



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS INFORMATIE

Risicoanalyse aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen

Datum	28 februari 2020
Status	Definitief versie B

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving
Informatie	Informatiepunt WVL
E-mail	informatiepuntwvl@rws.nl
Fax	
Uitgevoerd door	Arcadis, Cor Beenhakker, Ilse Schelling
Opmaak	
Datum	28 februari 2020
Status	Definitief
Versienummer	B

Disclaimer:

Rijkswaterstaat wil leren van historische incidenten met als doel toekomstige incidenten te voorkomen. Dit doet zij door het identificeren van risico's, het identificeren van aandachtslocaties en het nemen van beheersmaatregelen.

De voorliggende risicoanalyse is met dit oogmerk uitgevoerd. De gehanteerde methodologie is gebaseerd op een analyse van geregistreerde ongevalsgegevens en het kwantificeren van risico's op basis van expert judgement door middel van werksessies met verschillende experts.

De gehanteerde ongevallendatabase kent een onderregistratie, zowel kwantitatief als kwalitatief. Daarmee is het beeld niet volledig. Het inbrengen van ervaringsdeskundigheid is daarom essentieel. In verschillende werksessies wordt betekenis gegeven aan de ongevalsgegevens op basis van beleving en ervaring. Dit levert belangrijke aanvullende inzichten op.

De bevindingen uit het rapport kunnen daardoor gedeeltelijk subjectief van aard zijn. Voor het doel een 'lerende organisatie' te zijn, is de gehanteerde methodiek uitermate waardevol voor risicobeoordelingen. Het rapport geeft richting aan gedachtenvorming en dient als basis voor nadere besluitvorming over mitigerende maatregelen en de urgentie daarvan.

Inhoud

1	Inleiding 5
1.1	Programma Monitoring Nautische Veiligheid 5
1.2	Aanleiding van dit onderzoek 5
1.3	Opbouw van de rapportage 6
2	Risicomethodiek en aanpak van de studie 8
2.1	Risicomethodiek Nautische Veiligheid 8
2.2	ProBO risicomethodiek voor constructieve veiligheid 11
2.3	Effectbeoordeling Externe Veiligheid 13
2.4	Aanpak van het onderzoek 14
2.5	Gehanteerde documentatie en bronnen 16
3	Risicoanalyse Bruggen 17
3.1	Resultaten van de data-analyse bruggen 17
3.2	Beoordeling risicopiramides bruggen door experts 20
3.2.1	Aantal aanvaringen van bruggen 20
3.2.2	Letselschade bij aanvaringen van bruggen 21
3.2.3	Economische schade bij aanvaringen van bruggen 22
3.2.4	Milieuschade bij aanvaringen van bruggen 25
3.2.5	Constructieve veiligheid 26
3.3	Risico-verhogende kenmerken 26
3.4	Nabeschouwing risicoprofiel 40
3.5	Nabeschouwing onderscheidende kenmerken 41
3.6	Tool voor het bepalen van een initieel risicoprofiel van individuele objecten 42
4	Risicoanalyse Sluizen 49
4.1	Resultaten van de data-analyse sluizen 49
4.2	Beoordeling risicopiramides sluizen door experts 52
4.2.1	Aantal aanvaringen van sluizen 52
4.2.2	Letselschade bij aanvaringen van sluizen 53
4.2.3	Economische schade bij aanvaringen van sluizen 54
4.2.4	Milieuschade bij aanvaringen van sluizen 56
4.2.5	Constructieve veiligheid 57
4.3	Risicoverhogende kenmerken 57
4.4	Nabeschouwing risicoprofiel 66
4.5	Nabeschouwing onderscheidende kenmerken 66
4.6	Tool voor het bepalen van een initieel risicoprofiel van individuele objecten 67
5	Risicoanalyse Stuwen 73
5.1	Resultaten van de data-analyse stuwen 73
5.2	Beoordeling risicopiramides stuwen door experts 75
5.2.1	Aantal aanvaringen van stuwen 76
5.2.2	Letselschade bij aanvaringen van stuwen 76
5.2.3	Economische schade bij aanvaringen van stuwen 78
5.2.4	Milieuschade bij aanvaringen van stuwen 79
5.2.5	Constructieve veiligheid 80
5.3	Risicoverhogende kenmerken 80
5.4	Nabeschouwing risicoprofiel 87
5.5	Nabeschouwing onderscheidende kenmerken 88

6	Risicoanalyse Keringen 91
6.1	Resultaten van de data-analyse keringen 91
6.2	Beoordeling risicopiramides keringen door experts 93
6.2.1	Aantal aanvaringen van keringen 94
6.2.2	Letselschade bij aanvaringen van keringen 95
6.2.3	Economische schade bij aanvaringen van keringen 96
6.2.4	Milieuschade bij aanvaringen van keringen 97
6.2.5	Constructieve veiligheid 98
6.3	Risicoverhogende kenmerken 98
6.4	Nabeschouwing risicoprofiel 104
6.5	Nabeschouwing onderscheidende kenmerken 105

7 Samenvatting en conclusies 106

Bijlage A : Huiswerkopdrachten 114

Bijlage B Factsheets 155

1 Inleiding

1.1 Programma Monitoring Nautische Veiligheid

Het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat (hierna te noemen I&W) heeft de ambitie om het aantal significante scheepsongevallen op de Nederlandse vaarwegen te reduceren en in ieder geval niet te laten toenemen. Dit sluit aan bij het beleidsdoel om de veiligheid op de vaarwegen continu te verbeteren. Om inzicht te krijgen in de progressie van deze ambitie, is het noodzakelijk om de nautische veiligheid periodiek te monitoren.

Monitoring vindt plaats in de landelijke Monitor Nautische Veiligheid (MNV). De MNV rapporteert over de nautische veiligheid op de binnenwateren en op de Noordzee. Hiermee worden trends en ontwikkelingen zichtbaar en ontstaat er een beeld over de ontwikkeling van nautische veiligheid in relatie tot de beleidsdoelstellingen.

De MNV is bedoeld voor alle vaarwegbeheerders die met een landelijke en/of regionale blik naar de nautische veiligheid kijken. Het ongevallenbeeld in de monitor geeft zicht op de risico's; de belangrijkste risico's kunnen op deze wijze worden geduid en uitgewerkt. Met dit inzicht kunnen de beheerders verbetermaatregelen ontwikkelen om risico's te beheersen. Op deze wijze sturen RWS en haar partners op continue verbetering van de veiligheid. De laatste monitor dateert uit 2015. Een nieuwe monitor wordt verwacht aan het einde van 2019.

Sinds 2015 worden er naast de landelijke MNV-rapportages ook regionale MNV-rapportages opgesteld. Daarnaast worden rapporten opgesteld voor specifieke aandachtsgebieden die in de landelijke MNV-rapportage zijn geïdentificeerd. Deze deelstudies geven een verdieping ten opzichte van de landelijke rapportages. RWS heeft Arcadis de opdracht gegeven om dataonderzoek en een risicoanalyse uit te voeren naar aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen. Het voorliggende rapport betreft de risicoanalyse. De data-analyse is gepubliceerd in het document "Risicoanalyse aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen, datarapport", d.d. 20-09-2019.

1.2 Aanleiding van dit onderzoek

Eind 2016 heeft een ernstig ongeval plaatsgevonden bij de stuw van Grave. Een benzeentanker is daarbij door de stuw gevaren, waardoor er in een deel van de Maas, alsook een deel van het nabijgelegen Maaskanaal, sprake was van een te lage waterstand. Alhoewel de benzeentanker gevaarlijke lading bevatte, zijn ernstige milieueffecten in de vorm van uitstroom uitgebleven. Wel zijn er benzeendampen vrijgekomen.

Het betreffende ongeval is onderzocht door de Onderzoekraad Voor Veiligheid (OVV)¹. Aan de hand van dit onderzoek heeft de OVV aanbevelingen gedaan. Eén van de aanbevelingen van de OVV luidt (aanbeveling 5):

"Maak voor bruggen, sluizen en stuwen een analyse van het aanvaarrisico, inclusief een expliciete en integrale afweging tussen beschikbare maatregelen om de kans op aanvaringen te beperken. Maak hierbij een expliciete en integrale afweging van de mogelijke gevolgen van een aanvaring voor de scheepvaart en de omgeving."

Aan de hand van deze aanbeveling, heeft RWS WVL het initiatief genomen om een onderzoek te starten naar het aanvaarrisico van bruggen, sluizen, stuwen en keringen die onderdeel vormen van het areaal van RWS.

¹ Stuw aanvaring benzeenranken bij Grave", OVV, 2018

Als eerste stap in het onderzoek is een datarapportage opgesteld, waarbij aan de hand van een data-analyse van de scheepsongevallendatabase (SOS-database) en andere bronnen inzicht is verkregen in het ongevallenbeeld over de periode 2009-2018. Dit beeld geeft een goed inzicht in de historie, maar kent wel een aantal beperkingen:

- Niet alle scheepsongevallen worden gemeld en geregistreerd. Hierdoor is er sprake van een onderregistratie in de SOS-database. Het betreft dan vooral scheepsongevallen met minder ernstige effecten;
- De data in de SOS-database wordt niet altijd optimaal geregistreerd:
 - Bij het invullen van de registratieformulieren worden de vragen soms niet goed geïnterpreteerd, waardoor afwijkingen ontstaan;
 - De daadwerkelijke schade van een scheepsongeval (financiële schade, milieuschade en stremmingen) is bij de registratie meestal nog niet bekend en wordt dan ingeschat aan de hand van de situatie. Als de daadwerkelijke schade achteraf eenmaal bekend is, dan wordt dit niet meer aangepast in de SOS-database. De risicoscores voor financiële schade, milieuschade en stremmingen worden achteraf door RWS ingevuld op basis van de geregistreerde ongevalsbeschrijvingen. Als data ontbreekt of niet volledig is, kan dit resulteren in scores die niet overeenstemmen met de daadwerkelijk opgetreden schade.
- Scheepsongevallen met zeer ernstige effecten komen in de praktijk weinig voor. Bij een laag aantal registraties zal toeval een belangrijke rol gaan spelen. Als in de laatste jaren geen ernstig ongeval heeft plaatsgevonden, dan kan niet geconcludeerd worden dat het scheepsongeval niet zou kunnen plaatsvinden in de volgende periode. Andersom geldt ook, als een enkel ernstig ongeval heeft plaatsgevonden, dan betekent dat niet automatisch dat deze in de volgende periode ook zal optreden.

Het datarapport geeft een goed eerste beeld van de risico's, maar vanwege de bovenstaande onzekerheden is verdere aanscherping noodzakelijk. Deze aanscherping heeft plaatsgevonden in de risicoanalyse, welke in dit rapport is samengevat. In de risicoanalyse zijn de resultaten uit de datarapportage nader aangescherpt op basis van expert judgement. Aan de hand van de resultaten wordt aangegeven hoe objecten met een verhoogd of hoger risicoprofiel geselecteerd kunnen worden, zodat vervolgonderzoek kan plaatsvinden. Dit vervolgonderzoek moet uiteindelijk invulling geven aan de aanbevelingen van het OVV.

1.3

Opbouw van de rapportage

De rapportage bestaat naast dit inleidende hoofdstuk uit de volgende hoofdstukken:

- **Hoofdstuk 2: Algemeen kader**
Hoofdstuk 2 beschrijft het algemene kader, waarbij specifieke begrippen en methodieken, die relevant zijn voor de risicoanalyse, worden uitgelegd. Ook wordt in dit hoofdstuk de aanpak van de risicoanalyse beschreven.
- **Hoofdstuk 3: Risicoanalyse Bruggen**
Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de risicosessie voor het risico "aanvaringen van bruggen". Hierbij komen vier onderwerpen aan bod: de resultaten uit de data-analyse, de beoordeling van de risicopiramides door de experts, een bespreking van de risico-verhogende kenmerken. Tenslotte wordt aan de hand van de verzamelde informatie een schema opgesteld, waarmee bruggen met een verwacht verhoogd risicoprofiel geselecteerd kunnen worden.
- **Hoofdstuk 4: Risicoanalyse Sluizen**
Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van de risicosessie voor het risico "aanvaringen van sluizen". Het hoofdstuk is identiek opgebouwd als hoofdstuk 3.

- **Hoofdstuk 5: Risicoanalyse Stuwen**

Hoofdstuk 5 geeft de resultaten van de risicosessie voor het risico “aanvaringen van stuwen”. Het hoofdstuk is identiek opgebouwd als hoofdstuk 3, echter omdat het aantal objecten beperkt is, wordt direct aangegeven welke objecten in aanmerking komen voor vervolgonderzoek.

- **Hoofdstuk 6: Risicoanalyse Keringen**

Hoofdstuk 6 geeft de resultaten van de risicosessie voor het risico “aanvaringen van keringen”. Het hoofdstuk is identiek opgebouwd als hoofdstuk 3, echter omdat het aantal objecten beperkt is, wordt direct aangegeven welke objecten in aanmerking komen voor vervolgonderzoek.

2 Risicomethodiek en aanpak van de studie

Dit hoofdstuk beschrijft een aantal begrippen en methodieken die van belang zijn voor de risicoanalyse. Tevens wordt de aanpak van het onderzoek kort toegelicht.

Nautische risico's worden beoordeeld aan de hand van de risicomethodiek Nautische Veiligheid. Deze methodiek is ontwikkeld door RWS en wordt als standaard gebruikt bij al het nautisch veiligheidsonderzoek. Het nautisch risico wordt ingeschat aan de hand van de kans van optreden en het effect van het incident. De volledige risicomethodiek wordt beschreven in paragraaf 2.1.

De constructieve veiligheid van objecten wordt beoordeeld aan de hand van de ProBO systematiek. Deze systematiek lijkt enigszins op de risicomethodiek voor nautische veiligheid, maar kent wel een aantal verschillen. Paragraaf 2.2 gaat in op de ProBO systematiek voor constructieve veiligheid.

Paragraaf 2.3 gaat in op de beoordeling van de Externe Veiligheid. Paragraaf 2.4 beschrijft op korte wijze de aanpak van de risicoanalyse. Vervolgens geeft paragraaf 2.5 een overzicht van de in deze studie gebruikte bronnen.

2.1 Risicomethodiek Nautische Veiligheid

Gemelde en bekende scheepsongevallen worden geregistreerd in de scheepsongevallendatabase (SOS-database). De SOS-database geeft voor ieder scheepsongeval informatie over de locatie van het ongeval, de datum en het tijdstip van het ongeval en zo mogelijk ook informatie over de omstandigheden, de oorzaak en de effecten van het ongeval. Om de ernst van de effecten van ieder scheepsongeval inzichtelijk te maken, worden risicoscores toegekend op het vlak van letselschade (Veiligheid, Gezondheid en Maatschappij), milieuschade en economische schade. De risicoscores zijn daarbij direct gerelateerd aan "Effectklassen", zoals gedefinieerd in Tabel 1.

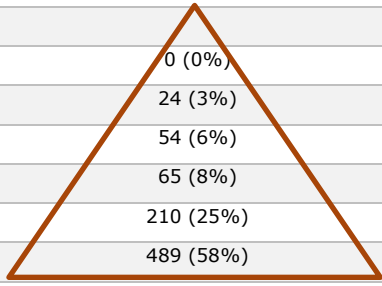
Niet alle individuele scheepsongevallen leiden tot dezelfde effecten. Om de verschillende effecten inzichtelijk te maken, worden de scheepsongevallen verbijzonderd naar de effectgroepen, zie Figuur 1. Alle ongevallen binnen een effectgroep worden gesommeerd en per effectgroep weergegeven. Hiermee ontstaat inzicht in de ernst en frequentie van scheepsongevallen. Het mag duidelijk zijn dat scheepsongevallen in de meer ernstige effectklassen minder frequent voorkomen dan de scheepsongevallen in de minder ernstige effectklassen. Hierdoor ontstaat meestal een typische driehoeksvorm van de figuur, waardoor deze figuur ook wel risicopiramide wordt genoemd.

Effect klasse	Veiligheid, Gezondheid, Maatschappij	Milieuschade	Economische schade voor RWS en eigenaar/stremming	Effectscore in SOS	Maximaal 1x per 20 jaar	Tussen 1x per 20 jaar en 1x per 2 jaar	Tussen 1x per 2 jaar en 5x per jaar	Tussen 5x per jaar en 50x per jaar	Meer dan 50x per jaar
5 -Zeer ernstig	Meerdere doden of gewonden	Omvangrijke schade aan flora en fauna in een groot gebied, waarbij herstel jaren gaat duren.	Stremming vaargeul meer dan 7 dagen en/of materiële schade groter dan 100 Mln	100.000	5000	50000	500000	5000000	50000000
4 - Ernstig	Een dode of vermiste	Ernstige verstoring van meer dan 1 jaar in een middelgroot gebied. Grotendeels herstel van milieuwaarden binnen een periode van enkele jaren mogelijk.	Stremming vaargeul meerdere dagen, en/of materiële schade tussen 15 Mln – 100 Mln	10.000	500	5000	50000	500000	5000000
3 - Beperkt	Meerdere zwaargewonden	Lokale verstoring, middelgrote en vooral tijdelijke schade aan flora en fauna, ongewenste milieubelasting duurt maximaal 1 jaar. Volledige herstelmogelijkheden van het milieu.	Stremming vaargeul 1 dag, en/of materiële schade tussen 1 Mln – 15 Mln	1.000	50	500	5000	50000	500000
2 - Licht	Een zwaargewonde	Kortdurende overschrijding van grenswaarden in een klein gebied zonder blijvende schade aan flora en fauna. Volledig herstel is verzekerd.	Stremming vaargeul in orde van 2 uren, en/of materiële schade tot 1 Mln	100	5	50	500	5000	50000
1 - Zeer licht	Licht letsel	Grenswaarden voor vervuiling niet overschreden	Minder dan 1 uur stremming, en/of materiële schade in orde 10 duizenden euro's.	10	0,5	5	50	500	5000
0 -Nihil	Geen slachtoffers	Geen milieuschade	Geen economische schade	0	0	0	0	0	0

Tabel 1: Standaard risicomatrix op basis van SOS-definities

Door alle individuele risicoscores van alle incidenten op te tellen en te delen door het aantal onderzochte jaren, ontstaat een gemiddelde risicoscore per jaar. Hoe hoger deze score, hoe ernstiger het risico. Vanwege de effectiviteit is het vooral zaak om mitigerende maatregelen te ontwikkelen voor de risico's met de hoogste scores. De gemiddelde risicoscore per jaar is daarmee een handig hulpmiddel bij het prioriteren van risico's. In het voorbeeld in Figuur 1 is de gemiddelde risicoscore 30.260 per jaar.

Effect klasse	Piramide risicotypering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Zeer ernstig	0 (0%)
4	Ernstig	24 (3%)
3	Beperkt	54 (6%)
2	Licht	65 (8%)
1	Zeer licht	210 (25%)
0	Nihil	489 (58%)
Totaal aantal incidenten		842 (100%)
Totale risico score per 10 jaar		302.600
Gemiddelde risicoscore per jaar		30.260



Figuur 1: Voorbeeld Risicopiramide voor een bepaald risico

De risicopiramide kan worden opgesteld voor de integrale schade of specifiek voor letselschade, milieuschade en economische schade. In de datarapportage en in deze risicorapportage wordt gekeken naar de deelrisico's voor letselschade, milieuschade en economische schade.

Bij het prioriteren van de risico's wordt gekeken naar de totale risicoscore **per jaar**, waarbij de risico's conform de standaard methodiek van RWS als volgt worden geprioriteerd:

- **Zeer hoog risico**
 - Risicoscore > 50.000
- **Hoog risico**
 - Risicoscore > 5.000 < 50.000
- **Midden risico**
 - Risicoscore > 500 < 5.000
- **Laag risico**
 - Risicoscore < 500

Bij het prioriteren van risico's wordt nog wel een kanttekening gezet. Het maakt namelijk veel verschil of een bepaald risico op landelijk niveau wordt onderzocht (hieronder vallen vele objecten) of op basis van een individueel object. Het toetsingskader maakt hierin geen onderscheid.

Het toetsingskader is oorspronkelijk opgesteld voor het kwantificeren van risico's op een landelijk schaal. Bij het hanteren van het toetsingskader op een kleinere schaal (bijvoorbeeld objecten op individueel niveau) moet het kader met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Een lage score kan op die schaal nog altijd wijzen op een relatief hoog risico.

2.2 ProBO risicomethodiek voor constructieve veiligheid

Nederland kent zeven stormvloedkeringen, die bij hoge zeewaterstanden het achterland beschermen door de stormvloed "af te toppen" of geheel buiten te houden. Het beheergebied van RWS omvat zes stormvloedkeringen, te weten de Stormvloedkering Oosterschelde, het Haringvliet-sluizencomplex, de Maeslantkering, de Hartelkering, de Hollandsche IJsselkering en de Balgstuw Ramspol. De laatste stormvloedkering, de Kromme Nolkering (nabij Wijk en Aalburg) sluit de afgedamde Maas af en is in beheer bij Waterschap Rivierenland. Naast de stormvloedkeringen bestaan er meerdere hoogwaterkeringen in Nederland. De hoogwaterkeringen beschermen het achterland eveneens tegen instromend water. Het falen van de keringen kan de waterveiligheid in het achterland in gevaar brengen en dat kan in potentie tot ernstige gevolgen leiden.

Stormvloedkeringen moeten aantoonbaar voldoen aan de eisen die de Waterwet stelt. Hiertoe is binnen RWS de ProBo systematiek ontwikkeld. Het denken en handelen van de medewerkers wordt daarbij gestuurd vanuit een risicoanalyse en de daarbij behorende randvoorwaarden. De ProBo systematiek wordt binnen RWS nog alleen voor de stormvloedkeringen gebruikt en niet voor de overige waterkeringen, stuwen of sluizen.

Een aanvaring van een stormvloedkering is één van de faalwijzen die binnen de ProBo systematiek onderkend wordt. Op basis van een risicoanalyse worden maatregelen getroffen om het risico op aanvaringen te beheersen, zowel bij een operationele sluiting, een proefsluiting als ook onder reguliere omstandigheden. Aangezien elke stormvloedkering uniek is en andere omstandigheden heeft, betreft dit maatwerk. De risicoanalyses voor de stormvloedkeringen zijn bestempeld als bedrijfsvertrouwelijk en zijn niet ten behoeve van dit onderzoek ter beschikking gesteld. Als vervolgonderzoek noodzakelijk wordt geacht, dan is het wel mogelijk om nadere informatie te verkrijgen via de keringsmanagers.

Elke stormvloedkering heeft een Operationeel Team met getrainde medewerkers die verantwoordelijk zijn voor het veilig sluiten van de kering bij dreigend hoogwater. Als het, ondanks alle voorzorgsmaatregelen en de kleine faalkansen, toch niet lukt om een stormvloedkering tijdig te sluiten, dan volgt opschaling voor crisissituaties. Waterloopkundig specialisten, in principe vast betrokken, zullen de effecten qua wateroverlast monitoren en adviseren over mitigerende maatregelen. Daarbij wordt opgemerkt dat het falen van de kering niet altijd direct hoeft te leiden tot een 100% instroom van water. Falen van de Oosterscheldekering of Haringvliet-sluizen zal leiden tot een relatief beperkte lekstroom en een gedeeltelijk uitgevaren Maeslantkering heeft ook een dempend effect op het volume instromend water. Volgens opgave van RWS ligt aanvaarrisico voor alle objecten die volgens de ProBo systematiek worden gemonitord op een aanvaardbaar niveau.

Binnen de ProBO systematiek wordt ook gebruik gemaakt van een risicotabel, zie hiertoe Tabel 2. De indeling in gevolklassen lijkt veel op de effectklassen in beoordelingstabel voor nautische veiligheid, maar er gelden wel andere toetsingscriteria.

De beoordeling vindt in principe plaats voor individuele objecten, waarbij verschillende gebeurtenissen worden beoordeeld. Voorbeelden van gebeurtenissen:

- Een aanvaring van het object;
- Het technisch storen van het object.

Bij de beoordeling van de effecten wordt niet zozeer gekeken naar de effecten op de omgeving, maar de effecten op het functioneren of de functies van het object.

Gevolgklasse	Beschrijving	Kansklasse				
		1 - Kans van minder dan 0,01%	2 - Orde grootte van 1% à 0,1% kans per levensduur	3 - Orde grootte van 10% kans per levensduur	4 - Orde grootte van 1 keer per levensduur	5 - Orde grootte van 10 keer per levensduur
4	Het betreffende deelsysteem is een cruciale schakel in het systeem. Uitval van de functie, wanneer deze nodig is, leidt tot een (zeer) ernstige mate van onderprestatie van het systeem.					
3	Het betreffende deelsysteem is een belangrijke schakel in het systeem. Uitval van de functie, wanneer deze nodig is, leidt tot een significante mate van onderprestatie van het systeem.					
2	Het betreffende deelsysteem levert slechts een kleine bijdrage aan de prestaties van het systeem. Uitval van de functie, wanneer deze nodig is, leidt slechts tot lichte mate van onderprestatie van het systeem.					
1	Er zijn in het systeem alternatieven voorhanden om de gefaalde functie van het betreffende deelsysteem (snel) over te nemen. Wel dient herstel van het betreffende deelsysteem plaats te vinden. Pas bij uitval van de alternatieven is dit merkbaar voor de prestaties van het systeem.					

Tabel 2: Risicomatrix voor constructieve veiligheid

De primaire functies van de objecten kunnen als volgt worden samengevat:

Bruggen:

- Het waarborgen van de doorstroming over de weg/spoor en het water.

Sluizen:

- Het waarborgen van de doorstroming over het water;
- Het waarborgen van het peilverschil;
- Indien van toepassing: het scheiden van zoet en zoet water.

Stuwen:

- Het reguleren van het waterpeil in het kanaal of rivier.

Keringen:

- Het reguleren van het waterpeil in het achterland bij hoogwatersituaties.

Omdat de doorstroming op het water al onderdeel is van de nautische veiligheid, wordt in dit onderzoek onder de constructieve veiligheid alleen gekeken naar de functies "doorstroming op weg en spoor" en de functie "reguleren/waarborgen van het waterpeil".

De beoordeling volgens Tabel 2 is een eerste stap voor de bepaling van de constructieve veiligheid. Met de beoordeling volgens deze tabel is het mogelijk een eerste analyse te doen van de gebeurtenissen die een effect hebben op de constructieve veiligheid, waarna wordt bepaald of een meer gedetailleerd vervolgonderzoek noodzakelijk is.

Aan de hand van de kans van optreden van een incident en de bijbehorende gevolgklasse wordt uit de tabel een kleurcode verkregen. De kleurcode heeft de volgende betekenis:

- Groen: De gebeurtenis worden toegevoegd aan de lijst van afgevallen gebeurtenissen met als reden dat het risico rondom deze gebeurtenis dusdanig klein is dat dit geaccepteerd wordt;
- Rood: De gebeurtenis wordt verder meegenomen in de analyse van interne en externe gebeurtenissen. Het risico is voldoende hoog om vervolgonderzoek te verantwoorden;
- Oranje: Er dient een nadere beschouwing te worden gegeven van de risicobepaling. Op basis hiervan wordt een conclusie getrokken ten aanzien van de constructieve veiligheid.

De ProBO systematiek zal in dit onderzoek worden beschouwd voor individuele objecten en dan met name de stuwen en keringen.

2.3 Effectbeoordeling Externe Veiligheid

Het beleid voor de externe veiligheid van het transport van gevaarlijke stoffen is sinds 2015 opgenomen in basisnet. Daarbij is voor de transportroutes, in beheer van het rijk en waarover ook de grootste stromen van gevaarlijke stoffen vervoerd worden, een nieuwe aanpak gekozen. Op de routes die in het basisnet zijn opgenomen wordt een duurzaam evenwicht gecreëerd tussen de belangen van het vervoer, de bebouwde omgeving en de veiligheid van de omwonenden.

Basisnet water definieert de vaste contouren langs de vaarwegcorridors voor het maximaal toegestane Externe Veiligheid risico langs de vaarwegen aan de hand van het PR-plafond, oftewel de PR 10^{-6} contour². Hierbij is rekening gehouden met de mogelijke groei van het transport van gevaarlijke stoffen, alsook met de mogelijke groei van de bebouwde omgeving. Het ministerie verifieert jaarlijks of het daadwerkelijke risico op de in het basisnet opgenomen routes niet hoger is, of dreigt te worden, dan de in het basisnet vastgelegde maximale risico's. Indien dat wel het geval is zal het ministerie maatregelen nemen om deze risico overschrijding te voorkomen of op te lossen.

De vaarwegcorridors in basisnet water betreffen doorgaande vaarwegen met een hoog aandeel aan vervoer van gevaarlijke stoffen. Vaarwegen waarover minder gevaarlijke stoffen vervoerd worden, zijn niet opgenomen. Voor de vaarwegen die in het basisnet water zijn opgenomen ligt het PR-plafond, dus de maximale PR 10^{-6} contour, hooguit op de oever. In de actuele situatie worden deze maximale contouren op de vaarwegen niet overschreden.

Het transport van gevaarlijke stoffen op de overige vaarwegen in Nederland –waar de meeste van de in dit rapport onderzochte objecten liggen - is veel minder omvangrijk dan het transport op de in het basisnet water opgenomen vaarwegen. Daarmee is het niet waarschijnlijk dat de PR 10^{-6} contouren buiten de oever zullen liggen. **Op het vaste land zal het externe veiligheidsrisico dus nergens hoger zijn dan de externe veiligheid grenswaarde van PR 10^{-6} . Om deze reden is in deze studie niet gekeken naar de externe veiligheidsrisico's.**

Externe Veiligheidsrisico's kunnen alleen optreden als er sprake is van ernstige schade aan het schip, waarbij de ladingtanks zijn gepenetreerd. Hiervoor is in de regel schade aan de zijkant van het schip nodig, wat meestal niet optreedt bij de frontale aanvaring van een object. Daarnaast zijn de schepen met gevaarlijke stoffen vaak dubbelwandig, waardoor het risico op penetratie van de ladingtanks aanzienlijk wordt gereduceerd.

Op de vaarweg worden de risico's van containers met gevaarlijke stoffen niet beschouwd. Hiervoor zijn verschillende argumenten:

- Dit de kans op een aanvaring met zware schade is erg klein (ordegrootte eens per 10 miljoen per kilometer per transport per jaar);
- Heeft een aanvaring eenmaal plaatsgevonden, dan is de kans dat daarbij vervolgens een container wordt opengereten eveneens erg klein. Het aandeel containers met gevaarlijke stoffen is beperkt ten opzichte van andere ladingen én de kwetsbare lading zal in de praktijk op minder aanvaringsgevoelige slots worden geplaatst.
- De inhoud van een container is klein in vergelijking met de ladingtanks van een schip, zodat ook de hoeveelheid stof die uitstroomt veel beperkter zal zijn.

Conform de richtlijnen in basisnet water wordt het Externe Veiligheidsrisico bij aanvaringen van objecten aanvaardbaar geacht.

2.4

Aanpak van het onderzoek

Het voorliggende risicoanalyse-rapport heeft primair het doel om de data in het datarapport te verrijken met de ervaring uit het veld. Experts worden gevraagd om hun oordeel te geven op de data-analyse, afwijkingen te identificeren en te verklaren. Met de verzamelde informatie uit de datarapportage en vanuit de expertsessies zal een quick scan tool ontwikkeld worden, waarmee op snelle wijze objecten geselecteerd kunnen worden die zich kwalificeren voor vervolgonderzoek vanwege een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

² Ter bescherming van personen tegen de kans op overlijden door een ongeval met (o.a.) gevaarlijke stoffen wordt gebruik gemaakt van het begrip plaatsgebonden risico (PR). Het PR geeft de kans per jaar aan dat een persoon op die plaats overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongeval bij genoemde risicobronnen. De norm die voor het PR geldt, is de kans van 1:1.000.000 (10^{-6}).

In dit rapport wordt gesproken over objecten met een verhoogd risicoprofiel. Bij deze objecten zijn kenmerken of een combinatie van kenmerken gevonden die erop wijzen dat het object ten opzichte van de andere objecten een grotere kans op aanvaringen heeft, dan wel dat de effecten van een aanvaring ernstiger kunnen zijn. Voor deze objecten is nader onderzoek gewenst om vast te stellen of er daadwerkelijk sprake is van een hoger risico.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden aan de hand van een aantal stappen:

Stap 1: Huiswerkopdracht

In voorgaand onderzoek is gebleken dat er in de werksessies een grote mate van beïnvloeding kan ontstaan tussen experts. In de meeste gevallen nemen één of twee experts het voortouw, waardoor de anderen onvoldoende worden gehoord. Om te voorkomen dat essentiële informatie verloren gaat, is het onderzoek gestart met een individuele huiswerkopdracht. De deelnemers is daarbij gevraagd om, ieder voor zich, de risicopiramides op een onderbouwde wijze te beoordelen en aan te passen.

Er zijn vier huiswerkopdrachten opgesteld, te weten voor bruggen, sluizen, stuwen en keringen. Deelnemers is daarbij gevraagd om:

- De risico-piramides uit de datarapportage te beoordelen en zo nodig op een beargumenteerde wijze aan te passen;
- De impact van risico-verhogende kenmerken te beoordelen.

De vier huiswerkopdrachten zijn ter informatie opgenomen in Bijlage A.

Stap 2: Werksessies

Na de individuele huiswerkopdracht zijn drie expertsessies gehouden, waarbij de betrokken experts de mogelijkheid hebben gekregen om de onderbouwingen uit de huiswerkopdracht toe te lichten. De onderbouwingen zijn onderling bediscussieerd. Hierbij zijn argumenten uitgewisseld, echter zonder deze verder te beoordelen. De beoordeling heeft iedere expert zelfstandig uitgevoerd door een eventuele bijstelling van de eigen huiswerkopdracht. Meningingen kunnen hierdoor verdeeld blijven en de resultaten van de expertsessie geven daarmee een bandbreedte van de omvang van de risico's.

Expertsessies zijn georganiseerd voor:

- Bruggen
- Sluizen
- Stuwen en keringen

De resultaten van de expertsessies zijn samen met de gebruikte argumenten in de rapportage verwerkt.

De verschillende experts benaderen de problematiek vaak vanuit verschillende invalshoeken, met verschillende gebiedskennis en ervaring. Hierdoor kunnen argumenten strijdig met elkaar lijken. Het onderzoek heeft het doel om alle invalshoeken in kaart te brengen, en onzekerheden in beeld te brengen.

Stap 3: Analyse en ontwikkeling van de tool

In de laatste stap zijn de resultaten uit de datarapportage en vanuit de risicoanalyse nader geanalyseerd en vertaald naar een tool, waarmee het risicoprofiel van individuele objecten kan worden ingeschat. Voor stuwen en keringen zijn geen tools ontwikkeld, maar is een prioritering gegeven op basis van een analyse van de individuele objecten.

2.5

Gehanteerde documentatie en bronnen

Voor de uitwerking van het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende documentatie en informatie:

- 1) Google Maps.
- 2) Vaarwegbeeld van een zevental complexen met keringen, spuien, gemalen en sluizen, RWS, 2020
- 3) Stuwaaanvaring door Benzeentanker bij Grave, OVV, mei 2018
- 4) Vaarwegen in Nederland, RWS, mei 2019.
- 5) Richtlijnen Vaarwegen 2017, RWS, december 2017.
- 6) Tel- en blokgegevens uit IVS90, RWS, 2018.
- 7) Geregistreerde scheepsongevallen in de SOS-database, RWS, 2019.
- 8) Handleiding en Toelichting, SOS-formulier, versie 4.1.1, RWS, 24-05-2018.
- 9) Brochure "Onze Waterkeringen, Werken aan veiligheid bij stormen", RWS, oktober 2018.
- 10) Datarapportage "Risicoanalyse aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", RWS, 21 februari 2020
- 11) Handreiking Prestatiegestuurde Risico Analyse (PRA), Steunpunt ProBO, RWS, 2018
- 12) Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken (ROK), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (RWS, GPO), 2017

3 Risicoanalyse Bruggen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoanalyse bruggen samengevat. Paragraaf 3.1 start met een samenvatting van de resultaten van de data-analyse. Op basis van de geregistreerde ongevallen in de SOS-database zijn risicopiramides afgeleid voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risicopiramides dienen als referentiekader voor het voorliggende onderzoek.

In paragraaf 3.2 volgt een verdere aanscherping van de risicopiramides aan de hand van de expertbeoordelingen. Daarbij worden ook de onderbouwingen samengevat die hebben geleid tot de wijzigingen ten opzichte van de data-analyse. Paragraaf 3.3 gaat verder in op de risico-verhogende kenmerken van bruggen. Er wordt beschreven op welke wijze bepaalde kenmerken bijdragen aan de kans op aanvaringen van bruggen en de effecten daarvan.

Paragraaf 3.1 en paragraaf 3.2 worden samengevat in paragraaf 3.4. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van het risicoprofiel van de bruggen. Paragraaf 3.3 wordt samengevat in paragraaf 3.5. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van specifieke risico verhogende kenmerken die in de risicoanalyse aan de orde zijn geweest. Lezers met weinig tijd worden direct doorverwezen naar deze nabeschuivingen.

Tenslotte worden de bevindingen in het rapport in paragraaf 3.6 vertaald naar een tool, waarmee het areaal aan bruggen kan worden geprioriteerd voor nader onderzoek.

3.1 Resultaten van de data-analyse bruggen

In het data-analyserapport zijn historische risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risico-piramides zijn weergegeven in Figuur 2, Figuur 3, Figuur 4 en Figuur 5. In de periode 2009-2018 zijn er in totaal 528 aanvaringen van bruggen geregistreerd in de SOS-database.

Letselschade

Het aantal ongevallen met ernstige letseleffecten is relatief laag in relatie tot het aantal objecten, zie Figuur 2. Op basis van de data-analyse blijkt het risico op letselschade met name verhoogd onder de recreatievaart, die meer kwetsbaar is door de kleinere schepen en soms hogere snelheid. Alhoewel de twee dodelijke slachtoffers onder de recreatievaart zijn gevallen, wordt de beroepsvaart niet onkwetsbaar geacht. In het buitenland zijn meerdere aanvaringen van bruggen bekend, waarbij de stuurhut van het schip is gevaren. Bij deze ongevallen in het buitenland waren in tenminste twee gevallen dodelijke slachtoffers te betreuren. Soortgelijke aanvaringen komen ook in Nederland voor, echter in de afgelopen periode niet met dodelijke afloop.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	2 (0,38%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	5 (0,95%)
1	Licht letsel	8 (1,52%)
0	Geen slachtoffers	513 (97,16%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)

Figuur 2: Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Letselschade

Economische schade

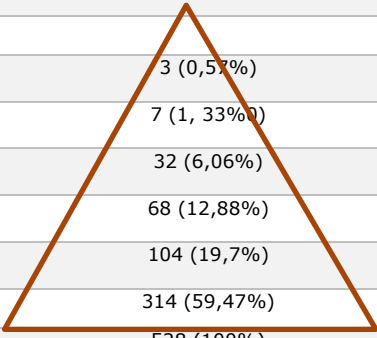
Bij de analyse van de economische schade is gebleken dat niet alle economische effecten op een goede wijze geregistreerd worden. Bij het invullen van de ongevalsinformatie wordt veelal wel de vaarwegstremming, maar niet de spoor- of wegstremming geregistreerd. Dit laatste is overigens wel de bedoeling. De SOS-database is daarmee vooral representatief voor economische schade door vaarwegstremmingen, maar niet voor economische schade door weg- en spoorstremmingen.

Ten behoeve van de risicoanalyse is de SOS-database verrijkt met aanvullende informatie over weg- en spoorstremmingen. Dit is gebeurd aan de hand van media artikelen, waarbij de gevonden stremmingsinformatie in een aparte kolom aan de SOS-database is toegevoegd. Met de verrijkte SOS-database ontstaat een beter inzicht in de verschillende typen stremmingen. Hierbij wordt wel de kanttekening gezet dat alleen aanvaringen met meer ernstige weg- en spoorstremmingen zijn toegevoegd en dat daarmee geen volledig beeld bestaat.

Op basis van de verrijkte SOS-database zijn twee risicopiramides afgeleid voor economische schade:

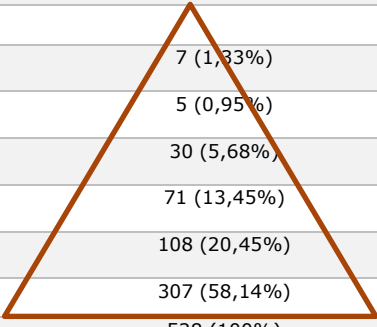
- Risicopiramide 1, zie Figuur 3, geeft de economische schade op basis van de oorspronkelijke SOS-database, waarbij de economische effecten ten gevolge van weg- en spoorstremmingen veelal ontbreken.
- Risicopiramide 2, zie Figuur 4, geeft de economische schade op basis van financiële schade, vaarwegstremmingen en stremmingen op de weg en het spoor (na verrijking van de SOS-database).

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	3 (0,52%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	7 (1,33%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	32 (6,06%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	68 (12,88%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	104 (19,7%)
0	Geen schade	314 (59,47%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)



Figuur 3: Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Economische schade op basis van SOS (exclusief weg- en spoorstremmingen)

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	7 (1,33%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	5 (0,95%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	30 (5,68%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	71 (13,45%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	108 (20,45%)
0	Geen schade	307 (58,14%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)



Figuur 4: Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Economische schade, inclusief weg- en spoorstremmingen

Uit beide figuren blijkt dat 41 tot 42 procent van de geregistreerde aanvaringen van bruggen gepaard gaat met enige economische schade. De financiële schade ten gevolge van aanvaringen is relatief laag ten opzichte van de grensbedragen in Tabel 1 en loopt maximaal op tot effectgroep 3. Dit impliceert dat vooral de stremmingen maatgevend zijn voor het economische risicoprofiel.

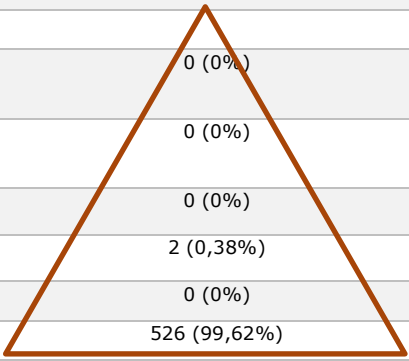
Bij stremmingen blijken het spoor en de weg meer maatgevend dan de vaarweg. Van de 6 zeer ernstige stremmingen in effectgroep 5, zijn twee stremmingen maatgevend vanuit de vaarweg en 4 stremmingen vanuit weg of spoor. Vaarwegstremmingen kunnen vaak sneller worden opgelost, bijvoorbeeld door het brugdek te verwijderen. De vaarwegstremming is dan opgelost, maar de stremming van het droge verkeer kan dan vervolgens nog lang duren, bijvoorbeeld vanwege de tijd voor reparatie.

Vanuit de data-analyse is er nog een aanvullende kanttekening bij de risicopiramide voor economische schade geplaatst. De financiële schade en de duur van de stremming is ten tijde van het ongeval lastig te bepalen. De daadwerkelijke schade wordt pas veel later in de tijd bekend. De registratie heeft dan al plaatsgevonden. Bij veel registraties staan daardoor grove inschattingen van de financiële schade/stremming of de data wordt in het geheel niet ingevuld. Hierdoor geven de risicopiramides voor economische schade naar verwachting een onderschatting van het risicoprofiel.

Milieuschade

Milieuschade is slechts tweemaal geregistreerd en telkens met beperkte effecten, zie Figuur 5. Toch heeft bij één aanvaring uitstroom van lading (stookolie) plaatsgevonden, maar de effecten heeft men in dit geval kunnen beperken.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	2 (0,38%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	526 (99,62%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)



Figuur 5: Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Milieuschade

Constructieve veiligheid

Tenslotte is ook gekeken naar de constructieve veiligheid. Hierbij is gekeken naar de functie doorstroming over de weg en het spoor. Hierbij zijn meerdere ongevallen geïdentificeerd, waarbij het brugdek ernstig is beschadigd. In die gevallen is de stremming voor de weg en het spoor vaak van een meer ernstige orde dan de stremming voor de scheepvaart. Het defecte brugdek kan relatief snel worden verwijderd, maar de reparatie of fabricage van een nieuw brugdek neemt langer in beslag.

