



Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen



DEFINITIEF

Fase 2: Evaluatie en aanbevelingen

24 september 2003



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Goederenvervoer

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
HK/BDG
t.a.v. de heer ir. W.P.A. Broeders
Postbus 20906
2500 EX Den Haag.

Contactpersoon
R.T.L. Blommaart
Datum
11 november 2003
Ons kenmerk
DGG/TB-03006452
Onderwerp
Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen

Doorkiesnummer
070 - 3511666
Bijlage(n)
1.
Uw kenmerk
-

Geachte heer Broeders,

Tijdens een overleg d.d. 25 oktober 2001 tussen de toenmalige minister Netelenbos en een delegatie van het Centraal Overleg Vaarwegen (COV) is onder meer gesproken over afmeervoorzieningen en zijn er afspraken gemaakt. In het verslag van de bijeenkomst is het onderwerp als volgt verwoord:

verkeer en waterstaat onderkent het probleem dat door nieuwbouw van steeds grotere binnenschepen de bestaande inzichten m.b.t. de sterkte en de trekkracht van afmeerbolders, mogelijk dienen te worden bijgesteld. De bereidheid bestaat hiernaar gezamenlijk onderzoek te doen.

Naar aanleiding van hiervoor genoemde afspraak verzocht drs. F.J.P. Heuer, voormalig directeur TI, de afdeling binnenvaart dit onderzoek op de actielijst te plaatsen. Het inmiddels afgeronde onderzoek is geëntameerd door de afdeling binnenvaart en vaarwegen in samenwerking met het COV/Koninklijke Schuttevaer (C. de Vries) en uitbesteed aan de Bouwdienst van Rijkswaterstaat.

De onderzoeksoopdracht luidde conform het hiervoor cursief gedrukte met als aanvulling daarop: *daarbij doet zich ook de vraag voor of als gevolg hiervan eerder onderhoud moet worden gepleegd aan de afmeervoorzieningen.*

Directie Transport en Infrastructuur
Afdeling Binnenvaart en Vaarwegen
Postadres Postbus 20904, 2500 EX Den Haag
Bezoekadres Artillerie, Nieuwe Uitleg 1, Den Haag

Telefoon 070 351 61 71
Fax 070 351 16 94
Internet www.minvenw.nl/dgg/dgg



Gelet op de beschikbare middelen was het niet mogelijk een inventarisatie uit te voeren voor het gehele vaarwegennet in Nederland. Er is gekozen voor vier vaarwegen en een sluisencomplex, te weten:

Amsterdam Rijkkanaal,
Lemmer Delfzijl,
Twentekanalen,
Weurt Maastricht, en de
Volkeraksluizen.

Uit de conclusies en aanbevelingen wordt m.b.t. de twee hoofdvragen het volgende duidelijk.

Is er aanleiding om de huidige inzichten bij te stellen?

Het antwoordt op die vraag luidt ja. Er is aanleiding de huidige inzichten te onderbouwen en van hieruit de richtlijnen eventueel bij te stellen of uit te breiden om de volgende redenen:

- er is geen onderbouwing bekend van de huidige richtlijnen;
- de regelgeving voor trossen en ontwerprichtlijnen voor afmeervoorzieningen stemmen niet overeen;
- er is momenteel geen houvast in de richtlijnen voor de sterkte van afmeervoorzieningen voor schepen groter dan het maatgevend schip klasse V; en
- door de aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen kunnen grotere belastingen op de afmeervoorzieningen ontstaan.

Voldoen de afmeervoorzieningen aan de huidige inzichten?

Het antwoord hierop luidt neen. Van de onderzochte vaarwegen voldoet 26% hier niet aan, of werd vermoed dat deze niet aan de richtlijn voldeden. Van 45% van de onderzochte afmeervoorzieningen kon worden vastgesteld, of was het aannemelijk, dat deze wel aan de actuele ontwerprichtlijn van de CVB voldoen. Voor 29% geldt dat de sterkte niet meer te achterhalen was. Voor de categorie "sterkte onbekend" vormen de sluisgolken het grootste knelpunt omdat deze soms erg oud zijn en er onvoldoende gegevens voorhanden zijn. Voor de categorie "sterkte onvoldoende" vormt het Amsterdam Rijkkanaal het grootste knelpunt. De sterkte van de afmeervoorzieningen van de ligplaatsen zijn hier herberekend en voldoen in veel gevallen niet aan de richtlijn van de CVB.

De genoemde percentages voor de onderzochte vaarwegen kunnen niet direct representatief worden gesteld voor het hele vaarwegennet, wel kan verwacht worden dat de overige vaarwegen ook een zeer gevarieerd beeld zullen laten zien vanwege de grote variëteit in bouwjaren en opwaarderingmomenten van vaarwegen, ligplaatsen en objecten. Voor de overige conclusies en aanbevelingen verwijs ik gaarne naar bijgaand onderzoeksrapport.



Dit leidt bij mij tot de volgende vragen, waar we graag antwoord op vernemen:

Er is geconstateerd dat niet altijd wordt voldaan aan de inzichten m.b.t. de sterkte en de trekkracht van de afmeervoorzieningen.

- Is het mogelijk de huidige inzichten bij te stellen en te onderbouwen, waarbij tevens rekening wordt gehouden met schepen groter dan het huidig maatgevend schip?
- De kwaliteit van de afmeervoorzieningen laat hier en daar te wensen over. Is dat probleem bij RWS bekend?
- In hoeverre kan de oplossing van het probleem meegenomen worden in het B&O-programma, c.q. in het programma extra impuls € 700 miljoen.

Na reactie van de zijde van RWS zal ik de minister informeren over de onderzoeksresultaten en de mogelijke oplossingen in het kader van B&O, alsook op welke termijn oplossingen mogelijk zijn, inclusief het eventueel aanpassen van de richtlijn van de CVB .

Afschrift van deze brief en een exemplaar van het onderzoeksrapport heb ik gezonden aan de heer ir. C.W.A.O. van Raalten van de afdeling Beheer en Verkeer (UB). Mocht u ter verspreiding in de regio meerdere exemplaren van het rapport wensen dan verneem ik dat gaarne van u.

Met vriendelijke groet,

DIRECTORAAT-GENERAAL GOEDERENVERVOER



Drs. H.M. Cramer.

Hoofd afdeling binnenvaart & vaarwegen.



Aan
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 afd. Beheer en Verkeer (UB)
 t.a.v. de heer ir. C.W.A.O. van Raalten
 Postbus 20906
 2500 EX Den Haag.

Classificatie
 -

Contactpersoon
 R.T.L. Blommaart
 Datum
 11 november 2003
 Ons kenmerk
 DGG/TB-03006453
 Onderwerp
 onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen

Doorkiesnummer
 1666
 Bijlage(n)
 2.
 Uw kenmerk
 -

Getipt door/paraaf
 Blommaart
 Vergeleken door/paraaf
 Blommaart
 Verzonden door/paraaf
 -
 Ondertekening door/paraaf
 Drs. H.M. Cramer
 Medewerking van/paraaf
 -

Vervolg op
 -
 Rappeldatum
 -
 Verzendsdatum
 -
 Verzendwijze
 -
 Na verzending retour aan
 -

Afschrift aan
 Secr.TB.

Adres
 C408

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Goederenvervoer

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
afd. Beheer en Verkeer (UB)
t.a.v. de heer ir. C.W.A.O. van Raalten
Postbus 20906
2500 EX Den Haag.

Contactpersoon
R.T.L. Blommaart
Datum
11 november 2003
Ons kenmerk
DGG/TB-03006453
Onderwerp
onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen

Doorkiesnummer
070 - 3511666
Bijlage(n)
2.
Uw kenmerk
-

Geachte heer Van Raalten,

Bijgaand zend ik u afschrift van een brief die ik heden aan de heer ir. W.P.A. Broeders zond. Gaarne verwijs ik naar aangehaalde brief, met name naar de daarin geformuleerde vragen en naar het eveneens bijgesloten rapport "onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen".

Met vriendelijke groet,

DIRECTORAAT-GENERAAL GOEDERENVERVOER

Drs. H.M. Cramer
Hoofd afdeling binnenvaart & vaarwegen.

Directie Transport en Infrastructuur
Afdeling Binnenvaart en Vaarwegen
Postadres Postbus 20904, 2500 EX Den Haag
Bezoekadres Artillerie, Nieuwe Uitleg 1, Den Haag

Telefoon 070 351 61 71
Fax 070 351 16 94
Internet www.minvenw.nl/dgg/dgg

Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen



DEFINITIEF

Fase 2: Evaluatie en aanbevelingen

24 september 2003

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat




Bouwdienst Rijkswaterstaat

Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen

DEFINITIEF

Fase 2: Evaluatie en aanbevelingen

24 september 2003

		Datum	Paraaf
Opgesteld	A. Hijdra	29/9/03	
Gecontroleerd	J. Rietdijk	29/9/03	
Vrijgave bevoegd gezag	E. van der Kuil	29/9/3	

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	5
1 Samenvatting	7
2 Inleiding	11
2.1 Aanleiding	11
2.2 Doelstelling	11
2.3 Structuur	11
3 Historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken scheepsgroottes	13
3.1 Relevantie scheepsgroottes voor afmeervoorzieningen	13
3.2 Wat zijn de ontwikkelingen in scheepsgroottes?	14
3.3 Hoeveel sterker zijn de trossen geworden?	17
4 Historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken afmeervoorzieningen	21
4.1 Ontwerprichtlijnen door de jaren heen	21
4.2 Inventarisatie van praktijkgegevens van 4 vaarwegen en de Volkeraksluizen	22
5 Stemmen vloot en afmeervoorzieningen heden ten dage nog overeen?	27
5.1 Zijn de ontwerprichtlijnen met de vloot meegegroeid?	27
5.2 Volgens het ontwerpprincipe: afmeervoorziening is sterker dan de tros	30
5.3 Volgens de praktijk: een inventarisatie van 4 vaarwegen en de Volkeraksluizen	31
5.4 Volgens de praktijk: incidenten met afmeervoorzieningen	31
6 Conclusies en aanbevelingen	35
6.1 Antwoord op de twee hoofdvragen uit dit onderzoek	35
6.2 Verdere Conclusies	35
6.3 Verdere Aanbevelingen	36
7 Referenties	39

Bijlage 1: Verslag fase 0, De Oriëntatiefase

Bijlage 2: Verslag fase 1, De Inventarisatiefase

1 Samenvatting

De laatste jaren komen er steeds grotere binnenschepen in de vaart waarbij men zich af kan vragen in hoeverre de afmeervoorzieningen langs de Nederlandse vaarwegen qua sterkte wel toereikend zijn voor deze grotere schepen. Grotere schepen betekenen immers meer massa, en meer massa kan grotere krachten veroorzaken op de afmeervoorzieningen. In deze studie is gekeken wat de ontwikkelingen in het verleden van scheepsgroottes zijn geweest, hoe de ontwerprichtlijnen voor afmeervoorzieningen zich in de loop der tijd hebben ontwikkeld en of de schepen en afmeervoorzieningen nog wel met elkaar in overeenstemming zijn.

Wanneer wordt gekeken naar de ontwikkelingen van scheepsgroottes in de tijd dan is er al vanuit het verdere verleden een ontwikkeling naar grotere schepen waar te nemen. Als eerste algemeen geldende standaard classificatie in Nederland werd de Europese CEMT classificatie van 1954 gehanteerd. De volgende classificatie voor Nederland komt van de in 1977 opgerichte Commissie van Vaarwegbeheerders (CVB) waarbij de maatgevende scheepsafmetingen voor vaarwegen naar boven werden bijgesteld. Meest opmerkelijke aanpassing is de diepgang van een klasse Va schip die van 2,5m in de CEMT classificatie naar 3,5m in de CVB classificatie gaat. In 1992 is er een update van de CEMT classificatie van 1954 vastgesteld maar de al eerder vastgestelde CVB afmetingen zitten hier boven en zijn vigerend gebleven.

De laatste jaren zijn er steeds meer schepen in de vaart gekomen met afmeting beduidend groter dan het grootste maatgevende motorvrachtschip uit de CVB. Ter indicatie: het grootste motorvrachtschip van dit moment de 'Vlissingen' meet 135m bij 21,5m met een diepgang van maximaal 4,4m, waarbij wel aangetekend moet worden dat dit een bunkerschip betreft vooral ingezet binnen de haven van Rotterdam. De totale massa van een dergelijk schip ligt zo'n 3 keer hoger dan het huidige grootste maatgevend motorvrachtschip, ten opzichte van het grootste maatgevende motorvrachtschip uit 1954 zelfs bijna 4,5 maal hoger.

Met het groter worden van de schepen worden ook steeds sterkere trossen voorgeschreven in het ROSR (het reglement waar schepen aan moeten voldoen voor de internationale Rijnvaart). De minimale trossterktes voor nieuwe schepen liggen hierbij in de regel al hoger dan de CVB richtlijn voor de ontwerpsterkte van afmeervoorzieningen. Dit betekent dus dat in theorie de tros niet meer als zwakste schakel geldt maar de afmeervoorziening wat onwenselijk is omdat dit bij het onverhoopte falen van het systeem extra gevaarlijke situaties kan geven en tevens schade aan de constructie oplevert. In praktijk zijn trossen echter minder sterk door tal van oorzaken waardoor ze alsnog de zwakste schakel kunnen zijn.

Wanneer wordt gekeken hoe de ontwerprichtlijnen voor afmeervoorzieningen zich hebben ontwikkeld, dan stamt de eerste richtlijn voor Nederland uit het boek Sluisontwerp van Josephus Jitta uit 1947. Hierin wordt zeer in het algemeen gesteld dat 150kN een goede maat lijkt te zijn voor de sterkte van bolders. Na de oprichting van de CVB verschijnen er ontwerprichtlijnen gedifferentieerd naar vaarwegklasse. Voor de vaarwegen klasse I en II betekent dit een verlaging naar 100kN, voor klasse III en IV blijft het hetzelfde, 150 kN, en voor klasse V wordt een sterkte van 200 kN geadviseerd. Een

wetenschappelijke onderbouwing van de richtlijn is niet bekend. Voor vaarwegen van een hogere klasse wordt geen richtlijn gegeven.

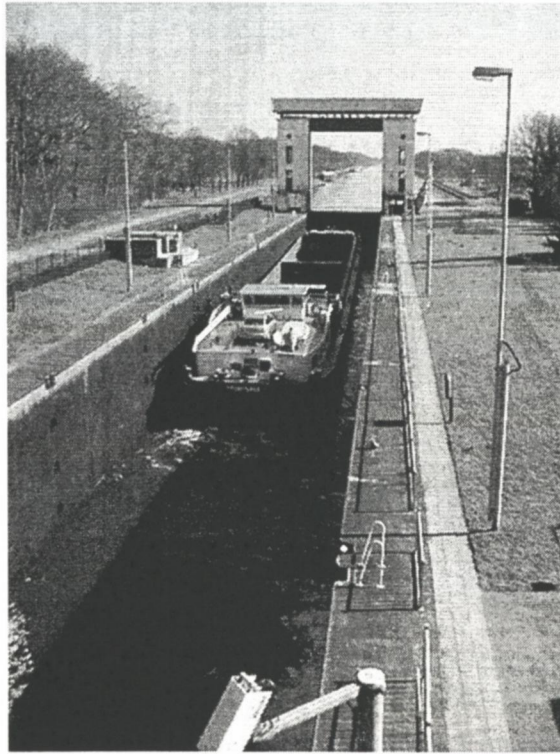
Om ook de relatie naar de praktijk te kunnen leggen is voor een aantal vaarwegen onderzocht op wat voor sterkte de afmeervoorzieningen zijn ontworpen en in hoeverre hier incidenten mee hebben plaatsgevonden waarbij de kracht op de bolder het maximum heeft overschreden. Uit de inventarisatie is gebleken dat van veel oudere objecten geen ontwerpsterkte bekend is (29% van de onderzochte objecten), van 26% van de objecten ligt de (vermoedelijke) ontwerpsterkte beneden de vigerende richtlijn uit de CVB en van 45% van de afmeervoorzieningen is de ontwerpsterkte conform CVB of hoger.

Vanuit de onderzochte vaarwegen zijn een aantal incidenten bekend waarbij de belasting voor de afmeervoorziening te groot werd. De oorzaken zijn echter vaak niet bekend omdat de schade pas achteraf geconstateerd werd. Vanuit de incidenten is niet direct een relatie te leggen met de ontwikkelingen van scheepsgroottes.

Ten aanzien van de richtlijnen voor het vaststellen van de sterkte van afmeervoorzieningen kan worden gesteld dat er aanleiding is deze nader te beschouwen om de volgende redenen;

- er is geen onderbouwing bekend van de huidige richtlijnen,
- de regelgeving voor trossen en ontwerprichtlijnen voor afmeervoorzieningen stemmen niet overeen,
- er is momenteel geen houvast in de richtlijnen voor de sterkte van afmeervoorzieningen voor schepen groter dan het maatgevend schip klasse V,
- door de aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen kunnen grotere belastingen op de afmeervoorzieningen ontstaan.

Op basis van een goede onderbouwing kan de richtlijn waar nodig worden bijgesteld of uitgebreid. Of dit zal leiden tot zwaardere danwel lichtere eisen is niet in algemene zin op voorhand te zeggen maar zal per klasse nader bekeken moeten worden.



Sluis Eefde

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

In het kader van het Centraal Overleg Vaarwegen is door de Minister van Verkeer en Waterstaat en het COV gesproken over de problematiek van de sterkte en trekkrachten van afmeervoorzieningen. De betrokken partijen delen de zorg dat door de aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere binnenschepen de bestaande inzichten (richtlijnen Commissie Vaarweg Beheerders) mogelijk voor dit aspect dienen te worden bijgesteld. Naar aanleiding van dit overleg deed zich ook de vraag voor of als gevolg van de genoemde ontwikkelingen eerder onderhoud gepleegd zou moeten worden aan de afmeervoorzieningen.

Vanuit de betrokken partijen bestond de bereidheid gezamenlijk onderzoek te doen naar de geschetste problematiek. Het onderzoek is dan ook uitgevoerd in opdracht van zowel het Directoraat Generaal Goederenvervoer als de Koninklijke Schippersvereniging Schuttevaer.

2.2 Doelstelling

Inzicht verschaffen in de vraagstelling in hoeverre afmeervoorzieningen voldoen aan de inzichten van dit moment. Daarnaast bezien in hoeverre er aanleiding is om deze inzichten bij te stellen.

2.3 Structuur

De studie naar de sterkte en trekkrachten van afmeervoorzieningen is opgesplitst in 3 fasen; de oriëntatiefase, de inventarisatiefase en de fase van analyse met conclusies en aanbevelingen. Dit document geeft de resultaten van de laatste fase weer, de eerste twee fasen zijn reeds opgeleverd en zijn als bijlagen I en II toegevoegd.

