

# Het schip gaat zolang te water tot het doorroest

Kris De Baere, Geert Potters & Helen Verstraelen

Hogere Zeevaartschool, Noordkasteel-Oost 6, 2030 Antwerpen; k.de.baere@telenet.be

Hoe oud wordt een schip? De vraag lijkt eenvoudig, het antwoord is dat allerm minst. Net als bij mensen kan het met de levensverwachting van een schip alle kanten uit. De Vasa zonk in 1628 na een eerste zeereis van minder dan 1 mijl. De Titanic vertrok op 10 april 1912 voor haar "maiden trip" om nauwelijks vier dagen later een fatale botsing met een ijsberg te ondergaan. Daartegenover staat het passagiersschip de M/V Medina, gebouwd in 1914 en vandaag, met meer dan 95 jaar op de teller, de oudste actieve oceaanstomer.

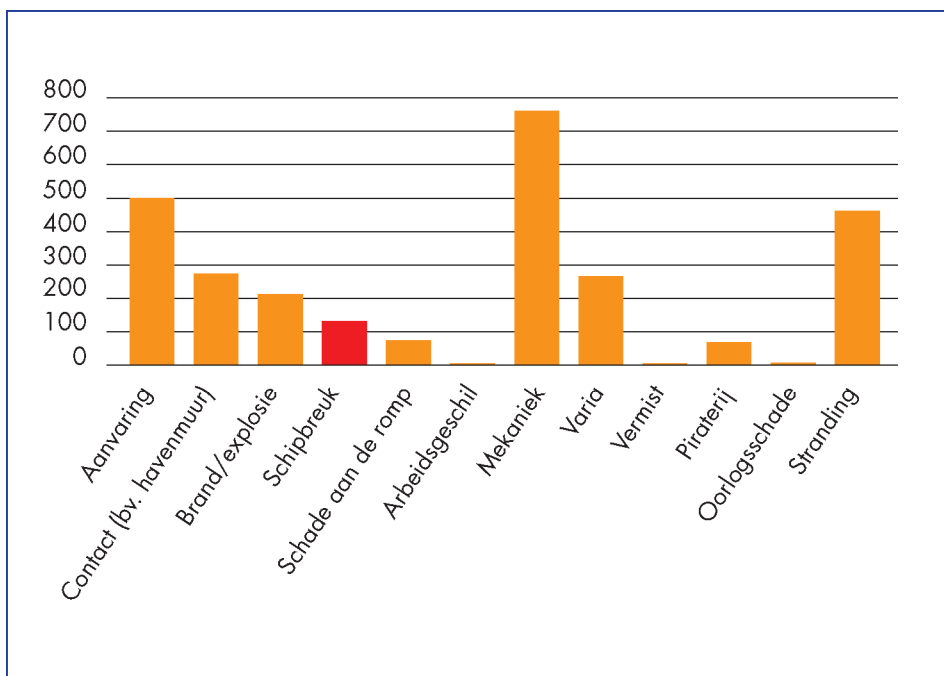
## Een bijna menselijk aftakelingsproces

Schepen komen op een bijna menselijke manier aan hun einde. Ze sterven een natuurlijke dood door aftakeling of sneuvelen bij een ongeval. Slechts zelden leidt een ongeval tot het zinken van een vaartuig: in 2008 was dit - op een totaal van 2910 ernstige incidenten - slechts voor 150 schepen het geval (figuur boven). Bovendien blijkt scheepvaart, ondanks het stijgend aantal schepen, steeds veiliger te zijn geworden (figuur onder). Als verder varen niet meer rendabel is of herstelling na een ongeval economisch niet te verantwoorden, is het schip klaar voor afbraak.

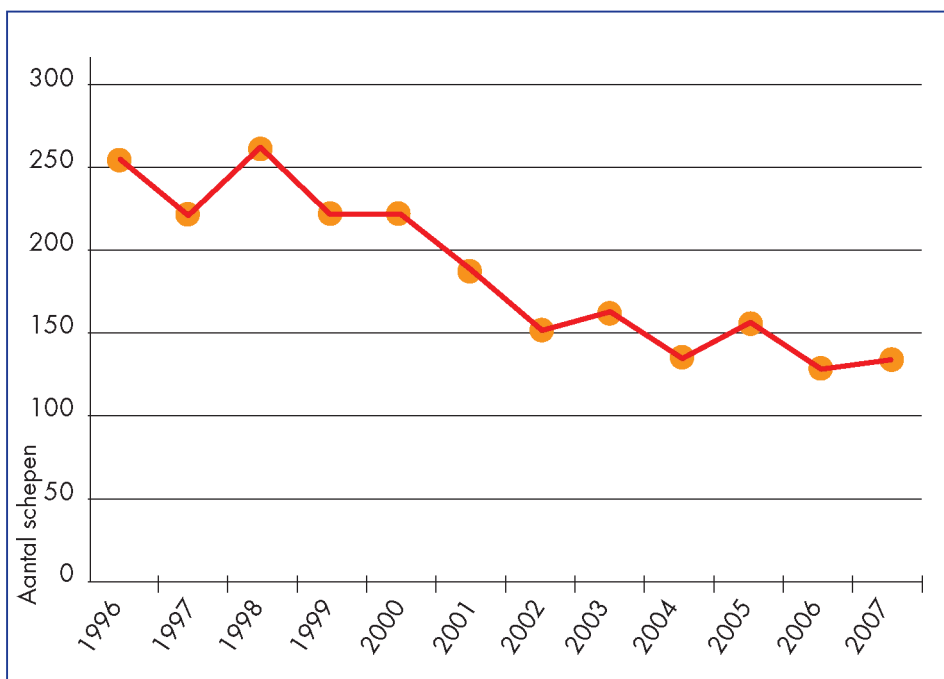
Tot 2000 bleven schepen gemiddeld 26 jaar actief, een cijfer dat daarna vrij snel is toegenomen tot 32 jaar. Kleine schepen (van 500 tot 1499 bruto tonnenmaat of BT) gaan langer mee dan grote schepen en bulk carriers worden doorgaans sneller afgebroken dan tankers en cargo schepen (zie fig. p.13). De situatie vanaf 2003 moet als uitzonderlijk beschouwd worden en is veroorzaakt door de uitfasering van enkelwandige tankers als gevolg van de ongevallen met de Exxon Valdez, de Erika en de Prestige.

