

Covernota

Onderzoek remmingwerken Zeeland

Kees Schefferlie
Rijkswaterstaat
Dienst Zeeland
Poelendaelesingel 18
4335 JA MIDDELBURG
T 0118 622260
M - 06 52354788
kees.schefferlie@rws.nl

Datum

14 november 2011

Door DVS, DI en Dienst Zeeland is onderzoek verricht naar het gebruik van de remmingwerken bij de grotere binnenvaartsluizen.

Waarom dit onderzoek?

Het onderzoek is verricht naar aanleiding van het groot onderhoud van de remmingwerken dat zich binnen tien jaar aandient.

Doel van het onderzoek:

Er is onderzoek verricht naar mogelijke besparingen op het onderhoud van de remmingwerken in Zeeland.

Onderzochte besparingsmogelijkheden:

In het kader van duurzaam is onderzocht in hoeverre ander materiaal, bijvoorbeeld glasvezel versterkt kunststof (GVK), voor de remmingwerken toegepast kan worden. Mogelijk soberder uitgevoerde configuraties van het remmingwerk.

De voornaamste conclusies uit dit onderzoek:

Upgraden van de remmingwerken verdient de voorkeur boven vervangen, voor zowel kosten als milieubelasting.

Bij nieuwbouw scoort GVK ten aanzien van milieubelasting beter dan traditioneel bij gelijkblijvende kosten.

De huidige generatie schepen is beter gaande te houden dan eerdere generaties en maakt minder gebruik van de remmingwerken.

Er kan minimaal 100 m remmingwerk tussen fuik en opstelplaats vervallen. Dit komt neer op een besparing van bijna 20% op de onderhoudskosten van het remmingwerk.

De wachtplaats zou soberder kunnen worden uitgevoerd en eventueel kunnen worden vervangen door een onderhoudsvriendelijker constructie, wat de besparing op de onderhoudskosten in totaal boven de 20% kan brengen.

Advies uit het onderzoek bevat ondermeer:

De aanbeveling om van een deel van een bestaand remmingwerk zowel een upgrade als een GVK variant als proef uit te voeren en daarbij de markt uit te dagen tot meer innovatie.

Het laten uitvoeren van simulaties om na te gaan welke van de gepresenteerde alternatieve configuraties acceptabel is.

Aanvullende informatie:

Het rapport "Onderzoek remmingwerken Zeeland" is te vinden op kennisplein. Naast de in de referentielijst genoemde rapporten is ten behoeve van dit onderzoek een rapport gemaakt door MRCONSULT BV. In dit rapport ("RWS remmingwerken...") wordt de LCC van een bestaand remmingwerk en dat van een GVK remmingwerk vergeleken. Daarnaast is de registratie van het gebruik van het remmingwerk in een spreadsheet verwerkt voor verdere analyse. Dit rapport en de registratie worden op verzoek verstrekt.

Overige onderbouwende informatie (ruwe data van de registratie en antwoorden van de enquête) is in te zien bij de Dienst Zeeland.

Onderzoek remmingwerken Zeeland

nut en noodzaak van de remmingwerken bij de grote sluisen
in Zeeland

juli 2011



foto voorzijde: De remmingwerken van de Krammersluizen (Google Maps)

Onderzoek remmingwerken Zeeland

nut en noodzaak van de remmingwerken bij de grote sluizen in
Zeeland

Datum juli 2011
Status definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart in samenwerking met Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur Rijkswaterstaat Dienst Zeeland
Informatie	K. Schefferlie (DZL)
Telefoon	0118-622260
Fax	0118-622999
Uitgevoerd door	J.U. Brolsma (DVS)
Datum	juli 2011
Status	definitief

Inhoud

1	Samenvatting, conclusies en aanbevelingen 10
2	Vraagstelling 12
3	Vigerende richtlijnen 13
3.1	Richtlijnen Vaarwegen 13
3.2	Ontwerprichtlijnen 14
3.3	Richtlijnen voor de toepassing van hout 17
3.4	Duurzaam inkopen 17
4	Huidig gebruik remmingwerken 19
4.1	Opzet metingen 19
4.2	Resultaten metingen 19
4.3	Conclusies huidig gebruik 21
5	Huidige wensen en ervaringen 22
5.1	Landelijk gebruikersonderzoek 22
5.2	Enquête Zeeland 23
5.3	Conclusies gebruikerswensen 24
6	Relatie overnachtingsproblematiek 25
6.1	Juridisch kader 25
6.2	Corporate uitvoeringskader 26
6.3	Overnachtingsproblematiek in Zeeland 26
6.4	Conclusie overnachtingsproblematiek 27
7	Verkeerskundige randvoorwaarden 28
7.1	Verandering vloot 28
7.2	Verkeersprognose Zeeland 31
7.3	Conclusies verkeerskundige randvoorwaarden 32
8	Buitenlandse voorbeelden 33
8.1	België 33
8.2	Duitsland 35
8.3	Frankrijk 38
8.4	Oostenrijk 38
8.5	Verenigde Staten 39
8.6	Conclusie buitenland 39

9	Alternatieven voor de inrichting 40
9.1	Alternatieve configuraties 40
9.2	Voorkeursalternatieven 45
10	Alternatieven voor de constructie 46
10.1	Opknappen of vervangen 46
10.2	Kosten aanleg en onderhoud 46
10.3	Conclusies en aanbevelingen 48
10.4	Bestemming vrijkomend remmingwerk 47
11	Referenties 49
12	Bijlagen 50

1 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

Het verschijnen van grote duwkonvoeien leidde in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw tot onderzoek naar de optimale vormgeving van de invaart van sluisen. De resultaten ervan kregen hun weerslag in de Richtlijnen Vaarwegen. Deze zijn tot vandaag de dag de grondslag voor de configuratie van de remmingwerken. De noodzaak tot toekomstig groot onderhoud aan de Zeeuwse remmingwerken gaf aanleiding tot een onderzoek met twee hoofdvragen:

1. is te volstaan met minder strekkende meters remmingwerk?
2. is het remmingwerk onderhoudsvriendelijker te maken?

Om een indruk te krijgen van het huidige gebruik van de remmingwerken is veldonderzoek uitgevoerd. Op vijf grote sluiscomplexen is op dagen met vrij krachtige dwarswind visueel waargenomen of schepen van het remmingwerk gebruik maakten en op welke wijze ze de kolk binnenvoeren. Slechts een vijfde van de tijdens de telperiode geregistreerde schepen maakte gebruik van het remmingwerk. Het gebruik van het remmingwerk is extensief: slechts 300 m' wordt gebruikt en men meert bij voorkeur niet twee breed af. Het langs het remmingwerk schuiven om de kolk binnen te varen, komt zelden voor.

Uit gebruikersonderzoeken komt naar voren, dat remmingwerk en fuik in een substantieel aantal gevallen bij het wachten op een schutting of het invaren van de sluis gebruikt zou worden. De meest genoemde reden is een lange wachttijd voor een schutting. Over de configuratie zijn de schippers over het algemeen tevreden. De uitvoering van de wachtplaatsen zou soberder mogen, mits een goede afloopvoorziening naar de wal aanwezig is. Medegebruik van wachtplaatsen als overnachtingsplaats stuit niet op grote weerstand, integendeel, veel schippers zijn voorstander hiervan.

Onderzoeken naar de problematiek van overnachtende schepen geven geen aanwijzingen over de configuratie en inrichting van remmingwerken, anders dan de stelling dat voor overnachten een soberder uitvoering acceptabel is. Vergelijking met buitenlandse sluisen laat zien, dat de inrichting van de remmingwerken van die sluisen niet te vergelijken is met die bij ons. Remming- en geleidewerken als vrijstaande constructie kent men nauwelijks. Soberheid is troef.

Als belangrijkste wijziging in de verkeerskundige randvoorwaarden geldt het steeds groter en langer worden van de schepen. Deze grotere, moderne schepen zijn uitstekend manoeuvreerbaar, ze zijn beter in staat gaande te houden en zullen nog minder dan nu geneigd zijn af te meren op de remmingwerken.

Uit een studie naar opknappen of vervangen van de bestaande constructies volgt de conclusie, dat opknappen van remmingwerken aanzienlijk voordeliger is dan vervangen wat de integrale kosten en milieubelasting betreft. De innovatieve varianten van GVK scoren bij nieuwbouw echter gunstiger ten aanzien van milieubelasting. De werkgroep adviseert beide opties in een proefproject uit te zetten en daarbij de markt uit te dagen tot inbreng van meer innovaties.

Samenvattend, het onderzoek leidt tot de **conclusies**:

1. Het is verantwoord de remmingwerken korter te maken: het deel van 100 m' lengte tussen de fuik en de opstelplaats kan vervallen en de wachtplaats kan anders worden ingericht. De genoemde 100 m' komt overeen met ongeveer 20% van de huidige lengte van het remmingwerk en betekent tevens een besparing van 20% op de onderhoudskosten hiervan. Afhankelijk van de uiteindelijke configuratie kunnen de onderhoudskosten verder worden teruggebracht tot ongeveer 50% van de huidige. Voor de vier Zeeuwse sluiscomplexen betekent het minimaal een besparing van 1200 m' remmingwerk.
2. Een te vervangen remmingwerk is tegen dezelfde kosten onderhoudsvriendelijker te maken door het uit te voeren in glasvezel versterkt kunststof (GVK). Het opknappen van de bestaande remmingwerken is echter goedkoper dan vervangen door GVK

Op grond van deze conclusies heeft de werkgroep de volgende **aanbevelingen**:

1. Laat simulaties uitvoeren om na te gaan welke van de gepresenteerde alternatieve configuraties acceptabel is.
2. Overleg met de gebruikers om draagvlak te creëren voor dergelijke alternatieve configuraties.
3. Zet de voorgestelde constructieve opties uit in een praktijkproef, dat wil zeggen het opknappen van de bestaande constructie en vervangen hiervan door een GVK-constructie.
4. Daag de markt uit tot het inbrengen van innovatieve varianten.
5. Ga na of een praktijkproef met de GVK-constructie past binnen het project derde kolk Prinses Beatrixsluis. Zo niet, doe de praktijkproef bij een Zeeuwse sluis.

2 Vraagstelling

Rijkswaterstaat Dienst Zeeland (DZL) heeft in totaal zo'n 10.000 m' aan remmingen en geleidewerken, vooral bij de grote sluiscomplexen (Kreekrak, Krammer, Hansweert en Terneuzen). In het onderhoudsplan is uitgegaan van een levensduur van 40 tot 50 jaar met eens in de twintig jaar groot onderhoud. Het laatste heeft met uitzondering van Terneuzen tot op heden niet plaatsgevonden.

Bij een inspectie in 2008 bleek dat de remmingwerken zich in redelijke staat bevinden. Vervolgens is klein onderhoud uitgevoerd om ze veilig te houden voor de gebruiker. Tegen 2018 moet evenwel rekening worden gehouden met groot onderhoud. Naar verwachting zal dit een aanzienlijk bedrag vergen: op basis van huidige inschatting enkele tientallen miljoenen euro's. Vanuit deze achtergrond heeft Managementteam Water en Scheepvaart van Dienst Zeeland in oktober 2008 opdracht gegeven tot het uitvoeren van een eerste onderzoek naar nut en noodzaak van vervanging van de huidige remmingwerken en haalbaarheid van eventuele aanpassingen, mede in het licht van de landelijke Rijkswaterstaatdoelstelling 'vlot en veilig' en 'huis op orde'.

Medio 2009 is een werkgroep opgericht om te onderzoeken hoe het beste met de onderhoudsproblematiek is om te gaan. Al snel werd duidelijk dat het groot onderhoud later kon worden uitgevoerd, dan aanvankelijk was verondersteld. Dit gaf ruimte voor nader onderzoek met twee hoofdvragen:

1. Is te volstaan met minder strekkende meters remmingwerk?
2. Is het remmingwerk onderhoudsvriendelijker te maken?

De vragen zijn voor een deel beantwoord met behulp van waarnemingen in het veld, voor een deel aan de hand van systematische analyse van het functioneren van een remmingwerk en voor een deel aan de hand van buitenlandse voorbeelden. Op grond daarvan zijn enkele alternatieve oplossingen bedacht voor zowel voor de configuratie als de constructie en de toe te passen materialen. Maar de focus van het rapport ligt op de configuratie van de remmingwerken.

