

De stabiliteitsrisico's van binnenschepen en drijvende werktuigen

Den Haag, augustus 2004

De eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Raad: www.rvtv.nl

RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

De Raad voor de Transportveiligheid is een Zelfstandig Bestuursorgaan met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij de wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railverkeer en het wegvervoer, alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van een dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers en één Commissie per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.

SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMER SCHEEPVAART

Raad

Voorzitter: mr. Pieter van Vollenhoven
F.W.C. Castricum
J.A.M. Elias
B.M. van Balen
mw. mr. A.H. Brouwer-Korf
mr. D.M. Dragt
mr. J.A.M. Hendriks
ir. K. Nije
prof. dr. U. Rosenthal
drs. F.R. Smeding
ing. D.J. Smeitink
dr. ir. J.P. Visser
mr. G. Vrieze
prof. dr. W.A. Wagenaar

Kamer Scheepvaart

Voorzitter: J.A.M. Elias
mr. D.M. Dragt
prof. ir. A. Aalbers
jhr. mr. B.C. De Savornin Lohman
K.J. van Dorsten
dr. G.A. Egas Repáraz
P.M.J. Kreuze
mw. M.J. Torpstra
H.J.G. Walenkamp
L.P.A. de Winter

Hoofd-Aanbevelingen: drs. J.H. Pongers
Hoofd-Onderzoek: H.J. Klumper

Secretaris: drs. H.J.A. Zieverink

Senior-Onderzoekers:
ing. G.Th. Koning
K.M. van der Velden

Onderzoekers:
W. Boutkan
A.A.W. van der Hoeven
P.H. Verheijen

Bezoek adres:
Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
telefoon: +31 (0)70 333 7000
website: <http://www.rvtv.nl>

Post adres:
Postbus 95404
2509 CK Den Haag
telefax: +31 (0)70 333 7077 / 78

INHOUD

INHOUDSOPGAVE	3
BESCHOUWING	5
AFKORTINGENLIJST	9
1 DE STABILITEITSTHEORIE	11
1.1 <i>Introductie</i>	11
1.2 <i>Begrippen</i>	11
1.3 <i>Algemeen</i>	13
1.4 <i>Korte beschrijving van zeven stabiliteitsgerelateerde ongevallen</i>	13
2 ANALYSE	19
2.1 <i>Database studie en Hazop bijeenkomst</i>	19
2.1.1 <i>Kwalitatieve analyse op basis van het RvTV gegevens bestand</i>	21
2.1.2 <i>Opleiding en training</i>	21
2.1.2.1 <i>Algemeen</i>	21
2.1.2.2 <i>Historie</i>	21
2.1.2.3 <i>Groot vaarbewijs</i>	22
2.2 <i>Wet- en regelgeving ten aanzien van stabiliteit</i>	22
2.2.1 <i>Nederlandse wetgeving</i>	22
2.2.2 <i>Wetgeving internationale Rijnvaart</i>	23
2.2.3 <i>Conclusies</i>	23
2.3 <i>Rol van de overheid</i>	24
2.3.1 <i>Certificering</i>	24
2.3.2 <i>Toezicht en handhaving, de wet</i>	24
2.3.3 <i>Toezicht en handhaving, de praktijk</i>	25
2.3.3.1 <i>Verbouwing</i>	25
2.3.3.2 <i>Veiligheidsmerk</i>	25
2.4 <i>Resultaten ongevallenonderzoek</i>	26
2.4.1 <i>Duw-/sleepboten</i>	26
2.4.2 <i>Beunschepen/beunbakken</i>	28
2.4.3 <i>Pontons</i>	29
2.5 <i>Overzicht algemene stabiliteitsituatie per scheepstype</i>	30
2.5.1 <i>Duw-/sleepboten</i>	30
2.5.2 <i>Beunschepen</i>	31
2.5.3 <i>Motortankschepen</i>	32
2.5.4 <i>Droge bulk schepen / motorvrachtschepen</i>	32
2.5.5 <i>Bakken</i>	32
2.5.6 <i>Containerschepen</i>	33
2.5.7 <i>Pontons en drijvende werktuigen</i>	33
2.5.8 <i>Samenvatting analyse</i>	33
3 CONCLUSIES	37
4 AANBEVELINGEN	39
5 BIJLAGEN	
<i>Bijlage 1: De theorie van de stabiliteit</i>	45
<i>Bijlage 2: Wetgeving stabiliteit</i>	55

BESCHOUWING

“Vervoer over water, de juiste weg”.

Dit is een veel gehoorde slogan die tot doel heeft het transport over de rivieren, kanalen en ruime binnenwateren te bevorderen. Deze wens wordt mede ingegeven door het feit dat het wegverkeer in toenemende mate kampt met verstopte wegen en bijbehorende kostenverhoging. De binnenvaart zal daarom in de toekomst naar verwachting alleen maar een steeds prominentere rol in het transport van goederen kunnen spelen. Ook de relatief grotere veiligheidsrisico's van het transport over de weg spelen hierbij een belangrijke rol. In de binnenvaart speelt een aantal van deze problemen niet of nauwelijks, waardoor er nog steeds ruimte bestaat voor het vergroten van de rol van het vervoer over water. Daarbij komt dat deze transportvorm door de jaren heen, een veilige en energievriendelijke wijze van transport is gebleken, waarmee grote hoeveelheden lading kunnen worden vervoerd. Op vele fronten werden en worden dan ook initiatieven ontwikkeld om dit transport over water te stimuleren. Dit gebeurt onder meer door het verder terugdringen van de uitstoot van schadelijke gassen en het verminderen van het brandstofgebruik, maar eveneens door middel van kostenreductie door schaalvergroting.

In absolute termen gaat het in de binnenvaart in vergelijking tot het wegtransport over geringe aantallen vervoermiddelen. De ladingcapaciteit van een hedendaags binnenschip echter vertegenwoordigt al gemakkelijk die van vele tientallen vracht- en tankauto's. Thans varen er zelfs moderne containerschepen waarmee maar liefst 500 containers tegelijk getransporteerd worden en tankschepen die bijna evenveel lading vervoeren als 400 tankauto's.

Ook op het gebied van technische innovatie vinden belangrijke ontwikkelingen plaats. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan de ontwikkeling van nieuwe en geavanceerde voortstuwingssystemen en aan het doorontwikkelen van bepaalde scheepstypes. Ongeacht de technische innovaties zou, voorafgaand aan de ingebruikstelling, de overheid van de eigenaar de details ter goedkeuring voorgelegd dienen te krijgen. (Zie aanbeveling RvTV-rapport Onderzoek naar veiligheidsaspecten van hefbare stuurhuizen in de binnenvaart, november 2001).

Bij al deze nieuwe ontwikkelingen zijn er raakvlakken met bestaande wet- en regelgeving. In veel gevallen hinderen deze de innovatie niet. De terugtrekkende overheid laat zelfs toe dat die innovatieruimte zoveel mogelijk wordt benut. Daarbij wordt er wel vanuit gegaan dat men in de praktijk op verantwoorde wijze weet om te gaan met de risico's die met het gebruik van de schepen verbonden zijn. Dat wil zeggen dat al in de ontwerpfase duidelijk moet zijn wat de veilige en onveilige gebruiksaspecten zijn van het ontwerp. In de eindfase van het product dienen deze operationele risico's ook bij de gebruiker genoegzaam bekend te zijn.

Dat dit niet altijd het geval is, blijkt uit het feit dat de Raad voor de Transportveiligheid sedert de oprichting in 1999 geconfronteerd is met een reeks ongevallen waarbij de inherente (in)stabiliteit van het schip, dan wel de omgang van de bemanning met stabiliteit een belangrijke rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. Uit de ongevalstatistieken en het eigen ongevallenonderzoek bleek namelijk dat in een aanzienlijk aantal gevallen de stabiliteit van het object (schip, ponton) onvoldoende was, dan wel onvoldoende werd, door onjuiste omgang met het schip. Doordat binnenschepen in het algemeen grote hoeveelheden uiteenlopende lading kunnen vervoeren, vertegenwoordigen deze ongevallen naast de economische risico's eveneens potentiële gevaren voor mens en milieu. De Raad heeft in het laatste kwartaal van 2000 de Kamer Scheepvaart dan ook de opdracht gegeven te onderzoeken hoe het met de stabiliteit van binnenschepen in algemene zin gesteld is en na te gaan of er sprake is van een structureel veiligheidsrisico.

Bij de keuze van scheepsstabiliteit als onderwerp voor het thematisch onderzoek is het vrijwel onvermijdelijk dat niet alle aspecten die een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de diverse ongevallen, ook afzonderlijk en/of uitgebreid in het rapport aan bod komen. Dat is

ook niet altijd nodig voor een beter begrip van het centrale thema. Hiermee wordt echter geenszins uitgesloten dat de overige aspecten die thans niet of slechts summier in het rapport beschreven worden, in latere publicaties wel nadrukkelijk de aandacht krijgen, dan wel dat ze in een ander onderzoek (hoofd)onderwerp van rapportage worden.

Uit de analyses die zijn verricht op basis van een reeks van ongevallen, is gebleken dat er voor de gehele binnenvaartsector kan worden geconcludeerd dat er ten aanzien van zowel de operationele als theoretische aspecten van stabiliteit onvoldoende kennis bestaat bij de bemanning. Deze kennis- en ervaringslacune komt het meest tot uitdrukking in drie specifieke sectoren van de binnenvaart. Dit is het gevolg van specifieke operationele omstandigheden van de sectoren en/of van het ontbreken van afdoende stabiliteitsreserves van het vaartuig zelf, waardoor de inzet ervan kritisch is.

Deze sectoren zijn:

- duw-/sleepvaart, en in het bijzonder de omgebouwde sleepboten,
- pontons, voornamelijk in samenhang met aan boord geplaatste werktuigen, en
- beunschepen en beunbakken.

Uit het onderzoek is gebleken dat de stabiliteitsproblemen bij duw-/sleepboten (voornamelijk van voor 1970) vooral worden veroorzaakt door wijzigingen aan het schip die verplaatsing van het oorspronkelijke zwaartepunt tot gevolg hebben gehad. Deze wijzigingen kunnen bestaan uit het verhogen van de stuurhut, het vergroten van de capaciteit van de brandstoftank en hermotorisatie. Daarnaast wordt vaak het roerooppervlak vergroot.

Door de eigenaren zelf wordt vooraf niet of nauwelijks onderzoek verricht naar de (cumulatieve) effecten op de stabiliteit, voordat tot de in hun ogen onschuldige wijzigingen wordt overgegaan. Deze aanpassingen blijken uiteindelijk grote negatieve invloed te kunnen hebben.

Deze schepen hadden doorgaans bij de eerste oplevering een toereikende stabiliteit, maar deze is in de loop der tijd door tussentijdse verbouwingen en aanpassingen aanzienlijk verminderd. Deze (kleine) verbouwingen en aanpassingen worden dikwijls ook niet gemeld aan de bevoegde autoriteiten, zoals de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart (IVW/DS).

De inzet van deze schepen voor zowel duw- als sleepassistentie blijkt ook voor veiligheidsproblemen te zorgen. Als gevolg van de verminderde behoefte aan het slepen is er sprake van afnemende specifieke vakkennis en vaardigheid van de schippers, die echter wel vereist zijn voor deze operationele inzet. Het opheffen van deze situatie en de wenselijkheid om schippers de mogelijkheid te bieden om op eenvoudige wijze inzicht te verkrijgen in de stabiliteitssituatie, alsmede over de juiste omgang ermee, heeft de Raad ertoe bewogen om aan de brancheorganisaties een tweetal aanbeveling te doen.

Deze luiden:

De brancheorganisaties Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart, Koninklijke Schuttevaer, Kantoer Binnenvaart, Vereniging van Waterbouwers in Bagger-, Kust- en Oeverwerken en de Vereniging van Sleep- en Duwbooteigenaren "Rijn en IJssel" wordt aanbevolen gezamenlijk initiatieven te ontplooien die resulteren in:

- a) *Een procedure die ertoe leidt dat ook bij schijnbaar kleine verbouwingen of aanpassingen aan het vaartuig of de gebruiksomstandigheden die de stabiliteit beïnvloeden, door eigenaren/schippers standaard een stabiliteitsberekening, dan wel een hellingproef wordt uitgevoerd en de resultaten hiervan ter hand gesteld worden van de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart.*

- b) De ontwikkeling van een bruikbare methodiek waarmee voor bemanningsleden de stabiliteitslimieten van het vaartuig direct inzichtelijk worden gemaakt voor toepassing in de dagelijkse praktijk.*

Voor beunschepen en beunbakken geldt dat deze, in tegenstelling tot de bovengenoemde categorie sleep-/duwschepen, feitelijk geen stabiliteitsproblemen hoeven te kennen. De schepen hebben doorgaans voldoende stabiliteit. Echter, bij beunschepen wordt de stabiliteit door de specifieke handelswijze bij de belading verminderd. Deze beunschepen en beunbakken worden namelijk veelal op structurele basis en doelbewust (tijdelijk) overbeladen. De lading bestaat veelal uit een mengsel van water en zand/grind. In de praktijk blijkt echter dat de schepen niet alleen bewust in overbeladen conditie (tot boven het wettelijke ijk) worden afgeladen, maar ook vervolgens in deze conditie gaan varen. Daarbij wordt dan gedurende de reis het water weggepompt. Door deze handelswijze, die uitsluitend door economische motieven is ingegeven, wordt de stabiliteit van het schip ernstig aangetast.

Er is zelfs sprake van een handhavingsrichtlijn ten aanzien van deze tijdelijke overbelading, waardoor bij een geconstateerde overschrijding van het ijkmerk niet onmiddellijk overgegaan wordt tot stillegging van het schip. Uit deze landelijke richtlijn van het Openbaar Ministerie blijkt dat pas tot stillegging wordt overgegaan bij overschrijding van het ijkmerk met 20 centimeter of meer. Dit wordt door de Raad uiterst bevreemdend en ongewenst geacht, omdat een ijkmerk de maximaal veilig toelaatbare beladingconditie van een schip aangeeft. De handelswijze van het Openbaar Ministerie en de hierdoor gecreëerde uitzonderingspositie voor beunschepen doet afbreuk aan de functie van het ijkmerk en werkt een onjuiste werkwijze en een risicovol transport over het water in de hand.

De gevolgen van een gekapseisd of gezonken schip in een vaarwater kunnen aanzienlijke maatschappelijke consequenties hebben.

Ook blijkt dat er niet voor alle typen binnenschepen formele stabiliteitscriteria voorhanden zijn om de stabiliteits situatie in geval van wijzigingen aan te kunnen toetsen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij sleep- en duwboten.

Het onderzoek toont tevens aan dat wetgeving ten aanzien van stabiliteit niet transparant en uniform is. Zo bestaan er verschillen tussen het nationale Binnenschepenbesluit (BSB) en het Reglement onderzoek schepen op de Rijn 1995 (ROSR) van de Centrale Commissie voor de Rijnvaart te Straatsburg, of zijn er geen specifieke criteria geformuleerd voor bepaalde scheepstypen of operaties. Dit is soms mede het gevolg van het toenemende belang van internationale afstemming en harmonisatie van wet- en regelgeving, waardoor voor aanpassing van de nationale wetgeving de internationale besluitvorming eerst afgewacht wordt.

De Raad heeft hierin aanleiding gezien een tweetal aanbevelingen ten aanzien van deze problematiek te doen uitgaan. Deze zijn:

- a) De Ministers van Verkeer & Waterstaat en van Justitie wordt aanbevolen een consequent en eenduidig beleid te ontwikkelen ter vermijding van het overschrijden van het ijkmerk.*
- b) De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen om in internationaal verband initiatieven te ontplooiën voor de ontwikkeling en implementatie van uniforme stabiliteitsnormen onder alle bedrijfsomstandigheden voor alle typen binnenschepen.*

Daarnaast is uit het onderzoek gebleken dat de plaatsing van werktuigen, zoals kranen en transportbanden op werkvaartuigen en pontons een potentieel gevaar oplevert voor schip en bemanning. Deze vaartuigen beschikken doorgaans op zichzelf wel over voldoende aanvangsstabiliteit, maar vertonen door de plaatsing en het gebruik van deze aan dek geplaatste hulpmiddelen sterk wisselende stabiliteitscondities. Vanwege de hierdoor veroorzaakte geringe veiligheidsmarges vereist de omgang met deze wisselende omstandigheden

veel training, ervaring en kennis over stabiliteit bij de bemanning. Uit het onderzoek is gebleken dat het hieraan echter regelmatig ontbreekt.

Het onderzoek heeft aangetoond dat de kennis over stabiliteit in de gehele binnenvaartsector gering is. Gezien het grote belang van voldoende basiskennis bij opvarenden en schippers omtrent stabiliteit, is de Raad van oordeel dat dit aspect een prominente rol dient te krijgen bij de toetsing voor het verkrijgen van de vaarbevoegdheid door middel van het vakdiploma. Het overgrote deel van de aspirant schippers volgt het vakdiploma-traject ter verkrijging van de vaarbevoegdheid. Dit vakdiploma is gebaseerd op voldoende vaartijd en een examen. In de eindtermen die hiervoor gelden, komt het onderdeel stabiliteit niet voor. Gezien het feit dat de personen die op basis van het vakdiploma hun vaarbevoegdheid hebben verkregen op elk type schip tewerkgesteld kunnen worden, dient deze kennis omtrent stabiliteit, zoals het geval is na het voltooien van de reguliere dagopleiding, echter onverkort aanwezig te zijn. De Raad richt naar aanleiding hiervan een aanbeveling tot de Minister van Verkeer en Waterstaat.

Deze luidt:

De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen de kennis en de toetsing van de kennis omtrent stabiliteit ten behoeve van het vakdiploma schipper een hogere prioriteit te geven en het inzicht daarvan bij de beroepsgroep zodanig te bevorderen dat het belang van stabiliteit voldoende onderkend wordt.

Voor de overige sectoren en typen binnenschepen kan, zoals blijkt uit het onderzoek, momenteel niet gesproken worden van structurele stabiliteitsproblemen. Hoewel de kennis over stabiliteit bij de bemanningsleden die op deze schepen werkzaam zijn niet sterk verschilt van de personen die werkzaam zijn in de sectoren die wel problemen kennen, bezitten de daar gebruikte schepen in het algemeen dermate veel stabiliteitsreserve, dat ze zelden onder normale operationele omstandigheden instabiel worden. Toch dient men ook bij deze categorie binnenschepen waakzaam te zijn. Recente ontwikkelingen zoals de toename van het aantal dubbelwandige tankschepen waarbij geen middenschotten meer zijn aangebracht en de aantallen containers boven dekniveau, kunnen in bepaalde omstandigheden leiden tot een verminderde stabiliteit.

Bij alle (thema-)onderzoeken van de Raad voor de Transportveiligheid blijft de (juridische) schuldvraag buiten beschouwing. De onderzoeken en studies hebben slechts tot doel van de voorvallen te leren en zo in de toekomst deze waar mogelijk te voorkomen. In de uitwerking houdt dit in dat het onderzoek vooral gericht is op de beheersbare factoren. Het gericht zijn op deze factoren betekent dat primair gezocht wordt naar acties, maatregelen of regels waarmee een verbetering van het veiligheidsniveau kan worden bewerkstelligd.

