit de praktijk blijkt dat de conditie over het hele vlak sterk kan variëren. Zo kan een op het oog nog goede coating los zitten, omdat hij in het verleden over een dikke roestlaag is aangebracht. Daaronder kan het roestproces gewoon verder gaan. Hiertoe moet de gehele vloer demontabel zijn. Dit geldt bij voorkeur ook voor de ruimte in de kinnen boven de trimvullingen.

Voor bestaande schepen komen in de praktijk alleen olie- en vetachtige coatings in aanmerking, omdat deze het best hechten op een roestig oppervlak.

Niet waterverdringende conserveerolie kan niet in de winterperiode worden aangebracht wegens condens op het vlak. Met waterverdringende producten kan dit wel. Dit kan interessante voordelen opleveren.

De betimmeringsconstructie bepaalt in belangrijke mate de hoeveelheid condens op de scheepshuid en daarmee de standtijd van de coating. Door de in het voorgaande beschreven constructieve maatregelen toe te passen, zoals een dampremmende laag en geventileerde spouw, kan de condenshoeveelheid op het vlak worden verminderd. Dit leidt tot minder onderhoud. Voor veel scheepseigenaren zal deze informatie geen goede boodschap zijn. Het gaat om regelmatig smeren of verbouwen. Dit is een vervelend dilemma, maar als je lang wacht moet je aan een nieuw vlak. Afgezien van de hoge kosten (ordegrootte € 30.000 tot 50.000) is ook je woning een tijdlang onbruikbaar!