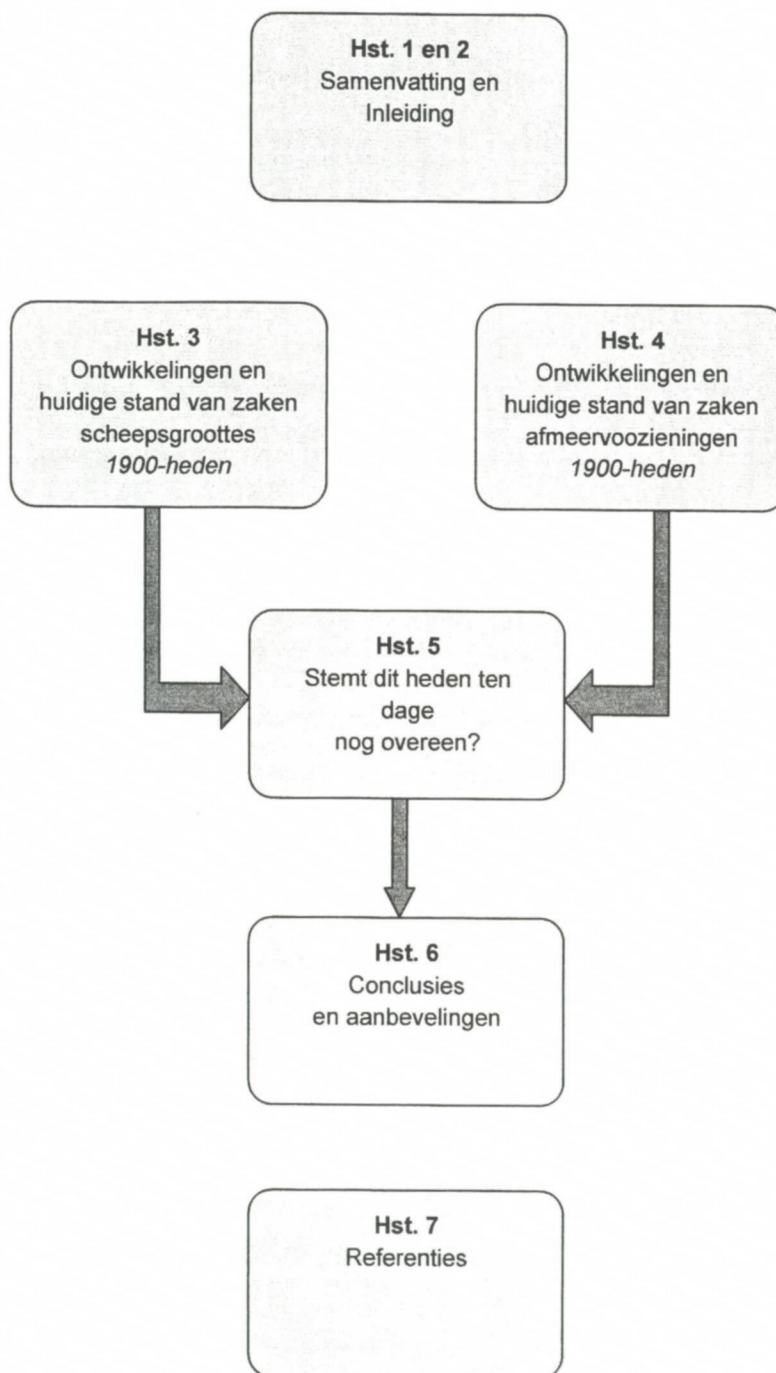
Voor de opzet van dit rapport is uitgegaan van een opsplitsing van de problematiek in twee componenten. Als eerste component zijn dat de ontwikkelingen in de scheepvaart gericht op de scheepsgroottes. Hierbij zijn de laatste jaren opmerkelijke ontwikkelingen waar te nemen. Maar ook de ontwikkelingen vanaf de eerste helft van de vorige eeuw zijn interessant omdat een deel van de huidige infrastructuur nog uit die tijd stamt en is ontworpen met de vloot van die tijd op het netvlies. Deze zaken worden behandeld in hoofdstuk 3; 'historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken scheepsgroottes'.

Als tweede component zijn dit de ontwikkelingen met betrekking tot de afmeervoorzieningen zelf, ook hier weer een overzicht van de ontwikkelingen vanaf de eerste helft vorige eeuw tot en met de huidige stand van zaken. Deze zaken zijn weergegeven in hoofdstuk 4; 'Historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken afmeervoorzieningen'.

In hoofdstuk 5 worden vervolgens beide ontwikkelingen naast elkaar gelegd waarmee gezien kan worden in hoeverre de ontwikkelingen gelijk op zijn gegaan of gedurende de loop der jaren afwijkende ontwikkelingen hebben

meegemaakt. Tevens wordt aangegeven wat dit betekent voor de huidige stand van zaken.

Hoofdstuk 6 geeft vervolgens de conclusies en aanbevelingen gevolgd door de referenties in hoofdstuk 7. In de onderstaande figuur is de structuur grafisch weergegeven.



Structuur evaluatierapportage 'Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen'.

3 Historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken scheepsgroottes

3.1 Relevantie scheepsgroottes voor afmeervoorzieningen

Om iets te kunnen zeggen over de relevantie van scheepsgroottes voor afmeervoorzieningen zal eerst gekeken moeten worden naar de wijze waarop krachten op bolders ontstaan. Hoe eenvoudig het ook lijkt, het krachtenspel van een afgemeerd schip is een complex systeem. Vele factoren spelen hierbij een rol zoals: waterbeweging rond het schip, aantal trossen om een bolder, elasticiteit en sterkte van de trossen, wijze waarop de trossen zijn vastgelegd, aantal schepen naast elkaar, de massa van het schip etc. Voor het doel van deze studie is de factor scheepsmassa, een afgeleide van de afmetingen, interessant om nader te beschouwen.

Wanneer speelt de scheepsmassa een rol? De scheepsmassa speelt pas een rol als er geen sprake is van een stationaire situatie. Van een stationaire situatie is sprake wanneer het schip (nagenoeg) stil ligt en de trossen een constante kracht opnemen. Deze constante kracht kan worden veroorzaakt door bijvoorbeeld een continue wind of stromingsdruk of schroefvermogen. In de regel zullen de krachten in een stationaire toestand niet maatgevend zijn.

De grote piekkrachten op bolders ontstaan door de niet stationaire krachten, krachten door bewegingen van het schip waarbij de scheepsmassa een belangrijke rol speelt. Deze bewegingen kunnen overigens ook door wind, stroming of schroefdruk ontstaan, het verschil is echter dat het schip nu snelheid krijgt die door de trossen moet worden opgevangen. De ontwikkelde snelheid moet binnen de rek lengte van de tros teruggebracht worden naar 0. In feite geven de trossen nu een versnelling in tegengestelde richting (afremmen) waarbij de natuurkundige wet opgaat:

$$F = m \times a$$

F: *kracht van de tros op het schip*
m: *massa van het schip*
a: *versnelling van het schip*

De kracht van de tros op het schip is gelijk aan de kracht van de tros op de afmeervoorziening. Zoals in de formule is te zien is deze kracht ook rechtstreeks afhankelijk van de massa van het schip. Omdat de versnelling lastig te bepalen is vanwege de grote variatie van oorzaken en invloeden, blijft er een onbekende te veel over, waardoor de kracht op de bolder niet rechtstreeks af te leiden is. Wel is duidelijk dat de massa van een schip een belangrijke rol speelt voor de maximale kracht op een afmeervoorziening. De massa van het schip is op zijn beurt weer rechtstreeks afhankelijk van de afmetingen van het schip, waarmee de relatie tussen de ontwikkelingen tussen scheepsgrootte en krachten op afmeervoorzieningen is verklaard.

Het is overigens niet aannemelijk dat de kracht op een afmeervoorziening ook rechtstreeks evenredig is aan de massa van het betreffende schip omdat een schip ook minder snel snelheid ontwikkeld bij een grotere massa. Hierdoor is er ook weer minder tegengestelde versnelling nodig om tot stilstand te komen.

3.2 Wat zijn de ontwikkelingen in scheepsgroottes?

In deze studie wordt vanuit de opdracht gerefereerd aan de 'aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen'. Deze referentie komt voort uit de ontwikkelingen die hierin de laatste jaren gaande zijn.

Wanneer de maten voor een klasse Va schip, de grootste klasse voor motorvrachtschepen (conform CVB 110m lang bij 11,40m breed bij 3,5m diep) als referentie wordt genomen, dan zijn er de laatste jaren verschillende schepen in de vaart gekomen welke qua maatvoering beduidend groter zijn. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de schepen die sinds 2001 onder Nederlandse vlag in de vaart zijn gekomen, of binnenkort zullen komen, welke groter zijn dan het maatgevend schip voor klasse Va. De 'Vlissingen' is hierbij momenteel het grootste binnenvaartschip dat in Nederland rondvaart. De afmetingen ervan zijn afgestemd op de sluiscomplexen in zuidwest Nederland. Het betreft hier overigens een bunkerschip die met name in havengebieden zal opereren.

Naam	lengte	breedte	diepgang
Vrachtschepen			
Addio	135	11,45	3,34
Alexandra	135	17,10	3,33
Bolero	135	17,35	3,33
Brixon	135	14,20	3,10
Catharina	93	14,20	3,33
Catharina II	90	14,20	3,33
Century	135	11,45	2,95
Dortsman	135	14,20	3,17
Empire (koppelverband)	183,4	14,20	3,33
Factotum	135	14,20	3,33
Fixut Maris	135	11,45	3,33
Initia	135	11,45	3,33
Klasarina	135	11,45	3,33
Maria D	135	14,20	2,90
Mejana	135	15,00	3,33
Novum	135	11,45	3,33
Orchilla	135	11,45	3,33
Privalege	93	14,20	3,33
Privalege II	90	14,20	3,33
Sirius	135	15,00	3,33
Variant	135	11,45	3,32
Zembla	135	17,10	3,33
Tankschepen			
Compromis	134,9	16,84	3,35
Jade	135	20,00	4,40
Maxima	134,9	16,84	3,35
Partizaan	110	13,30	3,35
Schip rederij Kooren	135		
Vlissingen	134,9	21,50	4,40

In cursief, schatting op basis andere schepen

Tabel 1: Grote Nederlandse binnenvaartschepen sinds 2001

Bronnen: Binnenvaart 2003 [lit. 1] en weekblad schuttevaer [lit. 2]

Dit zijn echter de ontwikkelingen in de meest recente jaren. Voor de relatie met afmeervoorzieningen is het goed verder terug te kijken in de historie omdat deze vaak zijn ontworpen in een tijd dat de maatgevende schepen veelal kleiner en lichter waren.

Voor de kleinere vaarwegen in het westen van Nederland is in 1932 reeds een aanzet gegeven tot het vaststellen van gestandaardiseerde maatgevende afmetingen (Commissie Ringers). Op Europees niveau zijn sinds 1954 vijf standaard scheepstypen vastgesteld voor het bepalen van de scheepvaartklasse van een vaarweg. Deze zogenaamde CEMT classificatie is weergegeven in tabel 2.

Vaarweg Klasse	Algemene benaming	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]
I	Barge	38,5	5,0	2,2
II	Campine	50,0	6,6	2,5
III	Dortmund-Eemskanaal schip	67,0	8,2	2,5
IV	Rhein-Hernekanal type	80,0	9,5	2,5
V	Large Rhine barge	95,0	11,5	2,7









Tabel 2: CEMT classificatie 1954

Voor Nederland is deze classificatie maatgevend geweest tot het vaststellen van de nieuwe classificatie door de Commissie Vaarwegbeheerders (CVB). Deze commissie kwam in 1977 tot stand en stelde in 1980 maatgevende standaard schepen vast voor vaarwegklassen I tot en met IV. Voor klasse V werden de maatgevende scheepsafmetingen in 1988 vastgesteld. Uitgangspunt was nog steeds de CEMT classificatie van 1954 waarbij de afmetingen op basis van Nederlandse vlootstatistieken werden aangepast.

Vaarweg klasse	Algemene benaming	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]
I	Spits	39	5,1	2,2
II	Kempenaar	55	6,6	2,5
IIA	Hagenaar	56 of 67	7,2	2,5
III	Dortmund-Eemskanaal schip	67 of 80	8,2	2,5
IV	Rijn-Hernekanal schip	85	9,5	2,8
V	Groot Rijnschip	110	11,4	3,5

Tabel 3: Classificatie CVB, 1980 (klasse V 1988)

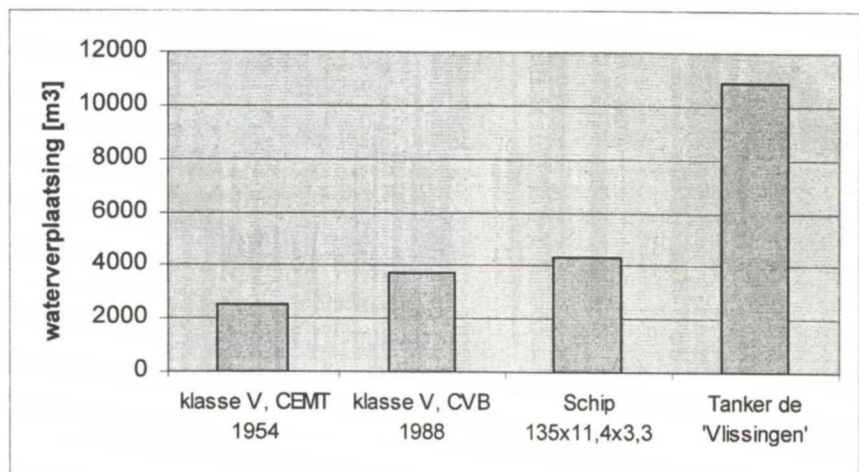
In 1992 is door de Europese ministers van transport een vernieuwde Europese classificatie vastgesteld, de zogenaamde CEMT 1992. Het betreft hier een update van de classificatie uit 1954 op basis van de actuele statistieken. In hoofdlijnen komt deze classificatie overeen met de reeds in Nederland geldende classificatie van het CVB. Het grootste verschil is de diepgang van klasse Va schepen waarvoor in de CEMT maximaal 2,80m wordt aangehouden terwijl de CVB classificatie hier op 3,5m zit. In tabel 4 is de CEMT 1992 weergegeven.

Type de voies navigables Type of inland waterways	Classe de voies navigables Classes of navigable waterways	Automoteurs et chalands Motor vessels and barges						Convois poussés Pushed convoys						Hauteur minimale sous les ponts Minimum height under bridges
		Type de bateaux: caractéristiques générales Type of vessel: générales characteristics						Type de convoi- Caractéristiques générales Type of convoy- Générales characteristics						
		Dénomination Designation	Longueur Length	Largeur Beam	Tirant d'eau Draught	Tonnage Tonnage		Longueur Length	Largeur Beam	Tirant d'eau Draught	Tonnage Tonnage			
	I	Péniche Barge	38.50	5.05	1.80-2.20	250-400		m	m	m	t	m	4.00	
	II	Kast-Caminois Campine-Barge	50-55	6.60	2.50	4.00-650							4.00-5.00	
	III	Gustav Koenigs	67-80	8.20	2.50	650-1000							4.00-5.00	
	IV	Johan Welker	80-85	9.50	2.50	1000-1500		85	9.50	2.50-2.80	1250-1450		5.25/or 7.00	
	Va	Grand bateaux Rhenands/Large Rhine Vessels	95-110	11.40	2.50-2.80	1500-3000		95-110	11.40	2.50-4.50	1600-3000		5.25/or 7.00/or 9.10	
	Vb							172-185	11.40	2.50-4.50	3200-6000			
	Vla							95-110	22.80	2.50-4.50	3200-6000		7.10/or 9.10	
	Vlb		140	15.00	3.90			185-195	22.80	2.50-4.50	6400-12000		7.10/or 9.10	
	Vlc							270-280 193-200	22.80 33.00-34.20	2.50-4.50 2.50-4.50	9600-18000		9.10	
	VII							285 195	33.00 34.20	2.50-4.50	14500-27000		9.10	
		OF REGIONAL IMPORTANCE						OF INTERNATIONAL IMPORTANCE						
		D'INTERET REGIONAL						D'INTERET INTERNATIONAL						

Tabel 4: CEMT 1992

Vanuit de afmetingen kan bepaald worden wat de waterverplaatsing van een schip is. De lengte maal breedte maal diepgang geeft de maximale waterverplaatsing, omdat een schip echter meestal geen rechthoekige bak is dient hier nog een reductie op te worden toegepast, de zogenaamde blokcoëfficiënt. Voor binnenvaartschepen ligt dit rond de 0,85, afhankelijk van de exacte vorm.

In grafiek 1 is weergegeven wat de waterverplaatsing (komt overeen met de scheepsmassa in geladen toestand) van een standaardschip is conform classificatie CEMT 1954, de vigerende CVB, voor een nieuw gangbaar groter schip, en voor het schip 'Vlissingen'. De verschillen in waterverplaatsing zijn substantieel.



Grafiek 1: waterverplaatsing motorvrachtschepen

3.3 Hoeveel sterker zijn de trossen geworden?

Met het groter worden van de schepen zullen ook sterkere trossen benodigd zijn om de grotere krachten te kunnen weerstaan. Hierdoor kunnen de grotere krachten ook daadwerkelijk overgebracht worden naar de afmeervoorziening. De sterkte van de tros geeft in feite dus de bovengrens aan van de maximale kracht die overgebracht kan worden.

Het binnenschepenbesluit, bijlage 2, artikel 7.02, zegt over het afmeergerei dat er 'trossen en touwen, in soort, dikte en lengte afhankelijk van het type en de afmetingen van het schip' aan boord dienen te zijn. De exacte sterkte is hierin niet vastgelegd.

Schepen gecertificeerd voor de Rijnvaart dienen te voldoen aan het Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn. Het ROSR geeft specifiek aan wat de minimaal vereiste theoretische trossterkte dient te zijn bij certificatie, een maximum sterkte wordt niet aangegeven (zie bijlage 2 voor de exacte formulering in het ROSR). De praktijksterkte kan echter lager liggen door gebruik en veroudering van de trossen. De trossen zelf kennen geen afzonderlijke certificatie of controle op sterkte gedurende de gebruikperiode.

De ROSR geeft twee rekenformules voor minimale breeksterkte (R_s) van de trossen:

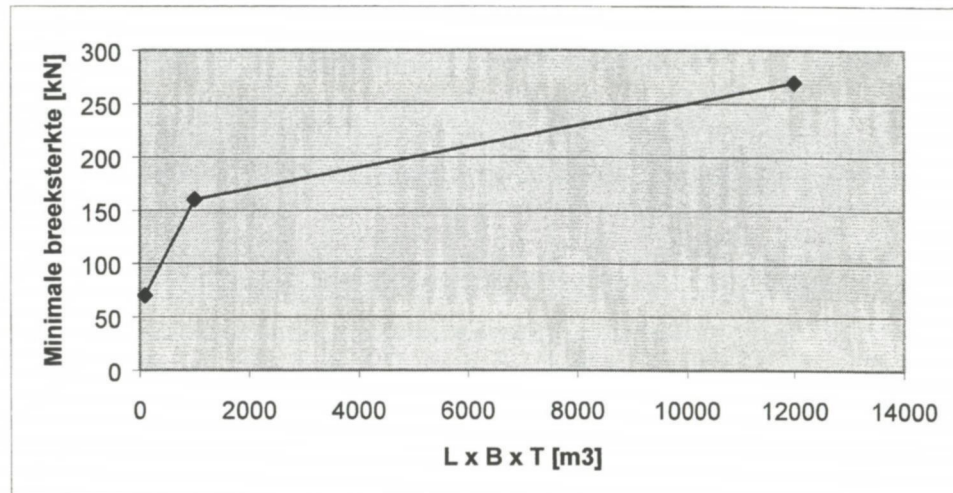
Voor schepen waarbij Lengte (L) x breedte (B) x diepgang (T) kleiner is dan 1000m³ geldt:

$$R_s = 60 + LxBxT/10 \text{ [kN]}$$

Voor schepen waarbij LxBxT groter is dan 1000m³ geldt:

$$R_s = 150 + LxBxT/100 \text{ [kN]}$$

In grafiekvorm ziet dit er als volgt uit:



Grafiek 2: minimale sterkte trossen conform ROSR

In tabel 5 zijn de rekenregels van het ROSR toegepast op de standaard maatgevende schepen conform CVB. Ter indicatie zijn tevens een gangbaar 'groot' schip en de 'Vlissingen' toegevoegd.