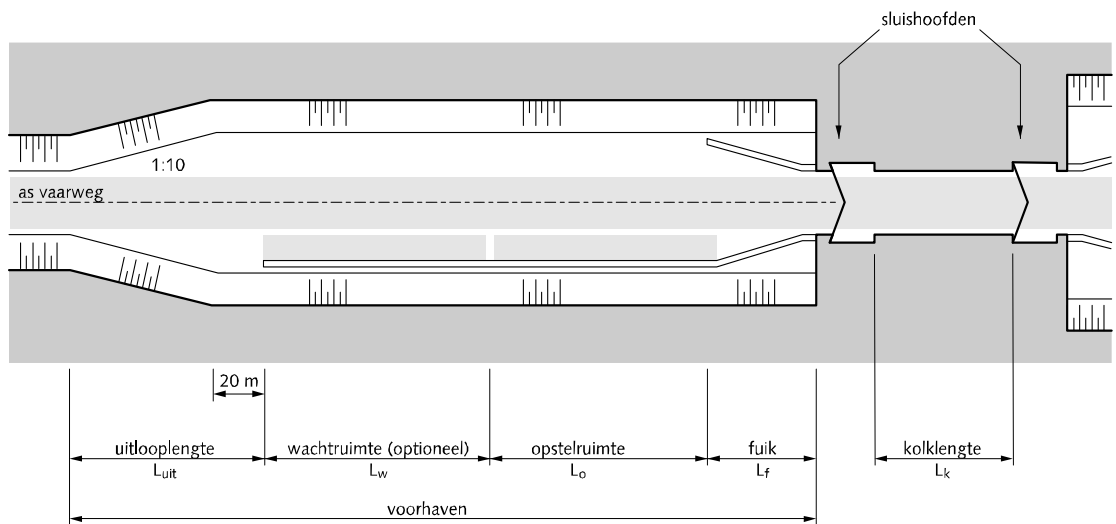
Het rapport is opgesteld als samenwerking tussen de Dienst Zeeland, de Dienst Infrastructuur en de Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat. Voorzitter was Kees Schefferlie van Dienst Zeeland. Leden van de werkgroep waren Jolco Brolsma (Dienst verkeer en Scheepvaart), Eduard van Dijk (Dienst Infrastructuur), Charles Mollet en Ad van Sprundel (beide Dienst Zeeland). Met nadruk zij vermeld dat de resultaten van dit onderzoek ook voor soortgelijke sluiscomplexen buiten Zeeland van nut kunnen zijn.

3 Vigerende richtlijnen

3.1 Richtlijnen Vaarwegen

In 1957 voer het eerste duwkonvooi op de Rijn naar voorbeeld van de in de Verenigde Staten al veel langer voorkomende vaart met gekoppelde duwbakken. Duwvaart was meteen een succes en de vloot van bakken en duwboten groeide in snel tempo.

Een duwkonvooi was, wat afmetingen en motorvermogen betreft, onvergelijkbaar met de toenmalige motor- en sleepscheperen. Voor het ontwerp van duwvaartsluizen voor het Amsterdam-Rijnkanaal en de Schelde-Rijnverbinding kon men derhalve niet terugvallen op technische kennis uit het verleden. Rijkswaterstaat startte in de jaren 1964-1966 een uitgebreid hydraulisch onderzoek (M838) bij het toenmalige Waterloopkundig Laboratorium (WL) om de vereiste kennis te verwerven. Medio 1968 volgden de prototypemetingen in de inmiddels gereed gekomen Volkeraksluizen en Hartelsluizen. De resultaten zijn vastgelegd in een serie WL-rapporten en de Rijkswaterstaat Communications no. 16 (1973), getiteld *Navigation Locks for Push Tows*. Bovendien vormden de uitkomsten de basis voor hetgeen over remmingwerken bij sluizen is opgenomen in de *Richtlijnen Vaarwegen*, die in eerste versie in 1992 verschenen. De momenteel vigerende versie van de richtlijnen stamt uit 2005. Uit deze richtlijnen komt de onderstaande principeschets van de inrichting van een voorhaven.



Figuur 1: Principeschets sluis met voorhaven en remmingwerken

Het remmingwerk bestaat uit drie gedeelten: de fuik, de opstelruimte en de wacht-
ruimte. Ten behoeve van de vlotte en veilige vaart dient het remming- of geleidew-
erk (vanaf nu spreken we alleen over remmingwerk) de volgende functies te ver-
vullen:

1. de fuik geeft schepen fysieke en visuele geleiding bij het binnenvaren van de
sluis en voorkomt klemvaren in de kolk, bovendien beschermt de fuik de sluis-
hoofden tegen aanvaring
2. de opstelruimte is bestemd voor het afmeren van de schepen, die met de
eerstvolgende schutting mee gaan
3. de wachtruimte is bestemd voor het afmeren van de schepen, die niet met de
eerstvolgende schutting mee gaan en moeten overliggeren

De symmetrisch geplaatste poten van de fuik staan onder een hoek van 1:4 tot 1:6.
Ter plaatse van de aansluiting op het sluishoofd is een afronding om een vloeiende
overgang op de kolkwand mogelijk te maken. Het remmingwerk is onder water van
een open constructie om hinderlijke zuiging te voorkomen.

De opstelruimte heeft dezelfde capaciteit als de sluis kolk. De lengte van de opstel-
ruimte bedraagt 1,0 tot 1,2 maal de lengte van de kolk. De breedte van het gere-
serveerde wateroppervlak is bij voorkeur gelijk aan de breedte van de kolk. De op-
stelruimte ligt buiten de vaargeul met inachtnaam van een veiligheidsmarge tussen
gemeerde en passerende schepen. Als de schepen in de sluis twee breed liggen, is
het uitgangspunt dat ze bij de opstelruimte ook twee breed liggen.

De wachtruimte is even breed als de opstelruimte en heeft een lengte, die afhankelijk
is van het op een drukke dag te verwachten scheepsaanbod, zonodig met behulp
van simulatie te bepalen. De richtlijnen geven aan, dat adequate benuttingsmaat-
regelen de aanleg van een wachtruimte kunnen verminderen. Bij plaatsing tegenover
elkaar, aan weerszijden van het vaarwater, kunnen opstel- en wachtruimte eventueel
telkens van functie wisselen.

De remmingwerken zijn niet bestemd om overnachtende schepen te faciliteren, on-
geacht het feit dat beheerders onder bepaalde praktijkomstandigheden overnachten
op de remming toestaan.

3.2 Ontwerprichtlijnen

Een remmingwerk en meerpalen zijn vooral bedoeld energie op te nemen. De energie
die een schip overdraagt is te berekenen met ervaringsgetallen en vuistregels of
met gebruikmaking van normen en formules. Daarbij geldt, dat sommige methodes

alleen geschikt zijn voor meerpalen, anderen voor remmingwerken. Een formule als die van de Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferneinbauten (EAU2004) bijvoorbeeld, is alleen geschikt voor vrijstaande constructies, dus niet voor damwanden, kolkwanden en dergelijke.

3.2.1 Ervaringsgetallen en vuistregels

In de voorontwerpfase van een project, wanneer nog geen concrete gegevens van het scheepvaartverkeer bekend zijn, zal men gebruik maken van de indeling van arbeidsvermogen uit ontwerpen uit het verleden. De energiewaarden van de vuistregels zijn waarden, die in de praktijk een goede schatting bleken te zijn van de optredende energieën. Gedeeltelijk zijn deze waarden ook gebaseerd op onderzoek naar scheepsgedrag.

Vanwege mogelijke beschadiging van het schip zijn aan de optredende botskrachten per scheepvaartklasse maximale waarden gesteld, namelijk:

- remmingwerken: 200 kN voor klasse I tot 1000 kN voor klasse VI
- fuikconstructie: 200 kN voor klasse I tot 1200 kN voor klasse VI; voor de tussengevallende scheepsklassen behoort de waarde rechtlijnig te worden geïnterpoleerd.
- meerpalen: idem waarden voor fuikconstructie

De vaarsnelheid is van vele factoren afhankelijk (scheepsgrootte, belading, plaats ten opzichte van de constructie, enz.). Voor de vaarsnelheid kunnen de volgende richtwaarden voor beladen schepen worden gehanteerd: 3,0 m/s voor scheepvaartklasse I en 1,50 m/s voor klasse VI. Voor de overige scheepsklassen behoort de waarde rechtlijnig te worden geïnterpoleerd.

Voor de hoeksnelheid kunnen de volgende richtwaarden voor beladen schepen worden gehanteerd: 0,01 rad/s voor scheepvaartklasse I en 0,004 rad/s voor klasse VI. Ook nu behoort de waarde voor de overige scheepsklassen rechtlijnig te worden geïnterpoleerd.

De constructieonderdelen van het remmingwerken of meerpalen worden niet gedimensioneerd op mogelijke ongevalsituaties in de vorm van bijvoorbeeld stuurfouten door schippers. Indien een ontwerp gemaakt moet worden voor een voorhaven, waar grotere snelheden of doorbuiging gewenst is, moet dit in afwijking van bovenstaande, nader bepaald worden. Opgemerkt wordt dat het maatgevend schip niet per definitie het grootste schip is. Er wordt voor de remmingwerken in Zeeland een (kinetische) energieopname aangehouden van 120 kNm.

3.2.2 EAU-formule

In de ontwerpfase zal vervolgens gebruik worden gemaakt van de vereenvoudigde of van de EAU-formule. De vereenvoudigde formule wordt toegepast in de ontwerpfase wanneer geen extreme situaties van aanvaarhoeken en -snelheden van schepen te verwachten zijn, terwijl de EAU-formule toegepast wordt in meer extremere situaties van aanvoerhoeken en -snelheden van schepen op remmingwerken die bescherming aan constructies moeten bieden.

In de EAU-formule voert men meestal de volgende parameterwaarden in: aanvaarhoek 15° , snelheid = 1,5 m/s. Waarden voor aanvaarhoek en aanvaarsnelheid zijn arbitrair. Meer gefundeerde waarden zijn vast te stellen met behulp van simulatieonderzoek of praktijkmetingen. Per situatie zal de uitkomst dan verschillend zijn. In veel gevallen is zo'n onderzoek niet lonend.

Met de verkregen aanvaarenergie wordt vervolgens met behulp van de methode Blum of een damwandprogramma (bijvoorbeeld MSheet) de spanning en de vervorming van een constructie bepaald. De methode Blum wordt in de meeste gevallen voor bepaling van een indicatie van de afmetingen van de paal toegepast. In de ontwerpfasen worden de definitieve afmetingen met behulp van een damwandprogramma bepaald.

3.2.3 Schematische botskrachtberekening

De schematische botskrachtberekening is onder andere beschreven in 'Belasting op remmingwerken en meerpalen door varende schepen', M1374V, Waterloopkundig Laboratorium Delft, Juli 1983, door A. Vrijburcht. Tevens zijn in appendix 15.3 van het boek 'Ontwerp van schutsluizen deel 2' twee formules behandeld voor een botskrachtberekening, waarin onderscheid is gemaakt voor een botskrachtberekening op een doorgaand remmingwerken en op een vrijstaande paal.

2.2.4 Bolder- en troskrachten

De scheepsklasse is voor binnenvaartschepen onder te verdelen in zes klassen met de op te nemen energie in kN en wel als volgt:

- klasse I + II: 150 kN
- klasse III + IV: 200 kN
- klasse V + VI: 250 kN
- recreatieschepen: 50 kN

De troskracht van een schip grijpt via de bolder direct of indirect op de damwand (kadeconstructie of paal) aan. Bij het indirect aangrijpen van een kracht op de wand vindt naast een spreiding door de wand zelf ook een spreiding plaats via het achterliggende aangrenzende materiaal. Het aangrijpingsgebied van de troskracht is direct of indirect op damwand of kade, de belasting onder 45° gespreid naar de damwand met het aangrijpingspunt ca. 0,5 m van de damwand

De bolderkracht van het schip wordt beschouwd als een statische trekkracht, welke wordt bepaald door de scheepsklasse, waterstroming en windbelasting. De invloed van de waterstroming is, naast de snelheid, ook afhankelijk van de waterspiegel daling ter plaatse van de meerplaats. Deze invloed kan door middel van een risicoanalyse, gebaseerd op metingen van schepen, omgezet worden naar een bolderkracht. Hierbij moet opgemerkt worden dat niet de bolder, maar dat de trossen de zwakste schakel moeten vormen. In feite moeten de bolderkrachten niet gebaseerd zijn op de scheepvaartklasse maar op de capaciteit van de te gebruiken trossen. In de praktijk blijkt echter dat de gebruikte trossen veelal zwaarder belast kunnen worden

dan de bolder alvorens deze bezwijken. Bij het ontwerpen van de bolder dient hiermee rekening gehouden te worden dat bij eventueel bezwijken van de bolder deze relatief eenvoudig hersteld kan worden.

Men dient ermee rekening te houden, dat twee gelijksoortige trossen van hetzelfde schip om één bolder gelegd kunnen worden, waarbij in het ongunstigste geval de twee trossen om dezelfde bolder en in elkaars verlengde kunnen komen. In dat geval is sprake van een 2x zo grote bolderkracht op de bolderconstructie. Wat de richting van de optredende bolderkracht betreft: deze komen over een gebied van 180° voor.

3.3 Richtlijnen voor de toepassing van hout

Algemeen geldt de NEN-EN 1995-1-2 Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies. Voorts zijn de NEN 6760:2008 en NEN 5498:1997 van toepassing. Daarnaast is de CUR 213, Hout in de GWW-sector, duurzaam detailleren in hout, een handleiding om op de juiste wijze te detailleren. Bij toepassen van Azobé geldt NEN 5480:1983.

Om het hout als constructie te verwerken in de diverse toepassingsgebieden is de NPR-5493 vervaardigd. Deze richtlijn is momenteel in bewerking en zal eendaags uitkomen als NEN 5493:2009. De duurzaamheidsklassen van hout worden beschreven in de NEN-EN 350-1:1994.