Den Haag, augustus 2004



mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad



drs. J.H. Pongers
Wvd. Secretaris-Directeur

AFKORTINGENLIJST

ADNR	-	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation intérieure du Rhin / Reglement voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Rijn
AMvB	-	Algemene Maatregel van Bestuur
AVV	-	Adviesdienst Verkeer en Vervoer
BPR	-	Binnenvaartpolitiereglement
BSB	-	Binnenschepenbesluit
BSW	-	Binnenschepenwet
CvO	-	Certificaat van Onderzoek
ERP	-	Europese Richtlijn Pleziervaartuigen
HAZOP	-	Hazard and Operability
IMO	-	International Maritime Organization
ISO	-	International Organization for Standardization
IVW, DS	-	Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart (voorheen Scheepvaartinspectie)
KOFS	-	Koninklijk Onderwijsfonds voor de Scheepvaart
mbs	-	Motorbeunship
msb	-	Motorsleepboot
RCO	-	Risico Controle Optie
ROSR	-	Reglement onderzoek schepen op de Rijn 1995
RPR	-	Rijnvaartpolitiereglement 1995
RvTV	-	Raad voor de Transportveiligheid
RWS	-	Rijkswaterstaat
STC	-	Scheepvaart- en Transportcollege Rotterdam
VVO	-	Vrij vloeistof oppervlak

1 DE STABILITEITSTHEORIE

1.1 Introductie

De Wet van Archimedes luidt:

'Een lichaam dat zich in een vloeistof bevindt, ondervindt een opwaartse kracht. De grootte van de opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van de hoeveelheid vloeistof, die door dat lichaam wordt verplaatst'.

Als het gewicht groter is dan de opwaartse kracht zinkt het lichaam. Bij geringere gewichten dan de opwaartse kracht treedt het lichaam verder uit de vloeistof. Er ontstaat een evenwichtstoestand als een lichaam drijft. Voor een schip betekent dit dat op willekeurige diepgangen het gewicht van het schip bepaald kan worden. Daartoe wordt het volume van het ondergedompelde gedeelte van het schip vermenigvuldigd met het soortelijk gewicht van het verplaatste water. Dit gewicht is de opwaartse kracht en *tevens* het gewicht van het schip. Met behulp van deze gegevens kan men eenvoudig grafisch weergeven wat het gewicht van het schip en lading is met de bijbehorende diepgang. Omgekeerd kan daarmee op het schip een merkteken aangebracht worden, dat de maximale diepgang van het schip aangeeft.

Bovenstaande wil nog niet zeggen dat een schip automatisch recht blijft liggen. Meer gewicht aan één kant van het schip zal het schip doen hellen. Het vermogen van het schip zich tegen deze helling te verzetten, de wil om recht te blijven liggen, noemt men de stabiliteit van het schip.

De definitie van stabiliteit luidt:

Stabiliteit is het vermogen van een voorwerp om, als het door een van buiten komende kracht uit zijn mechanische evenwichtstoestand wordt gebracht, daarin terug te keren als de kracht ophoudt te bestaan.

- De gewichtsstabiliteit is afhankelijk van de verdeling van het gewicht, de diepgang en de helling.
- De vormstabiliteit is afhankelijk van de vorm van de waterlijn, die wordt bepaald door diepgang en helling.

Indien de gewichtsverdeling of de vorm van het onderwaterschip verandert, zal dus de stabiliteit van een schip eveneens veranderen.

1.2 Begrippen

De theorie en wetenschappelijke onderbouwing van het begrip stabiliteit is omvangrijk. In dit hoofdstuk zal slechts in het kort een toelichting gegeven worden over stabiliteit. Voor een uitgebreidere theoretische beschrijving wordt verwezen naar bijlage 1.

Stabiliteit kan onderverdeeld worden in:

- *Aanvangsstabiliteit*
- *Statische stabiliteit*
- *Dynamische stabiliteit*
- *Kenterende momenten*

Aanvangsstabiliteit

De aanvangsstabiliteit is de initiële stabiliteit die het drijvende voorwerp in ruststand heeft. De aanvangsstabiliteit wordt voornamelijk bepaald door de vorm van het drijvende voorwerp. Binnenvaartschepen hebben over het algemeen een hoge aanvangsstabiliteit door de grote breedte / diepgang verhouding. Met de aanvangsstabiliteit kunnen de beginwaarden van de

stabiliteit van het drijvende voorwerp worden vastgesteld.

Statische stabiliteit

Het vermogen van het schip om als het door een kracht van buiten uit zijn evenwichtstoestand wordt gebracht, weer in de oorspronkelijke evenwichtstoestand terug te keren als genoemde kracht ophoudt te bestaan.

Dynamische stabiliteit

De arbeid die op het schip moet worden uitgeoefend om het een zekere helling te doen verkrijgen.

Kenterende momenten

Een kenterend moment is een koppel waardoor het oprichtend moment van het schip kleiner wordt. Als de uitgeoefende kracht groter is dan de neiging van het schip zich op te richten, dan zal het schip kapseizen.

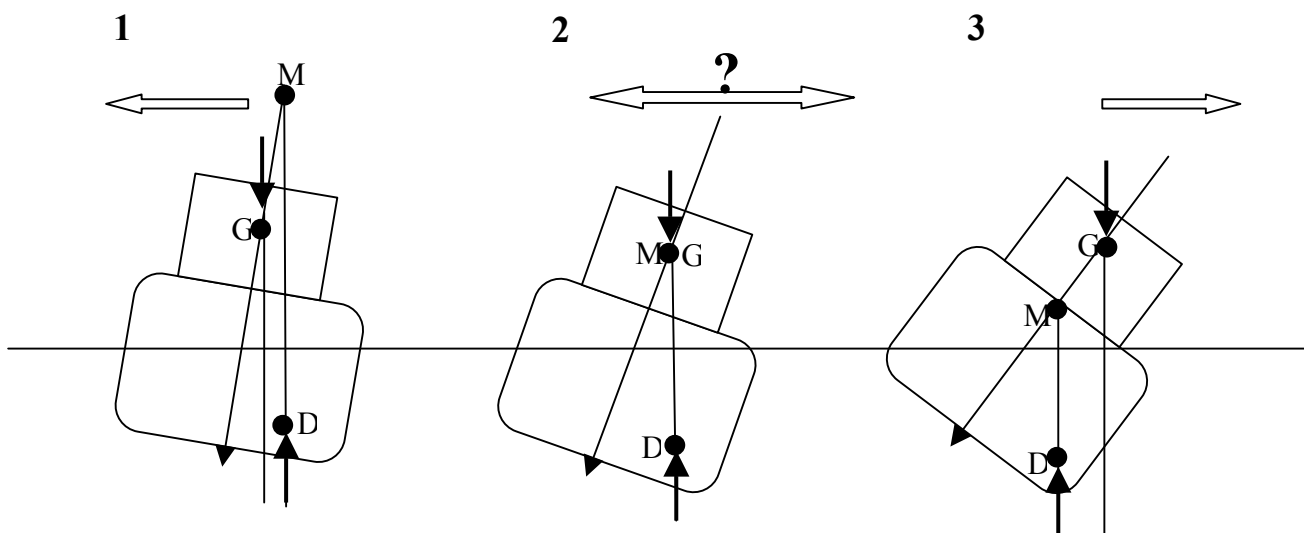
In onderstaande tekening worden de krachten die een rol spelen bij stabiliteit vereenvoudigd weergegeven.

G = *scheeps- (gewichts-) zwaartepunt*

D = *opwaartse druk*

M = *metacentrum* (de verticale lijn van de opwaartse kracht loodrecht op het vloeistofoppervlak, snijdend met de verticale lijn loodrecht op het vlak van kiel en stevens)

In het algemeen geldt dat een schip een positieve stabiliteit bezit, als het metacentrum hoger ligt dan het scheepszwaartepunt (situatie 1). Een schip zal zich oprichten. Indien het scheepszwaartepunt en het metacentrum samenvallen, is er sprake van een indifferente stabiliteit waardoor een labiel evenwicht ontstaat (situatie 2). Een schip kan zich nog naar beide zijden bewegen, zowel oprichten als omslaan. In situatie 3 ligt het metacentrum onder het scheepszwaartepunt, is de stabiliteit negatief en zal een schip omslaan.



Figuur 1: Grafische voorstelling van de krachten die een rol spelen bij stabiliteit

Reductie van metacenterhoogte ten gevolge van vrije vloeistof oppervlakken

Nadat de metacenterhoogte GM van een schip bepaald is voor een bepaalde beladingsconditie, moet deze mogelijk aangepast worden om de aanwezigheid van vrije vloeistof oppervlakken (VVO) mee te nemen. Deze vrije vloeistof oppervlakken ontstaan doordat een

tank niet volledig gevuld is. Bij een helling van het schip zal het water naar de zijde van de helling stromen, waardoor het gewichtszwaartepunt verplaatst (zie ook bijlage 1).

1.3 Algemeen

Uit het onderzoek blijkt dat de theorie van stabiliteit voornamelijk is toegepast voor eisen zoals die geformuleerd zijn in de zeevaart. Onderzoeksgegevens en literatuurstudies verwijzen dan ook voornamelijk naar voorvallen in de zeevaart. Verklaringen hiervoor kunnen zijn dat in de binnenvaart de stabiliteit een beperkte rol speelt, dat de wet- en regelgeving voor de binnenvaart afdoende is, of dat stabiliteit in de binnenvaart niet zoveel aandacht kent als in de zeevaart.

In de praktijk worden schepen gebouwd volgens wettelijke voorschriften en eisen die aan de stabiliteit worden gesteld. Deze voorschriften en eisen zijn voor bepaalde typen schepen in normen vastgelegd. Het blijkt echter nog steeds mogelijk te zijn om zonder specifieke eisen of normen een schip te bouwen of te verbouwen. Dit is mogelijk omdat er voor een aantal categorieën schepen geen stabiliteitsnorm is bepaald. De eis waaraan deze categorie schepen moet voldoen is 'voldoende stabiliteit' voor de omstandigheden waarvoor het schip wordt ingezet. De aangewezen instantie om dit te controleren is de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart. Volgens de wettelijke bepalingen is de minister bevoegd aanvullende eisen te stellen aan de stabiliteit. In het hoofdstuk Wet- en Regelgeving, wordt een gedetailleerde beschrijving van de wet- en regelgeving en het toezicht van de overheid op dit specifieke gebied gegeven, en de relatie die zij heeft met betrekking tot de geconstateerde ongevallen.

In het kort wordt hieronder een aantal ongevallen beschreven die een stabiliteitsgerelateerd probleem als gemeenschappelijke ongevalsoorzaak kenden.

1.4 Korte beschrijving van zeven stabiliteitsgerelateerde ongevallen

Onderstaande ongevallen worden in het kort beschreven, omdat ze belangrijke aanleiding vormden voor de studie naar stabiliteit. Van alle schepen zijn berekeningen gemaakt om een beeld te krijgen van de stabiliteit. Een aantal schepen is daarbij onderworpen aan (helling)-proeven om de benodigde gegevens hiervoor te verkrijgen.

Korte beschrijving van het ongeval met de msb Aqua Vita

Op 11 december 2000 is de sleep-/duwboot Aqua Vita op het IJsselmeer gekapseisd. Het schip was, met aan boord vier opvarenden, op weg naar de zandzuiger Grinza I. Kort voor de aankomst bij dit schip is de Aqua Vita door een samenloop van omstandigheden die een negatieve uitwerking hadden op de stabiliteit van het schip, omgeslagen. Twee opvarenden zijn uiteindelijk door onderkoeling en verdrinking om het leven gekomen. Beiden droegen op het moment van het ongeval geen reddingsvest.

Ten tijde van het ongeval stond er een harde wind uit het zuidwesten. Door deze wind in combinatie met de hekgolf en golven die door de wind waren ontstaan, is naar alle waarschijnlijkheid het schip uit balans gebracht toen een bocht over stuurboord werd ingezet. Het schip kreeg hierdoor water aan dek en is vervolgens omgeslagen.



Figuur 2: Foto van de sleep-/duwboot Aqua Vita op de ponton te Lelystad

Korte beschrijving van het ongeval met de msb LE-DI

Op 10 januari 2001 is de sleep-/duwboot LE-DI omgeslagen bij het assisteren van een samenstel bestaande uit vier sloopschepen. Het schip kwam dwars in het vaarwater te liggen en werd door de kracht op de sleeprossen en de stroming ter plaatse omgetrokken, waardoor het kapseisde en vervolgens zonk. De twee opvarenden raakten hierbij te water, maar konden tijdig worden gered.



Figuur 3: Foto van de sleep-/duwboot LE-DI

Korte beschrijving van het ongeval met het mbs Bo/Gy

Op 15 oktober 2001 was een beunschip betrokken bij een eenzijdig ongeval, waarbij een dode te betreuren viel. Het schip dat speciaal ingericht en verbouwd was voor het vervoer van gebaggerd zand, kon door enkele aangebrachte voorzieningen meer zand meenemen dan volgens de officiële berekeningen en vrijboordsmerken toegestaan was. Door deze overbelading (gewichtstoename) nam de stabiliteit af en is het schip hierdoor gekapseisd.



Figuur 4: Foto van het motorbeunschip Bo/Gy (onder de oude naam Delta)

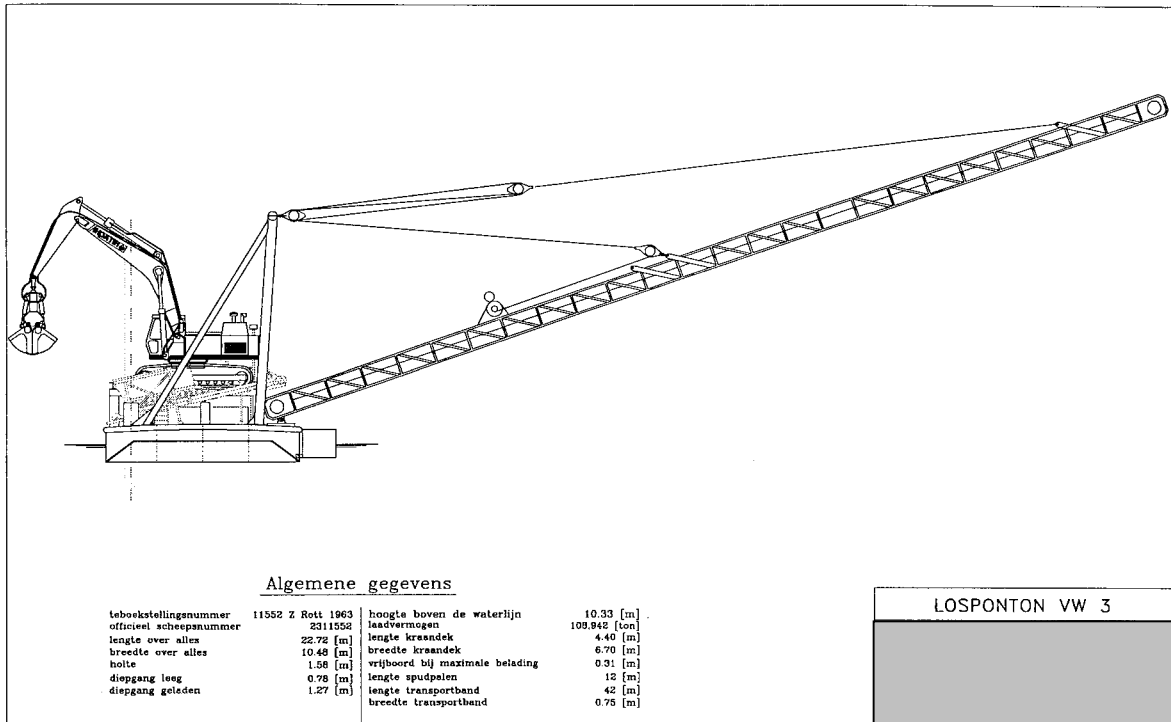
Het ongeval met dit type schip is de laatste uit een reeks van ongevallen, waarbij speciaal ingerichte bakken en/of beunschepen kapseisden door overmatige belading, waardoor de stabiliteit afnam.

Korte beschrijving van het ongeval met de overslagponton VW III

De overslagponton VW III werd door de opvarenden gereed gemaakt voor het verslepen naar een nieuwe locatie. Door onvoldoende kennis van stabiliteit werden opeenvolgende handelingen verricht die de stabiliteit van de ponton nadelig beïnvloedden. Bij het indraaien van de transportband waren de twee pontons die nodig waren voor de stabiliteit, al afgekoppeld. De overslagponton had een slagzij over stuurboord, die door de van bakboord indraaiende transportband versterkt werd. Door de snel afnemende stabiliteit kapseisde de ponton.



Figuur 5: Foto van de gekapseisde overslagponton VW III



Figuur 6: Grafische presentatie van de overslagponton VW III

Korte beschrijving van het ongeval met de onderlosser Heeswijk

De onderlosser Heeswijk werd door een overslagponton beladen met grof grind en grof sediment. Toen de Heeswijk voldoende beladen was, heeft men getracht om het schip onder de in werking blijvende transportband uit te varen. Tijdens deze manoeuvres kwam steeds meer lading aan één kant van het laadruim terecht en zelfs in het gangboord naast het ruim. Doordat de transportband niet gestopt werd en door de hierdoor ontstane onevenwichtige belading, maakte de Heeswijk uiteindelijk zoveel slagzij dat de onderlosser als gevolg hiervan kapseisde. Een opvarende kwam daarbij om het leven.



Figuur 7: Foto van de onderlosser Heeswijk

Korte beschrijving van het omslaan van de ponton van Staatsbosbeheer.

Op 1 april 2002 werden op een 'Doe-dag' van Staatsbosbeheer bezoekers met behulp van pontons over een vijver vervoerd. De pontons hebben een zeer geringe diepgang, zijn lang (6,5 m) en smal (1,4 m) en worden doorgaans gebruikt om materiaal op moeilijk bereikbare plaatsen te brengen. Op de 'Doe-dag' brachten enkele opvarenden de ponton in slingering. Doordat de overige passagiers zich, om droge voeten te houden, naar eenzelfde zijde van de ponton verplaatsten, kwam er teveel gewicht aan één kant waardoor het water over de ponton stroomde en het uiteindelijk omsloeg. Alle opvarenden kwamen te water, waarbij een kind en een volwassene vanwege onderkoelingsverschijnselen ter observatie naar het ziekenhuis zijn gebracht.



Figuur 8: Foto van de gebruikte pontons van Staatsbosbeheer

Korte beschrijving van het ongeval met de msb. Albatros

Bij het verslepen van een kraanponton maakte de msb. Albatros slagzij. Dit kwam door de krachten op de sleeptros en de stroming ter plaatse, die veroorzaakt werd door de werking van het schroefwater van vier, aan de zijde van een zeeschip duwende, sleepboten. De krachten waren zo groot dat de Albatros hierdoor 90 graden slagzij maakte. Het schip wist zich echter weer op te richten, mede dankzij zijn grote aanvangsstabiliteit.



Figuur 9: Foto van de motorsleepboot Albatros

Samenvattend:

In totaal zijn bij alle bovengenoemde ongevallen vier doden te betreuren geweest en zijn eveneens enkele opvarenden lichtgewond geraakt en met onderkoelingsverschijnselen naar het ziekenhuis vervoerd. De totale schade bedroeg uiteindelijk vele miljoenen euro's, mede door de inzet van bergingsmaatschappijen en 'total loss' verklaringen voor enkele vaartuigen.