Klasse	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]	Minimale breeksterkte
I Spits	39	5,1	2,2	104 kN
II Kempenaar	55	6,6	2,5	151 kN
IIA Hagenaar	67	7,2	2,5	162 kN
III Dortmund- Eemskanaalschip	80	8,2	2,5	166 kN
IV Rijn- Hernekanaalschip	85	9,5	2,8	173 kN
Va Groot Rijnschip	110	11,4	3,5	194 kN
Schip 135 x 11,4 x 3,3	135	11,4	3,3	201 kN
'Vlissingen'	135	21,5	4,4	278 kN

Tabel 5: Minimale breeksterktes conform ROSR voor maatgevende schepen

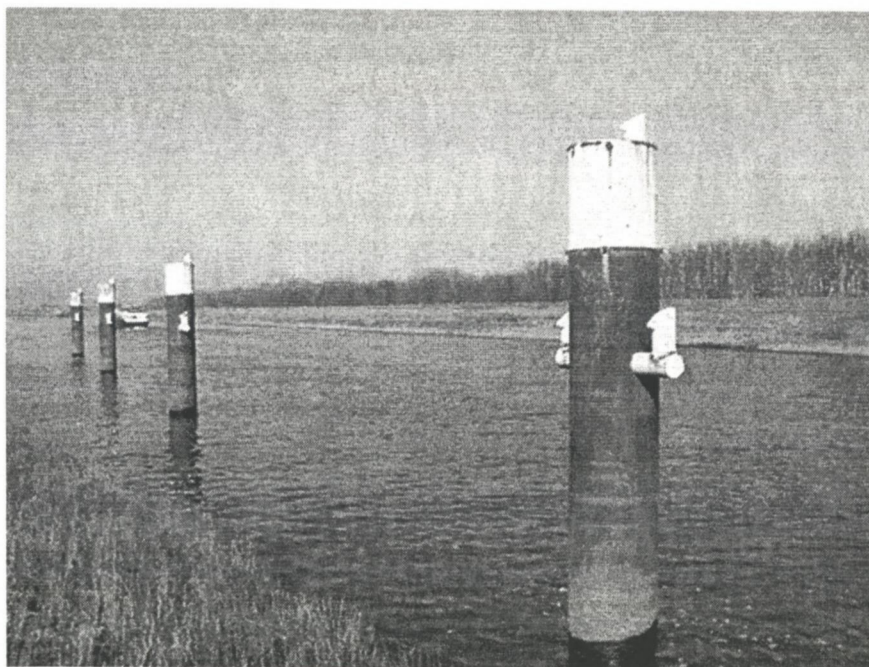
Zoals gesteld zijn dit de theoretische minimale breeksterktes. In praktijk kan de werkelijke breeksterkte aanzienlijk lager liggen tot zelfs op 40% van de

theoretische breukkracht (Afmeren van Schepen in de duwvaartsluizen Volkerak. WL sept 1990). De volgende oorzaken zijn hiervoor te noemen:

- Verzwakking doordat er een strop in zit
- Extra spanningen door bolders met kleine diameters, scheepsranden etc.
- Slijtage
- Verzwakking van kunstvezeltrossen door ultraviolette straling
- Verzwakking stalen trossen door roestvorming
- Verzwakking doordat de temperatuur oploopt bij het slippen langs een bolder

Anderzijds staat het de schipper vrij sterkere trossen te gebruiken dan minimaal is voorgeschreven. In ref 1 is hiernaar een inventarisatie gedaan. Uit de gegevens blijkt dat de sterktes van trossen aan boord van binnenvaartschepen erg groot is. Bij vergelijking van de trossterktes met de ROSR rekenregels blijkt dat er schepen zijn met lichtere maar ook schepen met zwaardere trossen aan boord. Het feit dat schepen ook lichtere trossen aan boord hebben dan conform het ROSR wordt voorgeschreven wil overigens niet zeggen dat ze hiermee in overtreding zijn. Het kan zijn dat de schepen niet onder dit reglement vallen, of dat ze buiten de lichtere trossen ook zwaardere trossen aan boord hebben.

Vanuit de genoemde rapportage vallen lastig harde conclusies te trekken, te meer omdat de inventarisatie inmiddels enigszins gedateerd is en er geen nieuwe inventarisaties beschikbaar zijn. De rekenregels van het ROSR vormen wat dat betreft op dit moment het meest heldere uitgangspunt voor trossterktes.



Stalen buispalen bij spoorbrug Eefde

4 Historische ontwikkelingen en huidige stand van zaken afmeervoorzieningen

4.1 Ontwerprichtlijnen door de jaren heen

De sterkte van afmeervoorzieningen is niet expliciet vastgelegd in regelgeving. Wel zijn er reeds lange tijd ontwerprichtlijnen voor het bepalen van de sterkte van afmeervoorzieningen. De eerste richtlijn die in Nederland werd gebruikt was het boek sluisontwerp van Josephus Jitta uit 1947 (Ref. 1). In dit boek is aangegeven hoe de krachten op een bolder doorwerken op de verschillende onderdelen van de constructie. Over de kracht zelf die door een tros op een bolder of haalkom kan worden overgebracht wordt gemeld dat 15 ton (150 kN) hiervoor een goede maat lijkt te zijn. Er is hier geen onderscheid gemaakt naar verschillende soorten vaarwegen. Een senior ontwerper van sluizen, bekend met het boekwerk gaf hierbij aan dat het zeer aannemelijk is dat de waarde van 15 ton (150 kN) voor de meeste objecten uit die tijd is aangehouden, voor grote of zeer drukke objecten is wellicht een specifieke afweging gemaakt.

In 1977 startte de CVB haar werkzaamheden. Dit heeft geleid tot de richtlijnen vaarwegen zoals deze, behoudens versiewijzigingen, nog steeds worden toegepast. In deze richtlijnen worden ook waarden aangegeven voor de sterktes van afmeervoorzieningen voor vaarwegen van klasse I tot en met V, een duidelijke onderbouwing hiervan is er echter niet. Richtlijnen voor vaarwegen van een hogere klasse zijn niet in de CVB opgenomen. De waarden uit de CVB zien er als volgt uit:

Vaarwegen klasse I en II:	100 kN
Vaarwegen klasse III en IV:	150 kN
Vaarwegen klasse V:	200 kN

Het boek 'Ontwerp van schutsluizen' zoals uitgegeven door de Bouwdienst van Rijkswaterstaat in 2000 [Lit. 4], en door ontwerpers van de Bouwdienst RWS veelvuldig gebruikt, hanteert dezelfde waarden.

Van de periode van voor 1947 zijn er geen richtlijnen bekend. Verder zijn er nauwelijks berekeningen of notities met uitgangspunten voor objecten gevonden, ook niet voor objecten van veel recentere datum. Navraag bij archief medewerkers leerde dat het pas sinds enkele jaren gebruikelijk is ook inhoudelijke berekeningen en notities te bewaren in het archief. Voor die tijd werden vrijwel uitsluitend contract en bestekstukken bewaard. Hierdoor is materiaalgebruik en maatvoering goed terug te vinden, sterktes echter niet. Deze zijn wel op basis van informatie uit tekeningen te herberekenen, echter, binnen de gestelde randvoorwaarden voor deze studie was dit niet mogelijk.

Hoewel de afmeervoorzieningen ontworpen zullen zijn op basis van de toen geldende richtlijnen, dient er rekening mee te worden gehouden dat door veroudering de sterkte terug kan lopen waardoor de faalkans zal toenemen. De invloed hiervan kan zeer verschillend zijn per type voorziening en is niet in algemene zin uit te drukken.

Een ander belangrijk aspect ten aanzien van de daadwerkelijke sterkte is de gebruikte veiligheidsfactor voor het ontwerp van de afmeervoorziening om onzekerheden op te vangen. Hierdoor zal een voorziening veelal sterker gebouwd zijn dan de richtlijn aangeeft. Een voorziening hoeft dus niet direct te falen wanneer de belasting groter wordt dan de belasting welke de richtlijn aangeeft.

4.2 Inventarisatie van praktijkgegevens van 4 vaarwegen en de Volkeraksluizen

Om naast de theorie van sterktes uit richtlijnen ook inzicht te krijgen in de praktijk is een inventarisatie uitgevoerd naar de sterktes van afmeervoorzieningen langs vier vaarwegen en het Volkerak sluizencomplex. De volgende vaarwegen zijn hierbij onderzocht:

Amsterdam Rijnkanaal
Lemmer Delfzijl
Twenthekanalen
Weurt Maastricht
Volkeraksluizen

Voor iedere vaarweg is bekeken welke afmeervoorzieningen zich langs de vaarweg bevinden, uit welk jaar deze zijn en wat de sterkte van de voorzieningen is. Verder is nagevraagd of er zich incidenten met afmeervoorzieningen hebben voorgedaan. Afmeervoorzieningen van particulieren en gemeentes zijn hierbij buiten beschouwing gelaten omdat dit een zeer grote groep beheerders betreft met ieder afzonderlijk slechts één of enkele afmeervoorzieningen onder beheer. Dit zou relatief een grote inspanning vragen met een geringe dataopbrengst wat niet paste binnen het kader van de opdracht.

De gegevens van de inventarisatie zijn te vinden in bijlage 2, de belangrijkste bevindingen zijn hieronder per vaarweg aangegeven.

Amsterdam Rijnkanaal

Het Amsterdam Rijnkanaal is een klasse VIb vaarweg. De vaarweg heeft relatief veel ligplaatsen en een viertal sluiscomplexen waarvan er één niet meer wordt gebruikt (Zeeburg). De Beatrixsluizen in het aansluitende Lekkanaal zijn in de inventarisatie ook meegenomen.

Beschikbaarheid gegevens: Recent zijn er enkele studies met betrekking tot de afmeervoorzieningen langs dit kanaal uitgevoerd waardoor er relatief veel goede gegevens voor handen waren. Voor alle ligplaatsen zijn herberekeningen van sterktes uitgevoerd welke ook voor deze inventarisatie zijn gebruikt.

In totaal zijn 21 ligplaatsen, voorhavens en objecten geïnventariseerd. Het betreft hier 5 verschillende kolken (tweelingkolken als één object meegenomen), 3 keer voorhavens en 13 ligplaatsen.

Omdat het een klasse VIb vaarweg is, is er ook vierbaks duwvaart toegestaan. Deze formaties zijn aanzienlijk groter en zwaarder dan motorvrachtschepen. Voor veel ligplaatsen geldt dat uitsluitend motorvrachtschepen zijn toegestaan. Voor de duwvaart zijn er speciale ligplaatsen. Omdat er echter geen aparte richtlijnen voor sterkte van afmeervoorzieningen voor duwvaart zijn, is in het

kader van deze studie de zwaarste richtlijn, klasse V, 200 kN als maatstaf gebruikt. Zit de sterkte hieronder dan voldoet de afmeervoorziening in ieder geval niet, zit de sterkte hierboven dan blijft de vraag open of dit ook voldoende is voor vierbaks duwvaart. Als voor de voorzieningen langs het Amsterdam Rijnkanaal wordt gekeken in hoeverre ze voldoen aan deze actueel geldige richtlijn voor klasse V, dan ziet het lijstje er als volgt uit:

Geïntariseerde objecten:	21 waarvan
Voldoen aan richtlijn:	5
Voldoen niet aan richtlijn:	10
Sterkte onbekend:	6

Van de onbekenden zijn er twee objecten welke van voor 1947 zijn (publicatie ontwerpboek Josephus Jitta).

Lemmer Delfzijl

De gehele vaarweg Lemmer Delfzijl is recent opgewaardeerd tot een klasse Va vaarweg. De vaarweg is in beheer bij de provincies Friesland en Groningen. De ligplaatsen worden ook voor het grootste deel door deze provincies beheerd, de overige ligplaatsen zijn in beheer bij Gemeenten of particulieren. Al ruimschoots voor het opwaarderen van de vaarweg is geanticipeerd op de zwaardere belastingen die voor afmeervoorzieningen van ligplaatsen klasse Va gelden.

Voor het deel van de vaarweg in Friesland is reeds 15 jaar terug op de opwaardering geanticipeerd. De meerpalen die vanaf die tijd zijn toegepast zijn uitgerekend op de belastingen voor een klasse Va vaarweg, of dit ook conform CVB sterktes is gedaan is niet bekend.

In Groningen zijn de meeste afmeervoorzieningen conform de CVB richtlijnen geschikt voor klasse Va. Er zijn nog enkele afmeervoorzieningen waarvoor dit nog niet het geval is, deze zullen binnen enkele jaren worden vervangen. Voor deze inventarisatie worden deze alvast conform CVB gerekend.

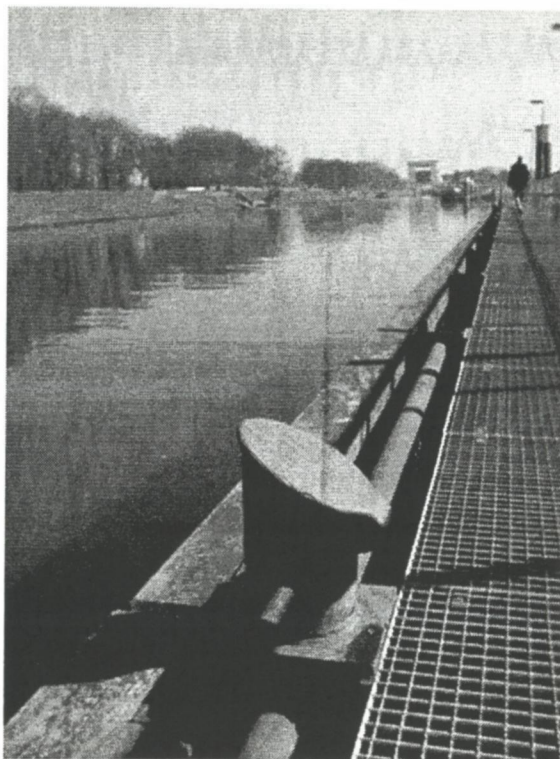
Het is dus niet zeker dat de afmeervoorzieningen in het Friese deel van de vaarweg aan de actuele richtlijn uit de CVB voldoen. Deze zijn echter wel uitgerekend voor klasse Va schepen met afmetingen zoals ze tot op heden ook volgens de CVB gelden. Voor de inventarisatie worden deze dan ook als conform de CVB gerekend. Hiermee ziet het lijstje voor de vaarweg Lemmer Delfzijl er als volgt uit:

Geïntariseerde objecten:	13 waarvan
Voldoen aan richtlijn:	13
Voldoen niet aan richtlijn:	0
Sterkte onbekend:	0

Kanaal Zutphen-Enschede van de Twenthekanalen:

Het kanaal Zutphen Enschede is van de Gelderse IJssel tot Lochem een klasse Va vaarweg, vanaf Lochem tot Enschede een klasse IV vaarweg. De vaarweg is in beheer bij Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat heeft geen aparte ligplaatsen langs de vaarweg in beheer, wel twee sluizen met bijbehorende voorhavens. Beide sluizen zijn uit de 30er jaren, de voorhavens zijn wel recent vernieuwd. Hiermee geeft de inventarisatie het volgende beeld:

Geïntervieweerde objecten:	5 waarvan
Voldoen aan richtlijn:	3
Voldoen niet aan richtlijn:	0
Sterkte onbekend:	2



Een afmeervoorziening zoals in recente jaren veel toegepast.

Vaarweg Weurt-Maastricht

De vaarweg Weurt-Maastricht is op dit moment nog een klasse Va vaarweg en zal in de nabije toekomst grotendeels worden opgewaardeerd tot een klasse Vb vaarweg met 3,5m diepgang. Veel voorhavens zijn de afgelopen jaren vernieuwd en voldoen aan de actuele CVB richtlijn. Het totaalbeeld voor Weurt-Maastricht ziet er als volgt uit:

Geïntervieweerde objecten:	23 waarvan
Voldoen aan richtlijn:	9
Voldoen niet aan richtlijn:	7
Sterkte onbekend:	7

Volkeraksluizen

De Volkeraksluizen bestaan uit 3 beroepsvaartsluizen en een jachtensluis. De jachtensluis is hier buiten beschouwing gelaten. Sluis 1 en 2 inclusief voorhavens zijn van rond 1967, sluis 3 met voorhaven is van 1978. De ontwerpsterktes konden echter niet meer worden achterhaald, waardoor deze onbekend zijn. De identieke kolken van sluis 1 en 2 zijn in deze inventarisatie als 1 object beschouwd, net als de voorhavens van beide sluizen.

Geïntervieweerde objecten:	4 waarvan
Voldoen aan richtlijn:	0
Voldoen niet aan richtlijn:	0
Sterkte onbekend:	4

De inventarisatie laat grote verschillen zien tussen de vaarwegen maar ook tussen verschillende objecten en ligplaatsen in dezelfde vaarweg.

5 Stemmen vloot en afmeervoorzieningen heden ten dage nog overeen?

5.1 Zijn de ontwerprichtlijnen met de vloot meegegroeid?

Vanuit de historie kan worden bekeken hoe zowel de vloot als de afmeervoorzieningen zich hebben ontwikkeld. Op deze wijze kan per vaarwegklasse vastgesteld worden of deze groei parallel heeft gelopen of dat hier in de loop der tijd verschillen zijn ontstaan.

Vanuit de historie gezien kan de ontwikkeling van afmeervoorzieningen en vaarwegen in 4 tijdvakken worden ingedeeld.

De eerste periode is de periode van voor 1947. In die tijd waren er nog geen algemeen geldende scheepsclassificaties of vaarwegclassificaties. Evenmin werden er gestandaardiseerde richtlijnen voor sterktes van afmeervoorzieningen gebruikt.

De tweede periode loopt van 1947 tot en met 1954. Een classificatie voor schepen was nog niet vastgesteld. Voor sluisontwerp in Nederland is in 1947 echter wel een standaardwerk verschenen van Josephus Jitta. Dit ontwerphandboek was breed geaccepteerd en veel afmeervoorzieningen zullen ook volgens de hierin opgenomen sterkte zijn ontworpen.

De derde periode loopt van 1954 tot en met 1980. In 1954 is de Europese CEMT scheepsclassificatie vastgesteld waardoor vaarwegen hier ook op ontworpen of aangepast konden worden. Het handboek van Josephus Jitta is in deze periode nog steeds in gebruik.

De laatste periode loopt van 1980 (of 1988 voor vaarwegklasse V) tot en met het heden. In 1977 wordt de Commissie Vaarweg Beheerders ingesteld. Deze commissie publiceert onder andere handboeken voor het ontwerp van vaarwegen en sluizen, maar brengt ook een actualisatie van de scheepsclassificatie van 1954 voor de Nederlandse situatie tot stand. In de meest recente jaren wordt geconstateerd dat er steeds meer schepen op de markt komen met grotere afmetingen dan waarin de CVB classificatie voorziet.

In de onderstaande tabellen is per vaarwegklasse aangegeven wat de historische ontwikkeling over deze periodes betekent voor de scheepsgrootte en massa, en de ontwerpsterkte van de afmeervoorzieningen. Daar waar geen waarden zijn ingevuld waren er nog geen richtlijnen of classificaties voorhanden. Voor zowel de scheepsmassa als de ontwerpsterkte van de afmeervoorziening is de procentuele toename weergegeven sinds 1954, het eerste moment waarop er zowel een vlootclassificatie bestond (CEMT 1954) en er ontwerprichtlijnen voor de afmeervoorzieningen werden gebruikt (Josephus Jitta 1947).