Wanneer hout wordt toegepast ten behoeve van de bekleding van de constructies dient het optimum gekozen te worden tussen (balk)afmetingen, onderlinge afstanden en overspanning (spantafstanden). De balken dienen voor de overdracht van de (aanvaar)krachten op de onderliggende constructie, tevens voor de bescherming van de scheepshuid tegen schade. Meestal is de overdracht van de krachten over drie aaneengesloten elementen verdeeld. Voor informatie over hout, houtsoorten en hun toepassingen is veel informatie te vinden op <http://www.houtdatabase.nl/>. Hierin staan de diverse uitgangspunten, voorwaarden en mogelijkheden om hout toe te passen. Dit betreft zowel de toepassing van de houtsoort als de werving hiervan, opdat de duurzame winning is gewaarborgd.

3.4 Duurzaam inkopen

Rijkswaterstaat heeft zich gecommitteerd overeenkomstig het Rijksbeleid om per 2010 100% alle materialen duurzaam in te kopen. Dit houdt in dat bij alle aanbestedingen en inkopen Rijksbrede minimumeisen voor duurzaamheid zijn opgenomen. De duurzaamheidscriteria zijn opgesteld door het agentschap SenterNovem, hetwelk vanaf januari 2010 verder gaat onder de naam AgentschapNL. Het Rijkswaterstaat aanbestedingsbeleid is leidend. De wijze waarop Rijkswaterstaat de toepassing van de in AgentschapNL genoemde minimumeisen borgt, is beschreven in een Rijkswaterstaat Brede Afspraak (RBA) en als voorliggend document bindend voorgeschreven bij aanbesteding van werken. Raadplaaig de site www.agentschapnl.nl/duurzaaminkopen

[kopen/Criteria/index.asp](#). Duurzaam inkopen is inmiddels voor de meeste overheidsinkopers een normaal onderdeel van het werk. Om de overheidsinkoper beter te bedienen, is vanaf nu alle informatie over duurzaam inkopen te vinden op www.rijkswaterstaat.nl/duurzaaminkopen.

Voor het ontwerpen van bouwprojecten heeft Rijkswaterstaat DuboCalc ontwikkeld, een gereedschap om de duurzaamheid van grond-, weg-, en waterbouwkundige werken (gww-werken) te beoordelen. Dubocalc is een computerprogramma dat de milieueffecten berekent van het materiaal- en energiegebruik van infrastructurele werken. Met dit hulpmiddel kunnen ontwerpers milieuprofielen bepalen van ontwerpalternatieven. DuboCalc rekent milieueffecten om tot de zogenoemde Milieu-KostenIndicator (MKI). De MKI geeft weer hoe groot de impact van een project is op het milieu. DuboCalc is gebaseerd op de levenscyclusanalyse. Deze analysemethode kijkt naar alle milieueffecten van het materiaal- en energiegebruik van een bouwwerk vanaf de winning tot aan de sloop- en hergebruikfase. De DuboCalc-score telt als waardering in het kader van de Economisch Meest Voordelige Inschrijving (EM-VI). DuboCalc biedt een aantal voordelen:

- inschrijvers en Rijkswaterstaat kunnen vaststellen of een bouwproject voldoet aan de criteria voor duurzaam inkopen.
- inschrijvers kunnen verschillende varianten van een project berekenen en bepalen welke variant het beste is voor het milieu.
- Rijkswaterstaat kan projecten van verschillende inschrijvers vergelijken op duurzaamheid.

DuboCalc is vanaf 2010 operationeel en beschikbaar voor de gww-branche. Voor het uitvoeren van de ontwerpen van bouwprojecten heeft Rijkswaterstaat de CO₂-Prestatieladder in ontwikkeling. Vooralsnog is deze Prestatieladder in voorbereidingsfase. Bedrijven kunnen reeds nu bij inschrijving overleggen dat hieraan wordt voldaan, bijvoorbeeld door Certificaat of ander bewijsmiddel.

4 Huidig gebruik remmingwerken

4.1 Opzet metingen

Om een indruk te krijgen van het huidige gebruik van de remmingwerken is veldonderzoek uitgevoerd. Op vier grote sluiscomplexen in Zeeland en, ter vergelijking, de Prinses Beatrixsluizen in Utrecht is op dagen met harde dwarswind visueel waargenomen of schepen van het remmingwerk gebruik maken en op welke wijze ze de kolk binnenvaren. De gegevens zijn in een Excel-tabel verwerkt voor analyse. De waarnemingen vonden plaats op de volgende dagen:

- Volkeraksluizen 8 november 2010
- Kreekraksluizen 4 november + 1 december 2010
- Krammersluizen 4 en 11 november + 1 december 2010
- Sluizen te Hansweert 4 november en 1 + 16 december 2010
- Prinses Beatrixsluizen 12 november 2010

Voorafgaand hieraan zijn op 15 juli 2010 proefwaarnemingen verricht bij de Kreekraksluizen om de werkbaarheid van het registratieformulier (bijlage 1) te testen. Deze proefwaarnemingen zijn niet betrokken in de hierna volgende analyse. In totaal is gedurende circa 100 uur het gebruik van de remmingwerken geregistreerd.

4.2 Resultaten metingen

Gedurende de waarnemingsperiode zijn door de vijf sluiscomplexen 848 schepen geschut. Van 817 schepen is een volledige ingevulde registratie beschikbaar. De totale verdeling over gaande houden en afmeren op de remming is als in de tabel:

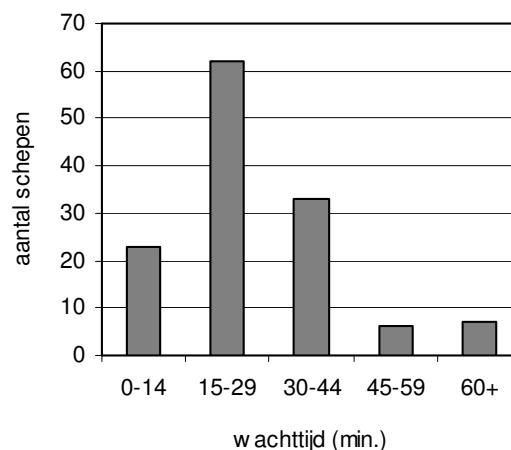
alle sluizen	gaande houden of direct invaren	aan remming afmeren	totaal
lege schepen	233 (70%)	98 (30%)	331 (40%)
geladen schepen	390 (80%)	96 (20%)	486 (60%)
totaal	623 (76%)	194 (24%)	817 (100%)

De waarnemingen zijn uitgevoerd op dagen met tenminste windkracht 5. Zelfs onder deze omstandigheden meerde zo'n driekwart van de schepen niet op het remmingwerk af, maar hield gaande (liet zich drijven in de voorhaven) of voer direct de sluis in. Het cijfer is iets vertekend, omdat zich op 1 december een stremming bij de Kreekraksluizen voordeed, waardoor op die dag relatief veel schepen op de remming afmeerden: 48% in plaats van 14% op een normale dag. Blijft die dag buiten be-

schouwing, dan ligt de verhouding tussen afmerende en gaande houdende schepen in totaal op 19% versus 81%. Ondanks de verschillen tussen de diverse sluiscomplexen is het beeld eenduidig: 75% à 85% van de schepen houdt gaande in de voorhaven of vaart de sluis direct in. Slechts 15% à 25% meert af op het remmingwerk.

sluiscomplex	gaande houden of direct invaren	aan remming afmeren
Hansweert	84%	16%
Krammer	80%	20%
Kreekrak excl. stremming	86%	14%
Kreekrak met stremming	52%	48%
Volkerak	75%	25%
Prinses Beatrix	75%	25%
totaal excl. stremming	81%	19%

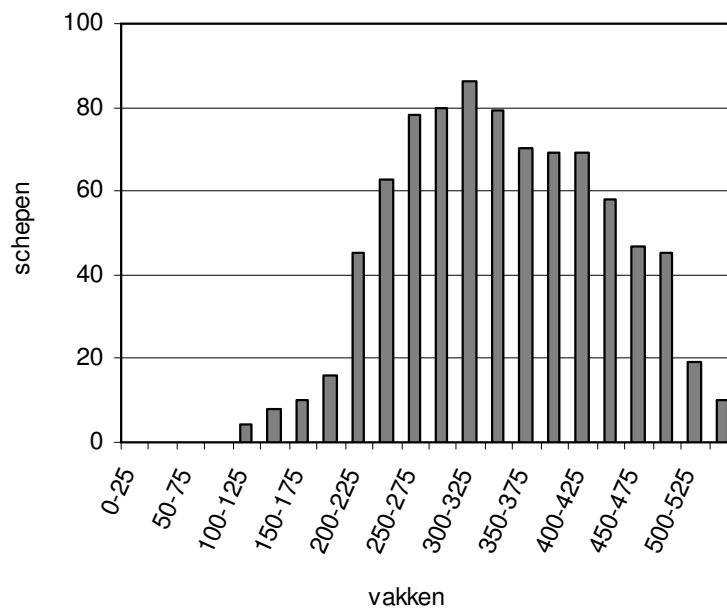
Duidelijk is voorts, dat geladen schepen vaker gaande houden dan lege schepen. Dit was te verwachten, omdat geladen schepen minder snel verwaaien. Anderzijds is het verschil niet heel groot, minder groot dan experts tevoren verwachtten. De schepen, die zich gaande houden of direct invaren, zijn gemiddeld 89 m lang tegen 98 m voor de schepen die afmeren op de remming. Voor Kreekrak- en Volkeraksluizen is het beeld echter juist omgekeerd. Er is niet duidelijk een type schip dat wel of niet afmeert. Doorgaans meren schepen af op het remmingwerk als ze langer dan een kwartier moeten wachten op het kunnen invaren van de sluis (figuur 2).



Figuur 2: Wachtijd van aan het remmingwerk afgemeerde schepen gedurende de metingen

De Zeeuwse remmingwerken zijn inclusief fuik doorgaans 550 m lang. Het gedeelte van 0 m tot 200 m gerekend vanaf het sluishoofd wordt vrijwel niet gebruikt, het gedeelte tussen 500 m en 550 m weinig. De schepen liggen meestal op het gedeelte dat 200 m tot 500 m van het sluishoofd verwijderd is. Een en ander is in figuur 3 in beeld gebracht met het aantal schepen per vak van 25 m. Een schip van 100 m lengte vult in deze opzet 4 à 5 vakken.

Schepen liggen zelden twee breed, hoewel hier destijds op is gerekend bij de bepaling van de lengte van het remmingwerk. Normaal gesproken is hiertoe geen noodzaak, vanwege het beperkte aantal afmerende schepen. Alleen bij grote drukte meert men langs zij van een ander schip af. Tijdens de metingen schoven minder dan tien schepen langs het remmingwerk en de fuik de kolk binnen.



Figuur 3: Gebruik van het remmingwerk per vak van 25 m (excl. stremming)

4.3 Conclusies huidig gebruik

Zelfs in omstandigheden met harde zijwind maakte slechts een vijfde van de geregistreerde schepen gebruik van het remmingwerk, waarbij geen grote verschillen zijn waargenomen tussen geladen en lege schepen. Het gebruik van het remmingwerk is extensief: slechts de halve lengte wordt gebruikt en men meert bij voorkeur niet twee breed af. Het langs het remmingwerk schuiven om de kolk binnen te varen, komt zelden voor.

5 Huidige wensen en ervaringen

5.1 Landelijk gebruikersonderzoek

In het kader van de publieksgerichte dienstverlening peilt Rijkswaterstaat elke paar jaar de tevredenheid van de afnemers van haar diensten. In 2009 bracht de Dienst Verkeer en Scheepvaart het Gebruikerstevredenheidonderzoek Binnenvaart 2009 uit. Uiteindelijk vulden 743 binnenschippers de *on-line* vragenlijst in. Enkele vragen hadden betrekking op wacht- en overnachtingsplaatsen. Helaas is in de vraagstelling niet altijd duidelijk onderscheid gemaakt naar wachtplaats en overnachtingsplaats, hetgeen afbreuk doet aan de bruikbaarheid van de antwoorden. Behalve algemene vragen, zijn er ook voor Zeeland specifieke vragen gesteld en stellingen geponeerd, anticiperend op het onderzoek naar nut en noodzaak van remmingwerken.