2 ANALYSE

2.1 Database studie en HAZOP¹ bijeenkomst

Voor de database studie is gebruik gemaakt van de voor de Raad voor de Transportveiligheid wettelijk vastgelegde mogelijkheid om gegevensbestanden te raadplegen die voor het onderzoek van belang zijn. Bij het onderzoek is al in een vroeg stadium gestuit op problemen ten aanzien van de registratie van ongevallen. In Nederland worden bij diverse instanties en organisaties op uiteenlopende wijzen registraties van scheepvaartongevallen bijgehouden. Dit gebeurt onder andere door het ministerie van Verkeer en Waterstaat, door verscheidene verzekeringsmaatschappijen en door de Raad voor de Transportveiligheid zelf. Een belangrijk openbaar databestand is ONOVIS van het ministerie van Verkeer & Waterstaat, dat gevoed wordt door diverse bij ongevallen betrokken partijen in het veld. Aan de registratie van scheepvaartongevallen lijkt, in tegenstelling tot die voor het wegverkeer, helaas geen hoge prioriteit toegekend te worden. Dit gegevensbestand kent mede hierdoor problemen met de registratiegraad en representativiteit. Voor een specifiek onderwerp als bijvoorbeeld stabiliteit bleek dan ook onvoldoende statistische onderbouwing beschikbaar te zijn. Bij de beoordeling van het ONOVIS databestand kon dan ook spoedig geconcludeerd worden, dat de informatie onvoldoende was voor gebruik ten behoeve van het onderzoek.

De databestanden van de verzekeraars bleken voor het onderzoek niet toegankelijk. De kamer scheepvaart diende daarom voor deze studie uit te gaan van het in eigen beheer opgebouwde gegevensbestand. Deze wordt gevoed met informatie uit de grote aantallen eigen onderzoeken naar ernstige en zeer ernstige ongevallen² (circa 150 tot 250 op jaarbasis). De in het rapport vermelde statistieken zijn dan ook uitsluitend gebaseerd op het RvTV databestand.

In de onderstaande tabel is een onderverdeling gehanteerd per scheepstype voor de beroepsvaart. Bij dit overzicht gaat het om de absolute aantallen ongevallen. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar ten aanzien van de gebruiksintensiteit en/of mate van voorkomen van de verschillende typen vaartuigen op de Nederlandse waterwegen, zodat geen correctie / weging hiervoor kon worden aangebracht. In totaal zijn er in de periode juli 1999 – juli 2001 bij de RvTV, 38 ongevallen (15 %) met binnenvaartschepen in het gegevensbestand aangetroffen waarbij stabiliteit een belangrijke rol heeft gespeeld bij het ontstaan dan wel het verdere verloop van het ongeval. Het totale aantal geregistreerde (zeer) ernstige ongevallen, volgens RvTV criteria, bedroeg in die periode 244. Naast stabiliteitsgerelateerde ongevallen zijn met name aanvaringen en aan de grond lopen (40%), roeruitval (15%), brand (12%) en zinken (5%) de meest voorkomende (zeer) ernstige ongevallen.

¹ HAZOP staat voor Hazard and Operability: risico's c.q. gevaren die onder de operationele omstandigheden voor kunnen komen

² Voor de indeling in ongevalsclassen, worden de onderstaande definities gehanteerd (deze zijn afgeleid van de International Maritime Organization (IMO) ongevalsdefinities):
Zeer ernstige ongevallen: Ongevallen overkomen aan schepen waarbij deze total loss zijn geraakt, die dodelijk letsel of vermisten hebben veroorzaakt en/of ernstige milieuschade tot gevolg hebben gehad.
Ernstige ongevallen: Ongevallen, geen zeer ernstige zijnde, die behelzen: gewonden, brand, aanvaring, gronding, contact, slecht weer- of ijschade, corrosieschade of rompschade, etcetera en resulteren in:

- structurele schade die het schip verhinderen verder te varen, zoals lekkage onder de waterlijn, buiten gebruik raken van de machines, ernstige schade aan verblijven,
- milieuverontreiniging en/of hulp van derden noodzakelijk maken (zoals slepen, afvoer gewonden).

Minder ernstige ongevallen en incidenten: Alle overige ongevallen en bijna-ongevallen.

Overzicht Beroepsvaart

Scheepstype	Aantal	Korte omschrijving ongevallen
Sleepduwboten	6	Twee maal is een schip gekapseisd en vervolgens gezonken en twee maal is een schip rechtstandig gezonken. Naast deze statistische gegevens zijn twee praktijkongevallen met duw-/sleepboot onderzocht. Beide schepen waren gekapseisd.
Beunschepen	6	Zes ongevallen, waarvan twee schepen gekapseisd en vervolgens gezonken zijn.
Motortankschepen	8	In totaal zijn drie van de acht schepen gezonken. Er zijn geen schepen gekapseisd. Typering ongeval: overwegend contacten en aanvaringen. In drie gevallen was het falen van apparatuur de oorzaak van de aanvaring.
Droge bulk schepen	7	Twee schepen gezonken, geen schepen gekapseisd. Typering ongeval: vier aanvaringen met gat onder de waterlijn, één keer vrijboord en twee ongevallen, waarbij de waterdichtheid van de luiken en het vrijboord een rol speelde.
Bakken	3	Drie beunbakken zijn gekapseisd. De ongevaloorzaken zijn verschillend van aard.
Veerponten	2	Twee ongevallen, gevolgen beperkt. Oorzaak blijkt achterstallig onderhoud. Gezien potentiële gevolgen hogere prioriteit dan overige schepen.
Containerschepen	1	Eén containerschip kwam in aanvaring waarbij alleen sprake was van waterinname.
Pontons en drijvende werktuigen	5	Twee ongevallen waren het gevolg van aanvaringen. Eén ongeval het gevolg van contactschade, één ongeval als gevolg van onvoldoende kennis, en één ongeval vond plaats met een onbemand en afgemeerd vaartuig.

Tabel 1: Ongevallen per scheepstype in de beroepsvaart (periode: juli 1999 tot juli 2001)

Naast de database studie is ter completering van het overzicht in de mogelijke problemen die bestaan ten aanzien van de stabiliteit aan boord van binnenvaartschepen, heeft een bijeenkomst (HAZOP–bijeenkomst) plaatsgevonden met vertegenwoordigers uit diverse binnenvaartsectoren en experts op het gebied van de binnenvaart. Tijdens deze bijeenkomst is op basis van enige praktijkvoorbeelden en casussen gediscussieerd over de mogelijke oorzaken, achtergronden en gevolgen van en oplossingen voor de stabiliteit van binnenschepen.

De vertegenwoordigers waren geselecteerd op basis van hun specifieke kennis van bepaalde scheepstypen en/of -sectoren. Gezien de samenstelling mag van een representatieve dwarsdoorsnede van de binnenvaartsector gesproken worden.

Tijdens de bijeenkomst is aan de hand van de drie onderstaande aspecten gediscussieerd.

- HAZOP (Hazard Operability)
- Kwalitatieve analyse
- Risico Controle Opties (RCO's)

Uit de discussie tijdens bijeenkomst kwam naar voren dat de mogelijke problemen met stabiliteit voornamelijk toegeschreven dienen te worden aan verbouwingen van sleepboten, het overbeladen van specifieke typen schepen en het soms ontbreken van (delen van) kennis van stabiliteit bij de beroepsgroep.

2.1.1 Kwalitatieve analyse op basis van het RvTV gegevensbestand

Uit de analyse van de 100 dossiers van mogelijk aan stabiliteit gerelateerde ongevallen waarover de Raad voor de Transportveiligheid beschikte, bleken er na beoordeling 38 aangemerkt te kunnen worden als stabiliteit gerelateerde ongevallen. Van deze groep ongevallen blijkt bij het merendeel (80 %) dat onvoldoende kennis en/of onjuiste inzet van het vaartuig, of handelingen / bedrijfsvoering van de bemanningsleden een van de factoren die een negatieve bijdrage hadden op de stabiliteit van het vaartuig. Een dergelijk groot aandeel van onjuist menselijk handelen bij ongevallen wordt in andere transportmodaliteiten en bedrijfstakken ook regelmatig aangetroffen.

In dit onderzoek zal dan ook aandacht besteed worden aan:

- a) de opleiding en training van bemanning,
- b) de technische mogelijkheden om de gevolgen van menselijk falen te minimaliseren.

2.1.2 Opleiding en training

2.1.2.1 Algemeen

Uit onderzoek bij het Scheepvaart en Transport College Rotterdam (een van de grootste opleidingsinstituten voor binnenvaart in Nederland) blijkt dat de theoretische opleiding met betrekking tot stabiliteit vrij algemeen van aard is. Er wordt nauwelijks aandacht besteed aan specifieke risico's met betrekking tot de stabiliteit van bepaalde typen schepen, zoals beunschepen en (verbouwde) sleepboten. Het slepen van vaartuigen is een bijzondere vaardigheid waarbij, naast de reguliere algemene vaaropleiding, een gedegen vervolgopleiding in de praktijk vereist is. Door de opkomst van motorschepen en de duwvaart in de zestiger jaren nam het sleepwerk drastisch af, waardoor het aantal personen dat deze specifieke praktijkervaring bezat eveneens afnam.

De reden van de noodzaak van deze specifieke ervaring is dat een sleepboot een, naar verhouding van het geïnstalleerde motorvermogen, relatief klein schip is met een groot manoeuvreervermogen. Het motorvermogen, de diameter van schroef en de roeren zijn vergelijkbaar met motorvrachtschepen die maar liefst het tienvoudige aan waterverplaatsing hebben. Het besturen van een sleepboot vereist dan ook een specifieke vaardigheid en groot veiligheidsbesef. Door het vrijkomen van de relatief grote krachten ontstaan eerder gevaarlijke situaties dan bij het varen met andere typen schepen.

Naast het beheersen van het eigen vermogen en de grote manoeuvreereigenschappen, moet bij het slepen rekening gehouden worden met de krachten die uitgeoefend worden door het te slepen of te assisteren object. De vaarreglementen houden rekening met het bovenstaande. Een sleepboot wordt ongeacht zijn lengte ingeschaald in de categorie 'grote schepen'.

Met betrekking tot het slepen zijn aan bemanningen van sleepboten geen aanvullende opleidingseisen gesteld. Door de veranderingen in de samenstelling van de binnenvaartvloot, wordt het slepen en assisteren alleen nog in de praktijk gebracht bij het slepen van drijvende werktuigen (zandzuigers, baggermolens graanelevatoren e.d.), het assisteren van zeeschepen, samenstellen (duwvaart onder bijzondere omstandigheden) en tijdens bergingswerkzaamheden. Hierdoor dreigt de specifieke kennis die nodig is voor het varen met sleepboten verloren te gaan en wordt ook in de praktijk deze vaardigheid steeds minder op anderen overgedragen.

2.1.2.2 Historie

De internationale Rijnvaart kent al sinds 1922 een vaarbewijs: het zogenaamde Rijnpatent. Eerst moest alleen vaartijd aangetoond worden: later moest door het afleggen van een examen ook de kennis aangetoond worden. Het Rijnpatent is nog steeds geldig. Het Rijnpatent wordt afgegeven voor een bepaald gedeelte van de Duitse Rijn. De eindtermen voor het Rijnpatent zijn sinds de laatste wijziging van het Reglement Rijnpatenten gelijk aan de eindtermen voor het Vaarbewijs II, aangevuld met eindtermen over de vereiste kennis van het vaargebied, waarvoor het Rijnpatent geldig is.

Door het Koninklijk Onderwijsfonds voor de Scheepvaart (KOFs) worden vakdiploma's afgegeven. Het eerste vakdiploma schipper binnenvaart werd al in 1918 uitgegeven en het eerste diploma schipper Rijnvaart in 1925.

De volgende schippersvakdiploma's konden via het KOFs behaald worden:

- A1 Havengebied van Rotterdam
- A2 Kanaalvaart
- A3 Rivier- en kanaalvaart
- A4 Ruime vaarwaters en kanaalvaart
- A5 Rijnvaart.

Tevens kon examen afgelegd worden met betrekking tot het assisteren van zeeschepen. Als dit examen met goed gevolg werd afgelegd werd op het diploma een aantekening geplaatst.

Vanaf het moment dat voor vaarbewijzen en Rijnpatenten een examen afgelegd moest worden, is het KOFs voor Nederland het aangewezen examenbureau. Het KOFs beheert de examencommissie schipper, die examens organiseert ter verkrijging van de diploma's schipper 'rivieren kanalen en meren' (groot vaarbewijs I), 'alle binnenwateren' (groot vaarbewijs II), 'zeilvaart' (groot vaarbewijs I of II) en 'Rijnvaart' (Rijnpatent en groot vaarbewijs I of II)

2.1.2.3 Groot vaarbewijs

Op grond van de Binnenschepenwet werd in Nederland op 1 april 1992 een vaarbewijs verplicht. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een klein vaarbewijs, speciaal bedoeld voor niet commerciële vaart en een groot vaarbewijs.

Beide vaarbewijzen worden naar vaargebied ingedeeld in een vaarbewijs I (rivieren kanalen en meren) en een vaarbewijs II (alle binnenwateren: vaarbewijs I, uitgebreid met de ruime vaarwateren als IJsselmeer, Waddenzee en de Zeeuwse stromen).

Sinds de invoering van het verplichte vaarbewijs in Nederland wordt door het KOFs nog geëxamineerd voor de volgende schippersvakdiploma's:

- Rivieren, kanalen en meren,
- Alle binnenwateren,
- Rijnvaart en
- Zeilvaart.
- Als aantekening op een schippersdiploma worden examens afgenomen voor de volgende speciale diploma's:
 - Aantekening havengebied Rotterdam en
 - Aantekening assisteren zeeschepen.

Omdat er zich weinig kandidaten aanmelden, worden de examens ter verkrijging van de speciale diploma's binnenvaart nog maar weinig georganiseerd. In het jaar 2001 waren er slechts twee kandidaten voor het examen assistentie zeeschepen. Het KOFs overweegt om de speciale examens binnenvaart niet meer af te nemen.

2.2 Wet- en regelgeving ten aanzien van stabiliteit

De binnenvaart kent twee regelgevende regimes: Nederlandse wetgeving en wetgeving gericht op de internationale Rijnvaart.

2.2.1 Nederlandse wetgeving

De wettelijke grondslag ligt in de Scheepvaartverkeerswet en de Binnenschepenwet. De vaarregels zijn opgenomen in een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB): het Binnenvaartpolitiereglement (BPR). De bouwtechnische eisen en de uitrustings-eisen staan in het Binnenschepenbesluit (BSB). De Europese Unie heeft in 1982 een richtlijn (82/714 EU) uitgevaardigd over technische en uitrustings-eisen voor binnenschepen. Met name het BSB is

grotendeels voortgekomen uit deze richtlijn.

2.2.2 Wetgeving internationale Rijnvaart

De wettelijke grondslag ligt in een multilateraal verdrag, de herziene Rijnvaart akte (akte van Mannheim). De vaarregels zijn opgenomen in een reglement: het Rijnvaartpolitiereglement (RPR). De bouwtechnische en uitrustings-eisen staan in het Reglement onderzoek schepen op de Rijn 1995 (ROSR). Voor Nederland is de wettelijke grondslag van het RPR en het ROSR te vinden in de Scheepvaartverkeerswet en de Binnenschepenwet.

De regelgeving met betrekking tot stabiliteitseisen van binnenvaartschepen is verdeeld over een aantal verschillende reglementen:

- BSB (Binnenschepenbesluit)
- ROSR (Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn)
- ADNR (Règlement pour le transport de matières dangereuses sur le Rhin)
- Voorschriften Zeilende Beroepsvaart volgens bijlage VII van het binnenschepenbesluit

Op basis van de bovenstaande reglementen, waarin stabiliteitseisen staan geformuleerd kan een opdeling gemaakt worden naar het scheepstype:

BSB	ROSR	ADNR
Passagiersschepen	Passagiersschepen	Motortankschepen
Veerboten	Containerschepen	Containerschepen (lading ADNR)
Open rondvaartboten	Drijvende werktuigen	
Veerponten	Schepen > 110 meter	

Tabel 2: Overzicht reglementen per scheepstype

De overige scheepstypen (o.a. duw-/sleepboten, beunschepen) dienen aan de algemene scheepsbouwkundige eis te voldoen, die voorschrijft dat “de stabiliteit voldoende moet zijn voor het gebruik waarvoor het schip bestemd is.

Er zijn geen nadere stabiliteitseisen geformuleerd voor deze groepen.

2.2.3 Conclusies

In het algemeen geldt dat schepen te allen tijde dienen te voldoen aan de algemene scheepsbouwkundige eis dat het schip voldoende stabiliteit moet bezitten voor het gebruik waarvoor het schip is bestemd. Voor de schipper zou het duidelijk moeten zijn binnen welke grenzen het schip gebruikt kan worden. Het vaststellen van de operationele limieten door middel van ‘trial and error’ wordt daarmee voorkomen.

Het onderzoek toont aan dat de regelgeving niet transparant en uniform is. Containerschepen moeten bijvoorbeeld volgens het ROSR aan een aantal criteria voldoen, echter volgens het Binnenschepenbesluit (nog) niet. Deze harmonisatieslag is op verzoek van een aantal lidstaten van de Europese Unie inmiddels in gang gezet.

Er gelden geen specifieke criteria voor sleepboten die geschikt worden gemaakt om te duwen.

Eveneens bestaan er geen specifieke criteria voor beunschepen. Wel zijn voor deze schepen de vastgestelde ijkmerken van kracht, zoals ook het geval is bij andere typen motorschepen. Uit diverse onderzoeken op locatie blijkt dat beunschepen in het algemeen niet alleen boven de ijkmerken beladen worden, maar dat ze tevens veelvuldig boven het ijkmerk beladen gaan varen.

2.3 *Rol van de overheid*

2.3.1 *Certificering*

De BSW (art. 5) voorziet in de afgifte van een Certificaat van Onderzoek (CvO) voor schepen, nadat is gebleken dat het schip voldoet aan de vastgestelde regels.

In Nederland draagt het Hoofd van de Scheepvaartinspectie zorg voor de afgifte van certificaten (BSB art. 4) en de aanvraag voor certificering dient door de eigenaar van het vaartuig te geschieden (art 5).

Alvorens het Hoofd van de Scheepvaartinspectie overgaat tot certificering, zal het vaartuig gekeurd worden. Indien de inrichting of de bijzondere bestemming van het schip daartoe aanleiding geeft, kan het hoofd van de Scheepvaartinspectie bepalen of er een hellingproef moet worden gehouden voor de beoordeling van stabiliteit van vrachtschepen, sleepboten, duwboten en rijksvaartuigen (BSB art.23).

In Staatsblad 1987 nummer 466 wordt als toelichting vermeld op artikel 23 dat de bevoegde instantie (Hoofd Scheepvaartinspectie) kan verlangen dat een vaartuig droog onderzocht dient te worden en dat een bewijs van stabiliteit, eventueel op grond van een hellingproef, kan worden overlegd.

Voor schepen die volgens het BSB, ROSR en ADNR geen nadere specifiek stabiliteitseisen behoeven, ontbreken criteria voor deze hellingproef. De eigenaar van een vaartuig moet aantonen dat de stabiliteit voldoende is voor het gebruik waarvoor het vaartuig is bestemd. Over het algemeen zal de eigenaar van een schip dit doen aan de hand van de vigerende stabiliteitseisen voor schepen die vergelijkbaar zijn met zijn schip en die wel opgenomen zijn in de wetgeving.