Vaarweg klasse I

Periode	Gestandaardiseerde schip			Scheeps- massa [ton]	Sterkte afmeervz. [kN]
	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]		
Voor 1947	-	-	-	-	-
1947-1954	-	-	-	-	150
1954-1980	38,5	5,0	2,2	360	150
ref. periode					
1980-heden	39,0	5,1	2,2	372	100
% groei tov. ref. periode				(+3%)	(-33%)

*Tabel 6: Scheepsmassa's en sterkte afmeervoorzieningen***Vaarweg klasse II**

Periode	Gestandaardiseerde schip			Scheeps- massa [ton]	Sterkte afmeervz. [kN]
	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]		
Voor 1947	-	-	-	-	-
1947-1954	-	-	-	-	150
1954-1980	50,0	6,6	2,5	701	150
ref. periode					
1980-heden	55,0	6,6	2,5	771	100
% groei tov. ref. periode				(+10%)	(-33%)

*Tabel 7: Scheepsmassa's en sterkte afmeervoorzieningen***Vaarweg klasse III**

Periode	Gestandaardiseerde schip			Scheeps- massa [ton]	Sterkte afmeervz. [kN]
	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]		
Voor 1947	-	-	-	-	-
1947-1954	-	-	-	-	150
1954-1980	67,0	8,2	2,5	1167	150
ref. periode					
1980-heden	80,0	8,2	2,5	1394	150
% groei tov. ref. periode				(+19%)	(0%)

*Tabel 8: Scheepsmassa's en sterkte afmeervoorzieningen***Vaarweg klasse IV**

Periode	Gestandaardiseerde schip			Scheeps- massa [ton]	Sterkte afmeervz. [kN]
	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]		
Voor 1947	-	-	-	-	-
1947-1954	-	-	-	-	150
1954-1980	80,0	9,5	2,5	1615	150
ref. periode					
1980-heden	85,0	9,5	2,8	1922	150
% groei tov. ref. periode				(+19%)	(0%)

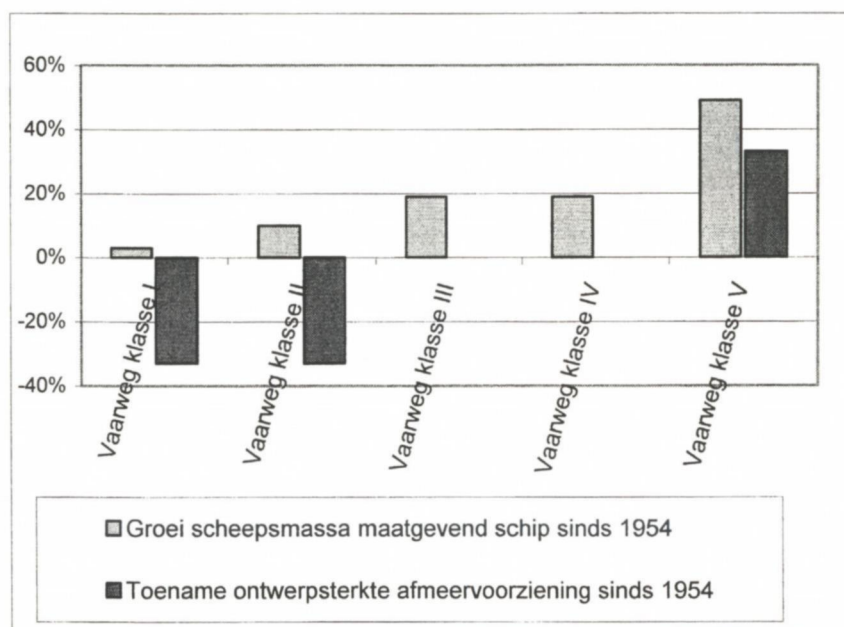
Tabel 9: Scheepsmassa's en sterkte afmeervoorzieningen

Vaarweg klasse Va

Periode	Gestandaardiseerde schip			Scheeps- massa [ton]	Sterkte afmeervz. [kN]
	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]		
Voor 1947	-	-	-	-	-
1947-1954	-	-	-	-	150
1954-1988	95,0	11,5	2,7	2507	150
ref. periode					
1988-heden	110,0	11,4	3,5	3731	200
% groei tov. ref. periode				(+49%)	(+33%)
Gangbaar groter schip	135,0	11,4	3,3	4317	
Nieuw schip 'Vlissingen'	134,9	21,5	4,4	10847	

Tabel 10: Scheepsmassa's en sterkte afmeervoorzieningen

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de ontwikkelingen in scheepsmassa door de jaren heen een heel andere is dan de ontwikkeling van de sterkte van de afmeervoorzieningen. In grafiek 3 zijn deze ontwikkelingen naast elkaar gezet per vaarwegklasse.



Grafiek 3: Groei scheepsmassa en toename ontwerpsterkte afmeervoorzieningen sinds 1954.

Opmerkelijk is de afname van de ontwerpsterkte van de afmeervoorzieningen voor klasse I en II vaarwegen, terwijl de massa van het maatgevende schip juist groeide. Een verklaring kan gevonden worden in het feit dat de eerste ontwerprichtlijn voor afmeervoorzieningen van het type 'one size fits all' was, één ontwerpsterkte voor vaarwegen in het algemeen. De later geïntroduceerde richtlijn van het CVB hield wel rekening met de verschillen in vaarwegklasse en logischerwijs gaf dit voor de kleinste vaarwegen een lagere ontwerpsterkte voor de afmeervoorzieningen.

Voor de vaarwegen klasse III en IV geldt dat het maatgevend schip gegroeid is bij een gelijkblijvende ontwerpsterkte van de afmeervoorzieningen. Voor de vaarwegen van klasse V is de ontwerpsterkte voor de afmeervoorzieningen wel naar boven bijgesteld, maar is het maatgevend schip qua massa harder gegroeid. Daarnaast gold lange tijd dat het maatgevend motorschip van klasse V tevens het grootste voorkomende motorschip was wat inmiddels met de introductie van nog grotere schepen niet meer het geval is.

Uit grafiek 3 blijkt duidelijk dat de ontwikkelingen van scheepsmassa's en ontwerpsterktes voor afmeervoorzieningen verschillend zijn geweest. De aanwezige veiligheidsmarge zal zijn geslonken, maar of hiermee kritische grenzen zijn overschreden valt niet direct vast te stellen omdat er geen onderbouwing van de ontwerpsterktes van de afmeervoorzieningen is.

5.2 Volgens het ontwerpprincipe: afmeervoorziening is sterker dan de tros

Vanuit de ontwerperskant voor afmeervoorzieningen wordt als algemene regel gehanteerd dat de tros de zwakste schakel in het krachterspel dient te zijn. Dit heeft twee redenen: enerzijds voorkomen dat afbrekende stukken door de troskracht gelanceerd worden, anderzijds om de schade aan de constructie te beperken. Wanneer we nu uitgaan van de rekenregels voor trossterktes conform het ROSR en deze afzetten tegen de geadviseerde sterkte voor afmeervoorzieningen uit de CVB dan kan worden vastgesteld of de tros, in theorie, de zwakste schakel is. Tabel 11 geeft deze vergelijking weer.

Klasse	Sterkte afmeer- Voorziening Cf. CVB	Minimale breuksterkte Cf. ROSR	Tros de zwakste schakel?
I Spits	100 kN	104 kN	nee
II Kempenaar	100 kN	151 kN	nee
IIa Hagenaar	100 kN	162 kN	nee
III Dortmund- Eemskanaalschip	150 kN	166 kN	nee
IV Rijn- Hernekanaalschip	150 kN	173 kN	nee
Va Groot Rijnschip	200 kN	194 kN	Ja, bij gebruik van 'minimale tros'
'Vlissingen'		278 kN	

Tabel 11: Tros de zwakste schakel?

Voor de vaarwegen van klasse I tm IV zijn de afmeervoorzieningen in theorie zwakker dan de vereiste trossterkte conform ROSR. Voor klasse V geldt dat de tros in theorie wel de zwakste schakel is. Voor de hogere klassen gelden nu geen richtlijnen voor het ontwerp van de afmeervoorzieningen, hier kunnen echter wel schepen als de 'Vlissingen' worden toegelaten met een minimale trossterkte van 278 kN.

5.3 Volgens de praktijk: een inventarisatie van 4 vaarwegen en de Volkeraksluizen

Uitgaande van de onderzochte vier vaarwegen en de Volkeraksluizen kan op basis van de actuele CVB richtlijn worden gekeken hoeveel afmeervoorzieningen hieraan voldoen. Dit geeft de resultaten zoals weergegeven in tabel 12.

Vaarweg	Voldoet	Voldoet niet	Onbekend
Amsterdam Rijnkanaal	5	10	6
Lemmer Delfzijl	13	0	0
Twenthekanalen	3	0	2
Weurt Maastricht	9	7	7
Volkeraksluizen	0	0	4
	45%	26%	29%

Tabel 12: Voldoen afmeervoorzieningen van de onderzochte vaarwegen aan de CVB richtlijn?

Voor de 29% van de afmeervoorzieningen waarvan de sterkte onbekend is geldt dat dit meestal oudere voorzieningen zijn van voor 1947 (uitgifte boek Josephus Jitta). Enerzijds bestaat voor deze voorzieningen de kans dat ze niet berekend zijn op de grotere schepen van deze tijd, anderzijds zat er wellicht meer marge in de berekeningen van destijds, omdat met meer onzekerheden in materiaal en belasting rekening werd gehouden.

Overigens kunnen de genoemde percentages voor de onderzochte vaarwegen niet direct representatief worden gesteld voor het gehele vaarwegennet in Nederland, wel kan verwacht worden dat de overige vaarwegen ook een zeer gevarieerd beeld zullen laten zien door de grote variëteit in bouwjaren en momenten van opwaardering van vaarwegen, ligplaatsen en objecten.

5.4 Volgens de praktijk: incidenten met afmeervoorzieningen

Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van de afmeervoorzieningen is bij verschillende beheerders geïnventariseerd of er gevallen bekend zijn waarbij de bolder de belasting niet aankon. Verder is de ongevallenregistratie geraadpleegd welke wordt bijgehouden door AVV. Hoewel deze registratie een schat aan gegevens herbergt, was het voor het doel van deze studie niet goed te gebruiken omdat de omschrijvingen te beknopt zijn. Ook werd aangegeven door AVV dat kleinere incidenten niet altijd even consequent worden opgenomen of bekend zijn.

De gesprekken met beheerders en sluispersoneel bleek de meest waardevolle bron van informatie te zijn. Uit de gesprekken zijn de volgende zaken naar voren gekomen:

Amsterdam Rijnkanaal

In 2002 wordt scheurvorming geconstateerd bij een bolder van de zuidelijke voorhaven van de sluis bij Wijk bij Duurstede (Irenesluis). Geconstateerd wordt dat de bolder te zwak was, dit gold tevens voor andere bolders aan de zuidelijke voorhaven en voor de bolders aan de zuidelijke voorhaven van de sluis bij Tiel (Prins Bernhard sluis)

In 1995 zijn meerpalen van ligplaats Houten kromgetrokken. Oorzaak onbekend.

Lemmer Delfzijl

Pr. Margrietkanaal

Recente calamiteiten mbt. afmeerconstructies zijn niet bekend. In het verre verleden (ongeveer 20 jaar geleden) is wel eens een oude houten afmeerconstructie gesneuveld. Oorzaak onbekend, waarschijnlijk een schadevaring geweest.

Van Starckenborghkanaal

Van de recente jaren zijn geen incidenten bekend waarbij bolders door trossen zijn los- of scheefgetrokken. Aanvaringen bij remmingwerken komen wel voor.

In de loop der jaren zijn wel op verschillende plaatsen bolders vervangen als deze in slechte staat waren. Hiervoor werden specifieke berekeningen gedaan om de vereiste sterkte te bepalen.

Eemskanaal

Ongeveer 15 jaar geleden zijn 2 bolders scheefgetrokken. De ankers bleken doorgeroest te zijn.

Twenthekanalen

Geen incidenten met afmeervoorzieningen bekend. De kanalen verkeren over het algemeen ook in goede staat. Elders in het beheersgebied van de Dienstkring komen wel eens problemen voor met afmeervoorzieningen. Het betreft hier vaak houten afmeervoorzieningen welke al langere tijd genomineerd staan voor vervanging.

Het is wel eens voorgekomen dat een schip afgemeerd lag boven de sluis en de trossen knapten omdat de naastgelegen spuisluis plots fors begon te spuien. Het schip raakte op drift richting spuisluis. Door het spuien te stoppen is een ernstiger calamiteit voorkomen.

Weurt-Maastricht

In de voorhaven van sluis Weurt ontbreken enkele haalkommen in de wand. Wanneer dit is gebeurd en hoe is niet bekend. Verder zijn er geen incidenten bekend op dit complex.

Op sluiscomplex Sambeek zijn er met de bolders tot op heden, voor zover de beheerder kan nagaan, nooit problemen geweest. Wel komt het geregeld voor (enkele keren per maand) dat het sluispersoneel afgebroken troseinden vindt op het terrein waaruit de sluismeester concludeert dat het wel geregeld voorkomt dat er een tros breekt.

In 2003 is in sluis Born een drijfbolder beschadigd. Doordat een schip op de hoge bolder had vastgemaakt en plots beweging tijdens de afstopmanoeuvre kreeg is de drijfbolder hard naar beneden getrokken waardoor het drijfelement defect is geraakt. De bolder is wel vast blijven zitten. Het betrof hier een geladen opvarend schip van ongeveer 1000 ton.

Niet in deze vaarweg maar wel in beheersgebied van betreffende dienstkring:
Sluis Lith, 2002: jachtenbolder afgebroken doordat vrachtschip deze gebruikte.
St. Andries 2002: Haalkom losgekomen, zat niet goed in beton.

Volkeraksluizen

Vanuit de dienstkring werd aangegeven dat het niet vaak voorkomt dat bolders worden losgetrokken. In de kolken is er twee keer in de levensduur een stuk van een bolder afgetrokken. In de voorhavens kun je stellen dat een enkele keer per jaar een bolder gerepareerd moet worden omdat bouten of een las zijn losgetrokken. De oorzaak of betrokken scheepstype is doorgaans niet bekend 'er hangt natuurlijk geen briefje bij'. Een gerichte registratie op dergelijke ongevallen wordt niet bijgehouden.

Algemeen:

Omdat deze inventarisatie grotendeels is gebaseerd op het geheugen van geïnterviewde personen en de soms 'toevallig' aanwezige collega's zullen de belangrijkste incidenten die niet al te ver in het verleden hebben plaatsgevonden wel naar boven zijn gekomen, of de inventarisatie hiermee uitputtend is, is niet met zekerheid vast te stellen. Wel is regelmatig bevestiging gevonden van de verkregen gegevens doordat veel betrokken personeel vanuit hun beroepsinteresse weet hebben van zaken die zich elders in Nederland hebben afgespeeld. De inventarisatie reikt in het algemeen niet verder terug dan 20 jaar.



Een merkwaardig geplaatste bolder bij sluis Delden.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Antwoord op de twee hoofdvragen uit dit onderzoek

Zoals reeds in paragraaf 2.2 aangegeven kent dit onderzoek twee hoofdvragen waarop de antwoorden als volgt luiden;

Is er aanleiding om de huidige inzichten bij te stellen?

Er is aanleiding de huidige inzichten te onderbouwen en van hieruit, de richtlijnen eventueel bij te stellen of uit te breiden om de volgende redenen;

- er is geen onderbouwing bekend van de huidige richtlijnen,
- de regelgeving voor trossen en ontwerprichtlijnen voor afmeervoorzieningen stemmen niet overeen,
- er is momenteel geen houvast in de richtlijnen voor de sterkte van afmeervoorzieningen voor schepen groter dan het maatgevend schip klasse V,
- door de aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen kunnen grotere belastingen op de afmeervoorzieningen ontstaan.

Hiermee is overigens niet direct gezegd dat een bijstelling zal leiden tot een verzwaring van de richtlijnen voor alle klassen, dit hangt af van de kwantitatieve onderbouwing van de richtlijn per klasse.

Voldoen de afmeervoorzieningen aan de huidige inzichten?

Neen, van de onderzochte vaarwegen voldoet 26% hier niet aan, of werd vermoed dat deze niet aan de richtlijn voldeden. Van 45% van de onderzochte afmeervoorzieningen kon worden vastgesteld, of was het aannemelijk, dat deze wel aan de actuele ontwerprichtlijn van de CVB voldoen. Voor 29% geldt dat de sterkte niet meer te achterhalen was. Voor de categorie 'sterkte onbekend' vormen de sluiskolken het grootste knelpunt omdat deze soms erg oud zijn en er onvoldoende gegevens voorhanden zijn. Voorhavens en ligplaatsen zijn vaak van aanzienlijk recentere datum. Voor de categorie 'sterkte onvoldoende' vormt het Amsterdam Rijnkanaal het grootste knelpunt. De sterkte van de afmeervoorzieningen van de ligplaatsen zijn hier herberekend en voldoen in veel gevallen niet aan de richtlijn van de CVB.

De genoemde percentages voor de onderzochte vaarwegen kunnen niet direct representatief worden gesteld voor het gehele vaarwegennet in Nederland, wel kan verwacht worden dat de overige vaarwegen ook een zeer gevarieerd beeld zullen laten zien vanwege de grote variëteit in bouwjaren en opwaarderingsmomenten van vaarwegen, ligplaatsen en objecten.

6.2 Verdere Conclusies

De nieuwe generatie grote schepen kunnen grotere belastingen voor afmeervoorzieningen geven dan het maatgevende klasse Va schip.

De vigerende CVB richtlijn kent als grootste motorvrachtschip het klasse Va schip van 110m x 11,4m x 3,5m. Voor deze klasse schepen is een ontwerpsterkte voor afmeervoorzieningen gegeven. Een gangbaar groter schip van de laatste jaren (vaak containerschepen) is 135m x 11,4m x 3,3m en geeft 16% meer waterverplaatsing dan een maatgevend klasse Va schip. Er zijn ook reeds aanzienlijk grotere schepen in de vaart met als grootste motorvrachtschip van dit moment, de 'Vlissingen', met bijna 3x zoveel waterverplaatsing als het

maatgevend klasse Va schip. De waterverplaatsing speelt een belangrijke rol in de interactie tussen schip en afmeervoorziening, een wetenschappelijke onderbouwing van de richtlijnen is echter niet bekend zodat de exacte invloed niet kan worden aangegeven.

De trossen zijn niet per definitie de zwakste schakel hoewel dit wel wenselijk is.

Het Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn (ROSR) schrijft voor nieuwe schepen een minimum treksterkte voor de aanwezige trossen voor. Deze minimale treksterkte ligt voor de maatgevende schepen van klasse I, II, III en IV hoger dan de richtlijn voor de sterkte van de afmeervoorzieningen van deze vaarwegen. Voor klasse Va is een minimale tros in theorie wel zwakker dan de afmeervoorziening. In praktijk kan de tros echter zwakker zijn door slijtage en verwerking, het staat een schipper echter ook vrij om zwaardere trossen dan de minimaal vereiste te gebruiken. Het voordeel van de tros als zwakte schakel is dat bij overbelasting de kans op rondvliegende delen van een afmeervoorziening klein is en de schade zich beperkt tot een gebroken tros (afgezien van mogelijke gevolgschade door het losgekomen schip).

De beschikbare informatie rond incidenten met afmeervoorzieningen van de vier onderzochte vaarwegen en de Volkeraksluizen is te beperkt om relaties te kunnen leggen met ontwikkelingen in de scheepvaart.

Een inventarisatie van incidenten met afmeervoorzieningen leverde een beperkt aantal gevallen op. Daar waar de oorzaken bekend waren, waren deze divers van aard. In een groot aantal gevallen was de oorzaak niet bekend maar is op een gegeven moment geconstateerd dat een afmeervoorziening is beschadigd of defect geraakt. Vanuit de geïnventariseerde incidenten viel geen relatie te leggen met de aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen.

6.3 Verdere Aanbevelingen

De nieuwe generatie grote motorvrachtschepen dient een duidelijke plaats in de scheepsclassificatie te krijgen.

In de huidige CVB vaarwegclassificatie vormen de maten van het maatgevend schip de bovengrens van de klasse. De nieuwe grotere schepen zijn echter groter dan het maatgevend klasse Va schip maar kunnen ook niet direct tot de duwvaart worden gerekend. Hierdoor is de positie van deze schepen in het classificatiesysteem onduidelijk waardoor ook onduidelijkheden of inconsistenties bij het beheer en ontwerp van vaarwegen kunnen ontstaan.