In de data-analyse is een extra veld in de SOS-database opgenomen voor weg- en spoorstremmingen. In dit onderzoek is de experts ook expliciet om hun mening gevraagd met betrekking tot deze stremmingen. De weg- en spoorstremming worden in dit onderzoek daarom meegenomen als onderdeel van de nautische veiligheid en niet als onderdeel van de constructieve veiligheid.

3.2 Beoordeling risicopiramides bruggen door experts

In de data-analyse zijn in totaal vier risicopiramides opgesteld; één voor letselschade, twee voor economische schade en één voor milieuschade. De piramides zijn beoordeeld door meerdere experts en de bevindingen zijn samengevat in deze paragraaf.

3.2.1 Aantal aanvaringen van bruggen

Als eerste is de experts gevraagd om een inschatting te geven van het totaal aantal aanvaringen van bruggen. Het is bekend dat de SOS-database op onderdelen een onderregistratie geeft en de experts is gevraagd hierop hun visie te geven. De resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in Tabel 3.

Aantal aanvaringen bruggen	Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
Bandbreedte minimaal	528	528	582	528	800	2500	528	-	911
Bandbreedte maximaal	528	2500	1000	580	1600	4000	3000	-	2113

Tabel 3: Expert Judgement voor het aantal aanvaringen van bruggen in de periode 2009-2018

Bij het invullen van de tabel zijn door verschillende experts meerdere argumenten aangegeven:

- Veel experts zien bij inspecties van bruggen dat er sprake is van krasschade aan de brug, terwijl deze schade niet is gemeld. Ook worden wel eens kleine onderdelen van een schip gevaren en ook dit wordt niet altijd gemeld. Hierdoor zal het daadwerkelijke aantal aanvaringen naar verwachting veel hoger liggen dan de SOS-database aangeeft. Het betreft echter wel aanvaringen met zeer beperkte effecten.
- Toezicht is een factor van belang bij de registratie van aanvaringen. Bij vaste bruggen en veel beweegbare bruggen ontbreekt direct toezicht. Het is de verwachting dat kleinere schades bij deze bruggen veel minder worden gemeld en geregistreerd in vergelijking met bruggen waar op locatie wordt bediend.
- De minimale brughogtes in de Richtlijnen Vaarwegen houden rekening met de containervaart. De gerelateerde brughogtes zijn echter afgeleid van standaard containers. Als het schip highcube containers bevat, dan bestaat er alsnog een kans dat de brug wordt aangevaren. De Richtlijn Vaarwegen is geen garantie dat geen aanvaringen zullen plaatsvinden.
- De registratie van aanvaringen van bruggen heeft niet overal plaatsgevonden. Zo is de registratie op de Hoofdvaarweg Lemmer-Delfzijl pas na 2014 (overname van het beheer van Provincie naar RWS) op een goede wijze opgepakt.

De experts onderschrijven vrijwel unaniem de stelling dat de SOS-database een onderregistratie geeft. Over de mate van deze onderregistratie is geen eenduidigheid. Wel hebben de experts het beeld dat de niet geregistreerde aanvaringen in de regel aanvaringen betreft met lage effecten. De consequenties voor het risicoprofiel zijn hierdoor klein.

3.2.2

Letselschade bij aanvaringen van bruggen

De risicopiramide voor letselschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 4.

Letselschade Aanvaringen Bruggen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Meerdere doden of vermisten	0	1	0,2	0	0,1	0,2	0,1	0	0,2
4	Een dode of vermiste	2	2	2	2	2	0,4	2	0,2	1,5
3	Meerdere zwaargewonden	0	2	2	0	0	0,6	0,75	0	0,8
2	Een zwaargewonde	5	6	3	5	10	10	5	2	5,9
1	Licht letsel	8	10	10	8	10	50	100	50	34
0	Geen slachtoffers	513	510	983	513	1200	510	510	510	677
Totaal		528	531	1000	528	1222	571	618	562	719
Eerder opgegeven		528	528	582	528	800	2500	528	-	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		2.058	12.270	4.240	2.058	3.110	2.610	3.225	270	3.969

Tabel 4: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per letselschadeklasse

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 2.058 per jaar, wat overeenkomt met een "midden" risicoprofiel. De meeste experts beoordelen het risicoprofiel voor letselschade eveneens als een "midden" profiel. Twee experts komen tot een afwijkende beoordeling, waarbij eenmaal een "laag" risicoprofiel en eenmaal een "hoog" risicoprofiel is gekozen.

Bij de beoordeling hebben de experts de volgende argumenten ingebracht:

- Alhoewel het de afgelopen 10 jaar in Nederland niet is gebeurd, zijn er in het buitenland meerdere voorbeelden van ernstige aanvaringen van binnenvaart met bruggen, waarbij één of meerdere doden zijn gevallen. De kans op dit soort ongevallen is klein, maar zeker niet nihil³.
- Er bestaat vooral een kans op meerdere doden wanneer het brugdek van de pijlers wordt gevaren. Met name het verkeer op de brug is bij aanvaringen erg kwetsbaar. De kans op een dergelijk ongeval is klein, maar het effect is groot.
- Aanvaringen van bruggen ziet men in de regel aankomen. Hierdoor heeft men de kans om elkaar te waarschuwen. Dit heeft verlagend effect op het risicoprofiel. Toch hebben de meeste experts het idee dat er in de voorgaande periode gemiddeld genomen meer ernstige aanvaringen hadden kunnen voorkomen.
- Naar de toekomst toe is het mogelijk dat het risicoprofiel voor letselschade verbetert, met name door de toepassing van betere waarschuwingssystemen aan boord, dan wel autonoom varen.

³ In het buitenland vergelijkbare ongevallen: 1989: 20 tot 30 doden bij de spoorbrug Rhein, 2005: doden bij de aanvaring van een brug in de Donau Oostenrijk, 11 sep 2016: 2 doden bij de aanvaring van de Brug Erlangen, 12 okt 2018: 1 dode bij de aanvaring van de Bladenhorster Brücke

Concluderend is het algemene beeld dat de werkelijke letselschade iets hoger is in vergelijking met de SOS-database. De experts zijn van mening dat er een kleine kans bestaat op meer ernstige ongevallen, een dergelijk ongeval had in de afgelopen periode niet ondenkbaar geweest. De hogere inschatting van het aantal ongevallen ten opzichte van de SOS-database heeft voor letselschade weinig invloed, de meeste van deze kleine aanvaringen leiden niet tot ernstige letselschade.

Ondanks de hogere risicoscore, beoordelen de meeste experts het risicoprofiel in de klasse "midden", waarbij twee van de zeven experts komen tot een iets afwijkende beoordeling.

3.2.3

Economische schade bij aanvaringen van bruggen

Er zijn twee risicopiramides voor economische schade voorgelegd bij de expertgroep:

- Risicopiramide 1 geeft de economische schade op basis van financiële schade en met name vaarwegstremmingen. Stremmingen aan het spoor en de weg zijn in de afgelopen periode slecht in de SOS-database geregistreerd, waardoor deze piramide onvoldoende representatief is voor de weg- en spoorstremmingen.
- Risicopiramide 2 geeft de economische schade op basis van financiële schade aangevuld met alle stremmingen, zijnde vaarwegstremmingen, wegstremmingen en spoorwegstremmingen. De piramide is gebaseerd SOS-database verrijkt met aanvullende data.

Economische schade bestaande uit financiële schade en vaarwegstremmingen

Met betrekking tot stremmingen aan het spoor en de weg is er in de SOS-database sprake van een structurele onderregistratie. De risicopiramide voor economische schade op basis van de SOS-database is hierdoor vooral representatief voor economische schade exclusief weg- en spoorstremmingen. De individuele experts is gevraagd deze risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 5.

Economische schade, exclusief weg en spoorwegstremmingen Aanvaringen Bruggen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 5 dagen	3	2	2	2	3	10	2	1	3,1
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	7	9	4	9	15	20	9	10	10,9
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	32	32	10	32	40	32	32	10	26,9
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	68	76	26	76	200	76	76	50	82,9
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	104	108	156	108	300	108	108	100	141,1
0	Geen schade	314	301	800	301	600	301	301	300	414,9
Totaal		528	528	998	528	1158	528	528	471	680
Eerder opgegeven		528	528	582	528	800	2500	528	-	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		40.984	33.068	25.416	33.068	51.300	124.068	33.068	21.600	45.941

Tabel 5: Expert Judgement Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectklasse voor economische schade, exclusief weg- en spoorwegstremmingen

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 40.984 per jaar, wat overeenkomt met een “hoog” risicoprofiel. Dit risicoprofiel wordt gedeeld door veel experts, met uitzondering van twee experts die komen tot een risicogroep “zeer hoog”.

De volgende argumenten hebben ten grondslag gelegen aan deze beoordeling:

- Een aantal experts zag geen directe reden om de score conform de SOS-registratie bij te stellen.
- Andere experts gaven aan dat aanvaringen van objecten al snel leiden tot kleine vaarwegstremmingen, bijvoorbeeld ten behoeve van inspecties om de schade te kunnen opnemen. Zij hebben het idee dat deze stremmingen niet altijd goed worden geregistreerd.
- Het argument dat financiële schade niet goed wordt geregistreerd in de SOS-database heeft volgens de experts een klein effect. De schadebedragen bij aanvaringen van bruggen zijn in de regel laag in vergelijking met de grensbedragen in de verschillende effectgroepen. De financiële schade zit meestal in de lagere effectklassen.
- Aanvaringen in de hogere effectgroepen zijn in de regel aanvaringen die leiden tot lange stremmingen. Stremmingen worden niet altijd goed geregistreerd in de SOS-database, maar op basis van de beoordelingen lijkt dit voornamelijk te gelden voor de lagere effectgroepen.
- Tenslotte heeft een expert aangegeven dat de SOS-database meestal alleen de duur van ongeplande stremmingen bevat. De ongeplande stremmingen zijn noodzakelijk om noodmaatregelen te nemen of een inspectie te doen. Het herstel van de brug gebeurt meestal als gepland onderhoud en dit onderhoud wordt meestal niet in de SOS-database meegenomen, alhoewel dat wel de bedoeling is. In de praktijk blijkt het erg lastig om het gepland onderhoud te koppelen aan een specifieke aanvaring, aangezien schades vaak worden verzameld en gelijktijdig worden opgelost. Hierdoor is de hersteltijd moeilijk aan een specifiek incident te verbinden. Het is daarmee wel waarschijnlijk dat er sprake is van een onderschatting van de stremmingsduur in alle effectgroepen, ook in de hogere. Hier wordt door één expert een groot effect verondersteld op de risicomatrix.

Concluderend is het algemene en het gedragen beeld dat de werkelijke economische schade (zonder weg/spoorstremmingen) op hoofdlijnen gelijk of hoger is aan de SOS-registratie. Ondanks dat een aantal experts een verhoging van het risicoprofiel verwacht, heeft dat geen impact op het risicoprofiel, welke gemiddeld als “hoog” is beoordeeld. Twee experts komen tot de risicoclassificatie “zeer hoog”.

Economische schade bestaande uit financiële schade, vaarwegstremmingen en stremmingen van weg of spoor

Vanwege de structurele onderregistratie van stremmingen aan spoor en weg in de SOS-database, is aanvullende informatie verzameld met betrekking tot spoor- en wegstremmingen na aanvaringen van bruggen. Hierbij is met name gekeken naar aanvaringen die hebben geresulteerd in ernstige stremmingen. Deze informatie is aan de SOS-database toegevoegd door middel van een extra veld voor spoor- en wegstremmingen. De individuele experts is gevraagd de verrijkte risicopiramide voor economische schade te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 6.

Economische schade, inclusief weg en spoorweg-stremmingen, Aanvaringen Bruggen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gewogen
5	Meer dan 100 miljoen Stremming> meerdere dagen	7	6	4	6	8	6	6	0,5	5,2
4	Max. 100 Miljoen Stremming> 1 dag	5	5	4	5	12	5	5	2	5,4
3	Max. 15 miljoen Stremming< 1dag	30	30	10	30	40	30	30	100	38,6
2	Max 1 miljoen Stremming<2uur	71	71	26	71	200	71	71	100	87,1
1	Max 10.000'en euro's Stremming< 1uur	108	108	158	108	300	108	108	100	141,4
0	Geen schade	307	308	800	308	600	308	308	300	419
Totaal		528	528	1000	528	1114	528	528	602,5	697
Eerder opgegeven		528	528	582	528	800	2500	528	-	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		78.818	68.818	45.418	68.818	98.300	68.818	68.818	18.100	62.441

Tabel 6: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectklasse voor economische schade, inclusief weg- en spoorwegstremmingen

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 78.818 per jaar, wat overeenkomt met een "zeer hoog" risicoprofiel. Door de SOS-database te vergelijken is het risicoprofiel aanzienlijk toegenomen. Op basis van de expertbeoordeling blijkt dat dit beeld door de meeste experts wordt gedeeld. Twee experts verwachten een lager risicoprofiel in de classificatie "hoog".

Bij de beoordeling zijn dezelfde argumenten gehanteerd als bij de economische schade op basis van financiële schade en vaarwegstremmingen. Aanvullend hierop:

- Er is opgemerkt dat een aanvaring van een beweegbare brug snel leidt tot een ontzetting van de val met stremmingen van de weg of het spoor tot gevolg.
- Weg- en spoorstremmingen worden slecht geregistreerd. Aanvaringen met minder ernstige stremmingen zijn niet opgenomen in de verrijkte SOS-database en het is ook de vraag of alle ernstige aanvaringen met ernstige weg- of spoorstremmingen zijn meegenomen. Daarmee is het waarschijnlijk dat de SOS-database een onderschatting geeft.
- Op nationale wegen en spoorwegen kunnen stremmingen leiden tot zeer grote effecten. Grote effecten zijn echter ook mogelijk op meer lokaal niveau. Denk hierbij aan een lokale fietsbrug. Door een aanvaring kan het noodzakelijk zijn dat scholieren grote afstanden moeten omfietsen. Ook effecten op lokaal niveau kunnen een grote maatschappelijke impact hebben.

Alhoewel er sprake is van een onderregistratie in de SOS-database van weg- en spoorstremmingen, heeft dit argument bij de experts niet geleid tot een herziening van de risicomatrix in de hogere effectgroepen. Toch is daar realistisch gezien wel een effect te verwachten. De experts hebben het risico beoordeeld met een "hoog" tot "zeer hoog" risicoprofiel. Vanwege het argument over de onderregistratie is een "zeer hoog" risicoprofiel echter te verantwoorden.

3.2.4

Milieuschade bij aanvaringen van bruggen

De risicopiramide voor milieuschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 7.

Milieuschade Aanvaringen Bruggen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,01
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0	0,5	0	0	0	0	0,05	0	0,08
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0	0,5	0	0	0	0	0,1	0	0,08
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	2	1	2	2	2	2	2	0,5	1,6
1	Grenswaarden overschreden	0	2	0	0	0	0	0	1	0,4
0	Geen milieueffect	526	524	526	526	798	526	526	330	537
Totaal		528	528	528	528	800	528	528	331,5	539
Eerder opgegeven		528	528	582	528	800	2500	528	-	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		20	562	20	20	20	20	580	6	175

Tabel 7: Expert Judgement – Risicopiramide met het aantal ongevallen per milieuschadeklasse

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 20 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Deze beoordeling wordt vrijwel door alle experts gedragen. Twee experts verwachten een "midden" risicoprofiel.

Bij de beoordeling zijn de volgende argumenten tussen de experts uitgewisseld:

- Een aantal experts zag geen reden om de SOS-registratie bij te stellen, met uitzondering van de aantallen (extra ongevallen hebben vrijwel geen effect).
- Een expert heeft aangegeven dat ongevallen in de effectgroep 3 en 4 niet ondenkbaar zijn, ze zijn alleen in de voorgaande 10 jaar niet voorgekomen. Denk bijvoorbeeld een situatie waarbij een highcube container met gevaarlijke stoffen wordt opengeritst. Er kan dan volgens de expert sprake zijn van een incident met gezondheidsrisico's.
- Door toepassing van dubbelwandige tankers is een groot deel van het risico gemitigeerd. Enkelwandige tankers zijn per 1 januari 2019 uit gefaseerd, waardoor het risicoprofiel is afgenomen.
- Bij een aanvaring wordt meestal de boeg van het schip beschadigd. De kans op een significante uitstroom van de lading is bij een dergelijke schade erg klein.

Het argument dat er wel degelijk milieu-incidenten kunnen plaatsvinden is valide, maar heeft gemiddeld niet geleid tot een aanpassing van het "lage" risicoprofiel.

3.2.5 *Constructieve veiligheid*

De risicomethodiek voor constructieve veiligheid geldt in principe voor individuele objecten en niet voor groepen. Hierdoor is de methodiek niet goed geschikt voor een landelijk analyse. Daarnaast zijn de relevante functies van de brug, het waarborgen van doorstroming op water, spoor en weg, meegenomen in het onderzoek als onderdeel van de economische schade. Hierdoor is een verdere analyse van de constructieve veiligheid geen noodzaak.

In de discussie over risicobepalende kenmerken zullen uiteraard wel de constructieve kenmerken worden meegenomen die van invloed kunnen zijn op het risicoprofiel. Dit komt aan de orde in de hierop volgende paragraaf.

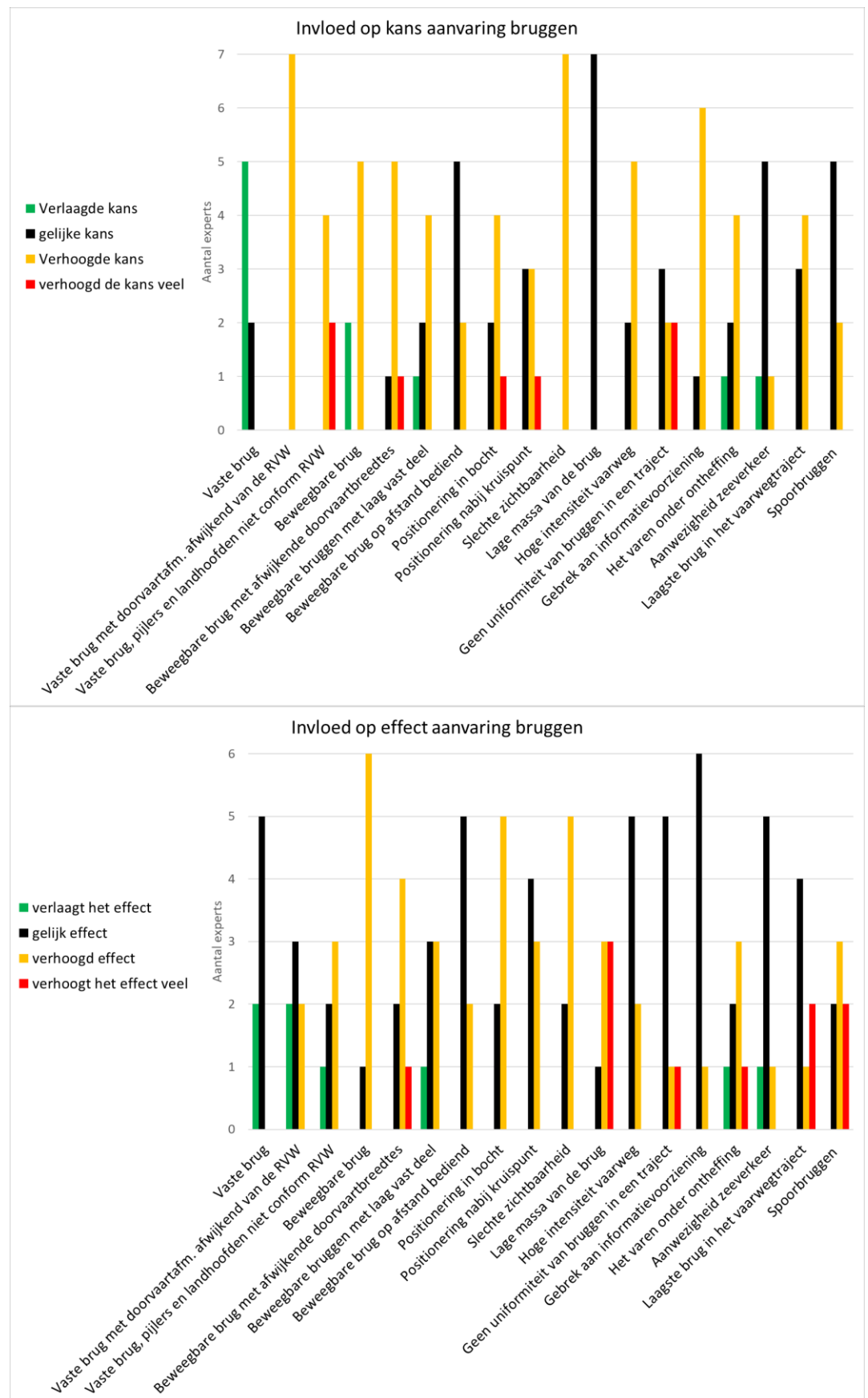
3.3 **Risico-verhogende kenmerken**

In de data-analyse zijn een aantal kenmerken gedefinieerd, die mogelijk risico-verhogend kunnen zijn voor bruggen. De experts is gevraagd om deze kenmerken te beoordelen en de lijst met kenmerken zo nodig uit te breiden.

De kenmerken uit de data-analyse betreffen:

- Vaste bruggen
- Vaste bruggen met doorvaartafmetingen afwijkend van de RVW
- Vaste bruggen met pijlers en landhoofden niet conform de RVW
- Beweegbare bruggen
- Beweegbare bruggen met afwijkende doorvaartbreedtes
- Beweegbare bruggen met laag vast deel
- Beweegbare brug op afstand bediend
- Positionering in bocht: Bij een positionering in een bocht kunnen er problemen ontstaan met de zichtbaarheid van de brug en het tegemoetkomend verkeer. Dit heeft mogelijk een risico-verhogend effect.
- Positionering nabij kruispunt
- Slechte zichtbaarheid van de brug
- Lage massa van de brug
- Intensiteit vaarweg:
- Geen uniformiteit van bruggen in een traject
- Slechte informatievoorziening
- Het varen onder ontheffing
- Aanwezigheid zeeverkeer
- Laagste brug in het vaarwegtraject
- Spoorbruggen

De experts is gevraagd om te beoordelen of deze kenmerken de kans op aanvaringen en/of de effecten van aanvaringen verhogen, dan wel verlagen. De resultaten van deze beoordelingen zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Expert beoordeling met de impact op kans en effect van specifieke brugkenmerken

De experts hebben daarnaast nog de volgende aanvullende kenmerken ingebracht:

- Aanwezigheid van remmingwerken/beschermingsconstructies
- Werkzaamheden
- Schaalvergroting
- Meerdere bruggen kort na elkaar
- Variabele waterstanden

Deze kenmerken zullen in deze paragraaf nader worden besproken, maar deze kenmerken zijn niet door de volledige expertgroep beoordeeld.

Vaste bruggen

Vaste bruggen zijn gemiddeld gezien hoger en breder, waardoor wordt verwacht dat het risicoprofiel voor deze groep lager is ten opzichte van het gemiddelde landelijke risicoprofiel over alle bruggen. Dit is bevestigd in de data-analyse, waarbij op basis van een analyse van de SOS-database is gebleken dat vaste bruggen inderdaad een lager risicoprofiel kennen. De experts hebben de impact op het landelijke risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	5	Effect verlagend:	2

De meeste experts verwachten een positief effect op de kans en/of het effect van aanvaringen als er sprake is van een vaste brug. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een aantal experts geeft aan dat vaste bruggen meestal hoog en breed worden uitgevoerd, waardoor de kans op een aanvaring afneemt.
- Een expert geeft aan dat vaste bruggen meer uniform zijn, waardoor de schipper beter weet wat hij kan verwachten. De kans op een aanvaring van vaste bruggen op een traject is hierdoor minder hoog.
- Een expert geeft aan dat vaste bruggen meer robuust zijn, waardoor effecten van aanvaringen afnemen. Deze opvatting wordt echter niet gedeeld door alle experts. Er is aangegeven dat de pijlers van een beweegbare bruggen in de regel veel zwaarder uitgevoerd worden ten gevolge van het bewegingswerk in de pijler. Daarnaast hebben vaste bruggen vaker grote overspanningen. De brug wordt dan wel zwaarder uitgevoerd om deze afstand te overbruggen, maar daarmee is niet gezegd dat de brug beter bestand is tegen aanvaringen.
- Een expert geeft aan dat vooral het bewegingswerk van beweegbare bruggen erg kwetsbaar is voor aanvaringen. Door het ontbreken van het bewegingswerk, zijn de vaste bruggen minder kwetsbaar. De effecten van aanvaringen zullen hierdoor afnemen.
- Vaste bruggen, ook als deze aan de Richtlijnen Vaarwegen voldoen, zijn in sommige gevallen relatief laag in relatie tot de passerende scheepvaart. Ook bij vaste bruggen conform de Richtlijnen Vaarwegen kan het noodzakelijk zijn om de stuurhut te laten zakken om veilig te kunnen passeren. Een vaste brug is geen garantie dat geen aanvaringen zullen plaatsvinden.

De bevinding in de datarapportage dat vaste bruggen in de regel een lager risicoprofiel kennen ten opzichte van de gemiddelde landelijke risicopiramides wordt op hoofdlijnen gedeeld door de experts.

Vaste bruggen met doorvaartafmetingen afwijkend van de RVW

Het wordt verwacht dat vaste bruggen met een doorvaarthoogte en doorvaartbreedte niet conform de Richtlijnen Vaarwegen zullen leiden tot verhoogd risicoprofiel. Op basis van de data-analyse bleek dat slechts gedeeltelijk het geval. Het risicoprofiel bleek inderdaad hoger ten opzichte van het risicoprofiel van alle vaste bruggen samen, maar het risicoprofiel was nog steeds lager ten opzichte van het gemiddelde landelijke risicoprofiel over alle bruggen samen (inclusief de beweegbare bruggen).

De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	7	Effect verhogend:	2
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	2

De meeste experts verwachten dat de afwijkende doorvaartafmetingen leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen. Het beeld ten aanzien van het effect van aanvaringen is verdeeld. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Eén van de experts geeft aan dat de kans op aanvaringen toeneemt omdat de schipper mag verwachten dat de uitvoering van de brug is afgestemd op de kenmerken van de vaarweg.
- Eén expert geeft aan dat de kans op aanvaringen toeneemt omdat de schipper in minder ruimte moet manoeuvreren.
- Eén expert geeft aan dat de kans op aanvaringen toeneemt, maar dat dit effect door verkeersmaatregelen, zoals snelheidsbeperkingen, kan worden gemitigeerd. Daarmee hoeft er geen verschil te zijn in vergelijking met de vaste brug die conform de RVW is uitgevoerd.
- Het effect van aanvaringen neemt af, omdat vaste bruggen meer robuust zijn. Dit argument wordt echter niet door alle experts gedeeld, zie ook het voorgaande kenmerk.

De experts zijn unaniem dat het risicoprofiel toeneemt als de doorvaartafmetingen niet voldoen aan de RVW. Deze conclusie is echter niet helemaal in lijn met de bevindingen in de data-rapportage, waar is geconcludeerd dat het risicoprofiel afneemt ten opzichte van het gemiddelde risicoprofiel over alle bruggen.

In de werksessie bleek dat er sprake was van een belangrijk interpretatieverschil. Het voorliggende kenmerk was door de experts beoordeeld ten opzichte van de groep "vaste bruggen" en niet ten opzichte van de landelijke mix van bruggen, waarin ook de beweegbare bruggen zijn opgenomen. Daarmee is de beoordeling door de experts niet per definitie strijdig met het datarapport. De beoordeling van de experts moet echter wel in de goede context worden geplaatst.

Het beeld van de experts met betrekking tot het effect blijkt verdeeld. Dit verdeelde beeld hangt vooral samen met robuustheid. Een deel van de experts ziet de vaste bruggen als meer robuust, een ander deel geeft aan dat deze bruggen soms zwaarder zijn, maar dat dit het gevolg is van de grotere overspanningen. De vaste brug is daarmee niet per definitie beter bestand tegen aanvaringen. Veel is afhankelijk van de eigenschappen van het individuele object en dat hangt niet altijd samen met een vaste of beweegbare brug.

Vaste bruggen met pijlers en landhoofden, niet uitgevoerd conform de RVW

Vaste bruggen met pijlers en landhoofden die afwijken van de Richtlijnen Vaarwegen leiden mogelijk tot een hoger risicoprofiel. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	2	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	1

Alle experts verwachten dat de aanwezigheid van pijlers zal leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen. Het beeld ten aanzien van het effect van aanvaringen is verdeeld. In de werksessie en de huiswerkopdracht zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Bij een uitwijkmanoeuvre of bij onoplettendheid kan een pijler in de weg staan. De kans op aanvaringen zal hierdoor volgens één van de experts toenemen.
- Soms staan pijlers, die wel volgens de Richtlijnen Vaarwegen zijn uitgevoerd, nog te dicht op de kant. Een aanvaring van de oever kan dan alsnog leiden tot schade aan de pijler. Hier dient de Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) te worden gevolgd.
- Door de aanwezigheid van pijlers heeft de brug kleinere overspanningen, waardoor het brugdek meer robuust is. Het effect van aanvaringen neemt volgens één van de experts hierdoor af.
- Remmingwerken en beschermingsconstructies kunnen helpen om de kans op aanvaringen van de pijlers te reduceren. Deze moeten zijn ontworpen als aanvaarbeveiliging en voldoende lengte en sterkte hebben om het schip van de pijler af te geleiden.

De conclusie van de experts is unaniem dat de aanwezigheid van pijlers het aanvaarrisico zal verhogen. Ook hier moet een kanttekening worden gemaakt. In de werksessie bleek dat de beoordeling door de experts is uitgevoerd ten opzichte van de groep "vaste bruggen" en niet ten opzichte van de volledige groep bruggen, inclusief beweegbare bruggen. Daarmee is geen inzicht in hoeverre de groep vaste bruggen met pijlers beter of slechter scoort ten opzichte van het landelijke gemiddelde. De uitkomsten uit de risicoanalyse moeten derhalve in de goede context worden beschouwd.

Beweegbare bruggen

Bij beweegbare bruggen bestaat de kans dat de meer gevoelige delen van het mechaniek worden beschadigd bij een aanvaring, waardoor mogelijk eerder sprake is van een stremming en dus een verhoogd risicoprofiel. Dit aspect is ook onderzocht in de data-analyse en hieruit bleek een verhoogd risicoprofiel voor beweegbare bruggen ten opzichte van het gemiddelde landelijke risicoprofiel over alle bruggen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	5	Effect verhogend:	6
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	1
Kans verlagend:	2	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten dat de beweegbare bruggen leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen en meer ernstige effecten. In de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Beweegbare bruggen zijn vaak minder breed en het vaste deel is relatief laag. Hierdoor bestaat er volgens een deel van de experts een verhoogde kans op aanvaringen.
- Eén expert geeft aan dat de kleinere afmetingen van de brug de aandacht van de schipper zal verhogen, waardoor de kans op een aanvaring niet toeneemt maar juist afneemt.
- De val van beweegbare bruggen kan bij een aanvaring gemakkelijk ontzet raken, waardoor grote schade en lange stremmingen kunnen ontstaan. De effecten worden hierdoor hoger ingeschat.
- Het mechaniek en de besturingssystemen van de beweegbare brug zijn kwetsbaar en bij vaste bruggen niet aanwezig, waardoor effecten toenemen ten opzichte van het landelijke profiel.

De meeste experts zien een toename van de kans en het effect bij de toepassing van beweegbare bruggen. Dat is in lijn met de bevindingen in de datarapportage. Een klein deel ziet de kans op aanvaringen juist afnemen omdat de schipper bij dit soort objecten met meer aandacht manoeuvreert.

Beweegbare bruggen met afwijkende doorvaartbreedtes

Beweegbare bruggen met doorvaartbreedtes die niet conform de Richtlijnen Vaarwegen zijn uitgevoerd hebben mogelijk een verhoogd risicoprofiel. Dit aspect is ook onderzocht in de data-analyse en hieruit bleek dat het risicoprofiel voor beweegbare bruggen inderdaad toeneemt als de doorvaartbreedte niet aan de Richtlijnen Vaarwegen voldoet. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	1	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	5	Effect verhogend:	4
Gelijke kans:	1	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten dat de afwijkende doorvaartafmetingen leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen en meer ernstige effecten. In de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de kans op aanvaringen van een beweegbare brug toeneemt bij een afname van de doorvaartbreedte in vergelijking met de Richtlijnen Vaarwegen.
- Een deel van de experts geeft aan dat de brug en het (maatgevend) schip niet op elkaar zijn afgestemd, waardoor er een verhoogde kans bestaat op aanvaringen. Hoe groter de mismatch, des te groter de kans op aanvaringen.
- Een expert geeft aan dat de kleinere afmetingen de alertheid van de schipper zal verhogen, waardoor de kans niet toeneemt, maar gelijk blijft.
- Beweegbare bruggen zijn vaak minder robuust. Als een groot schip een aanvaring veroorzaakt, dan is het object onvoldoende robuust om dit op te vangen. Dit laatste argument wordt weersproken door andere experts. Door het bewegingswerk in de pijler en de kleinere overspanningen van de beweegbare bruggen zijn deze bruggen op bepaalde punten zelfs sterker uitgevoerd. De beweegbare bruggen zijn wel meer kwetsbaar door de mechanische delen.

De meeste experts zien een verdere toename van kans en effect bij de toepassing van beweegbare bruggen met afwijkende doorvaartbreedtes. Dat is in lijn met de bevindingen in de datarapportage.

Ook bij dit kenmerk moet worden genuanceerd dat de experts dit kenmerk hebben beoordeeld ten opzichte van een beweegbare brug conform de Richtlijnen Vaarwegen en niet ten opzichte van het landelijke gemiddelde, zoals bepaald in de risicopiramides.

Beweegbare bruggen met laag vast deel

Beweegbare bruggen waarvan het vaste deel nauwelijks bruikbaar is vanwege een zeer lage doorvaarthoogte, moeten vaker worden bediend, waardoor het risicoprofiel mogelijk toeneemt. Dit is niet onderzocht in de data-analyse. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

Het oordeel van de experts is wat verdeeld, maar wijst op een verhoging van kans en effect. In de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft het volgende aan: bij meer frequente bediening vaart er minder verkeer onder het vaste deel door. In de regel vaart de schipper met meer aandacht onder het beweegbaar deel door, waardoor de aanvaarkans afneemt.
- De Human Factor speelt een belangrijke rol bij de bediening van bruggen, zowel bij schipper als bedienaar. De kans op aanvaringen en de effecten ervan nemen volgens een aantal experts toe ten opzichte van een gemiddelde brug.

- Een expert geeft aan dat erg lage bruggen met de romp kunnen worden aangevaren. De romp kan niet onder het brugdek schuiven, waardoor het schip volledig wordt afgeremd en er een grote impact op de brug en het schip ontstaat. Dit zal meer schade aan de brug en het schip toebrengen. Bij hogere bruggen zal de brug worden geraakt met de bovenbouw. De bovenbouw zal makkelijker vervormen, waarbij de romp van het schip onder de brug door kan schuiven. Hierbij komt minder energie vrij die door de brug en het schip moeten worden opgevangen.

Beweegbare brug op afstand bediend

Bij lokale bediening en bij bediening op afstand bestaat de kans op een verstoring in het bedienproces, hetgeen tot aanvaringen kan leiden. Ritsend bedienen op afstand kan voor de bedienaar bij drukte meer intensief zijn, dit kan verder worden versterkt als er ook andere taken op de bedienaar wachten. Hierdoor bestaat er mogelijk een verhoogde kans op bedienfouten. In de data-analyse bleek er op basis van de objectselectie wel een verhoogd risicoprofiel te bestaan, maar bij nadere analyse hiervan kon bij de meer ernstige ongevallen geen duidelijke relatie worden aangetoond met de bedienwijze.

De experts hebben het kenmerk als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	2	Effect verhogend:	2
Gelijke kans:	5	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

Het beeld neigt naar de conclusie dat de bediening geen impact heeft op het risicoprofiel, maar de meningen van de experts zijn wel iets verdeeld. In de werksessie en in de huiswerkopdracht zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Bij bediening op afstand moet het verkeersbeeld op basis van radar en CCTV-beelden worden verkregen. Volgens een enkele expert kan bij bediening op zicht in één oogopslag duidelijk zijn hoe de verkeerssituatie in elkaar zit. De kans op aanvaringen van bruggen en de gerelateerde effecten nemen volgens deze expert toe bij bediening op afstand. Dit beeld wordt niet door alle experts gedeeld, omdat het visueel zicht ook niet overal optimaal is. In veel gevallen zijn camerabeelden essentieel om goed inzicht te hebben in het verkeersbeeld en veilig te kunnen bedienen.
- Volgens de Landelijke Brug- en Sluis standaard (LBS) leidt de combinatie van bediening op zicht en camera's tot hogere risico's, met name doordat er gemakkelijker fouten in het schouwproces kunnen sluipen. De bediening dient daarom of volledig op basis van camerabeelden of volledig op basis van visueel zicht te worden uitgevoerd. Zodra een object is voorzien van camera's, dient de totale bediening te worden verricht op basis van camerabeelden, ook als de bedienpost lokaal staat. In technische zin is er dan ook geen verschil tussen lokale bediening en bediening op afstand.
- Volgens een aantal experts is in de beginfase van het bedienen op afstand onvoldoende aandacht besteed aan het bedienproces en het opleiden van de bedienaars, waardoor ongevallen hebben plaatsgevonden. Het aspect van beheer en bediening is inmiddels verbeterd en wordt nog verder ontwikkeld.
- Een belangrijk aspect bij bediening op afstand is het onderhoud. Als dit niet op orde is, dan is er geen garantie dat men veilig kan werken. Achterstallig onderhoud kan de risico's bij het bedienen op afstand doen toenemen, zeker als men de bediening continueert, terwijl de techniek niet op orde is.
- Bij bediening op afstand wordt meer techniek en software toegepast. Technische issues en software bugs kunnen leiden tot spookcommando's die het risicoprofiel doen toenemen. Systemen moeten daarom uitvoerig worden getest.
- Bij ritsend bedienen bestaat de kans dat de aandacht onjuist over twee bediensituaties wordt verdeeld. Hierdoor kunnen fouten in de bediening optreden. Aan de andere kant is ritsend bedienen juist ingesteld om te voorkomen dat het aandachtniveau van de bedienaar door onderbelasting te ver weg zakt. Beide manieren van bedienen hebben dus zo hun voor- en nadelen.

- Bij bediening op afstand worden meerdere objecten door een bedienaar bediend. De interfaces van individuele objecten kunnen telkens een beetje verschillen, waardoor een kans bestaat dat de bedienaar objecten met elkaar verward. Hierdoor kunnen bedienfouten ontstaan. Ook het wisselen van bedienaars over verschillende bedienplekken kan tot dergelijke fouten leiden.
- De Human Factor, betrekking hebbende op bedienaar en schipper, speelt een belangrijke rol bij de bediening van bruggen, volgens sommige experts zeker bij bediening op afstand. De kans op aanvaringen en de effecten ervan nemen volgens een aantal experts toe ten opzichte van een gemiddelde brug.
- Volgens een expert ontstaan fouten niet zozeer in de bediening, maar wel in de communicatie. Waar bediend wordt, staat daar los van. Hierdoor is er geen invloed op kans of effect.

Het brede beeld neigt naar een gelijkblijvende kans en een gelijkblijvend effect. Dit sluit aan bij de resultaten van de data-analyse waarbij geen causaal verband is aangetoond door de invloed van andere factoren.

Positionering in bocht

Als de brug in een bocht is gepositioneerd, dan kan het zicht op de brug en het zicht op het tegemoetkomend verkeer belemmerd worden. Dit heeft mogelijk een risico-verhogend effect. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	1	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	5
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts verwachten op hoofdlijnen een toename van de kans en het effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de brug meestal breder wordt uitgevoerd in de bocht, waardoor het risico op een aanvaring voor een belangrijk deel wordt gemitigeerd. Het risicoprofiel kan wel toenemen in combinatie met andere factoren, zoals aanwezigheid pijlers, ligging nabij een kruising, een beweegbare brug in een bocht, etc.
- De schipper kan de situatie nabij de brug niet goed overzien. Een versmalde doorvaart in combinatie met de bocht maakt de situatie meer complex. Volgens een aantal experts neemt de aanvaarkans hierdoor toe.
- Een expert heeft aangegeven dat de schepen snelheid nodig hebben om door de bocht te manoeuvreren. Hierdoor kan het effect van aanvaringen toenemen. Een verandering van windsnelheid/windrichting kan de manoeuvre in de bocht verder compliceren.
- De experts geven aan dat een goed radarbeeld en een goede informatievoorziening essentieel is bij objecten in een bocht. Dit is mogelijk niet overal op orde, waardoor sprake kan zijn van een verhoogde kans op aanvaringen.

De meeste experts verwachten een toename van de kans en het effect en dus een toename van het risicoprofiel.

Positionering nabij kruispunt

Bij een positionering nabij een kruispunt heeft de schipper alle aandacht nodig voor de verkeerssituatie, waardoor hij kan worden afgeleid. Dit kan het risicoprofiel van de brug mogelijk verhogen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	1	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	3	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	3	Gelijk effect:	4
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

Het brede beeld wijst op een verhoging van de kans op aanvaringen en een gelijk of een verhoogd effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de afstand tussen de brug en het kruispunt in de regel lang genoeg is om goed te kunnen oplijnen. Er wordt daardoor geen impact op het risicoprofiel verwacht.
- Eén van de experts geeft aan dat een goed radarbeeld en een goede informatievoorziening in deze situatie essentieel zijn. Dit is mogelijk niet overal op orde, waardoor sprake kan zijn van een verhoogde kans op aanvaringen.
- Een expert geeft aan dat een versmalde doorvaart in combinatie met het kruispunt de situatie meer complex maakt. Hierdoor neemt de aanvaarkans mogelijk toe. De complexiteit neemt toe naarmate de schipper wordt geconfronteerd met meer verkeersstromen.
- Door de complexiteit is de schipper meer alert in het gebied. De toegenomen alertheid van de schipper compenseert volgens een expert de complexiteit, waardoor er geen effecten worden verwacht.

De experts zijn wat verdeeld, maar het brede beeld neigt naar een toename van de kans op aanvaringen bij een gelijkblijvend of toenemend effect.

Slechte zichtbaarheid van de brug

Soms gaat de brug op in de omgeving, bijvoorbeeld door de kleurstelling. Dit kan het risicoprofiel verhogen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	7	Effect verhogend:	5
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een toename van kans en effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de brug soms niet goed zichtbaar is op de radar. Hierdoor neemt de kans op een aanvaring toe.
- Soms is het door de kleurstelling/vormgeving lastig om te bepalen of de brug open of dicht staat (brug Burgum). Hierdoor neemt de kans op een aanvaring volgens een aantal experts toe.
- Een expert geeft aan dat de schipper met hogere snelheid zal varen als de schipper denkt dat de brug open staat. Als de brug dan dicht blijkt te zijn, zullen de effecten hoog zijn.
- Een expert geeft aan dat schippers op de radar varen. Zichtproblemen zijn hierdoor minder relevant.

De meeste experts verwachten een toename in de kans en het effect en dus een toename van het risicoprofiel. Overigens geeft één van de experts aan dat het lastig is om dergelijke problemen afdoende op te lossen. De zichtbaarheid is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en de lichtniveaus. Het is lastig een kleur of oplossing te vinden die in alle situaties werkt.