<u>vraag (algemeen)</u>	<u>(zeer) tevreden</u>	<u>neutraal</u>	<u>(zeer) ontevreden</u>
locatie wachtplaatsen bij sluizen	53%	32%	15%
aantal wachtplaatsen bij sluizen	42%	28%	30%

<u>stelling (Zeeland)</u>	<u>(helemaal) eens</u>	<u>neutraal</u>	<u>(helemaal) oneens</u>
de remmingwerken voldoen aan de behoefte	60%	25%	15%
schuift soms via de remming de kolk in	38%	22%	40%
kunnen beter omgebouwd tot overnachtingsplaats	30%	19%	52%
remmingen worden in toekomst minder gebruikt	8%	26%	66%
remmingen kunnen veel korter in toekomst	6%	9%	85%

reden om aan te leggen op een remmingwerk of wachtplaats (algemeen):

overnachtingsplaats	48%
opstelplaats voor schutting	41%
wachtplaats voor overligger	8%
anders	4%

wanneer maakt u gebruik van een remmingwerk of wachtplaats (Zeeland):

lange wachttijden bij sluis	62%
harde wind of slecht zicht	25%
andere reden	13%

hoe vaak maakt u gebruik van het remmingwerk bij de grote sluizen (Zeeland):

vrijwel elke passage (> 75% van de gevallen)	23%
regelmatig (50-75%)	40%
soms (25-50%)	23%
vrijwel nooit (< 25%)	12%
anders	3%

In meerderheid zijn de schippers tevreden over de locatie en de functionaliteit van de wachtplaatsen bij sluisen. Een substantieel deel van de schippers vindt dat er te weinig wachtplaatsen zijn, maar door de vage vraagstelling is niet duidelijk of zij niet overnachtingsplaatsen bedoelen. Een aandeel van 85% van de schippers zegt soms tot vrijwel altijd van de remmingwerken bij de Zeeuwse sluisen gebruik te maken. Als reden geeft men meestal op: een lange wachttijd, harde wind of slecht zicht. Een aandeel van 38% beweert soms via de remming de kolk in te schuiven. Het is niet ondenkbaar, dat men hier 'correcte' antwoorden heeft ingevuld en niet de werkelijkheid weergeeft. In overgrote meerderheid is men immers tegen aantasting van de huidige remmingen, alleen ombouw tot overnachtingsplaats heeft voor 30% van de schippers de voorkeur. De antwoorden moeten met enige terughoudendheid gehanteerd worden: ten tijde van het uitvoeren van de enquête was immers al bekend, dat het handhaven van de Zeeuwse remmingwerken in de huidige vorm ter discussie stond.

5.2 Enquête Zeeland

Om een specifiek beeld van de gebruikerswensen te krijgen, heeft Dienst Zeeland een gerichte, telefonische enquête gehouden. Hierbij is gebruik gemaakt van een formulier met open vragen (bijlage 1). Ter voorkoming van taalproblemen zijn alleen Nederlandse schepen ondervraagd, in totaal 25. Het telefonisch enquêteren was tijdrovend, maar het leverde goede resultaten op. Niemand weigerde medewerking te verlenen!

De vragen concentreerden zich op drie onderwerpen: de fuik, de opstel- en wachtplaatsen, dilemma's bij de realisatie van extra ligplaatsen. Tot slot mochten de schippers vrijelijk opmerkingen maken. Dit leidde tot de volgende bevindingen:

Fuik

- de huidige fuik beoordeelt men goed tot perfect, maar de fuik zou wat hoger opgetrokken mogen worden voor betere visuele geleiding.
- nagenoeg iedereen vindt dat de fuik niet weg mag, zonder een andere voorziening hiervoor in de plaats te stellen.
- 20% denkt dat meerpalen in plaats van een schort wel kunnen, 20% heeft dit liever niet, 60% wil geen palen vanwege de kans op grotere schades voor gebruiker én voor Rijkswaterstaat
- 60% gebruikt de fuik nooit om de kolk binnen te varen, 30% soms en 10% vaak

Opstel- en wachtruimte

- ruim 35% van de ondervraagden vindt dat het met de eisen wel iets minder kan, ruim 35% vindt dat er niets veranderd hoeft en bijna 30% vindt dat het beter kan
- 80% vindt de huidige opstel- en wachtruimte goed, 20% iets minder of beter
- 70% vindt meerstoelen in plaats van een schort kunnen, 30% niet of liever niet

- nagenoeg iedereen vindt dat de opstel- en wachtruimte thans niet gebruikt worden op de wijze waarvoor deze bedoeld zijn. Hiermee wordt bedoeld: schepen die te ver uit elkaar liggen of niet tijdig losgooien, dus inefficiënt gebruik

Extra ligplaatsen of handhaven remming

- het onderscheid tussen extra ligplaatsen, extra wachtplaatsen of extra overnachtingplaatsen is hierbij belangrijk, maar komt met de gehanteerde vraagstelling helaas ook hier niet goed uit de verf
- wel kan gesteld worden dat 60% voor versoberen van het remmingwerk is, mits goede afloopvoorzieningen aanwezig zijn. Slechts 20% is nog voor versoberen als bij de extra plaatsen geen afloopvoorzieningen worden aangelegd.

Samengevat wijzen de resultaten van de telefonische enquête op consenses over het nut van de fuik en de huidige vormgeving van de opstel- en wachtplaatsen. Een versobering van de wachtruimte is acceptabel, mits er goede afloopvoorzieningen zijn. Opmerkelijk is, dat vrijwel alle ondervraagden van mening zijn, dat de opstel- en wachtruimte vaak niet op de oorspronkelijk bedoelde wijze worden gebruikt. De vrije opmerkingen betroffen vaak een vermeend tekort aan lig- en overnachtingsplaatsen bij een bepaald sluizencomplex.

5.3 Conclusies gebruikerswensen

Als gezamenlijke conclusie uit het landelijke en het Zeeuwse gebruikersonderzoek komt naar voren, dat vooral het remmingwerk en in mindere mate de fuik in een substantieel aantal gevallen bij het wachten op een schutting of het invaren van de sluis gebruikt worden. De meest genoemde reden is een lange wachttijd voor een schutting, dat wil zeggen langer dan een kwartier. Over de vormgeving zijn de schippers over het algemeen tevreden. De uitvoering van de wachtplaatsen zou soberder mogen, mits ze als overnachtingsplaats gebruikt mogen worden en een goede afloopvoorziening naar de wal aanwezig is. Medegebruik van wachtplaatsen als overnachtingsplaats stuit niet op grote weerstand, integendeel, veel schippers zijn voorstander hiervan.

6 Relatie overnachtingsproblematiek

6.1 Juridisch kader

Op het ligplaats nemen zijn tal van wetten, reglementen en internationale afspraken van toepassing. De belangrijkste zijn samengevat in de onderstaande tabel.

Scheepvaartverkeerswet (Svw)	<ul style="list-style-type: none"> • het doel van de wet is het handhaven van de veilige en vlotte vaart • de wet vormt de basis voor de wetgeving met betrekking tot wacht- en overnachtingsplaatsen • de wet geeft geen inrichtingseisen
Binnenvaartpolitiereglement (BPR) en Rijnvaartpolitiereglement (RPR)	<ul style="list-style-type: none"> • BPR en RPR zijn opgehangen aan art.4 van de Scheepvaartverkeerswet • BPR en RPR geven verkeerstekens, regels en richtlijnen voor ligplaats nemende schepen, b.v. maximale ligtijd, afstand tot kegelschepen
Binnenvaartwet (Bw)	<ul style="list-style-type: none"> • in de Bw wordt in § 3 de maximale vaar- en rusttijd voorgeschreven in relatie tot bemanningssterkte • de Inspectie V&W zorgt voor handhaving
Waterwet (Ww)	<ul style="list-style-type: none"> • waarin opgenomen de wet beheer rijkswaterstaatswerken, zoals sluisen en remmingen • het blijvend goed functioneren van het waterstaatswerk staat voorop
Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs)	<ul style="list-style-type: none"> • de wet verankert het internationale verdrag over het vervoer van gevaarlijke stoffen met de binnenvaart, het ADN • de ervan afgeleide regeling bepaalt onder meer het ligplaats nemen van kegelschepen
Herziene Rijnvaartakte (Akte van Mannheim)	<ul style="list-style-type: none"> • internationaal verdrag betreffende de scheepvaart op de Rijn, waaronder het ligplaats nemen • de basis voor het internationale RPR
Richtlijnen Vaarwegen (RVW) zie § 2.1 van dit rapport	<ul style="list-style-type: none"> • corporate kader met onder meer richtlijnen voor de inrichting en uitvoering van remmingwerken en (overnachtings)havens

bron: rapport *Corporate uitvoeringskader ligplaatsen RWS*

Naast deze internationale en nationale regels hebben andere vaarwegbeheerders, zoals provincies, gemeenten, havenschappen of bedrijven soms hun eigen regelgeving aangaande het ligplaats nemen en overnachten. Inrichtingseisen zijn alleen te vinden in de Richtlijnen Vaarwegen.

6.2 Corporate uitvoeringskader

Het overnachten op ligplaatsen langs de rijksvaarwegen verloopt landelijk gezien niet altijd even consequent. De vaarweggebruiker is daardoor niet altijd op de hoogte wat de mogelijkheden en beperkingen zijn. Het medio 2011 uitgebrachte rapport Corporate uitvoeringskader ligplaatsen RWS moet hierin verandering brengen. De focus van het rapport ligt op het gebruik van overnachtingsplaatsen.

Als een mogelijke oplossing voor een tekort aan overnachtingsplaatsen wordt het gebruik van wachtplaatsen bij bruggen en sluizen gesuggereerd. Formeel gezien, is dit een oneigenlijk gebruik van de wachtplaatsen, die immers bestemd zijn voor schepen die op een brugopening of schutting wachten. Maar in stille perioden, vooral de nachten, kan het vaak weinig kwaad van (een deel van) de remmingwerken gebruik te maken. Als veiligheid en vlotheid maar niet in gevaar komen. Bij druk verkeer zijn de wachtplaatsen evenwel nodig voor hun eigenlijke functie. Omgekeerd kan een tekort aan overnachtingsplaatsen nooit een reden zijn extra remmingwerken bij bruggen of sluizen aan te leggen. Dan is te volstaan met simpeler en goedkopere afmeervoorzieningen.

Het rapport Corporate uitvoeringskader ligplaatsen RWS stelt voor onderscheid te maken tussen sobere en comfortovernachtingsplaatsen en waar mogelijk gebieden voor het afmeren op spudpalen aan te wijzen. Veel nieuwe schepen zijn namelijk uitgerust met spudpalen en het aanwijzen van aparte spudpalengebieden is een vrijwel kostenloze optie. Sobere overnachtingsplaatsen zijn bedoeld voor schepen tijdens de reis, die alleen maar willen overnachten. Kale meerpalen zonder afloopvoorzieningen of havenfaciliteiten volstaan. Elders zijn comfortovernachtingsplaatsen beschikbaar met onder meer afloopvoorzieningen, walstroom, de mogelijkheid van vuilnisafgifte en het aan de wal zetten en parkeren van de auto. In de regel vindt men zulke plaatsen in de wat grotere overnachtingshavens. Het corporate uitvoeringskader gaat niet zover, dat de configuratie van de remmingwerken aan de orde wordt gesteld, noch vermeldt het inrichtingseisen of constructieve eisen.

6.3 Overnachtingsproblematiek in Zeeland

In maart 2009 is een onderzoeksrapport over de ligplaatsproblematiek Schelde-Rijn corridor uitgebracht. Het onderzoek richtte zich in de eerste plaats op de problematiek van de overnachtingsplaatsen op de corridor.

De voornaamste aanbeveling was om het in de toekomst dreigende capaciteitstekort op te vangen door efficiëncywinst oftewel een betere benutting van de bestaande ligplaatsen. Efficiëncywinst is volgens de rapporteurs te behalen door de schepen, al

dan niet met ligplaatstoewijzing door de vaarwegbeheerder, dichter op elkaar af te meren. Het eigen onderzoek naar het huidige gebruik van de remmingwerken (hoofdstuk 3) onderschrijft deze aanbeveling: meestal liggen de schepen vrij ver uit elkaar en zelden twee of meer breed afgemeerd.

Het rapport bevat aanbevelingen voor eventuele uitbreiding van de ligplaatscapaciteit, maar geeft geen aanwijzingen voor de configuratie van remmingwerken en evenmin voor de uitrusting en constructie.



Steiger 3 in de overnachtingshaven IJzendoorn

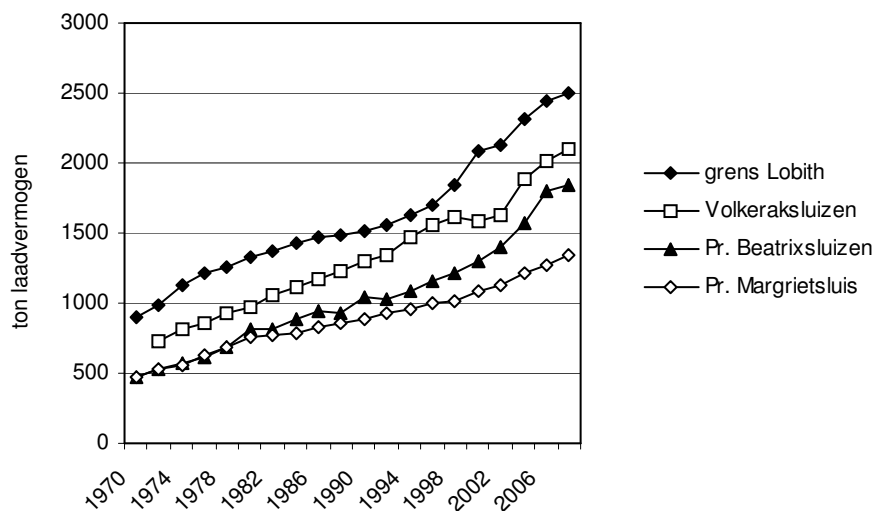
6.4 Conclusie overnachtingsproblematiek

Vanuit de overnachtingsproblematiek, dat wil zeggen het juridisch kader, het uitvoeringskader en het onderzoek voor de Schelde-Rijnkorridor volgen geen aanwijzingen voor de configuratie, uitrusting en constructie van remmingwerken. Wel is duidelijk, dat de remmingwerken van de sluisen te luxe zijn voor gebruik door overnachtende schepen. De aanbeveling overnachtingsplaatsen efficiënter dan momenteel te gebruiken, is ongewijzigd van toepassing op opstel- en wachtplaatsen langs remmingwerken.