2.3.2 *Toezicht en handhaving, de wet*

Met de wijziging d.d. 1 januari 1998 van de toezichtbevoegdheden in de Algemene wet bestuursrecht (AWB), zijn de (meeste) controlebevoegdheden uit bijzondere wetgeving vervangen door een nieuw onderdeel in de AWB, zijnde Afdeling 2, Toezicht op de naleving. De daarin opgenomen bevoegdheden worden toezichtbevoegdheden genoemd. Deze basisbevoegdheden zijn van toepassing op een persoon die bij of krachtens wettelijk voorschrift belast is met het houden van toezicht op de naleving van het bepaalde bij of krachtens enig wettelijk voorschrift en als zodanig is aangewezen als toezichthouder.

Het toezicht kan worden uitgevoerd door een toezichthouder, door een toezichthouder met opsporingsbevoegdheid, de buitengewoon opsporingsambtenaar (BOA) en door algemene opsporingsambtenaren, die bij of krachtens een (bijzondere) wet als zodanig zijn aangewezen.

De term toezicht op de naleving werd voorheen in de wetgeving op verschillende manieren gebruikt. Soms werd de term gebruikt om controle op de wet te kunnen uitoefenen en in andere wetten werd onder deze term zowel de controle, als de opsporing begrepen. In de AWB zijn nu de termen, controle, inspectie en handhaving vervangen door de term toezicht op de naleving.

Wordt met de termen, controle, inspectie of handhaving bedoeld op de opsporing van strafbare feiten, dan zijn zij in de overige wetgeving vervangen door de term opsporing.

De term handhaving is een verzamelterm voor het toezicht op de naleving, de opsporing en eventuele andere vormen van handhaving tezamen.

Opsporingsambtenaren dienen ten spoedigste proces-verbaal op te maken van door hen geconstateerde strafbare feiten. Dit betekent echter niet dat opsporingsambtenaren in de meest letterlijke zin van het woord van elk door hen ontdekt strafbaar feit proces-verbaal moeten opmaken. De vrijheid van de individuele opsporingsambtenaar om te beslissen om

wel of geen proces-verbaal op te maken, wordt algemeen erkend. Deze beslissingsvrijheid noemt men discretionaire bevoegdheid. Deze vrijheid schept echter ook verplichtingen. De opsporingsambtenaar moet ervoor zorgen dat het wel of niet proces-verbaal opmaken, niet tot willekeur leidt. Daarbij heeft hij rekening te houden met het verbaliseringsbeleid volgens de richtlijnen van het openbaar ministerie.

2.3.3 Toezicht en handhaving, de praktijk

2.3.3.1 Verbouwing

Aan de Divisie Scheepvaart is een aantal vragen gesteld ten aanzien van de wijze van toezicht en certificering van schepen in de binnenvaart, en in het bijzonder ten aanzien van schepen die verbouwd worden/zijn.

Uit het antwoord blijkt dat de Divisie Scheepvaart afhankelijk is van de informatie die de eigenaar van het schip geeft. Indien de verbouwing niet aangemeld wordt, zal dit betekenen dat de Divisie Scheepvaart geen directe invloed heeft op het proces van de verbouwing. In veel gevallen zal dan pas kort voor het in de vaart brengen een inspectie plaatsvinden. Deze inspectie kan aanleiding zijn certificaten niet of slechts voorlopig af te geven, totdat de benodigde tekeningen zijn beoordeeld en goedgekeurd. Eventueel kan aanvullend een stabiliteitsproef geëist worden.

Onderzoek heeft uitgewezen dat bij alle verbouwingen van sleepboten geen aanvullende eisen zijn gesteld door de Divisie Scheepvaart.

2.3.3.2 Veiligheidsmerk

De inzinkingsmerken worden vastgesteld door het Hoofd van de Scheepvaartinspectie (nu directeur-hoofdinspecteur van de Divisie Scheepvaart, Inspectie Verkeer en Waterstaat). De ijkmerken worden vastgesteld door de Scheepsmetingsdienst van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De ijkmerken fungeren als inzinkingsmerken. Dit zijn merktekens die de (berekende) maximaal toelaatbare beladingsconditie van het schip aangeven. Daarmee wordt een relatie gelegd tussen de inzinkingsmerken en de veiligheid van het schip. Bij overschrijding van de maximale inzinkingslijn zal er geen inzicht meer zijn in de risico's ten aanzien van stabiliteit en sterkte van het betrokken schip.

Het is niet toegestaan met een schip deel te nemen aan het scheepvaartverkeer, indien het schip is ingezonken tot over het vlak door de onderkant van de inzinkingsmerken voor de vaarweg die het bevaart, dan wel tot over de lijn voor de uitwatering vastgesteld voor de vaarweg welke het bevaart (Binnenvaartpolitiereglement artikel 1.07). Deelnemen aan het verkeer geldt zowel voor varende als stilliggende schepen. Ondanks deze strikte bepaling blijkt uit het onderzoek naar stabiliteit dat juist deze veiligheidsmarge door andere overheidsinstanties in zekere mate wordt gedoogd.

Dit blijkt onder andere uit een recent verlengde en enigszins aangepaste aanwijzing (Staatscourant 2004, nr. 80) die voor een deel specifiek betrekking heeft op beunschepen. In deze aanwijzing wordt bepaald in welke gevallen het Openbaar Ministerie tot stillegging overgaat. In de "Aanwijzing rusttijden, vaartijden, bemanningssterkte en stilleggen van schepen" d.d. 27 april 2004 staat onder andere het volgende vermeld:

"Bij te diep liggende schepen wordt stilgelegd indien sprake is van:

- a) met spuitvand beladen beunschepen die meer dan 20 cm. gemeten op enig inzinkingsmerk te diep liggen;*
- b) met spuitvand beladen beunschepen waarbij de veiligheidsafstand op zone 2 en 3 wateren kleiner is dan 50 cm. en op zone 4 wateren kleiner is dan 30 cm;*
- c) overige beladingen bij schepen die meer dan 10 cm. gemeten op enig inzinkingsmerk te diep liggen."*

De bovengenoemde aanwijzing heeft betrekking op gedrag dat al "common practice" was. Het is historisch gegroeid, omdat beunschepen in de praktijk doorgaans eerst overbeladen worden, om na het wegpompen van het overtollige water juist tot aan de ijken beladen te

liggen. Tijdens dit droogpompen, wat veelal een tijdrovend proces is, ligt het beunschip “over het ijkmerk”. Om tegemoet te komen aan de economische gevolgen van lange wachttijden, is het bovenstaande gedoogbeleid ten aanzien van varen over het ijk in de loop der jaren ontstaan.

Uit bovenstaande kan geconstateerd worden dat, onder bepaalde voorwaarden, overschrijding van de bestaande veiligheidsnorm wordt gedoogd.

2.4 Resultaten ongevalsonderzoek

De praktijkvoorbeelden kunnen in drie scheepstypen ingedeeld worden;

- Duw-/sleepboten
- Beunschepen/beunbakken
- Pontons

2.4.1 Duw-/sleepboten

Het ongeval met de msb Aqua Vita op 11 december 2000 stond niet op zichzelf. In de twee voorafgaande jaren, de periode waarin de Raad voor de Transportveiligheid zijn taken voor het eerst kon uitoefenen, zijn al enkele ongevallen met sleepboten onderzocht. Twee van deze ongevallen betrof het vervullen van een schip terwijl het vrij voer, zonder bak of sleep. In de andere twee gevallen was het schip bezig met het verlenen van assistentie bij het verslepen van een of meerdere grote objecten.

Nog geen maand nadat de msb Aqua Vita was omgeslagen, kapseisde de msb LE-DI bij het assisteren van enkele sloopschepen. Weer twee maanden later kreeg de Raad voor de Transportveiligheid de melding van het ongeval met msb Albatros in de Rotterdamse haven.

De eerste twee genoemde schepen betroffen verbouwde sleepboten. Ook de meldingen uit voorgaande jaren hadden betrekking op dit specifieke scheepstype. In dit geval wordt daarmee bedoeld dat de betrokken schepen vaak tientallen jaren geleden gebouwd werden als sleepboot en daarna tot sleep-/duwboot zijn omgebouwd.

Ze zijn voornamelijk in de jaren 1920 tot 1950 gebouwd. Vanaf die tijd tot aan de ombouw tot sleep-/duwboot hebben deze schepen doorgaans zonder noemenswaardige stabiliteitsproblemen gevaren.

Echter door het ontstaan van het duwaanbod werd het voor de eigenaren van deze schepen aantrekkelijk om in plaats van te slepen, te gaan duwen. Om enigszins te voldoen aan de economische eisen voor de duwvaart werden sterkere, maar tevens lichtere, motoren geplaatst, andere stuurinrichting en roeren geïnstalleerd en in de meeste gevallen werd een hefbaar stuurhuis geplaatst. Op sommige schepen werd volstaan met het bouwen van een extra stuurhut bovenop de bestaande. Soms zijn de stuurhuizen van hout of aluminium, maar meestal zijn ze van staal. Door deze aanpassingen en het aanbrengen van een versterkte en verhoogde duwstevan, veranderden de manoeuvreer- en stabiliteitskarakteristieken van de schepen. In termen van stabiliteit; het zwaartepunt van het schip werd door deze veranderingen meer naar boven verplaatst. Het schip wordt zogezegd topzwaar en heeft weinig invloed van buitenaf nodig om sterk te gaan hellen. Met ballast kan het zwaartepunt in meer of mindere mate weer verlaagd worden. De helling kan worden veroorzaakt door de wind en door golven welke het schip doen slingeren. Ook het slepen aan objecten kan een helling veroorzaken. Komt bij grotere helling het dek van het schip onder water, dan heeft dit extra (negatieve) invloed op de stabiliteit. Op dat moment ‘verandert’ de vorm van het onderwaterschip snel, met alle gevolgen van dien. (Zie tevens figuur 1 op bladzijde 16)

Bovenstaand gegeven en het feit dat er meerdere ongevallen met dit type schepen hebben plaatsgevonden, is de aanleiding geweest om de laatste twee ongevallen nader te beoordelen op stabiliteit. Daarvoor werd een gespecialiseerd bedrijf benaderd om de schepen in te

meten en de scheepsbouwkundige aspecten en stabiliteitswaarden te bepalen.

Voor de msb Aqua Vita was dit bij benadering mogelijk. Daar het schip aanzienlijke schade had opgelopen bij de berging, moest het op een ponton worden gezet om te voorkomen dat het in de haven weer zou zinken. Na overleg met twee deskundigen is daarop besloten om op een minder gebruikelijke wijze de stabiliteit van de msb Aqua Vita vast te stellen. De stabiliteit wordt doorgaans bepaald met het schip te water. Bij de msb Aqua Vita was dit helaas niet meer mogelijk en is uitsluitend het gewicht van het schip bepaald. Bij benadering zijn de diverse stabiliteitsberekeningen uitgevoerd en vergeleken met de msb LE-DI.

Met de msb LE-DI kon deze stabiliteitsbepaling wel relatief eenvoudig en nauwkeurig geschieden. Vrijwel onbeschadigd met de inventaris nog aan boord en weinig sediment in het schip, kon deze worden bepaald.

De resultaten van de stabiliteitsbepalingen van beide schepen waren verontrustend. Technisch gezien blijken deze verbouwde sleepboten onvoldoende ingericht om zonder risico's alle voorkomende werkzaamheden uit te voeren. In de duwvaart lopen de opvarenden nog de minste risico's. De duw-/sleepboot is dan vastgezet aan het te duwen object en zal daardoor bij helling tegengehouden worden. Juist bij het slepen of bij het vrij varen worden de risico's groot. De scheepsbouwkundige staat van deze schepen blijkt in die omstandigheden onvoldoende veilig te zijn.

De msb. Albatros bleek de uitzondering te zijn op de reeks van ongevallen die de RvTV in de afgelopen drie jaar gemeld zijn. De Albatros is een relatief nieuw schip, gebouwd in 1989. Uit het onderzoek bleek dat het schip geleverd was met een bijbehorend stabiliteitsboek zodat vrij gemakkelijk inzicht werd verkregen in de stabiliteitswaarden van de Albatros. Het verschil met de verbouwde sleepboten zit voornamelijk in een andere lengte/breedte verhouding. De verbouwde sleepboten zijn in de regel niet breder dan vijf meter bij een lengte van ongeveer 18 meter. De Albatros heeft door een breedte van 6 meter en een lengte van 19 meter al een betere basis voor de stabiliteit. Bovendien is de Albatros niet voorzien van een verhoogde stuurhut, waardoor het totale gewicht vrij laag blijft. Dit komt tot uiting in de MG waarde³ van de schepen. Voor de Albatros is de MG=1,40 meter gemiddeld. De Aqua Vita en de LE-DI hebben een MG=0,40 meter gemiddeld, ruim een meter (1,00 m) minder.

Bij de bepaling van stabiliteit zijn voor de sleepboten alle aspecten van invloeden door wind, golven, extra gewicht aan boord en krachten op de sleepbot, in de berekening betrokken.

Noch de Binnenschepenwet, noch andere wetten schrijven vaste criteria voor dit type schepen voor (zie ook overzicht wet- en regelgeving). In eerste instantie kan men uitgaan van het criterium *voldoende* stabiliteit. Daar dit een rekbaar begrip is, is gezocht naar andere mogelijkheden. Voor de stabiliteitscriteria van sleepboten is daarom gebruik gemaakt van de (inter)nationale kennis en uitgangspunten die op dit gebied ontwikkeld zijn, bij ondermeer:

- US Coast Guard (voor de krachten opgewekt door trossentrek)
- een klassebureau,
- Department of Transport Marine Directorate, Engeland,
- Norwegian Ship Control Legislation,
- een rederij met havensleepboten,
- een grote scheepswerf (onder andere gespecialiseerd in het ontwerpen van sleepboten).

³ MG-waarde is de afstand tussen het metacentrum en het scheepszwaartepunt. Als het metacentrum boven het gewichtszwaartepunt ligt is er sprake van een positieve MG-waarde. Daarvoor geldt: hoe hoger de MG-waarde, hoe stabiel het vaartuig. Als het metacentrum daarentegen onder het gewichtszwaartepunt ligt is er sprake van een negatieve MG-waarde. Daarvoor geldt: hoe hoger de negatieve MG-waarde, hoe instabieler het vaartuig.

De criteria zijn veelal bepaald naar aanleiding van onderzoek naar ongevallen met oudere modellen sleepboten, maar geven met behulp van vastgestelde formules een goede indicatie van de krachten die spelen op het moment dat de verbouwde duwsleepboot wordt ingezet om te slepen.

De meest recente door een scheepswerf ontwikkelde en gebouwde sleepboten voldoen aan de huidige operationele eisen. De schepen hebben een grotere stabiliteitsomvang in vergelijking met de verbouwde sleepboten dat tot uitdrukking komt in de verschillen in MG waarde.

Dat ook aan de huidige operationele eisen verbeterd kan worden blijkt uit het initiatief voor de ontwikkeling van de 'carousel tug'. Een sleepboot waar de sleephaak op een ring is gezet. De ring loopt rond de accommodatie aan dek. Met dit ontwerp is het vrijwel onmogelijk dat het schip onder invloed van de krachten op de sleeptros omgetrokken wordt.

Conclusies duw-/sleepboten:

De stabiliteit van de msb Aqua Vita en de msb LE-DI is beperkt. Bij de msb Aqua Vita is dit vooral het gevolg van het hoge (voor vrije vloeistoffen gecorrigeerde) zwaartepunt. Door het kenterend moment van wind en roer geven, krijgt het schip al gauw een vrij grote hellingshoek. Komt daar een windstoot bij, dan kan het schip in het ergste geval omslaan. De stabiliteit kan voor de manoeuvre al afgenomen zijn doordat het schip zich net op een golftop of in een golfdal bevindt.

De msb LE-DI heeft door de extra hoge opbouw en de duwsteven ook een hoog gewichtszwaartepunt. De rompvorm en de in de zijde aangebrachte bunkertanks met een relatief hoge ligging dragen ook bij aan een verminderde stabiliteitsomvang. Versterkt door extra kenterende momenten van de sleeptros en de stroming die op het schip werkten, is het schip omgeslagen.

De Albatros, een sleepboot uit 1989, heeft een grotere stabiliteitsomvang. Ondanks de extreme slagzij, bleef het schip drijven en richtte zich weer op nadat de externe krachten verminderd waren.

2.4.2 Beunschepen/beunbakken

Door de Raad voor de Transportveiligheid zijn twee ongevallen onderzocht die betrekking hadden op het omslaan van een beunschip (mbs Bo/Gy) en een beunbak (bb Heeswijk). Uit het onderzoek is gebleken dat het beunschip op het moment van kapseizen meer lading had, dan volgens de officiële meetbrief was toegestaan. In stabiliteitstermen betekent dit dat de gewichtsstabiliteit verminderd was. In feite gebeurde hier hetzelfde als op de verbouwde sleepboten. Er wordt meer gewicht bovenin toegevoegd, waardoor het totale zwaartepunt van het schip (en lading) naar boven wordt verplaatst. Doorgaans wordt het teveel aan nat zand afgevoerd via de spoelpoorten in de zijden van het schip. Op dit vaartuig waren een deel van de spoelpoorten echter bewust geblokkeerd om juist extra lading mee te kunnen nemen. De toename van het gewicht boven de ijkmerken zorgde voor een afname in de stabiliteit. Doordat de toegang naar de ruimte in het voorschip niet gesloten was, kon aan dek komend water doordringen tot in het voorschip. Dit zorgde voor een nog verdere afname van stabiliteit met uiteindelijk het kapseizen als gevolg. De zoon van de schipper is daarbij omgekomen.

De gekapseide beunbak, ook wel spijtbak genoemd, bevond zich in een vrijwel identieke situatie. Echter in dit geval was de overbelading niet bewust geschied. Integendeel, de bij dit ongeval omgekomen opvarende wilde juist voorkomen dat het schip verder werd overbeladen. In de pogingen dit te verhinderen, werd bij het wegslepen van de bak steeds meer lading aan een kant van het schip gestort. Hierdoor kreeg de bak slagzij. Het verslepen lukte niet en uiteindelijk kwam er lading in het gangboord terecht. Het schip had zodanig slagzij

gekregen dat als gevolg van de gewichtstoename en de plaats van de lading, de stabiliteit negatief beïnvloed werd.

Beide schepen zijn niet aan stabiliteitsproeven onderworpen. Voornaamste reden daarvoor is dat niet getwijfeld hoeft te worden aan de vormstabiliteit van deze, vrijwel rechthoekige, bakken. Bij het onderzoek werd al spoedig duidelijk dat het teveel aan gewicht de oorzaak was van het kapseizen.

Uit diverse ongevalmeldingen en onderzoeken is gebleken dat bij beunschepen regelmatig vrij water in de dubbele wanden blijft staan. Ook bij het niet volledig afladen van de schepen kan het overtollige water niet afgevoerd worden waardoor water in de beun blijft staan. Water in de compartimenten betekent een afname van de stabiliteit. Doordat het water vrijelijk van de ene naar de andere zijde kan bewegen zal een eventuele helling snel toenemen, waardoor het gevaar voor kapseizen groter wordt. Door openstaande inspectieluiken kunnen dubbele wand en bodem eventueel vollopen als het schip diep ligt. Dit geldt uiteraard ook voor overige niet deugdelijk afgesloten ruimtes. Ook daardoor neemt de stabiliteit snel af.

Conclusies beunschepen en beunbakken

De aanvangsstabiliteit van beunbakken en beunschepen lijkt voldoende. Dit type schepen is vrijwel rechthoekig en hebben voldoende aanvangsstabiliteit. De door de Divisie Scheepvaart afgegeven meetbrieven geven duidelijk de positie aan van de ijkmerken. Bovenstaande ongevallen geven aan welke risico's kleven aan het, al dan niet bewust, over het ijkmerk beladen van schepen.