Lage massa van de brug

De lichtere bruggen (onder andere voetgangers- en fietsbruggen) lijken meer vatbaar voor ernstige schade bij aanvaringen, waardoor de effecten van een aanvaring hoger kunnen zijn. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	3
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	7	Gelijk effect:	1
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een gelijkblijvende kans en toename van het effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- De lage massa heeft geen effect op het ontstaan van een aanvaring, maar wel op het mogelijke effect.
- Een expert geeft aan dat de schade aan een brug bij een aanvaring flink kan toenemen als de brug een beperkte constructieve sterkte heeft. Denk hierbij niet alleen aan de gevolgen voor de constructie, maar ook aan de gevolgen voor de aanwezige personen op de brug.
- Een expert geeft aan dat de massa van de brug in relatie moet worden gezien met de maatgevende scheepvaart op de vaarweg.
- Een expert geeft aan dat geen enkele brug een frontale aanvaring op snelheid kan weerstaan.
- In de meest recente richtlijnen zijn eisen opgenomen aangaande de minimale impact die bruggen moeten kunnen weerstaan. Een expert heeft het vermoeden dat niet alle bruggen, ook niet recent opgeleverde bruggen, hieraan voldoen. Het betreft daarbij vooral voetgangers- en fietsbruggen, maar ook lichtere verkeersbruggen.

De meeste experts verwachten geen toename van de kans op ongevallen, maar de effecten kunnen bij dit type bruggen wel ernstiger zijn. Het risicoprofiel van bruggen met een lage massa ligt daardoor hoger.

Hoge intensiteit vaarweg

De kans op een aanvaring is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg. Hoe meer verkeer, hoe hoger de kans op een aanvaring. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	5	Effect verhogend:	2
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een toename van de kans en een gelijkblijvend effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een aantal experts geeft aan dat het aantal passages lineair met de intensiteit toeneemt. Dit levert een hogere kans op een aanvaring. Effecten zullen niet veranderen.
- Een expert geeft aan dat de aanvaarkans toeneemt bij een drukke vaarweg waar sprake is van veel onderdoorvaart. Bij lage beweegbare bruggen zal er meer bediening plaatsvinden. Bij bediening zal de alertheid van de schipper hoger liggen, waardoor de kans op aanvaringen juist weer afneemt. Mogelijk compenseren effecten elkaar.
- Een expert geeft aan dat de combinatie van recreatievaart en beroepsvaart een verhoging zal opleveren van het risicoprofiel van de brug. Door voorpiepgedrag kan het voor de beroepsvaart noodzakelijk zijn om uit te wijken met een aanvaring van de brug tot gevolg. Ook tegemoetkomende recreatievaart (geen marifoon/geen vooraankondiging) kan door de beroepsvaart te laat worden opgemerkt met een aanvaring van de brug tot gevolg.

Het brede beeld neigt naar een toename van de kans op aanvaringen bij een gelijkblijvend effect.

Geen uniformiteit van bruggen in een traject

Op een traject waar gelijkvormige bruggen in maatvoering verschillen, zijn interpretatiefouten door de schipper mogelijk met een verhoogde kans op aanvaringen tot gevolg. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	2	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	2	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	3	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een toename van kans en een gelijkblijvend effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Zolang de bruggen voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen hoeft het risicoprofiel, volgens één van de experts, niet te veranderen.
- De Human Factor speelt volgens een expert een belangrijke rol. Als de brug er hetzelfde uitziet, maar de onderdoorvaart is lager, dan is er volgens de expert sprake van een verhoogde kans op aanvaringen. Als de schipper aanneemt dat hij de brug zonder problemen kan passeren, dan zal de schipper geen snelheid minderen, waardoor ook de effecten toenemen.
- Een expert geeft aan dat schippers extra attent zijn, mits ze goed worden geïnformeerd. Is dat niet het geval, dan zal de kans op aanvaringen toenemen. Beide effecten zouden elkaar kunnen compenseren.

Alhoewel de experts het kenmerk niet unaniem beoordeeld hebben, neigt het gezamenlijk beeld naar een verhoogde kans op aanvaringen en een gelijkblijvend effect als de bruggen in een traject niet voldoende uniform zijn.

Gebrek aan informatievoorziening

Informatie die niet op orde is kan leiden tot verwarring en misinterpretaties. Als bijvoorbeeld de peilschalen ontbreken, dan is het voor de schipper lastig om de actuele doorvaarthoogte te herleiden. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	6	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	1	Gelijk effect:	6
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een toename van kans en een gelijkblijvend effect. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Verkeerde informatie resulteert in een onjuiste inschatting van de hoogte van de brug. Hierdoor neemt de kans op aanvaringen volgens een aantal experts toe.
- Als de informatie goed is en goed gelezen wordt, zouden kans en effect niet hoeven toe te nemen. Een aantal experts geeft aan dat de praktijk anders uitwijst.
- Naarmate informatievoorziening wordt verbeterd door een juiste communicatie en een juiste en eenduidige uitvoering van boeien, borden, etc., zal de kans op aanvaringen volgens een aantal experts afnemen.
- Een expert geeft aan dat de schipper gaat gokken als de informatie gebrekkig is. Een verkeerde gok kan grote gevolgen hebben.

Alhoewel de experts niet unaniem zijn, neigt het brede beeld naar een verhoogd risicoprofiel, waarbij met name de kans op aanvaringen zal toenemen bij een gelijkblijvend effect.

Het varen onder ontheffing

Het varen met ontheffing (extra hoge/zware ladingen) kan leiden tot een verhoogd risicoprofiel. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De meeste experts verwachten een toename van kans en het effect als het schip met ontheffing vaart. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Er zijn twee soorten ontheffingen, ontheffingen voor incidentele zware transporten en ontheffingen om tijdelijk schaalvergroting op de vaarweg toe te staan. In het laatste geval is het vaak een pilot waarbij op termijn grotere scheepvaart permanent wordt toegelaten op een vaarweg.
- Bij incidentele transporten met ontheffing vaart vaak begeleiding mee, waarbij tevens op beperkte snelheid wordt gevaren. Volgens een expert neemt de kans op aanvaringen toe, maar de effecten blijven door de lage snelheid beperkt.
- Een ontheffing is geen garantie dat er geen aanvaringen ontstaan. Voorbeelden van incidenten bij incidenteel zwaar transport zijn de brug bij Schellingwoude en de Scharbergerbrug. Het risicoprofiel lijkt daarmee verhoogd.
- Een ontheffing met een langere looptijd heeft meestal betrekking op schepen die te groot zijn voor de vaarweg. De situatie wordt langere tijd toegestaan, waardoor het eigenlijk dagelijkse praktijk wordt. Het schip is te groot voor de vaarweg, waardoor het effect bij een aanvaring volgens een aantal experts zal toenemen. Als onderdeel van de ontheffing worden voorwaarden meegegeven. Vaak wordt de ontheffing na verloop van tijd omgezet naar een permanente situatie. Soms gaan de voorwaarden daarbij verloren.
- Een expert geeft aan dat er soms, onder ontheffing, wordt gevaren met lading die uitsteekt. Hierdoor bestaat er een verhoogde kans op aanvaringen.
- Een expert geeft aan dat een ontheffing goed wordt voorbereid, waardoor het risicoprofiel lager wordt.

Alhoewel de experts niet unaniem zijn, neigt het brede beeld naar een verhoogd risicoprofiel, waarbij ook de effecten van de aanvaringen zullen toenemen.

Aanwezigheid zeeverkeer

Grote zeeschepen kunnen moeilijk afstoppen, waardoor de brugopening moet worden afgestemd op de passage van het passerende schip. Als er iets misgaat is correctie minder goed mogelijk. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	5	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De meeste experts verwachten een gelijkblijvend risicoprofiel. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de zeevaart minder manoeuvreerbaar is, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt.
- Zeevaart is Engels georiënteerd. Binnenvaart is meer Duits georiënteerd. Volgens een expert kan dit leiden tot communicatieproblemen met de verkeersleiding. Dit kan leiden tot misinterpretatie met een aanvaring van de brug tot gevolg.
- Bruggen worden voor de zeevaart juist extra groot ontworpen, waardoor binnenvaart er minder snel tegenaan vaart. Volgens een expert nemen de kans en het effect hierdoor af.
- Volgens één expert leiden vaste bruggen in het geheel niet tot een verhoogd risicoprofiel, volgens hem is er alleen sprake van een verhoogd risicoprofiel bij de beweegbare bruggen.
- Zeevaart is meestal belooft en communiceert meer. Een expert geeft aan dat de verhoogde kans op een aanvaring door het niet kunnen afstoppen weer gecompenseerd door de meer professionele communicatie en begeleiding.
- Een expert geeft aan dat de procedures voor de bediening van bruggen voor zeevaart recentelijk zijn gewijzigd. Het zou niet mogen voorkomen dat een brug in storing geraakt en het zeeschip niet meer kan afstoppen. De brug moet dus ruimschoots op tijd openen, waarbij het zeeschip voldoende tijd heeft om te stoppen als hierbij iets misgaat.

Het brede beeld neigt naar een gelijk risicoprofiel.

Laagste brug in het vaarwegtraject

De laagste bruggen in een vaarwegtraject vormen de "zwakste schakel" en hierdoor kunnen deze bruggen mogelijk een verhoogd risicoprofiel hebben. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	2
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	3	Gelijk effect:	4
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een gelijkblijvend risicoprofiel. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Als de bruggen voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen, dan is er volgens één van de experts geen sprake van een verhoogd risicoprofiel.
- Als de maatafwijking bekend is bij de schipper, dan hoeft dit, volgens één van de experts, niet verhogend te zijn voor het risicoprofiel. Reisvoorbereiding is essentieel.
- Eén expert geeft aan dat er een kans bestaat dat de schipper het maatverschil over het hoofd ziet. Dan kan gebeuren als de schipper een aantal soortgelijke bruggen met voldoende hoogte is gepasseerd. De maatafwijkingen leveren een verhoogd risicoprofiel op voor de laagste brug.
- Als de schipper de verwachting heeft dat alle bruggen even hoog zijn, dan neemt de kans op aanvaringen volgens één van de experts toe. Daarnaast blijft de schipper op snelheid, waardoor ook het effect toeneemt.

Het beeld is verdeeld, maar neigt naar een verhoging van het risicoprofiel, met name op kans.

Spoorbruggen

Spoorbruggen zijn erg vatbaar voor schade vanwege de uitlijning van de spoorrails. Aanvaringen van spoorbruggen lijken daardoor eerder te leiden tot stremmingen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	2	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	5	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten een gelijke kans bij meer ernstige effecten. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- De aanwezigheid van een spoorbrug is volgens een aantal experts niet kans verhogend. De schade aan een spoorbrug kan wel groter zijn, met name omdat de treinen al bij kleine schades niet meer veilig kunnen passeren. Bij een aanvaring wordt dan ook sneller en langer geïnspecteerd om de veiligheid te borgen. Dit werkt effect verhogend doordat de vaarweg en/of het spoor wordt gestremd.
- Eén expert geeft aan dat de spoorbruggen vaak hoger liggen dan de RWS-bruggen. De kans dat de spoorbruggen worden aangevaren is hierdoor juist lager. Andere experts geven aan dat veel spoorbruggen juist laag en beweegbaar zijn uitgevoerd (draaibruggen) in verband met de flauwe hellingen van de railtrajecten.
- De bediening van spoorbruggen is strakker in de tijd geregeld en er is afstemming noodzakelijk met ProRail over de dienstregeling. De bediening is hierdoor meer intensief, waardoor de kans op fouten volgens een expert toeneemt.
- De bediening van spoorbruggen wordt soms uitgevoerd door ProRail zelf. Het ontbreekt hen aan nautische kennis en nautische hulpmiddelen, waardoor er volgens één van de experts een verhoogde kans bestaat op een aanvaring van de brug.

- Door de robuustheid van de spoorbruggen zal het effect gemiddeld genomen lager zijn dan bij andere typen bruggen. Met betrekking tot de robuustheid van de bruggen hebben de experts verschillende meningen.

Het brede beeld is verdeeld, maar neigt naar een hoger risicoprofiel door een gelijke kans bij meer ernstige effecten.

Overige aspecten

In de werksessie zijn nog een aantal aanvullende kenmerken genoemd die niet zijn beoordeeld, maar die wel relevant zijn voor het risico op aanvaringen:

- Aanwezigheid van remmingwerken en beschermingsconstructies
- Werkzaamheden
- Schaalvergroting op bestaande vaarwegen
- Meerdere bruggen kort na elkaar
- Wind en stroming

Aanwezigheid remmingwerken/beschermingsconstructies

Als remmingwerken of beschermingsconstructies met voldoende sterkte en lengte worden voorzien, dan kunnen deze fungeren als geleiders voor het schip. Hierdoor kan een frontale aanvaring van de pijler worden voorkomen. Niet alle bestaande remmingwerken zijn volgens de experts voldoende sterk of voldoende lang om als beschermingsconstructie te fungeren.

Werkzaamheden

Tijdens of na werkzaamheden kan de verkeerssituatie zijn veranderd. Tijdens de bouw kan sprake zijn van vernauwingen van de vaarweg. Na de bouw kan de brug hoger, smaller of lager zijn. Als de schipper niet goed is geïnformeerd over de wijzigingen, kan dit leiden tot een aanvaring van de brug.

Schaalvergroting op bestaande vaarwegen

Soms worden schepen op vaarwegen met een lagere vaarwegklasse toegelaten. Op dat moment voldoen de objecten niet meer aan de Richtlijnen Vaarwegen, waardoor het risicoprofiel toeneemt. Dit kenmerk is al onderdeel van het onderzoek als een object dat afwijkt van de Richtlijnen Vaarwegen.

Meerdere bruggen kort na elkaar

Bij bruggen die kort op elkaar staan kunnen manoeuvreerproblemen ontstaan voor het schip. Ook kunnen bedienfouten ontstaan en kunnen problemen ontstaan met het tegemoetkomend verkeer. De kans op een aanvaring neemt hierdoor toe.

Wind en Stroming

Wind en stroming kunnen de oriëntatie van de schipper en de beheersing van zijn vaartuig verminderen, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. De wind- en stromingscondities zijn vaak object gerelateerd.

In de werksessie en de huiswerkopdracht zijn nog een aantal andere ontwikkelingen en omstandigheden genoemd die van invloed kunnen zijn op het risicoprofiel:

- **High cubes.** De Richtlijnen Vaarwegen baseert de minimale brughogtes op standaard containers. Schepen die high cubes vervoeren kunnen hierdoor toch te hoog zijn voor de brug conform de Richtlijnen Vaarwegen.
- **Ontwikkeling autonoom varen:** Bij autonoom varen zal het schip beter zijn uitgerust met detectiesystemen. Het zal zichzelf beter kunnen positioneren. Met de automatisering, mits voldoende ver uitgewerkt, zal de kans op ongevallen afnemen. Experts geven ook aan dat automatisering juist kan leiden tot fouten (onbekendheid software, complexiteit).
- **Mist:** Mist beperkt het visuele zicht van de schipper, waardoor de oriëntatie van de schipper wordt beperkt. Hierdoor neemt de kans op aanvaringen toe.

- **Gedrag schipper/bedienaar:** Ongewenst gedrag, het bewust of onbewust niet naleven van de vaarwegregels kan leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen. Ook het onvoldoende voorbereiden van de reis is hier onderdeel van.
- **Buitenlandse bemanning:** Bij buitenlandse bemanningen kunnen aanwijzingen door taalproblemen niet goed worden begrepen. Dit verhoogt de kans op aanvaringen.
- **Bekendheid met de plaatselijke situatie:** Als men niet voldoende bekend is met de plaatselijke situatie, bijvoorbeeld omdat men er niet eerder heeft gevaren en onvoldoende aandacht heeft besteed aan de reisvoorbereiding, dan is men onvoldoende bekend met de eigenschappen van de brug, waardoor de kans op ongevallen toeneemt.
- **Slechte staat van onderhoud:** Uitgangspunt in de richtlijnen is dat er geen bediening plaatsvindt als dit niet veilig kan gebeuren. In praktijk kan hiervan worden afgeweken. Bediening wordt soms gecontinueerd, terwijl er sprake is van kapotte CCTV, onvoldoende verlichting, etc.

Bovenstaande kenmerken zijn wel relevant, maar staan los van de fysieke inrichting van het object. De kenmerken zijn gerelateerd aan toekomstige ontwikkelingen, omgevingscondities en beheer en onderhoud. Alhoewel relevant voor het risicoprofiel, hebben deze aspecten geen relatie met het ontwerp van de brug en worden verder buiten beschouwing gelaten.

3.4

Nabeschuiving risicoprofiel

Aan de hand van de expertbeoordeling wordt verwacht dat het aantal aanvaringen met bruggen in de praktijk veel hoger ligt dan de 528 aanvaringen die in de SOS-database zijn geregistreerd in de periode 2009-2018. De experts verwachten dat het daadwerkelijke aantal varieert tussen de 528 en 4000 aanvaringen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de aanvaringen die niet in de SOS-database geregistreerd staan meestal zeer beperkte effecten kennen. Hierdoor hebben deze aanvaringen weinig invloed op de totale risicoscore.

Ook met betrekking tot de risicopiramides komen de experts tot een iets hogere beoordeling, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

	SOS-database	Gemiddelde expert beoordeling	Experts min	Experts max
Letselschade	2.058	3.969	270	12.270
Economische schade exclusief weg/spoorstremmingen	30.984	45.941	21.600	124.068
Economische schade inclusief weg/spoorstremmingen	78.818	62.441	18.100	98300
Milieuschade	20	175	6	580

Tabel 8: Expert beoordeling Bruggen

Met betrekking tot letselschade zijn er in de laatste 10 jaar 2 doden gevallen onder de recreatievaart. Er zijn geen dodelijke slachtoffers geregistreerd onder de beroepsvaart. Vrijwel alle experts denken dat het aantal doden onder de beroepsvaart een stuk hoger had kunnen zijn:

- In het buitenland zijn meerdere voorbeelden bekend van dodelijke ongevallen met binnenvaart, waarbij de schipper is overleden na een aanvaring van de scheepsbrug met het brugdek. Deze ongevallen komen ook in Nederland voor, maar in de voorgaande periode zonder dodelijke slachtoffers.
- Het is denkbaar dat er bij een aanvaring van het brugdek slachtoffers vallen onder de aanwezigen op het brugdek. De kans op een dergelijk ernstig ongeval is klein, maar het is niet uitgesloten.

Hiermee komen de experts tot een iets hogere risicobeoordeling ten opzichte van de SOS-database.

De experts hebben het vermoeden dat er sprake is van onder registratie van economische effecten. Hiervoor zijn meerdere oorzaken aangewezen:

- De duur van stremmingen is vaak pas achteraf bekend als de registratie heeft plaatsgevonden. Aanpassing vindt niet meer plaats;
- Als een reparatie wordt ingepland, dan wordt de gerelateerde stremming vaak niet geregistreerd, alhoewel dat wel de bedoeling is. Hierdoor is vaak sprake van een onderschatting.
- Na een aanvaring is vaak een inspectie noodzakelijk en hiervoor moet de brug worden gestremd. De stremmingsduur is in de orde van een uur. Het idee bestaat dat deze stremmingen vaak niet geregistreerd worden.
- De nautisch deskundigen concentreren zich vooral op scheepvaartstremmingen en weg- en spoorstremmingen worden vaak niet meegenomen. Ten behoeve van de data-analyse is de SOS-database verrijkt met aanvullende gegevens, waardoor het risicoprofiel inclusief weg- en spoorstremmingen nog eens een stuk hoger uitvalt.

De experts verwachten hiermee een hoger risicoprofiel voor economische schade.

Met betrekking tot milieuschade bij aanvaringen van bruggen is het beeld van de experts niet veel anders in vergelijking met de SOS-database. Sommige experts zien wel een licht verhoogd risicoprofiel, want er bestaat volgens een aantal experts altijd wel een kleine kans op milieuschade. Gemiddeld genomen leidt dit echter niet tot een andere risicoklasse.

3.5 Nabeschouwing onderscheidende kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

Aspecten die door de experts als onderscheidend zijn beoordeeld:

- Vaste bruggen versus beweegbare bruggen. Beweegbare bruggen kennen een verhoogd risicoprofiel ten gevolge van de kleinere doorvaartopening en vooral de kwetsbaarheid van het mechanisch deel van de beweegbare brug.
- Conformiteit aan de Richtlijnen Vaarwegen. Afwijkingen ten opzichte van de Richtlijnen leiden tot een hoger risicoprofiel. Hieronder vallen niet alleen de doorvaartafmetingen, maar ook de aanwezigheid en ligging van de pijlers.
- Slechte zichtbaarheid van het object, zowel visueel als per radar.
- Positionering ten opzichte van bochten, kruispunten en dergelijke;
- Intensiteit op de vaarweg
- Lage massa van de brug (meer kwetsbaar)
- Slechte informatievoorziening
- Laagste brug in een traject
- Stroming
- Spoorbruggen

Als minder onderscheidend beoordeeld:

- Afstand bediening;
- Varen met ontheffing
- Aanwezigheid zeeverkeer

Het blijkt lastig om een brug te beoordelen aan de hand van de besproken kenmerken. Veel experts hebben aangegeven dat een enkel kenmerk op zich niet risico verhogend hoeft te zijn. De kans op een aanvaring neemt vooral toe als de taak van de schipper zwaarder wordt. De genoemde aspecten resulteren vrijwel allemaal in een mate van taakverzwaring voor de schipper. Zolang deze bekwaam is, de taakverzwaring herkent en zijn aandacht daarop richt hoeft dit echter niet tot ongevallen te leiden.

Naarmate de taak zwaarder wordt zal de kans op ongevallen wel toenemen. Daarbij spelen veel aspecten, zoals uitvoering van de brug, de ligging van de brug en allerlei andere risico verhogende kenmerken. Hierbij is door experts aangegeven dat een combinatie van risico verhogende kenmerken voor de ene brug kan leiden tot een verhoging van het risicoprofiel, terwijl dezelfde combinatie bij een andere brug

nauwelijks of geen invloed zal hebben op het risicoprofiel. Daarmee is het erg lastig om generiek iets te roepen over het risiconiveau van bruggen aan de hand van de onderzochte kenmerken. In principe kan dat alleen op een goede onderbouwde wijze gebeuren als de bruggen op individueel niveau worden onderzocht.

3.6 Tool voor het bepalen van een initieel risicoprofiel van individuele objecten

Doel van de selectietool

Met de bevindingen uit de risicoanalyse moet een "snelle" selectietool worden ontwikkeld. De tool heeft het doel om bruggen met een mogelijk verhoogd risicoprofiel te selecteren voor vervolgonderzoek. De tool dient gebruik te maken van bestaande informatie/bestanden, zonder de objecten op individueel niveau te beschouwen. De selectie moet grotendeels automatisch kunnen plaatsvinden.

Kader

De ontwikkeling van een selectietool is geen eenvoudige opgave. Enerzijds is veel benodigde informatie niet beschikbaar in bestanden en databases. Anderzijds is aangegeven dat de omvang van het risico vooral wordt bepaald door een combinatie van uitvoering, ligging en omgevingsfactoren, waarbij de uitkomst uiteindelijk erg afhankelijk is van de lokale omstandigheden. Factoren die bij het de ene brug leiden tot een verhoogd risicoprofiel, zullen bij een andere brug geen effect hebben op het risicoprofiel.

Het daadwerkelijk risicoprofiel van een brug is geenszins de som van de individuele risicofactoren. Het maken van een goed selectiemiddel is dus lastig en kan erin resulteren dat een aantal objecten niet geselecteerd wordt, terwijl daar mogelijk wel sprake is van een verhoogd risicoprofiel. Omgekeerd kunnen objecten geselecteerd worden die bij nader inzien geen verhoogd risicoprofiel hebben.

Mede vanwege deze complexiteit is een vervolgssessie met experts georganiseerd om te bepalen in hoeverre het mogelijk en zinvol is om deze "snelle" selectietool te ontwikkelen. De resultaten hiervan zullen in deze paragraaf worden beschreven.

Selectiecriteria

In de expertsessie zijn de verschillende kenmerken op een gegroepeerde wijze besproken en beoordeeld. De resultaten uit de sessie kunnen als volgt worden samengevat:

- **Historische data**
Op basis van de SOS-database kan eenvoudig een selectie worden gemaakt van bruggen met een hoge risicoscore en/of een hoog aantal ongevallen. Dit geeft een goed beeld van het risicoprofiel op basis van historie. Experts zien historie (met name het aantal ongevallen) als een goede graadmeter voor het risicoprofiel met daarbij de opmerking dat de historie geen volledig beeld geeft. Door toeval en onvolledigheid van de SOS-database kunnen risicovolle objecten worden gemist. Daarnaast kan het voorkomen dat het risicoprofiel van de brug is veranderd ten gevolge van een renovatie of vervanging. Het historisch beeld geeft geen compleet beeld en moet daarom gecombineerd worden met andere bouwstenen.
- **Objectkenmerken**
De afmetingen van een brug (breedte en hoogte) geven input of wordt voldaan aan de Richtlijn Vaarwegen (RVW). Deze informatie is per doorvaartopening beschikbaar in de areaalgegevens. De experts geven aan dat veel objecten niet aan de RVW voldoen, bijvoorbeeld door opschaling van de vaarweg. Ook nieuwe bruggen voldoen niet altijd aan de RVW. Dit kan een bewuste en afgewogen keuze zijn en een afwijking hoeft niet altijd risico verhogend te zijn. Dit kan worden vastgesteld in het detailonderzoek na de eerste selectie.

De vereiste afmetingen van de brug in relatie tot de RVW zijn afhankelijk van het maatgevende schip op de vaarweg en de intensiteit. Afhankelijk hiervan kan sprake zijn van een enkelstrooksprofiel, krap profiel of normaal profiel van de vaarweg. Deze aspecten moeten in de analyse worden meegewogen. Vaak wordt bij een beweegbare brug een enkelstrookspassage toegepast. Daarbij is het ook zinvol om te kijken naar de verhouding van de kruiplijnhoogte van maatgevende schip en de beschikbare doorvaarthoogte onder het vaste deel van de brug.

In de databases is onvoldoende informatie beschikbaar over de locatie van de pijlers ten opzichte van het vaarwegprofiel. Alleen de afmetingen en het aantal doorvaartopeningen kan uit de areaalgegevens worden gehaald. Als er sprake is van meerdere doorvaartopeningen zal daartussen een pijler in het water staan. Echter bij slechts 1 doorvaartopening kan nog steeds sprake zijn van pijlers die nabij de oever aangevaren kunnen worden. Daarmee kan dus geen volledige toets worden gedaan op conformiteit aan de RVW, maar de deskundigen denken dat de toetsing van de afmetingen zinvol en haalbaar is als middel om een aantal bruggen te selecteren met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

- **Intensiteiten**

Intensiteiten geven zowel input voor de kans als het effect (stremming vaarweg). Intensiteiten worden deels al meegenomen bij de toetsing aan de RVW (krap profiel versus normaal profiel), maar er wordt aangegeven dat de intensiteit binnen een krap/ normaal profiel erg kan variëren. De kans op aanvaring neemt in theorie lineair toe met de intensiteit. Aandachtspunt is dat etmaalintensiteiten weinig zeggen over de drukte op piekmomenten. Hiervoor zou naar uur-intensiteiten (piekmomenten) gekeken moeten worden. Dit is beschikbaar bij sluizen. De deskundigen denken dat de toetsing van de intensiteit zinvol en haalbaar is voor het model.

Bij beweegbare bruggen kan de intensiteit eventueel worden gedifferentieerd naar de intensiteiten onder het vaste deel en het beweegbare deel. Met name de klep van een beweegbare brug is kwetsbaar voor aanvaringen. Naarmate er meer wordt bediend neemt de kans op een aanvaring met de klep toe. Het aantal brugopeningen voor beroepsvaart wordt bijgehouden en kan iets zeggen over het aantal bedieningshandelingen en de intensiteit van schepen onder de geopende klep. Dit kan daarmee iets zeggen over de kans op het raken van de klep. De opening van een brug wordt echter vaak benut door meerdere schepen, waardoor er geen duidelijk relatie is met de intensiteit. Anderzijds kan ook het vaste deel worden aangevaren. De kans op een aanvaring van het vaste deel varieert vooral met de hoogte. De kans op aanvaringen van zeer lage en zeer hoge bruggen wordt klein verondersteld, omdat de hoogte hiervan goed is in te schatten door de schipper. Aanvaringen met het vaste deel vinden naar verwachting vooral plaats met bruggen die daartussen zitten. De effecten van aanvaringen worden juist weer hoger verondersteld bij zeer lage bruggen. Bij een aanvaring van een zeer lage brug wordt de brug met de boeg geraakt en niet met de stuurhut. De impact op de brug is hierdoor groter.

Het vertalen van gedifferentieerde intensiteiten naar de omvang van het risico is erg lastig, er spelen te veel variabelen, zoals bijvoorbeeld de brughoogte. Gedifferentieerde intensiteiten kunnen niet direct uit de databases worden gehaald, maar kunnen alleen worden ingeschat aan de hand van het aantal brugopeningen en de brughoogte. Differentiatie van de intensiteiten is daarmee lastig op een snelle wijze uit te werken. Ook is het lastig om een totaalrisico te definiëren op basis van de kans op een aanvaring van de klep en de kans op een aanvaring van het vaste deel.

- **Constructieve factoren/kwetsbaarheid**

Vanuit de ontwerprichtlijnen moeten de bruggen een bepaalde mate van aanvaarenergie kunnen opvangen zonder schade. Er bestaat een sterk vermoeden dat dat bij veel bruggen niet het geval is, omdat deze van een eerdere datum zijn (voor uitgiftedatum richtlijn) of omdat de richtlijn niet is gevolgd. Met name de lichtere bruggen, zoals bijvoorbeeld voetgangers- en fietsersbruggen, voldoen naar verwachting niet aan deze eisen, waardoor schade bij een aanvaring sterk kan oplopen. Bruggen met railverbindingen zijn gevoelig voor aanvaringen doordat de spoorrail maar weinig hoeft te vervormen om (tijdelijk) functieverlies te veroorzaken. Voor de overige bruggen kan de kwetsbaarheid alleen op een goede wijze worden onderzocht door de ontwerpdocumenten van de individuele bruggen te onderzoeken en dat is veel werk. Voor de snelle toetsing is dit geen aspect dat gemakkelijk meegenomen kan worden. Daarnaast wordt aangegeven dat er beperkte mogelijkheden zijn voor het nemen van beheersmaatregelen. Al met al kunnen een aantal vermoedelijk kwetsbare bruggen wel apart geselecteerd worden voor nadere analyse. Het betreft dan alle voet- en fietsersbruggen en de bruggen met railverbindingen. Mogelijk kan deze selectie plaatsvinden met behulp van GIS, waarbij alle bruggen voor langzaam verkeer geselecteerd worden. Dat wil echter niet zeggen dat daarmee alle bruggen zijn geselecteerd die kwetsbaar zijn voor een aanvaring.

- **Omgeving/Human Factor**

In de risicoanalyse zijn meerdere kenmerken geïdentificeerd die tot taakverzwaring van de schipper leiden en dit kan bijdragen aan een verhoogde kans op ongevallen. De indruk bestaat dat dit aspect een grote rol speelt bij het ontstaan van aanvaringen. Daarbij is opgemerkt dat het risicoprofiel niet wordt bepaald door de individuele factoren, maar door een combinatie van meerdere omgevingsfactoren in combinatie met de ligging en uitvoering van de brug. Het gevolg hiervan is dat het risicoprofiel niet te bepalen is zonder lokaal de situatie te gaan bekijken. Zonder objectkennis en praktische ervaring wordt het niet reëel geacht om deze groep kenmerken mee te nemen in de eerste selectie van bruggen met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. In het vervolgonderzoek zijn deze kenmerken natuurlijk wel relevant.

- **Impact**

Als een brug door aanvaring is beschadigd met als gevolg (tijdelijk) functieverlies, dan heeft dit een impact op de omgeving. Over het algemeen zijn de effecten aan de droge kant ernstiger dan aan de natte kant (vanwege de stremmingsduur).

Voor spoorbruggen en objecten in Rijkswegen zullen naar verwachting onvoldoende alternatieve routes beschikbaar zijn in verband met de grote verkeersstromen en beperkte restcapaciteit van het netwerk. Bij andere lokale bruggen zal moeten worden gekeken naar de alternatieve routes, de verkeersstromen en intensiteiten om de maatschappelijke consequenties in beeld te krijgen. Deze informatie is niet zondermeer beschikbaar, maar zou met een softwareprogramma eventueel wel kunnen worden herleid. Ook moet bepaald worden welke omrijdtijden/afstanden acceptabel zijn, zodat dit meetbaar wordt. Voor gemotoriseerd verkeer is de acceptabele omrijdtijd/afstand groter dan voor langzaam verkeer. Het meenemen van de impact op nationaal en lokaal niveau wordt zinvol geacht voor het vervolgonderzoek. Voor de eerste snelle toetsing volstaat het om de voetgangersbruggen, fietsbruggen en spoorbruggen mee te nemen, aangezien deze bruggen extra kwetsbaar zijn.

- **Input beheerder**

Omdat veel aspecten niet kunnen worden beoordeeld, is het waarschijnlijk dat niet alle risicovolle objecten aan de hand van de tool worden geselecteerd. Daarom is het verstandig om de beheerders/regio de selectie te laten toetsen, waarbij zij de mogelijkheid krijgen om objecten met een mogelijk verhoogd risicoprofiel op onderbouwde wijze toe te voegen of weg te nemen.

Het wordt verondersteld dat de beheerders voldoende kennis hebben om deze toetsing uit te voeren. Niet alle experts zijn het daarmee eens. Inmiddels is veel objectkennis en ervaring verdwenen binnen de regio's, waardoor de kennis en ervaring ontbreekt. Ook partijen als Schuttevaer zouden een dergelijke toetsing niet kunnen uitvoeren.

Opzet van de selectietool

Op basis van de meetbare kenmerken ontstaat een model als samengevat in Tabel 9. Objecten met een verhoogd risicoprofiel worden geselecteerd aan de hand van historie, door selectie van alle voetgangers, fiets- en spoorbruggen en door een selectie aan de hand van een beperkt aantal meetbare kenmerken. Het is de verwachting dat met name de laatste selectie een lage betrouwbaarheid heeft omdat het aantal criteria dat op basis van beschikbare informatie kan worden bepaald erg beperkt is.

	Toetsing					Score
Voorselectie bruggen met meer frequente aanvaringen of meer ernstige schade						
1	Historisch risicoprofiel	Selecteer in het SOS-bestand alle bruggen met een milieu/stremmingsrisico/letselscore > 10.000, met een financiële schade>1000, of met meer dan 5 ongevallen in de laatste 10 jaar.				
Voorselectie extra kwetsbare bruggen						
2	Kwetsbaarheid	Alle bruggen met langzaam verkeer en bruggen met railverbindingen				
Voorselectie bruggen op basis van meetbare kenmerken						
3a	Doorvaartafmetingen	Indien de doorvaarthoogte van de brug en de doorvaartbreedtebrug niet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen: Score: 100				Score1: 1 of 100
3b	Pijlers	Indien er zich pijlers in de vaarweg bevinden: Score 100 (Noot: bij een beweegbare brug tellen de pijlers ten behoeve van het beweegbare deel niet mee)				Score2: 1 of 100
3c	Uitvoering	Vaste brug: factor1 =0,5 Beweegbare brug: factor1=1,3				Factor1: 0,5 of 1,3
3d	Intensiteit	Bij een krap profiel factor2 = 1 Bij normaal profiel: factor2 = intensiteit/15000				Factor2: 1 of intensiteit/15000
	Eindscore	(Score1+Score2)* factor1 * factor 2				
Selectie bruggen op basis van opgave regio/beheerder						
4	Expertinput	Maak een integrale lijst op basis van 1, 2 en 3 en geef de regio/beheerder de kans om op onderbouwde wijze objecten toe te voegen of te schrappen.				

Tabel 9: Tool voor beoordeling risicoprofiel bruggen

In de werksessie is aangegeven dat de risico's vooral worden bepaald door de omgevingsfactoren in combinatie met de ligging en uitvoering van de brug. Hiervoor is een beoordeling op individueel niveau noodzakelijk. De selectie volgens Tabel 9 is niet volledig betrouwbaar en daarom wordt de selectie in stap vier voorgelegd aan de beheerders. Zij krijgen de kans om objecten die in de eerdere stappen zijn geselecteerd gemotiveerd te deprioriteren. Andersom kunnen ze gemotiveerd aangeven dat ze objecten missen die naar hun oordeel een verhoogd risicoprofiel hebben. Uiteraard moet dat wel op een onderbouwde wijze gebeuren.

De grenswaarde voor de eindscore bepaalt uiteindelijk hoeveel objecten in de selectie voor nader onderzoek worden meegenomen. Deze grenswaarde moet nader worden bepaald nadat alle score van de bruggen op een rij zijn gezet.

Validatie van de tool

Om enig inzicht te hebben in de werkbaarheid en de betrouwbaarheid van de tool, is naar een aantal voorbeeld objecten gekeken.

Botlekbrug

De Botlekbrug wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Uit de SOS-database blijkt dat het object relatief vaak is aangevaren, maar de experts beoordelen de brug als een robuust object. Aan de hand van de selectietool wordt het object echter wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel meegenomen. De totale risicoscore was 0, maar er zijn 9 incidenten geregistreerd met kleine effecten;
- De Botlekbrug is een spoorbrug en wordt derhalve geselecteerd als een mogelijk kwetsbaar object.
- De conformiteit aan de RVW is voor de Botlekbrug moeilijk te bepalen omdat de RVW vooral is geschreven vanuit het binnenvaartperspectief. Deze brug wordt vooral benut door zeevaart. Toetsing is hierdoor niet mogelijk.

De Botlekbrug wordt op basis van historie en kwetsbaarheid aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat het object in 2017 uit bedrijf is genomen en is vervangen door een nieuwe brug. De historie is daarmee niet meer representatief, maar daarmee blijft het object geselecteerd voor nader onderzoek vanwege de uitvoering als spoorbrug. De beheerder zal in dit geval een belangrijke rol spelen om te bepalen of de nieuwe brug al dan niet geprioriteerd moet worden voor vervolgonderzoek.

Moerdijk, brug in de A-16

De Moerdijkbrug wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt het object niet als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel meegenomen. Er zijn drie ongevallen geregistreerd met lage risicoscore;
- De brug betreft geen spoorbrug of langzaam verkeersbrug en wordt niet meegenomen als een mogelijk kwetsbaar object.
- De doorvaartopeningen van de Moerdijkbrug voldoen aan de RVW (Score1=1), maar er zijn wel meerdere doorvaartopeningen. Dat betekent dus pijlers in de vaarweg (Score2=100). De brug is vast uitgevoerd (Factor1=0,5), maar de intensiteiten zijn erg hoog, wat een hoge Factor2 (intensiteit 100.000, factor 6) oplevert. Selectie is uiteraard afhankelijk van de uiteindelijke grenswaarde voor de eindscore, maar verwachting is dat de score hoog genoeg is om het object op basis van de kenmerken te selecteren.

De Moerdijkbrug wordt waarschijnlijk op basis van de beoordeling van kenmerken aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. De beheerder kan aan de hand van zijn eigen expertise bepalen of deze brug al dan niet geprioriteerd moet worden voor vervolgonderzoek.

IJsselspoorbrug

De IJsselspoorbrug wordt door de experts beschouwd als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel, met name vanwege van het afwijkende vaarwegprofiel ten gevolge van de breder wordende pijlers onder water. Aan de hand van het model wordt het object geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. De totale risicoscore was laag, maar er zijn 15 incidenten geregistreerd met kleine effecten;
- De IJsselspoorbrug is een spoorbrug en wordt daarom geselecteerd als een mogelijk kwetsbaar object.
- De doorvaartopeningen van de beweegbare IJsselspoorbrug voldoen aan de RVW (Score1=1). De brug is beweegbaar en daarmee is er een pijler in de vaarweg. Voor de beweegbare brug wordt de pijler voor de beweegbare brug echter niet meegeteld (Score2=1). Factor1 bedraagt 1,3 (beweegbare brug). Een betrouwbare indicatie van de intensiteit is in IVS90 niet voor handen, maar de eindscore zal de grenswaarde voor de eindscore naar verwachting niet overschrijden.

De IJsselspoorbrug wordt op basis van historie en kwetsbaarheid (spoorbrug) aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

Borgbrug

Op basis van eerdere ernstige stremmingen aan vooral de droge zijde wordt de Borgbrug als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel beschouwd. Aan de hand van de tool wordt het object geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel meegenomen. Er waren twee incidenten met een gezamenlijke risicoscore van meer 20.000. Deze scores zijn in de loop van deze studie aan de SOS-database toegevoegd. Op basis van de oorspronkelijk SOS-registratie was dit object niet geselecteerd.
- De Borgbrug is een verkeersbrug voor auto's en wordt daardoor niet aangewezen als een mogelijk kwetsbaar object.
- De doorvaartopeningen van de Borgbrug voldoen niet aan de RVW (score 1=100, score2=1). Intensiteiten zijn in de orde van 15.000 beroepsschepen per jaar, wat een factor1 oplevert van 1. De brug is beweegbaar, waardoor een factor2 van 1,3 moet worden meegenomen. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore die bij de beoordeling wordt ingesteld, wordt de brug wel of niet aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel op basis van kenmerken.

De Borgbrug wordt op basis van zowel historie en mogelijk op basis van kenmerken aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

Paddepoelsterbrug

Op basis van eerdere ernstige stremmingen aan vooral de droge zijde wordt de Paddepoelsterbrug door deskundigen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel beschouwd. Aan de hand van de tool wordt het object geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel meegenomen. Er waren drie incidenten met een gezamenlijke risicoscore van 222.000.
- De Paddepoelsterbrug is een langzaam verkeer brug en wordt daarom meegenomen als een mogelijk kwetsbaar object.
- De doorvaartopeningen van de beweegbare Paddepoelsterbrug voldoen aan de RVW (Score 1=1, Score2=1). De brug is beweegbaar en daarmee is factor1 gelijk aan 1,3. De intensiteit is in de orde van 18.000 beroepsschepen per jaar, wat een factor2 oplevert van 1,2. De eindscore zal de grenswaarde voor de eindscore naar verwachting niet overschrijden.

De Paddepoelsterbrug wordt in de selectie meegenomen op basis van historie en kwetsbaarheid (langzaam verkeer brug).

Spoorbrug Venlo ⁴

Op basis van een eerdere aanvaring van de spoorbrug Venlo wordt de spoorbrug Venlo door deskundigen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel beschouwd. Aan de hand van de tool wordt het object geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug niet als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel meegenomen. Er was een enkel incident met een beperkte risicoscore. Dit ongeval was in de SOS-database onterecht toegewezen aan de naastgelegen "stadsbrug Venlo".
- De Spoorbrug Venlo is een spoorbrug en wordt daarom meegenomen als een mogelijk kwetsbaar object.
- De doorvaartopeningen van de Spoorbrug Venlo voldoen aan de RVW (Score1=1), maar er bevinden zich wel pijlers in de vaarweg (Score2=100). De intensiteiten leiden tot een factor2 van 1,2 en omdat de brug vast is uitgevoerd is factor1 gelijk aan 0,5. Daarmee komt de eindscore relatief laag uit en afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore is het de verwachting dat het object niet wordt getypeerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel op basis van de kenmerken.

De Spoorbrug Venlo wordt in de selectie meegenomen vanwege de mogelijke kwetsbaarheid (spoorbrug). Het is van belang dat deze brug in de voorselectie naar voren komt. Eerder onderzoek naar de aanvaar- en bezwijkkans van de pijlers van deze brug heeft geresulteerd in zorgen over de aanvaarbestendigheid van deze brug.

Brug Bosscheweg

Door eerdere ernstige stremmingen aan vooral de droge zijde wordt de Brug Bosscheweg door deskundigen gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de brug beschouwd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Dit vanwege de hoge risicoscore in de SOS-database. Deze scores zijn in de loop van deze studie aan de SOS-database toegevoegd. Op basis van de oorspronkelijk SOS-registratie was dit object niet geselecteerd. Brug Bossche weg is een verkeersbrug en wordt daarom niet aangewezen als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.
- De doorvaartopeningen van de Brug Bosscheweg voldoen niet aan de RVW (score1=100, Score2=1). Factor1 is 1 (intensiteit in de orde van 5000 beroepsschepen per jaar) en factor2 is 1,3 omdat de brug beweegbaar is. Afhankelijk van de grenswaarde die bij de beoordeling wordt ingesteld, wordt de brug wel of niet aangewezen als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

De Bosscheweg wordt in de selectie meegenomen vanwege het historisch risicoprofiel en mogelijk op basis van de kenmerken.