7 Verkeerskundige randvoorwaarden

7.1 Verandering vloot

In de binnenvaart is een ontwikkeling naar steeds grotere schepen te zien. Figuur 4 toont, dat de gemiddelde grootte van de passerende schepen bij een drietal sluisen en bij Lobith jaar na jaar groeiende is. De Volkeraksluizen liggen in de Schelde-Rijnverbinding, een klasse VI-vaarweg, de Prinses Beatrixsluizen in het Lekkanaal, een klasse V-vaarweg, de Prinses Margrietsluizen in het gelijknamige klasse IV-kanaal en Lobith ligt aan de Rijn. Opvallend is het nagenoeg permanent stijgende verloop van de lijnen voor alle vaarwegklassen: tussen 1970 en 2005 steeg de gemiddelde scheepsgrootte in alle gevallen met een factor van ongeveer 2,5. De curve van de Volkeraksluizen is als representatief voor alle grote Zeeuwse sluiscomplexen te beschouwen.



Figuur 4: Gemiddelde scheepsgrootte

Die sterke stijging is alleen mogelijk, doordat de schepen steeds groter worden. Hieraan liggen twee tegengestelde, elkaar versterkende bewegingen ten grondslag: het aantal schepen van de actieve vloot onder Nederlandse vlag daalt gestaag, terwijl het totale laadvermogen deze ontwikkeling niet volgt. Het zijn namelijk vooral de schepen met een tonnage van minder dan 1500 ton, die verdwijnen (figuur 5). Tezelfdertijd neemt het aantal grote schepen van de klassen V en VI toe, evenals het aantal koppilverbanden. Bijvoorbeeld: van de 112 vrachtschepen, die in 2007 aan de West-Europese vloot toegevoegd zijn, bedroeg de gemiddelde tonnage 3405 ton.

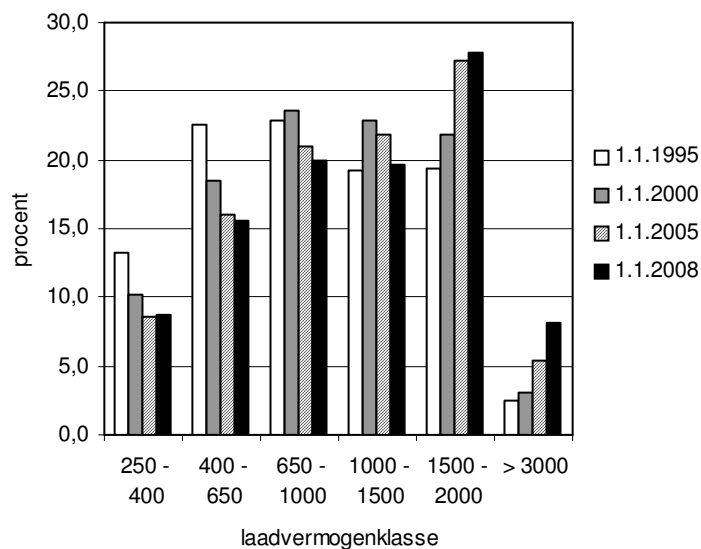
Dat komt overeen met een klasse Va-schip van 110 x 11,45 x 3,65 m. Van die 112 schepen heeft 32% een tonnage van minder dan 3000 ton, 47% behoort tot de klasse 3000 tot 4000 ton en 21% is groter dan 4000 ton. Het grootste binnenschip anno 2011 is de bunkertanker Vorstenbosch van 13.300 ton laadvermogen met de afmetingen van 147,5 x 22,8 x 5,4



foto Weekblad Schuttevaer

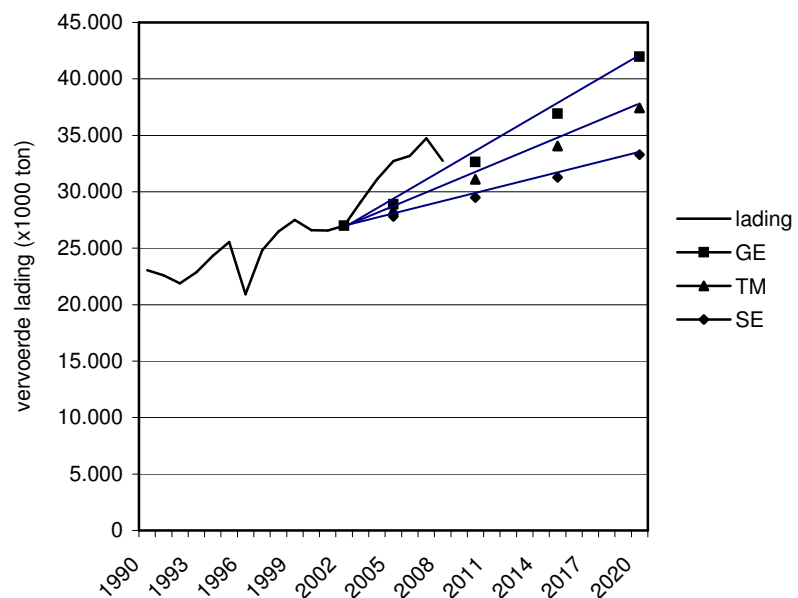
m. De tanker is bestemd voor bunkeren op de Maasvlakte, maar ook voor vervoer van vloeibare lading tussen de havens van Antwerpen, Rotterdam en Amsterdam. De maximale diepgang van 5,4 m is alleen mogelijk als het schip binnen het Rotterdamse havengebied blijft.

Koppelverbanden, dat wil zeggen een motorvrachtschip met een voorgespannen duwbak, zijn er in lengten tot 195 m. Het merendeel van de recente nieuwbouw vaart onder Nederlandse vlag en de schaalvergroting manifesteert zich derhalve sterker bij de Nederlandse vloot, dan bij de vloot van de buurlanden. De schaalvergroting zal ongetwijfeld geruime tijd doorgaan, ongeacht de vertraging in nieuwbouworders ten gevolge van economische crisis.



Figuur 5: Samenstelling Nederlandse actieve vloot

Tezelfdertijd is er een trend naar meer gespecialiseerde schepen, dat wil zeggen schepen geschikt voor één bijzonder soort lading. Denk aan eetbare oliën, cement, vloeibaar gas, rollende lading, palletvervoer, enzovoorts. Het nadeel is, dat dergelijke schepen in de regel zeer prijzig zijn, alleen die ene soort lading kunnen vervoeren en zelden of nooit retourvracht hebben. Een speciale categorie is die van de schepen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, die verplicht zijn één, twee of drie kegels te voeren. In de regel duidt men dergelijke schepen aan als kegelschepen. Dergelijke speciale schepen stellen geen bijzondere eisen aan de remming of ligplaats. In het geval van kegelschepen zijn echter wettelijk aparte ligplaatsen voorgeschreven.



Figuur 6: Passeerde goederen te Hansweert

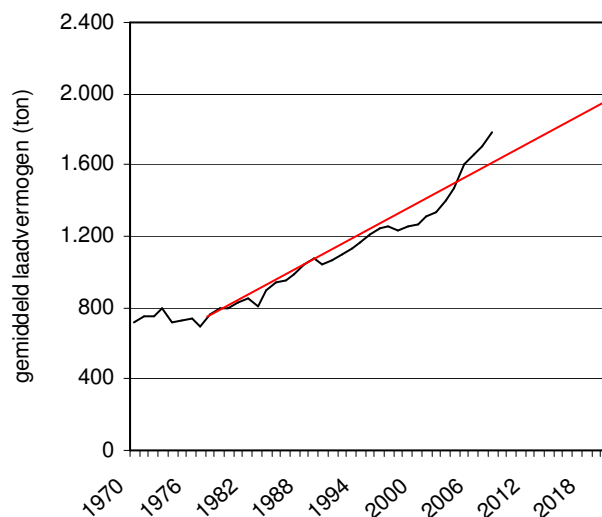
De binnenvaartvloot is de laatste jaren niet alleen veranderd wat het laadvermogen betreft, maar ook met betrekking tot manoeuvreerbaarheid. Met het groter worden van de schepen is het voortstuwingsvermogen sterk toegenomen. In combinatie met moderne roerwerken zijn de huidige schepen, ondanks de grote afmetingen, uitstekend zo niet beter bestuurbaar dan oudere, kleine vaartuigen. Daarenboven zijn nagenoeg alle grote schepen met een boegschroef uitgerust, een schroef die een waterstroom dwars op het voorschip uitstoot. Dit maakt dat moderne motorschepen zich nagenoeg dwars van de remmingwerken af kunnen zetten. Wanneer sprake is van koppelverbanden met een vaste duwbak, is de laatste in de regel ook voorzien van een boegschroef. Zelfs in het geval van tweebaks of vierbaks duwkonvoeien is vaak één van de bakken voorzien van kopbesturing.

Een recente innovatie vormen spudpalen. Dat zijn telescopische palen, die onder uit de romp schuiven en het schip als het ware vastprikken in de bodem. Afmeren op trossen is niet langer nodig. Het schip kan zich op elke lokatie vastprikken, mits het gebruik van spudpalen aldaar is toegestaan natuurlijk en dat is op maar weinig plaatsen het geval.

7.2 Verkeersprognose Zeeland

Voor de prognose van het goederenvervoer hanteert Rijkswaterstaat de zogenaamde WLO-(Welvaart-Leefomgeving) scenario's, waarvan de scenario's Strong Europe (SE), Transatlantic Market (MT) en Global Economy (GE) het meest relevant zijn. Als basisjaar voor de berekeningen dient 2002, het meest recente jaar met een volledige herkomst/bestemmingsmatrix.

Figuur 6 laat de prognose zien voor sluisen te Hansweert, die model kan staan voor de andere grote sluiscomplexen. De ontwikkeling lag de afgelopen jaren ruim boven de prognoses, maar benadert inmiddels de lijn der verwachtingen. De hoogste prognose (GE) komt uit op 42,0 miljoen ton in 2020, de meer gematigde prognose (TM) op 37,4 miljoen ton en de laagste prognose (SE) op 33,0 miljoen ton. Deze cijfers vertonen een goede overeenkomst met die uit een in 2009 verschenen rapport van Ecorys & Resource Analysis: Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied: 42,0 resp. 39,2 en 36,5 miljoen ton.



Figuur 7: Gemiddelde scheepsgrootte te Hansweert

Het afgelopen decennium lag de gemiddelde beladingsgraad (= totaal vervoerde lading/laadvermogen) van de te Hansweert schuttende schepen op gemiddeld 50%. Het gemiddelde laadvermogen groeide sterk, vooral de afgelopen jaren. Een raming van circa 2000 ton per schip in 2020 is aannemelijk. Bij 50% belading vervoert een schip dus gemiddeld 1000 ton goederen. Voor 42 miljoen ton lading (GE) zijn derhalve 42.000 schepen nodig, voor 37,4 miljoen ton lading (TM) 37.400 schepen en voor 33,0 miljoen ton (SE) 33.000 schepen. Ecorys komt door een andere schaalvergroting te veronderstellen anders uit: 40.500 resp. 37.880 en 35.250 schepen in het jaar 2020.

Ter vergelijking: in 2009 passeerden 39.852 schepen de sluisen te Hansweert. Zelfs in het hoogste groeiscenario is dus nauwelijks sprake van groei van het aantal passerende schepen. Het zijn wèl aanzienlijk grotere schepen. Dit beeld geldt ook voor de drie andere, grote sluiscomplexen in het Zeeuwse.

7.3 Conclusies verkeerskundige randvoorwaarden

De twee voorgaande paragrafen toonden als belangrijkste wijziging in de verkeerskundige randvoorwaarden het steeds groter en langer worden van de schepen. Door het groter worden van de schepen wordt de groei van het goederenvervoer gecompenseerd. Anders gezegd: om de verwachte ladingstroom te vervoeren, zijn niet meer schepen nodig dan heden ten dage passeren bij de Zeeuwse sluisen.

De grotere, moderne schepen zijn uitstekend manoeuvreerbaar, vaak beter dan oudere schepen. Dergelijke schepen zijn beter in staat gaande te houden en zullen minder snel geneigd zijn af te meren op de remmingwerken. Veelal zijn dergelijke schepen voorzien van spudpalen en mocht het gebruik van spudpalen in voorhavens toegestaan worden, dan vermindert de noodzaak om vast te maken nog meer.