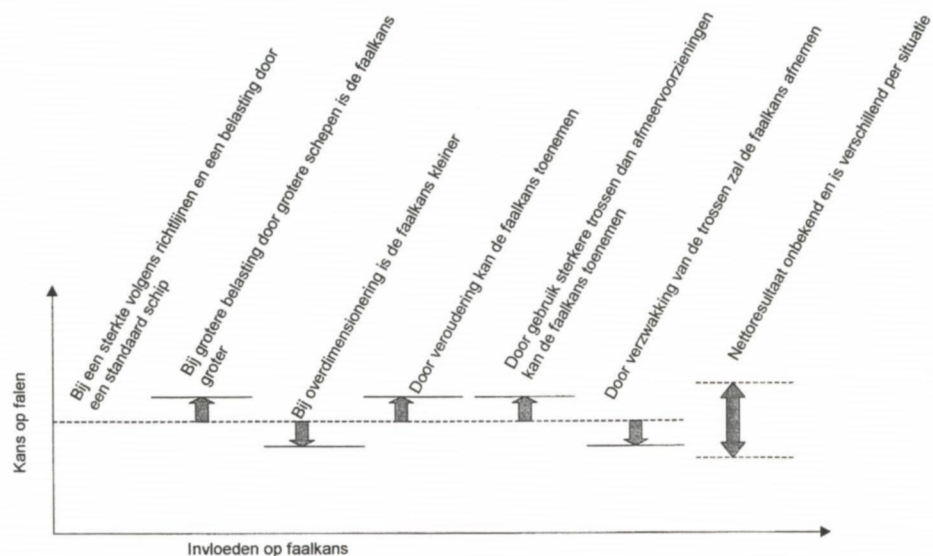
Bepalen hoe om te gaan met afmeervoorzieningen die de sterkte van de huidige ontwerprichtlijn niet halen.

Uit de inventarisatie van de vier vaarwegen en de Volkeraksluizen bleek dat een aantal afmeervoorzieningen niet, of waarschijnlijk niet, aan de huidige ontwerprichtlijn voldoen. Voor deze voorzieningen, maar wellicht ook voor voorzieningen van andere vaarwegen, dient bepaald te worden hoe hiermee moet worden omgegaan.

Wanneer een nadere onderbouwing van de richtlijn plaatsvindt, wordt aanbevolen de in dit rapport genoemde aspecten, welke van invloed zijn op de faalkans van afmeervoorzieningen, mee te nemen.

Ten aanzien van een aantal ontwikkelingen op het gebied van de schepen en op het gebied van de afmeervoorzieningen kan reeds worden gesteld of deze een positieve of negatieve invloed hebben op de faalkans van een

afmeervoorziening. Zoals reeds genoemd kunnen grotere schepen grotere belastingen geven, maar ook het trosgebruik, overdimensionering van afmeervoorzieningen en veroudering ervan kunnen een bepaalde invloed hebben. In een nadere onderbouwing van de richtlijnen kunnen deze aspecten worden gekwantificeerd. Schematisch zien deze invloeden er als volgt uit:



Overigens is de lijst ten aanzien van de faalkans van afmeervoorzieningen hiermee niet uitputtend maar zijn wel de in het kader van deze studie spelende effecten aangegeven.

7 Referenties

Voor de evaluatie fase is aanvullend op de inventarisatiefase de volgende literatuur geraadpleegd:

- Lit 1: Binnenvaart 2003, W. van Heck, A.M. van Zanten
- Lit 2: Weekblad Schuttevaer, verschillende edities
- Lit 3: Troskrachten van afgemeerde schepen in het Amsterdam Rijnkanaal als gevolg van primaire golfbewegingen.
- Lit 4: Ontwerp van schutsluizen, uitgegeven door de Bouwdienst van Rijkswaterstaat in 2000

Voor de inventarisatiefase (bijlage II) zijn de onderstaande bronnen geraadpleegd.

Organisaties

1. Dienstkringen Rijkswaterstaat
2. Sluismeesters
3. Provinciale beheerders
4. Technische Universiteit Delft
5. Inspectie Verkeer en Waterstaat

Bestanden:

1. Vaarwegkenmerken in Nederland
2. Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren (AVV/CBS)
3. Ongevallen registratie AVV
4. Archief bouwdienst
5. Archieven beheerders
6. Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn 1995
7. Binnenschepenwet
8. Binnenschepenbesluit

Literatuur:

- Ref. 1. Sluizen en andere waterbouwkundige kunstwerken in en langs kanalen; Ir. J.P. Josephus Jitta; 1947
- Ref. 2. Richtlijnen en aanbevelingen voor de afmetingen, vormgeving en inrichting van sluizen van de CEMT-klassen I t/m IV; Commissie Vaarweg Beheerders; september 1990.
- Ref. 3. Richtlijnen Vaarwegen; Commissie Vaarweg Beheerders; juni 1996.
- Ref. 4. Afmeren van schepen in duwvaartsluizen Volkerak. Rapport WL 1990
- Ref. 5. Advies m.b.t. de opneembare capaciteit van de afmeervoorzieningen in et Amsterdam-Rijnkanaal. Rapport Bouwdienst Rijkswaterstaat, maart 2000
- Ref. 6. Ontwerp Tracébesluit Maasroute, 2001
- Ref. 7. Classificatie en kenmerken van de Europese vloot en de actieve vloot in Nederland. RWS/AVV, december 2002.

Bijlage 1:

Verslag fase 0, De Oriëntatiefase



Aan : Rob Blommaart
Van : Jeroen Rietdijk
Project : Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen
Datum : 26 november 2002
Onderwerp : Notitie naar aanleiding van de oriëntatiefase
Documentcode : 6627-02003
Status, versie : Definitief
Vrijgave :

Notitie

Beste Rob,
Hierbij, zoals afgesproken in het projectplan, de notitie naar aanleiding van de oriëntatiefase van het onderzoek naar de sterkte en trekkrachten van afmeervoorzieningen. In het projectplan heb ik over deze fase het volgende opgeschreven:

Een groot deel van het project zal bestaan uit het inventariseren van gegevens betreffende de stand van zaken van de huidige afmeervoorzieningen. In de oriëntatiefase wordt onderzocht in hoeverre deze gegevens voorhanden zijn. De gegevens zullen voornamelijk bij de beheerder(s) van de vaarweg(en) worden opgevraagd. De beschikbaarheid van gegevens speelt een grote rol voor het verdere verloop van het onderzoek.

In deze fase zal tevens een keuze worden gemaakt tot welke (hoofd)vaarwegen en de daarin gesitueerde sluizen het onderzoek zich richt. Deze keuze wordt gemaakt in samenspraak met de opdrachtgevers. Het streven hierbij is om een representatieve steekproef te verkrijgen van de afmeervoorzieningen in Nederland. In principe wordt getracht 2 á 3 (hoofd)vaarwegen te onderzoeken. Bij de keuze van de (hoofd)vaarwegen wordt rekening gehouden met de beschikbaarheid van de gewenste gegevens.

Aan het einde van de oriëntatiefase wordt een notitie opgesteld waarin staat vermeld in hoeverre de gewenste gegevens voor de inventarisatie (fase 1) beschikbaar zijn en welke (hoofd)vaarwegen / schutsluizen worden onderzocht.

De beschikbaarheid van de gegevens:

Het beheer van de (hoofd)vaarwegen is over het algemeen in handen van dienstkringen. De afgelopen weken heb ik contact opgenomen met een aantal dienstkringen om te vragen welke gegevens betreffende afmeervoorzieningen zij beschikbaar hebben. Ik heb contact gehad met de volgende dienstkringen:

- De dienstkring Amsterdam-Rijnkanaal
- De dienstkring Waterwegen Roermond
- De dienstkring Maastricht-Maas
- De dienstkring Nijmegen-Maas
- De dienstkring Twenthekanalen-IJsseldelta

Uit de gesprekken met de dienstkringen heb ik geconcludeerd dat niet expliciet is gearchiveerd voor welke ontwerpsterkte de afmeervoorzieningen zijn ontworpen. Dit komt doordat van de meeste werken geen berekeningen zijn bewaard maar slechts de tekeningen en bestekken. Deze bevatten echter niet de ontwerpsterkte als informatie.

Het is echter wel mogelijk om aan de hand van de bestekken en tekeningen te achterhalen in welk jaar de afmeervoorzieningen zijn ontworpen. In combinatie met de in dat jaar geldende richtlijnen en eventueel 'het geheugen' van de medewerkers van de dienstkring kan een goede schatting worden gemaakt van de aangehouden ontwerpsterkte. Een voorlopige literatuurstudie heeft aangetoond dat reeds in 1947 uitgegaan werd van een bolderbelasting van 15 ton [1]. In de jaren 80 zijn door de CVB (Commissie Vaarweg Beheerders) richtlijnen opgesteld waarbij de bolderbelasting afhankelijk is van de

vaarwegklasse; 10 ton voor klasse I en II, 15 ton voor klasse III en IV [2]. Later is daaraan toegevoegd 20 ton voor klasse V [3].

De andere gegevens voor de inventarisatie kunnen worden achterhaald uit de bestekken, tekeningen en uit gesprekken met de medewerkers van de dienstkring.

Naast ligplaatsen die onder beheer zijn van de dienstkringen zijn er ook ligplaatsen onder beheer bij gemeenten en particuliere bedrijven. Op dit moment kan ik nog niet aangeven welke informatie deze beheerders beschikbaar hebben.

De keuze van de hoofdvaarwegen

Ik stel voor om bij het onderzoek uit te gaan van de volgende (hoofd)vaarwegen:

- 1) het Amsterdam-Rijnkanaal (CEMT klasse VIb, duwvaart)
- 2) de vaarweg Lemmer-Delfzijl
- 3) de Twenthekanalen (CEMT klasse IV/Va)
- 4) de Maas en het Julianakanaal (CEMT klasse Va, duwvaart)

Voor deze vier vaarwegen geldt dat ook de schutsluizen zowel in als grenzend aan de vaarweg zoveel mogelijk in het onderzoek worden meegenomen.

Het Amsterdam-Rijnkanaal is geschikt voor vierbaksduwvaart. Deze schepen hebben een lengte van 195 meter en een breedte van 22,8 meter. Het is een zeer drukke vaarweg. Doordat het kanaal niet is begrensd door taluds maar door verticale wanden spelen hinderlijke waterbewegingen een grote rol. Dit wordt versterkt door de hoge snelheid waarmee schepen op dit kanaal varen. Deze waterbewegingen zijn ook voor de optredende troskrachten van belang.

In 2001 is er ongeveer 55 miljoen ton goederen over het Amsterdam-Rijnkanaal vervoerd. Het gemiddeld vervoerd tonnage per schip was gelijk aan 1450 ton, t.o.v. 1998 een groei van 13%. De vaarweg Lemmer-Delfzijl is opgebouwd uit het Eemskanaal, het Van Starckenborghkanaal en het Prinses Margrietkanaal. De vaarweg is geschikt voor klasse Va. Deze schepen hebben een afmeting van 110 bij 11,4 meter. In tegenstelling tot de andere drie vaarwegen is deze vaarweg onder beheer bij de provincies Groningen en Friesland. In 2001 is er ongeveer 16 miljoen ton goederen over de vaarweg vervoerd. Het gemiddeld vervoerd tonnage per schip was gelijk aan ongeveer 1000 ton, t.o.v. 1998 een groei van 9%.

De Twenthekanalen zijn eveneens geschikt voor schepen tot klasse Va. Deze schepen varen echter met een beperkte diepgang van 2,8 meter. Op het kanaal varen aanzienlijk minder schepen dan op de andere twee vaarwegen. In 2001 is er ongeveer 12 miljoen ton goederen over de vaarweg vervoerd. Het gemiddeld vervoerd tonnage per schip was gelijk aan ongeveer 1000 ton, t.o.v. 1998 een groei van 7%.

De vaarweg Maas-Julianakanaal is geschikt voor tweebaksduwvaart met een lengte van 110 meter, een breedte van 11,4 meter en een diepgang van 3,9 meter. Net als het Amsterdam-Rijnkanaal is dit een drukke vaarweg. In 2001 is er ongeveer 26 miljoen ton goederen over de vaarweg vervoerd. Het gemiddeld vervoerd tonnage per schip was gelijk aan ongeveer 1000 ton, t.o.v. 1998 een groei van 3%.

Verder nog het volgende: deze notitie stuur ik ook naar Kees de Vries van Schuttevaer, daarbij zal ik hem vragen eventueel commentaar voor 1 december terug te sturen. Indien nodig krijg je na het verwerken van dit commentaar uiteraard een nieuwe versie.

gebuikte bronnen

- [1] Sluizen en andere waterbouwkundige kunstwerken in en langs kanalen; Ir. J.P. Josephus Jitta; 1947
- [2] Richtlijnen en aanbevelingen voor de afmetingen, vormgeving en inrichting van sluizen van de CEMT-klassen I t/m IV; Commissie Vaarweg Beheerders; september 1990.
- [3] Richtlijnen Vaarwegen; Commissie Vaarweg Beheerders; juni 1996.
- [4] Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren; Ministerie van verkeer en waterstaat, DGR, AVV en CBS; 1998, 2001

Vriendelijke groet,
Jeroen Rietdijk



Bijlage 2:

Verslag fase 1, De Inventarisatiefase

Onderzoek sterkte en trekkrachten afmeervoorzieningen

Fase 1: Inventarisatie afmeervoorzieningen

21 mei 2003

Bouwdienst	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door:	A. Hijdra		22-5-2003
Geautoriseerd door:	E. van der Kuil		22-5-2003

Inhoudsopgave

.....

	Inhoudsopgave	3
1	Inleiding	4
2	De kwantiteit en de locatie van de afmeervoorzieningen	5
3	De ontwerpsterkte en levensduur van de afmeervoorzieningen	6
4	De kwaliteit van de afmeervoorzieningen	8
5	De vlootverdeling	10
6	De wijze waarop afmeervoorzieningen worden gebruikt	11
7	De sterkte van de afmeertrossen	13
8	Geraadpleegde Bronnen	14

1 Inleiding

In het Centraal Overleg Vaarwegen is door gebruikers van vaarwegen en beheerders van vaarwegen gesproken over de mogelijke gevolgen van aanwezigheid en nieuwbouw van steeds grotere schepen voor de afmeervoorzieningen langs de vaarwegen. Door Verkeer en Waterstaat wordt onderkend dat door deze ontwikkeling de bestaande inzichten met betrekking tot de sterkte en opneembare trekkrachten van afmeervoorzieningen mogelijk dienen te worden bijgesteld. In dit overleg is door Verkeer en Waterstaat aangegeven dat de bereidheid bestaat hier gezamenlijk verder onderzoek naar te doen.

Om invulling te geven aan de geschetste problematiek hebben DGG en KSV Schuttevaer in gezamenlijkheid opdracht gegeven aan de Bouwdienst om nader onderzoek te doen. Hiertoe is een gefaseerd plan opgesteld met een oriëntatiefase, een inventarisatiefase en een evaluatiefase. Het voor u liggende document geeft invulling aan de inventarisatiefase. Hoewel niet alle gezochte gegevens overal boven water gekregen zijn, biedt deze inventarisatie een goede basis voor de vervolgfase.

In deze rapportage worden de verkregen gegevens weergegeven en wordt kort ingegaan op de achtergrond van de gegevens. Ook wordt aangegeven welke informatie niet voorhanden was. Analyse, conclusies en aanbevelingen verbonden aan de gevonden informatie vinden plaats in de laatste fase van het onderzoek. Voor deze laatste fase zal een volledig rapport worden opgesteld waarin alle informatie van de verschillende fasen wordt opgenomen.

Om een goed algemeen beeld te krijgen van de problematiek zonder het gehele vaarwegennet tot onderwerp van onderzoek te maken is in de oriëntatiefase, in overleg met de opdrachtgevers, een selectie gemaakt van de te onderzoeken vaarwegen. De geselecteerde vaarwegen zijn de volgende:

- Amsterdam-Rijnkanaal
- Lemmer-Delfzijl
- Twenthekanalen
- Weurt-Maastricht
- Volkeraksluizen

Voor de indeling van de verdere hoofdstukken is de opzet uit het plan van aanpak gevolgd. Daar waar voor inventarisaties omvangrijker databestanden zijn gebruikt, zijn deze als bijlagen bijgevoegd. In hoofdstuk 8 is aangegeven welke bronnen voor deze inventarisatie zijn geraadpleegd.

2 De kwantiteit en de locatie van de afmeervoorzieningen

In de oriëntatiefase is een selectie gemaakt van (hoofd)vaarwegen om een algemeen inzicht te krijgen in de problematiek. Vanuit het digitaal bestand Vaarweg Inventarisatie Nederland (VIN) zijn de ligplaatsen per vaarweg bepaald. Per ligplaats is aangegeven welke instantie de beheerder is. In onderstaande tabel is weergegeven hoeveel ligplaatsen er per vaarweg zijn geïdentificeerd conform het VIN. De lengte van een ligplaats kan hierbij variëren, zo ook het aantal afzonderlijke afmeervoorzieningen per ligplaats. In het algemeen zijn de afmeervoorzieningen binnen één ligplaats identiek.

Vaarweg	Lig- plaatsen	Ligplaats in beheer bij				
		RWS	Provincie	Gemeenten	Particulier	Onbekend
Amsterdam-Rijnkanaal	50	34	0	1	12	3
Lemmer Delfzijl	97	0	44	8	42	3
Twenthekanalen	49	17	0	10	18	4
Weurt Maastricht	96	41	0	19	35	1
Volkeraksluizen	6	6	0	0	0	0

In bijlage I zijn de volledige gegevens per vaarweg te vinden. Ter identificatie is er tevens een kilometrering aan de ligplaats gekoppeld. Dit is echter een kilometrering vanuit het VIN en is niet altijd hetzelfde als de door Rijkswaterstaat gehanteerde kilometrering voor vaarwegen.

3 De ontwerpsterkte en levensduur van de afmeervoorzieningen

Aan de hand van de lijst met afmeervoorzieningen zoals omschreven in het vorige hoofdstuk zijn vaarwegbeheerders benaderd met als doel het achterhalen van gegevens mbt sterkte en levensduur van de afmeervoorzieningen. Het onderzoek heeft zich gericht op de beheerders die grote delen van de betreffende vaarwegen onder hun hoede hebben. In de meeste gevallen zijn dit dienstkringen van regionale directies van Rijkswaterstaat, voor de vaarweg Lemmer-Delfzijl zijn dit de provincies Friesland en Groningen. Hoewel ook een groot aantal ligplaatsen onder beheer van gemeenten en particulieren vallen zijn deze beheerders verder niet benaderd. De belangrijkste redenen hiervoor zijn dat het een zeer grote groep betreft waarbij telkens slechts informatie van één of enkele afmeervoorzieningen vergaard kunnen worden.

In bijlage II is per object weergegeven wat het bouwjaar is, de ontwerpsterkte, en de vereiste sterkte conform vaarwegklasse. Indien de ontwerpsterkte niet bekend was is er een inschatting gemaakt aan de hand van het bouwjaar van het object en de toen geldende richtlijnen. Dit is een wat grovere benadering, in de praktijk bleek echter dat ontwerpcriteria over het algemeen niet meer voorhanden waren. Dit wil niet zeggen dat er geen gegevens waren, vaak zijn er nog goede dossiers (zelfs van voor WOII) voorhanden, deze bevatten echter de bestekstekeningen, correspondentie en de contractadministratie maar geen informatie uit het ontwerpstadium van de objecten.