Resultaat validatie

Alhoewel de individuele stappen in het model niet altijd de objecten aanwijzen met een mogelijk verhoogd risicoprofiel, worden de meeste objecten met een mogelijk verhoogd risicoprofiel wel geselecteerd op basis van één van de stappen in het model.

De bovenstaande exercitie is hoopgevend ten aanzien van het vermogen om met de tool een zinvolle selectie te maken van bruggen met een mogelijk verhoogd risico. Daarbij wordt de kanttekening geplaatst dat het mogelijk is dat er objecten met een daadwerkelijk verhoogd risico gemist kunnen worden (vals negatief). Ook kunnen objecten geselecteerd worden die bij nader inzien geen hoog risico op aanvaring hebben (vals positief).

In de expertsessie hebben meerdere experts de voorkeur uitgesproken om alle objecten in detail te onderzoeken. Het risico is uiteindelijk afhankelijk van veel factoren en de situering is telkens anders. Door alle objecten in detail te onderzoeken, ontstaat een beter en meer gedetailleerd beeld en wordt veel kennis opgebouwd. Als hiermee een extra ongeval kan worden voorkomen, dan is de kosten/baten ratio al snel positief.

⁴ In SOS foutief geregistreerd als "Stadsbrug Venlo"

4 Risicoanalyse Sluizen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoanalyse sluizen samengevat. Paragraaf 4.1 start met een samenvatting van de resultaten van de data-analyse. Op basis van de geregistreerde ongevallen in de SOS-database zijn risicopiramides afgeleid voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risicopiramides dienen als referentiekader voor de risicoanalyse.

In paragraaf 4.2 volgt een verdere aanscherping van de risicopiramides aan de hand van de expertbeoordelingen. Daarbij worden ook de onderbouwingen samengevat die hebben geleid tot de wijzigingen ten opzichte van de data-analyse. Paragraaf 4.3 gaat verder in op de risico verhogende kenmerken van sluizen. Er wordt beschreven welke kenmerken in welke mate bijdragen aan het risico op aanvaringen van de sluizen.

Paragraaf 4.1 en paragraaf 4.2 worden samengevat in paragraaf 4.4. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van het risicoprofiel van de sluizen. Paragraaf 4.3 wordt samengevat in paragraaf 4.5. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van de specifieke kenmerken die in de risicoanalyse aan de orde zijn geweest. Lezers met weinig tijd worden direct doorverwezen naar deze nabeschuivingen.

Tenslotte worden de bevindingen in het rapport in paragraaf 4.6 vertaald naar een tool, waarmee het areaal aan sluizen kan worden geprioriteerd voor nader onderzoek.

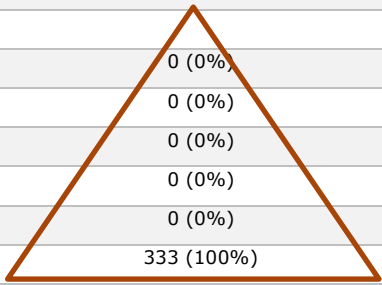
4.1 Resultaten van de data-analyse sluizen

Aan de hand van de data-analyse zijn op basis van historie risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risico-piramides zijn weergegeven in Figuur 7, Figuur 8 en Figuur 10. In de periode 2009-2018 zijn er in totaal 333 aanvaringen van sluizen geregistreerd.

Letselschade bij aanvaringen van sluizen

Op basis van de data-analyse lijkt het risico op letselschade erg klein, zelfs onder de recreatievaart, die meer kwetsbaar is door de kleinere schepen en soms hogere snelheid. Er zijn in de periode 2009-2018 geen aanvaringen met letselschade geregistreerd, zie Figuur 7.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	333 (100%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)

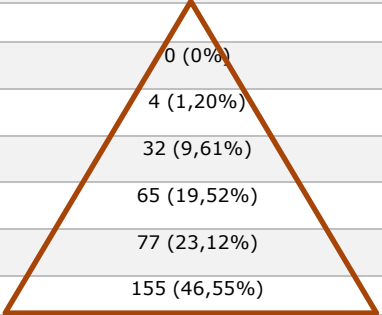


Figuur 7: Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Letselschade

Economische schade

Economische schade kan ontstaan door schade aan de sluis, schade aan het schip of door stremmingen van de vaarweg. Als er een brug over het sluishoofd loopt, dan kan ook een stremming ontstaan van de weg. Stremmingen zijn echter gerelateerd aan de brug, en deze zijn al in het voorgaande hoofdstuk onderzocht. De risicopiramide voor economische schade is weergegeven in Figuur 8.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	0 (0%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	4 (1,20%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	32 (9,61%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	65 (19,52%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	77 (23,12%)
0	Geen schade	155 (46,55%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)



Figuur 8: Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Economische schade

De economische schade in de hogere effectgroepen wordt vooral veroorzaakt door de beroepsvaart. Recreatievaart is licht en kan daardoor relatief weinig schade aan de sluis veroorzaken. Daarnaast zijn de kosten van de schepen zelf laag in relatie tot de financiële grensbedragen in de effectgroepen in Tabel 1. De maximale effectgroep 4 wordt met name veroorzaakt door de stremmingen, zie Figuur 9. De financiële schade is maximaal geregistreerd in effectgroep 3.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN			
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Stremmingen Aantal ongevallen [in 10 jaar]	Fin. Schade Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen		
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	4	
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	31	1
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	9	78
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0	85
0	Geen schade	289	169
Totaal aantal incidenten		333	333

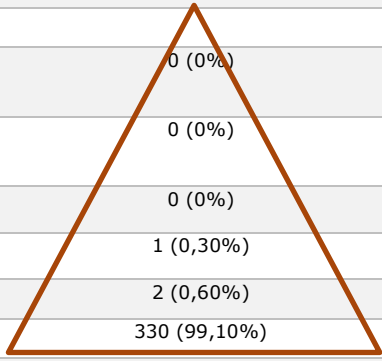
Figuur 9: Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Economische schade gesplitst naar stremmingen en financiële schade

Net als bij aanvaringen van bruggen, moet worden opgemerkt dat de financiële schade aan objecten en de stremmingsinformatie niet altijd goed wordt geregistreerd. Exacte schadebedragen zijn pas laat bekend en worden niet meer bijgesteld in de SOS-database. Het is waarschijnlijk dat de effectengroep voor economische schade (met name financiële schade) voor een aantal ongevallen is onderschat.

Milieuschade

De risicopiramide voor milieuschade is weergegeven in Figuur 10. Er hebben drie ongevallen plaatsgevonden met milieuschade, telkens met beperkte effecten. In een enkel geval betrof het een lek in een motortanker, waarbij ongeveer 90.000 liter nafta in het oppervlaktewater terecht was gekomen (dossiernummer 201010200). Dit ongeval had kunnen leiden tot brand en/of explosies, maar uiteindelijk zijn de effecten volgens de registratie beperkt gebleven (effectscore 10).

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	1 (0,30%)
1	Grenswaarden overschreden	2 (0,60%)
0	Geen milieueffect	330 (99,10%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)



Figuur 10: Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Milieuschade

Constructieve veiligheid

Tenslotte is ook gekeken naar de constructieve veiligheid van sluizen. Hierbij is gekeken naar de functie "waterkeren", daar de doorstroming op het water al onderdeel vormt van de nautische veiligheid.

De functie "waarborgen waterpeil" komt in gevaar als de beide sluisdeuren niet meer kunnen functioneren ten gevolge van een aanvaring. Het is onwaarschijnlijk dat twee gesloten deuren gelijktijdig kapot worden gevaren, maar als één deur wordt aangevaren terwijl de andere openstaat, dan kan de kerende functie wel in gevaar komen. Of dat het geval is, hangt af van de uitvoering van de deuren, het volume water en het verval. Met name bij de toepassing van puntdeuren bestaat de kans dat de lekstroom dusdanig groot is, dat de functionerende deuren niet meer kunnen worden gesloten. Bij een rol- of hefdeur is dat beter mogelijk, maar ook daar kan het sluiten van een geopende deur door de kracht van stromend water onmogelijk zijn. De effecten op de constructieve veiligheid zijn daarmee sterk afhankelijk van de uitvoering van de deuren van het individuele object en de lokale situatie.

Mocht een lekstroom optreden, dan is de ernst van het effect afhankelijk van de lokale situatie. Lekstroom bij een sluis die onderdeel is van de hoogwaterkering kan in bepaalde situaties resulteren in verstoring van de beoogde waterhuishouding in de vorm van een hoger dan gewenste waterstand. In het ergste geval kan dit leiden tot een overstroming in het achterland. Een sluis die het getijdeverschil moet overbruggen kan bij het verlies van de functie leiden tot vermenging van zoet en zout water en resulteren in zoutindringing. Bij een sluis in een kanaal kan het functieverlies in bepaalde situaties resulteren in verstoring van de beoogde waterhuishouding in de vorm van een lagere dan gewenste waterstand (vergelijkbaar met het ongeval met de stuw te Grave). In het ergste geval kan dit leiden tot een overstroming van het gebied stroomafwaarts van de sluis. Een en ander is ook afhankelijk van de mate waarin toestromend water kan worden opgevangen wat onder andere wordt bepaald door de hoeveelheid water en de komberging van het gebied waar het water naar toe stroomt. Het effect van het falen van de constructie varieert daarmee sterk per individuele sluis.

In de data-analyse zijn geen ongevallen gevonden, waarbij een volledig functieverlies is opgetreden. Ook buiten de SOS-database zijn geen voorbeelden van dergelijke ernstige aanvaringen gevonden.

Met betrekking tot de constructieve veiligheid is het van belang dat bij sommige sluizen het gevaar op aanvaringen met ernstige effecten wordt beperkt door de toepassing van aanvaarbeveiligingen. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden:

- Bij hefdeuren kan een beweegbare starre balk voor de gesloten schuif worden geplaatst (Sluis Eefde, Delden);
- Bij groot verval kan er een permanente starre balk voor de deur worden geplaatst op het laagste waterniveau. Hiertoe dient het verval wel voldoende groot te zijn, zodat het schip op het hoogste waterniveau kan passeren (Sluis Maasbracht, Born);
- Toepassing van een slagboom voor de deur, waarmee een geremde kabel voor de deur wordt geborgd (sluis Empel, Sluis Terneuzen);
- Bij groot verval kan een permanente geremde kabel voor de sluisdeur worden geplaatst (schip moet onderlangs kunnen passeren). Toegepast bij Panheel.
- Bij hefdeuren kan de geremde kabel met de deur mee naar beneden worden bewogen (Irenesluizen/Bernhard sluizen).

De aanwezigheid van dit type beveiligingen kan helpen om ernstige effecten ten gevolge van aanvaringen en falen van de sluisdeur te beperken.

4.2 Beoordeling risicopiramides sluizen door experts

In de data-analyse zijn in totaal drie risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. De piramides zijn beoordeeld door meerdere experts en de bevindingen zijn samengevat in deze paragraaf.

4.2.1 Aantal aanvaringen van sluizen

Als eerste is de experts gevraagd om een inschatting te geven van het totaal aantal aanvaringen van sluizen. Het is bekend dat de SOS-database op onderdelen een onderregistratie geeft en de experts is gevraagd om hierop hun visie te geven. De resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in Tabel 10.

Aantal aanvaringen Sluizen	Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
Bandbreedte minimaal	333	1000	400	333	100	4000	800	333	995
Bandbreedte maximaal	333	2500	600	345	400	5000	2000	600	1635

Tabel 10: Expert Judgement voor het aantal aanvaringen van sluizen in de periode 2009-2018

Bij het invullen van de tabel zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- Een aantal experts is van mening dat de ernstiger schades altijd wel door de bedienaren worden opgemerkt en geregistreerd. Schades met weinig effecten kunnen echter wel aan de aandacht ontsnappen. Hierdoor ligt het aantal ongevallen naar verwachting hoger dan de SOS-database aangeeft.
- Eén expert geeft een onderbouwing voor een veel hoger aantal aanvaringen van sluizen. Bij onderhoud aan de deuren worden per deur vaak meerdere deuken gevonden die niet in de registratie kunnen worden teruggevonden. Met gemiddeld 5 onbekende deuken per sluis (ervaringscijfer) per 5 jaar en met 200 objecten, kom je op meer dan 5000 aanvaringen in 10 jaar. Hieruit trekt de expert de conclusie dat het aantal aanvaringen veel hoger is. Bij deze aanvaringen is de schade echter niet zo hoog dat de sluis in zijn functioneren wordt belemmerd. De ervaring is opgedaan bij de Noordersluis te IJmuiden en bij de Prinses Beatrixsluis. Niet alle experts zijn van mening dat deze waarden zo maar geïnterpoleerd mogen worden naar alle andere sluizen.

- Een andere expert heeft onderbouwd dat veel aanvaringen plaatsvinden door de recreatievaart. Dat is met name het geval in sluizen die voor beroepsvaart zijn uitgelegd. De schades beperken zich daarbij tot krassen en butsen en deze worden vrijwel nooit gemeld. Daardoor liggen de aantallen volgens hem significant hoger ten opzichte van de SOS-database, namelijk in de orde van 1000 tot 2500 aanvaringen per jaar.
- De expert die een ondergrens heeft opgegeven van 100 heeft alleen gekeken naar de meer ernstige aanvaringen, alhoewel het wel de bedoeling is om alle aanvaringen in het onderzoek te betrekken.
- Een aantal experts vindt het lastig om te bepalen wat een aanvaring is en wat niet. De sluis is ontworpen om bepaalde "aanvaringen" te weerstaan, denk bijvoorbeeld aan het wrijfhout langs de sluis. Het is niet helemaal duidelijk wat nu moet worden gedefinieerd als een aanvaring en wat als normaal gebruik kan worden gezien. Er zijn geen heldere definities voor handen.

De experts onderschrijven vrijwel unaniem de stelling dat de SOS-database een onderregistratie geeft. Over de mate van deze onderregistratie is geen eenduidigheid. Er heerst een wisselend beeld over het aantal gemiste aanvaringen. Hierbij wordt echter wel opgemerkt dat de gemiste aanvaringen vooral betrekking hebben op krassen, butsen en kleinere schades, die geen invloed hebben op het functioneren van de sluis en niet veel bijdragen aan het risicoprofiel.

4.2.2

Letselschade bij aanvaringen van sluizen

De risicopiramide voor letselschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 11.

Letselschade Aanvaringen Sluizen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Meerdere doden of vermisten	0	1,5	0	0	0	0,05	0	0	0
4	Een dode of vermiste	0	10	0	0	0	0,1	1	0	0,2
3	Meerdere zwaargewonden	0	10	0	10	0	0,2	0,5	0	1,8
2	Een zwaargewonde	0	19	0	100	0	1	1	10	18,7
1	Licht letsel	0	50	0	50	0	25	50	10	22,5
0	Geen slachtoffers	333	920	400	175	333	4974	333	313	1088
Totaal		333	1011	400	335	333	5000	385	333	1131
Eerder opgegeven		333	1000	400	333	333	5000	800	333	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		0	26.240	0	2.050	0	655	1.110	110	654

Tabel 11: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal aanvaringen per effectgroep voor letselschade (Noot: rode beoordeling niet meegenomen in risico-oordeel)

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 0 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Op basis van de expert beoordeling varieert de risicoscore tussen "laag" en "hoog".

Bij de beoordeling hebben verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Veel experts zijn het eens dat de schok bij een aanvaring kan leiden tot valpartijen, waardoor de daadwerkelijke letselschade hoger zal zijn dan de SOS-database aangeeft. In de regel betreft dat minder zwaar letsel, hoogstens een botbreuk, meestal een lichte verwonding.
- De meeste experts zijn van mening dat dodelijk letsel onwaarschijnlijk is, maar dat de kans hierop zeker geen nul is. Een opvarende kan overboord slaan en dodelijk bekneld raken. De kans op ernstige effecten wordt beperkt door de relatief lage snelheden en het hogere attentieniveau van de schipper. Ongevallen ziet men meestal aankomen.

In de werksessie zijn de definities van gewonden nog even aan de orde gesteld. Uitgangspunt is dat lichtgewonden op locatie kunnen worden behandeld. Er is sprake van een zwaargewonde als deze in het ziekenhuis behandeld moet worden.

Concluderend is het algemene en het gedragen beeld dat de daadwerkelijke letselschade hoger is dan de SOS-database aangeeft. In de regel betreft het lichtere gewonden en zwaargewonden (botbreuken). De kans op meerdere zwaargewonden of dodelijk letsel bestaat wel, maar wordt door de meeste experts erg laag verondersteld.

De expert die meerdere doden heeft aangegeven in een periode van 10 jaar, heeft dit niet met argumenten kunnen onderbouwen. Deze inschatting wordt ook niet door historie onderschreven. Deze zware beoordeling is daarmee discutabel en is daarom bij de uiteindelijke beoordeling buiten beschouwing gelaten. Concluderend wordt het risicoprofiel op letselschade dan ook gekwalificeerd in een "lage" of "midden" risicogroep.

4.2.3 *Economische schade bij aanvaringen van sluizen*

De risicopiramide voor economische schade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 12.

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 7.927 per jaar, wat overeenkomt met een "hoog" risicoprofiel. Op basis van de expert beoordeling blijkt een risicoscore tussen 110 en 132.580, wat wijst op een "laag" tot "zeer hoog" risicoprofiel. De mening met betrekking tot economische schade is daarmee niet geheel uniform.

Bij de beoordeling hebben verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een aantal experts geeft aan dat er bij alle aanvaringen een vorm van schade zal ontstaan. Deze kan klein zijn, maar er is minimaal sprake van een kras of butts. Daarmee is al snel sprake van een aanvaring in de effectgroep 1.
- Bij aanvaringen van sluizen is de financiële schade meestal beperkt in relatie tot de schadebedragen die zijn opgenomen in Tabel 1. De meer ernstige effecten worden vooral veroorzaakt door stremmingseffecten.
- In de werksessie is ter sprake gekomen dat de stremmingsschade, zoals deze in de SOS-database is opgenomen, geen compleet beeld geeft. Er moet onderscheid worden gemaakt naar geplande stremmingen en ongeplande stremmingen. Als de schade geen invloed heeft op het functioneren van de sluis, dan wordt de reparatie uitgevoerd als onderdeel van het gepland onderhoud. Stremmingsschade ten gevolge van gepland onderhoud wordt meestal niet in de SOS-database geregistreerd. Dit geeft een verstoord beeld, de daadwerkelijke stremmingsschade is groter dan de SOS-database doet vermoeden.
- Als een meer significante schade plaatsvindt en wordt geregistreerd, dan moet een expert komen om de schade op te nemen. Rekening houdende met de voorrijtijden, levert dat, naar oordeel van een expert, stremmingen op van meer dan een uur. Een stremming zit daarmee snel in de effectklasse E2 of hoger. Bij grotere schade aan een deur wordt een effectklasse E4 of E5 verwacht. Een aantal experts geeft aan dat stremmingen ten behoeve inspecties meer frequent plaatsvinden dan de SOS-database aangeeft.

Economische schade Aanvaringen Sluizen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	0	-	0	0	0	10	0	0	3
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	4	-	10	4	0	20	5	0	10
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	32	-	50	32	0	100	50	0	58
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	65	-	100	65	75	250	75	20	123
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	77	-	150	77	0	250	100	20	144
0	Geen schade	155	-	200	155	150	4370	155	293	1220
Totaal		333	-	510	333	225	5000	385	333	1557
Eerder opgegeven		333	1000	400	333	400	5000	385	333	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		7.927		16.150	7.927	750	132.750	10.850	110	41.919

Tabel 12: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectgroep voor economische schade

(Noot: rode beoordeling niet meegenomen in risico-oordeel)

- Als er meer kolken aanwezig zijn in een sluizencomplex, dan is er bij een aanvaring sprake van een gedeeltelijke stremming. Omdat er geen sprake is van een volledige stremming, worden deze aanvaringen niet als significant in de SOS-database geregistreerd. Een expert geeft aan dat de daadwerkelijke effecten wel degelijk ernstig kunnen zijn. Enerzijds kunnen er door de reductie van de capaciteit hoge wachttijden ontstaan. Anderzijds is het mogelijk dat de grotere scheepvaart niet meer in het complex gesloten kan worden. Het effect van de gedeeltelijke stremming wordt naar oordeel de expert te laag ingeschat.
- Een expert stelt dat de schade aan het object soms lastig is vast te stellen in relatie tot gepland onderhoud. Een aanvaring kan het gepland onderhoud eerder noodzakelijk maken (het laatste tikje), maar het is niet altijd reëel om de schade geheel op de aanvaring af te wentelen, de deur kan immers al voor een belangrijk deel afgeschreven zijn. Hierdoor is het bijna onmogelijk om de schade op een goede wijze te ramen en te verhalen.
- Meestal wordt de daadwerkelijke financiële schade en de stremmingsschade pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. In de registratie zit dan een grove schatting of het schadebedrag is in het geheel niet ingevuld. Dit wordt achteraf niet bijgesteld en leidt tot een onderschatting van het risico.

Alles afwegende is het algemene beeld dat de economische schade in werkelijkheid hoger zal zijn dan de SOS-database aangeeft. Daarbij worden de stremmingen als maatgevend beoordeeld. Een enkele expert geeft aan dat het risico lager is dan de SOS-database aangeeft, maar hiervoor zijn geen argumenten aangedragen. Vanwege het ontbreken van argumenten zijn deze beoordelingen buiten beschouwing gelaten bij de uiteindelijke risicoclassificatie van aanvaringen van een sluis. Daarmee rekening houdende varieert het risicoprofiel naar oordeel van de experts tussen "hoog" en "zeer hoog", waarbij de consensus meer richting "hoog" gaat. Dit is in lijn met de risicobeoordeling conform de SOS-database.

4.2.4 Milieuschade bij aanvaringen van sluizen

De risicopiramide voor milieuschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 13.

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 12 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Op basis van de expert beoordeling blijkt unaniem draagvlak voor een "laag" risicoprofiel, met uitzondering van een enkele expert die komt tot een "midden" risicoprofiel.

Milieuschade Aanvaringen Sluizen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Gemiddeld
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	1	1	1	1	1	50	1	1	8
1	Grenswaarden overschreden	2	2	2	2	2	100	2	2	16
0	Geen milieueffect	330	997	397	330	330	4850	330	330	1081
Totaal		333	1000	400	333	333	5000	333	333	1105
Eerder opgegeven		333	1000	400	333	400	5000	800	333	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		12	12	12	12	12	1.710	12	12	255

Tabel 13: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectgroep voor milieuschade

Bij de beoordeling hebben verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- De kans op milieu-incidenten door lekkage uit schepen als gevolg van een sluisaanvaring wordt volgens een expert steeds kleiner door de introductie van dubbelwandige tankers. Ook de effecten van een lekkage van het sluismechaniek nemen af door het gebruik van milieuvriendelijke hydraulische vloeistoffen.
- Bij aanvaringen bestaat er volgens een expert wel een verhoogde kans op het vrijkomen van hydraulische olie. Dit leidt al snel tot vervuilingen in de effectklassen 1 en 2. Alhoewel milieuvriendelijke hydraulische olie wordt toegepast, is deze olie niet onschadelijk.
- Milieuschade wordt volgens een expert slecht gemeld. Als voorbeeld wordt het incident bij de stuw Grave aangehaald, een ongeval met milieueffecten (vrijkomen benzeen), maar dat is niet als zodanig in de SOS-database geregistreerd. Niet alle experts zijn het hier mee eens, zij geven aan dat de SOS-database een compleet beeld geeft.
- Een enkele expert geeft aan dat de kans op ernstige incidenten klein is, maar niet nihil. Het feit dat dit in de laatste 10 jaar niet is gebeurd, is geen garantie voor de toekomst.

Veel experts bevestigen de bevindingen uit de SOS-database en zien geen aanleiding om de risicopiramide voor milieuschade significant te wijzigen. Een enkele expert geeft aan dat de risico's hoger zijn en hiervoor zijn ook valide argumenten aangedragen. Daarmee rekening houdende varieert het risicoprofiel naar oordeel van de experts tussen "laag" en "midden", waarbij de consensus meer richting "laag" gaat. Dit is in lijn met de risicobeoordeling conform de SOS-database.

4.2.5 *Constructieve veiligheid*

De risicomethodiek voor constructieve veiligheid geldt in principe voor individuele objecten en niet voor groepen. Hierdoor is een verdere analyse van de constructieve veiligheid op groepsniveau niet goed mogelijk.

In de discussie over risicobepalende kenmerken zullen uiteraard wel de constructieve kenmerken worden meegenomen die van invloed kunnen zijn op het risicoprofiel. Dit komt aan de orde in de hierop volgende paragraaf. Hierbij speelt vooral de veiligheid van het achterland als de sluis door een aanvaring zijn kerende functie verliest.

4.3 **Risicoverhogende kenmerken**

In de data-analyse zijn een aantal kenmerken gedefinieerd, die mogelijk risico-verhogend kunnen zijn voor sluizen. De experts is gevraagd om deze kenmerken te beoordelen en de lijst met kenmerken zo nodig uit te breiden.

De kenmerken uit de data-analyse betreffen:

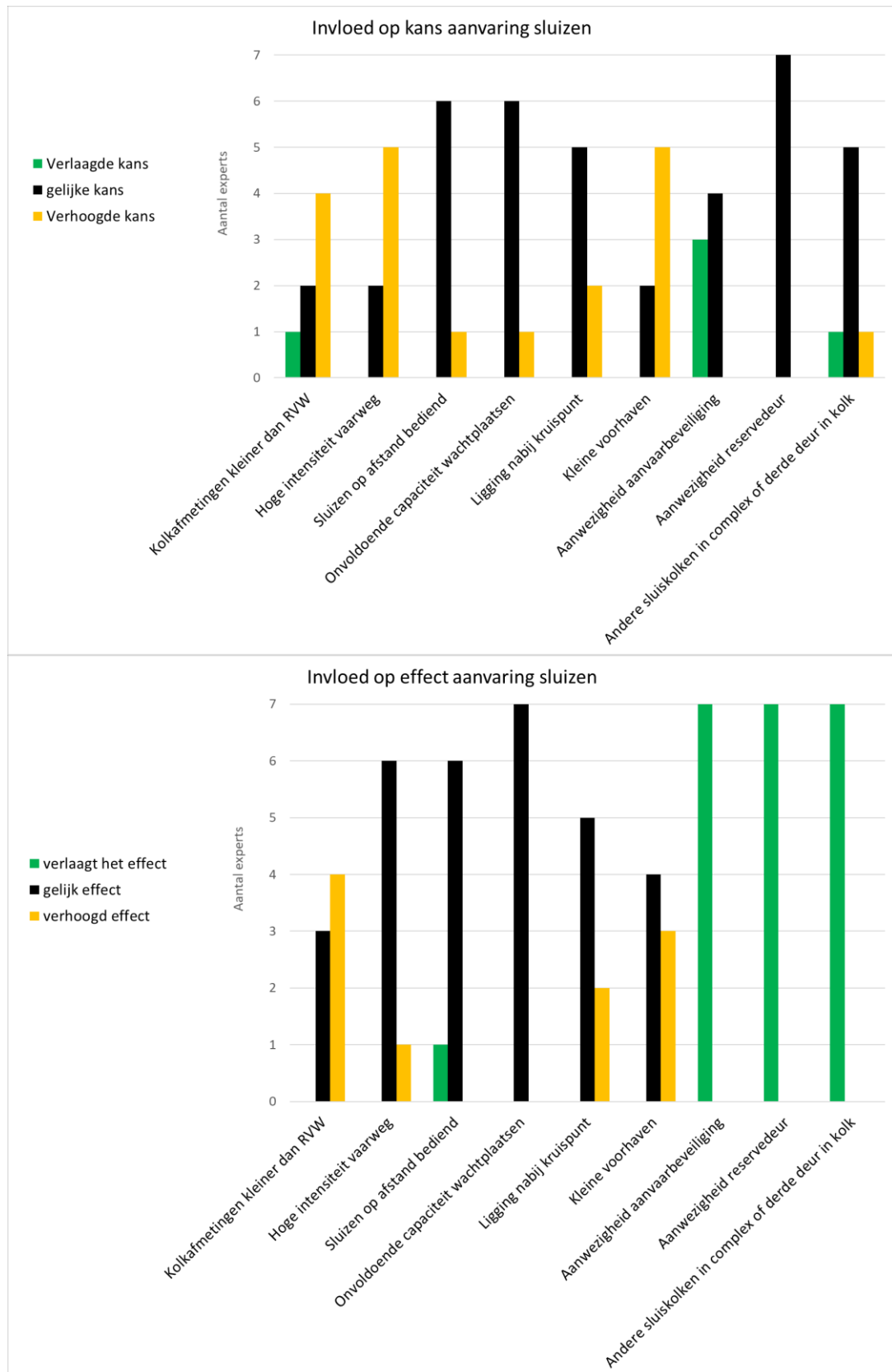
- Kolkafmetingen kleiner dan RVW
- Hoge intensiteit vaarweg
- Bediening op afstand
- Onvoldoende capaciteit wachthavens
- Kruispunt nabij
- Kleine voorhaven
- Aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Aanwezigheid reservedeur
- Aanwezigheid andere sluiskolken in complex of derde deur in kolk

De experts is gevraagd om te de beoordelen of deze kenmerken de kans op aanvaringen en/of de effecten van aanvaringen verhogen, dan wel verlagen. De resultaten van deze beoordelingen zijn weergegeven in Figuur 11.

De experts hebben daarnaast nog de volgende kenmerken ingebracht:

- Verval van de sluis
- Type sluis
- Geometrie van sluis en omgeving
- Beschutting/Wind
- Achterstallig onderhoud

Deze laatste kenmerken zullen in deze paragraaf eveneens worden besproken, maar deze kenmerken zijn niet breed beoordeeld in de werksessie.



Figuur 11: Beoordeling van kenmerken van sluizen

Kolkafmetingen kleiner dan RVW

De benodigde kolkafmetingen van de sluis zijn afhankelijk van de vaarwegklasse en de Richtlijnen Vaarwegen geeft de minimale afmetingen voor de sluisolk behorende bij een bepaalde vaarwegklasse. Als de kolkafmetingen kleiner zijn dan hetgeen de Richtlijnen Vaarwegen voorschrijft, kan het risicoprofiel mogelijksterwijs toenemen.

Dit aspect is onderzocht in de data-analyse en hieruit is gebleken dat het risicoprofiel voor sluizen met kolkafmetingen die niet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen inderdaad verhoogd is. De experts hebben het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	4	Effect verhogend:	4
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	0

Verskillende experts hebben in hun beoordeling de volgende argumenten meegewogen:

- Een kleinere sluis heeft een kleiner nat profiel, waardoor de diepere schepen meer weerstand ondervinden en minder snel varen. Een expert geeft aan dat voor deze schepen zowel de kans op een aanvaring als de impact/het effect afneemt.
- Lege schepen hebben minder last van het beperkte natte profiel en kunnen relatief snel varen. Voor deze schepen neemt de kans op aanvaringen volgens de expert juist toe.
- Een kleinere sluis vereist meer aandacht van de schipper. Eén van de experts geeft aan dat de schipper in dit geval juist extra goed zal opletten, waardoor de kans op aanvaringen afneemt;
- Bij een kleinere sluis wordt de kolk meer intensief benut. De kans op een aanvaring neemt hierdoor volgens een expert toe, met name omdat de schepen kort op de deuren moeten afmeren;
- Een expert geeft aan dat de wind een extra complicerende factor is bij het in- en uitvaren, zeker in combinatie met kleinere kolkafmetingen. De kans op aanvaringen zal onder deze condities toenemen.
- Als een aanvaring plaatsvindt zal het effect volgens één van de experts toenemen vanwege de relatief grote scheepafmetingen ten opzichte van de sluis.
- Vrijwel alle experts geven aan dat de schippers in de regel goed geïnformeerd zijn over de sluisafmetingen en dat de kans op interpretatiefouten klein is.

In de schriftelijke terugkoppeling van de experts is uiteindelijk een wisselend beeld gebleken. Ongeveer de helft van de experts verwacht geen significante effecten, de andere helft verwacht een risico verhogend effect. Een risicotename is in lijn met de bevindingen in de data-rapportage, waarin op basis van een data-analyse een risico verhogend effect is vastgesteld.

Hoge intensiteit vaarweg

De kans op een aanvaring van een sluis is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg. Hoe meer verkeer, hoe hoger de kans op een aanvaring. Het effect van individuele aanvaringen zou daarbij niet veranderen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	5	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	6
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts onderschrijven dat een hogere intensiteit een hogere kans op ongevallen zal opleveren. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat de hogere intensiteiten leiden tot meer aanvaringen, vooral tussen schepen, maar ook met de sluis;
- Een expert geeft aan dat alléén het eerste schip kans geeft op een aanvaring met een gesloten deur. De kans op een aanvaring neemt vooral toe als het aantal schuttingsen toeneemt en dat is met name het geval bij extensief benutte sluizen. Bij drukkere sluizen zal de extra intensiteit vooral worden opgevangen door een hogere vulgraad en hier zal de kans op een aanvaring slechts marginaal toenemen. Afhankelijk van de I/C-verhouding (Intensiteit/Capaciteit) zal de toename van de kans afvlakken, de toename is dus mede afhankelijk van de daadwerkelijke benutting van de sluis.
- Een expert geeft aan dat de effecten van een aanvaring zullen toenemen, omdat meer schepen last hebben van de stremming. In de werksessie is toegelicht dat de stremming in dagen wordt uitgedrukt en dat het toetsingscriterium hiermee niet veranderd. Hiermee heeft de expert zijn beoordeling aangepast.
- Een expert geeft aan dat de hogere intensiteit leidt tot een hoger attentieniveau van de schipper, waardoor de kans op een aanvaring uiteindelijk gelijk blijft.
- Volgens de meeste experts heeft de intensiteit geen of weinig impact op het effect van de aanvaringen.
- Eén expert geeft aan dat de combinatie van drukte en wind de kans op aanvaringen meer dan evenredig doet toenemen. Bij wind zullen de effecten van aanvaringen ook toenemen.
- Recreatie wordt door een expert aangehaald als risico. Binnenvaart gaat voor, voorpiepgedrag van recreatievaart kan leiden tot uitwijkmanoeuvres en aanvaringen.

Het algemene beeld van de experts is gelijk met de verwachting. De aanvaarkans van sluizen neemt toe met de intensiteit, het effect van de aanvaringen blijft ongewijzigd.

Sluizen op afstand bediend

Bij lokale bediening en bij bediening op afstand bestaat de kans op verstoringen in het bedienproces. Bediening op afstand is voor de bedienaar meer intensief, waardoor mogelijk een verhoogde kans bestaat op aanvaringen. In de data-analyse werd geen verschil gevonden tussen het risicoprofiel van op afstand bediende en lokaal bediende sluizen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	6	Gelijk effect:	6
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De conclusie uit de data-analyse werd op hoofdlijnen gedeeld door de experts. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten gebruikt:

- Voorgaand onderzoek heeft aangetoond dat de combinatie van bediening op zicht en camera's leidt tot hogere risico's. De bediening dient daarom of volledig op basis van camerabeelden, dan wel volledig op zicht te worden uitgevoerd. Zodra een object is voorzien van camera's, dient de totale bediening volgens de Landelijke Bruggen- en Sluizenstandaard (LBS) uitsluitend op basis van camerabeelden te worden uitgevoerd. Vanuit dit perspectief bestaat geen verschil tussen lokale bediening en bediening op afstand.
- In de beginfase van het bedienen op afstand is onvoldoende aandacht besteed aan het bedienproces en het opleiden van de bedienaars, waardoor ongevallen bij bediening op afstand hebben plaatsgevonden. Het aspect van beheer en bediening is nog in ontwikkeling.
- Een expert geeft aan dat een bedienaar lokaal, met direct zicht, de schepen beter begeleiden van wachtplaats naar kolk. Het is zijn verwachting dat de bedienaar bij bediening op afstand minder snel zal ingrijpen.

- Een belangrijk aspect bij bediening op afstand is het onderhoud. Als dit niet op orde is, dan is er geen garantie dat men veilig kan werken. Uitgesteld onderhoud kan de risico's bij het bedienen op afstand volgens één van de experts doen toenemen, zeker als men blijft bedienen, terwijl de techniek niet op orde is. Opgemerkt wordt dat lokaal bedienen bij uitgesteld onderhoud ook risico's oplevert.
- Bij bediening op afstand wordt meer techniek en software toegepast. Technische issues en software bugs kunnen volgens een expert leiden tot spookcommando's die het risicoprofiel kunnen doen toenemen. Systemen moeten daarom uitvoerig worden getest.
- Bij bediening op afstand worden meerdere objecten door een bedienaar bediend. De interfaces van individuele objecten kunnen telkens een beetje verschillen, waardoor een kans bestaat dat de bedienaar objecten met elkaar verward. Hierdoor kunnen bedienfouten ontstaan. Ook het wisselen van bedienaars over verschillende bedienplekken kan tot dergelijke fouten leiden.
- De Human Factor speelt een belangrijke rol bij de bediening van sluizen, volgens sommige experts zeker bij bediening op afstand. De kans op aanvaringen en de effecten ervan nemen volgens een expert toe ten opzichte van een gemiddelde sluis.
- Bij ritsend bedienen bestaat de kans dat de aandacht onjuist over twee bediensituaties wordt verdeeld. Hierdoor kunnen fouten optreden in de bediening. Aan de andere kant is ritsend bedienen juist ingesteld om te voorkomen dat het aandachtniveau van de bedienaar door onderbelasting te ver weg zakt. Beide manieren van bedienen hebben dus zo hun voor- en nadelen.

Alles afwegende zijn de meeste experts van mening dat de wijze van bediening niet echt onderscheidend is voor het risicoprofiel van sluizen.

Onvoldoende capaciteit wachtplaatsen

Als er onvoldoende ligcapaciteit aanwezig is in de voorhaven, zullen de schepen voor de sluis blijven drijven. Dit gaat ten koste van de manoeuvreerbaarheid, aangezien de schepen op lage snelheid slecht stuurbaar zijn. Hierdoor zou de kans op aanvaringen kunnen toenemen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	6	Gelijk effect:	7
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

Gemiddeld gezien denken de experts dat een wachtplaatstekort geen invloed heeft op het risicoprofiel van aanvaringen van een sluis. Een enkele expert verwacht een verhoogde kans op aanvaringen. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- Onvoldoende wachtplaatscapaciteit kan volgens één van de experts leiden tot vertragingen bij het in- en uitvaren. Daarnaast is er een verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen in de voorhaven. De kans op een aanvaring met de sluis zal naar verwachting van deze expert niet veranderen.
- Volgens een aantal experts zullen de schepen dichter op elkaar varen en vooral aanvaringen met elkaar hebben. Als er sprake is van uitwijkmanoeuvres kan dit mogelijk leiden tot een aanvaring van de sluis. Met name bij een hoog aandeel recreatievaart bestaat deze kans (voorpiepgedrag).
- Eén expert geeft aan dat de schepen bij een beperkte wachtplaatscapaciteit juist op grotere afstand van de sluis zullen wachten. Hierdoor zal de kans op een aanvaring van de sluis niet toenemen.
- Volgens een expert zal de aanwezigheid van recreatievaart wel kunnen leiden tot een verhoogd risicoprofiel. De schade van een aanvaring door recreatievaart zal in de meeste gevallen niet leiden tot grote schades.

Concluderend is het brede beeld dat de capaciteit van de wachtplaatsen weinig invloed heeft op het risicoprofiel.

Kruispunt nabij

Een kruispunt nabij de sluis vereist extra aandacht van de schipper. De situatie is meer complex, waardoor de kans op aanvaringen zou kunnen toenemen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	2	Effect verhogend:	2
Gelijke kans:	5	Gelijk effect:	5
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De meeste experts verwachten geen invloed op de kans en het effect, een beperkt deel verwachten een kans- en effectverhoging. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Op een kruispunt is er sprake van passerende scheepvaart. Deze scheepvaart kan volgens een expert leiden tot zuiging en stuwning in zowel de voorhaven als in de kolk. Met name de zuiging/stuwning kan een aanvaringen van de sluis of kolk inleiden. Of dit zal optreden is afhankelijk van de situering.
- Het verkeer op het kruispunt compliceert de verkeerssituatie, maar dit heeft volgens één van de experts vooral invloed op het aantal aanvaringen tussen schepen onderling. De invloed op de aanvaringen van de sluis wordt nihil verondersteld. Daarnaast kan de bediening de schipper informeren over de actuele verkeerssituatie.
- Door de aanwezigheid van het kruispunt manoeuvreren er meer schepen in relatief kleine ruimte. Volgens één van de experts neemt de kans op een aanvaring hiermee toe.

Het uiteindelijke beeld is enigszins verdeeld, maar de consensus neigt naar een minimale impact op kans of effect.

Kleine voorhaven

Bij een kleine voorhaven heeft de schipper extra aandacht nodig om veilig te manoeuvreren. De situatie is meer complex, waardoor de kans op aanvaringen zou kunnen toenemen. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	5	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	4
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De beoordeling door de experts geeft een wat verdeeld beeld. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat zuiging en stuwning in een kleine voorhaven kan leiden tot onvoorspelbare situaties, waardoor aanvaringen ontstaan. Een en ander is afhankelijk van de lokale situatie.
- Eén van de experts geeft aan dat een nauwe voorhaven leidt tot drukte, maar dit zal vooral invloed hebben op het aantal schip-schip aanvaringen en niet zo zeer op aanvaringen met de sluis.
- Volgens een expert zijn er meer schepen aanwezig die manoeuvreren in een kleine ruimte. Hiermee neemt de kans op een aanvaring ook toe.
- Tenslotte geeft een expert aan dat stroming ook van invloed kan zijn bij het ontstaan van aanvaringen (situatie van stromen naar stilstaand water).

De argumenten zijn vrijwel gelijk als de argumenten bij een kruispunt, maar gemiddeld genomen zijn er meer experts die een kans-of effect verhogend effect zien. Het beeld is verdeeld, maar het brede beeld neigt naar een risico verhogend effect.

Aanwezigheid aanvaarbeveiliging

Door de aanwezigheid van een aanvaarbeveiliging worden geen aanvaringen voorkomen, maar de effecten van de aanvaring kunnen wel worden ingeperkt. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	4	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	3	Effect verlagend:	7

De experts zijn unaniem dat een aanvaarbeveiliging leidt tot een minder hoog effect, maar de mening over de kans is verdeeld. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- De aanvaarbeveiliging is onderdeel van de sluis waarmee het schip in aanvaring komt. Dus de aanvaring is een feit. Volgens een aantal experts wordt alleen het gevolg van de aanvaring door de beveiliging beperkt.
- De aanvaarbeveiliging neemt ruimte in en hierdoor kan de ruimte in de kolk kleiner worden. Een expert geeft aan dat de kans op een aanvaring hierdoor kan toenemen.
- Sommige aanvaarbeveiliging kunnen in bepaalde gevallen het schip tijdig afstoppen zonder schade. Denk aan een geremde kabel of hydraulische demper. De systemen zijn hierop ontworpen en als er geen schade ontstaat is volgens een expert ook geen sprake van een aanvaring. Hierdoor verlaagt de kans op een aanvaring.

De experts zijn unaniem dat de aanvaarbeveiliging helpt om de effecten van aanvaringen te beperken. Een aanvaarbeveiliging kan een aanvaring zelfs voorkomen, maar dat is vooral een definitiekwestie. Deze definitiekwestie heeft geleid tot een verdeeld beeld over de kans van optreden. Desondanks zijn de experts unaniem dat een aanvaarbeveiliging een positief effect heeft.

Aanwezigheid reservedeur

Door de aanwezigheid van een reservedeur worden geen aanvaringen voorkomen, maar de effecten van de aanvaring kunnen wel worden ingeperkt. Door de aanwezigheid van de reservedeur kunnen stremmingen van de vaarweg tot een minimum worden gereduceerd. Dit aspect is niet onderzocht in de datarapportage. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	7	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	7

De experts zijn unaniem in hun oordeel. De reservedeur helpt om het effect van aanvaringen te beperken. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Als de aanvaring heeft plaatsgevonden, kan het herstel volgens een aantal experts sneller plaatsvinden. Hierdoor kan de duur van stremmingen worden beperkt. Dat geldt alleen voor aanvaringen in de hogere risicoklassen.
- Een expert geeft aan dat het niet alleen gaat om een reservedeur, maar ook om andere delen die kapot gevaren kunnen worden.