8 Buitenlandse voorbeelden

Het is bij het zoeken naar alternatieven verstandig over de landsgrenzen te kijken. Een rapport van PIANC uit 2009 getiteld *Innovations in Navigation Lock Design* geeft een goed beeld van de stand van zaken wereldwijd. De tekst over inrichting van voorhavens en vormgeving van remmingwerken is vrijwel geheel ontleend aan de Richtlijnen Vaarwegen en bevat dus weinig verrassingen. De voorbeelden in de hierna volgende tekst zijn qua aantal beperkt, maar de keus is zodanig gemaakt dat ze redelijk representatief zijn. Het zijn vooral betrekkelijk recent aangelegde sluisen.

8.1 België

De sluis Evergem geeft toegang tot de Ringvaart van Gent naar het Gentse havengebied. Hier is enkele jaren geleden een tweede sluiscolk (met tussenhoofd) in gebruik genomen, de onderste colk in de afbeelding. Er is sprake van een soort fuik en van opstelplaatsen, maar niet conform de Nederlandse richtlijnen. De vormgeving van de voorhaven van de oude sluis toont hoe wachtende schepen de vaart kunnen blokkeren voor doorgaande vaart. In dit geval is de oude sluis waarschijnlijk buiten gebruik en wordt het remmingwerk gebruikt als wachtplaats. Door de aanwezige bebouwing is het woekeren met ruimte en moest men voor een suboptimale oplossing kiezen.



Sluis Evergem nabij Gent



Sluis Wintam in het Zeekanaal naar Brussel op de aansluiting met de Schelde

Het Zeekanaal naar Brussel mondt bij het gehucht Wintam uit in de Schelde. Hier ligt een in 1997 geopende sluis. Opmerkelijk is de asymmetrische fuik en het ontbreken van een opstelplaats aan de noordzijde. Dit was voorstelbaar als hier alleen zeevaart zou passeren, maar in werkelijkheid bestaat het verkeer hoofdzakelijk uit binnenvaartschepen. Er is aan de noordzijde wel een wachtgelegenheid te zien.

De sluis Meerhout in het Albertkanaal (afbeelding volgende pagina) heeft daarentegen een zeer fors uitgevoerde fuikconstructie. Aan de oostzijde zijn enkele langs een kade gemeerde schepen te zien. Er zijn geen remmingwerken, alleen fuiken, die echter niet voor afmeren bestemd zijn.

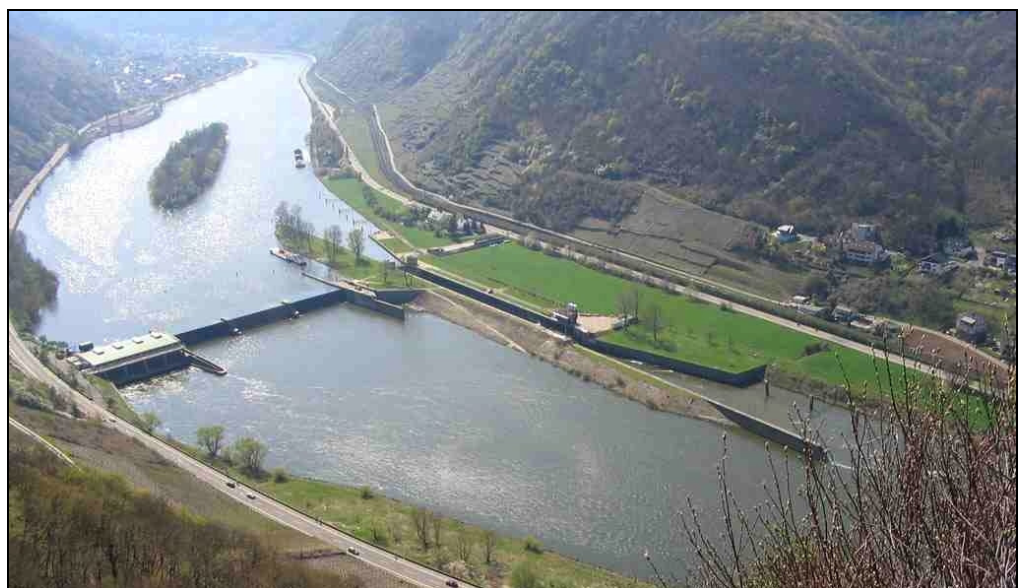
Andere sluisen in België tonen eenzelfde beeld: er is geen duidelijke standaard voor de inrichting van voorhavens met remmingwerken, meestal is er wel een soort fuik, maar zelden of nooit zijn er opstel- en wachtplaatsen aan remmingwerken.



Sluis Meerhout in het Albertkanaal, links de containerterminal Meerhout

8.2 Duitsland

In de jaren zestig van de vorige eeuw is de Moezel voor tweebakduwvaart bevaarbaar gemaakt. Bij de sluisen zijn geen echte remmingwerken geplaatst, hoogstens verticale geleidewanden. Eén daarvan loopt in het verlengde van de kolkmuur.



Sluis en stuw Lehmen in de Moezel

De opstelplaatsen zijn op palen zonder afloopvoorziening. Voor duwstellen, die met stroom achter naderen, lijkt dit een nogal summiere voorziening.

Voor de sluisen in het in 1992 geopende Main-Donaukanaal, geschikt voor tweebakduwvaart, is de situatie nauwelijks anders. De fuik bestaat uit betonnen wanden met nagenoeg rechte poten. Aan één zijde is een opstelplaats met verticale wand, aan de andere zijde van het kanaal enkele wachtplaatsen op palen met hier en daar een afloopvoorziening. Opmerkelijk detail: het op een schutting wachtende schip heeft niet de moeite genomen af te meren, maar houdt zich gaande bij de opstelplaats.



Main-Donaukanaal, sluis Berchingen

Een van de projecten, die uitgevoerd werden na de vereniging van Oost- en West-Duitsland, is de ongelijkvloerse kruising van het Mittellandkanaal en de Elbe nabij Maagdenburg. Tot het project behoorde naast het Elbe-aquaduct een dubbelsluis met spaarbekkens bij Hohenwarthe en een enkele sluis bij Niegripp, die verbinding met de Elbe geeft, alle in 2002 gereed gekomen. De foto op de volgende pagina laat zien, dat er sprake is van een fuik met rechte poten en opstel-/wachtplaatsen langs een kade. Bij Niegripp is de vormgeving minder uitgesproken, maar die sluis is dan ook minder druk. De inrichting bij Hohenwarthe kan men zonder meer eenvoudig, ja zelfs rechtlijnig noemen.



Sluis Hohenwarthe (onder) en Niegripp (boven) in het Mittellandkanal



Sluis en stuw bij Vallabrègues in de Rhône

8.3 Frankrijk

De meeste kanalen in Frankrijk zijn slechts geschikt voor spitsen, sloopjes van 350 ton laadvermogen. De sluisen zijn oud en hebben niet of nauwelijks voorzieningen in de vorm van remming- of geleidewerken.

Nieuwere sluisen zijn te vinden in de Rhône. De sluisen waren nodig door de naoorlogse bouw van dammen voor elektriciteitsopwekking. Op de Rhône is weinig scheepvaart. De foto op de vorige pagina toont dan ook summiere voorzieningen bij de sluis. Aan de benedenstroomse zijde is nauwelijks sprake van een fuik. In plaats van remmingwerken zijn er betonnen wanden en ligplaatsen op palen.

8.4 Oostenrijk

In het Oostenrijkse gedeelte van de Donau zijn diverse stuwdammen gelegd ten behoeve van energieopwekking. Schutsluisen waren nodig om de scheepvaart doorgang te verlenen. De jongste is de in 1998 in gebruik genomen stuwdam met dubbelsluis bij Freudenu, een voorstadje van Wenen.

Tussen de twee sluishoofden is geen opvangconstructie aanwezig. De voorhaven is zeker aan de benedenstroomse zijde weinig geschikt voor wachtende schepen, er zijn enkel kale betonwanden of damwanden. Overigens is de intensiteit van de scheepvaart op de Donau veel lager dan op de Rijn. Schepen hoeven in de regel niet te wachten op een schutting, maar kunnen direct de kolk binnenvaren.



Stuwdam met dubbelsluis Freudenu in de Oostenrijkse Donau

8.5 Verenigde Staten

In de Verenigde Staten kent men eigenlijk alleen duwvaart, vrijvarende motorschepen komen nagenoeg niet voor. Daarenboven zijn de verkeersintensiteiten aanzienlijk lager dan op de Nederlandse vaarwegen. De voorhavens van de sluisen zijn uiterst sober ingericht. De duwstellen moeten het doen met een kort, recht geleidewerk en wachtplaatsen beschouwt men, gezien de lage intensiteit van de scheepvaart, als een overbodige luxe. Kopbesturing kent men niet. Het binnenvaren van de sluis gebeurt op een in onze ogen vrij grofstoffelijke wijze.



*Bayou Boeuf Lock
in Louisiana*

8.6 Conclusie buitenland

Een ronde langs buitenlandse sluisen laat zien, dat de inrichting van de voorhavens van die sluisen niet te vergelijken is met de situatie bij ons. Remming- en geleidewerken als vrijstaande constructie kent men nauwelijks, een fuik is meestal wèl, zij het in summiere vorm aanwezig. En ondanks het feit, dat het op de buitenlandse vaarwegen doorgaans veel minder druk is dan op de Nederlandse, kan men zich afvragen of onze oplossing niet te veel van het goede is. In elk geval is een vergelijkbare configuratie van remming- en geleidewerken niet of nauwelijks te vinden in het buitenland.

9 Alternatieven voor de inrichting

9.1 Alternatieve configuraties

Het remmingwerk bestaat uit drie delen: de fuik, de opstelruimte en de wachtruimte. Door de functie van elk der delen nader te beschouwen, te vergelijken met situaties in het buitenland en de praktijkervaring in Nederland erin te betrekken, zijn alternatieven voor de huidige inrichting van het remmingwerk te bedenken. Voor elk der onderdelen van het remmingwerk gelden de volgende overwegingen:

fuik

De fuik dient ertoe geleiding te geven en het sluishoofd te beschermen. Als het zo is, dat schepen en duwstellen niet vanaf de opstelplaats tot in de kolk geleiding nodig hebben, en alles wijst daarop, dan hoeft de fuik niet persé in verbinding te staan met de opstelruimte. De breedte in de bek van de fuik moet twee maal de kolkbreedte zijn, de poten lopen in het horizontale vlak onder een hoek van 1 : 6 weg. Bij een ingekorte fuik lopen de fuikpoten onder een grotere hoek weg. Alleen in vaarwegen met een zeer lage verkeersintensiteit zou aan één zijde een fuikpoot in het verlengde van de kolkwand kunnen lopen. Dit is niet van toepassing op de Zeeuwse sluisen.

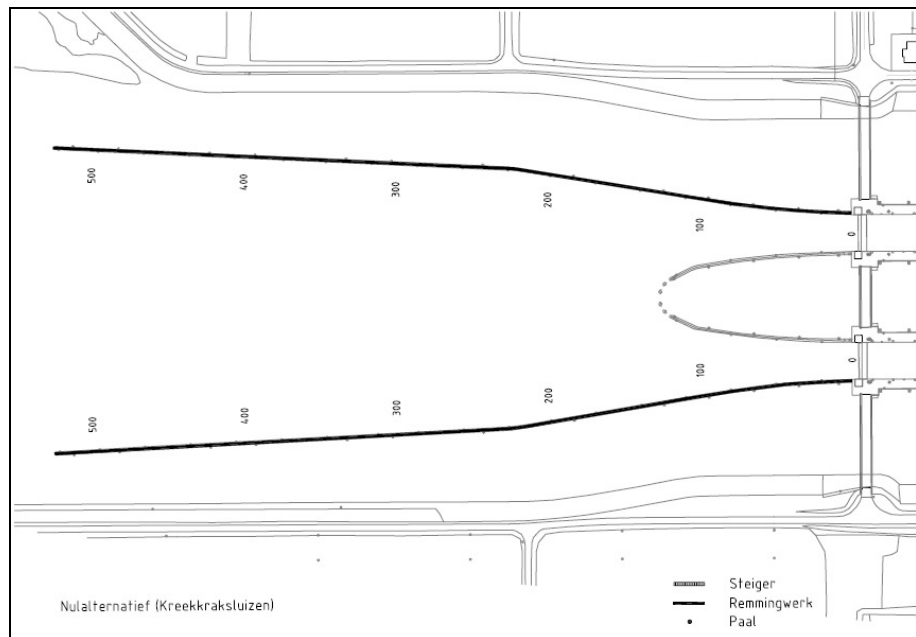
opstelruimte

Hoewel de schepen bij normaal sluisbedrijf betrekkelijk weinig gebruik maken van de opstelruimte, is en blijft een dergelijke voorziening nodig. De opstelruimte moet buiten de vaargeul liggen. Een afloopvoorziening naar de sluis, vroeger nodig om het de schipper mogelijk te maken zich te melden bij de sluismeester, is niet langer nodig. Een afloopvoorziening naar de wal evenmin. De opstelruimte is immers bedoeld voor een kortdurend verblijf. De opstelplaats is groot genoeg om één kolkvulling te accommoderen en heeft ingevole de Richtlijnen Vaarwegen een lengte van 1,1 maal de schutlengte van de kolk.