## Van ijzeren mannen op houten schepen naar ijzeren mannen op ijzeren schepen

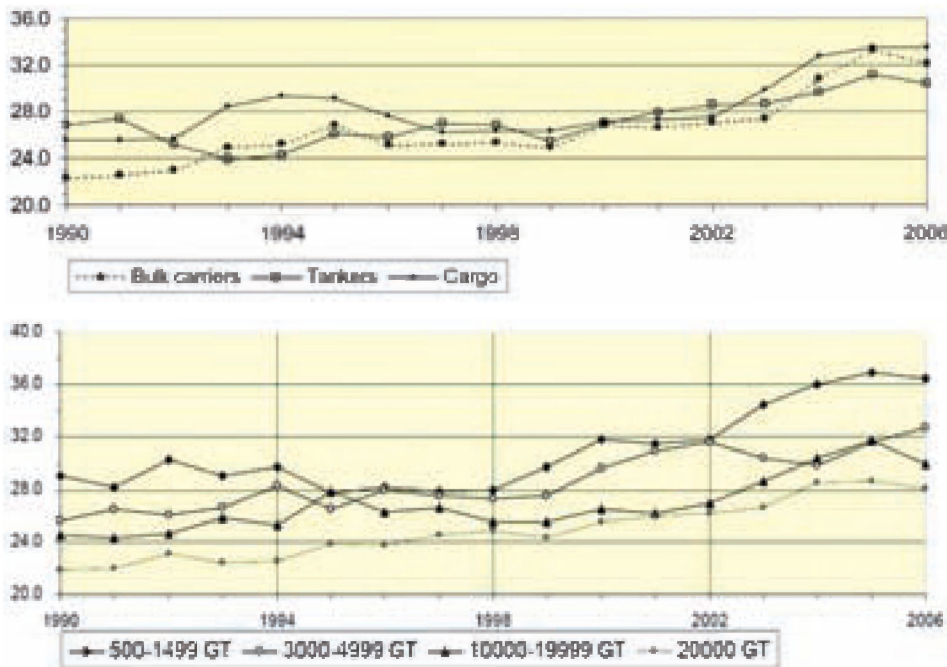
Schepen ondervinden dag in dag uit de gevolgen van een vijandige omgeving van zon, neerslag, vochtigheid en zout. De bescherming van het onderwatergedeelte van een schip is dan ook sinds jaar en dag een constante bezorgdheid. De materiaalkeuze voor de bouw en bescherming van een



■ Bij slechts 150 van de 2910 ernstige scheepsongevallen in 2008 was er sprake van het zinken van het schip (Lloyds MIU: [www.lloydsniu.com/lmiu/casualties/index.htm](http://www.lloydsniu.com/lmiu/casualties/index.htm))



■ Het aantal schepen dat jaarlijks verloren gaat, wordt steeds kleiner ([www.marisee.org/shippingfacts/safety/reduction-ship-losses.php](http://www.marisee.org/shippingfacts/safety/reduction-ship-losses.php))



■ De gemiddelde levensverwachting van een schip (> 499 gigaton of GT) tussen 1990 en 2006, naar scheepstype (boven) en naar grootte (onder) (Mikelis 2007)

schip lijkt wel eindeloos en varieert van hout, cement, leer, rubber, glas, plaaster tot het metaal van de hedendaagse koopvaardij-schepen. Toch mag het gebruik van metaal niet als een innovatie van de twintigste eeuw worden aanzien. Al in de oudheid vertelt Ateneus hoe het schip van Archimedes werd bijeen gehouden door koperen bouten en hoe de bodem bedekt was met lood. En ook in de 17<sup>de</sup> en 18<sup>de</sup> eeuw werd lood, met wisselend succes, aangewend om scheepsrompen te beschermen. Het galvanische effect zorgde er echter voor dat andere metalen onderdelen van het schip op mysterieuze wijze verdwenen. Zo beklagden Sir John Narbourough en Sir John Kempthorne er zich in 1677-78 over dat de roerijzers van de “Plymouth” en de “Dreadnought” - waarmee het middeleeuwse roer draaibaar werd opgehangen - zodanig weg gecorrodeerd waren dat het onveilig was om met het schip naar zee te vertrekken.

De overgang van hout naar metaal als primair scheepsbouw materiaal gebeurde niet van vandaag op morgen. Hout is in wezen een materiaal dat beter bestand is tegen zeewater dan ijzer. Meer nog, zout fungeert als een natuurlijk biocide en verlengt de levensduur van houten schepen. De overgang naar metalen schepen werd dan ook vooral ingegeven door een toenemend tekort aan geschikt hout na de grote brand van London in 1666 en door de noodzaak aan een sterker materiaal, dat zou toelaten om grotere schepen te bouwen. Ook het militaire aspect - metaal is beter bestand tegen kanonskogels dan hout - is in deze niet onbelangrijk. In eerste instantie werden daarbij houten constructieonderdelen vervangen door metalen. Een belangrijke ontwikkeling hierbij is de uitvinding van het “puddle

proces” door Henry Cort in 1784, dat toestond om op een makkelijke manier minder broos smeedijzer te maken. In 1822 werd de kiel gelegd voor het eerste schip met een geheel ijzeren romp. Hier, bij de Horsley Iron Works in Tipton (Staffordshire, Engeland) zag de “Aaron Manby” het levenslicht, als een soort marketingstunt om de voordelen van ijzer boven hout als scheepsbouw materiaal aan te tonen. Het eerste ijzeren schip door Lloyds geïnclassificeerd is de “Ironsides” (what’s in a name) in 1838. Een militaire tussenstap waren de “Ironclad” oorlogsschepen waarbij de houten romp bekleed werd met een metalen schild dat vooral een defensieve functie had. De eerste zeegaande Ironclad was de Franse “La Gloire”, te water gelaten in 1853. Deze schepen werden met stoom aangedreven en haalden een snelheid van 13 knopen.