De reservedeur (en overige reserveonderdelen) helpen om de effecten van aanvaringen te beperken. Een reservedeur heeft geen impact op de kans van optreden van aanvaringen. Er is wel in de werksessie aangegeven dat er niet altijd ruimte beschikbaar is om de sluisdeur op voorraad te houden.

Aanwezigheid andere sluiskolken in complex of derde deur in kolk

Door de aanwezigheid van een derde deur of extra sluiskolken in het complex zal de capaciteit bij een aanvaring niet volledig reduceren. Er blijft capaciteit beschikbaar voor het afhandelen van schepen, alhoewel de capaciteit afneemt en er beperkingen kunnen bestaan met betrekking tot de scheepsafmetingen. Het effect van een ernstige aanvaring kan hierdoor afnemen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	5	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	7

De experts zijn unaniem dat een extra sluiskolk of een derde deur de effecten van ernstige aanvaringen zullen verlagen. Met betrekking tot de aanvaarkans is het beeld enigszins verdeeld. De meeste experts verwachten geen kans verhogend of kans verlagend effect, maar er zijn ook experts die een hoger of lagere kans verwachten. Verschillende experts hebben de volgende argumenten ingebracht:

- Volgens een aantal experts heeft de aanvaring plaatsgevonden, maar het effect is minder omdat capaciteit aanwezig blijft. Hinder wordt gereduceerd.
- Een andere expert nuanceert dit verder. Als een stremming optreedt is er minder ruimte/capaciteit voor dezelfde hoeveelheid schepen. De drukte neemt toe, waardoor de kans op een aanvaring toeneemt.
- Eén van de experts geeft aan dat door separatie van scheepvaartverkeer bij sluizencomplexen, een meer geordend verkeersbeeld ontstaat. Hierdoor is de kans op een aanvaring in een groter complex inherent lager dan bij een enkele sluis.
- In hoeverre een derde deur daadwerkelijk bijdraagt aan een reductie van het effect is sterk afhankelijk van de positionering. Niet alle deuren zullen resulteren in het beoogde effect, omdat de bruikbaarheid van de sluis sterk reduceert.

Een extra deur in de kolk of meerdere kolken in het complex zal helpen om de effecten van aanvaringen te beperken, mits de deur op de juiste locatie is gelegen. Over de kans op aanvaringen bestaat een verdeeld beeld, maar gemiddeld genomen wordt geen positief of negatief effect verwacht. Wel wordt verwacht dat grote complexen inherent veiliger zijn vanwege de betere verkeersordening.

Overige aspecten

In de werksessie zijn nog een aantal aanvullende kenmerken genoemd die niet zijn beoordeeld, maar die wel relevant zijn voor het risicoprofiel:

- Verval van de sluis
- Type sluis
- Geometrie van sluis en omgeving
- Beschutting/Wind

Verval van de sluis

Als een sluis een groot verval heeft, dan is de natte doorsnede op het hoge waterniveau erg ruim. Hierdoor worden schepen minder afgeremd, waardoor de kans toeneemt dat een schip de deur aanvaart. Wel zijn de deuren van een dergelijke sluis meestal sterker en door het verval is vaak ook een aanvaarbeveiliging mogelijk. De aanvaarbeveiliging leidt weer tot een effectverlaging.

Door een aanvaring kan een open kolk situatie ontstaan. Door het verval ontstaat stroming. De meeste sluisdeuren zijn niet sterk genoeg om de sluis tegen een sterke stroom te sluiten. Alleen waaierdeuren zouden dit kunnen, zoals bij de nieuwe sluis te Eefde. Alhoewel een open kolk situatie al lange tijd niet is voorgekomen, is een dergelijke situatie bij de meeste sluizen niet onmogelijk.

Bij het beoordelen van de situatie moet worden gekeken naar de lokale situatie. Wat zijn de effecten van de open kolk situatie op de waterhuishouding en op de voorgaande en opvolgende sluis? Dit zal sterk afhangen van de waterstanden. De uiteindelijke effecten zijn afhankelijk van de mate waarin toestromend water kan worden opgevangen wat onder andere wordt bepaald door de hoeveelheid water en de komberging van het gebied waar het water naar toe stroomt. De betrokken experts, aanwezig op de expertsessie, konden niet beoordelen of een dergelijke analyse voor alle sluizen is uitgevoerd.

Type sluis

Het type sluis kan van invloed zijn op het risicoprofiel. Een sluis met puntdeuren heeft in de regel meer effectieve ruimte in de kolk, waardoor de kans op een aanvaring door de extra lengte afneemt. Sluizen met hefdeuren kunnen juist bij bedienfouten ernstige gevolgen hebben doordat de deur op het schip daalt. Ieder type sluis heeft op die wijze zijn eigen bijzondere risico's.

Geometrie van de sluis en omgeving

Zuiging, stuwing en translatiegolven kunnen het manoeuvreren in de sluis sterk compliceren en daarmee de kans op aanvaringen verhogen. Dit kan optreden door een nauwe of trechtervormige voorhaven, aanwezigheid van een kruising nabij, uitvoering van het vaarwegprofiel (taluds versus bakprofiel), maar ook door aansluitend/kruisend vaarwater of de aanwezigheid van een andere sluis kilometers verderop.

Beschutting/wind

Wind kan het manoeuvreren met schepen behoorlijk compliceren. Hierdoor neemt de kans op ongevallen toe. Hoewel de wind geen factor is waarop invloed kan worden uitgeoefend, is de mate van beschutting van de sluis wel relevant voor het risicoprofiel.

Aan de hand van de werksessie zijn nog een aantal andere kenmerken genoemd:

- **Ontwikkeling autonoom varen:** Bij autonoom varen zal het schip beter zijn uitgerust met detectiesystemen. Het zal zichzelf in de sluis kunnen positioneren. Met de automatisering, mits voldoende ver uitgewerkt, zal de kans op ongevallen afnemen. Experts geven ook aan dat automatisering ook kan leiden tot fouten (onbekendheid software, complexiteit).
- **Buitenlandse bemanning:** Aanwijzingen kunnen door taalproblemen niet goed worden begrepen. Dit verhoogt de kans op aanvaringen.
- **Bekendheid met de plaatselijke situatie:** Als men niet voldoende bekend is met de plaatselijke situatie, bijvoorbeeld omdat men er niet eerder heeft gevaren en onvoldoende aandacht heeft besteed aan de reisvoorbereiding, dan is men onvoldoende bekend met de eigenschappen van de sluis, waardoor de kans op ongevallen toeneemt.
- **Mist:** deze omstandigheden kunnen de oriëntatie van de schipper verminderen, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt.
- **Bedieningsfouten:** Bij de bediening kunnen bedieningsfouten worden gemaakt.
- **Afwijken van procedures:** Aanvaringen kunnen ontstaan door schepen niet vast te leggen in de sluis of te veel schepen tegelijk te willen schutten.
- **Slechte staat van onderhoud/storingen:** uitgangspunt in de richtlijnen is dat niet mag worden bediend als er niet veilig bediend kan worden. In de praktijk kan hier anders mee omgegaan worden, waardoor er wordt bediend terwijl onderdelen van de bedienapparatuur in storing of defect zijn.
- **Op- en afvaart, beladen versus onbeladen:** Schepen die bewegen door een kleine natte doorsnede worden meer afgeremd dan schepen in een grotere natte doorsnede. Geladen schepen in een nauw bakprofiel worden hierdoor eerder afgeremd, terwijl de ongeladen schepen juist kunnen doorschieten.

Bovenstaande kenmerken zijn wel relevant, maar staan los van de fysieke inrichting van het object. De kenmerken zijn gerelateerd aan toekomstige ontwikkelingen, omgevingscondities en beheer en onderhoud. Alhoewel relevant voor het risicoprofiel, hebben deze aspecten geen relatie met het ontwerp van de sluis. Deze aspecten kunnen zo nodig, bij het vervolgonderzoek op individueel niveau, in meer detail worden onderzocht.

4.4 Nabeschuiving risicoprofiel

Aan de hand van de risicoanalyse wordt verwacht dat het aantal aanvaringen met sluizen in de praktijk veel hoger ligt dan de 333 aanvaringen die in de SOS-database zijn geregistreerd in de periode 2009-2018. De experts verwachten dat het daadwerkelijke aantal varieert tussen de 333 en 5000 aanvaringen. Aanvaringen die niet geregistreerd staan, hebben in de meeste gevallen betrekking op aanvaringen met zeer beperkte effecten. Hiermee hebben deze niet-geregistreerde aanvaringen weinig invloed op het risicoprofiel.

De experts hebben ook de risicopiramides beoordeeld. Daarbij komen de experts tot een iets hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database, zie Tabel 14.

Met betrekking tot letselschade zijn er in de laatste 10 jaar geen doden of gewonden doden gevallen volgens de SOS-database. Dit wordt onderstreept door een aantal experts, maar er zijn ook experts die aangeven dat er altijd wel iets fout kan gaan. Een recreatievaarder kan bijvoorbeeld overboord slaan en bekneld raken. Een dergelijk ongeval heeft niet plaatsgevonden, maar is niet uitgesloten. Er is dus een kleine kans op meer ernstig letsel. Hiermee komen sommige experts tot een iets hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database.

	SOS-database	Gemiddelde expert beoordeling	Experts min	Experts max
Letselschade	0	654	0	2.050
Economische schade	7.927	41.919	110	132.750
Milieuschade	12	255	12	1.710

Tabel 14: Expert beoordeling Sluizen

Met betrekking tot economische schade hebben de experts het idee dat met name stremmingen slecht geregistreerd worden. Hiervoor zijn dezelfde oorzaken opgegeven als bij aanvaringen van bruggen. Een enkele expert komt tot een lager risicoprofiel voor economische schade, maar heeft hiertoe geen argumenten gegeven. Een andere expert komt tot een sterk verhoogd risicoprofiel, maar gemiddeld genomen is sprake van een verhoogd risicoprofiel binnen de risicogroep "hoog".

Met betrekking tot milieuschade bij aanvaringen van sluizen is het beeld van de experts niet veel anders in vergelijking met de SOS-database. Een enkele expert ziet wel een verhoogd risicoprofiel, want er kan altijd wel iets gebeuren. Dit is een valide argument, maar gemiddeld genomen verwachten de experts niet dat hierdoor de risicogroep toeneemt.

4.5 Nabeschuiving onderscheidende kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

Aspecten die door de experts als onderscheidend zijn beoordeeld:

- Conformiteit aan de Richtlijnen Vaarwegen. Hoe meer de sluis afwijkt van de Richtlijnen hoe hoger het risicoprofiel.
- Aanwezigheid van een aanvaarbeveiliging en/of een reservedeur/reserveonderdelen helpen om de effecten van aanvaringen, met name de stremmingen, te reduceren.
- Slechte zichtbaarheid van de sluis, zowel visueel als per radar.
- Een kleine voorhaven
- Intensiteit op de vaarweg

Als minder onderscheidend zijn beoordeeld:

- Afstand bediening;
- Positionering ten opzichte van bochten, kruispunten en dergelijke;
- Onvoldoende capaciteit ligplaatsen

Alhoewel niet specifiek beoordeeld in de werksessie, lijken ook het type sluis, de geometrie van de sluis, de aanwezigheid van zuiging/stuwing/translatiegolven en wind/beschutting een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan het risicoprofiel.

Bij alle sluizen is er sprake van een overbrugging van een hoogteverschil in waterstand. Beschadiging van de functie van de sluis kan lekkage tot gevolg hebben. Bij alle sluizen bestaat een kans op een open kolk situatie na een aanvaring. De effecten hiervan kunnen per sluis sterk verschillen. Dit is afhankelijk van de constructie van de sluis, de omgeving, het debiet, het verval en de ligging van de sluis. Het is belangrijk om de consequenties van een open kolk situatie in de risicobeoordeling te betrekken.

Door de open kolk situatie nivelleren de waterstanden en wordt de waterhuishouding verstoord. Het pand met de hogere waterstand verliest water, waardoor een deel van de scheepvaart mogelijk niet meer kan passeren. Het pand met lage waterstand ontvangt plots meer water en dat kan resulteren in wateroverlast en aanverwante schade. De consequenties zijn sterk afhankelijk van de mate waarin toestromend water kan worden opgevangen wat onder andere wordt bepaald door de hoeveelheid water en de komberging van het gebied waar het water naar toe stroomt. De meest verstrekkende gevolgen zijn te verwachten bij een sluis in de primaire waterkering die het achterland dient te beschermen tegen te hoge waterstanden.

Tenslotte is het lastig om een situatie generiek te beoordelen aan de hand van een beperkt aantal kenmerken. Dit is ook gebleken in de werksessie en dat heeft hier en daar geresulteerd in onduidelijkheden in de beoordelingen. Zo is de positionering van een sluis, bijvoorbeeld ten opzichte van een kruispunt, als weinig onderscheidend beoordeeld. In de ranking van meest bepalende kenmerken hebben de experts dit kenmerk juist weer als belangrijk beoordeeld. Dit heeft vooral te maken met de samenhang van het kenmerk in relatie tot de omgeving. Een kruispunt nabij de sluis hoeft op zich het risicoprofiel niet te beïnvloeden, maar als daarbij ook de informatievoorziening niet op orde is, dan kan het juist wel een risico verhogend effect hebben, omdat dit zorgt voor een taakverzwaring bij de schipper. Veel kenmerken moeten daarom in relatie tot het object, de omgeving, de lokale scheepvaart en andere kenmerken beschouwd worden. Hierdoor kan er mogelijk een onjuist beeld ontstaan als objecten alleen getoetst worden aan de hand van enkele kenmerken.

4.6 Tool voor het bepalen van een initieel risicoprofiel van individuele objecten

Doel van de selectietool

Met de bevindingen uit de risicoanalyse moet een "snelle" selectietool worden ontwikkeld. De tool heeft het doel om sluizen met een mogelijk verhoogd risicoprofiel te selecteren voor vervolgonderzoek. De tool dient gebruik te maken van bestaande informatie/bestanden, zonder de objecten op individueel niveau te beschouwen. De selectie moet grotendeels automatisch kunnen plaatsvinden.

Kader

Net als bij de bruggen, is de ontwikkeling van de selectietool niet eenvoudig. Enerzijds is veel benodigde informatie niet beschikbaar in bestanden en databases. Anderzijds is door de experts aangegeven dat de omvang van het risico vooral wordt bepaald door een combinatie van uitvoering, ligging en omgevingsfactoren. Het daadwerkelijk risicoprofiel is geenszins de som van de individuele risicofactoren.

Het maken van een goed selectiemiddel is dus lastig en kan erin resulteren dat een aantal objecten niet geselecteerd wordt terwijl deze wel een verhoogd risicoprofiel kennen. Omgekeerd kunnen objecten geselecteerd worden die bij nader inzien geen verhoogd risicoprofiel kennen.

Selectiecriteria

De verschillende kenmerken worden op een gegroepeerde wijze besproken en beoordeeld:

- **Historische data**
Op basis van de SOS-database kan eenvoudig een selectie worden gemaakt van sluizen met een hoge risicoscore of een hoog aantal ongevallen. Dit geeft een goed beeld van het risicoprofiel op basis van historie. De historie geeft een goed zicht op het risicoprofiel met daarbij de opmerking dat de historie geen volledig beeld geeft. Het is waarschijnlijk dat er objecten met verhoogd risicoprofiel bestaan waar geen ongevallen hebben plaatsgevonden. Het historisch beeld is daarmee onvolledig.
- **Conformiteit Richtlijn Vaarwegen**
Conformiteit aan de normen en richtlijnen, waaronder de Richtlijn Vaarwegen, is een indicatie dat de sluis op een goede wijze is ontworpen en geschikt is voor zijn functie. Ook in de werksessies is dit een belangrijk kenmerk gebleken. Afmetingen van de sluizen kunnen eenvoudig worden getoetst aan de hand van beschikbare areaal gegevens.
- **Intensiteiten**
Een hoge intensiteit kan leiden tot meer aanvaringen in de omgeving van de sluis. Experts verwachten dat een hogere intensiteit ook kans verhogend werkt voor aanvaringen van de sluis, maar het effect is niet lineair. De verwachting is dat de intensiteit een klein effect heeft op de kans van aanvaren. De intensiteit kan eenvoudig worden herleid op basis van de IVS90 gegevens.
- **Constructieve aspecten/Kwetsbaarheid**
De meeste sluizen zijn niet ontworpen om alle aanvaringen te weerstaan en in principe bestaat bij alle sluizen een kans op een open kolk situatie. De effecten hiervan kunnen sterk variëren en zijn afhankelijk van de lokale situatie. Het kenmerk is belangrijk omdat de effecten groot kunnen zijn, maar een snelle praktische toetsing is niet mogelijk. Het is een essentieel kenmerk voor vervolgonderzoek. Wel is het mogelijk om in de eerste toetsing alle sluizen die onderdeel zijn van een primaire waterkering te selecteren als object met mogelijk verhoogd risicoprofiel.
- **Omgevingsfactoren die de werkdruk van de schipper verhogen**
Deze kenmerken omvatten veel verschillende kenmerken, zoals een nauwe voorhaven, een ligging nabij een kruising, effecten van wind, stroming, stuwing en zuiging, translatiegolven, etc. Deze kenmerken zijn zeker essentieel voor het risicoprofiel, maar kunnen alleen op individueel niveau worden onderzocht. De benodigde data kan niet uit bestanden/databases worden verkregen. Zonder objectkennis en praktische ervaring wordt het niet reëel geacht om dit mee te nemen in het eerste snelle selectiemodel. Dit zou met name moeten gebeuren in vervolgonderzoek.
- **Impact**
Een aanvaring kan een ernstige impact hebben op de waterveiligheid en de omgeving van het object. Scheepvaartverkeer moet uitwijken en het waterpeil van de kanalen voor en achter de sluis kan worden beïnvloed. De uiteindelijke effecten zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van alternatieve routes en afhankelijk van het debiet, het verval en de uitvoering en ligging van de sluis. Deze informatie is op voor hand niet aanwezig en zou in vervolgonderzoek nader moeten worden bekeken.

Opzet van de selectietool

Op basis van de kenmerken die in een eerste snelle toetsing kunnen worden meegenomen, ontstaat een model als samengevat in Tabel 15. Objecten met verhoogd risicoprofiel worden geselecteerd aan de hand van historie, door selectie van alle primaire waterkeringen en door een selectie aan de hand van een beperkt aantal meetbare kenmerken. De selectie volgens Tabel 15 is niet volledig betrouwbaar en daarom wordt de selectie in stap vier voorgelegd aan de beheerders. Zij krijgen de kans om objecten die in de eerdere stappen zijn geselecteerd op gemotiveerde wijze te deprioriteren. Andersom kunnen ze gemotiveerd aangeven dat ze objecten missen die naar hun oordeel een verhoogd risicoprofiel kennen. Uiteraard moet dat wel op een onderbouwde wijze gebeuren.

	Toetsing					Score
Voorselectie sluizen met meer frequente aanvaringen of meer ernstige schade						
1	Historisch risicoprofiel	Selecteer in het SOS-bestand alle sluizen met een milieu/stremmingsrisico/letselscore> 10.000, met een financiële schade>1000, of met meer dan 5 ongevallen in de laatste 10 jaar.				
Voorselectie extra kwetsbare sluizen						
2	Kwetsbaarheid	Selecteer alle sluizen in een primaire waterkering.				
Voorselectie sluizen op basis van meetbare kenmerken						
3a	Sluisafmetingen	Indien de sluisafmetingen niet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen: Score: 200				Score1: 0 of 200
3b	Reservedeur	Aanwezigheid reservedeur: Bij ontbreken een Score 100				Score2: 0 of 100
3c	Aanvaarbeveiliging	Aanwezigheid aanvaarbeveiliging: Bij ontbreken een score 100				Score3: 0 of 100
3d	Aantal kolken	Aanwezigheid meerdere kolken. Als slechts 1 kolk aanwezig is een score van 100				Score4: 0 of 100
3e	Intensiteit	Bij een krap profiel factor1 = 1 Bij normaal profiel: factor1 = intensiteit/15000				Factor1: 1 of intensiteit/15000
	Eindscore	(Score1+Score+Score3+Score4)* factor1				
Selectie sluizen op basis van opgave regio/beheerder						
4	Expertinput	Maak een integrale lijst op basis van 1,2 en 3 en geef de regio/beheerder de kans om op onderbouwde wijze objecten toe te voegen of te schrappen.				

Tabel 15: Tool voor beoordeling risicoprofiel sluizen

In de werksessies is aangegeven dat de risico's vooral worden bepaald door de omgevingsfactoren in combinatie met de ligging en uitvoering van de sluis. Hiervoor is in feite een beoordeling op individueel niveau noodzakelijk. De selectie volgens Tabel 15 is niet volledig betrouwbaar en daarom wordt de selectie in stap vier voorgelegd aan de beheerders. Zij krijgen de kans om objecten die in de eerdere stappen zijn geselecteerd gemotiveerd te deprioriteren. Andersom kunnen ze gemotiveerd aangeven dat ze objecten missen die naar hun oordeel een verhoogd risicoprofiel hebben. Uiteraard moet dat wel op een onderbouwde wijze gebeuren.

De grenswaarde voor de eindscore in stap 3 bepaalt uiteindelijk hoeveel objecten in de selectie voor nader onderzoek worden meegenomen. Deze grenswaarde zal nader moeten worden bepaald nadat alle score van de sluizen op een rij zijn gezet.

Validatie van de tool

Om enig inzicht te hebben in de werkbaarheid en de betrouwbaarheid van de tool, is naar een aantal voorbeeld objecten gekeken.

Prinses Beatrixsluizen

De Prinses Beatrixsluizen worden door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt het object geselecteerd als object met een verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de totale risicoscore erg laag is, zijn in totaal 25 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is gelegen in de primaire waterkering en wordt derhalve geselecteerd als mogelijk kwetsbaar object.
- De Prinses Beatrixsluizen voldoen aan de RVW (Score1=0) en is voorzien van meerdere kolken (Score4=0). Voor twee sluizen zijn reservedeuren aanwezig, bij de derde sluis zijn de roldeuren dubbel uitgevoerd. Daarmee is er dus reserve in de beschikbaarheid van deuren (Score2=0). Een aanvaarbeveiliging is waarschijnlijk niet aanwezig (Score3=100). Met een intensiteit van meer dan 50.000 beroepsschepen per jaar is de intensiteitsfactor gelijk aan 3,33. De score komt uit op 333. Afhankelijk van de grenswaarde voor de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde onder de grenswaarde vallen.

De Prinses Beatrixsluizen worden geselecteerd op basis van historie en kwetsbaarheid (onderdeel primaire waterkering).

Sluizen Terneuzen

De Sluizen Terneuzen worden door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de sluis geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de risicoscore relatief laag is, zijn wel in totaal 22 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is onderdeel van de primaire waterkering en wordt daarom geselecteerd als kwetsbaar object.
- Het sluizencomplex Terneuzen bestaat uit meerdere kolken voor zeevaart (Score4=0) en hiervoor is de RVW niet van toepassing (Score1=0). De nieuwe sluis is uitgevoerde met 2 dubbele roldeuren, waardoor redundantie voor de deuren aanwezig is. Dat is niet het geval bij de oudere kolken, waarvoor geen reservedeuren of aanvaarbeveiliging aanwezig zijn (Score2=100, Score3=100). De intensiteit bedraagt circa 50.000 beroepsschepen per jaar (factor 3,33), waardoor de score uitkomt op 666. Afhankelijk van de grenswaarde voor de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd.

De sluizen Terneuzen worden geselecteerd op basis van historie, kwetsbaarheid (primaire waterkering) en mogelijk op basis van de kenmerken.

Sluis Delden

Sluis Delden wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de sluis geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de risicoscore relatief laag is, zijn wel in totaal 16 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is niet gelegen in de primaire waterkering en wordt niet geselecteerd als kwetsbaar object.
- Sluis Delden voldoet aan de RVW (Score1=0) en is voorzien van 1 kolk (Score4=100). De sluis is voorzien van een aanvaarbeveiliging (Score3=0), maar het is onbekend of een reservedeur aanwezig is (Score2=100). De intensiteit bedraagt 7.700 beroepsschepen per jaar (factor 1). De score komt daarmee op 200. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde onder de grenswaarde vallen.

Sluis Delden wordt geselecteerd op basis van historie.

Volkeraksluizen

De Volkeraksluizen worden door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt het sluizencomplex geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de risicoscore relatief laag is, zijn wel in totaal 9 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is gelegen in de primaire waterkering en wordt derhalve geselecteerd als kwetsbaar object.
- De Volkeraksluizen bestaan uit drie kolken (Score4=0) en voldoen aan de RVW (Score1=0). De grotere sluizen hebben een tussenhoofd en reservedeuren. De kleine jachtensluis heeft geen reservedeuren (Score2=100). Aanvaarbeveiligingen zijn niet aanwezig (Score3=100). De intensiteit bedraagt 107.000 beroepsschepen per jaar, wat een factor 6 oplevert. De score komt daarmee op 1.200. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde de grenswaarde overschrijden.

De Volkeraksluizen worden geselecteerd op basis van historie, kwetsbaarheid (primaire waterkering) en waarschijnlijk ook op basis van kenmerken.

Sluis Farmsum

Sluis Farmsum wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de sluis geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de risicoscore relatief laag is, zijn wel in totaal 11 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is gelegen in de primaire waterkering en wordt derhalve geselecteerd als kwetsbaar object.
- Sluis Farmsum betreft een zeesluis en bestaat uit een enkele kolk (Score4=100). De RVW is niet van toepassing op zeesluizen (Score1=0). Reservedeuren zijn aanwezig (Score2=0), maar een aanvaarbeveiliging niet (Score3=100). De intensiteit bedraagt circa 13.000 beroepsschepen per jaar (factor 1). De totaalscore bedraagt 200. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde onder de grenswaarde vallen.

Sluis Farmsum wordt geselecteerd op basis van historie en kwetsbaarheid (primaire waterkering).

Prinses Margrietsluis

De Prinses Margrietsluis wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Aan de hand van de tool wordt het object wel geselecteerd:

- Op basis van historie wordt de sluis geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Alhoewel de risicoscore relatief laag is, zijn wel in totaal 11 ongevallen geregistreerd.
- De sluis is gelegen in de primaire waterkering en wordt derhalve geselecteerd als kwetsbaar object.
- De Prinses Margrietsluis voldoet aan de RVW (Score1=0) en bestaat uit een enkele kolk (Score4=0). De sluis heeft 5 deurensets, er is dus voldoende reservedeurcapaciteit aanwezig (Score2=0). De sluis is niet voorzien van een aanvaarbeveiliging (Score3=100). De intensiteit bedraagt circa 17.500 beroepsschepen per jaar (factor 1,2). De score komt daarmee uit op 120. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde onder de grenswaarde vallen.

De Prinses Margrietsluis wordt geselecteerd op basis van historie en kwetsbaarheid (primaire waterkering).

Sluis Maasbracht

Sluis Maasbracht wordt door de experts niet direct gezien als een object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel.

- Op basis van historie wordt de sluis niet geselecteerd als object met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Er zijn geen ongevallen geregistreerd.
- De sluis is niet gelegen in de primaire waterkering en wordt doordoor niet geselecteerd als kwetsbaar object. Het MHW is altijd lager dan het kanaalpeil.
- Sluis Maasbracht voldoet aan de RVW (Score1=0) en bestaat uit drie kolken (Score4=0). Er zijn geen reservedeuren aanwezig (Score2=100), maar de sluizen zijn wel voorzien van een aanvaarbeveiliging (Score3=0). De intensiteit bedraagt circa 20.700 beroepsschepen per jaar (factor 1,4). De score komt uit op 140. Afhankelijk van de grenswaarde van de eindscore wordt dit object wel of niet geselecteerd, maar waarschijnlijk zal deze waarde onder de grenswaarde vallen.

Conclusie

De toetsing laat zien dat objecten met name worden geselecteerd aan de hand van historie en als deze onderdeel vormen van de primaire waterkering.

Het is gebleken dat er bij de uitwerking veel aanvullende informatie bij de beheerder moest worden opgevraagd. Denk hierbij aan het aantal deuren, reservedeuren en de aanwezigheid van een aanvaarbescherming. Een automatische selectie in stap 3, de selectie op basis van kenmerken, lijkt voor sluizen niet goed mogelijk. Het moet nader worden onderzocht of dit (geautomatiseerd) uit een database kan worden herleid. Dit kan de bruikbaarheid van de selectietool beperken.

Aangezien de meeste voorbeeldsluizen door de tool worden geselecteerd, is het de vraag of de tool voor sluizen wel voldoende onderscheidend is. Als vrijwel alle objecten door de tool worden geselecteerd, zal de daadwerkelijke prioritering met name in stap 4, de expertinbreng, plaatsvinden.

In de expertsessie hebben meerdere experts de voorkeur uitgesproken om alle objecten in detail te onderzoeken. Het risico is uiteindelijk afhankelijk van veel factoren en de situering is telkens anders. Door alle objecten in detail te onderzoeken, ontstaat een beter en meer gedetailleerd beeld en wordt veel kennis opgebouwd. Als hiermee een extra ongeval kan worden voorkomen, dan is de kosten/baten ratio al snel positief.

5 Risicoanalyse Stuwen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoanalyse stuwen samengevat. Paragraaf 5.1 start met een samenvatting van de resultaten van de data-analyse. Op basis van de geregistreerde ongevallen in de SOS-database zijn risicopiramides afgeleid voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risicopiramides dienen als referentiekader voor de verdere risicoanalyse.

In paragraaf 5.2 volgt een verdere aanscherping van de risicopiramides aan de hand van de expert beoordelingen. Hierbij worden ook de onderbouwingen samengevat die hebben geleid tot de wijzigingen ten opzichte van de data-analyse. Paragraaf 5.3 gaat verder in op de risico-verhogende kenmerken van stuwen. Er wordt beschreven welke kenmerken in welke mate bijdragen aan het risico op aanvaringen.

Paragraaf 5.1 en paragraaf 5.2 worden samengevat in paragraaf 5.4. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van het risicoprofiel van de stuwen. Paragraaf 5.3 wordt samengevat in paragraaf 5.5. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van de specifieke kenmerken die in de risicoanalyse aan de orde zijn geweest. Lezers met weinig tijd worden direct doorverwezen naar deze nabeschuivingen.

Tenslotte worden de bevindingen in het hoofdstuk in paragraaf 5.5 vertaald naar een concreet advies voor vervolgonderzoek.

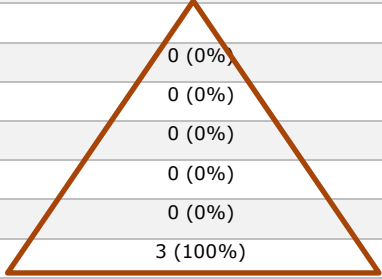
5.1 Resultaten van de data-analyse stuwen

Aan de hand van de data-analyse zijn op basis van historie risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risico-piramides zijn weergegeven in Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 14. In de periode 2009-2018 zijn er in totaal drie aanvaringen van stuwen geregistreerd.

Letselschade bij aanvaringen van stuwen

Op basis van de data-analyse lijkt het risico op letselschade erg klein. Er zijn in de periode 2009 – 2018 geen aanvaringen geregistreerd met letsel, zie Figuur 12.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

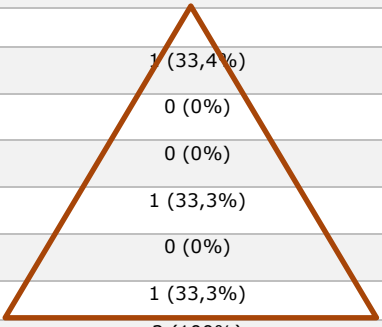


Figuur 12: Risicopiramide Aanvaringen Stuwen – Letselschade

Economische schade bij aanvaringen van stuwen

Economische schade kan ontstaan door schade aan de stuw, schade aan het schip of door stremmingen van de vaarweg. De risicopiramide voor economische schade is weergegeven in Figuur 13. Bij het ongeval met de stuw Grave is aanzienlijke financiële schade ontstaan aan het schip, de stuw en de omgeving. Door het constructief falen van de stuw is het waterpeil op het voorgaande rivierpand sterk verlaagd, waardoor stremmingsschade is ontstaan. Het ongeval is geregistreerd in de hoogste effectklasse. De twee andere ongevallen hebben plaatsgevonden bij de stuw Belfeld. Het betrof een anker in de stuw en een aanvaring. In beide gevallen waren de effecten beperkt.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	1 (33,4%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (33,3%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0 (0%)
0	Geen schade	1 (33,3%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



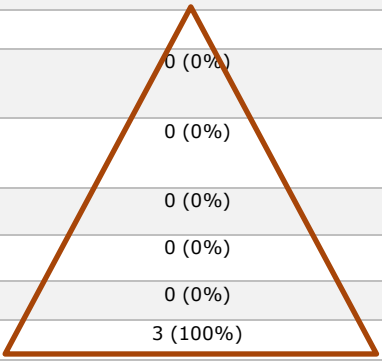
Figuur 13: Risicopiramide Aanvaringen Stuwen – Economische schade

Milieuschade

De risicopiramide voor milieuschade is weergegeven in Figuur 14. Bij de drie geregistreerde ongevallen zijn geen milieueffecten geregistreerd.

Hierbij wordt echter wel een kanttekening gezet. Bij het incident met de stuw te Grave zijn benzeendampen vrijgekomen en er was sprake van een verlaging van de waterstand. Bij de benzeendampen was mogelijk sprake van een kortdurende overschrijding van de grenswaarden en de lagere waterstand kan een effect hebben gehad op de flora en fauna in de omgeving. De geregistreerde milieuschade geeft daarmee naar verwachting een onderschatting van de werkelijke schade.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



Figuur 14: Risicopiramide Aanvaringen Stuwen – Milieuschade

Constructieve veiligheid

Tenslotte is ook gekeken naar de constructieve veiligheid. Hierbij is gekeken naar de functie "waterstand reguleren". Daarbij is gekeken naar de constructieve veiligheid van individuele objecten.

Ten eerste is geconstateerd dat er grote verschillen bestaan tussen de robuustheid van de stuwen. Met name de grotere stuwen met keerschuiven en vizierschuiven zijn degelijker gebouwd in vergelijking met de stuw Grave en de Poirée en Stoney stuwen in de Maas. Het wordt door de geraadpleegde experts echter onwaarschijnlijk geacht dat de stuwen, ook de meer robuust uitgevoerde, bestand zijn tegen alle soorten aanvaringen. In de constructiedossiers is hierover wellicht aanvullende informatie te vinden, maar deze dossiers zijn in deze studie niet onderzocht.

Ook relevant is dat de Maas wordt opgewaardeerd tot klasse Vb vaarweg en de bestaande stuwen in de Maas zijn nooit uitgelegd op dit type scheepvaart. Bij aanvaringen met de zwaardere schepen bestaat er een verhoogde kans op ernstige schade aan de stuw, ook bij de meer degelijke stuwen.

De constructieve veiligheid van stuwen wordt bekeken over de levensduur van de stuw, zijnde 100 jaar. De meetperiode van 2009 tot 2018 is relatief kort in relatie tot deze levensduur. Het ongeval in Grave laat echter wel zien dat aanvaringen van stuwen met ernstige gevolgen niet zijn uitgesloten. Het feit dat er een ernstig incident heeft plaatsgevonden te Grave wil overigens niet zeggen dat een soortgelijk ongeval ook in de volgende periode zal plaatsvinden. De historische meetperiode is eigenlijk te kort om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over het constructieve risicoprofiel van de stuwen.

5.2**Beoordeling risicopiramides stuwen door experts**

In de data-analyse zijn risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. De piramides zijn beoordeeld door meerdere experts en de bevindingen zijn samengevat in deze paragraaf. Overigens hebben de meeste experts aangegeven dat de beoordeling van de risicopiramides erg lastig is, met name omdat de stuwen onderling erg veel verschillen. De beoordeling zou meer op individuele basis moeten plaatsvinden.

Intermezzo

In het kader van het project Vaarwegbeeld Sluis en Stuw Complexen, heeft eerder een risicoanalyse plaatsgevonden naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen⁵. In dit onderzoek waren meer experts betrokken in vergelijking tot deze studie (15 experts in plaats van 3). Experts is gevraagd om de kans en het effect in te schatten van het scenario waarbij een binnenvaartschip met genoeg snelheid tegen één van de stuwen of *keringen* aanvaart en schade veroorzaakt. In dit onderzoek is een grote onzekerheid gebleken. De kans op een ernstig ongeval werd ingeschat tussen de eens per 5 jaar tot eens per 80 jaar, waarbij het gemiddelde lag om en nabij eens per 20 jaar.

Ook voor wat betreft de effecten was de bandbreedte groot. De financiële schade werd ingeschat tussen de 2 en 80 miljoen euro, met een gemiddelde van om en nabij 20 miljoen euro. Er was ook een behoorlijke onzekerheid in de inschatting van de letselschade (tussen geen slachtoffers tot meerdere doden). Negen van de 15 respondenten achten één dodelijk slachtoffer waarschijnlijk en vijf achten ook twee of meer doden waarschijnlijk.

Bij het onderzoek is een best-practice voor het verstrekken van informatie aan de schipper ontwikkeld, waarbij de schipper beter kan zien wat de gewenste en wat de onveilige route is. Deze best practice is/wordt bij de stuwen van RWS geïmplementeerd om toekomstige aanvaringen van de stuwen te voorkomen.

⁵ Vaarwegbeeld van een zevental complexen met keringen, spuien, gemalen en sluizen, RWS 2020

Het risico dat een binnenvaartschip tegen één van de stuwen/keringen aanvaart en schade of letsel veroorzaakt, werd in dit onderzoek beoordeeld als een Midden tot Hoog Risico in de risicomatrix van RWS (Tabel 1). De beoordeling Hoog Risico hangt samen met de inschatting van een derde van de 15 respondenten dat er meerdere dodelijke slachtoffers bij een dergelijke aanvaring kunnen vallen en dat een dergelijk ongeval zelden tot nauwelijks gebeurt. In de risicosessie is het effect van het ongeval niet beoordeeld op stremming van de vaargeul. Het ongeval bij Grave heeft een effect in het allerhoogste effectniveau ten aanzien van stremming van de vaargeul gehad, wat een effect beoordeling als Hoog Risico ondersteunt.

5.2.1

Aantal aanvaringen van stuwen

Als eerste is de experts gevraagd om een inschatting te geven van het totaal aantal aanvaringen van stuwen. Het is bekend dat de SOS-database op onderdelen een onderregistratie geeft en de experts is gevraagd om hierop hun visie te geven. De resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in Tabel 16.

Aantal aanvaringen Stuwen					
	Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Gemiddeld
Bandbreedte minimaal	3	1	3	3	2,3
Bandbreedte maximaal	3	3	10	10	7,7

Tabel 16: Expert Judgement voor het aantal aanvaringen van stuwen in de periode 2009-2018

Bij het invullen van de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven voor aanpassing van het aantal aanvaringen:

- Een expert geeft aan dat niet alle aanvaringen van stuwen in de SOS-database worden geregistreerd. Het daadwerkelijke aantal aanvaringen ligt hierdoor hoger.
- Eén expert geeft aan dat het aantal aanvaringen juist lager ligt als naar een langere periode wordt gekeken. De drie ongevallen worden al hoog ingeschat.
- Het aanvaarrisico wordt sterk bepaald door het type stuw. De Poirée en Stoney stuwen in de Maas kunnen zowel geopend als gesloten worden aangevaren. Andere constructies kunnen in geopende toestand juist weer vrij zijn van pijlers en/of obstakels. Het aanvaarrisico is daarmee sterk afhankelijk van het type object.

Er bestaat een verdeeld beeld over het aantal aanvaringen, maar het gemiddelde beeld is dat het aantal ongevallen in werkelijkheid iets hoger zal zijn.

5.2.2

Letselschade bij aanvaringen van stuwen

De risicopiramide voor letselschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 17.

Letselschade Aanvaringen Stuwen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Gemiddeld
5	Meerdere doden of vermisten	0	0,05	0,5	0,2	0,25
4	Een dode of vermiste	0	0,2	0,5	0,2	0,3
3	Meerdere zwaargewonden	0	0,5	0,5	0,2	0,4
2	Een zwaargewonde	0	0,75	0,5	0,5	0,6
1	Licht letsel	0	1,5	0,5	2	1,3
0	Geen slachtoffers	3	3	3	10	5,3
Totaal		3	6	5,5	13,1	8,2
Eerder opgegeven		3	10	3	10	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		0	759	5.556	2.227	2.847

Tabel 17: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectgroep voor letselschade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 0 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. De experts beoordelen het risicoprofiel op letselschade als "midden" of "hoog".

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- Eerder risico-onderzoek naar aanleiding van het ongeval bij de stuw Grave geeft aan dat vaarwegbeeld bij verschillende stuwen onduidelijk is, waardoor een kans bestaat op fouten van de schipper.
- Eén van de experts geeft aan dat een aanvaring meestal samenhangt met een vergissing of misinterpretatie van de schipper. Hij heeft niet door dat hij verkeerd zit. Hierdoor vindt de aanvaring plaats op relatief hoge snelheid en wordt het effect van de aanvaring ernstiger, ongeacht het type vaart.
- Met name bij recreatievaart bestaat volgens een expert de kans dat de bemanning overboord valt en verdrinkt. Dit type aanvaringen hebben in deze periode niet plaatsgevonden, maar in de periode daarvoor wel. Een voorbeeld hiervan is een aanvaring tussen een jachtje en de stuw Borgharen. Deze aanvaring heeft geresulteerd in meerdere doden. In de laatste periode zijn alleen aanvaringen geweest met beroepsvaart, waardoor dit niet in de SOS-data is terug te zien.
- Pleziervaart vaart vaak ook in de winter. Bij hoogwater situaties kunnen zij in de problemen komen door de stroming. Recreative schippers hebben minder ervaring met het varen door open stuwen. De beveiliging met bollenlijnen is wel effectief gebleken om dit soort incidenten met jachten voorkomen.

Het brede beeld is dat er een behoorlijke kans bestaat op aanvaringen met ernstige letseleffecten. Daarmee is het risicoprofiel hoger dan bepaald is aan de hand van de SOS-database. Het risicoprofiel varieert bij de experts tussen "midden" en "hoog" met een gemiddelde beoordeling in een "midden" profiel. Dit risicoprofiel is lager in vergelijking met de eerdere risicobeoordeling bij het onderzoek naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen (zie intermezzo). Hierin speelt mee dat inmiddels maatregelen zijn genomen om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.

5.2.3 Economische schade bij aanvaringen van stuwen

De risicopiramide voor economische schade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd om de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 18.

Economische schade Aanvaringen stuwen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Gemiddeld
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	1	0,05	0	0,2	0,08
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0	0,2	0,2	0,2	0,2
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0	0,5	0	0,5	0,33
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1	1,0	0	1	0,67
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0	7,5	0	10	5,83
0	Geen schade	1	0	1	0	0,33
Totaal		3	5,25	1,2	11,9	7,45
Eerder opgegeven		3	10	3	10	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		10.010	768	200	2.270	1.079

Tabel 18: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectgroep voor economische schade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 10.010 per jaar, wat overeenkomt met een "hoog" risicoprofiel. Daarbij de opmerking dat het risico betrekking heeft op een relatief beperkt aantal objecten, waardoor deze risicoscore extra serieus moet worden genomen.

De hoge beoordeling volgens de SOS-database hangt samen met het incident te Grave. De kans op een dergelijk incident wordt kleiner verondersteld dan uit de afgelopen tien jaar blijkt en het risicoprofiel wordt als gevolg daarvan minder zwaar ingeschat door de experts. De experts beoordelen de risicogroep als "laag" of "midden". Hierin speelt mee dat er inmiddels maatregelen zijn genomen om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.