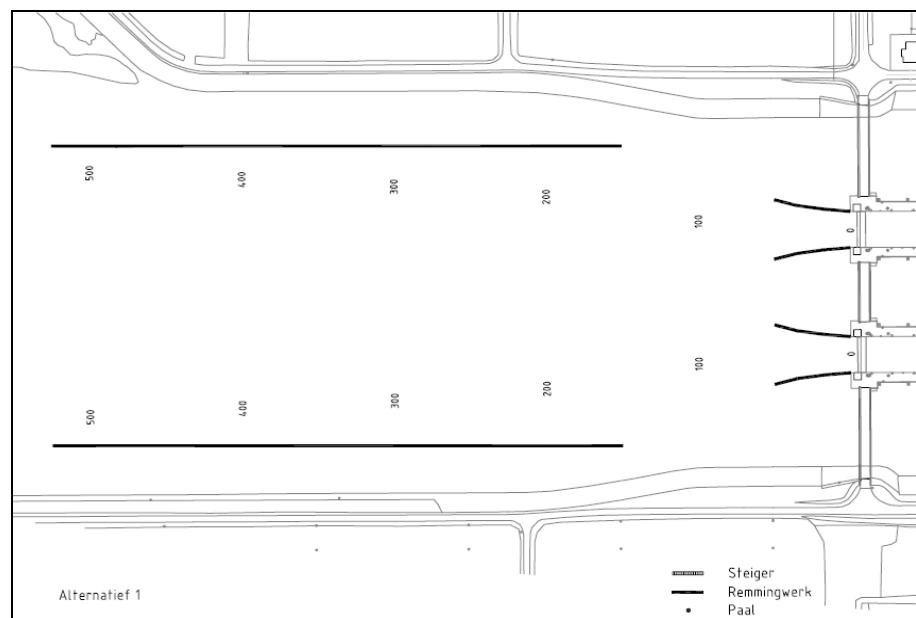
wachtruimte

Voor de wachtruimte geldt in nog sterkere mate dan voor de opstelruimte, dat schepen er weinig gebruik van maken. De wachtruimte hoeft niet persé met de opstelruimte verbonden te zijn en hoeft in principe niet van een verbinding met de vaste wal voorzien te zijn. Het is goed denkbaar de wachtruimte zo in te richten, dat hij ook voor overnachtende schepen te gebruiken is. In dat geval is een afloopvoorziening wenselijk.

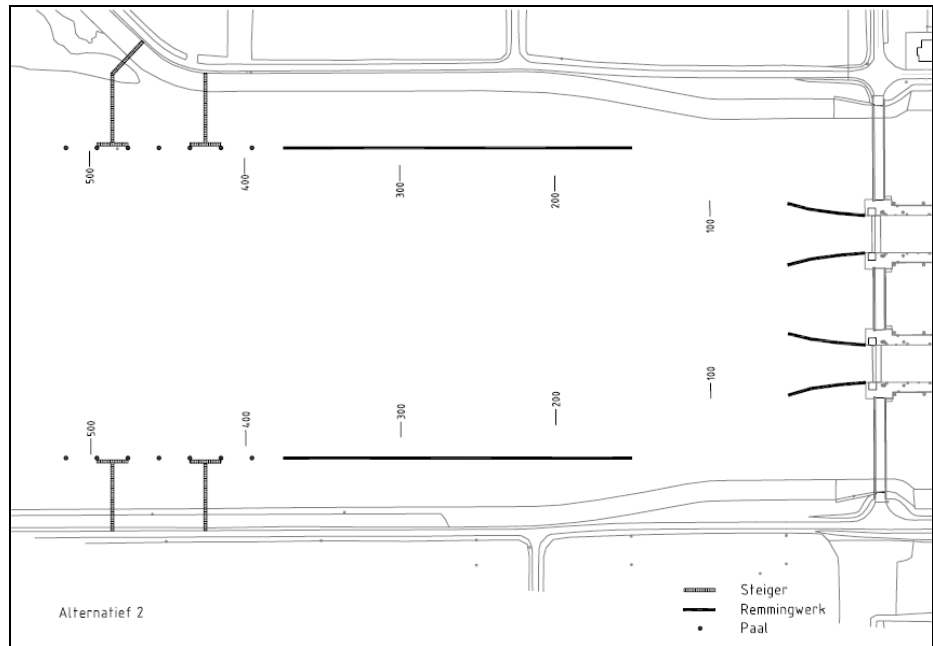
Ten principale zijn als alternatieve configuratie te bedenken:



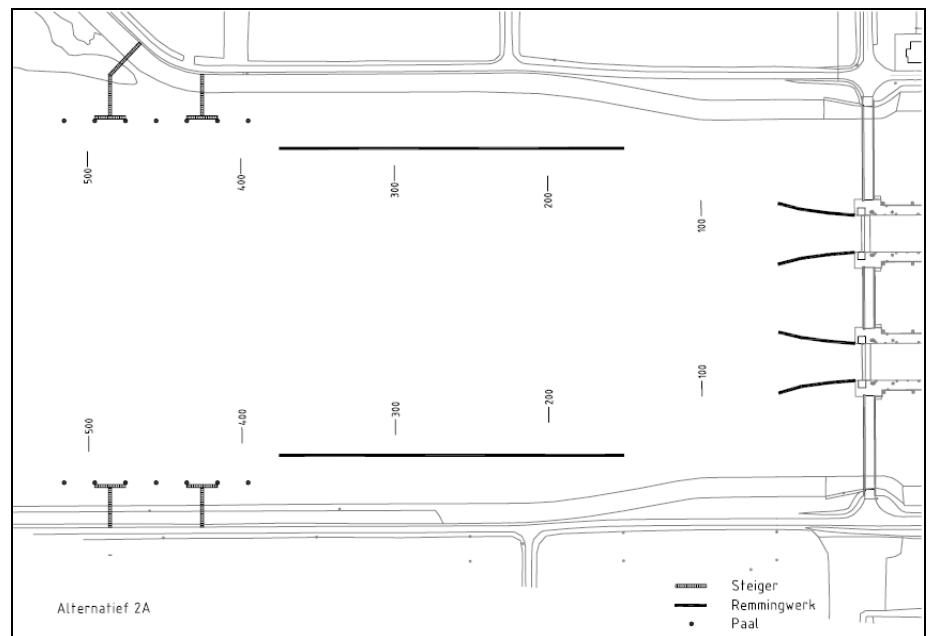
Alternatief 0: De huidige configuratie met fuik, opstel- en wachtplaats aan elkaar verbonden; het voorbeeld betreft de situatie bij de Kreekraksluizen



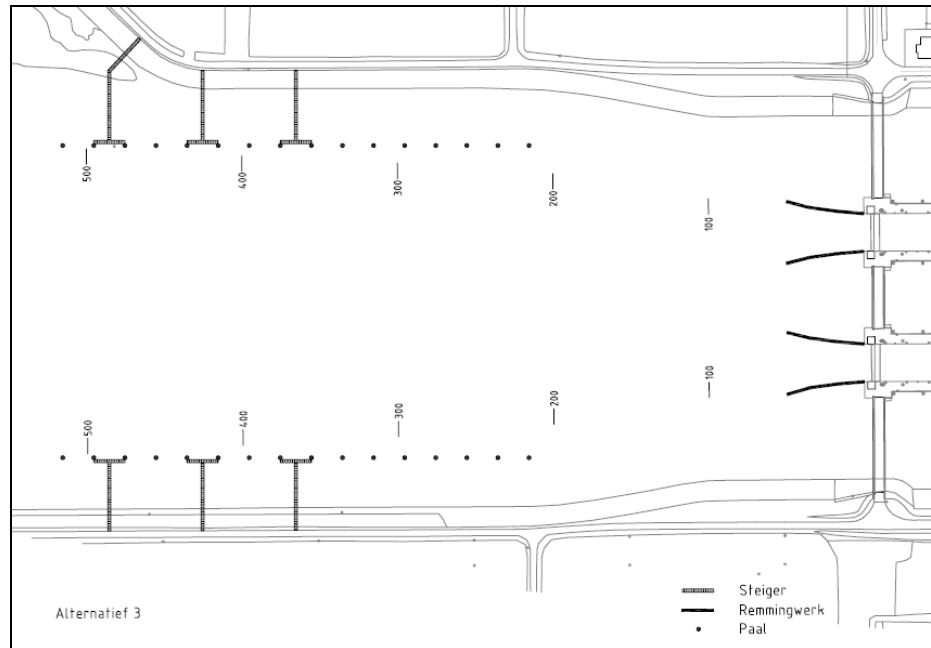
Alternatief 1: Een ingekorte fuik, los van opstel- en wachtplaats; de fuikmond wijkt sterker dan in het nulalternatief om de invaart te vergemakkelijken



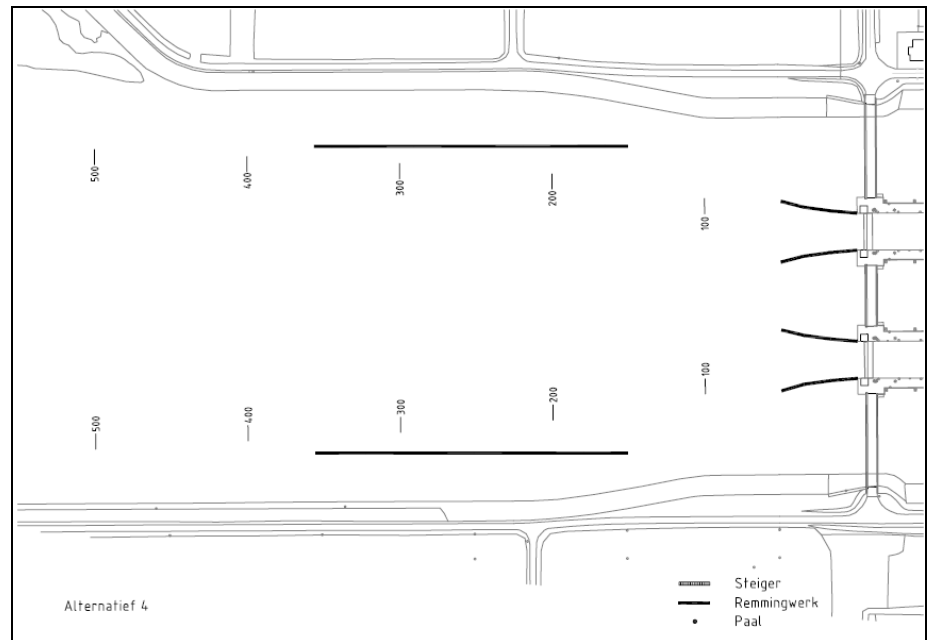
Alternatief 2: Opstelplaats als doorgaand remmingwerk, de wachtplaatsen als steigers



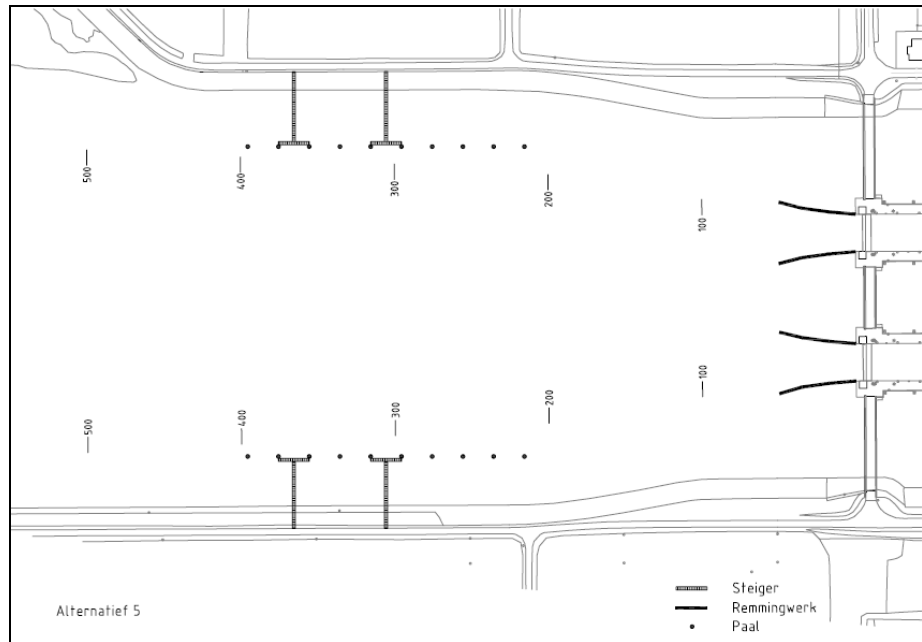
Alternatief 2a: Als 2 met de steigers teruggelegd; dit is alleen mogelijk als de voorhaven voldoende breed is



Alternatief 3: Als 2, opstelplaatsen op palen, wachtplaatsen als steigers



Alternatief 4: Als 2, opstelplaats als doorgaand remmingwerk, geen wachtplaats



Alternatief 5: Als 4, opstelplaats met steigers, geen wachtplaats



Alternatief 6: Geen fuik, opstelplaats als doorgaand remmingwerk in het verlengde van de kolkwand, aansluitend op het bovenhoofd

9.2 Voorkeursalternatieven

Dit rapport is gebaseerd op veldonderzoek naar het huidige gebruik van de remmingwerken en bureaustudies. Er hebben geen simulaties met alternatieve simulaties plaatsgevonden. Dit is eventueel onderwerp voor nader onderzoek. Hiervoor zijn zes alternatieven genoemd, waaronder de huidige situatie. Hiervan is het volgende te zeggen.