Al snel werd duidelijk dat die extra stevigheid ook een prijs had. De “Great Eastern” was een voor zijn tijd kolossaal metalen stoomschip dat in 1857 gebouwd werd door de Britse ingenieur Isambard Kingdom Brunel. Het schip werd uitgerust met een dubbele romp, waarbij er 90 cm afstand tussen de twee platen gelaten werd. Het schip was verder onderverdeeld in 16 waterdichte compartimenten die zinken praktisch onmogelijk maakten. Het afbreken van dit schip vergde zoveel arbeid dat dit bijna het failliet van de breekwerf tot gevolg had (1888-1890). En dan was er natuurlijk nog het roesten van het scheepsstaal in de zilte omgeving. Zelfs bij regelmatig schilderen is de levensduur van een schip beperkt tot ongeveer 25 jaar en dit vooral door structurele corrosie.



■ Het houten schip van farao Cheops overleefde 4000 jaar probleemloos dankzij de droge atmosfeer van het graf waarin het al die tijd opgesloten lag (wikimedia)

## Corrosie, het bruinrode gevaar

Wanneer ijzer wordt blootgesteld aan de buitenlucht gaat het geleidelijk over in een bruin, poreus product: roest. Ook veel andere metalen worden op soortgelijke wijze aangetast. Dit proces heet corrosie. Meer in het algemeen is corrosie elke ongewenste aantasting van een materiaal dat aan de oppervlakte begint. Voorbeelden zijn het roesten van staal en afbraakverschijnselen van kunststoffen en keramische materialen. Het corrosieproces wordt door allerlei factoren beïnvloed. Staal, ondergedompeld in zee-water, wordt blootgesteld aan een complex mengsel van o.a. zouten, opgeloste gassen, verschillende micro-organismen. Al deze elementen samen, of afzonderlijk, kunnen het corrosieproces aanzienlijk versnellen. Daarnaast zijn nog tal van andere chemische en fysische factoren van belang voor de corrosiesnelheid: de aan- of afwezigheid van een beschermlaag of coating, de gebruikte materialen, de temperatuur, de vochtigheid, het zuurstofgehalte, het zoutgehalte, de zuurtegraad, de atmosferische druk, de stroomsnelheid, de geleidbaarheid van het water, enz... Komt een combinatie van dergelijke factoren voor, dan ontstaat een uiterst corrosief milieu. Een dergelijke agressieve omgeving is terug te vinden in de ballasttanks aan boord van een schip.



## Het corrosieproces verder uitgediept

Ijzer wordt in de natuur gevonden onder de vorm van ijzererts. Ijzererts bestaat voornamelijk uit de ijzeroxides  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . In een hoogoven wordt ijzer, door toevoeging van hitte en een reductans (meestal koolstof, C), in zijn zuivere vorm uit de oxides gereduceerd, volgens de chemische reactie:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} > 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ . Hierdoor bevinden de ijzeratomen zich op een hoger, minder stabiel, energieniveau en willen ze dit overschot aan energie kwijttraken door opnieuw te oxideren, lees, elektronen af te staan, tot  $\text{Fe}^{2+}$  en  $\text{Fe}^{3+}$ . In mensentaal noemen we dit roesten.

De meest voorkomende vorm is galvanische corrosie. Het proces is te vergelijken met wat zich afspeelt in een batterij. Galvanische corrosie treedt op wanneer twee metalen of legeringen met een potentiaalverschil van minstens 50 mV in direct contact staan met elkaar en met een elektrolyt. Een elektrolyt is een stof waarvan de moleculen zich in ionen kunnen splitsen en die daardoor in staat is een elektrische stroom te geleiden. Zeewater is een uitstekend elektrolyt. De minst edele van de twee metalen of legeringen zal de ene elektrode of anode worden in de corrosiereactie, het meest edele de kathode. De anode zal in dit proces aangetast worden terwijl de kathode intact blijft. Om te bepalen welk metaal het meest edele is, maken we gebruik van de zogenaamde redoxpotentiaal. In de onderstaande tabel is de relatieve redoxpotentiaal van diverse metalen ondergedompeld in zeewater (met zuurtegraad 7,5) aangegeven. Deze zogenaamde galvanische reeks stelt ons in staat om te bepalen hoe metalen in dit milieu zich ten opzichte van elkaar zullen gedragen. Hoe positiever de redoxpotentiaal, des te edeler het metaal.

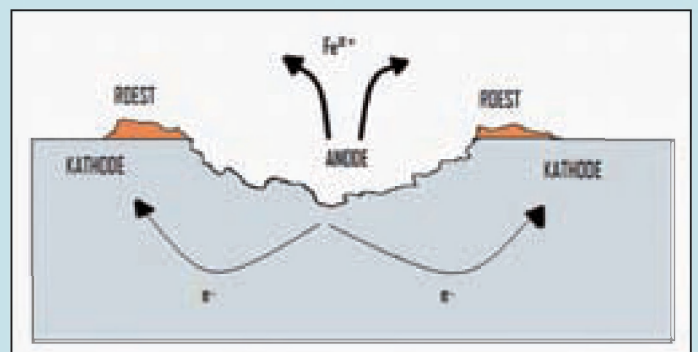
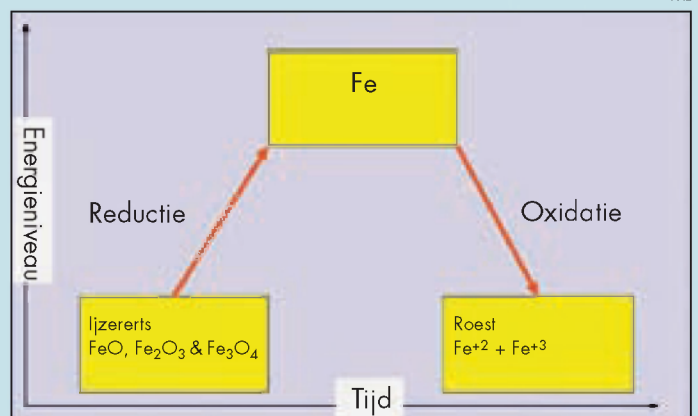
Metaal	Redoxpotentiaal (in mV)
--------	-------------------------

Zilver	+ 149
Nikkel	+ 46
Koper	+ 10
Lood	- 259
Staal	- 335
Cadmium	- 519
Aluminium	- 667
Zink	- 806
Tin	- 809

Om het galvanische verschijnsel te doen ontstaan zijn er niet altijd twee verschillende metalen nodig. Er kan ook een negatieve en een positieve pool ontstaan aan het oppervlak van eenzelfde element. Anodes en kathodes kunnen ontwikkeld worden door verschillen in het metaal zelf, door variaties in afzettingen aan de oppervlakte of door afwisseling in het elektrolyt (zie figuur)