Zoals onder andere blijkt uit het recent verschenen onderzoeksrapport van het mbs. Anja, heeft de bemanning op beunschepen de gewoonte om de luiken van de diverse compartimenten open te laten staan. Bij inname van water kan dit vrijelijk door het schip stromen, waardoor de stabiliteit snel afneemt. Dit risico wordt niet onderkend in de praktijk. De door de bouw zeer stabiele schepen worden daardoor onveilig door het handelen van de opvarenden.

2.4.3 Pontons

Het meest aansprekende voorbeeld van gebrek aan stabiliteit is de melding aan de Raad van het kapseizen van een veerpontje. Dit pontje bleek niet meer te zijn dan een rechthoekige ponton van 1,4 meter breed bij 6,5 meter lengte en een diepgang van vier centimeter. Op de ponton konden recreanten zich staande naar de overkant van het vaarwater laten trekken met behulp van een touw. Op het moment van het ongeval stonden 18 tot 20 personen op de ponton. Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt dat vier volwassenen van gemiddeld gewicht al voldoende zijn om de ponton instabiel te doen zijn. De door lokale overheden goedgekeurde constructie was niet op stabiliteit beoordeeld. De pontons werden normaal gebruikt voor het overzetten van materiaal. Op de zogenoemde 'Doe-dag' werden twee pontons ingezet voor het vervoer van personen. De lengte/breedte verhouding en de geringe diepgang geven de ponton weinig stabiliteit. Enkele passagiers brachten de ponton in slingering. Omdat de overige passagiers zich aan een zijde groepeerden, raakte de ponton uit balans en sloeg om, waarbij alle opvarenden te water raakten.

Het laatste voorbeeld uit de reeks is een ongeval met een ponton waarop een installatie voor overslag was gebouwd. De VW III valt onder zogenaamd aannemersmateriaal. De installatie bestond uit, onder andere, een tot 42 meter uitklapbare transportband. Om te voorkomen dat de ponton bij een uitgeklapte transportband zou kapseizen waren twee kleinere pontons aan beide zijden van de grotere ponton bevestigd. Hierdoor wordt de omvang van het geheel groot, waardoor de vormstabiliteit in positieve zin verandert.

Dit werktuig werd bediend door opvarenden die niet goed op de hoogte waren van de mogelijke risico's. Bij het klaarmaken voor verslepen werd geen rekening gehouden met de stabiliteit van de ponton. De twee kleinere pontons werden losgekoppeld. Door het inzetten van een beweging van de transportband nam de stabiliteit daarna snel af en kapseisde de

ponton uiteindelijk.

Conclusies pontons en drijvende werktuigen

Een berekening van de stabiliteit van de VW III is niet uitgevoerd. De eigenaar van de ponton heeft na een verbouwing de stabiliteit bij een bepaalde hellingshoek laten bepalen. Dit gaf geen verontrustend stabiliteitsbeeld. De twee kleine pontons waren ook voldoende om de stabiliteit van het geheel te waarborgen. Doordat de opvarenden onvoldoende op de hoogte waren van de mogelijke gevolgen van bepaalde handelingen, kon de ponton omslaan. Van de pontons van Staatsbosbeheer kan vastgesteld worden dat ze voor personenvervoer, mede door de geringe diepgang, te weinig aanvangsstabiliteit hebben. Het verplaatsen van het gewicht naar één zijde was voldoende om de ponton te doen omslaan.

Hieronder zal voor de afzonderlijke scheepstypen een overzicht gegeven worden van de algemene stabiliteitsituatie zoals die bepaald is aan de hand van het dossieronderzoek en de HAZOP meeting.

2.5 Overzicht algemene stabiliteitsituatie per scheepstype

2.5.1 Duw-/sleepboten

Onder duw-/sleepboten wordt verstaan: *sleepboten, geschikt om te duwen*. Deze classificatie, die ook gebruikt wordt door de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart, heeft uitsluitend betrekking op schepen die oorspronkelijk gebouwd zijn als sleepboot en later verbouwd zijn om ingezet te worden voor duwoperaties.

Uit gesprekken die gevoerd zijn met experts en op basis van de resultaten uit de HAZOP-bijeenkomst met de beroepsgroep blijkt, dat indien dit type schepen ingezet wordt als sleepboot, dit als de meest risicovolle inzet beschouwd wordt. Uit de ongevalmeldingen (en dossiers) uit de periode van 1999 tot 2001 komt dit echter niet expliciet tot uiting. De verdeling naar soort operatie is als volgt:

Operationele toestand	Aantal ongevallen
Vrij varend	3
Slepen	1
Duwen	1
Assistentie	1

Tabel 3: Overzicht ongevallen naar operationele toestand

Gezien de toename van het duwvervoer is het niet ongebruikelijk om sleepboten geschikt te maken voor duwoperaties. Hiervoor worden de schepen ingrijpend verbouwd. De stabiliteit kan bij deze verbouwingen wezenlijk veranderen, mede door de volgende technische veranderingen:

- *Verhoging van de stuurhut* (gewichtstoename, verplaatsing zwaartepunt),
- *Hermotorisatie* (grotere vermogens, relatief minder wegende motoren waardoor zwaartepunt gewijzigd wordt),
- *Vergroten van de capaciteit van de brandstoftanks* (gewichtstoename en zwaartepuntverplaatsing),
- *Vergroting van het roeroppervlak* (wijziging manoeuvreereigenschappen, grotere krachten op roervlak),
- *Grotere roeruitslagen/moderne roerconstructies*,
- *Toename van de apparatuur in stuurhut* (gewichtstoename en zwaartepunt verplaatsing).

De eigenaren van verbouwde sleepboten zijn niet wettelijk verplicht na een verbouwing een

stabiliteitscontrole uit te (laten) voeren. Bovendien zijn er geen wettelijke criteria waaraan getoetst kan worden of de sleepboot in de nieuwe situatie nog voldoende stabiliteit bezit. De toezichthoudende instantie (IVW, DS) kan echter wel eisen, dat aangetoond wordt dat de stabiliteit voldoende is. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een hellingproef.

Naast de zes bovengenoemde punten is de veiligheid van het schip ook in hoge mate afhankelijk van de volgende factoren:

- Kennis van stabiliteit en de algemene vakbekwaamheid van de bemanning,
- Scheepstype in relatie tot operationele inzet en wijze van voortstuwing,
- Vorm van het onderwaterschip,
- Hoogte van het vrijboord,
- Hoogte van de veiligheidsafstand,
- Uitgeoefende trekkrachten op de tros.

2.5.2 Beunschepen

Beunschepen zijn schepen die speciaal ontworpen zijn voor het transport van zand / bagger. Deze lading wordt doorgaans vermengd met water om het mengsel verpompbaar te maken. De viscositeit van de samenstelling van dit mengsel verandert bij deze transportvorm vrijwel voortdurend. Het ontwerp van de schepen is zodanig dat een leeg beunschip een hoge *aanvangsstabiliteit* bezit.

De operationele toestand van een beunschip varieert als volgt:

- Laden bij zandzuiger of via eigen installatie,
- Uitpompen van water uit het mengsel,
- Eventueel ontzilten (weer toevoegen en uitpompen van zoet water om te spoelen),
- Lossen.

Hoewel de stabiliteit van de beunschepen voldoende lijkt, de 'survival capability'⁴ kan wel worden aangetast door het te diep afladen. Voor dit onderzoek kon een typisch voorbeeld vastgelegd worden. Bij het schip op onderstaande foto staat naast het te veel afladen over de ijkmerken eveneens een luik in het voorschip open, waardoor de 'survival capability' sterk afneemt. De hellingshoek, die nodig is om dit schip te doen zinken is kleiner geworden.



Figuur 10: Foto van een te diep afgeladen beunschip met tevens een openstaand inspectieluik

Uit het onderzoek blijkt dat veel beunschepen door hun specifieke constructie beschikken over dubbele wanden. In het merendeel van de ongevallen blijken de inspectieluiken die toegang geven tot deze ruimtes, om inspecties te vergemakkelijken, onder normale operationele omstandigheden open gelaten worden. In geval van een lekkage (ongeval of anders-

⁴ Onder *survival capability* wordt de mate van reststabiliteit verstaan, waarover een schip kan beschikken bij stabiliteitsgerelateerde ongevallen.

zins) lopen als gevolg van deze handelwijze de met elkaar in verbinding staande ruimtes vol, waardoor het schip (onnodig) zinkt (zie Rapport: Lekstabiliteit van beunschepen). De veiligheidsverhogende constructie wordt hiermee volledig te niet gedaan.

2.5.3 *Motortankschepen*

Ongevallen met dubbelwandige schepen hebben door de indeling in compartimenten in de regel geen grote gevolgen voor de stabiliteit. Bij dit type schepen zijn geen inspectieluiken tussen de compartimenten aangebracht, die juist bij de eerder beschreven beunschepen problemen veroorzaken. Bij enkelwandige schepen zal bij volle belading de lading uit moeten stromen, voordat water in de tanks kan dringen. Indien de soortelijke massa in de tanks lichter is dan water, kan het schip dieper komen te liggen. Indien de soortelijke massa in de tanks zwaarder is, kan het vrijboord van het schip zelfs toenemen. Ook hier geldt dat de stabiliteit van het schip nauwelijks in het geding is. Overigens is bovenstaande theorie complexer doordat ze afhankelijk is van meerdere factoren die de omstandigheden kunnen beïnvloeden. Andere scenario's blijven denkbaar.

De potentieel gevaarlijke situaties ten aanzien van de stabiliteit ontstaan bij aanvaringen in voor- of achterschip. Voor de permeabiliteit (vullingsgraad) van diverse ruimtes moet volgens het ADN met de volgende percentages gerekend worden:

Ruimte	Permeabiliteit
Machinekamers	85%
Bemanningsruimten	95%
Dubbele bodems, brandstoftanks, ballasttanks, enz ⁵ .	0% of 95%

Tabel 4: Overzicht scheepsruimten en bijbehorende vullingsgraad

Er zijn nog wel tankschepen in de vaart die over ingebouwde tanks beschikken. Dat wil zeggen dat door deze constructie sprake is van een loze ruimte tussen de tank en de bodem en wanden van het schip. Water wat in deze ruimte terecht komt kan de stabiliteit negatief beïnvloeden, op dezelfde wijze zoals dat bij de beunschepen het geval is. Overigens zijn er geen ongevalmeldingen bekend van dergelijke schepen waarbij de afname van stabiliteit een rol zou hebben gespeeld.

2.5.4 *Droge bulk schepen / motorvrachtschepen*

Deze scheepstypen hebben onder normale operationele omstandigheden voldoende stabiliteit. Het gewichtszwaartepunt van de lading ligt in het algemeen laag. Alleen hoge deklasten en de dynamische taludhoek van de lading (schuifgevaar) vormen een risico met betrekking tot de stabiliteit. Het komt sporadisch voor dat een schip scheef komt te vallen door het schuiven van de lading. De RvTV heeft een melding van het schuiven van aluminium 'broodjes' en een melding van het naar een zijde van het schip verschuiven van bandstaal.

2.5.5 *Bakken*

Gezien de grote breedte over diepgang verhouding kent een lege bak in principe geen stabiliteitsproblemen. Afhankelijk van de lading kan dit in meer of mindere mate aangetast worden. Met andere woorden: de vormstabiliteit van dit soort schepen is zeker voldoende en de gewichtsstabiliteit is in grote mate afhankelijk van de lading. Uit de registraties bij de Raad voor de Transportveiligheid blijkt dat ondeskundige belading of onoplettendheid bij 33% van de ongevallen met bakken het kapseizen heeft veroorzaakt.

⁵ De vullingsgraad van brandstoftanks en ballasttanks kan in de praktijk iedere waarde tussen 0 en 95% aannemen.

2.5.6 Containerschepen

Voor containerschepen zijn volgens het ROSR stabiliteitsberekeningen verplicht. Aan boord van dit type schepen zijn over het algemeen softwarepakketten voor de stuwageplanning beschikbaar en in gebruik, waarmee de stabiliteit voor aanvang van iedere reis bepaald kan worden. In alle gevallen zijn de berekeningen in papieren vorm beschikbaar. Niet elk containerschip heeft echter een Rijncertificaat. Schepen, die bijvoorbeeld in vaste lijndienst tussen Rotterdam en Antwerpen varen, kunnen volstaan met een communautair certificaat. In dat geval zijn er geen stabiliteitsberekeningen vereist. Wel zijn lopende dit onderzoek door het Ministerie van V&W en DGG stappen ondernomen om het BSB en het BPR op zodanige wijze te wijzigen dat deze regelgeving gelijk is aan de voor de Rijnvaart geldende wetgeving.

Er is een tweetal risico's te identificeren, waarbij de stabiliteit van het schip niet precies bekend is, ondanks het feit dat het in een stuwageplan berekend wordt.

Het eerste punt is tevens het belangrijkste:

- Het gewicht van de containers is niet precies bekend op het moment van laden,
- Invloed van "High-cube" containers⁶ wordt niet altijd juist meegerekend.

High-cube containers zijn hoger dan de standaard containers. Deze containers worden gebruikt indien de lading meer volume heeft dan de gewone "standaard" container kan bevatten. Het zwaartepunt van deze containers ligt hoger, namelijk ongeveer 15 centimeter boven de helft bij een volle container, vergeleken met een standaard container. Dit wordt niet altijd juist meegerekend door stuwagesoftware. Het effect wordt groter als de containers gestapeld worden.

In het algemeen geldt dat het verschil tussen het opgegeven gewicht van de container dat wordt gebruikt in het stuwplan, en het werkelijke gewicht van de container enkele duizenden kilo's verschil kan bedragen. Dit hoeft in de praktijk niet zondermeer een probleem op te leveren, omdat het gewichtszwaartepunt van containers op halve hoogte gesteld wordt. Deze berekeningswijze zorgt als gevolg hiervan voor een ingebouwde veiligheidsmarge. Het komt namelijk in de praktijk zelden voor dat het gewichtszwaartepunt van een container daadwerkelijk op halve hoogte ligt. Dit ligt in bijna alle gevallen in werkelijkheid duidelijk lager.

2.5.7 Pontons en drijvende werktuigen

Gezien de grote verhouding tussen de breedte en de diepgang van dit type vaartuigen, kent een leeg ponton in principe geen stabiliteitsproblemen. De aanvangs- of vormstabiliteit van dit soort schepen is dan ook zeker voldoende. Echter kan door de lading, ingenomen ballast, geplaatste werktuigen of andere apparatuur, deze stabiliteit negatief beïnvloed worden. De gewichtsstabiliteit wordt dan ook in hoge mate bepaald door het operationele doel en gebruik van de vaartuigen.

De twee grootste risico's met betrekking tot de stabiliteit voor deze schepen zijn:

- Kraanbewegingen en kraanoperaties,
- Ballasten en het eventueel lek raken van ballasttanks.

Vooraf de kraanbewegingen en kraanoperaties hebben geleid tot ongevallen, zoals ook uit de ongevallenstatistieken van de Raad voor de Transportveiligheid blijkt.

2.5.8 Samenvatting analyse

Op basis van de bovenvermelde informatie is een kwalitatieve analyse uitgevoerd. Uitgaande van de waarschijnlijkheid van stabiliteitgerelateerde ongevallen en de consequenties van deze ongevallen, is het daarnaast mogelijk scheepstypes in te delen in meer of minder

⁶ Een High-cube container is een overmaatcontainer die 30 cm hoger is dan de gangbare containers (= 2,90 m).

risicovol met betrekking tot de stabiliteit.

- De eerste categorie moet gezien de hoge kans van voorkomen en/of de ernst van de veronderstelde consequentie(s) als risicovol beschouwd worden. Maatregelen om dit risico te voorkomen of te beperken zijn noodzakelijk.
- De tweede categorie zal ondanks de matige kans van voorkomen maar juist door de in een aantal gevallen, ernstige consequenties nader onderzocht worden.
- De derde categorie scheepstypen worden gezien de gering geachte kans van voorkomen en/of de geringe consequentie(s) als minder risicovol beschouwd ten opzichte van de eerste twee. Maatregelen kunnen desondanks noodzakelijk blijken, maar zullen afhankelijk zijn van het geval.

Op basis van het onderzoek is per scheepstype tot de volgende indeling van het potentiële stabiliteitsrisico gekomen. Deze indeling geeft niet het absolute risico niveau weer, maar geeft uitsluitend de onderlinge rangorde, waarbij de risico's voor de eerste categorie hoger dienen te worden ingeschat dan voor de tweede categorie, enzovoorts.

Risico Categorie	Scheepstype
Eerste	Duw-/sleepboten
Tweede	Beunschepen en beunbakken Aannemersmateriaal (pontons)
Derde	Arken Bakken (excl. beunbakken) Containerschepen Droge bulk schepen Motortankschepen Open boten Passagiersschepen Snelle schepen Veerponten en veerboten Vissersschepen Drijvende werktuigen Zeilschepen

Tabel 5: Indeling in risicocategorie per scheepstype (op basis van het uitgevoerde onderzoek)

Uit het onderzoek blijkt dat relatief het hoogste gevaar aangetroffen wordt bij de sleep-/ duwboten. Voor de stabiliteitsproblematiek rond duw-/sleepboten zijn verschillende risico controle opties te implementeren. Mogelijkheden ter verhoging van de 'survival capability' ('de overlevingskansen') van deze schepen zijn deels al bij de analyse van de praktijkgevallen beschreven.

Mogelijke risico beperkende maatregelen bij de duw-/sleepboten zijn:

- *Het invoeren van een sleepaantekening naast het groot vaarbewijs,*
- *Toestaan van stages op sleepboten,*
- *Verbeteren van het opleidingsniveau van de bemanningen met betrekking tot sleepboten en hun operatie,*
- *Opstellen van operationele criteria (bijv stuurhut in laagste stand tijdens slepen, of relatie trekkracht / stabiliteit vastleggen), mogelijkheid van het gebruiken van een rekenmethode,*
- *Opstellen van stabiliteitscriteria voor duw-/sleepboten, inclusief stabiliteitsproef en proefvaart,*
- *Opstellen van verbouwingscriteria (materialen voor verhoogde stuurhutten, hermotoriseringscriteria, criteria m.b.t. roercapaciteit e.d.) voor duw-/sleepboten,*

- *Verbod op of beperkingen aan het slepen met duw-/sleepboten.*

De bovengenoemde lijst met mogelijke maatregelen ter verhoging van de veiligheid, houdt niet zondermeer in dat *alle* opties ook daadwerkelijk noodzakelijk zijn.

De beunschepen / beunbakken en (werk)pontons behoren tot de tweede risicocategorie schepen. Uitgebreid onderzoek naar enkele ongevallen met dit type schepen, waarvan het laatste onderzoek uitvoerig in het eerste gedeelte van dit rapport is beschreven, geven een illustratie van de risico's. In alle gevallen is de oorzaak direct toe te schrijven aan een overbelading van het schip, al dan niet in combinatie met openstaande inspectieluiken.

Bij drie van de ernstige ongevallen uit de bovenstaande risicogroepen hebben in totaal vier opvarenden de dood gevonden. Twee personen kwamen om bij het kapseizen van een duw-/ sleepboot en twee bij het kapseizen van een beunschip en een beunbak. Uit de ongevallen registratie van de Raad voor de Transportveiligheid blijkt dat er recent weer enkele stabiliteit gerelateerde ongevallen met dodelijke afloop hebben plaatsgevonden.