Er zijn door verschillende experts een aantal argumenten aangegeven die hebben geleid tot aanpassingen van de risicopiramide voor economische schade:

- De kans op grote schades is klein, maar als deze voorkomen dan zorgt dit voor weken stremming met forse gevolgen voor de scheepvaart, gemeenten en jachthavens.
- De kans dat een incident als in Grave zich binnen 10 jaar herhaalt is klein. De kans wordt door vrijwel alle experts lager ingeschat op eens in de 20 (0,05) jaar of lager. Uit het eerdere onderzoek bleek ook behoorlijk wat onzekerheid en veel spreiding in de kans inschatting.
- Als een aanvaring ontstaat, zal schade ontstaan. Een aanvaring zonder schade is niet aannemelijk en daarom is schade in de effectgroep 0 onwaarschijnlijk.
- Volgens een expert kan de financiële schade oplopen tot meer dan 15 miljoen (Grave). Daarnaast kunnen er ernstige stremmingen ontstaan die oplopen tot de effectgroepen 4 en 5.

- Bij aanvaringen van pijlers is stremming van de doorvaart gewenst als de (peil)standveiligheid in gevaar komt. De belasting van de constructie door een aanvaring komt bovenop de belasting van de stuw door de hoge waterstand. Volgens een expert kan de inspectie pas plaatsvinden als de hoogwatergolf weg is. Dit kan weken duren.

De argumenten afwegende is het beeld minder zwaar in vergelijking tot de SOS-database. Het risico wordt beoordeeld met een "midden" risicoprofiel, met een enkele expert die een "laag" risicoprofiel aangeeft. Dit risicoprofiel is lager in vergelijking met de eerdere risicobeoordeling bij het onderzoek naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen (zie intermezzo). Hierin speelt mee dat inmiddels maatregelen zijn genomen om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.

5.2.4

Milieuschade bij aanvaringen van stuwen

De risicopiramide voor milieuschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd om de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 19.

Milieuschade Aanvaringen Stuwen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Gemiddeld
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0	0,05	0,1	0,05	0,07
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0	0,05	0,1	0,1	0,08
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0	0,07	0	0,1	0,06
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0	0,35	0	0,2	0,18
1	Grenswaarden overschreden	0	1	0	0,2	0,4
0	Geen milieueffect	3	3	3	10	5,33
Totaal		3	4,5	3,2	10,7	6,12
Eerder opgegeven		3	10	3	10	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		0	562	1.100	612	758

Tabel 19: Expert Judgement - Risicopiramide met het aantal ongevallen per effectgroep voor milieuschade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 0 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Het risicoprofiel wordt door de experts hoger beoordeeld in de risicogroep "midden".

In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- Een expert geeft aan dat de kans dat een schip met gevaarlijke stoffen milieuschade veroorzaakt zeer klein is. Er worden hogere eisen gesteld aan de bemanning en de schepen zijn beter beveiligd (dubbelwandig). Desondanks blijft er een kleine kans bestaan op incidenten.
- Een schip kan breken op een drempel of de tank kan lek slaan ten gevolge van de aanvaring. De kans op uitstroom is klein, maar niet uitgesloten.
- Een aanvaring kan volgens een expert leiden tot beperkte milieuschade. In extreme gevallen kan wellicht veel lading uitstromen wanneer een scheur optreedt (denk aan de Bow Jubail) of als een schip breekt. De kans dat dat gebeurt wordt laag verondersteld.

- Bij het ongeval te Grave is benzeen vrijgekomen, maar het is onduidelijk of er milieuschade is opgetreden. In de SOS-database is geen milieuschade geregistreerd. Dat is echter geen garantie dat milieuschade niet is opgetreden.

De experts schatten de kans op een ernstig milieu-incident laag in, maar een dergelijk incident wordt niet onmogelijk geacht. Hiermee komen de experts tot een hogere beoordeling in vergelijking met de SOS-database en komen zij uit in de "midden" risicogroep.

5.2.5

Constructieve veiligheid

De risicomethodiek voor constructieve veiligheid geldt voor individuele objecten. Daarbij wordt gekeken over de levensduur van het object, circa 100 jaar. In relatie tot deze levensduur is de meetperiode van 10 jaar erg kort, waardoor er op basis van historische data geen betrouwbare uitspraak kan worden gedaan over het aanvaarrisico.

De stuwen hebben een belangrijke functie om het waterpeil te reguleren. De aanvaring bij Grave geeft duidelijk aan dat niet alle stuwen sterk genoeg zijn om aanvaringen te weerstaan, waardoor er wel degelijk risico's bestaan met betrekking tot de constructieve veiligheid. Op basis van de historische ongevalsdata kan echter niet worden vastgesteld of er soortgelijke risico's gelden voor de andere objecten. Door experts is aangegeven dat stuwen niet per definitie geheel aanvaringsbestendig moeten zijn. Het risico van aanvaringen kan ook op andere manieren worden gemitigeerd tot een acceptabel niveau.

In de discussie over risicobepalende kenmerken van stuwen zijn uiteindelijk wel een aantal specifieke constructieve kenmerken meegenomen die van invloed kunnen zijn op het risicoprofiel van de stuwen. Dit komt aan de orde in de hierop volgende paragraaf. De constructieve veiligheid wordt dus meer op kwalitatieve wijze meegenomen in het onderzoek.

5.3

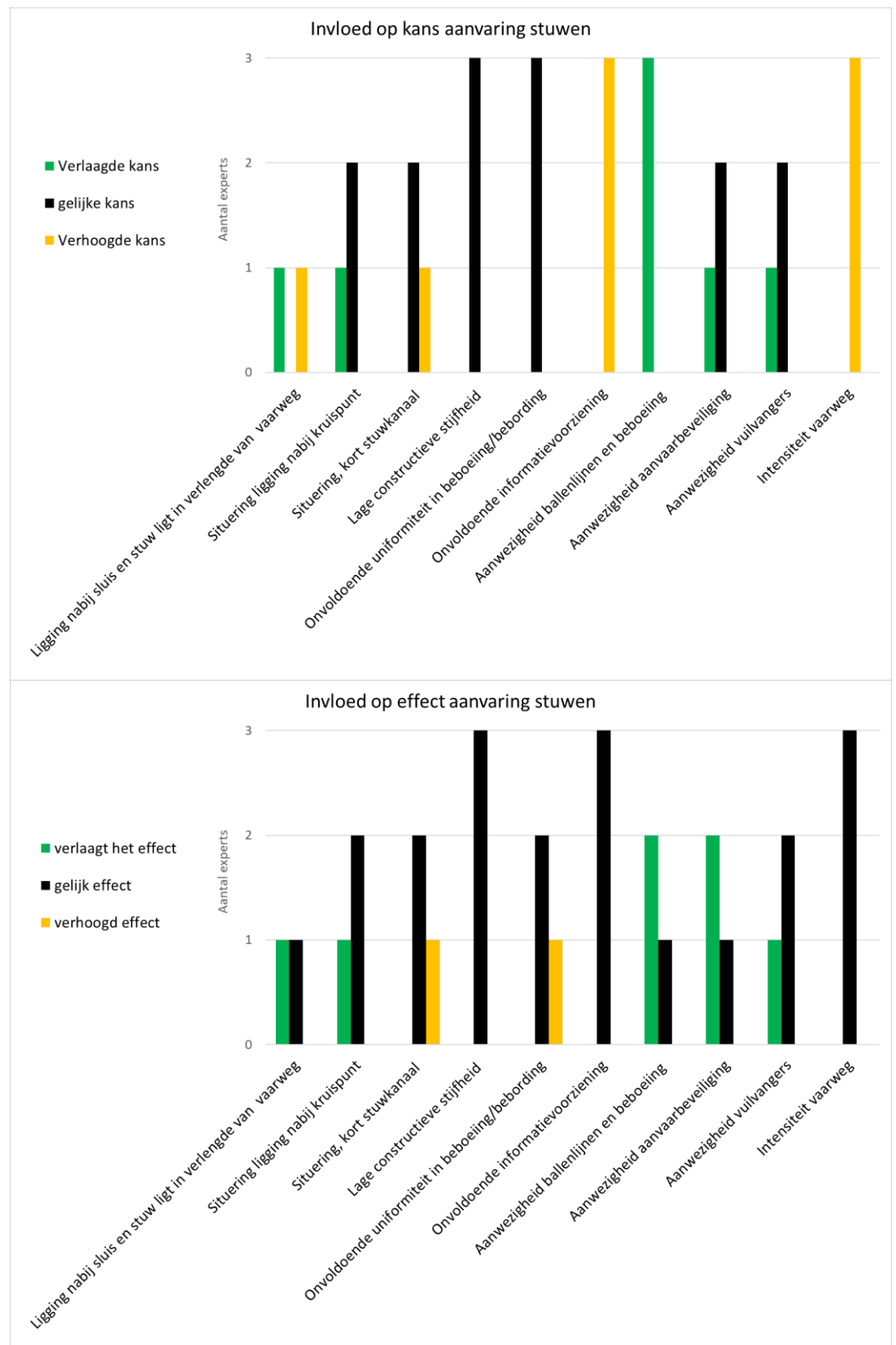
Risicoverhogende kenmerken

In de data-analyse zijn een aantal kenmerken gedefinieerd, die mogelijk risico-verhogend of verlagend kunnen zijn voor stuwen. De experts is gevraagd om deze kenmerken te beoordelen en de lijst met kenmerken zo nodig uit te breiden.

De kenmerken uit de data-analyse betreffen:

- Situering, ligging nabij stuw, waarbij stuw in het verlengde van de vaarweg ligt
- Situering ligging nabij kruispunt
- Situering, kort stuwkanaal
- Lage constructieve stijfheid
- Onvoldoende uniformiteit in beboeiing/bebording
- Onvoldoende informatievoorziening
- Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen en beboeiing
- Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Mitigerende maatregelen: aanwezigheid vuilvanger
- Intensiteit vaarweg

De resultaten van de beoordeling van bovenstaande kenmerken zijn weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: Beoordeling van kenmerken stuwen

De experts hebben daarnaast nog de volgende kenmerken ingebracht:

- Zichtbaarheid sluis en stuw
- Brug over de stuw
- Upgrade vaarweg

Deze kenmerken zullen in deze paragraaf eveneens nader worden besproken.

Situering, ligging nabij sluis, waarbij stuw in het verlengde van de vaarweg ligt

Als de routing niet intuïtief is, dan bestaat er een kans op misinterpretaties. De schipper kan de vaarweg blijven volgen en in het bereik van de stuw terechtkomen. Dit kan het risicoprofiel wellicht verhogen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	1
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De experts zijn verdeeld over de kans en het effect van een dergelijke situering. In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Er bestaat volgens een expert een kans op onbewust rechtdoor varen, waardoor de stuw wordt aangevaren. De kans op een aanvaring neemt hierdoor toe.
- De waterstroom laat zich moeilijk sturen en daarom ligt de stuw in de regel in het verlengde van de vaarweg. De sluis wordt geplaatst in een aftakking van de vaarweg. De schipper zal, door een goede reisvoorbereiding en met goede informatievoorziening, rekening moeten houden met deze situatie. Deze situatie kan niet anders worden opgelost, tenzij de vaarweg met een naastgelegen (lateraal) kanaal wordt omgeleid. Deze laatste oplossing zal volgens de expert de kans op aanvaringen doen afnemen. Het kenmerk zou dan ook meer gericht moeten zijn op een oplossing met en zonder naastgelegen (lateraal) kanaal.
- Zichtbaarheid speelt een belangrijke rol bij het ontstaan van aanvaringen. Als de stuw en de sluis bij de splitsing goed zichtbaar zijn, zal de schipper in de regel de juiste route kiezen. Is dat niet het geval dan kiest hij mogelijk de grootste watergang. Zichtbaarheid van de objecten is daarmee volgens de expert een belangrijk kenmerk.
- Volgens een expert zal de alertheid van de schipper toenemen als hij bewust is van de sluis en de stuw. Zichtbaarheid is daarom essentieel. De kans op aanvaringen neemt af en ook het effect zal naar mening van deze expert afnemen, omdat de schipper snelheid terugneemt.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld, vooral omdat er weinig invloed kan worden uitgeoefend op de situatie. De experts zijn het wel unaniem eens dat het afwikkelen van scheepvaart op een naastgelegen (lateraal) kanaal de kans op aanvaringen van stuwen zal doen afnemen.

Situering, ligging nabij kruispunt

Bij een stuw dicht op een kruispunt heeft de schipper extra aandacht nodig voor de verkeerssituatie. Dit kan leiden tot interpretatiefouten, waardoor het risicoprofiel wellicht is verhoogd. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De experts zijn verdeeld over de kans en het effect van een dergelijke situering, alhoewel de beoordeling neigt naar een lichte afname van kans en effect.

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een stuw ligt per definitie bij een kruising, namelijk de kruising stuwpannd-sluispand. Daarmee is het kenmerk volgens één van de experts niet onderscheidend en is er geen afwijking op de kans of het effect.
- Bij een kruispunt wordt de alertheid van de schipper volgens één van de experts verhoogd. Dit vermindert de kans op aanvaringen en door de reductie van de snelheid zullen effecten afnemen.
- Het is mogelijk dat de situering tot een vergissing leidt, waarbij de verkeerde afslag wordt gekozen. Het is alleen geen hele waarschijnlijke oorzaak.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld. Echter, het argument dat alle stuwen bij een kruising liggen is valide. Daarmee is het kenmerk niet onderscheidend.

Situering, kort stuwkanaal

Als het stuwkanaal kort is, is de kans groter dat een schip met motorproblemen tegen de stuw aanloopt. Men heeft immers minder tijd om het gevaar te ontwijken, bijvoorbeeld door het anker uit te werpen. Dit kan het risicoprofiel mogelijk verhogen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn verdeeld over de kans en het effect van een dergelijke situering, alhoewel de beoordeling neigt naar een toename van kans en effect. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een korter stuwkanaal geeft minder reactietijd voor de schipper om te reageren op de situatie. De kans op een aanvaring neemt hierdoor volgens één van de experts toe. Het gaat hierbij niet zozeer om motorstoringen, maar om het herstellen van een foute keuze. Als er meer lengte beschikbaar is, dan is er ook meer lengte om de schipper te informeren (borden/boeien).
- Een andere expert geeft aan dat de lengte van het stuwkanaal er niet toe doet. Het maakt niet uit hoe lang het stuwkanaal is als het schip 200 m voor de stuw een storing krijgt. Over dit aspect is in de werksessie discussie ontstaan, aangezien het ook kan voorkomen dat een schip ten gevolge van een motorstoring het stuwkanaal in getrokken wordt. De experts geven aan dat in dat geval voldoende tijd is om het schip in de oever te zetten of het anker uit te werpen.
- Vervolgens is opgemerkt dat een lang stuwkanaal ook risico's kan opleveren. Als je bij de kruising geen zicht hebt op de sluis en de stuw, bestaat de kans dat de schipper kiest voor het grootste vaarwegpand (stuw).
- In combinatie met een haakse toegang tot de voorhaven van de sluis is de kans op een aanvaring van een stuw bij een kort stuwkanaal volgens één van de experts groter.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld, maar neigt naar niet onderscheidend.

Lage constructieve stijfheid

Naarmate de stuw constructief robuuster/sterker is uitgevoerd, is deze beter geschikt om aanvaringen te weerstaan. De lichter uitgevoerde stuwen zijn mogelijk meer vatbaar voor aanvaringen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	3	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn unaniem dat dit geen invloed heeft op de kans of het effect. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat schepen te zwaar zijn voor de stuwen en dat alle stuwen in onvoldoende mate zijn berekend op een aanvaring op snelheid.
- Een lage constructieve sterkte kan, volgens één van de experts, voordelig en nadelig zijn. Zwakkere stuwen beschadigen makkelijk en zijn in de regel sneller te repareren. Mede hierdoor zijn er bij het incident te Grave geen doden en gewonden gevallen. Zwaardere constructies kunnen meer energie absorberen, maar dat levert ook meer schade voor het schip en bemanning. Daarnaast kan het herstel veel langer duren. Deze aspecten vlakken elkaar uit.
- De stuwen worden gedimensioneerd op de reguliere belastingen, maar niet op aanvaringen. Een aanvaring is daardoor snel problematisch. Bij een gestreken stuw helpt het wel als de pijlers zwaar zijn, dat kan in die situatie enige reserve opleveren. In de regel is het effect van de constructieve stijfheid echter zeer beperkt.
- De meeste objecten zijn 50-60 jaar oud en in die tijd was de scheepvaart minder zwaar dan nu.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is unaniem en geeft aan dat er geen invloed wordt verwacht. Het wordt verwacht dat geen van de stuwen een aanvaring op snelheid kan weerstaan.

Onvoldoende uniformiteit in de beboeiing/bebording

Als de borden, boeien en dergelijke afwijkend zijn toegepast ten opzichte van de verwachting of regelgeving, kan dit leiden tot interpretatiefouten. Dit kan het risicoprofiel mogelijk verhogen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	3	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn unaniem dat onvoldoende uniformiteit in beboeiing/bebording zal leiden tot een verhoging van de kans op aanvaringen van stuwen. Het beeld met betrekking tot het effect is verdeeld. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Als de beboeiing en bebording afwijkt van de verwachting kan dit leiden tot misinterpretaties en wordt de vaarwegsituatie onvoldoende herkend. Dit kan ertoe leiden dat de schipper het verkeerde pand kiest.
- Informatie naar de schipper moet correct zijn, eenduidig en liefst consequent. Dat bevordert de duidelijkheid en vermindert de kans op fouten. Niet alle informatie is eenduidig en daar wordt nu aan gewerkt.
- Uit het vaarwegbeeld onderzoek bij de stuwen is een best-practice voortgekomen die geïmplementeerd is/wordt om het vaarwegbeeld duidelijker en uniformer te maken en de kans op aanvaring van de stuwen te verminderen.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is redelijk unaniem en geeft aan dat er kans verhogend effect is bij een gelijkblijvend of toenemend effect.

Onvoldoende informatievoorziening

Onvoldoende informatie in de vorm van boeien, ECDIS-informatie, etc. kan leiden tot interpretatiefouten en daarmee een mogelijk verhoogde kans op aanvaringen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	3	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn unaniem dat onvoldoende informatievoorziening zal leiden tot een verhoging van de kans op aanvaringen van stuwen bij een gelijk effect.

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Als de beboeiing en bebording afwijkt van de verwachting kan dit volgens een expert leiden tot misinterpretaties en wordt de vaarwegsituatie onvoldoende herkend.
- Informatie naar de schipper moet correct zijn, eenduidig en liefst consequent. Dat bevordert de duidelijkheid en vermindert de kans op fouten. Niet alle informatie is eenduidig en daar wordt nu aan gewerkt.
- Uit het vaarwegbeeld onderzoek bij de stuwen is een best-practice voortgekomen die geïmplementeerd is/wordt om het vaarwegbeeld duidelijker en uniformer te maken en de kans op aanvaring van de stuwen te verminderen.

Aanwezigheid bollenlijn en betonning

Deze maatregel is al in principe al geïmplementeerd. Door de stuwen af te schermen met betonning en de scheepvaart naar de sluis te begeleiden kan het risicoprofiel mogelijk worden gereduceerd. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	1
Kans verlagend:	3	Effect verlagend:	2

De experts zijn unaniem dat de betonning een verlagend effect heeft op zowel kans als effect. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Uit het vaarwegbeeld onderzoek bij de stuwen is een best-practice voortgekomen die geïmplementeerd is/wordt om het vaarwegbeeld duidelijker en uniformer te maken en de kans op aanvaring van de stuwen te verminderen. Hierbij worden drie geleidingstonnen (met daarachter 2 gele tonnen met A.1 teken) uitgelegd. Deze betonning geleidt de schipper naar de sluis toe en voorkomt daarmee dat de schipper het stuw kanaal in vaart.
- De bollenlijn is volgens een expert vooral belangrijk voor de pleziervaart. Het is wel belangrijk dat de bollenlijn bij slecht zicht goed zichtbaar is op de radar.
- De betonning zorgt volgens een expert voor de juiste routekeuze. Hierdoor zal de kans op aanvaringen afnemen.
- Als de schipper desondanks door de bollenlijn vaart, dan is dat hoorbaar of voelbaar. Hierdoor kan de schipper actie nemen, bijvoorbeeld door de snelheid te verlagen. Dit zal het effect van een eventuele aanvaring verlagen. Daarbij wordt opgemerkt dat dat geen garanties geeft. Er zijn voorbeelden bekend, waarbij de schipper wel iets hoorde of voelde, maar waarbij hij de relatie met de bollenlijn/stuw niet kon leggen. De schipper vervolgde gewoon zijn weg en kwam in aanvaring met de stuw.
- Als de bollenlijn in de schroef komt, dan helpt dat ook om het schip tegen te houden;
- Eén expert geeft aan dat het schip onder de bollenlijn door kan worden getrokken als deze op verkeerde wijze de bollenlijn raakt. Het vaartuig kan hierdoor omslaan. Dit levert juist een risico op.
- De betonning/bollenlijn kan worden gezien als onderdeel van de informatievoorziening.

De expertbeoordeling van dit kenmerk geeft aan dat de betonning/bollenlijn resulteert in een verlaging van kans en effect van aanvaringen van de stuw, alhoewel de betonning/bollenlijn soms ook negatieve effecten kent.

Aanwezigheid aanvaarbeveiligingen

Door de stuwen fysiek af te schermen met aanvaarbeveiligingen kan het risicoprofiel mogelijk worden gereduceerd. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	1
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	2

De aanvaarbeveiliging neigt volgens de experts naar een gelijke kans en een afnemend effect. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een expert geeft aan dat een aanvaarbeveiliging voor stuwen fysiek onmogelijk is vanwege complicaties in ontwerp en gebruik. De watermassa levert stroming en drijvende constructies zullen werken als vuilvanger en daarmee onhandelbaar worden. (Bij een hoogwatergolf komen grote hoeveelheden vuil mee, waaronder boomstammen).
- Aanvaarbeveiligingen hebben volgens een expert alleen effect bij aanvaringen door kleine schepen. De snelheden van de schepen zijn relatief hoog, waardoor de aanvaarenergie van grote schepen hoog oploopt. De aanvaarbeveiligingen zijn niet voldoende sterk om die energie te kunnen weerstaan.
- Een aanvaarbeveiliging zal een aanvaring niet voorkomen, maar helpt wel om de effecten te beperken.

De expertbeoordeling van dit kenmerk geeft aan dat dit kenmerk niet echt onderscheidend is, mede gezien het feit dat er ook geen goede technische oplossingen beschikbaar zijn.

Aanwezigheid vuilvangers (drijfvuil kan stuw onklaar maken)

Door de stuwen fysiek af te schermen tegen drijfvuil zal de kans op schade afnemen. Drijfvuil is echter niet gerelateerd aan aanvaringen. Het betreft dus een ander soort risico. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De experts zijn verdeeld over het effect van de vuilvangers. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een vuilvanger helpt niet om aanvaringen te voorkomen, het helpt om storingen te voorkomen. Er is daarmee geen effect op aanvaringen door schepen.
- Een vuilvanger heeft eenzelfde effect als een bollenlijn als deze goed zichtbaar is.
- Een expert vraagt zich af of vuilvangers wel bestaan bij stuwen. Deze voorzieningen zullen in ieder geval geen invloed hebben op aanvaringen door beroepsvaart.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld, maar neigt naar niet onderscheidend. Het rapport behandelt overigens aanvaringen door scheepvaart en schade door drijfvuil is geen onderdeel van de scope.

Intensiteit vaarweg

De kans op een aanvaring is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	3	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	3
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn unaniem dat een verhoging van intensiteit zal leiden tot een verhoging van de kans bij gelijkblijvend effect.

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Volgens een expert is er bij een geopende stuw meer kans op tegemoetkomend verkeer en daarmee op vergissingen. Ook is de kans groter dat een schip net bij de stuw in de problemen komt omdat er meer schepen zijn.
- Als schepen bij de stuw kunnen komen, dan werkt een verhoging van de intensiteit kans verhogend. Bij een naastgelegen (lateraal) kanaal heeft het geen invloed.
- Bij drukte volgen en informeren schepen elkaar, waardoor de kans dat men het stuwpad invaart kleiner is. In deze discussie is uiteindelijk aangegeven dat ook bij hogere intensiteiten de scheepvaart relatief hoge tussenafstanden kent. De kans op colonnevorming is erg laag.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is redelijk unaniem. Men verwacht een kans verhogend effect bij gelijkblijvend effecten.

Overige aspecten

In de werksessie zijn nog een aantal aanvullende kenmerken genoemd die niet zijn beoordeeld, maar die wel relevant zijn voor het risico op aanvaringen:

- Zichtbaarheid sluis en stuw
- Brug over de stuw
- Upgrade vaarweg

Zichtbaarheid stuw en sluis

Als de schipper een goed zicht heeft op de stuw en de sluis, zal hij in principe de goede routekeuze maken. Als om welke reden dan ook de zichtbaarheid wordt beperkt, dan heeft de schipper de neiging om te kiezen voor het grootste vaarpand (wat bij een gesloten stuw de verkeerde keuze is). De zichtbaarheid heeft betrekking op zowel het visueel zicht als het zicht op radar. Bij de splitsing naar stuw/sluis moet dit zicht zijn geborgd.

Brug over de stuw

Een bijzondere vorm van een slechte zichtbaarheid is de situatie te Grave. Wanneer alleen de brug over de stuw wordt opgemerkt, kan de schipper inschatten dat de brug kan worden gepasseerd, wat niet het geval is. Deze situatie verhoogt het risicoprofiel.

Upgrade vaarweg

De scheepvaart is inmiddels flink in omvang (intensiteit en grootte) toegenomen. De schepen van 50 jaar terug waren veel kleiner dan tegenwoordig. Veel vaarwegen zijn inmiddels geschikt gemaakt voor grotere schepen. Door de toegenomen massa zal er meer energie vrijkomen bij een aanvaring, waardoor aanvaringen ernstiger worden.

5.4 Nabeschouwing risicoprofiel

Aan de hand van de risicoanalyse wordt verwacht dat het aantal aanvaringen met stuwen in de praktijk iets hoger zal liggen dan de 3 aanvaringen die in de SOS-database zijn geregistreerd in de periode 2009-2018. De experts verwachten dat het daadwerkelijke aantal varieert tussen de 1 en 10 aanvaringen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de aanvaringen die niet geregistreerd staan in de regel aanvaringen betreft met zeer beperkte effecten en weinig invloed hebben op het risicoprofiel.

Ook met betrekking tot de risicopiramides komen de experts tot een afwijkende beoordeling, zie Tabel 20.

Met betrekking tot letselschade zijn er in de laatste 10 jaar geen doden of gewonden gevallen volgens de SOS-database. Dit wordt onderstreept door de experts, maar ze geven ook aan dat er altijd wel iets fout kan gaan. Recreatievaarders kunnen overboord slaan en verdrinken en ook bij het incident te Grave hadden in potentie doden en gewonden kunnen vallen. Een dergelijk ongeval heeft niet plaatsgevonden, maar is niet uitgesloten. Er is dus een kleine kans op meer ernstig letsel. Hiermee komen de experts tot een hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database.

	SOS-database	Gemiddelde expert beoordeling	Experts min	Experts max
Letselschade	0	2.847	759	5.556
Economische schade	10.010	1.079	200	2.270
Milieuschade	0	758	562	1.100

Tabel 20: Expert beoordeling

De hoge score in de SOS-database voor economische schade wordt veroorzaakt door het ongeval met de stuw te Grave. De experts vermoeden dat de kans op een dergelijk ongeval lager ligt dan eens per 10 jaar. De experts komen hierdoor tot een lagere risico-inschatting in vergelijking met de SOS-database. Hier speelt in mee dat inmiddels maatregelen zijn genomen om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.

Met betrekking tot milieuschade bij aanvaringen van stuwen zien de experts een hoger risicoprofiel in vergelijking met de SOS-registratie. De tankers zijn tegenwoordig beter beschermd (dubbelwandigheid), maar er bestaat wel degelijk een kans op uitstroom bij ernstige incidenten. Bij het incident te Grave is ook benzine vrijgekomen, maar de effecten zijn niet goed bekend. Dit incident is daarom met een score 0 opgenomen in de SOS-database. De vraag is of dat wel volledig terecht is. Een hoger risicoprofiel is daarmee goed te verantwoorden.

De risicogroepen bij aanvaringen van stuwen zijn lager dan bij aanvaringen van sluizen of bruggen. Hierbij moet een uitdrukkelijke kanttekening worden geplaatst. Bij sluizen en bruggen zijn honderden objecten tegelijk beschouwd, terwijl in de groep stuwen slechts enkele objecten zijn meegenomen. De risicogroepen komen hierdoor lager uit, maar dat betekent niet dat de risicoscore per object lager is ten opzichte van sluizen en bruggen. Op het niveau van een individueel object kunnen de risicoscores hoger zijn.

5.5 Nabeschouwing onderscheidende kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

Aspecten die door de experts als onderscheidend zijn beoordeeld:

- Afleiden scheepvaart via een naastgelegen (lateraal) kanaal (scheepvaart kan niet meer bij de stuw komen)
- Onvoldoende of onvoldoende eenduidige informatievoorziening
- Bollenlijnen en boeien helpen om het risico te beperken, dit wordt eigenlijk gezien als onderdeel van een goede informatievoorziening.
- Intensiteiten op de vaarweg
- Zichtbaarheid van de stuw vanaf het splitsingspunt

Als minder onderscheidend zijn beoordeeld:

- Positionering van de stuw ten opzichte van bochten, kruispunten en dergelijke;
- Lengte van het stuwkanaal
- Lage constructieve stijfheid

De experts verwachten dat alle stuwen, ook de stuwen die een degelijk uiterlijk hebben, een frontale aanvaring van de maatgevende scheepvaart op snelheid niet kunnen weerstaan. De kans op dit soort aanvaringen wordt door de experts klein verondersteld.

Naar aanleiding van het ongeval te Grave is al uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar het vaarwegbeeld bij stuwen en sluizen. Aan de hand van dit onderzoek zijn verschillende maatregelen genomen om de omgeving van de stuwen meer te uniformeren en op die wijze verwarring bij de schipper te voorkomen. Schippers worden bij gesloten stuw middels betonning naar de sluis geleid. Een deel van deze maatregelen is nog in uitvoering. Deze reeds genomen maatregelen zijn uiteraard ook in dit rapport aan bod gekomen.

Naast aanvaringen door beroepsvaart zijn in het verleden (buiten de periode 2009-2018) ook aanvaringen van stuwen door recreatievaart voorgekomen. Bij dit soort ongevallen wordt niet zozeer het object of de omgeving bedreigd, maar er zijn bij dit type ongevallen wel vaak dodelijke slachtoffers te betreuren geweest. Na de implementatie van bollenlijnen hebben geen nieuwe ernstige ongevallen meer plaatsgevonden.

De omvang van het risico, kans x effect, is uiteindelijk lastig in te schatten. Op basis van de historie blijkt de aanvaarkans erg laag. Per object kunnen er wel verschillen bestaan, waarbij de herkenbaarheid van de stuw het meest essentieel is. Aanvaringen op snelheid zijn alleen waarschijnlijk als de schipper de (gesloten) stuw niet als zodanig herkent. Is de schipper zich eenmaal bewust van de stuw, dan zijn aanvaringen op hoge snelheid niet meer waarschijnlijk. Op basis van eerder onderzoek zijn meerdere maatregelen genomen om de omgeving van de stuwen te uniformeren en de zichtbaarheid van de stuwen (visueel en radar) te verbeteren.

Toch bestaan er tussen de objecten verschillen. Stuw Grave is daarbij bijzonder omdat de aanwezigheid van een brug boven de stuw kan resulteren in misinterpretaties. De schipper kan denken de brug te kunnen passeren. Hierdoor kan de stuw Grave worden gezien als een object met een verhoogd risicoprofiel.

Het tweede aspect, belangrijk voor het risicoprofiel, is het effect. In principe is geen enkele stuw gedimensioneerd om een aanvaring te weerstaan en alle stuwen kunnen in potentie ernstig beschadigen bij een aanvaring. De effecten hiervan kunnen per stuw verschillen, maar zijn in dit onderzoek niet inzichtelijk geworden. Met name het uiteindelijke effect op de omgeving is wel sterk bepalend voor het totale risico. Het wordt daarom aanbevolen om de mogelijk effecten bij een ernstige aanvaring van een stuw inzichtelijk te maken. Het verdient daarbij de voorkeur om dan gelijk een gekwantificeerd risicodossier aan te leggen analoog aan de ProBO dossiers die beschikbaar zijn voor stormvloedkeringen. Beleg daarbij ook direct een verantwoordelijkheid om die dossiers te beheren en veranderingen actief te signaleren (rol faalkansmanager bij SVK).

Alhoewel het risico aan de hand van dit onderzoek niet op een goede wijze kan worden gekwantificeerd, is het wel mogelijk de objecten te prioriteren aan de hand van de in dit rapport gevonden kenmerken:

- Het hoogste aanvaarrisico kan worden verwacht voor stuw Grave. Er is hier een verhoogde kans op aanvaringen door de aanwezigheid van de brug. Bij mist en slecht zicht kan de schipper denken dat hij onder de brug door kan varen.
- Na stuw Grave volgen de overige stuwen in de Maas, waaronder stuw Borgharen, Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek en Maas-Lith. Alhoewel de kans op aanvaringen laag is, lijken de stuwen door hun uitvoering meer kwetsbaar. De kans op een aanvaringen is/wordt momenteel gereduceerd door de omgeving meer te uniformeren. De impact op de omgeving bij een ernstige aanvaring van een stuw is onvoldoende inzichtelijk en dat is wel relevant om het risicoprofiel te kunnen inschatten.
- Na de stuwen op de Maas volgen de stuwen Amerongen, Driel, Hagestein. Deze stuwen reguleren vooral het waterpeil op de grote rivieren. De afmetingen van deze stuwen zijn zodanig dat de kans op een aanvaring laag wordt ingeschat. Naar verwachting is de impact op de omgeving bij een ernstige ervaring beperkt, maar dat zou nog wel moeten worden geverifieerd.

De experts verwachten overigens dat het risicoprofiel voor de stuwen in alle gevallen voldoende laag is.

6 Risicoanalyse Keringen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoanalyse keringen samengevat. Paragraaf 6.1 start met een samenvatting van de resultaten van de data-analyse. Op basis van de geregistreerde ongevallen in de SOS-database zijn risicopiramides afgeleid voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risicopiramides dienen als referentiekader voor het voorliggende onderzoek.

In paragraaf 6.2 volgt een verdere aanscherping van de risicopiramides aan de hand van de expert beoordelingen. Hierbij worden ook de onderbouwingen samengevat die hebben geleid tot de wijzigingen ten opzichte van de data-analyse. Paragraaf 6.3 gaat verder in op de risico-verhogende kenmerken van keringen. Er wordt beschreven welke kenmerken in welke mate bijdragen aan het risico op aanvaringen.

Paragraaf 6.1 en paragraaf 6.2 worden samengevat in paragraaf 6.4. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van het risicoprofiel van de keringen. Paragraaf 6.3 wordt samengevat in paragraaf 6.5. Hierin is een nabeschuiving opgenomen van de specifieke kenmerken die in de risicoanalyse aan de orde zijn geweest. Lezers met weinig tijd worden direct doorverwezen naar deze nabeschuivingen.

Tenslotte worden de bevindingen in het rapport in paragraaf 6.5 vertaald naar een concreet advies voor vervolgonderzoek.

6.1 Resultaten van de data-analyse keringen

Aan de hand van de data-analyse zijn op basis van historie risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. Deze risico-piramides zijn weergegeven in Figuur 16, Figuur 17 en Figuur 18. In de periode 2009-2018 zijn er in totaal drie aanvaringen van keringen geregistreerd.

In de data-analyse zijn de volgende keringen beschouwd:

Stormvloedkeringen:

- Oosterscheldekering.
- Maeslantkering.
- Hartelkering.
- Hollandsche IJsselkering.
- Haringvlietstuizen.
- Stormvloedkering Ramspol.

Hoogwaterkeringen:

- Sluizencomplex IJmuiden.
- Afsluitdijk.
- Hoogwaterkering Ravenswaaij.
- Limmel.
- Heumen.

Sluizen, bruggen en dammen worden niet beschouwd, het gaat in deze risicoanalyse alleen om de kerende constructies, spuien en gemalen.

Letselschade bij aanvaringen van keringen

Op basis van de data-analyse lijkt het risico op letselschade erg klein. Er zijn in de periode 2009 – 2018 geen aanvaringen geregistreerd met letsel, zie Figuur 16.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

Figuur 16: Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Letselschade

Economische schade bij aanvaringen van keringen

Economische schade kan ontstaan door schade aan de kering, schade aan het schip of door stremmingen van de vaarweg. De risicopiramide voor economische schade is weergegeven in Figuur 17. Van de drie ongevallen, zijn er twee geregistreerd met beperkte economische effecten.

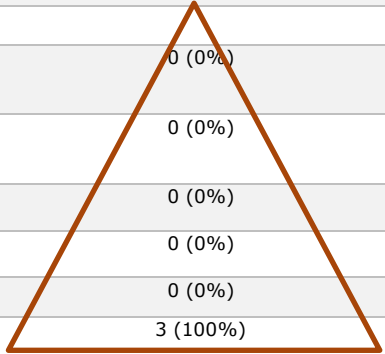
RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	0 (0%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (33,3%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	1 (33,4%)
0	Geen schade	1 (33,3%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

Figuur 17: Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Economische schade

Milieuschade

De risicopiramide voor milieuschade is weergegeven in Figuur 18. Bij de drie geregistreerde ongevallen zijn geen milieueffecten geregistreerd.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



Figuur 18: Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Milieuschade

Constructieve veiligheid

Tenslotte is ook gekeken naar de constructieve veiligheid. Hierbij is gekeken naar de functie "waterstand reguleren". Daarbij is gekeken naar de constructieve veiligheid van individuele objecten.

Ten eerste is geconstateerd dat er grote verschillen bestaan tussen constructies van keringen. De keringen zijn op verschillende manieren beveiligd tegen de effecten van aanvaringen:

- De Maeslantkering is beschermd door de kering in open toestand in een dok te varen.
- De Hollandsche IJsselkering is redundant uitgevoerd, waardoor er bij een aanvaring een back-up bestaat;
- Een aanvaring van de Oosterscheldekering of Haringvlietstuwen (letterlijk langere keringen) kan leiden tot een beperkte "lekstroom" omdat slechts een klein deel van de lengte van de kering faalt. Deze lekstroom is echter onvoldoende om de kerende functie te kunnen aantasten.

Op voorhand lijken de meer kritische keringen de Ramspolkering (kans op schade door vallende ankers of iets dergelijks) en de Hartelkering (permanent in de vaarweg en vatbaar voor aanvaringen).

De constructieve veiligheid van keringen wordt bekeken over de levensduur van het object, zijnde 100 jaar. De meetperiode van 10 jaar is relatief kort in relatie tot deze levensduur. Daarmee zal het lastig zijn om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over het risicoprofiel van de keringen op basis van historie.

Overigens zijn voor stormvloedkeringen kwantitatieve risicoanalyses uitgevoerd voor het aanvaarrisico. Actuele kennis over deze risicoanalyses is in dit onderzoek meegenomen door betrokken specialisten te betrekken in de expertsessies. Deze risicoanalyses volgens de ProBo systematiek zijn niet voor dit onderzoek ter beschikking gesteld, maar het risicoprofiel ligt volgens opgave bij alle stormvloedkeringen op een aanvaardbaar niveau. Voor de hoogwaterkeringen zijn dergelijke kwantitatieve risicoanalyses niet beschikbaar.

6.2

Beoordeling risicopiramides keringen door experts

In de data-analyse zijn risicopiramides opgesteld voor letselschade, economische schade en milieuschade. De piramides zijn beoordeeld door meerdere experts en de bevindingen zijn samengevat in deze paragraaf. De meeste experts hebben aangegeven dat de beoordeling van de risicopiramides erg lastig was, omdat de keringen onderling erg veel verschillen. De beoordeling zou volgens de experts meer op individuele basis moeten plaatsvinden.

Intermezzo

In het kader van het project Vaarwegbeeld Sluis en Stuw Complexen, heeft eerder een risicoanalyse plaatsgevonden naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen⁶. In dit onderzoek waren meer experts betrokken in vergelijking tot deze studie (15 experts in plaats van 3). Experts is gevraagd om de kans en het effect in te schatten van het scenario waarbij een binnenvaartschip met genoeg snelheid tegen één van de stuwen of *keringen* aanvaart en schade veroorzaakt. In dit onderzoek is een grote onzekerheid gebleken.

6.2.1 Aantal aanvaringen van keringen

Als eerste is de experts gevraagd om een inschatting te geven van het totaal aantal aanvaringen van keringen. Het is bekend dat de SOS-database op onderdelen een onderregistratie geeft en de experts is gevraagd om hierop hun visie te geven. De resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in Tabel 21.

Aantal aanvaringen Keringen	Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Gemiddeld
Bandbreedte minimaal	3	4	3	2	0	2	2,2
Bandbreedte maximaal vermiste	3	6	10	3	1	5	5

Tabel 21: Expert Judgement voor het aantal aanvaringen van keringen in de periode 2009-2018

Bij het invullen van de tabel zijn door de experts meerdere argumenten aangegeven om het totaalaantal aanvaringen met keringen aan te passen:

- Een aantal experts geven aan dat er buiten de periode 2009-2018 meerdere aanvaringen met keringen hebben plaatsgevonden. Voorbeelden:
 - Een aanvaring van de Hollandsche IJsselkering, waarbij een gat in één van de deuren is gevaren;
 - Bij de Hollandsche IJsselkering heeft een aanvaring plaatsgevonden tussen een schip en het vaste gedeelte van de Algerabrug.
 - Een schelpenzuiger die tegen de Oosterscheldekering is aangevaren.
 - Bij de Maeslantkering heeft een aanvaring met de buitenzijde van de dokdeur plaatsgevonden.

Rekening houdende met deze eerdere historie komen een aantal experts tot een hoger aantal ongevallen.
- Een enkele expert geeft aan dat het aantal aanvaringen van keringen over een langere periode dusdanig laag is dat juist een verlaging van het aantal ongevallen is te verantwoorden.
- De keringen zijn niet voorzien van continue camerabewaking. Bij gebrek aan toezicht is niet uit te sluiten dat er kleinere aanvaringen buiten het beeld van RWS blijven. Hierdoor is er volgens een expert enige mate van onderregistratie te verwachten.

Het brede beeld is dat de SOS-database een onderschatting geeft van het aantal aanvaringen van keringen.

⁶ Vaarwegbeeld van een zevental complexen met keringen, spuien, gemalen en sluizen, RWS 2020

6.2.2 Letselschade bij aanvaringen van keringen

De risicopiramide voor letselschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd om de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 22.

Letselschade aanvaringen Keringen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Gemiddeld
5	Meerdere doden of vermisten	0	0,05	0,1	0	0	0,04
4	Een dode of vermiste	0	0,1	0,1	0	0	0,05
3	Meerdere zwaargewonden	0	0	0,1	0	0	0,03
2	Een zwaargewonde	0	0	0,2	0	0	0,05
1	Licht letsel	0	0	1	0	0	0,25
0	Geen slachtoffers	3	3	10	2	3	4,5
Totaal		3	3,2	11,5	2	3	4,9
Eerder opgegeven		3	4	10	3	1	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		0	600	1.113	0	0	438

Tabel 22: Expert Judgement - Risicopiramide met aantal ongevallen per effectgroep voor letselschade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 0 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. De experts geven aan dat er wel degelijk letselschade mogelijk is, waardoor een deel van de experts komt tot een hogere risicoscore. De risicogroep varieert hierdoor tussen "laag" en "midden".

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- De meeste aanvaringen leiden niet tot letsel. Een expert geeft aan dat het niet onmogelijk is en er bestaat in potentie een kleine kans op dodelijke slachtoffers.
- Bij de meeste aanvaringen is er meestal niets aan de hand, echter bij ernstige aanvaringen van de kering in combinatie met storm kan het aantal slachtoffers volgens een expert excessief oplopen. De kans hierop is erg klein.
- Met betrekking tot lichte verwondingen wordt een onderregistratie verwacht. Lang niet alle kleine verwondingen worden bij RWS gemeld.