MD



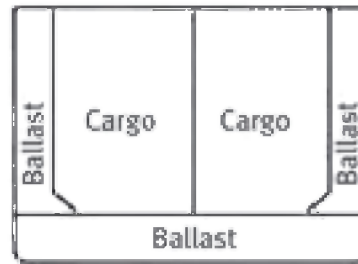


■ De ballasttanks kunnen naargelang het scheepstype, op andere plaatsen worden ingebouwd. Klassiek is de tanker met dubbele wand, met daarin de ballasttanks, zoals in aanbouw te zien op de foto (resp. NRC 1996; [www.schleswig-holstein.de/Portal/EN/Economy/Economy\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/Portal/EN/Economy/Economy_node.html))

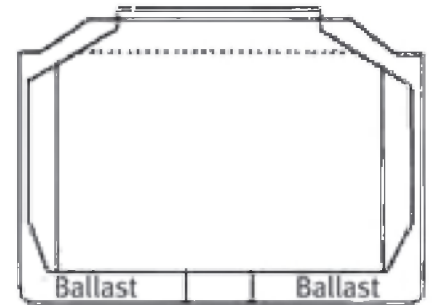
## Ballast en ballasttanks

De ballast aan boord bepaalt in belangrijke mate de zeewaardigheid van een schip. Een schip dat volledig leeg is gedraagt zich als een ballon op het water en is de speelbal van wind, stroming en zeegang. Een schip is in die toestand absoluut niet stuwbaar of stuurbaar en dus principieel zinloos en onveilig. Het schip moet een zeker gewicht ("displacement") hebben om een goede diepgang en trim (verschil tussen voor- en achterdiepgang schip) te bekomen, de interne krachten op het schip te beheersen en een degelijke stabiliteit te handhaven. Omdat een koopvaarder niet altijd geladen is en zich soms leeg dient te verplaatsen van de loshaven naar de volgende laadhaven, moet hij tijdens dit deel van de reis ballast aan boord nemen om een veilige navigatie mogelijk te maken. In de oudheid bestond deze ballast voornamelijk uit ballaststenen. Het gebruik van zeewater als ballast was een logische evolutie. Zeewater is immers in ruime mate voorradig en vooral gratis. Rest wel de noodzaak geschikte tanks op te nemen in de structuur van het schip om dit zeewater mee te voeren. De ballasttanks zelf zijn een uitvinding van de 19<sup>de</sup> eeuw. De eerste schepen die water als ballast gebruikten waren de klippers, destijds de snelste zeilschepen. Die schepen hadden midscheeps een ijzeren bak die met zeewater gevuld werd indien men nood had aan ballast. Voor schepen met permanente ballasttanks moeten we wachten tot halfweg de 19<sup>de</sup> eeuw. In 1842 ontwierp de Schot John Coutrts de "S.S. QED", het eerste schip met een dubbele bodem. De laker "Onoko" was het eerste schip met een dubbele bodem gebruikt voor het vervoer van ballast en de "Wolvin" was het eerste schip met zijdelingse ballasttanks.

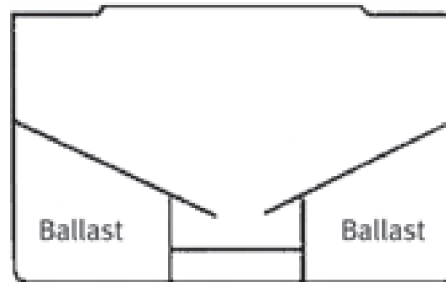
Intussen is men, voor tankers, overgestapt naar de dubbelwandige tank in een poging om bij aanvaring en strandingsverontreiniging van de omgeving door olie te voorkomen of te beperken. Rechtstreekse aanleiding tot



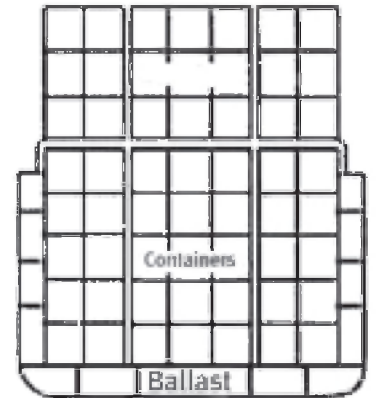
Tanker



Bulk carrier voor olie of ertsen, Panamax categorie



Bulk carrier, middenklasse



Containerschip

deze verandering in constructie was het ophefmakende ongeval met de Exxon Valdez in Alaska 1989. Toch bestaat ook vandaag geen eenvormig systeem van tanks en kan de plaats en de grootte van de ballasttanks zeer sterk uiteenlopen, naargelang scheepstype en vaargebied (zie figuren).

Reders zijn zakenmensen. Omdat ze aan boord van hun schepen natuurlijk graag zoveel mogelijk lading willen vervoeren, proberen scheepsbouwers zo economisch mogelijk om te springen met ruimte. Daarom waren ze zoveel mogelijk structurelementen uit de eigenlijke vrachtruimte, om ze onder te brengen in aangrenzende ballasttanks. Het gevolg is dat deze laatste heel ontoegankelijk en complex zijn. De wetgever, de Internationale Maritieme Organisatie (IMO), legt dan ook strikte criteria op voor de

constructie en het onderhoud van deze tanks. Het is aan de scheepsontwerper en de classificatiemaatschappijen om deze maatstaven in te passen zonder de alomtegenwoordige commerciële belangen uit het oog te verliezen.

## De achillespees van het schip

Tegelijk zijn de ballasttanks de achillespees van het schip. De wanden van een ballasttank komen voortdurend in contact met vochtigheidsgraden van bijna 100%, een zoute atmosfeer (wanneer de tank leeg is) en verhoogde temperaturen (wanneer het dek en de zijanten worden blootgesteld aan de zon). Daarnaast bestaat de tank uit een onregelmatige structuur met gelaste

## Ballasttanks en staalkwaliteit

Scheepsbouwstaal bestaat in verschillende kwaliteiten: A, B, C, D en E, waarbij klasse E de beste kwaliteit is. Sterkere staalsoorten, "high tensile steel", worden aangewend voor de opbouw van scheepsonderdelen die onderworpen zullen worden aan grotere krachten. Het gebruik van dit sterkere staal laat een belangrijke gewichtsbesparing toe. "High tensile steel" roest echter even snel als gewoon staal. Aangezien een constructie in hoogwaardig staal lichter is wordt de invloed van de corrosie immers relatief belangrijker. Het gebruik van "high tensile" scheepsstaal voor de constructie van ballasttanks is standaard geworden. De dikte van de gebruikte plaat is functie van de krachten op het betreffende onderdeel en situeert zich in de buurt van 10 à 12 mm.