Van de overige scheepstypen blijkt, dat risico controle opties vooral gezocht moeten worden in het verhogen van de (vak)kennis ten aanzien van stabiliteit. Bij diverse ongevallen bleek het onjuiste menselijk handelen de belangrijkste oorzaak te zijn bij het ontstaan van het ongeval. Vooral op de pontons die in gebruik zijn bij aannemers, worden vaak extra werktuigen geplaatst. Door het vervolgens ontbreken van voldoende kennis van stabiliteit kan deze combinatie een grote invloed hebben op de stabiliteit van het vaartuig en vervolgens op de veilige uitvoering van de werkzaamheden. Dergelijke risico's moeten feitelijk bekend zijn en uitgesloten worden door gebruik te maken van de voorgeschreven risico-inventarisatie en evaluatie (RIE).

Het ongevallenonderzoek van de RvTV richt zich op alle aspecten die een rol hebben gespeeld bij het ongeval en die hebben bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. Uit deze onderzoeken is onder andere gebleken dat een aantal schippers al geruime tijd op de hoogte was van de slechte stabiliteits- en manoeuvreercharacteristieken van hun omgebouwde sleepboten. De schippers waren in de meeste gevallen ook eigenaar van de schepen, maar hebben, ondanks deze informatie, nooit de toezichthoudende instantie hierover ingelicht. Daarmee hebben de schippers hun eigen verantwoordelijkheid niet genomen. Op haar beurt heeft de toezichthoudende instantie de verbouwingen niet opgevat als potentiële gevaren voor de stabiliteit, ook niet nadat de afgelopen jaren diverse verbouwde schepen zijn omgeslagen.

De Divisie Scheepvaart is door de RvTV op de hoogte gesteld van deze bevindingen en heeft het Hoofd Scheepvaartinspectie naar zijn oordeel gevraagd.

De aangetoonde slechte stabiliteitsituatie van deze schepen is voor de Divisie Scheepvaart geen aanleiding om haar beleid te wijzigen. Dit omdat de ongevallen volgens de directeur-hoofdinspecteur voornamelijk te wijten zouden zijn aan de omstandigheden tijdens de vaart, vergelijkbaar met goed zeemanschap. Met deze omstandigheden worden bedoeld: varen over de ijkmerken, water aan dek door bochten en hekgolven, windkracht, grote externe krachten op de sleepdraden, enzovoorts.

De Divisie Scheepvaart is dan ook van mening dat de ongevallen vooral toe te schrijven zijn aan menselijk falen/handelen, waardoor het schip in omstandigheden is gebracht waarvoor het niet is ontworpen.

Het standpunt van de inspectie ten aanzien van deze problematiek rond de duw-/sleepboten lijkt opmerkelijk. Juist dit type schepen blijkt onvoldoende bestand tegen omstandigheden die op de Nederlandse binnenwateren niet bijzonder zijn. Alle onderzochte schepen hebben een

certificaat van goedkeuring om in de betreffende vaargebieden te opereren. Deze certificaten bevatten geen beperkingen ten aanzien van het gebruik van het schip, ook worden geen speciale eisen gesteld aan de schipper.

Naast de schipper heeft ook de overheid als toezichthouder verantwoordelijkheid ten aanzien van de certificering van, in dit geval, schepen. Vooral als het gaat om de scheepsbouwkundige staat. Door bij de certificering bepaalde minimumeisen vast te leggen kan een deel van de ongevallen voorkomen worden of de ernst van het ongeval worden beperkt.

3 CONCLUSIES

De voor het onderzoek benodigde gegevens waren niet te verkrijgen uit externe gegevensbestanden. Enerzijds vanwege de specifieke vraagstelling, anderzijds vanwege de opvallend lage registratiegraad.

Over het geheel lijkt er geen sprake te zijn van een structureel stabiliteitsprobleem bij binnenscheepen. In het algemeen blijkt de omgang van de bemanningsleden met stabiliteit eerder resulteert in ongevallen dan dat er sprake is van problemen met de stabiliteit van de schepen zelf. Een van de uitzonderingen hierop vormen de duw-/ sleepboten, die vanwege verbouwingen wel een groter risico lopen door een verminderde stabiliteit. Dit, in combinatie met de operationele omgeving waarin de schepen het werk moeten uitvoeren, heeft al geleid tot ernstige ongevallen.

Er gelden geen specifieke criteria voor sleepboten die geschikt worden gemaakt om te duwen. Gezien de ingrijpende verbouwingen van deze schepen en de gevolgen ervan voor de stabiliteit, zijn stabiliteitscriteria wel noodzakelijk.

Doordat het slepen en assisteren steeds minder voorkomt, nemen de vaardigheden en de kennis van veiligheidsnormen die voor deze speciale vorm van binnenvaart gelden, af. Er zijn geen speciale opleidingscriteria en ook vanuit de praktijk wordt een en ander niet meer overgedragen. Het is voor de veiligheid raadzaam om een schip toe te staan om uitsluitend te duwen of te slepen. De inzet voor zowel duwen als slepen heeft veelal een bedrijfseconomische achtergrond, maar is vaak bij gebrek aan de noodzakelijke praktijkervaring van bemanningsleden als risicovol te bestempelen.

De regelgeving met betrekking tot de stabiliteit zou, omwille van transparantie en uniformiteit, zo veel mogelijk moeten worden geharmoniseerd.

De stabiliteit van beunscheepen is in een aantal gevallen onvoldoende gebleken, met verstrekkende gevolgen. Duidelijk is dat de beperkte veiligheidsafstand door tijdelijke overbelading de 'survival capability' van de schepen negatief beïnvloedt. De vormstabiliteit is voldoende, maar juist de vermindering in de gewichtsstabiliteit als gevolg van de overbelading, is de oorzaak van problemen. Economische afwegingen leiden er zelfs toe dat bewust actie ondernomen wordt om juist meer lading mee te nemen dan verantwoord is.

Doordat veelvuldig met openstaande inspectie- en toegangsluiken wordt gevaren, neemt het gevaar van waterinname in andere ruimtes toe. De survival capability neemt af en het gevaar van kapseizen wordt vergroot door het effect van vrij bewegend water in deze ruimtes.

Het risico van stabiliteitsproblemen bij bakken, pontons en drijvende werktuigen wordt gevormd door de gewichtsstabiliteit. De vormstabiliteit is ook bij dit type schepen over het algemeen ruim voldoende. Het operationele werkgebied bepaalt of de gewichtsstabiliteit een probleem zou kunnen zijn, waardoor de gebruiker van het werktuig inzicht dient te hebben in daaraan verbonden risico's.

De toezichthoudende en handhavende instanties, dan wel de instanties die gedelegeerde taken in deze uitvoeren, zijn niet actief in het voorkomen van ongevallen. Het handhavingsbeleid leidt er zelfs toe dat in algemene zin overbelading bij beunscheepen tot op zekere hoogte gedoogd wordt. In haar toezicht laat de overheid, in casu, de Divisie Scheepvaart, zich niet sturen door de recente ongevallen. De oorzaken van de ongevallen worden door de Divisie Scheepvaart toegeschreven aan het onjuist /onoordeelkundig handelen van bemanningsleden en niet aan het mogelijk ontbreken van een effectief goedkeurend systeem.

De conclusie dat de eigenaar, schipper en de bemanning, een eigen verantwoordelijkheid draagt, is gerechtvaardigd. De eigen verantwoordelijkheid van de opvarenden houdt niet op bij het verkrijgen van een certificaat voor het schip. In alle omstandigheden blijft men zelf verantwoordelijk voor beslissingen die invloed kunnen hebben op de veiligheid. In het spanningsveld van economie en veiligheid zal men continu de afweging moeten maken of de grenzen van het toelaatbare niet overschreden worden met alle mogelijke negatieve gevolgen van dien.

Technisch gezien is het mogelijk schepen te bouwen en te certificeren die voldoen aan hoge eisen ten aanzien van stabiliteit. Het is zelfs mogelijk schepen zodanig te ontwerpen dat ze in hoge mate bestand zijn tegen onoordeelkundig of onjuist gebruik. Daarmee wordt voorkomen dat kleine fouten, vergissingen en dergelijke direct tot fatale ongevallen leiden.

4 AANBEVELINGEN

- 1) De Ministers van Verkeer & Waterstaat en van Justitie wordt aanbevolen een consequent en eenduidig beleid te ontwikkelen ter vermijding van het overschrijden van het ijkmerk.
- 2) De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen om in internationaal verband initiatieven te ontplooien voor de ontwikkeling en implementatie van uniforme stabiliteitsnormen onder alle bedrijfsomstandigheden voor alle typen binnenschepen.
- 3) De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen de kennis en de toetsing van de kennis omtrent stabiliteit ten behoeve van het vakdiploma schipper een hogere prioriteit te geven en het inzicht daarvan bij de beroepsgroep zodanig te bevorderen dat het belang van stabiliteit voldoende onderkend wordt.
- 4) De brancheorganisaties Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart, Koninklijke Schuttevaer, Kantoor Binnenvaart, Vereniging van Waterbouwers in Bagger-, Kust- en Oeverwerken en de Vereniging van Sleep- en Duwbooteigenaren "Rijn en IJssel" wordt aanbevolen gezamenlijk initiatieven te ontplooien die resulteren in:
 - a) Een procedure die ertoe leidt dat ook bij schijnbaar kleine verbouwingen of aanpassingen aan het vaartuig of de gebruiksomstandigheden die de stabiliteit beïnvloeden, door eigenaren/schippers standaard een stabiliteitsberekening, dan wel een hellingproef wordt uitgevoerd en de resultaten hiervan ter hand gesteld worden van de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Scheepvaart.
 - b) De ontwikkeling van een bruikbare methodiek waarmee voor bemanningsleden de stabiliteitslimieten van het vaartuig direct inzichtelijk worden gemaakt voor toepassing in de dagelijkse praktijk.

Ingevolge artikel 69 en 70 van de wet Raad voor de Transportveiligheid dienen instanties of personen aan wie een aanbeveling is gericht, een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een jaar na verschijning van deze rapportage aan de Minister van Verkeer en Waterstaat kenbaar te maken. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de Voorzitter van de Raad verstuurd te worden.

5 BIJLAGEN

1. Theorie stabiliteit
2. Overzicht wet- en regelgeving

BIJLAGE 1: DE THEORIE VAN DE STABILITEIT

DE THEORIE VAN DE STABILITEIT

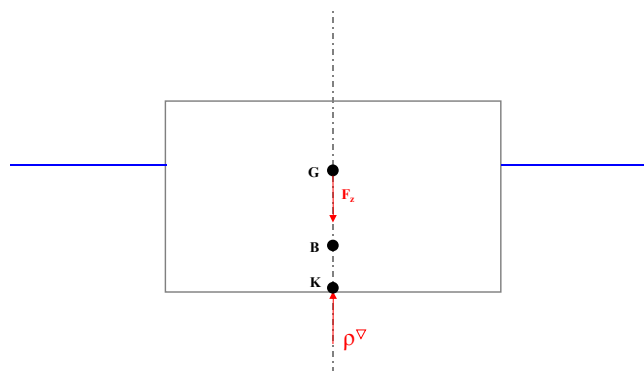
Er zijn diverse vormen van stabiliteit, te weten;

- Aanvangsstabiliteit
- Statische stabiliteit
- Dynamische stabiliteit
- Kenterende momenten veroorzaakt door bijvoorbeeld wind, roer geven, of het verschuiven van lading

Van bovenstaande begrippen zal een korte omschrijving gegeven worden.

Aanvangsstabiliteit

De oprijvende kracht is volgens de wet van Archimedes gelijk aan het gewicht van het

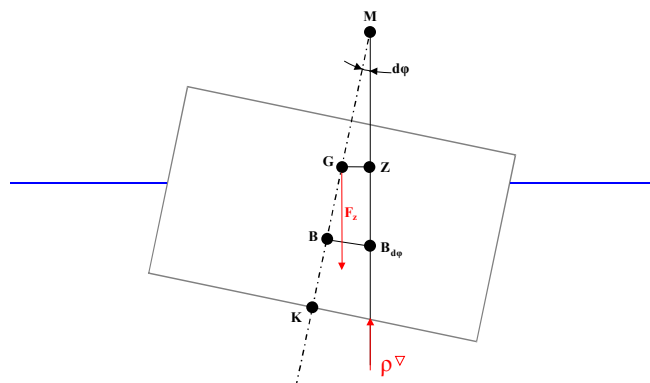


verplaatste water.

Figuur 1: Evenwichtssituatie

Een evenwichtssituatie ontstaat als de som van de krachten en momenten nul zijn. Indien het gewichtszwaartepunt G en het drukkingspunt B op dezelfde werklijn liggen is het schip in evenwicht. Naast B en G is punt K te zien in de figuur. Punt K is het snijpunt tussen hart schip en de kiel. De aard van het evenwicht dient evenwel nog nader onderzocht te worden. Het onderstaande figuur geeft deze situatie weer:

Nu ontstaat de situatie waarbij het schip slagzij maakt met hoek φ_d . Indien de hoek kleiner is dan 6° spreekt men van initiële of aanvangsstabiliteit. De hoofdcomponenten van stabiliteit zijn weergegeven in de volgende figuur:



Figuur 2: Aanvangsstabiliteit

De twee krachten die zijn aangegeven door G en B vormen een koppel. Als we aannemen dat de slagzij wordt veroorzaakt door een van buiten werkende kracht en deze kracht wordt opgeheven moet het schip door dit koppel terugkeren in de evenwichtstoestand. Is dit het geval dan is het schip stabiel. Dit kan ook anders vertaald worden. Naast B, G en K uit figuur 1, is het dwarsmetacentrum M te zien. Dit punt ligt op het snijpunt van de opwaartse kracht door het drukkingspunt en hart schip. De afstand tussen G en M is een bepalende factor met betrekking tot de stabiliteit van een schip en deze geeft aan of het koppel oprichtend dan wel kenterend is. Er zijn drie mogelijkheden:

- M ligt boven G: het evenwicht is stabiel
- M ligt onder G: het evenwicht is instabiel of labiel
- M en G vallen samen: het evenwicht is indifferent

Binnenvaartschepen hebben over het algemeen een hoge aanvangsstabiliteit door de grote breedte / diepgang verhouding. Dat wil zeggen dat punt M ver boven punt G ligt. Verder wordt de periode van de slingerbeweging van een schip bepaald door de metacentrumhoogte GM. Een schip met relatief grote GM slingert kort, deze beweging wordt ook wel 'wreed' genoemd. Een kleine GM geeft een soepelere beweging. Bij scheepstypen waar passagiers aan boord zitten wordt gestreefd naar een kleinere, maar zeker positieve GM waarde, waardoor de kans op zeeziekte voor de opvarenden het kleinst is. Er zijn ook schepen waarbij de GM waarde groot is, bijvoorbeeld sleepboten, die een grote GM waarde hebben vanwege de kans op slagzij bij dwarsscheepse stand van de sleeptros.

De waarde van GM kan bij benadering worden vastgesteld door een slingerproef uit te voeren. Dit is echter slechts indicatief en deze proef moet als niet erg betrouwbaar worden beschouwd. Het schip wordt in slingering gebracht door het bijvoorbeeld met een grijper van een kraan in beweging te brengen. Tanks moeten geheel leeg of vol zijn om de invloed van vrije vloeistof oppervlakken te vermijden. Nu moet over een aantal slingeringen (bijv 10) de slingerperiode T gemeten worden. De slingerperiode T is dan de gemiddelde tijdsduur van een volledige slingerperiode, die loopt van stuurboord naar bakboord en weer terug. De formule om GM te bepalen is dan als volgt:

$$\overline{GM} = f \times \frac{b^2}{T^2} \quad [m]$$

waarbij $f =$ variabele afh. van o.a. giratiestraal massatraagheid $[\frac{sec^2}{m}]$

$b =$ breedte over de waterlijn $[m]$

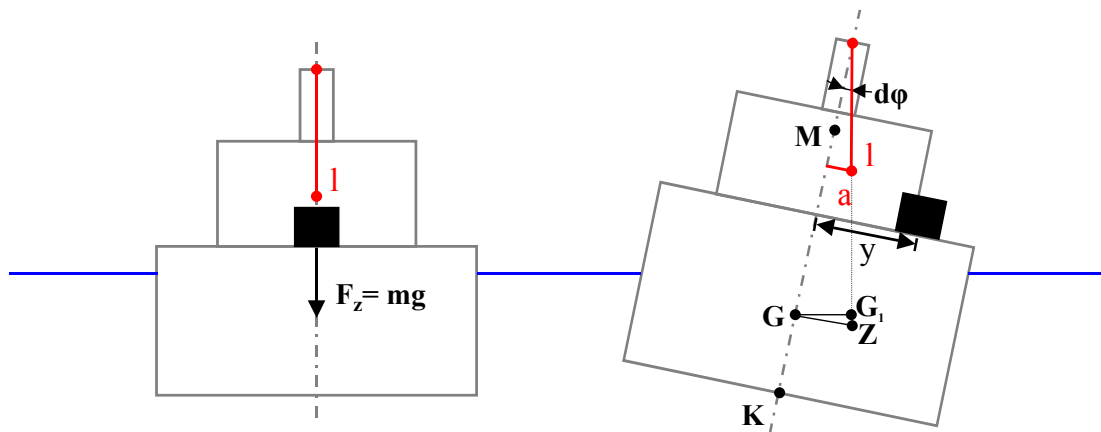
$T =$ slingerperiode (gemeten) $[sec]$

Schippers met veel ervaring, stabiliteitsbewustzijn en kennis van hun schip zijn mogelijk in staat een redelijke inschatting te maken van de waarde van GM op basis van een slingerproef.

Gewichtszwaartepunt

De ligging van het scheepszwaartepunt kan bepaald worden dmv een gewichtsberekening. Het is echter arbeids- en tijdsintensief om een goede gewichtsberekening te maken. De ligging van het gewichtszwaartepunt kan ook door middel van een hellingproef bepaald worden, hetgeen over het algemeen eenvoudiger en nauwkeuriger is dan uit een gewichtsberekening. Deze hellingproef dient bij voorkeur bij mooi weer gehouden te worden om zo min mogelijk invloed van wind en golven te hebben. Verder moeten de tanks of geheel

leeg of geheel vol zijn om invloed van vrije vloeistof oppervlakken⁷ te voorkomen. De methode om een hellingproef te houden is als volgt:



Figuur 3: Hellingproef

Allereerst wordt op een goed punt op het schip een slinger met lengte l bevestigd. Deze lengte moet voor de nauwkeurigheid zo groot mogelijk genomen worden. Vervolgens wordt er een gewicht met massa p (geijkt) op hart schip geplaatst. De afstand van dit punt boven de basis dient bepaald te worden. Nu kan de waterverplaatsing bij de ontstane diepgang bepaald worden. Dit kan worden afgelezen uit het carènediagram, anders dient dit berekend te worden. Nu wordt het gewicht dwarsscheeps verplaatst over afstand y . Nu kan de waarde van GM voor hoek ϕ bepaald worden.

In plaats van de GM waarde ook regelmatig gerekend met de maximale KG waarde, die het schip mag hebben bij een bepaalde diepgang. Voor elke diepgang en bijbehorende gewicht van lege schip en lading kan vrij eenvoudig de waarde van KG bepaald worden, dat vervolgens getoetst kan worden aan de maximale waarde die voor elke diepgang is vastgesteld. In deze maximale waarde moeten uitwendige excitatiekrachten zijn meegenomen. In artikel 22.02 en 22.03 van het ROSR staan de maximaal toelaatbare waarden van KG voor containerschepen met vastgezette en niet-vastgezette containers.