Een deel van de experts komen hiermee tot een hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database. Een deel van de experts beoordeelt het risico in de risicogroep "midden", het andere deel beoordeelt het risico in de risicogroep "laag".

Deze beoordeling wijkt af van de beoordeling in het rapport 'Vaarwegbeeld van een zevental complexen met Keringen, Spuien, Gemalen en Sluizen' dat in concept beschikbaar is gesteld. In dit rapport is naar drie specifieke keringen gekeken, waarbij de volgende conclusies zijn getrokken:

- Bij hoogwaterkering Ravenswaaij wordt het risico op letselschade gering ingeschat vanwege de duidelijke geleiding van het scheepvaartverkeer bij sluiting, de aanwezigheid van een aanvaarbeveiliging en het VTS toezicht.
- Bij Ramspol hebben de experts aangegeven dat er bij een functioneringssluiting een hoog risico bestaat op letsel. Hierbij kunnen slachtoffers vallen onder de duikers en personen die op de balg inspectie uitvoeren.

- Voor de Oosterscheldekering is eveneens een hoog risico op letselschade ingeschat. Volgens de experts bestaat er een kans op slachtoffers en zelfs meerdere doden, bijvoorbeeld als gevolg van kapseizen van het betrokken beroepsvaartuig door de stroming (dit kapseizen gebeurde bij SOS ongeval 20051329 aan zeezijde van de kering nadat het personeel net het schip had verlaten). Ook bij recreatievaart dient rekening gehouden te worden met kapseizen van het betrokken vaartuig en verdrinken van de opvarenden (SOS ongeval 201737184, vermoed wordt dat het vissersbootje onder de kering is doorgedaan en is omgeslagen met 3 doden tot gevolg). De kans op deze gebeurtenissen werden gescoord in de categorie eens per 2-20 jaar en het risico werd geclassificeerd als midden tot hoog.

Rekening houdende met deze aanvullende en onderbouwde beoordeling is het te onderbouwen om het risicoprofiel te verhogen naar een "midden" risicoprofiel.

6.2.3

Economische schade bij aanvaringen van keringen

De risicopiramide voor economische schade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd om de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 23.

Economische schade Aanvaringen Keringen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Gemiddeld
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	0	0,2	0,05	0,2	0	0,11
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0	0,2	0,1	0	0	0,08
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0	0	0,5	0	0	0,13
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1	0	1	2	1	1
1	Max 10.000' en euro's Stremming < 1uur	1	0	10	0	0	2,5
0	Geen schade	1	3,6	0	0	100	25,9
Totaal		3	0,4	11,7	2,2	101	29,7
Eerder opgegeven		3	4	0	3	5	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		11	2.200	670	2.020	10	1.225

Tabel 23: Expert Judgement - Risicopiramide met aantal ongevallen per effectgroep voor economische schade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 11 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Op basis van de expert beoordeling wordt het risicoprofiel hoger ingeschat, waarbij de experts komen tot een risicogroep "laag" of "midden".

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn de volgende argumenten verzameld:

- Volgens een expert worden er bij aanvaringen altijd kosten gemaakt. Er is sprake van verlies van reistijd, oproepen personeel, schade inschatting en eventueel herstel. Bij een aantal keringen zijn ook stremmingen te verwachten (afhankelijk van uitvoering).
- Bij aanvaring van een kering is de schade volgens een expert al snel groter dan 10.000 euro en de stremming duurt al snel langer dan een half uur.
- In het verleden (incident voor 2009) is het balgdoek van de stormvloedkering Ramspol niet goed weggeborgen in de bak, waardoor een schip over het doek is gevaaren. Alhoewel geen schade is opgetreden, had dit wel kunnen leiden tot een reparatie in de orde van 6 maanden. Een dergelijk incident zou de effectgroep 5 te boven gaan. Sinds dit incident wordt altijd met duikers gecontroleerd of het balgdoek in de bak is opgevouwen om herhaling te voorkomen.
- De schelpenzuiger die de Oosterscheldekering heeft aangevaren in 2019 had volgens een expert een miljoen schade kunnen veroorzaken als de schuif was geraakt. De kans hierop is echter klein vanwege de aanwezigheid van een bovenbalk ter bescherming). Financiële schades tot 100 miljoen zijn echter denkbaar als er ten gevolge van de aanvaring overlast ontstaat in het achterland. De kans hierop is echter klein.
- De daadwerkelijke schade is uiteindelijk sterk afhankelijk van de lokale situatie van de kering. Voor sommige keringen zijn er alternatieve routes, waardoor stremmingen kunnen worden afgezwakt. Bij sommige keringen zijn stremmingen in het geheel niet aan de orde na een aanvaring. Veel is dus afhankelijk van de lokale situatie.

De meeste experts komen hiermee tot een hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database. Het beeld neigt naar een "midden" risicoprofiel.

6.2.4

Milieuschade bij aanvaringen van keringen

De risicopiramide voor milieuschade is voorgelegd aan de expertgroep. De individuele experts is gevraagd om de risicopiramide te beoordelen en zo nodig met argumenten aan te passen. Het resultaat van deze beoordeling is gegeven in Tabel 24.

Milieuschade Aanvaringen Keringen		Data-analyse	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Gemiddeld
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0	0,05	0,05	0	0	0	0,03
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0	0	0,1	0	0	0	0,03
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0	0	0,1	0	0	0	0,03
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0	0,95	0,2	0	0	0	0,29
1	Grenswaarden overschreden	0	0	0,2	0	0	0	0,05
0	Geen milieueffect	3	3	10	2	3	3	4,5
Totaal		3	4	10,7	2	3	3	4,9
Eerder opgegeven		3	6	10	3	1	5	
Risicoscore volgens Tabel 1 en Figuur 1		0	510	612	0	0	0	280

Tabel 24: Expert Judgement - Risicopiramide met aantal ongevallen per effectgroep voor milieuschade

Op basis van de data-analyse bedraagt de totale risicoscore 0 per jaar, wat overeenkomt met een "laag" risicoprofiel. Een aantal experts schat het risicoprofiel hoger in en komt op een "midden" risicoprofiel.

In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- Schepen met milieuonvriendelijke lading zijn constructief steviger ontworpen. Ondanks de lagere kans, blijft milieuschade volgens een expert wel mogelijk.
- Volgens één van de experts komen de aantallen overeen met de ervaring in de laatste 10 jaar.
- Milieuschade is volgens een expert niet geheel uit te sluiten. Er vindt steeds meer transport van gevaarlijke stoffen plaats in steeds grotere schepen. Het kan een keer misgaan door het openrijten van scheepshuid en tanks. Dit kan betrekking hebben op lading, dan wel de stookolie.

Een aantal experts komt tot een gelijke risicobeoordeling als de SOS-database, de anderen komen tot een verhoogd risicoprofiel in de "midden" groep.

6.2.5 *Constructieve veiligheid*

De risicomethodiek voor constructieve veiligheid geldt voor individuele objecten. Daarbij wordt gekeken over de levensduur van het object, circa 100 jaar. De historische data over 10 jaar is niet toereikend om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de constructieve veiligheid.

In de discussie over risicobepalende kenmerken van keringen is uiteindelijk wel een aantal specifieke constructieve kenmerken meegenomen die van invloed kunnen zijn op het risicoprofiel van de keringen. Dit komt aan de orde in de hierop volgende paragraaf. De constructieve veiligheid wordt dus meer op kwalitatieve wijze meegenomen in het onderzoek.

6.3 **Risicoverhogende kenmerken**

In de data-analyse zijn een aantal kenmerken gedefinieerd, die mogelijk risico-verhogend of verlagend kunnen zijn voor keringen. De experts is gevraagd om deze kenmerken te beoordelen en de lijst met kenmerken zo nodig uit te breiden.

De kenmerken uit de data-analyse betreffen:

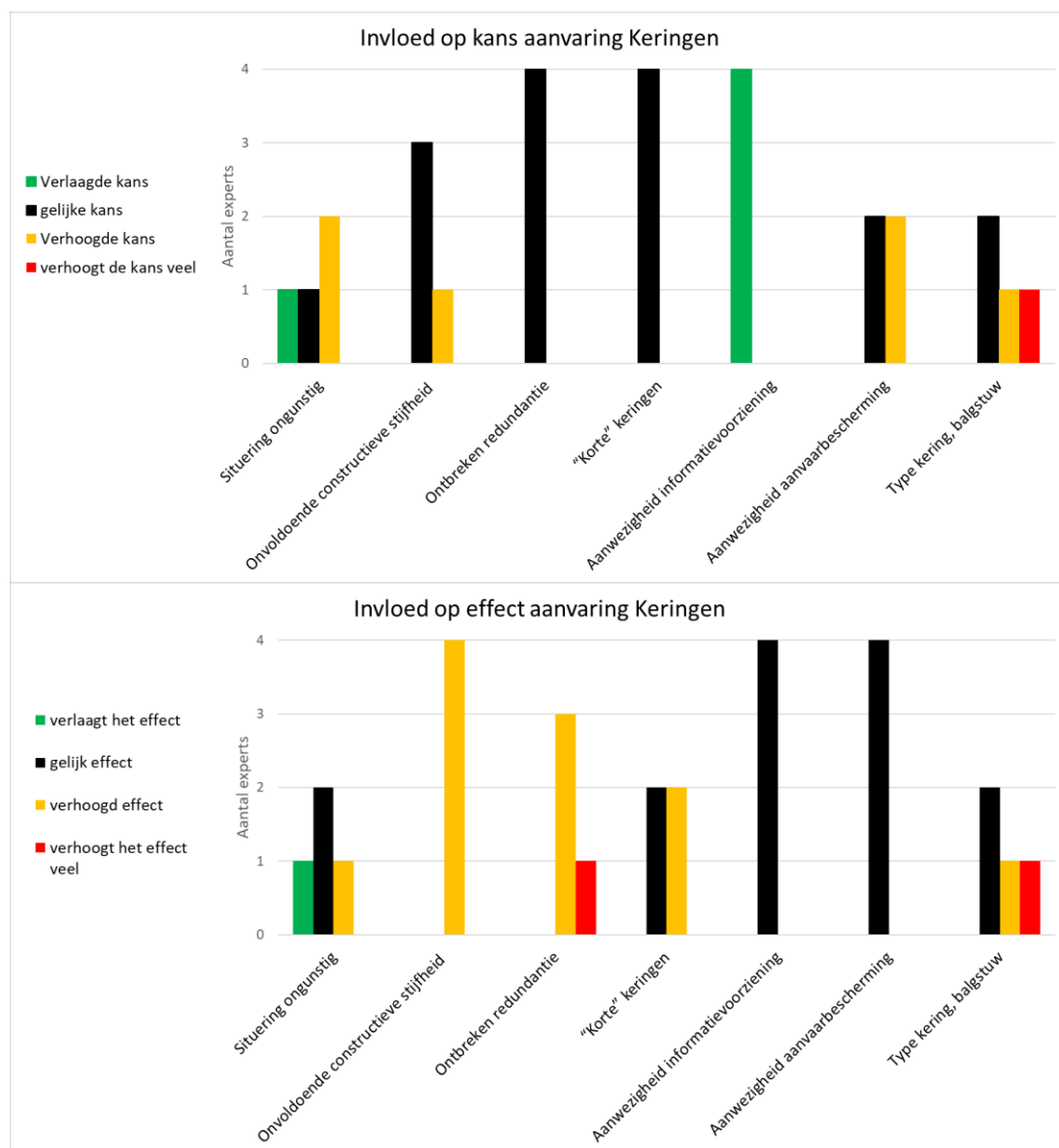
- Situering
- Onvoldoende constructieve stijfheid
- Ontbreken redundantie
- "Korte" keringen
- Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen, beboeiing, bebording, informatie
- Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Type kering, balgstuw

De resultaten van de beoordeling van bovenstaande kenmerken zijn weergegeven in Figuur 19.

De experts hebben daarnaast nog de volgende kenmerken ingebracht:

- Zichtbaarheid object;
- Beschikbaarheid alternatieve routes
- Aanwezigheid remmingwerken (geleiding schip)
- Vaarverboden
- Sleepbootassistentie
- Intensiteit vaarweg
- Gevoeligheid van de kering in 'rust'

Deze kenmerken zullen in deze paragraaf eveneens worden besproken.



Figuur 19: Beoordeling van kenmerken van keringen

Situering

De situering van de kering kan een rol spelen bij aanvaringen. Als de ligging van de kering ten opzichte van de doorgaande vaarweg niet intuïtief is, kan dit leiden tot interpretatiefouten en een mogelijk verhoogde kans op een aanvaring. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	2	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	1	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	1	Effect verlagend:	1

De experts hebben dit kenmerk vooral beoordeeld vanuit de zichtbaarheid van het object. Indien het object onvoldoende zichtbaar is, dan kan dat leiden tot manoeuvreerfouten en aanvaringen.

De experts zijn verdeeld over het effect van de situering. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Bij een ongunstige situering is de schipper volgens een expert meer alert. Door de extra alertheid blijft de kans op aanvaringen uiteindelijk gelijk.
- Duidelijke zichtlijnen verkleinen volgens een expert de kans op een aanvaring. Het is belangrijk dat de kering visueel en op de radar zichtbaar is.
- In de situatie op de Oosterschelde is de route naar Roompotsluis volgens een expert niet natuurlijk. De situatie suggereert dat de Oosterschelde nog open is. Dit verhoogt de kans op een aanvaring.
- Een expert geeft aan dat juiste reisvoorbereiding essentieel is en de schipper zou op de hoogte moeten zijn van de situatie rondom de keringen.
- Door de situering kunnen er na een aanvaring alternatieve routes beschikbaar zijn, waardoor het effect afneemt.
- Keringen die in een scheepvaartroute liggen blijven volgens een expert kwetsbaar.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld, maar neigt naar niet onderscheidend. Daarbij de opmerking dat veel afhankelijk is van de lokale situatie bij het object. Alle experts zijn het wel eens dat een goede zichtbaarheid essentieel is.

Onvoldoende constructieve stijfheid

Naarmate de kering constructief minder robuust is uitgevoerd, is deze minder goed geschikt om aanvaringen te weerstaan. De lichter uitgevoerde keringen zijn daardoor mogelijk meer vatbaar voor aanvaringen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend	0	Erg effect verhogend	0
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	4
Gelijke kans:	3	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts zijn unaniem over de verhoging van het effect bij onvoldoende constructieve stijfheid. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten aangegeven:

- De keringen zijn gedimensioneerd op de reguliere belastingen van het water, maar niet op aanvaringen. Een aanvaring is daardoor snel problematisch. Bij een geopende kering bestaat in sommige gevallen wel enige reserve om kleinere aanvaringen te weerstaan. De mate is sterk afhankelijk van de uitvoering van de kering. Een stijvere kering leidt tot lagere effecten, maar in de regel is het positief effect van de constructieve stijfheid beperkt.
- De meeste objecten zijn 50-60 jaar oud en in die tijd was de scheepvaart minder zwaar dan nu. Met de huidige generatie schepen is zeker geen rekening gehouden.
- Hoe stijver de constructie, hoe meer een aanvaring beperkt blijft tot schade aan het schip. Dus voor waterveiligheid is een stijvere constructie beter. De consequenties voor schip en bemanning kunnen dan juist groter zijn.
- Lichte schuiven zijn volgens een expert vatbaarder voor schade dan zwaardere. Lichtere constructies leiden tot grotere effecten.
- De balgstuw Ramspol had in het verleden een langdurige stremming kunnen opleveren nadat het balgdoek niet goed in de bak was opgeborgen. De constructieve stijfheid kan dus grote consequenties hebben.

Concluderend denken de experts dat de effecten toenemen naarmate de constructieve stijfheid minder is. Daarbij is opgemerkt dat in de praktijk geen enkele kering is ontworpen om aanvaringen te weerstaan. Praktisch wordt het effect klein verondersteld.

Ontbreken Redundantie

Keringen die redundant zijn uitgevoerd zullen ook na aanvaringen hun kerende functie behouden. Keringen zonder redundantie hebben daardoor wellicht een hoger risicoprofiel. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	3
Gelijke kans:	4	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts geven unaniem aan dat het ontbreken van redundantie het effect van aanvaringen zal verhogen bij een gelijke aanvaarkans. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Het spreekt voor zich dat een volledige reservekering het effect van aanvaringen zeer sterk zal verlagen. Het heeft geen invloed op de kans van een aanvaring.
- Redundantie borgt volgens een expert de veiligheid in het achterland, maar kan ook leiden tot lange stremmingen als de kering is aangevaren.
- Door redundantie kan het falen van het keermiddel worden opgevangen. Het effect van aanvaringen zal hierdoor afnemen.

De expertbeoordeling van dit kenmerk redelijk unaniem en neigt naar effectverhoging (bij ontbreken van redundantie) bij een gelijkblijvende kans.

Korte keringen

Bij de langere keringen, zoals de Oosterscheldekering en de Haringvlietssluis, is de lekstroom na een aanvaring onvoldoende om het functioneren van de kerende functie aan te tasten. Korte keringen hebben hierdoor wellicht een verhoogd risicoprofiel. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	2
Gelijke kans:	4	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

De experts geven unaniem aan dat de lengte van de kering geen invloed heeft op de aanvaarkans. Over het effect zijn de experts verdeeld. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Een kering ligt er om een stuk water af te kunnen sluiten, dat bepaalt de lengte. Een korte kering heeft door de lengte een lagere aanvaarkans. Een langere kering is weer moeilijker om te negeren. Het is erg lastig in te schatten wat de effecten zijn.
- Veel experts geven aan dat dit volledig afhankelijk is van de lokale situatie en dat het lastig is om hier generiek iets over te roepen. Veel is afhankelijk van de ligging, het debiet, de eigenschappen van de kering en het peilverschil.

De expertbeoordeling van dit kenmerk neigt naar niet onderscheidend, alhoewel ook is aangegeven dat veel afhankelijk is van de lokale situatie.

Aanwezigheid mitigerende maatregelen, informatievoorziening

De aanwezigheid van boeien, bebording en informatie kan helpen om de situatie beter te duiden, waardoor de kans op interpretatiefouten afneemt. Inmiddels zijn veel van deze maatregelen al genomen, waardoor dit kan worden gezien als doorgevoerde maatregelen. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	0	Gelijk effect:	4
Kans verlagend:	4	Effect verlagend:	0

De experts geven unaniem aan dat de informatievoorziening helpt om aanvaringen te voorkomen. Het heeft geen impact op de effecten. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn de volgende argumenten ingebracht:

- Mitigerende maatregelen leiden volgens een expert tot meer bewustwording en daardoor tot een lagere aanvaarkans. Het kan ook een klein effect hebben op het gevolg, de schipper weet dat hij gaat aanvaren dus neemt maatregelen. Dit laatste effect wordt echter vrijwel nihil beoordeeld.
- Alle vormen van maatregelen die de scheepvaart vertellen dat ze de kering niet kunnen passeren helpen volgens een expert aan het verkleinen van de kans dat de schepen doorvaren.
- De kans op aanvaringen neemt af, maar daarbij wel een waarschuwing: zorg voor een consequente en consistente toepassing en waak voor overkill. Het herhalen en stapelen van maatregelen reduceert de kans op aanvaringen, maar zeker niet lineair.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is redelijk unaniem en neigt naar een verlaagde kans op aanvaringen bij een gelijkblijvend effect.

Aanwezigheid mitigerende maatregelen, aanvaarbescherming

Met aanvaarbeveiligingen kan het effect van aanvaringen worden beperkt, waardoor de effecten van de aanvaringen afnemen. Een voorbeeld is de Maeslantkering, waarbij de kering buiten bedrijf in een dok is weggewerkt, buiten het bereik van de doorgaande schepen. Een ander voorbeeld is de Hoogwaterkering Ravenswaaij, waar de kering in gesloten toestand wordt beschermd met een drijvende aanvaarbeveiliging. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	0	Erg effect verhogend:	0
Kans verhogend:	0	Effect verhogend:	0
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	0
Kans verlagend:	2	Effect verlagend:	4

Het beeld van de experts toont een verlaging van het effect bij een gelijke of afnemende kans. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn de volgende argumenten ingebracht:

- De aanvaarbeveiliging beperkt volgens een expert het gevolg van een aanvaring voor het object.
- Als de aanvaarbeveiliging goed zichtbaar is, dan helpt het, volgens een expert, de schipper ook bij het maken van de juiste routekeuze.
- Alle vormen van maatregelen die de scheepvaart vertellen dat ze de kering niet kunnen passeren helpen aan het verkleinen van de kans dat de schepen doorvaren.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is redelijk unaniem en neigt naar een gereduceerd effect bij een gelijkblijvende of lagere kans.

Type Kering

De balgstuw lijkt een verhoogd risicoprofiel te hebben doordat de balg kan beschadigen door grondingen/ankers of voorwerpen op de bodem. De experts hebben de impact op het risicoprofiel als volgt beoordeeld:

Erg kans verhogend:	1	Erg effect verhogend:	1
Kans verhogend:	1	Effect verhogend:	1
Gelijke kans:	2	Gelijk effect:	2
Kans verlagend:	0	Effect verlagend:	0

Het beeld van de experts is wat verdeeld en wijst op een gelijke tot verhoogde kans op aanvaringen bij een gelijk tot verhoogd effect. In de huiswerkopdracht en tijdens de werksessie zijn door verschillende experts de volgende argumenten ingebracht:

- Het risicoprofiel is afhankelijk van het ontwerp, het gebruik en beheer en onderhoud. Hoe beter daar over nagedacht is, hoe kleiner het risicoprofiel. Bij een balgstuw nemen kans en gevolg flink toe, tenzij de risico's gemitigeerd worden. Bij de Balgstuw Ramspol zijn er volgens een expert meerdere mitigerende maatregelen genomen:
 - De bak met de opgeborgen balg ligt beneden het vaarwegprofiel
 - De bak is beschermd met een ankervanger
 - Na gebruik wordt met duikers gecontroleerd of de balg goed is opgeborgen.
 Daarmee is het maar de vraag of er nog steeds sprake is van een verhoogd risicoprofiel.
- Geheven keringen zijn, volgens een expert, minder kwetsbaar dan een balgstuw.
- Het type kering zegt volgens een expert weinig over het risicoprofiel, constructieve sterkteberekeningen wel.
- Ieder type kering kan specifieke risico's hebben, maar daar zijn dan ook weer specifieke maatregelen tegen.

De expertbeoordeling van dit kenmerk is verdeeld.

Overige aspecten

In de werksessie zijn nog een aantal aanvullende kenmerken genoemd die niet zijn beoordeeld, maar die wel relevant zijn voor het risico op aanvaringen:

- Zichtbaarheid object;
- Beschikbaarheid alternatieve routes
- Aanwezigheid remmingwerken (geleiding schip)
- Vaarverboden
- Sleepbootassistentie
- Intensiteit vaarweg
- Gevoeligheid van de kering in 'rust'

Zichtbaarheid kering

Als de schipper een goed zicht heeft op de kering, zal hij in principe de goede routekeuze maken. Als om welke reden dan ook de zichtbaarheid wordt beperkt, dan heeft de schipper de neiging om de weg te vervolgen. De zichtbaarheid heeft betrekking op zowel het visueel zicht als het zicht op radar.

Beschikbaarheid alternatieve routes

Als er alternatieve routes beschikbaar zijn, dan zijn de gevolgen van een stremming na een aanvaring minder zwaar.

Aanwezigheid remmingwerken

Remmingwerken kunnen, mits voldoende lang en voorzien van voldoende sterkte helpen om de scheepvaart, bij een manoeuvreerfout in de gewenste richting te geleiden. Hierdoor zal er bij een aanvaring minder schade ontstaan.

Vaarverbod

Door het instellen van een vaarverbod onder bepaalde omstandigheden kunnen schepen rondom de kering worden geweerd.

Sleepbootassistentie

Verplichte sleepbootassistentie bij passage van de stormvloedkering door zeeschepen. Dit resulteert in een betere bestuurbaarheid en een kleinere kans op aanvaringen.

Intensiteit vaarweg

Naarmate het drukker is op de vaarweg zal de kans op aanvaringen met een geopende kering toenemen. In gesloten stand zal een vaarverbod worden ingesteld en is er normaliter geen scheepvaartverkeer te verwachten. Hier is ook toezicht op, zeker bij functioneringssluiting.

Gevoeligheid kering in rust

Sommige keringen, zoals de Maeslantkering, zijn in geopende toestand niet bereikbaar voor de scheepvaart, waardoor het risicoprofiel erg laag is. Andere objecten, zoals de Hartelkering, zijn in geopende toestand juist gevoelig voor aanvaringen vanwege de geheven schuif en/of pijlers.

6.4 Nabeschouwing risicoprofiel

Aan de hand van de risicoanalyse wordt verwacht dat het aantal aanvaringen met keringen in de praktijk iets hoger zal liggen dan de 3 aanvaringen die in de SOS-database zijn geregistreerd in de periode 2009-2018. De experts verwachten dat het daadwerkelijke aantal varieert tussen de 0 en 10 aanvaringen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de aanvaringen die niet geregistreerd staan meestal aanvaringen betreft met zeer beperkte effecten en daarmee weinig invloed hebben op het risicoprofiel.

Ook met betrekking tot de risicopiramides komen de experts tot een iets hogere beoordeling, zie Tabel 25.

	SOS-database	Gemiddelde expert beoordeling	Experts min	Experts max
Letselschade	0	438 *	0	1.113
Economische schade	11	1.225	0	2.200
Milieuschade	0	280	0	612

Tabel 25: Expert beoordeling keringen

Met betrekking tot letselschade zijn er in de laatste 10 jaar geen doden of gewonden gevallen volgens de SOS-database. Dit wordt onderstreept door de experts, maar ze geven ook aan dat er altijd wel iets fout kan gaan. Wel zijn de keringen in de reguliere situatie open en is de kans op aanvaringen met een gesloten kering erg klein omdat dan vrijwel geen scheepvaart zal varen. Er resteert wel een kleine kans op meer ernstig letsel met de keringen in geopende toestand. Hiermee komen de experts tot een hogere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database, maar gemiddeld genomen blijft de risicogroep "laag".

De beoordeling van letselschade wijkt af van de beoordeling in het rapport 'Vaarwegbeeld van een zevental complexen met Keringen, Spuien, Gemalen en Sluizen'.. In dit rapport is naar drie specifieke keringen gekeken, waarbij het risicoprofiel op letselschade is ingeschat in de risicogroep "midden" tot "hoog". Omdat er in dit betreffende onderzoek meer experts waren betrokken is het te verantwoorden om het risicoprofiel op letselschade te verhogen van "laag" naar "midden". In Tabel 25 is daarom een gele kleur aangegeven voor de gemiddelde beoordeling, terwijl de score eigenlijk zou leiden tot een groen vak.

Met betrekking tot economische schade is er in de laatste 10 jaar beperkte schade geregistreerd. Net als bij letselschade bestaat er altijd een kleine kans op aanvaringen met ernstige effecten. Hierdoor is de risicoscore hoger ingeschat door de experts, waardoor zij gemiddeld uitkomen in de risicogroep "midden".

Met betrekking tot milieuschade bij aanvaringen van keringen zien de experts eveneens een hoger risicoprofiel in vergelijking met de SOS-registratie. De argumentatie is hetzelfde. Er is altijd een kleine kans op aanvaringen en hierbij is er een kans op milieuschade.

De risicogroepen bij aanvaringen van keringen zijn lager dan bij aanvaringen van sluizen of bruggen. Hierbij moet een uitdrukkelijke kanttekening worden geplaatst. Bij sluizen en bruggen zijn honderden objecten tegelijk beschouwd, terwijl in de groep keringen slechts enkele objecten zijn meegenomen. De risicogroepen voor keringen komen hierdoor lager uit, maar dat betekent niet per definitie dat de risicoscore per object lager is ten opzichte van sluizen en bruggen. Op het niveau van een individueel object kunnen de risicoscores hoger zijn. Het hanteren van vaste toets scores voor groepen met een verschillende omvang, kan leiden tot een enigszins vertekend beeld.

6.5 Nabeschouwing onderscheidende kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

Aspecten die door de experts als onderscheidend zijn beoordeeld:

- Stijfheid en sterkte van de kering
- Aanwezigheid redundantie (helpt of effecten te minimaliseren);
- Goede informatievoorziening
- Aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Visueel en radar zicht op de kering

Als minder onderscheidend zijn beoordeeld:

- Positionering van de kering ten opzichte van bochten, kruispunten en dergelijke;
- Korte keringen
- Type kering

In principe is het de verwachting dat alle keringen, ook de keringen die een degelijk uiterlijk hebben, een frontale aanvaring op snelheid van de maatgevende scheepvaart niet kunnen weerstaan. De kans op dit soort aanvaringen is bij alle objecten klein, maar per object kan het risicoprofiel wel verschillen.

Sommige keringen zijn in opgeborgten toestand beschermd, andere zijn redundant uitgevoerd of kunnen de lekstromen ten gevolge van een aanvaring weerstaan. De effecten van een aanvaring zijn hierdoor vooral beperkt bij de Maeslantkering, Oosterscheldekering, Haringvlietsluizen en de Hollandsche IJsselkering. Bij de andere keringen is de hoogte van het risico, kans x effect, uiteindelijk lastig in te schatten. De keringen verschillen onderling sterk, zowel qua risico's als ook wat betreft uitvoering, ligging en omgevingsfactoren. Dit maakt een gedetailleerde individuele analyse van de objecten noodzakelijk. Bij de stormvloedkeringen is deze gedetailleerde analyse een vast onderdeel van de werkwijze (ProBO) en is een rolhouder belast met het actueel houden van deze analyses. Voor de andere genoemde keringen zijn delen van die werkwijze ook contractueel uitgevraagd.

Voor de stormvloedkeringen zijn per object risicobeoordelingen uitgevoerd en is het beheer van het risicodossier organisatorisch geborgd. De risicoanalyses voor de stormvloedkeringen zijn bestempeld als bedrijfsvertrouwelijk en zijn niet ten behoeve van dit onderzoek ter beschikking gesteld, wel is kennis van de dossiers met expertise bij de studie ingebracht. Als vervolgonderzoek noodzakelijk wordt geacht om de risico's meer in detail te bekijken, dan is het wel mogelijk om nadere informatie te verkrijgen via de keringsmanagers. Voor de hoogwaterkeringen is deze informatie echter minder goed beschikbaar. Het wordt aanbevolen om de grootte van het aanvaarrisico van hoogwaterkeringen op vergelijkbare wijze te kwantificeren als bij de stormvloedkeringen, volgens de ProBo systematiek, en ook daar te voorzien in organisatorische borging van het risicodossier.

7

Samenvatting en conclusies

Aanleiding

Eind 2016 heeft een ernstig ongeval plaatsgevonden bij de stuw van Grave. Het betreffende ongeval is onderzocht door de Onderzoekraad Voor Veiligheid (OVV)⁷, waarbij de OVV de volgende aanbeveling (aanbeveling 5) heeft gedaan:

“Maak voor bruggen, sluizen en stuwen een analyse van het aanvaarrisico, inclusief een expliciete en integrale afweging tussen beschikbare maatregelen om de kans op aanvaringen te beperken. Maak hierbij een expliciete en integrale afweging van de mogelijke gevolgen van een aanvaring voor de scheepvaart en de omgeving.”

Uitvoering risico-analyse

De eerste stap in het onderzoek bestond uit een historische ongevalanalyse over de periode 20018-2019. Hierbij is het aanvaarrisico van bruggen, sluizen, stuwen en keringen gekwantificeerd op basis van geregistreerde ongevalsdata. De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in een afzonderlijke datarapportage.

Als tweede stap is een risicoanalyse uitgevoerd voor bruggen, sluizen, stuwen en keringen, welke is samengevat in dit rapport. Hierbij zijn de gegevens uit de data-analyse nader aangescherpt door middel van expert judgement. In aanvulling hierop is onderzocht welke specifieke kenmerken het risicoprofiel van de objecten kunnen verlagen of verhogen. Aan de hand van het onderzoek volgen aanbevelingen over de te selecteren objecten die in aanmerking komen voor vervolgonderzoek.

De verschillende experts benaderen de problematiek vaak vanuit verschillende invalshoeken, met verschillende gebiedskennis en ervaring. Hierdoor kunnen argumenten strijdig met elkaar lijken. Het onderzoek heeft echter het doel om alle invalshoeken in kaart te brengen, en onzekerheden in beeld te brengen. In het rapport wordt gesproken over een verhoogd risicoprofiel van een object wanneer dit object een combinatie van kenmerken heeft die erop wijst dat het object ten opzichte van de andere objecten een grotere kans op een aanvaring heeft dan wel dat de effecten van de aanvaring ernstiger zullen zijn.

Doorkijk

In dit rapport worden handreikingen gedaan om een selectie te maken van objecten met een mogelijk verhoogd risicoprofiel. Daarmee geeft het rapport nog geen volledige invulling aan de aanbeveling van het OVV. Vervolgonderzoek is noodzakelijk om vast te stellen of het risicoprofiel van de geselecteerde objecten daadwerkelijk is verhoogd. Het vervolgonderzoek zal plaatsvinden op objectniveau en als er sprake is van een verhoogd risicoprofiel, dan zal ook moeten worden onderzocht in hoeverre mitigerende maatregelen mogelijk en noodzakelijk zijn om het aanvaarrisico te beperken. Op deze wijze kan risico gestuurd worden gekeken naar de aanvaarrisico's van objecten.

Resultaten dataonderzoek

Historische data is verkregen uit de SOS-database. De database geeft een redelijk inzicht in het aantal ongevallen met bruggen, sluizen, stuwen en keringen en de gerelateerde risicoprofielen. Kanttekening hierbij is dat de registratiegraad niet optimaal is. Informatie over de financiële schade en de duur van stremmingen is niet altijd volledig. Daarnaast geven de registraties maar een beperkt inzicht in de aanloop en de oorzaak van aanvaringen.

In de loop van de studie is gebleken dat de informatie over weg- en spoorstremmingen onvolledig was. Aan de hand van media-artikelen is de SOS-database verrijkt met aanvullende informatie over aanvaringen met ernstige weg- en spoorstremmingen.

⁷ Stuwaanvaring benzeenraken bij Grave”, OVV, 2018

Expert inbreng

Verschillende experts is gevraagd om de resultaten uit de data-analyse te toetsen op basis van expert judgement. Ook zijn de experts gevraagd om te beoordelen in hoeverre specifieke kenmerken van invloed zijn op het risicoprofiel. Expert inbreng heeft plaatsgevonden aan de hand van huiswerkopdrachten en werksessies. De voorbereiding door middel van de huiswerkopdrachten waarborgt dat alle deelnemers individueel de kans hebben gehad om informatie en meningen in te brengen.

In de werksessie is duidelijk geworden dat het risicoprofiel van aanvaringen van objecten niet wordt bepaald door een enkel kenmerk. Het is vaak een combinatie van de uitvoering van het object, de ligging van het object en omgevingsomstandigheden die kunnen leiden tot een taakverzwaring voor de schipper. De schipper kan enige taakverzwaring immers veelal wel opvangen. Een combinatie van een aantal taakverzwarende kenmerken kan wel leiden tot een risicoverhoging. Om die reden wordt in dit rapport gesproken van een verhoogd risicoprofiel van een object wanneer dit object een combinatie van kenmerken heeft die er op wijst dat het object ten opzichte van de andere objecten een grotere kans van aanvaring heeft dan wel dat de effecten van aanvaring ernstiger zullen zijn. Dit dient echter per object op locatie geverifieerd te worden, aangevuld met specifieke informatie die alleen lokaal beoordeeld kan worden.

Risicoanalyse bruggen

In het onderzoek naar het risicoprofiel van bruggen is gebleken dat de experts het aantal aanvaringen van bruggen en de risicoprofielen voor letselschade, economische schade en milieuschade meestal hoger inschatten dan op basis van de kwantitatieve analyse op basis van de SOS-database. Dit hangt vooral samen met de eerdergenoemde beperkingen in de registratiegraad van de SOS-database. Ook voorzien experts een potentieel ernstiger afloop van de ongevallen. De samenvatting van het risicoprofiel voor bruggen is weergegeven in de factsheet in Bijlage B.

Voor het risicoprofiel zijn vooral de stremmingen maatgevend en daarbij zijn de stremmingen op de weg en op het spoor het meest bepalend. Op de vaarweg is de stremming meestal van kortere duur. Door de experts is uiteindelijk een risicoprofiel ingeschat voor economische schade dat als zeer hoog is geclassificeerd. De hoge score wordt deels verklaard doordat het hierbij gaat om een groep van veel objecten (meer dan 1100 bruggen), waarvan sommige bruggen meer risico zullen hebben dan anderen. Belangrijke vraag is dan ook welke bruggen meer risico van aanvaringen hebben.

Kenmerken die het risicoprofiel verhogen

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

- Objectkenmerken en de mate waarin de afmetingen voldoen aan de RVW
- Intensiteiten
- Constructieve factoren/kwetsbaarheid
- Omgeving/human factor
- Grote impact in geval van een stremming (bijv. spoorbrug en bruggen voor langzaam verkeer)

De kenmerken richten zich op zowel de kans als het effect van een aanvaring. Het effect van een ongeval op de infrastructuur wordt voor een belangrijk deel bepaald door de constructieve sterkte van de brug. Experts hebben aangegeven dat geen enkele brug wordt ontworpen om een aanvaringen van het maatgevende schip op snelheid te kunnen weerstaan. Er bestaan echter wel richtlijnen met betrekking tot de botsenergie die de brug moet kunnen weerstaan. Deze richtlijnen borgen dat kleinere en meer waarschijnlijk aanvaringen (bijvoorbeeld van de stuurhut tegen het dek) kunnen worden opgevangen. Het vermoeden bestaat dat veel oudere bruggen (richtlijn was nog niet van toepassing) en zelfs lichte nieuwe bruggen (zoals voetgangersbruggen, fietsbruggen en lichte verkeersbruggen) hier niet aan voldoen. Bij vervolgonderzoek is de aanvaarbestendigheid van een brug dus een belangrijk gegeven.

Eerste selectie objecten met mogelijk verhoogd risico

Aan de hand van deze beoordeling is gekeken of het mogelijk is om een tool te ontwikkelen, waarmee het aantal objecten voor nader onderzoek kan worden beperkt. Deze tool moet op een snelle en geautomatiseerde wijze de objecten aanwijzen met een verhoogd risicoprofiel. Bij de uitwerking is al snel gebleken dat veel informatie niet op geautomatiseerde wijze kan worden verkregen. De tool kent hierdoor beperkingen.

De uiteindelijke tool bestaat uit vier onderdelen, zie Tabel 26:

1. Selectie van objecten met een verhoogd risicoprofiel uit het verleden op basis van een bepaalde risicoscore en het aantal ongevallen;
2. Selectie van extra kwetsbare objecten, zijnde voetgangersbruggen, fietsbruggen en spoorbruggen
3. Selectie op basis van een beperkt aantal kenmerken (conformiteit RVW, vaste versus beweegbare bruggen en intensiteit)
4. Toetsing door de beheerder.

	Toetsing					Score
Voorselectie bruggen met meer frequente aanvaringen of meer ernstige schade						
1	Historisch risicoprofiel	Selecteer in het SOS-bestand alle bruggen met een milieu/stremmingsrisico/letselscore > 10.000, met een financiële schade>1000, of met meer dan 5 ongevallen in de laatste 10 jaar.				
Voorselectie extra kwetsbare bruggen						
2	Kwetsbaarheid	Alle bruggen met langzaam verkeer en bruggen met railverbindingen				
Voorselectie bruggen op basis van meetbare kenmerken						
3a	Doorvaartafmetingen	Indien de doorvaarthoogte van de brug en de doorvaartbreedtebrug niet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen: Score: 100				Score1: 1 of 100
3b	Pijlers	Indien er zich pijlers in de vaarweg bevinden: Score 100 (Noot: bij een beweegbare brug tellen de pijlers ten behoeve van het beweegbare deel niet mee)				Score2: 1 of 100
3c	Uitvoering	Vaste brug: factor1 =0,5 Beweegbare brug: factor1=1,3				Factor1: 0,5 of 1,3
3d	Intensiteit	Bij een krap profiel factor2 = 1 Bij normaal profiel: factor2 = intensiteit/15000				Factor2: 1 of intensiteit/15000
	Eindscore	(Score1+Score2)* factor1 * factor 2				
Selectie bruggen op basis van opgave regio/beheerder						
4	Expertinput	Maak een integrale lijst op basis van 1, 2 en 3 en geef de regio/beheerder de kans om op onderbouwde wijze objecten toe te voegen of te schrappen.				

Tabel 26: Tool voor beoordeling risicoprofiel bruggen

De toetsing door de beheerder is opgenomen als een extra reviewslag. Bij de selectie van objecten met een mogelijk verhoogd risicoprofiel bestaat de kans dat risicovolle objecten worden gemist (vals negatief) of dat objecten met laag risico (vals positief) worden geselecteerd. Met de laatste toetsing door de beheerder kan op basis van ervaring op onderbouwde wijze de selectie van nader te onderzoeken objecten worden aangepast.

Validatie van de tool met een aantal voorbeeldobjecten laat wel zien dat de meeste objecten met een verhoogd risicoprofiel wel worden geselecteerd. In de expertsessie hebben meerdere experts de voorkeur uitgesproken om alle objecten in detail te onderzoeken. Als hiermee een extra ongeval kan worden voorkomen, dan is de kosten/baten ratio al snel positief.

Sluizen

In het onderzoek naar het risicoprofiel van sluizen zijn soortgelijke bevindingen te zien als bij de bruggen. De experts schatten het aantal aanvaringen van sluizen en de risicoprofielen voor letselschade, economische schade en milieuschade meestal hoger in ten opzichte van de kwantitatieve analyse van de SOS-database. Ook hier hangt dit vooral samen met de eerdergenoemde beperkingen van de SOS-database. Ook voorzien experts soms een potentieel ernstiger afloop van de ongevallen. De samenvatting van het risicoprofiel voor sluizen is weergegeven in de factsheet in Bijlage B

Voor sluizen zijn met name de vaarwegstremmingen maatgevend voor het risicoprofiel. Het risicoprofiel voor economische schade is geclassificeerd als hoog en hiermee is het nautisch risicoprofiel lager dan bij bruggen, die als "zeer hoog" zijn geclassificeerd. Ook met deze risicoscore ligt vervolgonderzoek voor de hand. De hoge score wordt deels verklaard doordat het hierbij gaat om een groep van veel objecten (meer dan 100 RWS sluizen), waarvan sommige meer risico zullen hebben dan anderen. Belangrijke vraag is dan ook welke sluizen een verhoogd risico op aanvaring kennen. Hiertoe wordt een selectietool ontwikkeld, waarmee sluizen met een verhoogd risicoprofiel geselecteerd kunnen worden voor vervolgonderzoek. Selectie dient plaats te vinden op basis van een combinatie van kenmerken die erop wijst dat het object ten opzichte van de andere objecten een grotere kans op een aanvaring heeft dan wel dat de effecten van de aanvaring ernstiger zullen zijn.

Het constructieve veiligheidsrisico voor de functie "doorstroming vaarwegverkeer" is onderzocht als onderdeel van het nautische risicoprofiel. Voor de functie "waterkeren" is de open kolksituatie relevant. Deze situatie treedt op als een sluisdeur door een aanvaring volledig zijn functie verliest, terwijl de andere deur openstaat. Er zijn weinig sluizen die de open sluisdeur bij een open kolksituatie met veel stroming kunnen sluiten. Het water moet dan eerst nivelleren voordat de deur gesloten kan worden. Het effect op de omgeving is sterk afhankelijk van de ligging van de sluis, het verval, de bescherming van de panden voor en achter de sluis, het debiet, de komberging, etc. Deze effecten kunnen niet beoordeeld worden aan de hand van een aantal eenvoudige kenmerken. Daarmee ligt het voor de hand om bij objecten met een verhoogd risicoprofiel deze consequenties per individuele sluis inzichtelijk te maken. Bij sluizen met een primaire waterkerende functie wordt verwacht dat het effect van een openkolk situatie ernstiger zou kunnen zijn.