■ Zicht op een moderne ballasttank, ter illustratie van de vaak moeilijke toegankelijkheid en de complexe opbouw. De openingen meten ongeveer 70 bij 100 cm (HZS)



■ Door in de ballasttanks op regelmatige en goed gekozen plaatsen blokken minder edel metaal (bv. zink of aluminium) of "opofferingsanodes" aan te brengen en die elektrisch te verbinden met de te beschermen wanden, wordt corrosie afgeremd (HZS)

versterkingen, hoeken en randen. Dit alles draagt ertoe bij dat ballasttanks een gemakkelijke prooi zijn voor corrosieprocessen. Dit is overigens zo uitgesproken dat het niet overdreven is te stellen dat de economische levensverwachting van een schip bepaald wordt door de toestand van zijn ballasttanks. De bescherming van de ballasttanks is dus van het allergegrootste belang. Op dit ogenblik zijn er drie manieren om een ballasttank te beschermen: (1) via het ontwerp van het schip; (2) d.m.v. opofferingsanodes; en/of (3) met coatings of verflagen:

#### **Via het ontwerp**

Door een goed ontwerp kan corrosie preventief gecontroleerd worden. Contact tussen metalen met een verschillend galvanisch potentieel (zie verder), plaatsen waar ongewild water blijft staan, spleten, onregelmatige of hoekige oppervlakken en moeilijk bereikbare plaatsen,... worden dus best vermeden.

#### **D.m.v. kathodische bescherming, met opofferingsanodes**

Kathodische bescherming wordt bereikt door het te vrijwaren tankoppervlak elektrisch te verbinden met een minder edel metaal. Bij onderdompeling in een elektrolyt (zoals zeewater) ontstaat immers een galvanische cel waarbij het te beschermen oppervlak de kathode wordt en intact blijft ten nadele van de nieuwe anode. Deze zogenaamde opofferingsanode (zie foto onder) zal weg corroderen en moet bijgevolg regelmatig vervangen worden. In de praktijk worden in de tank op regelmatige en wel gekozen plaatsen blokken zink of aluminium aangebracht. Om effectief te zijn moeten deze opofferingsanodes volledig onderdompeld zijn. Ze worden doorgaans pas actief na 1-2 dagen onderdompeling en hun levensduur wordt onder normale omstandigheden ingeschat op 5 jaar.

#### **Met beschermende verflagen of coatings**

Het aanbrengen van een coating of verflaag die een barrière gaat vormen tussen het metaal en het zeewater of elektrolyt, is de meest gebruikte anti-corrosiemaatregel. Belangrijk hierbij is dat de verflaag volledig sluitend en voldoende dik is (minimum 0,3 mm). Het aanbrengen van een degelijke bescherming is geen sinecure. De voorbereiding van het scheepsstaal speelt hierbij een cruciale rol. Bij aankomst op de scheepsconstructieplaats zijn de platen al voorbehandeld met een roestwerende laag (de "shop primer"). Vervolgens worden de platen gelast tot de gewenste structuur. Voor het schilderen ondergaat het staal een supergrondige reinigingsbeurt waarbij nauwgezet elk spatje vuil, vet, roest en water wordt verwijderd, desnoods met verschillende solventen. Scherpe hoeken en kanten worden afgerond tot een bepaalde kromtestraal en aansluitend wordt er gezandstraald tot een vooraf overeengekomen standaard (bv. ISO Sa 2.5).



Het schilderwerk kan enkel uitgevoerd worden bij een bepaalde vochtigheid en temperatuur. De verf mag ook niet te mager of te dik gezet worden. De controle van natte en droge laagdikte is dan ook een non-stop activiteit. De totale hoeveelheid verf wordt ook nooit in één keer aangebracht maar bestaat uit verschillende op elkaar gestapelde lagen.

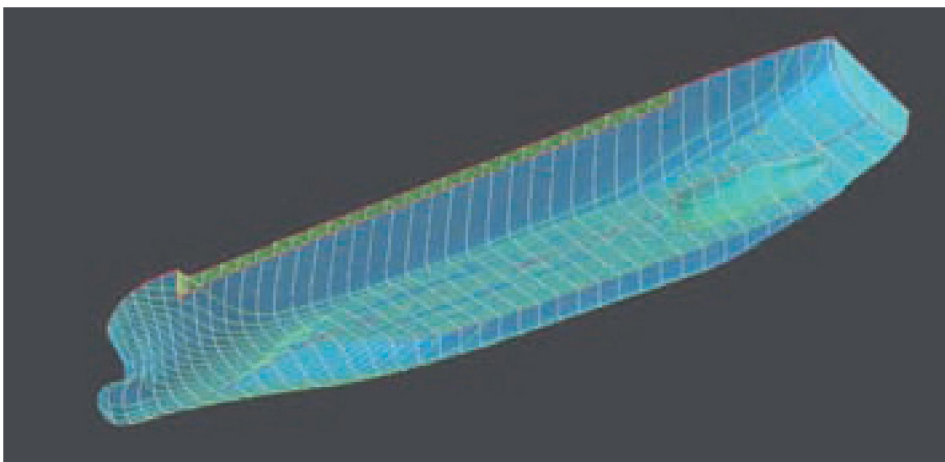
Corrosie kan ook vermeden worden wanneer de verf op het oppervlak (de primer) een aantal pigmenten bevat die het roestproces verhinderen. In een tweede instantie wordt deze pigmentverf afgedekt met een toplaag die moet voorkomen dat de pigmenten wegspoelen. Coatings kunnen ook zorgen voor een galvanisch effect. De verf bevat in dit geval een grote hoeveelheid van een minder edel metaal zoals zink of aluminium. In een ballasttank worden vandaag de dag overigens uitsluitend verven op basis van epoxy - puur of gemodificeerd - aangebracht. De kleur moet licht zijn omdat dit latere inspecties makkelijker maakt. Om begrijpelijke redenen onderwerpen de verfleveranciers én de classificatiemaatschappijen de scheepswerven vandaag aan een strenge controle. Vandaag is elk schip dat opgeleverd wordt van binnen en van buiten op een deegelijke manier behandeld tegen corrosie. Sinds 2006 bestaat er overigens een internationale IMO-reglementering betreffende de bescherming tegen roest in ballasttanks (de zogenaamde "Performance standards for protective coatings for water ballast tanks"). Het belangrijkste element van deze reglementering is dat de beschermlaag die wordt aangebracht bij de nieuwbouwfase van een schip een levensverwachting moet hebben van minimum 15 jaar, een norm die in de praktijk niet altijd probleemloos haalbaar blijkt...