Het nulalternatief dient ter validatie van simulatieonderzoek, dat wil zeggen om te bepalen of schippers de opzet van de simulatie voldoende representatief vinden.

In het geval van alternatief 6 belemmeren de wachtende schepen de vlotte uitvaart van de geschutte schepen. Dit heeft een negatieve invloed op de sluiscapaciteit, reden om alternatief 6 direct af te voeren.

De overblijvende alternatieven vallen uiteen in twee groepen: in de alternatieven 1, 2 en 3 is sprake van zowel opstel- als wachtplaatsen, in de alternatieven 4 en 5 van alleen opstelplaatsen. Het is naar alle waarschijnlijkheid voldoende om de eerste drie alternatieven nader te onderzoeken. Voor het al dan niet weglaten van wachtplaatsen kan aan de hand van de resultaten van de simulaties gekozen worden.

Op grond van het thans uitgevoerde onderzoek acht de werkgroep de alternatieven 1 en 2(a) het meest acceptabel. De eventuele wachtplaatsen moeten een afloopvoorziening hebben, voor de opstelplaatsen is dit niet nodig. Een los staande fuik dient een sterke visuele geleiding te geven.

De gepresenteerde alternatieven zijn principeoplossingen. Zo kan bijvoorbeeld de afstand tussen de afloopvoorzieningen of de fuiklengte nog gewijzigd worden. Een besparing van ongeveer 20 % op het onderhoud volgens de alternatieven 1 en 2 wordt zeer haalbaar geacht: tussen fuik en opstelplaats kan ongeveer 100 m' remmingwerk vervallen. Voor de drie onderzochte Zeeuwse sluiscomplexen betekent dit minimaal een besparing van $3 \times 4 \times 100 \text{ m}' = 1200 \text{ m}'$ remmingwerk. Uit de alternatieven blijkt een maximale besparing tot ongeveer 50% op het onderhoud haalbaar. Of dit aanvaardbaar is zal uit bovengenoemde simulaties moeten blijken.

10 Alternatieven voor de constructie

10.1 Opknappen of vervangen

Om de bestaande constructies de komende vijftig jaar hun functie te laten vervullen is een nadere studie gedaan. De eisen en randvoorwaarden zijn in onderhavige studie verwoord en nader uitgewerkt door de firma MR-consult tot een programma van eisen. Deze studie is verdeeld in twee hoofdgroepen:

- 1: opknappen (upgraden) van de bestaande constructies
- 2: het vervangen hiervan door een variant met glasvezel versterkt kunststof (GVK)

Uitgangspunt is de constructie van de remmingwerken aan de Zijpezijde van het Krammersluizencomplex. De resultaten worden in de studie modulair gepresenteerd, zodat deze door derden kunnen worden samengesteld en vergeleken voor het uitwerken tot een definitieve omschrijving van de upgrade-variant en een definitief ontwerp van een willekeurige innovatieve variant. Hierbij is voor beide opties (bestaand en nieuw) uitgegaan van de volgende modulering en submodulering:

- Doorgaand drijvend remmingwerk (zowel het rechte deel als het fuikdeel)
 - a. variabele bekledingshoogte en bijbehorende draagconstructie met een prijs per meter hoogte of per element. De variabele bekledingshoogte is gerelateerd aan de relevante scheepafmeting.
 - b. doorgaand looppad.
 - c. walverbinding.
 - d. vast percentage appendages (verlichting, bebording en beseining).
- Doorgaand vast remmingwerk (zowel het rechte deel als het fuikdeel)

Variabele bekledingshoogte en bijbehorende draagconstructie met een prijs per meter hoogte of per element. De variabele bekledingshoogte is gerelateerd aan:

 - a. relevante scheepafmeting.
 - b. getijverschil.

10.2 Kosten aanleg en onderhoud

De integrale kosten van een traditioneel stalen remmingwerk dat periodiek wordt geconserveerd met een organisch verfsysteem zijn berekend op bijna € 14.000,- per strekkende meter voor de drijvende en ruim € 11.000 voor de vaste variant (huidig prijspeil). De milieubelasting is uitgedrukt in de MKI-milieuwaarde relatief hoog.

Per module en submodule is een bijbehorende raming gemaakt per strekkende meter op basis van de integrale kosten gedurende aanleg en onderhoud over de (reste-

rende) gebruiksduur van 50 jaar. De integrale kosten voor het upgraden van bestaande varianten bedragen slechts ongeveer 20 à 25% van deze kosten. De milieubelasting is bij het upgraden ook 20 à 25% lager. De schortkosten ten gevolge van het upgraden van de bestaande houten schorten bedragen per extra meter hoogte circa € 140,- per strekkende meter.

De integrale kosten voor een nieuw remmingwerk met een GVK-buislijgerconstructie zijn ongeveer gelijk aan die van het traditionele remmingwerk. De milieubelasting van deze variant is echter aanzienlijk lager en ongeveer gelijk aan die bij het upgraden. De schortkosten per extra meter hoogte zijn ca. € 700,- per strekkende meter (stichtingskosten nieuwbouw). De kosten voor een nieuw remmingwerk op basis van een GVK-dooslijgerconstructie zijn iets lager dan bij de buislijgerconstructie. De milieubelasting is echter slechts 10% ten opzichte van de GVK-buislijgervariant. De schortkosten per extra meter hoogte zijn slechts ca. € 70,- per strekkende meter. Het verschil in prijs is te verklaren doordat de zijwand van de GVK-doos tevens als drager dient.

De invloed van alternatieve buispalen van GVK of beton in plaats van staal is in deze vergelijking niet meegenomen. Het effect van de toegestane doorbuiging van het totale remmingwerk op integrale kosten en milieubelasting kan aanzienlijk zijn. De kosten van het GVK-looppad zijn ca. € 300,- per strekkende meter. De kosten van het sluismeubulair zijn ook ca. € 300,- per strekkende meter.

10.3 Bestemming vrijkomend remmingwerk

Als er gekozen wordt voor aanpassen van de remmingwerken en er komen gedeeltes van het bestaande remmingwerk te vervallen, dan kunnen er wat de bestemming van het vrijkomende remmingwerk betreft twee sporen bewandeld worden.

1. De vrijkomende onderdelen vervallen aan de partij die de aanpassingswerken verricht. De voordelen hiervan zijn dat dit een klein deel prijsdrukkend effect heeft op de kosten. Een ander voordeel is dat er geen opslagcapaciteit hoeft te worden vrijgemaakt. Gezien de ontwikkelrichting van Rijkswaterstaat: meer over laten aan de markt, meer afstand nemen van de uitvoering, lijkt deze keuze een logische.
2. Demontabele, herbruikbare onderdelen worden opgeslagen en later weer ingezet bij reparaties. Voordeel hiervan is, dat er direct onderdelen voor handen zijn bij noodzakelijke reparaties. Nadelen zijn onder andere, dat er weinig uniforme onderdelen zijn en dat een en ander minder past in de hierboven beschreven ontwikkelrichting van Rijkswaterstaat.

Bij de uiteindelijke afweging geven de financiën waarschijnlijk de doorslag, dat wil zeggen het prijsvoordeel van 1 afgewogen tegen de kosten van opslag en besparingen door hergebruik van 2.

10.4 Conclusies en aanbevelingen

Uit de gedane studie naar het vergelijk upgraden of vervangen van de bestaande constructies resulteert het volgende:

1. Upgraden van remmingwerken is met betrekking tot integrale kosten en milieubelasting aanzienlijk gunstiger dan vervangen.
2. Innovatieve varianten van bijvoorbeeld GVK scoren bij nieuwbouw gunstiger ten aanzien van milieubelasting.
3. Bij een lagere stijfheid van het remmingwerk kunnen bovendien de integrale kosten dalen.

De aanbeveling is derhalve:

- Zet beide voorgestelde opties uit in een praktijkproef
- Daag de markt uit tot het inbrengen van innovatieve varianten
- Ga na of een praktijkproef past binnen het project derde kolk Prinses Beatrixsluis

11 Referenties

C. Koomans: *Navigation Locks for Push Tows*, Rijkswaterstaat Communications no. 16, Den Haag 1973

Arbeitsausschuß "Ufereinfassungen" der HTG e. V und Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen": *Häfen und Wasserstraßen EAU 2004: Hafens und Wasserstraßen* (EAU 2004)

Waterloopkundig Laboratorium: *Belasting op remmingwerken en meerpalen door varende schepen*, M1374V, Delft 1983

Rijkswaterstaat Bouwdienst: *Ontwerp van schutsluizen, deel 2*, Utrecht 2000

CUR: *Hout in de GWW-sector, duurzaam detailleren in hout* (CUR 213), Gouda 2003

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Richtlijnen Vaarwegen 2005*, Rotterdam 2006

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Gebruikerstevredenheidonderzoek Binnenvaart*, Delft 2009

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Corporate uitvoeringskader ligplaatsen RWS*, Delft 2011

Rijkswaterstaat Dienst Zeeland: *Vervolgonderzoek capaciteitsuitbreiding ligplaatsen Rijn-Scheldecorridor*, Middelburg 2009

Ecorys & Resource Analysis: *Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied*, Rotterdam 2009

PIANC: *Innovations in Navigation Lock Design*, Brussel 2009

MR Consult: *Opstellen PVE en kostenraming voor het upgraden van een bestaand remmingwerk en het maken van een innovatief remmingwerk*, Voorschoten 2011

12 **Bijlagen**

1. Registratieformulier
2. Vragen telefonische enquête

Onderzoek remmingwerken Zeeland

volgnummer:

Onderzoek gebruik remmingwerken Zeeland

datum: _____ tijd invaren: _____

sluiskolk: _____ zicht: _____

zijde: _____ wind: _____

no.	tijdstip aankomst	scheepsnaam	type	lengte (m)	breedte (m)	belading	afmeren remming	gaande houden	naar binnen schuiven	opmerkingen
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Toelichting

Per schutting één formulier met één plattegrond invullen met hetzelfde volgnummer. Formulier en plattegrond gaan altijd samen.
De positie van het schip op de plattegrond zo goed mogelijk weergeven met het scheepsnummer uit het formulier erbij

Sluis, sluisolk (b.v. Volkerak, West) en zijde van de voorhaven (b.v. Noord) invullen

Tijd invaren = het tijdstip dat het invaren van de kolk begint en schepen losmaken van de remming.

Zicht = daglicht of donker, goed zicht, matig zicht (1500 tot 500 m), slecht zicht (500 tot 100 m) of zeer slecht (minder dan 100 m)

Wind = windrichting + windkracht in Beaufort

Tijdstip aankomst = tijdstip waarop het schip in de voorhaven arriveert en/of afmeert op de remming

No. = nummer van het schip op de bijbehorende plattegrond.

Type schip:

V	vrachtschip voor droge lading
C	containerschip
T	tanker
TK	tanker met kegels
D/S	duwkonvooi of sleep; aantal bakken of sleepscheperen bij de opmerkingen aangeven
LD/LS	losse duw- of sleepboot
P	passagiersschip
R	recreatievaart
O	overig, specificeren bij opmerkingen

Belading:

G	geheel of gedeeltelijk beladen
L	leeg

Afmeren op remming: aankruisen als het schip tegen de remming afgemeerd heeft gelegen

Gaande houden: aankruisen als het schip in de voorhaven gaande heeft gehouden

Naar binnen schuiven: aankruisen als het schip langs het remmingwerk de kolk is ingeschoven

Opmerkingen: afwijkende omstandigheden of schepen en andere bijzonderheden kort vermelden.

Bijlage 2: vragen telefonische enquête

Vragen over het gebruik van het remmingwerk (fuik, wacht –en opstelruimte) en vragen over extra ligplaatsen.

Fuik:

- Wat zijn de minimale eisen die u aan een fuik stelt?
- Wat vindt u van de huidige fuiken?
- Wat zou u er van vinden als de gehele fuik wordt verwijderd zonder een andere geleiding terug te plaatsen?
- Wat vindt u van palen als geleiding op de hoekpunten van de sluishoofden i.p.v. geleiding met schorten?
- Hoe vaak maakt u gebruik van de fuik om de kolk binnen te glijden?

Wacht –en opstelruimte:

- Wat zijn de minimale eisen die u aan de wacht –en opstelruimte stelt?
- Wat vindt u van de huidige wacht –en opstelruimte?
- Hoe staat u tegenover enkel meerstoelen i.p.v. schorten?
- Hoe vaak maakt u mee dat de opstelruimte wordt gebruikt waarvoor deze bedoeld is?

Extra ligplaatsen:

- Als u moet kiezen tussen extra ligplaatsen of handhaven van het huidige remmingwerk, waarvoor kiest u dan en waarom?
- Ook als een deel van deze extra ligplaatsen geen afloopvoorziening heeft?
- Accepteert u extra ligplaatsen in ruil voor een verkort en/of sober remmingwerk?
- Ook als een deel van deze extra ligplaatsen geen afloopvoorziening heeft?

Hebt u zelf nog opmerkingen?