Voor de ontwerprichtlijnen is het volgende aangehouden:

Voor 1947:	onbekend
Van 1947 –1977	Ir. Josephus Jitta
Van 1978 – heden	Richtlijnen vaarwegen, Commissie Vaarweg Beheerders (CVB)

In het boek sluisontwerp van Josephus Jitta worden enkele pagina's gewijd aan haalkommen en bolders. Dit zijn vooral kwalitatieve beschouwingen. Wel wordt gesteld dat een sterkte van 15 ton een goede maat lijkt te zijn. Op basis van de interviews en literatuurstudie wordt aangenomen dat dit over het algemeen aangehouden zal zijn tenzij de grootte van het project aanleiding gaf dit nader te beschouwen.

De richtlijnen vaarwegen van de CVB worden binnen Rijkswaterstaat breed toegepast. Het CVB gaat in de verschillende versies uit van sterktes van 100 kN voor klasse I en II, 150 kN voor klasse III en IV en 200 kN voor klasse V. Voor klasse VI wordt geen sterkte gegeven.

Over de levensduur van de afmeervoorzieningen is weinig bekend. Uit de interviews bleek dat er bolders zijn geweest die na enkele decennia helemaal waren versleten tot afmeervoorzieningen welke na 80 jaar nog steeds probleemloos dienst doen.

De genoemde bouwjaren in bijlage II zijn niet altijd exact. Dit heeft te maken met de lange doorlooptijden van ontwerp tot en met oplevering. Voor dit onderzoek is het ook niet direct van belang zolang maar bekend is in welke

periode het ontwerp heeft plaatsgevonden vanwege de inschatting aan de hand van de toen geldende ontwerprichtlijnen.

4 De kwaliteit van de afmeervoorzieningen

Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van de afmeervoorzieningen is bij verschillende beheerders geïnventariseerd of er gevallen bekend zijn waarbij de bolder de belasting niet aankon. Verder is de ongevalleregistratie geraadpleegd welke wordt bijgehouden door AVV. Hoewel deze registratie een schat aan gegevens herbergt was het voor het doel van deze studie niet goed te gebruiken omdat de omschrijvingen te beknopt zijn. Ook werd aangegeven door AVV dat kleinere incidenten niet altijd even consequent worden opgenomen of bekend zijn.

De gesprekken met beheerders en sluispersoneel bleek de meest waardevolle bron van informatie te zijn. Uit de gesprekken zijn de volgende zaken naar voren gekomen:

Amsterdam-Rijnkanaal

In 2002 wordt scheurvorming geconstateerd bij een bolder van de zuidelijke voorhaven van de sluis bij Wijk bij Duurstede (Irenesluis). Geconstateerd wordt dat de bolder te zwak was, dit gold tevens voor andere bolders aan de zuidelijke voorhaven en voor de bolders aan de zuidelijke voorhaven van de sluis bij Tiel (Prins Bernhard sluis)

In 1995 zijn meerpalen van ligplaats Houten kromgetrokken. Oorzaak onbekend.

Lemmer Delfzijl

Pr. Margrietkanaal

Recente calamiteiten mbt afmeerconstructies zijn niet bekend. In het verre verleden (ongeveer 20 jaar geleden) is wel eens een oude houten afmeerconstructie gesneuveld. Oorzaak onbekend, waarschijnlijk een schadevaring geweest

Eemskanaal

Ongeveer 15 jaar geleden zijn 2 bolders scheefgetrokken. De ankers bleken doorgeroest te zijn.

Van Starckenborghkanaal

Geen incidenten bekend.

Van de recente jaren zijn geen incidenten bekend waarbij bolders door trossen zijn los- of scheefgetrokken. Aanvaringen bij remmingwerken komen wel voor.

In de loop der jaren zijn wel op verschillende plaatsen bolders vervangen als deze in slechte staat waren. Hiervoor werden specifieke berekeningen gedaan om de vereiste sterkte te bepalen.

Twenthekanalen

Geen incidenten met afmeervoorzieningen bekend. De kanalen verkeren over het algemeen ook in goede staat. Elders in het beheersgebied van de Dienstkring komen wel eens problemen voor met afmeervoorzieningen. Het

betreft hier vaak houten afmeervoorzieningen welke al langere tijd genomineerd staan voor vervanging.

Weurt-Maastricht

In de voorhaven van sluis Weurt ontbreken enkele haalkommen in de wand. Wanneer dit is gebeurd en hoe is niet bekend. Verder zijn er geen incidenten bekend op dit complex.

Op sluiscomplex Sambeek zijn er met de bolders tot op heden, voor zover de beheerder kan nagaan, nooit problemen geweest. Wel komt het geregeld voor (enkele keren per maand) dat het sluispersoneel afgebroken troseinden vindt op het terrein waaruit de sluismeester concludeert dat het wel geregeld voorkomt dat er een tros breekt.

Niet in deze vaarweg maar wel in beheersgebied van betreffende dienstkring: Sluis Lith, 2002: jachtenbolder afgebroken doordat vrachtschip deze gebruikte. St. Andries 2002: Haalkom losgekomen, zat niet goed in beton.

Volkeraksluizen

Vanuit de dienstkring werd aangegeven dat het niet vaak voorkomt dat bolders worden losgetrokken. In de kolken is er twee keer in de levensduur een stuk van een bolder afgetrokken. In de voorhavens kun je stellen dat een enkele keer per jaar een bolder gerepareerd moet worden omdat bouten of een las zijn losgetrokken. De oorzaak of betrokken scheepstype is doorgaans niet bekend 'er hangt natuurlijk geen briefje bij'. Een gerichte registratie op dergelijke ongevallen wordt niet bijgehouden.

Algemeen:

Omdat deze inventarisatie grotendeels is gebaseerd op het geheugen van geïnterviewde personen en de soms 'toevallig' aanwezige collega's zullen de belangrijkste incidenten die niet al te ver in het verleden hebben plaatsgevonden wel naar boven zijn gekomen, of de inventarisatie hiermee uitputtend is, is niet met zekerheid vast te stellen. Wel is regelmatig bevestiging gevonden van de verkregen gegevens doordat veel betrokken personeel vanuit hun beroepsinteresse weet hebben van zaken die zich elders in Nederland hebben afgespeeld. De inventarisatie reikt in het algemeen niet verder terug dan 20 jaar.

5 De vlootverdeling

Om een goede indruk te krijgen van de theoretische belastingen op afmeervoorzieningen is de vlootverdeling per onderzochte vaarweg benodigd. Maatgevend voor afmeervoorzieningen hierbij is het laadvermogen van een schip. Uit de rapportage van AVV/CBS uit 2001: 'Nederland en de scheepvaart op binnenwateren' is een overzicht verkregen van de belangrijkste cijfers per vaarweg. In onderstaande tabel is aangegeven hoeveel schepen er uit de zwaarste categorie (3000 ton en meer) er per vaarweg zijn gepasseerd en wat het gemiddelde laadvermogen hiervan was. Een gedetailleerd overzicht gespecificeerd naar scheepsklassen en telpunten is te vinden in bijlage III.

Vaarweg	Scheepspassages 3000 ton en meer in 2001 (gem. over de vaarweg)	Totaal laadvermogen van deze schepen X 1000 ton	Gemiddeld laadvermogen van deze schepen
Amsterdam- Rijnkanaal	2614	12997	4972 ton
Lemmer Delfzijl	38	138	3638 ton
Twenthekanalen	2	6	3000 ton
Weurt Maastricht	303	1021	3370 ton
Volkeraksluizen	12788	56067	4384 ton

Vanuit de classificatie van schepen valt ook het één en ander te zeggen over de historische ontwikkeling van het laadvermogen van schepen. In de Europese CEMT classificatie 1954 wordt voor klasse V schepen een karakteristiek laadvermogen aangehouden van 2000 ton. In de aanpassing van deze classificatie in 1992 wordt een tonnage gehanteerd van 1500 tot 3000 ton voor deze klasse. Recent (dec. 2002) is door AVV de rapportage uitgebracht 'Classificatie en kenmerken van de Europese vloot en de actieve vloot in Nederland' om een overzicht te krijgen van de ontwikkelingen in de vloot sinds 1992. Voor motorvrachtschepen is deze rapportage gebaseerd op gegevens van 1998-2000. Voor klasse Va schepen komt men hier gemiddeld op 2405 ton uit met een maximaal geregistreerde waarde van 4620 ton.

Wetenswaardigheid:

Reeds in 1928 werd een binnenvaartschip met een lengte van 100m, een breedte van 12,6m en een diepgang van 3m te water gelaten, de AVONTUUR 6. Sinds die tijd tot eind 90er jaren zijn de afmetingen van de grootste motorbinnenvaartschepen dus weinig veranderd.

6 De wijze waarop afmeervoorzieningen worden gebruikt

De belastingen op afmeervoorzieningen worden grotendeels bepaald door de wijze waarop deze worden gebruikt. Bruikbare gegevens hierover bleken echter nauwelijks te vinden. Wel kan het een en ander gezegd worden over aspecten van het gebruik welke een belangrijke rol spelen in het krachtenspel tussen schip en afmeervoorziening zoals:

Het aantal afmeertrossen om één afmeervoorziening.

Het aantal aan elkaar gekoppelde schepen welke liggen afgemeerd.

Eventuele belastingen die ontstaan doordat een afmeervoorziening wordt gebruikt om af te remmen.

Trosbediening tijdens het schutproces.

Loos in de tros danwel voorspanning.

Het aantal afmeertrossen om één afmeervoorziening

In een sluiskolk is dit over het algemeen vrij eenduidig, maximaal 1 tros om een bolder of haalkom. Afhankelijk van de bezetting van de kolk en het beleid ter plaatse meren schepen af met twee trossen of met 1 tros en gebruikmaking van de schroef. Voor wacht of ligplaatsen is het beeld diffuser. Bij het bezoeken van de verschillende locaties zijn 1 tot wel 3 trossen om een bolder gezien. Een bruikbare statistiek hiervoor is niet gevonden.

Het aantal aan elkaar gekoppelde schepen welke liggen afgemeerd

In een sluiskolk liggen beroepsschepen vrijwel altijd individueel vast. Bij wacht en ligplaatsen kunnen er meerdere schepen aan elkaar gekoppeld langszij liggen. Het aantal kan per locatie verschillen en is van veel factoren afhankelijk. Het is niet altijd zo dat schepen welke niet aan de afmeervoorziening zelf liggen ook zelf trossen naar een bolder of haalkom aan de wal hebben. Een bruikbare statistiek hiervoor is niet gevonden.

Eventuele belastingen die ontstaan doordat een afmeervoorziening wordt gebruikt om af te remmen.

Het komt voor dat schepen (licht) afremmen op afmeervoorzieningen. Belangrijk om te weten is hoe vaak dit gebeurt en wat de krachten hierbij zijn. Dit zijn echter gegevens die niet voorhanden zijn en ook niet eenvoudig te achterhalen zijn. Er is wel een harde bovengrens, namelijk de sterkte van de gebruikte tros.

Trosbediening tijdens het schutproces.

In feite geldt hier hetzelfde als in de vorige alinea. Bij een juiste bediening zullen de krachten in de tros niet al te hoog oplopen (het vul en ledigproces is hier op afgestemd), bij het niet tijdig bedienen van de tros kunnen de krachten hoog oplopen tot zelfs de breekkracht welke ook in de praktijk voorkomt. Er is veel aandacht geweest in het verleden voor de krachten op trossen tijdens het schutproces, met name met het oog op het ontwerpen van nieuwe sluizen. Met betrekking tot de bediening van de trossen is het uitgangspunt dat dit doorgaans op correcte wijze gebeurt.

Loos in de tros danwel voorspanning.

Indien er loos in de tros(sen) aanwezig is bij een afgemeerd schip kunnen de troskrachten aanzienlijk toenemen doordat het schip de ruimte krijgt om te bewegen en plots wordt tegengehouden door een tros die strak komt te staan.

Om deze bewegingen te voorkomen worden de trossen meestal onder voorspanning vastgelegd. De mate van voorspanning is afhankelijk van de stuwkracht tijdens het afmeren. Deze is niet eenduidig te bepalen. Ook hier geldt weer dat de trossterkte als bovengrens kan worden beschouwd bij zowel loos als voorspanning.

7 De sterkte van de afmeertrossen

In het vorige hoofdstuk werd reeds aangegeven dat voor verschillende belastingssituaties de maximaal opneembare trekkracht door de gebruikte trossen als bovengrens kan worden gehanteerd. Dit is voor de bepaling van de sterkte van een bolder of haalkom een belangrijk gegeven. Voor het inwinnen van gegevens van treksterktes van trossen kan worden gekeken naar wettelijke bepalingen en naar praktijkgegevens van daadwerkelijk gebruikte trossen aan boord van schepen.

Vanuit het wettelijk kader zijn een aantal voorschriften van toepassing; de binnenschepenwet, het binnenschepenbesluit en het Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn 1995. De eerste twee geven geen vastgestelde sterktes aan maar stellen dat trossen van voldoende sterkte moeten zijn. Het ROSR geeft wel waarden aan volgens een specifieke berekening. In bijlage IV is de tekst hiervan opgenomen. Het ROSR is van toepassing voor schepen die ook buiten Nederland op de Rijn varen. Bij certificering van nieuwe schepen dienen de aanwezige trossen dan ook aan deze eisen te voldoen.

Praktijkgegevens van trossen die daadwerkelijk worden gebruikt zijn gevonden in literatuur (Rapport WL, afmeren van schepen in duwvaartsluizen Volkerak, 1990). In bijlage V zijn deze gegevens in diagramvorm weergegeven.

8 Geraadpleegde Bronnen

Geraadpleegde bronnen:

Organisaties

1. Dienstkringen Rijkswaterstaat
2. Sluismeesters
3. Provinciale beheerders
4. Technische Universiteit Delft
5. Inspectie Verkeer en Waterstaat

Bestanden:

1. Vaarwegkenmerken in Nederland
2. Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren (AVV/CBS)
3. Ongevallen registratie AVV
4. Archief bouwdienst
5. Archieven beheerders
6. Reglement Onderzoek Schepen op de Rijn 1995
7. Binnenschepenwet
8. Binnenschepenbesluit

Literatuur:

1. Sluizen en andere waterbouwkundige kunstwerken in en langs kanalen; Ir. J.P. Josephus Jitta; 1947
2. Richtlijnen en aanbevelingen voor de afmetingen, vormgeving en inrichting van sluizen van de CEMT-klassen I t/m IV; Commissie Vaarweg Beheerders; september 1990.
3. Richtlijnen Vaarwegen; Commissie Vaarweg Beheerders; juni 1996.
4. Afmeren van schepen in duwvaartsluizen Volkerak. Rapport WL 1990
5. Advies m.b.t. de opneembare capaciteit van de afmeervoorzieningen in et Amsterdam-Rijnkanaal. Rapport Bouwdienst Rijkswaterstaat, maart 2000
6. Ontwerp Tracébesluit Maasroute, 2001
7. Classificatie en kenmerken van de Europese vloot en de actieve vloot in Nederland. RWS/AVV, december 2002.

Bijlage I

Amsterdam-Rijnkanaal

Amsterdam-Rijnkanaal			
Locatie (VIN)	Afkoring VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
0,71	LPS	Amsterdam, ligplaats	Gemeente Amsterdam
5,85	HAV	De Diem	Particulier
6,12	LPS	Diemen, autoafzetplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
6,17	LPS	Diemen, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
13,15	LPS	Nigtevecht, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
13,36	LPS	Nigtevecht, De Kruijff	Particulier
13,68	LPS	Nigtevecht, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
23,38	LPS	Breukelen, veerstoep	DK Amsterdam-Rijnkanaal
23,38	LPS	Nieuwer-Ter-Aa, veerstoep	DK Amsterdam-Rijnkanaal
24,00	LPS	Breukelen, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
29,38	LPS	Maarssen, Ballast Nedam	Particulier
29,52	HAV	Ballast Nedam te Maarssen	Particulier
29,64	LPS	Maarssen, kegelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
29,79	LPS	Maarssen, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
31,84	LPS	Maarssen, ligplaats	Particulier
32,65	LPS	Maarssen, Strukton Groep	Particulier
32,75	LPS	Maarssen, MBI Beton	Particulier
33,00	LPS	Maarssen, Gipsbouw	Particulier
35,00	LPS	Utrecht, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
35,04	HVN	Standard Fasel	?
35,73	HVN	Energiehaven	?
35,73	HVN	Industriehaven te Utrecht	?
38,21	LPS	Utrecht, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
38,40	LPS	Utrecht, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
38,50	LPS	Utrecht, Koninklijke Wegenbouw Stevin	Particulier
39,60	LPS	Utrecht, autoafzetplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
41,10	LPS	Utrecht, Van der Sluis	DK Amsterdam-Rijnkanaal
41,66	LPS	Nieuwegein, Ioswal RWS	DK Amsterdam-Rijnkanaal
42,25	LPS	Laagraven, Ballast Nedam	Particulier
42,48	LPS	Laagraven, Van Vliet Groep	Particulier
42,58	LPS	Laagraven, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
43,38	LPS	Nieuwegein, autoafzetplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
43,41	LPS	Nieuwegein, kegelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
43,68	LPS	Nieuwegein, kegelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
49,56	LPS	Houten, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
54,20	LPS	t Goy, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
58,20	LPS	Wijk bij Duurstede, kegelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
58,40	LPS	Wijk bij Duurstede, ligplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
58,40	LPS	Wijk bij Duurstede, Broekweg	DK Amsterdam-Rijnkanaal

58,96	LPS	Wijk bij Duurstede, autoafzetplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
59,44	VWL	Voorhaven Prinses Irenesluis	DK Amsterdam-Rijnkanaal
59,51	SLS	Prinses Irenesluis	DK Amsterdam-Rijnkanaal
60,78	LPS	Wijk bij Duurstede, steiger RWS	DK Amsterdam-Rijnkanaal
62,08	LPS	Rijswijk (Gld), kegelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
63,41	LPS	Rijswijk (Gld), koppelplaats	DK Amsterdam-Rijnkanaal
68,71	LPS	Tiel, Landbouwsteiger	Particulier
70,01	VWL	Voorhaven Prins Bernardsluis	DK Amsterdam-Rijnkanaal
71,64	SLS	Prins Bernardsluis	DK Amsterdam-Rijnkanaal
72,72	LPS	Tiel, formatieplaats duweenheden	DK Amsterdam-Rijnkanaal
72,96	LPS	Tiel, ligplaats	RD Oost Nederland

Vaarweg Lemmer-Delfzijl

Prinses Margrietkanaal			
Locatie (VIN)	Afkoring VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
0,10	LPS	Stroobos, Barkmeijer Stroobos	particulier
0,20	LPS	Stroobos, autoafzetplaats	prov. Friesland
0,67	HVN	Stroobos, haven te	-
3,12	HVN	Vulcaan	particulier
7,94	HVN	Kootstertille, haven te	-
9,34	LPS	Kootstertille, Utertil	particulier
9,50	LPS	Kootstertille, APF	particulier
9,71	LPS	Kootstertille, trailerhelling	gem. Achtkarspelen
10,34	LPS	Schuilenburg, VBI beton	particulier
10,64	LPS	Schuilenburg, ligplaats	prov. Friesland
10,74	LPS	Schuilenburg, BKK	particulier
15,76	HAV	Bergum, haven te	particulier
15,78	LPS	Bergum, Bergum Staalbouw	particulier
15,86	LPS	Bergum, Noppert	particulier
16,10	HAV	Bergum, haven te	prov. Friesland
16,24	HVN	Provinciale haven te Bergum	-
16,24	HAV	Burgumerdaam	particulier
16,34	LPS	Bergum, Tangerman	particulier
16,44	LPS	Bergum, ligplaats	gem. Tytsjeksteradiel
16,54	HAV	Damen te Bergum	particulier
20,84	HAV	De Trijesprong	particulier
20,86	LPS	Garijp, veerstijger	particulier
20,86	LPS	Suawoude, veerstijger	particulier
22,21	LPS	...kegelplaats (Meersloot?)	prov. Friesland
31,04	LPS	Grouw, veerstoept	gem. Boarnsterhim
31,04	LPS	Grouw, veerstoept	gem. Boarnsterhim
31,63	LPS	Gr Eilan, ligplaats	particulier
31,63	HAV	Aqua Marina	gem. Boarnsterhim
31,76	LPS	t Theehuis Grouw	particulier