### Een schip zonder ballasttanks: natte droom of straks realiteit?

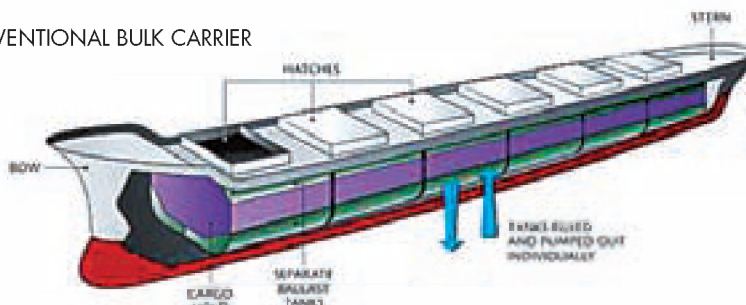
Omdat de ballasttank de leeftijd van een schip in een belangrijke mate bepaalt en er ook andere problemen optreden (zoals het ongewild "smokkelen" van exotische dier- en plantensoorten in het ballastwater: zie kader "De verrassing zit 'm onder de waterlijn"), hoeft het niet te verbazen dat intens gezocht wordt naar alternatieven. Alle initiatieven rond een "ballastloos schip" zitten duidelijk nog in een experimenteel stadium. Op dit ogenblik vaart er nog geen enkel ballastloos koopvaardijsschip rond. Wel werden enkele proefprojecten gerealiseerd. De ballastloze schepen zijn onder te verdelen in twee categorieën. Tot de eerste categorie behoren schepen die door hun vernieuwende rompvorm geen ballastwater meer nodig hebben. Deze nieuwe rompvorm zorgt er namelijk voor dat ook in lege toestand voldoende diepgang bereikt wordt en het schip veilig kan opereren (zie figuur boven). Tot de tweede categorie behoren schepen die het zogenaamde flow-through principe toepassen (zie figuur rechtsonder). De traditionele

## De verrassing zit 'm onder de waterlijn

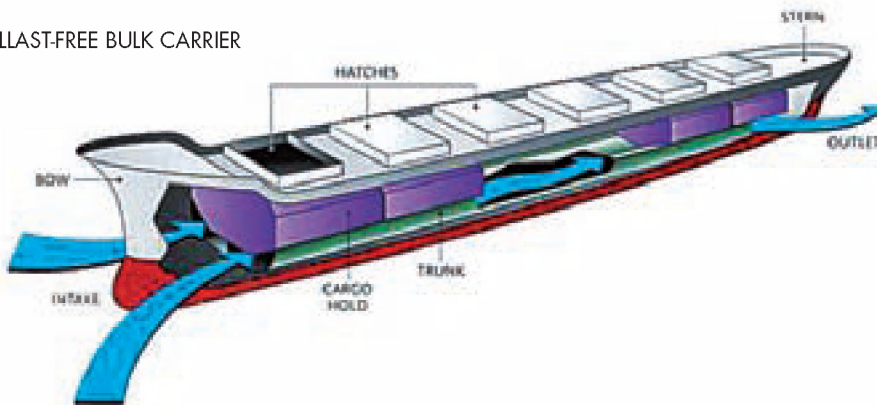
Ballastwater is geen dode materie. Het bevat een scala aan levende organismen. Door de toename van het scheepvaartverkeer verplaatsen steeds meer levende organismen uit alle wereldzeeën zich via het ballastwater van zeeschepen in de havenbekkens en van daaruit in de kustwateren en soms zelfs de rivieren. Bij deze zogenaamde exoten kan het zowel om planten (algen) als om diersoorten (vissen, schaaldieren, kwallen, slakken...) gaan. Bij het lozen van de ballast is het mogelijk dat deze organismen in een milieu terechtkomen zonder natuurlijke vijanden waardoor ze zich zeer snel kunnen voortplanten en de oorspronkelijke mariene fauna en flora bedreigen. Door de groeiende ongerustheid over deze problematiek heeft de IMO, op verzoek van verschillende landen, in 2004 de "IMO Convention for Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments" ontwikkeld. Deze IMO-regel wordt officieel van kracht als de Ballast Water Conventie op zijn minst door dertig staten is geratificeerd die minimaal 35 procent van 's werelds scheepstonnage vertegenwoordigen. Via deze conventie zullen schepen verplicht worden hun ballast op open zee te wisselen of een uitrusting aan boord te hebben die in staat is het ballastwater biologisch onschadelijk te maken.



CONVENTIONAL BULK CARRIER



BALLAST-FREE BULK CARRIER



■ Momenteel wordt druk geëxperimenteerd met het ontwerpen van een ballastloos schip. Dit kan ofwel bereikt worden door een vernieuwende rompvorm die het schip ook ongeladen voldoende diepgang en dus stabiliteit geeft (boven: ontwerp door A.Aalbers & E.van Rietbergen – TU-Delft – van Rietbergen 2005), ofwel door toepassing van het "flow-through" principe. Volgens dit ontwerp heeft het schip niet langer afgesloten ballasttanks (midden), maar open langsscheepse ballastpijpen of 'trunks' waarin omgevingszeewater kan stromen (onder: ontwerp door University of Michigan, BallastWaterNews, maart 2008)

## Wat bestuderen de HZS/UA vorsers in ballasttanks van schepen?

In het kader van een tweejarig BOF-project (2008-2010) i.s.m. de Universiteit Antwerpen, bestudeerden onderzoekers van de Hogere Zeevaartschool de ballasttanks van 100 schepen.