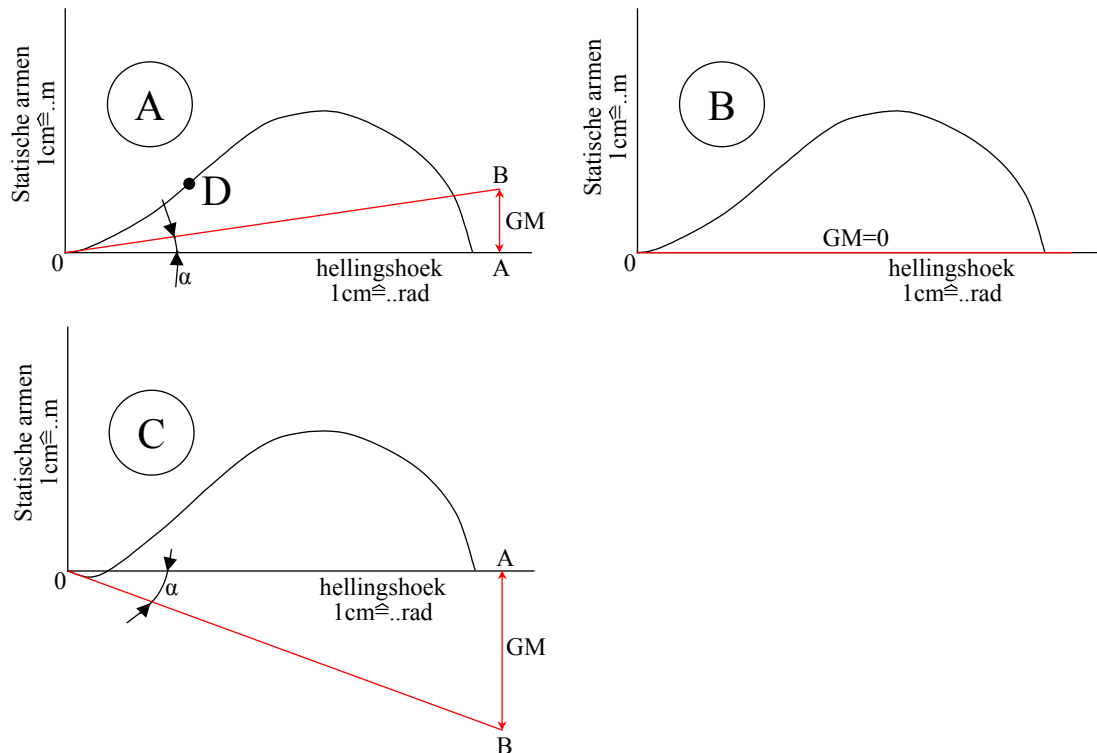
In praktische zin kan het volgende opgemerkt worden: Indien de lading onder punt G geplaatst wordt, zal de afstand KG afnemen. Wordt de lading boven punt G geladen zal de afstand KG toenemen. GM wordt in het laatste geval dus kleiner, en bij het eerste groter.

Statische stabiliteit

Onder de statische stabiliteit bij een zekere hellingshoek verstaat men het moment van het koppel, gevormd door het gewicht van het vaartuig en de (geprojecteerde) oprijvende kracht in de hellende stand. De statische stabiliteit kan positief of negatief zijn, hetgeen inhoudt dat het koppel de neiging heeft de hellingshoek te verkleinen (oprichtend moment) of te vergroten (kenterend moment). Wanneer het gewicht en de oprijvende kracht een gemeenschappelijke werklijn hebben, vormen deze krachten geen koppel en is het stabiliteitsmoment nul.

⁷ Vrij vloeistof oppervlak is de totale hoeveelheid vloeistof (bvb. water in bunkertanks) wat bij slingering van het schip naar een zijde kan bewegen en een negatieve invloed heeft op de stabiliteit. Bij volle bunkertanks wordt dit voorkomen.

Indien de waarde van GZ voor meerdere hellingshoeken wordt uitgerekend kan de kromme van armen van statische stabiliteit uitgezet worden. Hieronder zijn drie mogelijkheden van krommen van armen van statische stabiliteit weergegeven:



Figuur 4: Krommen van armen van statische stabiliteit

Op de horizontale as is de hellingshoek ϕ uitgezet en op de verticale as de statische arm GZ. In deze situatie wordt aangenomen dat de waterverplaatsing constant is. Alle lijnen beginnen in het nulpunt aangezien de arm nul is, als de hellingshoek nul is. De waarde van GM kan bepaald worden door een raaklijn te trekken aan de kromme van armen van statische stabiliteit in het nulpunt ($\alpha=0$). Door deze raaklijn te snijden met een verticale lijn op 1 radiaal (57,3 graden) wordt punt B verkregen. De afstand tussen punt A en B is de afstand tussen het gewichtszwaartepunt G van het schip en het metacentrum M, dus GM. Op deze manier kan voor iedere hellingshoek de waarde van GM bepaald worden. Loopt de kromme bij kleine hoeken steil omhoog dan is de aanvangsstabiliteit van het schip dus groot.

In situatie A leidt deze methode tot een positieve waarde van GM. Dit betekent dat punt M boven punt G ligt en dat het evenwicht stabiel is. In situatie B is GM nul en is het evenwicht dus indifferent en in situatie C is GM negatief en is het evenwicht instabiel. Situatie C leidt tot een evenwicht, waarbij het schip een helling heeft ter grootte van een van de hoeken in de twee snijpunten van de kromme met de horizontale as. Uiteraard wordt tijdens de bouw van een schip gezorgd dat situatie A bereikt wordt, vroeger was dit nog wel eens anders.

Het hoogste punt van de kromme geeft aan dat daar de maximale waarde van de stabiliteitsarm bereikt is. Indien er in dit punt een verticale lijn naar beneden getrokken wordt geeft het snijpunt met de horizontale as de hellingshoek aan waarbij het schip de grootste stabiliteitsarm heeft. Bij deze helling is het stabiliteitsmoment dus het grootst.

Het (eind)snijpunt van de kromme met de horizontale lijn geeft aan dat voor de bijbehorende helling de stabiliteitsarm nul is. Er is geen stabiliteitsmoment meer aanwezig. Als dit bijvoorbeeld bij 65 graden is, zegt men dat de stabiliteitsomvang 65 graden bedraagt.

Het buigpunt (waar de curve van richting verandert. In figuur A is dit punt D) is het punt waarop het dek door de waterlijn gaat.

Dynamische stabiliteit – constante belasting

De statische stabiliteit waarover tot nu toe over gesproken is beschouwt het schip in rusttoestand of in een toestand die onder invloed van geleidelijk toenemende krachten tot stand is gekomen. De dynamische stabiliteit neemt plotselinge krachten wel mee, bijvoorbeeld windkracht, golven of aanvaringen. Onder de dynamische stabiliteit bij een bepaalde hellingshoek verstaat men de arbeid, die nodig is, om het vaartuig die helling te geven. Ook deze stabiliteitsvorm kan positief, negatief of nul zijn.

De dynamische stabiliteit kan worden bepaald met behulp van de kromme van armen van statische stabiliteit. De volgende voorbeelden met betrekking tot de dynamische stabiliteit leggen dit uit en zijn gebaseerd op voorbeelden uit het boek "Stabiliteit voor de kleine handelsvaart" van K. Metzlar:

Stel dat een constante winddruk op het schip wordt uitgeoefend en dat deze winddruk een kenterend moment op het schip oplevert van 480 kNm. Het displacement is bijvoorbeeld 4000 ton en de afstand GM is 0,34 meter. De kromme van armen van statische stabiliteit is vervolgens bepaald. Nu kan bepaald worden welke hellingshoek het schip zal krijgen als gevolg van deze winddruk.

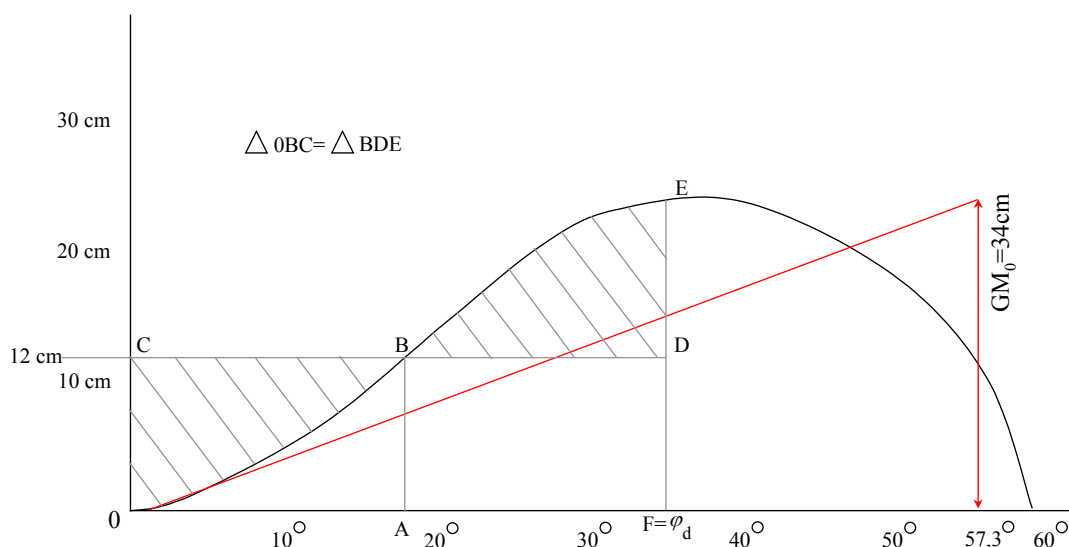
Eerst wordt de arm van het windmoment bepaald en dit gaat als volgt:

$$\text{windarm} = \frac{M_k}{\Delta} \quad [m]$$

waarbij $M_k =$ het kenterend moment $[Nm = kg \frac{m^2}{sec^2}]$

$\Delta =$ het displacement $[kg \frac{sec^2}{m}]$

In het voorbeeld is de windarm dus 0,12 meter, 12 centimeter. Nu kan er een horizontale lijn getrokken worden ter hoogte van 12 centimeter in de kromme van armen van statische stabiliteit:



Figuur 5: Windarm in kromme van armen van statische stabiliteit

In figuur 5 is te zien dat deze lijn de kromme van armen van statische stabiliteit snijdt in punt A bij 18 graden. Dit is de helling, die het schip in deze toestand en bij deze constante winddruk zal krijgen. In dit punt is de arbeid verricht door het kenterend moment namelijk gelijk aan de arbeid van het oprichtend moment van het schip. Het oppervlak van de figuur 0AB wordt de dynamische weg genoemd. Dit wordt bepaald door het windmoment te delen door het displacement van het schip om de windarm te bepalen. De dynamische weg is dus:

$$Dyn.weg = \frac{W}{\Delta} \quad [m]$$

waarbij $W = \text{Arbeid} \quad [Nm]$

Het bovenstaande beschrijft de uitoefening van een constante winddruk. Het wordt anders, indien er sprake is van een plotselinge windstoot, een piekbelasting. We gebruiken hetzelfde voorbeeld als in het vorige stuk en er wordt weer verwezen naar figuur 6. Het schip ondervindt nu in zijn rechte evenwichtstand een windstoot met een windarm van 12 centimeter. Bij een helling van 18 graden heeft het windmoment een arbeid verricht, die kan worden voorgesteld door oppervlak 0ABC, want de windstoot werkt nu door over het hele gebied van 0 tot 16 graden. Zodra het schip een helling krijgt, gaat het schip hier arbeid tegenover stellen, die geleverd wordt door het oprichtend moment. Deze arbeid wordt voorgesteld door het oppervlak 0AB. Aangezien deze arbeid een stuk kleiner is dan de geleverde arbeid door de windstoot, slingert het schip verder door totdat de arbeid, die door het schip geleverd is net zo groot is als de arbeid, die door de windstoot geleverd is. Dit punt is bereikt als oppervlak BDE even groot is als oppervlak 0BC. In dit voorbeeld wordt dit punt bereikt bij $\varphi_d = 35$ graden, waarbij φ_d de dynamische hellingshoek genoemd wordt.

Reductie van metacenterhoogte ten gevolge van vrije vloeistof oppervlakken

Nadat de metacenterhoogte GM van een schip bepaald is voor een bepaalde belading- conditie, moet deze mogelijk aangepast worden om de aanwezigheid van vrije vloeistof oppervlakken (VVO) mee te nemen. Deze vrije vloeistof oppervlakken ontstaan doordat een tank niet volledig gevuld is. Bij een helling van het schip zal het water naar de zijde van de helling stromen, waardoor het gewichtszwaartepunt verplaatst.

Excitatiekrachten

Uit het voorgaande is gebleken dat de dynamische stabiliteit onder andere samenhangt met krachten, die door invloed van buitenaf op het schip aangrijpen. Deze krachten worden excitatiekrachten genoemd. Deze krachten hebben invloed op de evenwichtstoestand van het schip en dus op de stabiliteit. Het samenspel van deze krachten kan ingewikkeld zijn, maar ze kunnen wel eenvoudig afzonderlijk besproken worden. Bovendien zal besproken worden hoe de stabiliteit van een schip verbeterd kan worden en hoe de stabiliteit van een schip wordt aangetast.

Verplaatsen of verschuiven lading

Het verplaatsen van gewicht leidt tot een verplaatsing van het massazwaartepunt in dwarsscheepse richting en/of hoogteligging. Deze verplaatsing van het zwaartepunt zorgt ervoor dat de oorspronkelijke arm van stabiliteit verandert. Deze excitatiekrachten kunnen veroorzaakt worden door:

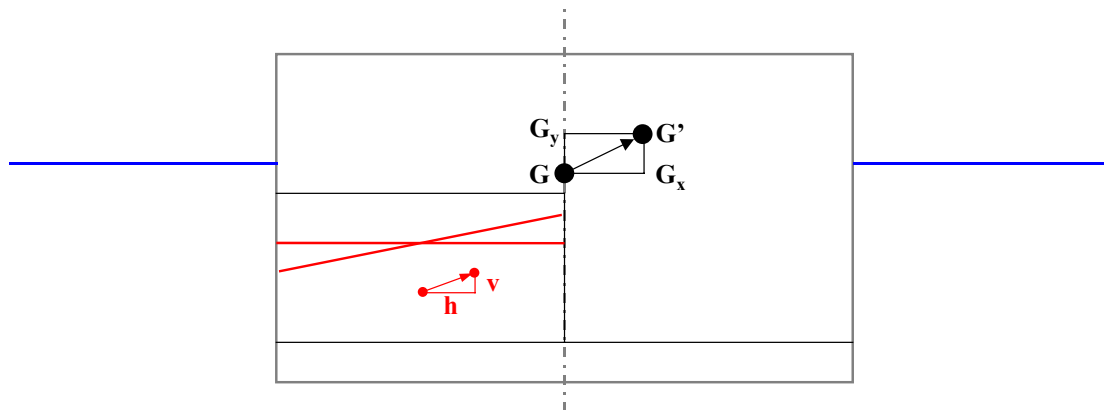
- verplaatsen van lading of andere massa
- verschuiven van lading of andere massa

De dwarsscheepse verschuiving van het gewichtszwaartepunt heeft tot gevolg dat het schip een permanente helling krijgt. Verder wordt de stabiliteitsomvang kleiner, wordt de maximale arm GZ kleiner en wordt de dynamische stabiliteit kleiner. Een verschuiving van het gewichtszwaartepunt in hoogte heeft tot gevolg dat de GM waarde kleiner wordt. Verder wordt de stabiliteitsomvang kleiner, wordt de maximale arm GZ kleiner en wordt de dynamische stabiliteit kleiner.

De onderstaande figuur geeft deze situatie weer:

Lekstabiliteit met begrensde oploophoogte water

In dit geval wordt het ingestroomde water als toegevoegd gewicht beschouwd. Met de bekende formules kan de nieuwe KG en de hellingshoek worden uitgerekend. Er moet wel rekening gehouden worden met een eventueel vrij vloeistof oppervlak.



Figuur 6: Verschuiven of verplaatsen van lading

Naast lekstabiliteit met begrensde oploophoogte van het water, geldt dit ook voor toegevoegde lading en gewicht, zoals het vervullen van een schip en sneeuw- en ijsafzetting.

Lekstabiliteit met onbegrensde oploophoogte water

Indien de oploophoogte niet begrensd is, dan maakt het lekke compartiment eigenlijk deel uit van het omringende water. Het bezit van drijfvermogen en reserve-drijfvermogen zijn nu verdwenen. Het totale gewicht van het schip is, tenzij er sprake is van verlies van lading, gelijk gebleven. Toch zal het schip dieper inzinken door het verlies aan waterverplaatsing van de lekke compartimenten. Het gebied tussen de oude diepgang en de nieuwe diepgang wordt de werkzame schijf genoemd. In dit gedeelte wordt alleen een lekkage beschouwd, waarbij sprake is van slagzij.

Naast bovenstaande is er een aantal belangrijke factoren, die het veiligheidsniveau en de overlevingskansen bepalen. Omdat dit later in het rapport ter sprake zal komen, o.a. bij beunschepen, wordt hiervoor het begrip 'survival capability' ingevoerd. Deze 'survival capability' is een combinatie van de stabiliteits- en lekstabiliteitsgegevens, vrijboord en veiligheidsafstand. Indien het vrijboord en veiligheidsafstand van een schip kleiner worden, wordt daarmee de 'survival capability' kleiner, omdat het schip eerder kan vervullen en zinken. Waar nodig wordt het begrip stabiliteit verruimd naar 'survival capability'.

Draaicirkelvaren

Als een schip een draaicirkel vaart, dan treedt een middelpuntvliedende kracht op, aangrijpend op systeem-zwaartepunt G. Vooral bij schepen met hoge opbouwen en hoge snelheid kan het gewenst zijn de optredende hellingshoek bij een draaicirkel te controleren

Golven

De gewichtsstabiliteit speelt bij een schip in golven, zolang er geen ladingverschuivingen plaatsvinden, geen rol. Het gewichtszwaartepunt verandert niet door de golfbewegingen. Wat echter wel verandert, is de vorm van het onderwaterschip en dus de ligging van het drukkingspunt. De vormstabiliteit verandert dus wel in golven. Daarbij speelt naast de parameters die de scheepsvorm beschrijven, ook de scheepssnelheid in grootte en richting ten opzichte van de golfsnelheid en richting een rol. In het boek Zeemanschap voor de handelsvaart door K. Glas en J.W. Schutte, wordt hierover opgemerkt:

- Het schip stoomt in de golven op. In het algemeen is er geen gevaar voor de stabiliteit.
- Het schip stoomt op in dwarsinkomende golven. Er kunnen grote slingerhoeken voorkomen, vooral in het resonantiegebied. Als ten gevolge van deze slingerhoeken de lading gaat schuiven, kan de slagzij zo groot worden, dat de kans het schip kapseist niet onwaarschijnlijk is.
- Het schip staat bloot aan achterinkomende golven. Hierbij kunnen zich drie gevaarlijke situaties voordoen:
 - Zuiver stabiliteitsverlies op een golftop
 - Broaching of snijden
 - Spontaan slingeren in achterinkomende zee

Het ondervinden van stabiliteitsproblemen door golven kan in de binnenvaart vooral voorkomen op de ruime binnenwateren. Voor een uitgebreide beschrijving van de problematiek rond stabiliteit in golven wordt verwezen naar het eerder genoemde boek.