31,83	HAV	Watersport Anja	particulier
31,94	HAV	Grouw, haven te	gem. Boarnsterhim
37,77	LPS	Terherne, ligplaats	prov. Friesland
38,90	LPS	Terherne, ligplaats	prov. Friesland
42,52	HAV	Paviljoen Sneekermeer	particulier
42,72	LPS	Kolmarslan, veersteiger	particulier
42,73	LPS	Offingawier, veersteiger	particulier
43,36	LPS	Grootschar, ligplaats	particulier
46,08	HVN	Provinciale haven te Oppenhuizen	-
46,71	LPS	Uitwellingerga, EFKO Beon	particulier
46,85	LPS	Uitwellingerga, Middelzee Scheepsmotoren	particulier
46,90	LPS	Uitwellingerga, Bregefinne	gem. Wymbritseradiel
47,00	LPS	Uitwellingerga, kegelplaats	prov. Friesland
47,50	LPS	Uitwellingerga, ligplaats	gem. Wymbritseradiel
54,05	HAV	De Koevoet te Teroele	particulier
56,35	LPS	Spannenburg, ligplaats	prov. Friesland
56,85	LPS	Spannenburg, ligplaats	prov. Friesland
57,06	LPS	Spannenburg, ligplaats	prov. Friesland
62,70	LPS	Lemmer, ligplaats	prov. Friesland
63,00	LPS	Lemmer, kegelplaats	prov. Friesland
63,69	SLS	Prinses Margrietsluis	prov. Friesland
63,88	VWL	Voorhaven Prinses Margrietsluis	prov. Friesland
64,40	LPS	Lemmer, kegelplaats	prov. Friesland

Van Starckenborghkanaal			
Locatie (VIN)	Afkorting VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
0,05	HAV	Groninger Motorbootclub	Particulier
0,17	LPS	Groningen, kegelplaats	prov. Groningen
0,50	SLS	Oostersluis	prov. Groningen
0,82	LPS	Groningen, kegelplaats	prov. Groningen
1,30	LPS	Groningen, Siebesma en Van Der Veen	Particulier
1,30	LPS	Groningen, Jager/Midwolde Bouwmaterialen	Particulier
1,59	LPS	Groningen, Simmeren Schroot bv	Particulier
1,74	LPS	Groningen, E. Offeringa bv	Particulier
2,20	LPS	Groningen, Westindischekade	prov. Groningen
2,20	LPS	Groningen, Ulgersmaweg	prov. Groningen
2,25	LPS	Groningen, Westindischekade	prov. Groningen
2,74	LPS	Groningen, autoafzetplaats	prov. Groningen
3,05	LPS	Groningen, AOG	Particulier
6,68	LPS	Groningen, Dorkwerd, kegelplaats	prov. Groningen
10,14	LPS	Aduard, ligplaats	prov. Groningen
19,93	LPS	Gaarkeuken, ligplaats	prov. Groningen
19,98	LPS	Gaarkeuken, ligplaats	prov. Groningen

20,38	LPS	Gaarkeuken, kegelplaats	prov. Groningen
20,60	SLS	Gaarkeukensluis	prov. Groningen
20,95	LPS	Gaarkeuken, kegelplaats	prov. Groningen
21,09	LPS	Gaarkeuken, ligplaats	prov. Groningen
21,29	LPS	Gaarkeuken, ligplaats	prov. Groningen
26,64	HAV	De landtong	Particulier
27,29	LPS	Stroobos, Sikma Veevoerders bv	Particulier

Eemskanaal			
Locatie (VIN)	Afkoring VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
2,99	LPS	Ruischerburg, ACM-Esso	prov. Groningen
3,56	LPS	Ruischerburg, Rustpoel	particulier
12,54	LPS	Overschild, ligplaats	prov. Groningen
12,56	LPS	Overschild, NAM	particulier
12,59	LPS	Overschild, autoafzetplaats	prov. Groningen
12,63	LPS	Overschild, ligplaats	prov. Groningen
12,78	LPS	Overschild, kegelplaats	prov. Groningen
19,79	LPS	Appingedam, ligplaats	prov. Groningen
19,97	LPS	Appingedam, Mulder Marne bv	particulier
23,01	LPS	Farmsum, North Sea Petroleum bv (west)	particulier
23,09	LPS	Farmsum, North Sea Petroleum bv (oost)	particulier
23,26	LPS	Farmsum, Cebo Holland bv	particulier
23,46	LPS	Farmsum, Terminal Delfzijl	particulier
23,57	LPS	Farmsum, ACM	particulier
23,92	LPS	Farmsum, Jonker Veendam bv / Vos Group	particulier
24,97	HVN	Farmsumerhaven	?
25,13	LPS	Farmsum, ligplaats	prov. Groningen
25,29	LPS	Farmsum, autoafzetplaats	prov. Groningen
25,40	LPS	Farmsum, ligplaats	prov. Groningen
25,55	LPS	Farmsum, kegelplaats	prov. Groningen
25,76	LPS	Farmsum, ligplaats	prov. Groningen
25,85	SLS	Zeesluis Farmsum	prov. Groningen

Twenthekanaal

Twenthekanaal		Twenthekanaal	
Locatie (VIN)	Afkoring VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
1,67	LPS	Zutphen, ligplaats	gem. Zutphen
1,84	LPS	Eefde, ligplaats	gem. Gorssel
2,48	LPS	Eefde, kegelplaats	RD Oost-Nederland
2,80	LPS	Eefde, ligplaats	RD Oost-Nederland
3,06	SLS	Voorsluis Eefde	RD Oost-Nederland
3,30	SLS	Eefde, sluis	RD Oost-Nederland
3,60	LPS	Eefde, ligplaats	RD Oost-Nederland

3,70	LPS	Eefde, ligplaats	gem. Gorssel
4,18	LPS	Eefde, kegelplaats	RD Oost-Nederland
14,70	LPS	Lochem, ABCTA	particulier
15,45	HAV	Lochem, haven te	gem. Lochem
15,51	LPS	Lochem, Hendrix UTD	particulier
15,69	LPS	Lochem, Twentse Kabelfabriek bv	particulier
16,18	HAV	Lochem, haven te	gem. Lochem
16,53	LPS	Lochem, Cebeco Handelsraad / Streek Beton	particulier
26,13	LPS	Kerspel, ligplaats	gem. Hof van Twente
29,85	LPS	Goor, Eternit	particulier
30,05	LPS	Goor, ligplaats	gem. Hof van Twente
30,46	LPS	Goor, ligplaats	RD Oost-Nederland
35,85	LPS	Delden, kegelplaats	RD Oost-Nederland
36,06	LPS	Delden, autoafzetplaats	RD Oost-Nederland
36,21	SLS	Delden, sluis	RD Oost-Nederland
36,31	LPS	Delden, ligplaats	RD Oost-Nederland
36,36	LPS	Delden, ligplaats	RD Oost-Nederland
36,46	LPS	Delden, kegelplaats	RD Oost-Nederland
37,52	LPS	Delden, Cooperatie Twente Achterhoek	particulier
37,69	LPS	Delden, ligplaats	gem. Stad Delden
42,29	HAV	Vikkerhoek	particulier
42,66	LPS	Hengelo (Ov), Betoncentrale Twenthe bv	particulier
42,76	LPS	Hengelo (Ov), Zandmij Twenthe	particulier
42,91	LPS	Hengelo (Ov), ligplaats	gem. Hengelo
43,58	LPS	Hengelo (Ov), inter-proteïne Cebeco	particulier
43,74	HVN	Hengelo, haven te	?
44,14	HVN	Storkhaven te Hengelo	?
44,46	LPS	Hengelo (Ov), Akzo Nobel Coatings/Chemicals bv	particulier
44,54	LPS	Hengelo (Ov), Akzo Nobel Coatings/Chemicals bv	particulier
44,84	LPS	Hengelo (Ov), kegelplaats	RD Oost-Nederland
45,09	SLS	Hengelo, sluis	RD Oost-Nederland
45,34	LPS	Hengelo (Ov), kegelplaats	RD Oost-Nederland
45,44	LPS	Hengelo (Ov), ligplaats	RD Oost-Nederland
48,23	LPS	Enschede, ligplaats	particulier
48,26	HAV	Petroleumhaven Avia Weghorst te Enschede	particulier
48,59	HVN	Nieuwe Industriehaven te Enschede	?
49,19	LPS	Enschede, Asfalt Centrale Twente	particulier
49,34	LPS	Enschede, ligplaats	gem. Enschede
49,56	LPS	Enschede, Betoncentrale Twenthe bv	particulier
49,71	LPS	Enschede, Sesam	particulier
49,79	HVN	Handelshaven te Enschede	?
49,79	HAV	Enschedesche WV De Helling bv	particulier

Maastricht Weurt

Maastricht -Weurt			
Locatie (VIN)	Afkorting VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
0,76	LPS	Maastricht, ENCI	
1,71	HAV	Pietersplas	
1,81	LPS	St. Pieter, ligplaats	Particulier
3,16	HAV	Lighaven St Pieter en Watersportclub Treech '42	RWS Directie Limburg
3,95	LPS	Maastricht, ligplaats	Particulier
4,11	LPS	Maastricht, Stipthout rederij	Particulier
4,58	HAV	Passantenhaven Maastricht	RWS Directie Limburg
4,76	LPS	Maastricht, ligplaats	Particulier
4,86	LPS	Maastricht, ligplaats	Particulier
5,06	LPS	Maastricht, KNP Leykam	Particulier
5,36	LPS	Maastricht, KNP Leykam	Particulier
5,79	LPS	Maastricht, Wessem Beton Maastricht	Particulier
6,56	HAV	Voorhaven sluis Borgharen	RWS Directie Limburg
7,24	SLS	Limmel, sluis	RWS Directie Limburg
8,02	LPS	Limmel, Facade Nijverheid Beton bv	Particulier
8,22	LPS	Limmel, Ankersmit	Particulier
8,22	LPS	Limmel, Mebin Beton	Particulier
8,50	LPS	Limmel, Lieben Wegenbouw bv	Particulier
8,76	LPS	Limmel, Smeets & Geelen bv	Particulier
9,10	HVN	Beatrixhaven te Maastricht	Gemeente Maastricht
19,73	HVN	Stein, haven te	Gemeente Stein
19,91	LPS	Stein, Wessem Port Services Stein	Particulier
20,93	LPS	Stein, DSM	Particulier
21,03	LPS	Stein, Wessem Port Services Stein	Particulier
21,65	LPS	Urmond, ligplaats	RWS Directie Limburg
26,40	LPS	Born, kegelplaats	RWS Directie Limburg
26,78	LPS	Born, kegelplaats	RWS Directie Limburg
27,23	SLS	Born, sluis	RWS Directie Limburg
28,18	LPS	Born, kegelplaats	RWS Directie Limburg
28,25	LPS	Born, kegelplaats	RWS Directie Limburg
28,41	LPS	Born, Broekman	Particulier
28,46	HVN	Berghaven te Schipperskerk	RWS Directie Limburg
29,22	HVN	Overlaadhaven Born	RWS Directie Limburg
36,10	LPS	Echt, ligplaats	Gemeente Echt
40,25	SLS	Maasbracht, sluis	RWS Directie Limburg
40,80	LPS	Maasbracht, J.J. Oudakker	Particulier
40,87	LPS	Maasbracht, ligplaats	RWS Directie Limburg
41,01	HVN	Wachthaven te Maasbracht	RWS Directie Limburg
41,26	LPS	Maasbracht, De Leeuw van Weenen	Particulier
41,37	LPS	Maasbracht, autoafzetplaats	RWS Directie Limburg
41,39	LPS	Maasbracht, ligplaats	RWS Directie Limburg
41,42	LPS	Maasbracht, ligplaats	RWS Directie Limburg
41,52	LPS	Maasbracht, ligplaats	Particulier
41,79	LPS	Maasbracht, NiBa / Grintmaatschappij	Particulier
42,07	LPS	Maasbracht, ligplaats	Particulier

42,37	HAV	Lighaven duwbakken Maasbracht	RWS Directie Limburg
44,18	HAV	Loshaven Clauscentrale	Particulier
45,27	SLS	Heel, sluis	RWS Directie Limburg
52,23	HVN	Kolenhaven, Maascentrale te Buggenum	Particulier
57,25	LPS	Neer, Maasoever Mengvoerders	Particulier
57,41	LPS	Neer, ligplaats	Gemeente Roggel en Neer
62,15	LPS	Kessel, ligplaats	Gemeente Kessel
62,29	HAV	Passantenhaven Kessel	Gemeente Kessel
66,22	LPS	Belfeld, kegelplaats	RWS Directie Limburg
67,10	LPS	Belfeld, ligplaats	RWS Directie Limburg
67,33	LPS	Baarlo (L), ligplaats	RWS Directie Limburg
68,08	SLS	Belfeld, sluis	RWS Directie Limburg
74,30	LPS	Blerick, ligplaats	Gemeente Venlo
74,31	HAV	Passantenhaven Blerick	Gemeente Venlo
75,38	HAV	Oude Haven van Venlo	Gemeente Venlo
80,87	LPS	Velden, Fa. Smits	Particulier
87,37	LPS	Arcen, ligplaats	Gemeente Arcen en Velden
87,41	HAV	Passantenhaven Arcen	Gemeente Arcen en Velden
89,18	LPS	Broekhuizen, ligplaats	Gemeente Broekhuizen
99,09	LPS	Well (L), ligplaats	RWS Directie Limburg
103,79	LPS	Maashees, ligplaats	Particulier
103,86	LPS	Maashees, Havens Grondstoffen	Particulier
111,99	LPS	Afferden, ligplaats	RWS Directie Limburg
112,46	LPS	Afferden, kegelplaats	RWS Directie Limburg
112,78	LPS	Sambeek, ligplaats	RWS Directie Limburg
113,46	SLS	Sambeek, sluis	RWS Directie Limburg
114,76	LPS	Afferden, kegelplaats	RWS Directie Limburg
115,04	HAV	Mazenburg	Particulier
117,15	HAV	Betoncentrale Boxmeer	Particulier
118,80	HVN	Rijksvluchthaven Paesplas	RWS Directie Limburg
120,68	LPS	Gennep, ligplaats	Gemeente Gennep
123,00	HVN	Boral Nedusa Baksteen Milsbeek	Particulier
127,60	HAV	Passantenhaven Cuijk	Gemeente Cuijk
127,63	LPS	Cuijk, ligplaats	Gemeente Cuijk
127,82	LPS	Middelaar, ligplaats	Gemeente Mook en Middelaar
129,95	HAV	Passantenhaven Mook	Gemeente Mook en Middelaar
129,97	LPS	Mook, ligplaats	Gemeente Mook en Middelaar
1,43	SLS	Heumen, sluis	RWS Directie Limburg
5,80	LPS	Hatert, Fa. Fleuren, Veevoerders	Particulier
10,47	LPS	Nijmegen, Westkanaaldijk	Gemeente Nijmegen
11,14	LPS	Weurt, ligplaats duwvaart	RWS Directie Limburg
11,14	LPS	Nijmegen, ligplaats	RWS Directie Limburg
11,44	LPS	Weurt, kegelplaats	RWS Directie Limburg
11,65	LPS	Weurt, autoafzetplaats	RWS Directie Limburg
11,80	SLS	Weurt, sluis	RWS Directie Limburg
12,21	LPS	Nijmegen, autoafzetplaats	RWS Directie Limburg
12,27	LPS	Nijmegen, ligplaats	RWS Directie Limburg
12,43	LPS	Nijmegen, kegelplaats	RWS Directie Limburg
12,65	HVN	Pgem, haven van de	Particulier
12,71	LPS	Nijmegen, kegelplaats	RWS Directie Limburg
12,79	LPS	Nijmegen, Container Terminal	Particulier

Volkeraksluizen

Volkeraksluizen			
Locatie (VIN)	Afkoring VIN	Ligplaatsnaam (VIN)	Beheerder
0,86	LPS	Volkeraksluizen, ligplaats	Rijkswaterstaat
0,88	LPS	Volkeraksluizen, kegelplaats	Rijkswaterstaat
2,09	SLS	Volkeraksluizen	Rijkswaterstaat
2,99	LPS	Volkeraksluizen, trailerhelling	Rijkswaterstaat
3,13	LPS	Volkeraksluizen, ligplaats	Rijkswaterstaat
3,31	LPS	Volkeraksluizen, kegelplaats	Rijkswaterstaat

Bijlage II

Amsterdam-Rijnkanaal

Object	Meerplaats Diemen
Bouwjaar	1970
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 126 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Schepen niet zijnde duwvaart toegestaan af te meren, vaarweg zelf is klasse VIb

Object	Meerplaats Nigtevecht (12,940-13,110)
Bouwjaar	1970
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 115 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor duwvaart en andere schepen

Object	Meerplaats Nigtevegt (12,450-12,600)
Bouwjaar	1970
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 150 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor duwvaart en andere schepen

Object	Afmeervoorziening meerplaats Breukelen
Bouwjaar	1976
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 84 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart

Object	Meerplaats Maarssen
Bouwjaar	1968
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 80 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor duwvaart en andere schepen

Object	Meerplaats Rooseveltlaan
Bouwjaar	1986
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 215 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart.

Object	Afmeervoorziening Houten Oost
Bouwjaar	In 1997 gerenoveerd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, variërend tussen 225 kN en 377 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor duwvaart en andere schepen

Object	Meerplaats Nieuwegein
Bouwjaar	1983
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	140 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart.

Object	Meerplaats Nieuwegein, hamerstuk west- en oostzijde
Bouwjaar	1984
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 155 kN loodrecht op oever, en 190 kN parallel aan oever
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Afmeervoorziening op splitsing ARK en Lekkanaal. Vaarweg klasse VIb (ARK) en Vb (lekkanaal), afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart.

Object	Meerplaats Lekkanaal, westzijde ten noorden van Pr. Beatrixsluis
Bouwjaar	1982
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 470 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart, vaarwegklasse Vb

Object	Afmeervoorziening Wijk bij Duurstede km 57,530 – km 58,490 aan de westzijde
Bouwjaar	?
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, verschillende typen, wisselende grondslag, sterkte variërend tussen 100 kN en 377 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor duwvaart en andere schepen

Object	Afmeervoorziening Wijk bij Duurstede km 58,010-km 58,260
Bouwjaar	1972
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 340 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Vaarweg klasse VIb, afmeren toegestaan voor schepen niet zijnde duwvaart.