Ze verzamelden er, naast algemene scheepsinformatie, onder andere gegevens over:

- Het vaargebied, zodat de invloed van temperatuur en zoutgehalte van het water in rekening kan gebracht worden
- De classificatiemaatschappij van het schip (om de controle bij de aanbrengring van de beschermlaag in te kunnen schatten)
- Het land en de werf van constructie (om de degelijkheid van het werk na te kunnen gaan)
- De leeftijd van het schip
- Het type bescherming dat werd aangebracht
- Het al of niet aanwezig zijn van opofferingsanodes
- De dikte van de verflaag (DFT)

In de tanks zelf werden stalen genomen van het water, het slib op de bodem en de biofilms op de wand van de ballasttank voor verdere chemische en bacteriologische analyse.

Al snel werd duidelijk dat het waterstaal enkel heel momentane informatie opleverde betreffende de feitelijke conditie van de tank. Na overleg werd besloten om het waterstaal uit het onderzoek weg te laten. Analyse van het slibstaal wordt wel verder gezet: omdat het slib zich over een zekere tijd opstapelt in de tank, is de samenstelling ervan een meer betrouwbare weergave van de "levensloop" van de tank.

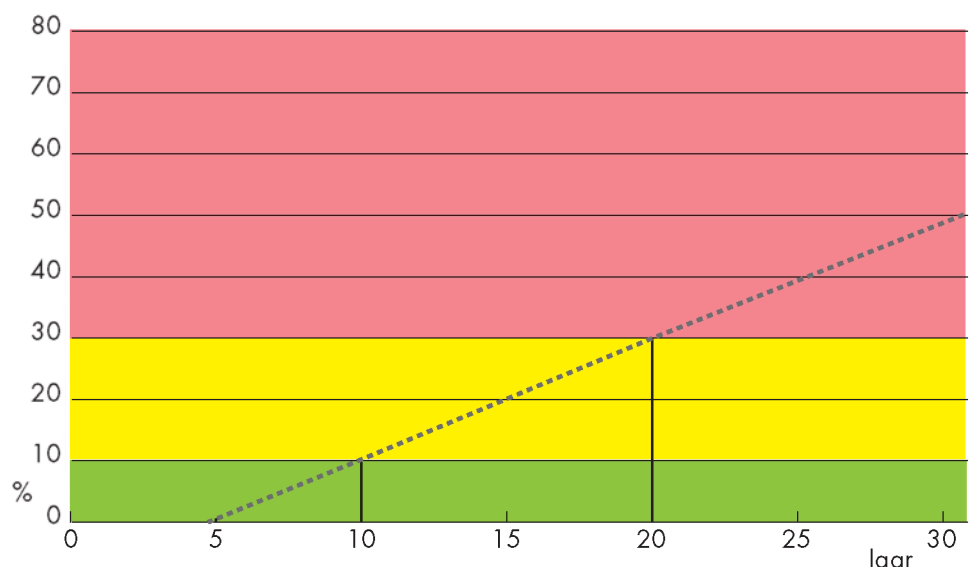
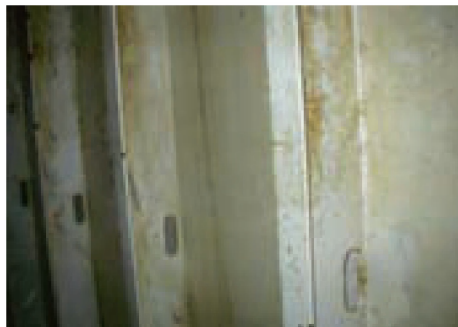
Het belangrijkste onderdeel van het veldwerk bestond uit het bepalen van de hoeveelheid roest op vlakken en randen. Teneinde deze kwantificering zo objectief mogelijk te maken werd uitgegaan van een internationaal aanvaarde standaard opgesteld door de International Association of Classification Societies (IACS). Deze deelt de algemene toestand van de tank op in de categorieën "goed", "redelijk" en "zwak". Het is de bedoeling dat een tank in de conditie "goed" gehouden wordt door middel van onderhoud. Eens de tank degradeert tot "redelijk" wordt de eigenaar verplicht om meer (dure) inspecties te laten uitvoeren. "Zwak" is een toestand die zorgwekkend is en zich eigenlijk niet zou mogen voordoen. Deze "goed-redelijk-zwak" onderverdeling kon inmiddels verder verfijnd worden tot een gewogen geaccumuleerde roestindex met een 10-delige onderverdeling. Deze laat een betere inschatting van de toestand van de ballasttanks toe. In elke tank werden ook een groot aantal foto's genomen als back-up of om een latere controle van de evaluatie toe te laten.

ballasttanks werden vervangen door een aantal langsscheepse ballastpijpen of "trunks", die zich onder de cargotanks bevinden. Deze trunks zijn door middel van een verdeler of "plenum" bij de boeg en een tweede bij de achtersteven met het zeewater verbonden. Deze schepen zijn niet ballastloos in de letterlijke betekenis van het woord. Ze hebben wel ballastwater aan boord maar omdat dit ballastwater omgevingswater is, wordt het beschouwd als zijnde een reductie van het drijfvermogen i.p.v. een toename van het gewicht. Vandaar dat deze schepen toch ballastloos worden genoemd.

### De Hogere Zeevaartschool en het corrosieverhaal: een blik in de toekomst

De Hogere Zeevaartschool startte in 2008 een tweejarig BOF studieproject in samenwerking met de Universiteit Antwerpen om de corrosievorming in de ballasttanks te onderzoeken. Deze "Studie naar de chemische en microbiologische factoren die de corrosie in ballasttanks aan boord van koopvaardij-schepen induceren" put uit een fonds dat dient om hogescholen aan te moedigen aan wetenschappelijk onderzoek te doen. De onderzoekers wilden een stapje verdergaan dan wat de vakliteratuur hen voorschotelde. Over het algemeen is in die literatuur immers wel na te lezen wat het verband is tussen één enkele parameter en de corrosiesnelheid, maar bestaat er weinig tot geen informatie over de onderlinge samenhang

■ De ballasttanks van schepen roesten à ongeveer 1,9% per jaar. Indien de tank niet behandeld wordt, evolueert ze op gemiddeld tien jaar van een toestand "goed" (foto midden + groene kleur grafiek) naar "redelijk" (foto rechts; gele kleur grafiek). Nog eens tien jaar later krijgt ze de beoordeling "zwak" (foto links; roze kleur grafiek) opgekleeft (HZS)







tussen de verschillende factoren bij dit corrosieproces. Bovendien is het overgrote deel van de beschikbare gegevens gestoeld op laboratoriumwerk in plaats van op waarnemingen aan boord van de schepen zelf. De onderzoekers ruilden dan ook maatpak en stropdas voor overall en laarzen en daalden effectief af in de ballasttanks. De schepen werden niet vooraf geselecteerd maar bezocht in functie van het aanbod, zonder de commerciële activiteiten van het schip te hinderen.