Verbetering van de stabiliteit door aanpassing scheepsconstructie

Qua constructie is de intacte stabiliteit te verbeteren op een aantal manieren. Deze worden slechts opgesomd zonder dat er een uitspraak over haalbaarheid en wenselijkheid gedaan wordt. Dit dient per geval bekeken te worden. De volgende aanpassingen in de constructie van een schip vergroten de intacte stabiliteit:

- vergroten breedte over diepgang verhouding
- vergroten holte
- waterdichtheid opbouw en luikhoofden
- verkleinen vrije vloeistof oppervlakken
- drijfkasten

De lekstabiliteit kan vergroot worden door:

- reserve drijfvermogen (bijv buoyancy foam)
- indeling in meer compartimenten
- overloop-openingen om schip rechtstandig te laten inzinken

BIJLAGE 2 : WETGEVING STABILITEIT

WETGEVING STABILITEIT

Algemeen:

In algemene zin kent de binnenvaart twee regelgevende regimes: Nederlandse wetgeving en wetgeving gericht op de internationale Rijnvaart.

Nederlandse wetgeving

De wettelijke grondslag ligt in de Scheepvaartverkeerswet en de Binnenschepenwet. De vaarregels zijn opgenomen in een Algemene maatregel van bestuur (Amvb): het Binnenvaartpolitierglement (BPR). De bouwtechnische en uitrustingseisen staan in het Binnenschepenbesluit (BSB). De Europese Unie heeft in 1982 een richtlijn (82/714 EU) uitgevaardigd over technische en uitrustingseisen voor binnenschepen. Met name het BSB is grotendeels voortgekomen uit deze richtlijn.

Wetgeving internationale Rijnvaart

De wettelijke grondslag ligt in een multilateraal verdrag, de herziene Rijnvaart akte (akte van Mannheim) De vaarregels zijn opgenomen in een reglement: het Rijnvaartpolitierglement (RPR). De bouwtechnische en uitrustingseisen staan in het Reglement onderzoek schepen op de Rijn (ROSR). Voor Nederland is de implementatie van het RPR en het ROSR geregeld in de Scheepvaartverkeerswet en de Binnenschepenwet.

De regelgeving met betrekking tot stabiliteitseisen van binnenvaartschepen en recreatievaartuigen is verdeeld over een aantal verschillende reglementen:

- Binnenschepenbesluit (BSB)
- ROSR (Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn)
- ADN (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation intérieure du Rhin)
- Voorschriften Zeilende Beroepsvaart volgens bijlage VII van het binnenschepenbesluit
- ISO-normen 12217-1, 12217-2 en 12217-3 als verwijzing van de Europese Richtlijn voor de Pleziervaartuigen (ERP)

Uit de diverse bovenstaande reglementen, waarin stabiliteitseisen staan geformuleerd, kan een verdeling gemaakt worden naar het scheepstype:

BSB	ROSR	ADNR
Passagiersschepen	Passagiersschepen	Motortankschepen
Veerboten	Containerschepen	Containerschepen (lading ADN)
Rondvaartboten	Drijvende werktuigen	
Veerponten	Schepen > 100 meter	

De overige scheepstypen (o.a. duw-/sleepboten, beenschepen) dienen aan de algemene scheepsbouwkundige eis te voldoen, die voorschrijft dat "hun stabiliteit voldoende moet zijn voor het gebruik waarvoor zij zijn bestemd".

Er zijn geen nadere stabiliteitseisen geformuleerd voor deze groepen.

Certificering

De BSW voorziet in de afgifte van een Certificaat van Onderzoek (CvO) voor schepen, nadat is gebleken dat het schip voldoet aan bij of krachtens Amvb te stellen regels.

In Nederland draagt het Hoofd van de Scheepvaartinspectie zorg voor de afgifte van certifi-

caten (BSB art. 4) en de aanvraag voor certificering dient door de eigenaar van het vaartuig te geschieden (art 5).

Alvorens het Hoofd van de Scheepvaartinspectie overgaat tot certificering zal het vaartuig gekeurd worden. Volgens artikel 6 van het BSB wordt een CvO afgegeven indien het schip voldoet aan het gestelde in §3 “het onderzoek van schepen” artikelen 19 tot en met 23. Indien de inrichting of de bijzondere bestemming van het schip daartoe aanleiding geeft, kan het Hoofd van de Scheepvaartinspectie bepalen of er een hellingproef moet worden gehouden voor de beoordeling van stabiliteit van vrachtschepen, sleepboten, duwboten en rijksvaartuigen (BSB art.23)

In Staatsblad 1987 nummer 466 wordt als toelichting vermeld van artikel 23 dat de bevoegde instantie (Hoofd Scheepvaartinspectie) kan verlangen dat een vaartuig droog onderzocht moet worden en dat een bewijs van stabiliteit, eventueel op grond van een hellingproef, kan worden overlegd.

Voor schepen die volgens het BSB, ROSR en ADNR geen nadere specifiek stabiliteitseisen behoeven, ontbreken criteria voor deze hellingproef. De eigenaar van een vaartuig moet aantonen dat de stabiliteit voldoende is voor het gebruik waarvoor het vaartuig is bestemd. Over het algemeen zal de eigenaar van een schip dit doen aan de hand van de vigerende stabiliteitseisen voor schepen die vergelijkbaar zijn met zijn schip en die wel opgenomen zijn in de wetgeving.

Opsomming van artikelen uit het BSB die betrekking hebben op stabiliteit:

Artikel	Beschrijving
5.4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indien ingevolge artikel 23 of 24 een hellingproef vereist is, worden de uitkomsten van die proef overlegd alsmede de gegevens over de stabiliteit van het schip bij verschillende beladingstoestanden.
23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hellingproef voor een passagiersschip, veerboot of een zeilend passagiersschip. ▪ Eventueel dispensatie indien er resultaten van een hellingproef van een zusterschip beschikbaar zijn. ▪ Eventueel hellingproef vrachtschepen, sleepboten, duwboten en rijksvaartuigen indien de inrichting of de bijzondere bestemming van het schip daartoe aanleiding geeft. ▪ Hellingproef wordt door of namens de eigenaar gehouden in aanwezigheid van de daartoe bevoegde ambtenaar van SI.
24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bij belangrijke schade, herstellingen, verbouwingen of andere ingrijpende wijzigingen en bij vermoeden van ernstige gebreken aan een schip met een certificaat of een communautair certificaat wordt een bijzonder onderzoek ingesteld. ▪ Indien het bijzonder onderzoek van een passagiersschip, een veerboot of een zeilend passagiersschip betreft, kan het hoofd van de SI bepalen dat er een hellingproef wordt gehouden
Artikel	Beschrijving
25.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bij gebruik van het schip dienen in acht genomen te worden het vrijboord en de regels ten aanzien van de belading, het stuwten, de stabiliteit en het gebruik, die in het certificaat zijn aangegeven voor de binnenwateren waarop het schip wordt ingezet.

<p><i>Bijlage II</i> 2.01</p>	<p>Deze bijlage bevat scheepvaartkundige eisen (technische regelen) voor <i>vrachtschepen, sleepboten en duwboten</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De schepen moeten volgens goed scheepsgebruik zijn gebouwd. Hun stabiliteit moet voldoende zijn voor het gebruik waarvoor zij zijn bestemd.
<p><i>Bijlage III</i> 4.01-4.06</p>	<p>Deze bijlage bevat scheepvaartkundige eisen (technische regelen) voor <i>passagiersschepen</i>. (Een schip dat is gebouwd of bestemd voor het bedrijfsmatig vervoer van meer dan twaalf personen buiten de bemanning, niet zijnde een veerboot).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Het bewijs van voldoende stabiliteit moet worden geleverd door het overleggen van een berekening, gebaseerd op de resultaten van een hellingproef en eventueel een draaicirkelproef, indien het hoofd van SI dit verlangt. ▪ De slagzij mag bij volledige uitrusting, met alle bemanningsleden en passagiers aan boord en met half gevulde brandstof- en drinkwatertanks, onder gelijktijdige invloed van een dwarsscheepse verplaatsing van alle personen, een windruk en een middelpuntvliedende kracht veroorzaakt door roergeven, niet meer dan 12° bedragen. Voorwaarden en berekening van de genoemde krachten worden in artikel 4.02, 4.03 en 4.04 beschreven. ▪ De slagzij alleen door de dwarsscheepse verplaatsing van personen veroorzaakt mag niet meer dan 10° bedragen. ▪ Bij de slagzij ten gevolge van de in het tweede lid (hier punt vier) bedoelde kenterende momenten, moeten een resterende vrijboord en een resterende veiligheidsafstand volgens artikel 4.05 aanwezig zijn. ▪ Bij schepen tot 25 meter kan voldoende stabiliteit in plaats van door het in lid twee (hier punt vier) genoemde rekenkundig bewijs worden aangetoond door een stabiliteitsproef. Onder de in het artikel genoemde voorwaarden mag de slagzij na het verplaatsen niet meer dan 7° bedragen. Het resterend vrijboord en de resterende veiligheidsafstand mogen niet kleiner zijn dan respectievelijk 0,05 Bwl + 0,20 m en 0,05 Bwl + 0,10 m. ▪ Aan het rekenkundig bewijs van voldoende stabiliteit in lekke toestand wordt geacht te zijn voldaan, wanneer wordt aangetoond dat voor alle stadia van het vervullen en voor de eindtoestand van het vervuld zijn, het oprichtend moment groter is dan het kenterend moment. Formules voor de berekening hiervan worden gegeven in dit artikel.
<p><i>Bijlage V</i> 3.01-3.05</p>	<p>Deze bijlage bevat scheepvaartkundige eisen (technische regelen) voor <i>veerboten</i> (een schip dat is gebouwd of bestemd voor het bedrijfsmatig vervoer van meer dan twaalf personen buiten de bemanning, alsook voertuigen op meer dan twee wielen, en dat een bootdienst onderhoudt tussen twee of meer aanlegplaatsen gelegen aan de Dollard, de Eems, de Waddenzee met inbegrip van verbindingen met de Noordzee, of de Westerschelde, met inbegrip van de waterwegen tussen Zeeuwsch-Vlaanderen enerzijds en Walcheren en Zuid-Beveland anderzijds). Uit deze definitie blijkt, dat dit de zogenaamde “zoute” veren betreft. De overige veren vallen onder de passagiersschepen (zie artikel 1 met de toelichting).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De slagzij van het schip in de beladingstoestand, bedoeld in artikel 3.02, en onder gelijktijdige invloed van kenterende momenten in 3.03 niet meer dan 12° bedragen. ▪ De slagzij alleen door de dwarsscheepse verplaatsing van personen veroor-

	<p>zaakt mag niet meer dan 10° bedragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bij de slagzij van 12° moet een resterend vrijboord en een resterende veiligheidsafstand als bedoeld in artikel 4.01 aanwezig zijn.
<i>Ministeriële regelingen</i>	Ministeriële regelingen voor <i>rondvaartboten Amsterdams grachtentype</i> . Hierin wordt onder andere aangegeven welke artikelen uit bijlage II en III van toepassing zijn.
	Ministeriële regelingen voor <i>open rondvaartboten</i> . Hierin wordt onder andere aangegeven welke artikelen uit bijlage II en III van toepassing zijn.
	Ministeriële regelingen voor <i>veerponten</i> (In deze regeling wordt onder een veerpont verstaan: een passagiersschip, dat is gebouwd of bestemd voor het bedrijfsmatig vervoer van personen alsook voertuigen op twee wielen, dat een veerdienst onderhoudt, waarbij de vaarweg wordt overgestoken van zones 2, 3 of 4. Uitzondering hierop vormen uiteraard de 'zoute' veerdiensten in zone 2, die onder bijlage V vallen. Hierin wordt onder andere aangegeven welke artikelen uit bijlage II en III van toepassing zijn.

Opsomming van artikelen uit het ROSR die betrekking hebben op stabiliteit

Artikel	Beschrijving
3.02.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De stabiliteit van de schepen moet in overeenstemming zijn met het doel waarvoor zij zijn bestemd.
15.04	<p>Dit artikel bevat de stabiliteitseisen voor <i>passagiersschepen</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De regelgeving in dit artikel is in hoofdlijnen vergelijkbaar met de artikelen 4.01 tot 4.06 van het BSB.
17.06-17.08	<p>Dit artikel bevat de stabiliteitseisen voor <i>drijvende werktuigen</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Het bewijs van stabiliteit moet geleverd worden op basis van een volgens goed scheepsbouwgebruik uitgevoerde hellingproef. ▪ Indien er geen voldoende hellingshoek verkregen wordt of de uitvoering andere onoverkomelijke problemen met zich mee brengt, kan een gewichtsberekening worden gemaakt. Het resultaat hiervan moet worden gecontroleerd met behulp van metingen van de diepgang, waarbij het verschil niet meer dan circa 5% mag bedragen. ▪ Bewezen moet worden dat tijdens het in bedrijf zijn van de installaties en tijdens de vaart optredende belastingen voldoende vrijboord en veiligheidsafstand resteert. Daarbij mag de som van de hoeken van slagzij en trim niet meer dan 10° bedragen en mag de bodem van de romp niet boven het water uitkomen. ▪ Er wordt een overzicht gegeven van gegevens en bescheiden, die het bewijs van stabiliteit moeten onderbouwen. ▪ Ook wordt er een overzicht gegeven van veronderstellingen met betrekking tot de belading waarop het bewijs gebaseerd dient te zijn. ▪ Als laatste wordt er een overzicht gegeven van momenten waar rekening mee gehouden dient te worden. ▪ Het bewijs van stabiliteit bij verminderd resterend vrijboord moet ook aangetoond worden, indien dit van toepassing is. Een overzicht van eisen wordt gegeven. De som van de hoeken uit slagzij en trim mogen onder andere niet meer dan 10° bedragen.

De hierna genoemde artikelen zijn vereist indien een schip in het bezit is van een Rijn-certificaat (het communautaire certificaat stelt geen specifieke stabiliteitseisen aan containerschepen) en het vervoer van containers met uitzondering van:

- Schepen met een breedte < 9.50 meter, indien de containers in één laag staan.
- Schepen met een breedte van ≥ 9.50 meter, indien de containers in ten hoogste twee lagen geladen zijn.
- Schepen met een breedte van ≥ 11.00 meter, indien de containers in ten hoogste drie lagen en niet meer dan drie stapels naast elkaar geladen zijn.

Artikel	Beschrijving
22.01-22.04	<p>Dit hoofdstuk is van toepassing op <i>schepen die containers vervoeren</i> en er volgens het Rijnvaartpolitiereglement stabiliteitsbescheiden vereist zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Er wordt een overzicht gegeven van de zaken die minimaal in de stabiliteitsbescheiden horen. • Indien containers op een schip naar keuze al dan niet vastgezet kunnen worden vervoerd, zijn voor beide afzonderlijk stabiliteitsberekeningen vereist. • Een containerlading geldt alleen als vastgezet wanneer de afzonderlijke containers dmv geleiders of spaninrichtingen hecht met de scheepsromp zijn verbonden en zij tijdens het varen niet van plaats kunnen veranderen • In artikel 22.02 wordt een overzicht gegeven van de criteria en rekenmethode voor de stabiliteitsberekening van schepen die niet-vastgezette containers vervoeren: <ul style="list-style-type: none"> • MO moet groter zijn dan 1,00 m. • De slagzij onder invloed van de middelpuntvliedende kracht, de winddruk en VVOs mag niet meer dan 5° bedragen en de zijde van het dek mag niet in het water komen • Voor de genoemde krachten worden de formules voor het berekenen van de arm van de momenten gedetailleerd <ul style="list-style-type: none"> • Voor elke beladingstoestand moet met de halve voorraad aan brandstof en drinkwater worden gerekend. • De stabiliteit bij niet-vastgezette containers wordt voldoende geacht wanneer de aanwezige KG-waarde gelijk aan of kleiner is dan KG_{zul}. KG_{zul} dient berekend te worden voor verschillende verplaatsingen over het hele diepgangsbereik, waarbij twee formules voor de bepaling van deze waarde worden gegeven. Hieruit dient de kleinste waarde genomen te worden. <ul style="list-style-type: none"> • In artikel 22.03 wordt een overzicht gegeven van de criteria en rekenmethode voor de stabiliteitsberekening van schepen die vastgezette containers vervoeren: <ul style="list-style-type: none"> • MG moet groter zijn dan 0,50 m. • De slagzij o.i.v. de middelpuntvliedende kracht, de winddruk en VVOs mag geen opening van de scheepsromp onder water komen. • Voor de genoemde krachten worden de formules voor het berekenen van de arm van de momenten uit artikel 22.02 gebruikt. • Voor elke beladingstoestand moet met de halve voorraad aan brandstof en drinkwater worden gerekend • De stabiliteit bij vastgezette containers wordt voldoende geacht wanneer de aanwezige KG-waarde gelijk aan of kleiner is dan KG_{zul}. KG_{zul} dient berekend te worden voor verschillende verplaatsingen over het hele diepgangsbereik, waarbij twee formules voor deze waarde worden

	gegeven, anders dan in artikel 22.02. Hieruit dient de kleinste waarde aangenomen te worden.
22a.04	<p>Dit artikel is van toepassing op <i>schepen met een lengte van meer dan 110 meter</i>, passagiersschepen uitgezonderd.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De basisgegevens voor de stabiliteitsberekening moeten worden bepaald door een hellingproef of een gedetailleerde gewichtsberekening. Het resultaat van een gewichtsberekening moet worden gecontroleerd met behulp van metingen van de diepgang, waarbij het verschil niet meer dan ongeveer 5% mag bedragen. • Het drijfvermogen in lekke toestand moet voor het vol beladen vaartuig worden aangetoond. Hierbij moet voor de kritische stadia tijdens het vervullen, en voor de eindtoestand van het vervuld zijn, het rekenkundige bewijs van voldoende stabiliteit worden geleverd. Indien hierbij negatieve waarden optreden kunnen deze geaccepteerd worden indien voor opvolgende stadia wel voldoende stabiliteit wordt aangetoond. • Er worden uitgangspunten aangegeven waarop de lekstabiliteitsberekening gebaseerd moet zijn. Deze zijn vergelijkbaar met het ADNR. • De lekstabiliteit wordt als voldoende beschouwd wanneer in de eindtoestand van het vervuld raken de resterende veiligheidsafstand niet minder bedraagt dan 100 mm en de slagzij van het vaartuig niet groter is dan 5°, of wanneer berekeningen volgens ADNR bijlage B1 of B2 voorgeschreven methode voor lekberekeningen een positieve uitkomst hebben. • Oeningen waardoor nog onbeschadigde afdelingen alsnog vol kunnen lopen moeten indien ze waterdicht kunnen worden afgesloten voorzien worden van opschriften overeenkomstig hun gebruikseisen. • Bij gebruik van dwars- of overloopopeningen moet het evenwicht binnen 15 minuten bereikt worden. In de tussenliggende toestanden moeten de lekstabiliteitswaarden voldoende zijn.

Uit het *RPR* zijn de volgende regelingen te destilleren:

- Voor schepen, die een bepaalde beladingsconditie hebben, moeten stabiliteitsgegevens, die door deskundigen zijn goedgekeurd, aan boord zijn. Deze beladingsconditie wordt in de bovenstaande paragraaf opgesomd.
- Deze schepen moeten een stuwplan of ladinglijst aan boord hebben.
- De schipper moet met deze gegevens de stabiliteitstoestand vast kunnen stellen.