Object	Afmeervoorziening koppelpalen Tiel
Bouwjaar	1986
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Herberekend in 2000, 270 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Niet van toepassing op deze vaarweg
Opmerkingen:	Afmeren uitsluitend voor duwvaart

Object	Prins Bernhardsluis Tiel, 18m kolk
Bouwjaar	1950
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Josephus Jitta, 150 kN
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN (klasse V)
Opmerkingen:	

Object	Prins Bernhardsluis Tiel, 24m kolk
Bouwjaar	1975
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Periode Josephus Jitta, wellicht afwijkend hiervan gezien de kolkafmetingen.
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Object	Voorhavens Prins Bernhardsluis
Bouwjaar	Periode 1975-1985
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend (valt buiten CVB, Josephus Jitta niet meer van toepassing)
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Object	Prinses Irenesluis Wijk bij Duurstede, 18m kolk
Bouwjaar	1950
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Josephus Jitta, 150 kN
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN (klasse V)
Opmerkingen:	

Object	Prinses Irenesluis Wijk bij Duurstede, 24m kolk
Bouwjaar	1975
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Periode Josephus Jitta, wellicht afwijkend hiervan gezien de kolkafmetingen.
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Object	Voorhavens Prinses Irenesluis
Bouwjaar	Periode 1975-1985
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend (valt buiten CVB, Josephus Jitta niet meer van toepassing)
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Object	Beatrixsluis, lekkanaal, tweelingsluis, kolken
Bouwjaar	1940
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Beatrixsluis, lekkanaal, tweelingsluis, voorhavens
Bouwjaar	Periode 1975-1985
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend (valt buiten CVB, Josephus Jitta niet meer van toepassing)
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Lemmer-Delfzijl

Margrietkanaal

Object	Ligplaats Schuilenburg
Bouwjaar	Jaren 90 vernieuwd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Berekend op klasse Va
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Terherne
Bouwjaar	Jaren 90 vernieuwd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Berekend op klasse Va
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Uitwellingergera
Bouwjaar	Jaren 90 vernieuwd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Berekend op klasse Va
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Spannenburg
Bouwjaar	Jaren 90 vernieuwd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Berekend op klasse Va
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Lemmer
Bouwjaar	Jaren 90 vernieuwd
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Berekend op klasse Va
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Van Starckenborghkanaal

Object	Oostersluis
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB, 200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Groningen Westindische kade
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Groningen, Ulgersmaweg
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Groningen, Dorkwerd, kegelplaats
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Gaarkeuken
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Eemskanaal

Object	Ligplaats Ruischerburg
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Overschild
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Ligplaats Farmsum
Bouwjaar	Is/wordt geupgrade naar klasse Va
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Twenthekanalen

Object	Meerpalen spoorbrug Eefde
Bouwjaar	80er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	200 kN
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Eefde, kolk
Bouwjaar	1930-1935 jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Eefde, voorhavens
Bouwjaar	Rond 2000
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Delden, kolk
Bouwjaar	1930-1935
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Delden voorhavens
Bouwjaar	Rond 2000
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	
Ontwerpsterkte vermoedelijk	
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	
Opmerkingen:	

Weurt-Maastricht

Object	Sluis Weurt Oude kolk
Bouwjaar	1926
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	Er zijn geen aanpassingen bekend bij beheerder. Er zijn ook geen problemen met de haalkommen

Object	Sluis Weurt Westkolk
Bouwjaar	+/- 1973
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Handboek Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	CVB, 200 kN
Opmerkingen:	Geen verdere aanpassingen sinds de bouw.

Object	Sluis Weurt Voorhavens:
Bouwjaar	70er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Handboek Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	Geen verdere aanpassingen sinds de bouw

Object	Keersluis Heumen, kolk
Bouwjaar	20er jaren, afmeervoorzieningen in kolk recent aangepast (2001)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB, 200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Keersluis Heumen, Voorhavens
Bouwjaar	+/- 1991
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Conform CVB, 200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Sambeek, nieuwe kolken
Bouwjaar	60 er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Handboek Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Sambeek, oude kolk
Bouwjaar	1926
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Sambeek Voorhavens
Bouwjaar	1996 (ontwerp)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN (40 kN recreatievaart)
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Belfeld, nieuwe kolken
Bouwjaar	60er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Handboek Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Belfeld, oude kolk
Bouwjaar	1926
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Belfeld, voorhavens
Bouwjaar	1996 (ontwerp)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN (40 kN recreatievaart)
Ontwerpsterkte vermoedelijk	nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Roermond, kolk
Bouwjaar	1925
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Roermond, voorhavens
Bouwjaar	1995 (linkeroever, bovenzijde)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	CVB
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	Overige oevers geen gegevens.

Object	Sluis Linne, kolk
Bouwjaar	1925
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Linne, voorhavens
Bouwjaar	1989, aangepast in 1996
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	CVB
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Heel, kolken
Bouwjaar	Begin 70er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Vaarweg klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Heel, voorhavens
Bouwjaar	1996 (ontwerp)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Maasbracht, 3 identieke kolken
Bouwjaar	60er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Maasbracht, voorhavens
Bouwjaar	1996 (ontwerp)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Born, oude kolk
Bouwjaar	30er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Born, nieuwe kolken
Bouwjaar	60er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Josephus Jitta, 15 ton
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Born, voorhavens
Bouwjaar	1996 (ontwerp)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	200 kN
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Nvt
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Object	Sluis Limmel, kolk
Bouwjaar	20er jaren
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Onbekend
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Klasse Va, 200 kN
Opmerkingen:	

Volkeraksluizen

Object	Kolken Volkeraksluizen
Bouwjaar	1967 (kolk 1 en 2) 1978 (kolk 3)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Periode Josephus Jitta
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Object	Voorhavens Volkeraksluizen
Bouwjaar	1967 (sluis 1 en 2) 1978 (sluis 3)
Ontwerpsterkte afmeervoorzieningen:	Onbekend
Ontwerpsterkte vermoedelijk	Periode Josephus Jitta
Huidige CVB richtlijn geeft aan:	Nvt
Opmerkingen:	

Bijlage III

Aantal passages door schepen bestemd voor vervoer van lading
op de hoofdvaarwegen naar laadvermogenklasse, 2001

Bron: Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren, 2001. AVV/CBS

Telpunt	Naam vaarweg	VWNR	Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3		Klasse 4		Klasse 5		Klasse 6		Klasse 7		Klasse 8	
			Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.	Aantal	Laad- verm.
(laadvermogen x 1.000 ton)																		
1	Eemskanaal	001	959	152	601	188	1.045	587	2.183	1.784	4.852	6.005	989	1.638	546	1.254	86	330
2	van Starkenborghkanaal	003	425	40	686	217	1.349	762	3.002	2.439	5.331	6.667	1.771	2.968	937	2.088	20	67
3	van Starkenborghkanaal	003	216	28	989	317	1.824	1.003	3.334	2.714	5.442	6.822	1.798	3.012	980	2.180	20	67
5	Prinses Margrietkanaal	021	212	31	762	261	2.557	1.396	5.070	4.110	7.448	9.193	2.538	4.302	1.066	2.402	27	89
18	Kanaal Zutphen- Enschede	081	29	5	1.235	431	1.858	994	3.315	2.703	4.607	5.640	995	1.767	171	390	2	6
38	Maas-Waalkanaal	119	827	96	964	334	7.599	4.120	14.859	12.163	12.767	15.510	4.713	7.932	3.480	8.452	628	2.204
61	Volkeraksluizen	143	376	52	5.215	1.836	9.864	5.390	15.908	13.009	26.515	33.058	13.949	23.977	21.439	52.601	12.788	56.067
69	Maas	150	101	16	1.141	397	4.062	2.207	3.939	3.136	3.187	3.803	1.513	2.566	580	1.425	134	455
70	Julianakanaal	151	58	9	2.287	786	5.515	2.974	5.109	4.210	6.989	8.339	2.298	3.834	1.712	4.083	173	567
71	Julianakanaal	151	81	11	2.279	783	5.506	2.968	5.366	4.452	7.508	8.968	2.613	4.377	2.290	5.401	282	917
72	Lateraalkanaal	152	277	26	1.495	513	6.757	3.647	8.101	6.550	8.627	10.238	3.131	5.242	2.385	5.688	296	962
82	Amsterdam- Rijnkanaal	225	187	39	806	281	5.193	2.829	10.320	8.322	10.057	12.219	3.520	5.960	4.968	12.250	2.616	13.000
83	Amsterdam- Rijnkanaal	225	219	40	825	283	5.479	2.969	10.547	8.629	10.849	13.267	3.796	6.438	4.970	12.215	2.612	12.993

Klasse 1	21 tot 250 ton
Klasse 2	250 tot 400 ton
Klasse 3	400 tot 650 ton
Klasse 4	650 tot 1.000 ton
Klasse 5	1.000 tot 1.500 ton
Klasse 6	1.500 tot 2.000 ton
Klasse 7	2.000 tot 3.000 ton
Klasse 8	3.000 ton en meer

Bijlage IV

ROSR

Artikel 10.02. Overige uitrusting

1. De volgende in het Rijnvaartpolitiereglement bedoelde uitrustingsstukken moet ten minste aanwezig zijn:

- a. marifooninstallatie;
- b. apparaten en installaties die nodig zijn voor het geven van de voorgeschreven licht- en geluidsseinen, alsmede voor het voeren en tonen van de optische tekens;
- c. onafhankelijk van het aan boord aanwezige elektriciteitsnet werkende lichten ter vervanging van de voor het stilliggen voorgeschreven lichten;
- d. een brandbestendig verzamelreservoir met deksel voor oliehoudende poetslappen dat als zodanig is aangeduid;
- e. een apart brandbestendig verzamelreservoir voor het overig vast klein chemisch afval en een brandbestendig reservoir met deksel voor vloeibaar klein chemisch afval als bedoeld in het Rijnvaartpolitiereglement dat telkens als zodanig is aangeduid;
- f. een brandbestendig verzamelreservoir met deksel voor slops dat als zodanig is aangeduid.

2. Voorts moeten ten minste aanwezig zijn:

a. trossen voor het meren:

Ieder schip moet zijn uitgerust met 3 trossen voor het meren. De minimum lengte daarvan moet bedragen:

1ste tros:	L + 20 m, echter niet meer dan 100 m,
2de tros:	2/3 van de eerste tros,
3de tros:	1/3 van de eerste tros.

Bij schepen met een lengte L van minder dan 20 m kan de kortste tros achterwege blijven. Deze trossen moeten berekend zijn op een minimum breeksterkte R_s die met behulp van de volgende formule wordt vastgesteld:
voor $L * B * T$ tot 1000 m:

$$R_s = 60 + \frac{L \cdot B \cdot T}{10} [kN]$$

voor $L * B * T$ groter dan 1000 m^3 :

$$R_s = 150 + \frac{L \cdot B \cdot T}{100} [\text{kN}]$$

Deze trossen mogen worden vervangen door andere kabels van dezelfde lengte en met dezelfde breeksterkte.

b. trossen voor het slepen:

Sleepboten moeten zijn uitgerust met een bij hun functie passend aantal trossen.

De hoofdtros moet echter ten minste 100 m lang zijn en een breeksterkte hebben in kN die overeenkomt met ten minste een derde van het totale vermogen in kW van de voortstuwingsmotor (en).

Motorschepen en duwbotten die mogen slepen moeten ten minste zijn uitgerust met een sleeptros van 100 m lengte, waarvan de breeksterkte in kN overeenkomt met ten minste een kwart van het totale vermogen in kW van de voortstuwingsmotor(en);

c. een werplijn;

d. een loopplank, ten minste 0,40 m breed en ten minste 4 m lang, waarvan de zijkanten door een lichte streep zijn gemarkeerd; deze loopplank moet van een leuning zijn voorzien. Voor kleine schepen kan de Commissie van Deskundigen kortere loopplanken toelaten;

e. een bootshaak;

f. een verbandtrommel;

g. een verrekijker, 7 " 50 of een grotere lensdiameter;

h. een bord met aanwijzingen betreffende het redden en het bijbrengen van drenkelingen.

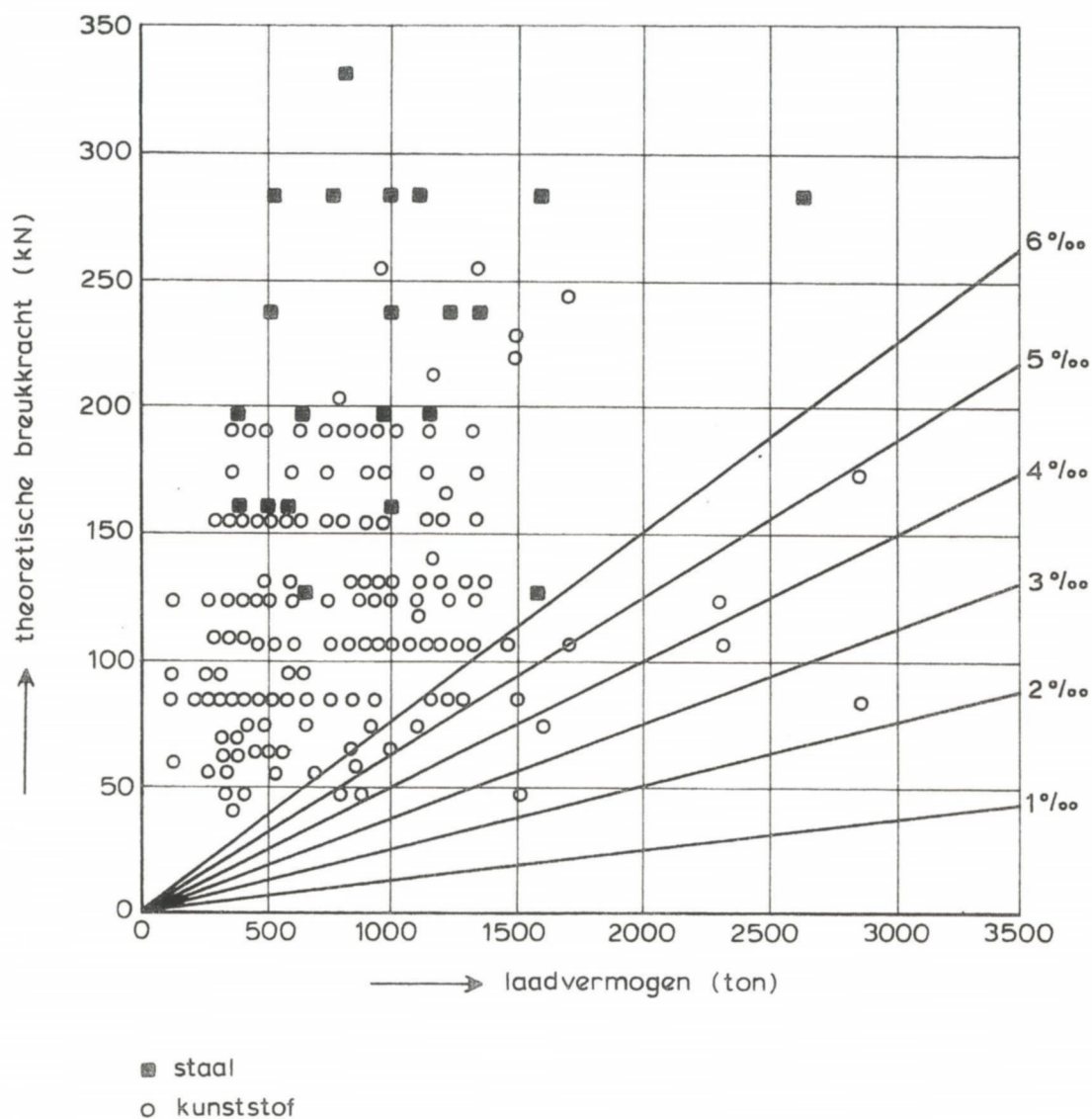
3. Op schepen waarvan de hoogte van het boord boven de waterlijn bij ledig schip meer dan 1,50 m bedraagt moet een buitenboordtrap of -ladder aanwezig zijn.

Artikel 10.03. Middelen ter bestrijding van brand

1. Aan boord moeten ten minste aanwezig zijn:

a. in het stuurhuis:	1 draagbaar blustoestel;
b. in de nabijheid van iedere toegang van het dek naar de verblijven:	1 draagbaar blustoestel;
c. in de nabijheid van iedere toegang tot niet van de verblijven uit toegankelijke bedrijfsruimten waarin zich verwarmings-, kook-, of koelinstallaties bevinden, die op vaste of vloeibare brandstoffen werken dan wel op vloeibaar gas:	1 draagbaar blustoestel;
d. bij iedere toegang tot machine- of ketelruimen:	1 draagbaar blustoestel;
e. op een geschikte plaats benedendeks in de machinekamers, wanneer het motorvermogen in totaal meer dan 100 kW bedraagt:	1 draagbaar blustoestel.

Bijlage V

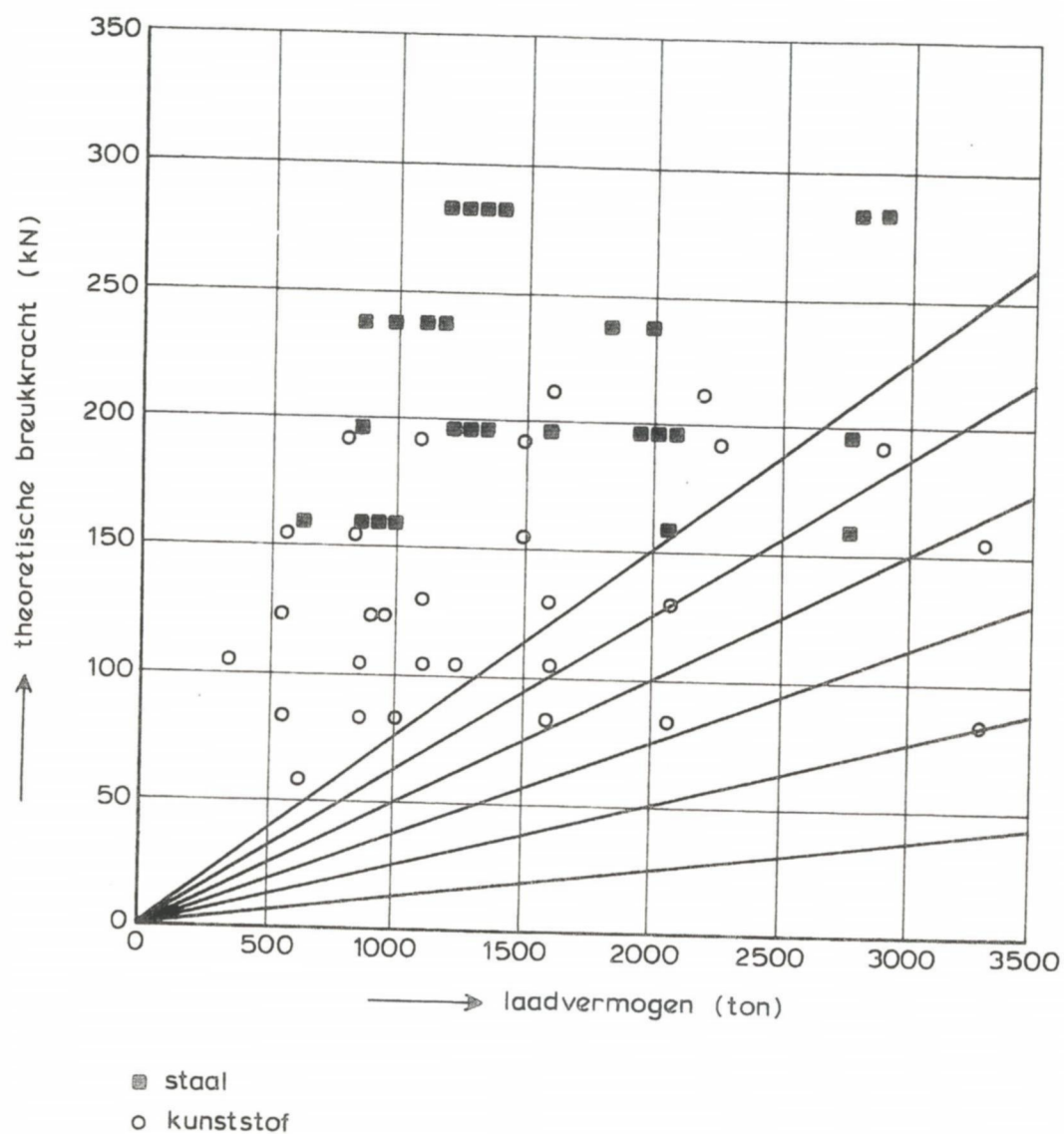


GEBRUIKTE TROSSEN BIJ VRACHTSHEPEN
ALS FUNCTIE VAN LAADVERMOGEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Q 255

FIG. 9



GEBRUIKTE TROSSEN BIJ TANKERS
ALS FUNCTIE VAN LAADVERMOGEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Q 255

FIG. 10