En wat tonen de eerste resultaten? De data geven aan dat het ongeveer 4-5 jaar duurt vooraleer de eerste tekenen van corro-

sie zich manifesteren en dat de corrosie vervolgens lineair voortschrijdt in de tijd. Schepen roesten met ongeveer 1,9% per jaar. Indien de tank niet behandeld wordt, krijgt ze na gemiddeld 10 jaar niet langer de beoordeeling "goed". Na gemiddeld 20 jaar valt het verdict "zwak". Dergelijke waarnemingen komen overeen met wat bijvoorbeeld ook Hempel *et al.* (2007) hebben kunnen vaststellen. Dit is een geruststelling voor het onderzoek: de gehanteerde methode is dus effectief vergelijkbaar met wat classificatiemaatschappijen over de hele wereld gebruiken, én de populatie aan schepen in de database is representatief en derhalve bruikbaar voor toekomstig onderzoek. Verdere resultaten van het onderzoek worden in de loop van dit jaar gepubliceerd. Toch kan nu reeds een tipje van de sluier worden opgelicht. Een eerste, voorzichtige analyse van de data laat uitschijnen dat het nut van het gebruik van opofferingsanodes in ballasttanks twijfelachtig is... Wordt ongetwijfeld vervolgd!



wikimedia

## Bronnen

- ABS (2007). Guidance notes on the inspection, maintenance and the application of marine coating systems, Houston USA.
- Ballast Water News (2004): [www.globallast.imo.org/BallastWaterNews17.pdf](http://www.globallast.imo.org/BallastWaterNews17.pdf).
- Buxton I.L. (1991). The market for ship demolition, Maritime policy and management, volume 18.
- Dils E. (2008). Studie naar de chemische en microbiologische factoren die de corrosie in ballasttanks aan boord van koopvaardijsschepen induceren, Antwerpen.
- De Baere K. *et al* (2010). Impact of tank construction parameters on the corrosion in ballast tanks on board of merchant navy vessels, Materials Performance May 2010.
- Ecorys Greenpeace (2005). The ship recycling fund, Rotterdam.
- Greenpeace (2005). End of life of ships.
- Hempel A.S., O.B. Soerensen & E. Lang (2007). Ten years experience with light colored ballast tank coatings.
- International chamber of shipping (May 2003). The scrapping dilemma.
- Mikelis, N.E. (2007). A statistical overview of ship recycling – International symposium on maritime safety, security & environmental protection, Athens, September 2007.
- NRC – National Research Council (1996). Stemming the tide – Controlling introductions of non indigenous species by ship's ballast water.
- Paik J.K., Thayamballi A.K., Park Y.I., Hwang J.S. (2004). A Time-Dependent Corrosion Wastage Model for Seawater Ballast Tank Structures of Ships, Corros. Sci. 46: 471-486
- Rietbergen, E. Van (2005). The power to lead in innovation. TUDelft.
- RINA (2004). Guide for the Structural Design of Oil Tankers (Genova: Registro Italiano Navale, 2004).
- Singh J. (2005). Dehumidification for Ballast Tank Coatings, Paintindia 55: 66-73.
- Slobben, K. (2009). Het ballastloze schip, Eindwerk Hogere Zeevaartschool, Antwerpen.
- Verstraelen H. *et al* (2009). In Situ Study of Ballast Tank Corrosion on Ships - Part 1, MP 48, 10.
- Verstraelen H. *et al* (2009). In Situ Study of Ballast Tank Corrosion on Ships -Part 2, MP 49, 11.

## Internetsites

- Aangroei en corrosie van stalen schepen. Oorzaken en preventie: [www.bruzellius.info/Nautica/Shipbuilding/Young\(1867\)\\_Ch4.html](http://www.bruzellius.info/Nautica/Shipbuilding/Young(1867)_Ch4.html).
- Ballast Water News: [www.imo.org](http://www.imo.org)
- Corrosie: [www.longwoodmf.com/longwoods\\_metal\\_finishing\\_005.htm](http://www.longwoodmf.com/longwoods_metal_finishing_005.htm)
- De invloed van staal op de scheepsbouw: 1660 tot 1830: [www.maritime.org/conf/conf-goodwin.htm](http://www.maritime.org/conf/conf-goodwin.htm)
- Koopvaardijsschepen – vaartuigen en tonnage wereldwijd uit de vaart: [www.allcountries.org/usensus/1095\\_merchant\\_vessels\\_ships\\_and\\_tonnage\\_lost.html](http://www.allcountries.org/usensus/1095_merchant_vessels_ships_and_tonnage_lost.html)
- Lloyds MIU: [www.lloydsniu.com/lmiu/casualties/index.htm](http://www.lloydsniu.com/lmiu/casualties/index.htm).
- Oorlogsschip, het tijdperk van stoom en staal: [www.britannica.com/EBchecked/topic/406859/naval-ship/57422/The-age-of-steam-and-iron](http://www.britannica.com/EBchecked/topic/406859/naval-ship/57422/The-age-of-steam-and-iron)
- Referentiedocument Staalconstructies: [www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/uploaded/BD/2004-11/258359/fulltext.pdf](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/uploaded/BD/2004-11/258359/fulltext.pdf)
- Scheepsherstellingen: [www.encyclopedia.com/doc/1225-shippreservation.html](http://www.encyclopedia.com/doc/1225-shippreservation.html)
- Scheepvaartfeiten: [www.marisec.org/shippingfacts/home/](http://www.marisec.org/shippingfacts/home/)
- United Nations environment program (UNEP): [www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=204&ArticleID=2873&l=en](http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=204&ArticleID=2873&l=en)