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

- Conformiteit richtlijn vaarwegen
- Intensiteiten
- Constructieve aspecten/kwetsbaarheid
- Omgevingsfactoren die de werkdruk van de schipper verhogen

Eerste selectie objecten met mogelijk verhoogd risico

Aan de hand van deze beoordeling is gekeken of het mogelijk is om een tool te ontwikkelen, waarmee het aantal objecten voor nader onderzoek kan worden beperkt. Deze tool moet op een snelle en geautomatiseerde wijze de objecten met een verhoogd risicoprofiel aanwijzen. Bij de uitwerking is al snel gebleken dat veel informatie niet op geautomatiseerde wijze kan worden verkregen. De tool kent hierdoor beperkingen.

De uiteindelijke tool bestaat uit vier onderdelen, zie Tabel 27:

1. Selectie van objecten met een verhoogd risicoprofiel uit het verleden op basis van een bepaalde risicoscore en het aantal ongevallen.
2. Selectie van extra kwetsbare sluizen, zijnde sluizen in de primaire waterkering.
3. Selectie op basis van een beperkt aantal kenmerken (conformiteit RVW, aanwezigheid reservedeur/aanvaarbeveiliging, aantal kolken, intensiteit).
4. Toetsing door de beheerder.

	Toetsing					Score
Voorselectie sluizen met meer frequente aanvaringen of meer ernstige schade						
1	Historisch risicoprofiel	Selecteer in het SOS-bestand alle sluizen met een milieu/stremmingsrisico/letselscore> 10.000, met een financiële schade>1000, of met meer dan 5 ongevallen in de laatste 10 jaar.				
Voorselectie extra kwetsbare sluizen						
2	Kwetsbaarheid	Selecteer alle sluizen in een primaire waterkering.				
Voorselectie sluizen op basis van meetbare kenmerken						
3a	Sluisafmetingen	Indien de sluisafmetingen niet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen: Score: 200				Kans1: 0 of 200
3b	Reservedeur	Aanwezigheid reservedeur: Bij ontbreken een Score 100				Kans2: 0 of 100
3c	Aanvaarbeveiliging	Aanwezigheid aanvaarbeveiliging: Bij ontbreken een score 100				Kans 3: 0 of 100
3d	Aantal kolken	Aanwezigheid meerdere kolken. Als slechts 1 kolk aanwezig is een score van 100				Kans 4: 0 of 100
3e	Intensiteit	Bij een krap profiel factor1 = 1 Bij normaal profiel: factor1 = intensiteit/15000				Factor1: 1 of intensiteit/15000
	Eindscore	(Kans1+Kans2+Kans3+Kans4)* factor1				
Selectie sluizen op basis van opgave regio/beheerder						
4	Expertinput	Maak een integrale lijst op basis van 1,2 en 3 en geef de regio/beheerder de kans om op onderbouwde wijze objecten toe te voegen of te schrappen.				

Tabel 27: Tool voor beoordeling risicoprofiel sluizen

De tool is opgebouwd conform de tool voor bruggen, uiteraard alleen op de basis van de te automatiseren kenmerken die relevant zijn voor sluizen. Ook hier is een toetsing door de beheerder opgenomen als een extra reviewslag. Bij de selectie van objecten met een mogelijk verhoogd risicoprofiel bestaat de kans dat risicovolle objecten worden gemist (vals negatief) of dat objecten met laag risico (vals positief) worden geselecteerd. Met de laatste toetsing door de beheerder kan op basis van ervaring op onderbouwde wijze de selectie van nader te onderzoeken objecten worden aangepast.

Validatie van een aantal objecten laat zien dat met name het historisch profiel en de kwetsbaarheid (onderdeel primaire waterkering) maatgevend is voor selectie. De selectie op basis van kenmerken blijkt erg lastig door het ontbreken van inzicht in de beschikbaarheid van reservedeuren en aanvaarbeveiligingen. Uiteindelijk worden de meeste voorbeeldsluizen door de tool worden geselecteerd, waardoor het de vraag is of de tool voor sluizen wel voldoende onderscheidend is. Als vrijwel alle objecten door de tool worden geselecteerd, zal de daadwerkelijke prioritering uiteindelijk alleen in stap 4, de expertinbreng, plaatsvinden. In de expertsessie hebben meerdere experts de voorkeur uitgesproken om alle objecten in detail te onderzoeken. Als hiermee een extra ongeval kan worden voorkomen, dan is de kosten/baten ratio al snel positief.

Stuwen

Net als bij bruggen en sluizen schatten de experts het aantal aanvaringen van stuwen hoger in vergelijking met de SOS-database. Dat geldt ook voor het risicoprofiel voor letselschade en milieuschade. De hogere inschatting hangt enerzijds samen met de eerdergenoemde beperkingen van de SOS-database. In deze periode heeft een ernstig ongeval plaatsgevonden in Grave en voor 2008 zijn ook ongevallen bekend met dodelijke afloop. Volgens de experts is de kans op een ernstige ongevallen laag, waardoor een hogere inschatting wordt verantwoord.

Met betrekking tot economische schade komen de experts tot een lagere risicobeoordeling in vergelijking met de SOS-database. De risicoscore in de SOS-database wordt vooral bepaald door het incident met de stuw te Grave. De kans op een dergelijk incident wordt door de experts ingeschat op eens per 20 jaar, wat resulteert in een lagere risicoscore.

In de risicobeoordelingen speelt mee dat er na het ongeval bij Grave onderzoek is gedaan naar het vaarwegbeeld. Het risico op dit type ongevallen is beoordeeld, waarna maatregelen zijn genomen om het vaarwegbeeld duidelijker en uniformer te maken. Hierdoor is de kans op ongevallen inmiddels kleiner geworden en wordt het risico lager beoordeeld dan in de risicobeoordeling naar aanleiding van het ongeval bij Grave.

Voor stuwen is de economische schade (stremming en schade) door de experts als maatgevend beoordeeld. De experts classificeren het risico met een "midden" risicoprofiel. Het aantal objecten is echter aanzienlijk lager dan bij de bruggen of sluizen en derhalve is het zinvol om in meer detail naar het risicoprofiel te kijken.

Het constructieve veiligheidsrisico voor de functie "doorstroming vaarwegverkeer" is onderzocht als onderdeel van het nautische risicoprofiel. Dat geldt niet voor de functie "waterkeren". Aanvaringen die leiden tot functieverlies zullen leiden tot het nivelleren van het waterpeil voor en achter de stuw. Hierdoor zal het waterpeil in de panden aanzienlijk kunnen veranderen. De daadwerkelijke effecten hiervan zijn sterk afhankelijk van het verval, het debiet, de bescherming van het achterland, komberging, etc. Het wordt aanbevolen deze effecten inzichtelijk te maken in een gekwantificeerd risicodossier per individuele stuw, zoals dat ook gebruikelijk is bij de stormvloedkeringen.

In het onderzoek naar de risico-verhogende kenmerken zijn de volgende kenmerken door de experts als onderscheidend beoordeeld:

- Afleiden scheepvaart via een naastgelegen (lateraal) kanaal (scheepvaart kan niet meer bij de stuw komen)
- Onvoldoende of onvoldoende eenduidige informatievoorziening
- Aanwezigheid betonning en bollenlijnen.
- Intensiteiten op de vaarweg
- Zichtbaarheid van de stuw vanaf het splitsingspunt

Aanbevelingen vervolgonderzoek

In principe is het de verwachting dat alle stuwen, ook de stuwen die een degelijk uiterlijk hebben, een frontale aanvaring van de maatgevende scheepvaart op snelheid niet kunnen weerstaan. De kans op dit soort aanvaringen wordt door de experts laag ingeschat.

De omvang van het risico, kans x effect, is uiteindelijk lastig in te schatten. Op basis van de historie blijkt de aanvaarkans laag. Aanvaringen op snelheid zijn alleen waarschijnlijk als de schipper de (gesloten) stuw niet als zodanig herkent. Is de schipper zich eenmaal bewust van de stuw, dan zijn aanvaringen op hoge snelheid niet meer waarschijnlijk. Hierdoor heeft met name de stuw Grave, met de stuw onder een brug, een verhoogde kans op aanvaringen. In het onderzoek naar het vaarwegbeeld bij stuwen is ook aangegeven dat de scherpe afslag naar de sluis bij Grave en het beperkte zicht op het sluiscomplex een risico verhogend effect had. Na het ongeval bij Grave zijn maatregelen genomen om het vaarwegbeeld van de stuwen duidelijker en uniformer te maken.

Het tweede aspect, belangrijk voor het risicoprofiel van stuwen, is het effect. In principe is geen enkele stuw gedimensioneerd om een aanvaring te weerstaan. De effecten voor de omgevingsveiligheid bij een ernstige aanvaring kunnen per stuw verschillen, maar deze effecten zijn in dit onderzoek niet inzichtelijk geworden. Het uiteindelijke effect op de omgeving is echter wel sterk bepalend voor het risicoprofiel. Het wordt daarom aanbevolen om de effecten op de omgeving bij een ernstige aanvaring per individuele stuw inzichtelijk te maken. Het verdient daarbij de voorkeur om dan gelijk een gekwantificeerd risicodossier aan te leggen analoog aan de ProBO dossiers die beschikbaar zijn voor stormvloedkeringen.

Keringen

Net als bij bruggen, sluizen en stuwen schatten de experts het aantal aanvaringen van keringen hoger in vergelijking met de uitkomsten uit de SOS-database. Dat geldt ook voor het risicoprofiel voor letselschade, economische schade en milieuschade. Dit hangt enerzijds samen met de eerdergenoemde beperkingen van de SOS-database. Anderzijds is het aantal ongevallen in de groep keringen erg laag. Dat er tussen 2009 en 2018 geen ernstige ongevallen hebben plaatsgevonden, is geen garantie dat deze ongevallen niet kunnen plaatsvinden.

Ook voor keringen is de economische schade (stremming/schade) door de experts als maatgevend beoordeeld. De experts verwachten voor keringen een "midden" risicoprofiel voor economische schade. Letselschade en milieuschade zijn ingeschat met een "laag" risicoprofiel. De beoordeling van letselschade wijkt hiermee af van de conclusies uit het rapport 'Vaarwegbeeld van een zevental complexen met Keringen, Spuien, Gemalen en Sluizen'. In dit rapport is geconcludeerd dat het risicoprofiel voor letselschade moet worden geclassificeerd als een "midden" tot "hoog" risicoprofiel. Omdat in het betreffende rapport in detail naar de risico's bij drie specifieke keringen is gekeken, er meer experts waren betrokken en de beoordelingen goed onderbouwd waren, is een ophoging van het risicoprofiel voor letselschade van een "laag" naar een "midden" risicoprofiel te verantwoorden. Daarmee blijft het risico geclassificeerd met een "midden" risicoprofiel. Het aantal objecten is echter aanzienlijk lager dan bij de

bruggen of sluizen en derhalve is het zinvol om in meer detail naar het risicoprofiel te kijken.

Het constructieve veiligheidsrisico voor de functie “doorstroming vaarwegverkeer” is onderzocht als onderdeel van het nautische risicoprofiel. Dat geldt niet voor de functie “waterkeren”.

Aanvaringen die leiden tot functieverlies kunnen in hoogwatersituaties leiden tot lekstromen die een bedreiging kunnen vormen voor het achterland. De daadwerkelijke effecten hiervan zijn sterk afhankelijk van de schade, het verval, het debiet, de bescherming van het achterland, de komberging, etc. Voor de stormvloedkeringen zijn deze effecten onderzocht in de vorm van een kwantitatieve risicoanalyse, waarbij is geconcludeerd dat het restrisico voor de stormvloedkeringen acceptabel is. De risicoanalyses zelf zijn overigens niet voor dit onderzoek ter beschikking gesteld. Voor de hoogwaterkeringen is aangegeven dat deze kwantitatieve risicoanalyses niet zijn opgesteld.

In het onderzoek naar de risico-verhogende kenmerken zijn de volgende kenmerken door de experts als onderscheidend beoordeeld voor het risicoprofiel:

- Stijfheid en sterkte van de kering
- Aanwezigheid redundantie (helpt of effecten te minimaliseren);
- Goede informatievoorziening
- Aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Visueel en radar zicht op de kering

Aanbevelingen vervolgonderzoek

De keringen verschillen sterk in uitvoering en ligging en het risicoprofiel verschilt per object. Een aantal keringen is extra goed beschermd tegen de effecten van aanvaringen op de waterhuishouding. Die bescherming wordt geboden door redundantie, een beperkte lekstroom bij aanvaringen of een volledige bescherming van de kering in geopende toestand. Bij deze keringen is het risico voor het achterland erg laag omdat de effecten van de aanvaringen voor het achterland zijn gemitigeerd. De risico's aangaande letselschade kunnen desondanks nog hoog zijn, zoals dat eerder is vastgesteld in het rapport 'Vaarwegbeeld van een zevental complexen met Keringen, Spuien, Gemalen en Sluizen'. Hier is voor de Oosterscheldekering geconcludeerd dat er een relatief hoog risico bestaat op letselschade.

Voor stormvloedkeringen zijn de effecten en de aanvaarkans op kwantitatieve wijze geanalyseerd volgens de ProBO systematiek, waarbij is geconcludeerd dat er sprake is van een acceptabel risico. Voor hoogwaterkeringen zijn deze analyses niet voor handen en kan hierover nog geen conclusie worden getrokken. Het verdient aanbeveling om voor deze objecten eveneens een gekwantificeerd risicodossier aan te leggen analoog aan de ProBO dossiers die beschikbaar zijn voor stormvloedkeringen.

Bijlage A : Huiswerkopdrachten

HUISWERKOPDRACHT: AANVARINGEN VAN BRUGGEN

Inleiding

In de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", werkconcept 004, d.d. 12 augustus 2019) is op basis van de SOS-database een analyse gedaan naar aanvaringen van bruggen in de periode van 2009 tot 2018. De analyse van de aanvaringen van bruggen is in de rapportage opgenomen in paragraaf 3.2.1. Deze paragraaf geeft een indicatie over het aantal geregistreerde aanvaringen van bruggen en de gerelateerde effecten.

Uit ervaring weten we dat de analyse op basis SOS-database een goed eerste beeld geeft, maar dat de data niet op alle fronten even betrouwbaar is. Financiële schade en de stremmingsduur worden vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Correctie achteraf vindt meestal niet meer plaats. Hierdoor kan de werkelijk opgetreden schade afwijken ten opzichte van de uitkomsten uit de data-analyse.

Om een meer betrouwbaar beeld te krijgen van de landelijke aanvaarrisico's zal de informatie uit de data-analyse worden verrijkt met de ervaring van experts. Dit vindt plaats middels een huiswerkopdracht in combinatie met een werksessie. Deze exercitie heeft het doel om de data-analyse te verrijken met ervaringsdeskundigheid en vervolgens meer inzicht te krijgen in de specifieke kenmerken aspecten die het risico op een aanvaring van een brug doen verhogen.

In de voorliggende huiswerkopdracht worden de experts gevraagd om hun visie te geven op het aantal geregistreerde aanvaringen van bruggen, de gerelateerde effecten en de invloed van specifieke kenmerken op het risicoprofiel.

Frequentie van aanvaringen bruggen

In de SOS-database zijn 528 aanvaringen met bruggen geregistreerd in de periode 2009-2018.

Hoewel we ervan uit gaan dat alle aanvaringen met bruggen in de database geregistreerd staan, kan het zijn dat we toch wat aanvaringen missen (denk aan lichtere incidenten waarbij weinig schade is of er pas achteraf schade wordt geconstateerd, maar niet meer wordt vastgelegd). Om het aantal aanvaringen bij te stellen wordt u gevraagd om een schatting te doen van het aantal aanvaringen met bruggen in de afgelopen 10 jaar op basis van uw eigen inschatting/ervaring. In paragraaf 3.2.1 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 14 tot en met 20 aanvullende informatie worden gevonden over de geregistreerde ongevalsfrequenties, de objecten met de meeste aanvaringen van bruggen en de meest ernstige incidenten.

Vraag 1

De SOS-database heeft 528 aanvaringen met bruggen geregistreerd in de periode 2009-2018. Wat is uw eigen inschatting van het aantal aanvaringen met bruggen in de afgelopen 10 jaar?

Tussen
jaar.

Getal.

minimaal en

Getal.

maximaal aanvaringen per 10

Indien afwijkend, kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Letselschade van aanvaringen van bruggen

In paragraaf 3.2.1. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 20 en 21 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor letselschade. Deze informatie wordt hieronder nog even herhaald.

Letselschade bruggen

Bij een aanvaring van een brug is soms sprake van letsel. Deze ongevallen komen vooral voor onder de recreatievaart. De opvarenden op deze schepen zijn extra kwetsbaar voor verdrinking of letsel door de impact. In de tien onderzochte jaren is er sprake geweest van twee dodelijke incidenten (dossiernummers 201424623 en 201736364) en vijf incidenten met zwaargewonden. De onderstaande figuur geeft inzicht in de risicopiramide voor letselschade.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	2 (0,38%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	5 (0,95%)
1	Licht letsel	8 (1,52%)
0	Geen slachtoffers	513 (97,16%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)

Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Letselschade

Dat er geen dodelijk incidenten zijn geregistreerd binnen de beroepsvaart wil niet zeggen dat dit type ernstige letselschade niet kan optreden. In het buitenland zijn wel degelijk voorbeelden bekend, waarbij een stuurhut van het binnenvaartschip is gevaren en de schipper is overleden:

- In oktober 2018 is een binnenvaarttanker met zijn stuurhuis tegen Bladenhorsterbrug op het Rhein-Hernekanaal gevaren. Het stuurhuis werd geheel platgedrukt en de kapitein is daarbij overleden. Bron: <https://www.scheepvaartkrant.nl/nieuws/stuurman-sterft-onder-platgedrukt-stuurhuis>.
- September 2016 is een rivercruiseschip bij Erlangen tegen een brug over het Main-Donaukanaal gevaren. De stuurhut werd door de aanvaring volledig vernield en de twee bemanningsleden die zich in de hut bevonden kwamen daarbij om. Bron: <https://www.schuttevaer.nl/nieuws/actueel/2016/09/14/twee-doden-bij-brugaanvaring-viking-freya/>.

Soortgelijke aanvaringen van de stuurhut met letselschade hebben in Nederland wel plaatsgevonden, maar hebben in de laatste 10 jaar niet geleid tot dodelijke slachtoffers. Meestal is er ernstige materiele schade. Het meest ernstige ongeval in deze periode betrof de aanvaring van de brug bij Zuidhorn, deze aanvaring resulteerde in een gesneuveld stuurhut en 1 zwaargewonde (SOS-dossier 201014299).

Vraag 2

Om het aantal aanvaringen met letselschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een brug gepaard gaat met een bepaalde vorm van letselschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	 per jaar
E0 – Geen slachtoffers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
E1 – licht letsel	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2 – Een zwaargewonde	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3 – Meerdere zwaargewonden	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4 – Een dode of vermiste	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5 – Meerdere doden of vermisten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

Economische schade van aanvaringen van bruggen

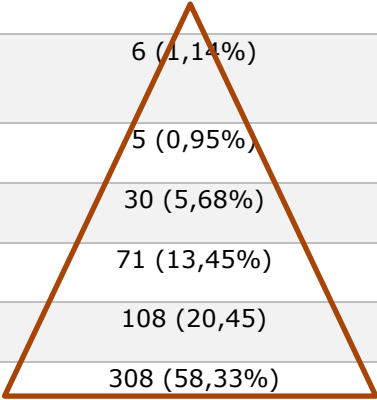
In paragraaf 3.2.1 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 21 en 22 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor economische schade. Deze informatie wordt hieronder herhaald:

Economische schade bruggen

Economische schade kan ontstaan door schade aan de brug, schade aan het schip of door stremmingen van de vaarweg, het spoor of de weg.

Gaande het onderzoek is gebleken dat de geregistreerde stremmingschade in de SOS-database meestal betrekking heeft op de vaarwegstremmingen. Veel weg- en spoorstremmingen worden niet als zodanig in de SOS-database geregistreerd, terwijl dat wel de bedoeling is. De effecten voor droog verkeer en nat verkeer kunnen aanzienlijk verschillen. Als een brugdek voor langere tijd wordt verwijderd, is de overlast voor het vaarwegverkeer beperkt, terwijl het droog verkeer juist veel hinder kan ondervinden.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	6 (1,14%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	5 (0,95%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	30 (5,68%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	71 (13,45%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	108 (20,45%)
0	Geen schade	308 (58,33%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)



Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Economische schade

Aan de hand van een aantal bekende ongevallen met ernstige stremmingseffecten op weg en spoor (zie hiertoe ook het kopje "constructieve veiligheid" op bladzijde 23, 24 en 25 van het rapport), is de SOS-database verrijkt met aanvullende informatie. Deze informatie heeft alleen betrekking op de meest ernstige stremmingen van weg en spoor, waardoor de correctie naar verwachting niet compleet is. De bovenstaande figuur geeft de getotaliseerde risicopiramide voor economische schade op basis van de aangevulde SOS-database, dus inclusief stremmingen weg/spoor. De onderstaande figuur geeft een nadere uitsplitsing van de economische schade naar financiële schade, vaarwegstremmingen en stremmingen van weg/spoor. De sommatie per effectklasse kan hierbij afwijken ten opzichte van de voorgaande figuur door afrondingen (Voorbeeld: een ongeval met score 10.000 op vaarwegstremmingen kan wegvallen als het ongeval als geheel een score heeft van meer dan 100.000 op wegstremming).

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN				
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Stremmingen vaarweg Aantal ongevallen [in 10 jaar]	Stremmingen weg/spoor Aantal ongevallen [in 10 jaar]	Fin. Schade Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	2	4	0
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	7	0	0
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	31	1	5
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	12	0	75
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0	0	111
0	Geen schade	476	523	337
Totaal aantal incidenten		528	528	528

Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Economische schade gesplitst naar stremmingen en financiële schade

De economische schade in de hogere effectgroepen wordt vooral veroorzaakt door aanvaringen van bruggen door de beroepsvaart. Recreatievaart is licht en kan daardoor relatief weinig schade aan de brug veroorzaken. Toch komt het incidenteel voor dat recreatievaart schade veroorzaakt aan de brug. De kosten van de recreatieve schepen zijn laag in relatie tot de schadebedragen behorende bij de effectenklassen, waardoor de effectscore in de meeste gevallen beperkt blijft. De meer ernstige economische effecten hebben betrekking op ernstige financiële schade aan de brug, financiële schade aan de beroepsschepen en in de meeste gevallen een significante stremmingsduur. De meest ernstige stremmingen hebben betrekking op stremmingen van weg en spoor.

Met betrekking tot de financiële schade moet een kanttekening worden geplaatst. Na een aanvaring is niet direct het financiële schadebedrag bekend. In het SOS-formulier wordt dan een grove inschatting gedaan van de financiële schade. Ook komt het voor dat het schadebedrag geheel niet wordt ingevuld. Achteraf wordt het schadebedrag meestal niet meer bijgesteld. De SOS-database geeft daarmee niet meer dan grove inschatting van de financiële schade en naar verwachting is er sprake van een onderschatting. Wel is de SOS-database voor deze studie aangevuld met aanvullende financiële informatie voor een aantal zeer ernstige aanvaringen. Voor stremmingsschade geldt deze kanttekening eveneens, maar in iets mindere mate.

Vraag 3

Om het aantal aanvaringen met economische schade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een brug gepaard gaat met een bepaalde vorm van economische schade. Hierbij maken we onderscheid naar twee situaties:

- In situatie 1 wordt gekeken naar financiële schade aangevuld met vaarwegstremmingen. Stremmingen aan spoor en weg worden buiten beschouwing gelaten.
- In situatie 2 wordt gekeken naar financiële schade aangevuld met alle stremmingen. Stremmingen aan spoor en weg worden hierin mee beoordeeld.

In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Situatie 1: Financiële schade + vaarwegstremming exclusief weg/spoorstremming.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	 per jaar
E0 – Geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ 30
E1 – Schade tot maximaal 10.000 euro of stremming < 1 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐ ..
E2 – Schade tot maximaal 1.000.000 euro of stremming < 2 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E3 – Schade tussen 1 en 15 miljoen of stremmingen tot 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E4 – Schade tussen 15 en 100 miljoen of stremming > 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E5 – Schade meer dan 100 miljoen en stremming > meerdere dagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..

Geef hier een toelichting.

Situatie 2: Financiële schade + vaarwegstremming, wegstremming en spoorstremming.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 – Geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ 30
E1 – Schade tot maximaal 10.000 euro of stremming < 1 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E2 – Schade tot maximaal 1.000.000 euro of stremming < 2 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E3 – Schade tussen 1 en 15 miljoen of stremmingen tot 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E4 – Schade tussen 15 en 100 miljoen of stremming > 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E5 – Schade meer dan 100 miljoen en stremming > meerdere dagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..

Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

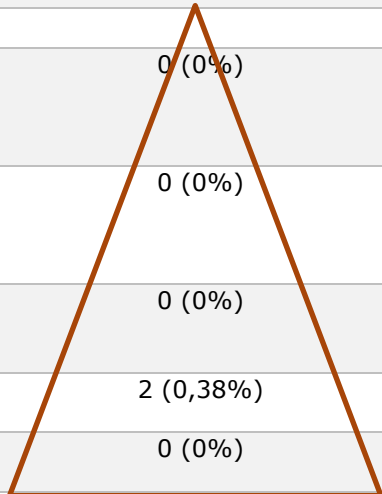
Milieuschade van aanvaringen van bruggen

In paragraaf 3.2.1 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 23 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor milieuschade. Deze informatie wordt hieronder herhaald:

Milieuschade bruggen

Milieuschade is bij aanvaringen van bruggen nauwelijks geregistreerd. De risicopiramide voor milieuschade is weergegeven in onderstaande figuur. Er zijn twee incidenten geregistreerd in effectgroep 2. Het betrof tweemaal vervuiling door stookolie van een motortankschip, in beide gevallen met effectscore 100 (dossiernummer 20099843 en 201221064). In één geval heeft in ieder geval uitstroom van lading plaatsgevonden. In het andere geval was niet duidelijk waar de brandstof vandaan kwam (brandstof of lading).

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN BRUGGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	2 (0,38%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	526 (99,62%)
Totaal aantal incidenten		528 (100%)



Risicopiramide Aanvaringen Bruggen – Milieuschade

Vraag 4

Om het aantal aanvaringen met milieuschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een brug gepaard gaat met een bepaalde vorm van milieuschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse o.b.v. SOS-registratie zijn geel gearceerd.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 - geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 - Grenswaarden overschreden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2 - Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3 - Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4 - Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5 - Grote verstoring, herstel duurt jaren gezondheidsrisico's, zeer ernstige impact.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Risico verhogende/verlagende kenmerken

In paragraaf 3.2.1 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen" is informatie verzameld aangaande specifieke kenmerken van bruggen die het risicoprofiel kunnen verhogen, dan wel verlagen. De data-analyse geeft daartoe een beperkt aantal aanknopingspunten. De exacte ongevalsoorzaak van incidenten wordt meestal niet beschreven, waardoor er onvoldoende houvast is om deze kenmerken in detail te analyseren. De kenmerken in het rapport zijn dan ook voornamelijk bepaald aan de hand van ervaring en expert judgement.

Aan de experts wordt gevraagd om hun visie te geven om hoeverre de specifieke kenmerken bijdragen aan het risicoprofiel. Daarnaast zijn er een aantal vrije velden in de tabel opgenomen, waarin eventuele aanvullende kenmerken kunnen worden toegevoegd.

Vraag 5

Geef aan wat uw visie is op de invloed van verschillende kenmerken op de kans op aanvaring en het effect van een aanvaring en geef in de laatste kolom een toelichting op uw keuze. Indien gewenst kunt u onder aan de tabel extra kenmerken toevoegen. Deze kenmerken zijn opgenomen om de volgende redenen:

- **Vaste bruggen:** Vaste bruggen zijn in de regel hoger en breder en vaak ook robuuster, waardoor het risicoprofiel wellicht afneemt.
- **Vaste bruggen met doorvaartafmetingen afwijkend van de RVW:** Vaste bruggen met een doorvaarthoogte en doorvaartbreedte niet conform de RVW leiden mogelijk tot een hoger risicoprofiel.
- **Vaste bruggen met pijlers en landhoofden niet conform de RVW:** Vaste bruggen met afwijkingen ten aanzien van de Richtlijnen Vaarwegen leiden mogelijk tot een hoger risicoprofiel.
- **Beweegbare bruggen:** Bij beweegbare bruggen bestaat de kans dat de meer gevoelige delen van de mechaniek worden aangevaren, waardoor mogelijk eerder sprake is van een stremming en dus een verhoogd risicoprofiel.
- **Beweegbare bruggen met afwijkende doorvaartbreedtes:** Beweegbare bruggen met doorvaartbreedtes die niet conform de RVW zijn uitgevoerd hebben mogelijk een verhoogd risicoprofiel.
- **Beweegbare bruggen met laag vast deel.** Beweegbare bruggen waarvan het vaste deel nauwelijks bruikbaar is vanwege een zeer lage doorvaarthoogte, moeten vaker worden bediend, waardoor het risicoprofiel mogelijk toeneemt.
- **Beweegbare brug op afstand bediend.** Bij lokale bediening en bij bediening op afstand bestaat de kans op verstoringen in het bedienproces. Bediening op afstand is voor de bedienaar meer intensief, waardoor mogelijk een verhoogde kans bestaat op aanvaringen.
- **Positionering in bocht:** Bij een positionering in een bocht kunnen er problemen ontstaan met de zichtbaarheid van de brug en het tegemoetkomend verkeer. Dit heeft mogelijk een risico-verhogend effect.
- **Positionering nabij kruispunt:** Bij een positionering nabij een kruispunt heeft de schipper alle aandacht nodig voor de verkeerssituatie, waardoor hij kan worden afgeleid. Dit kan leiden tot een risicoverhoging.
- **Slecht zicht:** Soms gaat de brug op in de omgeving, bijvoorbeeld door de kleurstelling. Dit kan het risicoprofiel verhogen.
- **Lage massa van de brug:** De lichtere bruggen (onder andere fietsbruggen) lijken meer vatbaar voor ernstige schade bij aanvaringen, waardoor de effecten van een aanvaring hoger kunnen zijn.
- **Intensiteit vaarweg:** Het kans op een aanvaring is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg. Hoe meer verkeer, hoe hoger de kans op een aanvaring.
- **Geen uniformiteit van bruggen in een traject:** Op een traject waar soortgelijke bruggen in maatvoering verschillen, zijn interpretatiefouten door de schipper mogelijk met een verhoogde kans op aanvaringen tot gevolg.
- **Informatievoorziening:** Informatie die niet op orde is kan leiden tot verwarring en misinterpretaties. Zo kan de werkelijke beschikbare doorvaarthoogte niet door de schipper worden herleid als peilaanduidingen ontbreken.
- **Het varen onder ontheffing:** Bij het varen met ontheffing (extra hoge/zware ladingen) kan het risicoprofiel zijn verhoogd.
- **Menging zeeverkeer:** Grotere zeeschepen kunnen moeilijk afstoppen, waardoor de opening moet worden afgestemd op de passage van het passerende schip. Als iets mis gaat is de correctie nog nauwelijks mogelijk.
- **Laagste brug in het vaarwegtraject:** De laagste bruggen in een vaarweg vormen de "zwakste schakel" en kunnen hierdoor een verhoogd risicoprofiel hebben.
- **Spoorbruggen:** Spoorbruggen zijn erg vatbaar voor schade vanwege de uitlijning van de rails. Spoorbruggen lijken daardoor eerder te lijden tot stremmingen.

De experts wordt gevraagd om op basis van de eigen ervaring een indicatie te geven van de kans op aanvaringen en de effecten van aanvaringen onder specifieke omstandigheden/kenmerken in vergelijking met het landelijke en gemiddelde risicoprofiel, welke is gebaseerd op alle bruggen, ongeacht de kenmerken. Desgewenst kunnen er aanvullende kenmerken aan de tabel worden toegevoegd.

Kenmerken	Invloed op kans aanvaring	Invloed op effect aanvaring	Toelichting
Vaste brug	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Vaste brug met doorvaartafmetingen afwijkend van de RVW:	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Vaste brug, pijlers niet conform RVW	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Beweegbare brug	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Beweegbare brug met doorvaartbreedtes niet conform RVW	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Beweegbare bruggen met laag vast deel.	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Beweegbare brug op afstand bediend	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Positionering brug in bocht	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Positionering brug nabij kruispunt	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Slechts zicht (kleurstelling brug)	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Lage massa van de brug	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Intensiteit vaarweg	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Geen uniformiteit van bruggen in een traject	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Informatievoorziening	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Varen onder ontheffing	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Menging zeeverkeer	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Laagste brug in een traject	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Spoorbruggen	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Vrije velden voor overige kenmerken (eventuele aanvullende essentiële kenmerken)			
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.

Vraag 6

Kunt u de 10 belangrijkste kenmerken aangeven die het meest kunnen bijdragen aan een verhoogd risicoprofiel? Het kenmerk met het grootste effect te starten met 1. Kenmerken die juist leiden tot een beter risicoprofiel behoeven niet te worden genummerd.

Kenmerk	Volgorde (van 1 tot en met 10)
Kenmerken	
Vaste brug	
Vaste brug met doorvaartafmetingen afwijkend van de RVW:	
Vaste brug, pijlers niet conform RVW	
Beweegbare brug	
Beweegbare brug met doorvaartbreedtes niet conform RVW	
Beweegbare bruggen met laag vast deel.	
Beweegbare brug op afstand bediend	
Positionering brug in bocht	
Positionering brug nabij kruispunt	
Slechts zicht (kleurstelling brug)	
Lage massa van de brug	
Intensiteit vaarweg	
Geen uniformiteit van bruggen in een traject	
Informatievoorziening	
Varen onder ontheffing	
Menging zeeverkeer	
Laagste brug in een traject	
Spoorbruggen	

HUISWERKOPDRACHT: AANVARINGEN VAN SLUIZEN

Inleiding

In de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", werkconcept 004, d.d. 12 augustus 2019) is op basis van de SOS-database een analyse gedaan naar aanvaringen van sluizen in de periode van 2009 tot 2018. De analyse van de aanvaringen van sluizen is in de rapportage opgenomen in paragraaf 3.3.2. Deze paragraaf geeft een indicatie over het aantal geregistreerde aanvaringen van sluizen en de gerelateerde effecten.

Uit ervaring weten we dat de analyse op basis SOS-database een goed eerste beeld geeft, maar dat de data niet op alle fronten even betrouwbaar is. Financiële schade en de stremmingsduur worden vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Correctie achteraf vindt meestal niet meer plaats. Hierdoor kan de werkelijk opgetreden schade afwijken ten opzichte van de uitkomsten uit de data-analyse.

Om een meer betrouwbaar beeld te krijgen van de landelijke aanvaarrisico's zal de informatie uit de data-analyse worden verrijkt met de ervaring van experts. Dit vindt plaats middels een huiswerkopdracht in combinatie met een werksessie. Deze exercitie heeft het doel om de data-analyse te verrijken met ervaringsdeskundigheid en vervolgens meer inzicht te krijgen in de specifieke kenmerken aspecten die het risico op een aanvaring van een brug doen verhogen.

In de voorliggende huiswerkopdracht worden de experts gevraagd om hun visie te geven op het aantal geregistreerde aanvaringen van sluizen, de gerelateerde effecten en de invloed van specifieke kenmerken op het risicoprofiel.

Frequentie van aanvaringen sluizen

De SOS-database heeft 333 aanvaringen met sluizen geregistreerd in de periode 2009-2018. Hoewel we ervan uit gaan dat alle aanvaringen met sluizen in de database geregistreerd staan kan het zijn dat we toch wat aanvaringen missen (denk aan lichtere incidenten waarbij weinig schade is of er pas achteraf schade wordt geconstateerd, maar niet meer wordt vastgelegd). Om het aantal aanvaringen bij te stellen wordt u gevraagd om een schatting te doen van het aantal aanvaringen met sluizen in de afgelopen 10 jaar op basis van uw eigen inschatting/ervaring. In paragraaf 3.3.2. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 34 tot en met 37 aanvullende informatie worden gevonden over de geregistreerde ongevalsfrequenties, de objecten met de meeste aanvaringen en de meest ernstige incidenten.

Vraag 1

De SOS-database heeft 333 aanvaringen met sluizen geregistreerd in de periode 2009-2018. Wat is uw eigen inschatting van het aantal aanvaringen met sluizen in de afgelopen 10 jaar?

Tussen Getal. minimaal en Getal. maximaal aanvaringen per 10 jaar.

Indien afwijkend, kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Letselschade van aanvaringen van sluizen

In paragraaf 3.3.2. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 38 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor letselschade. Deze informatie wordt hieronder nog even herhaald.

Letselschade sluizen

De onderstaande tabel geeft de risicopiramide voor letselschade. Er zijn in de periode 2009-2018 geen aanvaringen geregistreerd met letsel. Dat wil overigens niet zeggen dat er geen letselschade is geweest. Kleinere letsels worden niet altijd gemeld en daardoor niet geregistreerd.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	333 (100%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)

Vraag 2

Om het aantal aanvaringen met letselschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een sluis gepaard gaat met een bepaalde vorm van letselschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 – Geen slachtoffers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 – licht letsel	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

E2 – Een zwaargewonde	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E3 – Meerdere zwaargewonden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E4 – Een dode of vermiste	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E5 – Meerdere doden of vermisten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...

Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

Economische schade van aanvaringen van sluizen

In paragraaf 3.3.2. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 38 en 39 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor economische schade. Deze informatie wordt hieronder herhaald:

Economische schade sluizen

Economische schade kan ontstaan door schade aan de sluis, schade aan het schip of door stremmingen van de vaarweg. Als er een brug loopt over het sluishoofd, dan kan ook een stremming ontstaan van de weg. Deze schade is echter gerelateerd aan de brug die reeds in het voorgaande deel is onderzocht. De risicopiramide voor economische schade is weergegeven in de onderstaande tabel.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	0 (0%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	4 (1,20%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	32 (9,61%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	65 (19,52%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	77 (23,12%)
0	Geen schade	155 (46,55%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)

Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Economische schade

De economische schade in de hogere effectgroepen wordt vooral veroorzaakt door de beroepsvaart. Recreatievaart is licht en kan daardoor relatief weinig schade aan de sluis veroorzaken. Daarnaast zijn de kosten van de schepen zelf laag in relatie tot de

financiële grensbedragen behorende bij de effectgroepen. De maximale effectgroep 4 wordt met name veroorzaakt door de stremmingen, zie onderstaande tabel. De financiële schade is maximaal geregistreerd in effectgroep 3.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN			
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Stremmingen Aantal ongevallen [in 10 jaar]	Fin. Schade Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming> meerdere dagen		
4	Max. 100 Miljoen Stremming> 1 dag	4	
3	Max. 15 miljoen Stremming< 1dag	31	1
2	Max 1 miljoen Stremming<2uur	9	78
1	Max 10.000'en euro's Stremming< 1uur	0	85
0	Geen schade	289	169
Totaal aantal incidenten		333	333

Risicopiramide Aanvaringen Sluizen – Economische schade gesplitst naar stremmingen en financiële schade

Bij de resultaten moet wel een kanttekening worden geplaatst. De economische schade aan objecten en stremmingsinformatie wordt in de praktijk niet altijd goed geregistreerd. Exacte schadebedragen zijn pas laat bekend en worden niet meer bijgesteld in de SOS-database. Het is waarschijnlijk dat de effectengroep voor economische schade (met name financiële schade) voor een aantal ongevallen is onderschat.

Vraag 3

Om het aantal aanvaringen met economische schade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een sluis gepaard gaat met een bepaalde vorm van economische schade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 – Geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ 15
E1 – Schade tot maximaal 10.000 euro of stremming < 1 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E2 – Schade tot maximaal 1.000.000 euro of stremming < 2 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E3 – Schade tussen 1 en 15 miljoen of stremmingen tot 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E4 – Schade tussen 15 en 100 miljoen of stremming > 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E5 – Schade meer dan 100 miljoen en stremming > meerdere dagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒ ..

Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

Milieuschade van aanvaringen van sluizen

In paragraaf 3.3.2. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 39 aanvullende informatie worden gevonden over de risicopiramide voor milieuschade. Deze informatie wordt hieronder herhaald:

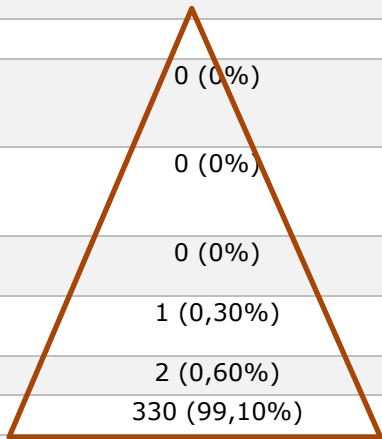
Milieuschade sluizen

De risicopiramide voor milieuschade is weergegeven in onderstaande tabel. Er hebben drie ongevallen plaatsgevonden met milieuschade:

- Dossiernummer: 201115748: Volkeraksluizen, een koppelverband is tegen de sluisdeur is gevaren. Hierbij is hydrauliekolie in het water terecht gekomen. (Effectscore 100).
- Dossiernummer 201527502: Nijkerkersluis, een passagiersschip is tegen de gording van de noordelijke buitendeur Nijkerkersluis gevaren. Deur stak hierdoor iets uit de kast. Aard van het milieu incident is niet beschreven (effectscore 10).
- Dossiernummer 201010200: Prins Bernhardsluis, de scheepshuid van het schip werd door één van de deuren onder water opengereten ter hoogte van een ladingtank. Hierdoor kwam er ongeveer 90.000 liter nafta in het oppervlaktewater terecht. Dit ongeval had kunnen leiden tot brand en/of explosies, maar uiteindelijk zijn de effecten beperkt gebleven (effectscore 10)

Het betreft in alle gevallen incidenten met beperkte effecten. Het laatste ongeval is echter een ongeval die in potentie tot meer ernstige effecten had kunnen leiden.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN SLUIZEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	1 (0,30%)
1	Grenswaarden overschreden	2 (0,60%)
0	Geen milieueffect	330 (99,10%)
Totaal aantal incidenten		333 (100%)



Vraag 4

Om het aantal aanvaringen met milieuschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een sluis gepaard gaat met een bepaalde vorm van milieuschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse o.b.v. SOS-registratie zijn geel gearceerd.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 - geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ 33
E1 - Grenswaarden overschreden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E2 - Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E3 - Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E4 - Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ..
E5 - Grote verstoring, herstel duurt jaren gezondheidsrisico's, zeer ernstige impact.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ ...

Kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Risico verhogende/verlagende kenmerken

In paragraaf 3.3.2. van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen" is informatie verzameld aangaande specifieke kenmerken van sluizen zie het risicoprofiel kunnen verhogen, dan wel verlagen. De data-analyse geeft daartoe een beperkt aantal aanknopingspunten. De exacte ongevalsoorzaak van incidenten wordt meestal niet beschreven, waardoor er onvoldoende houvast is om deze kenmerken in detail te analyseren. De kenmerken in het rapport zijn dan ook voornamelijk bepaald aan de hand van ervaring en expert judgement.

Aan de experts wordt gevraagd om hun visie te geven om hoeverre de specifieke kenmerken bijdragen aan het risicoprofiel. Daarnaast zijn er een aantal vrije velden in de tabel opgenomen, waarin eventuele aanvullende kenmerken kunnen worden toegevoegd.

Vraag 5

Geef aan wat uw visie is op de invloed van verschillende kenmerken op de kans op aanvaring en het effect van een aanvaring en geef in de laatste kolom een toelichting op uw keuze. Indien gewenst kunt u onder aan de tabel een kenmerk toevoegen. Deze kenmerken zijn opgenomen om de volgende redenen:

- **Afmetingen:** De kolkafmetingen zijn afhankelijk van de vaarwegklasse en de Richtlijn Vaarwegen geeft de minimale afmetingen voor de sluisolk behorende bij de vaarwegklasse, zie ook bladzijde 40 tot en met 42 van de rapportage. Vermoed wordt dat het risicoprofiel toeneemt als de sluis niet aan de Richtlijnen voldoet.
- **Intensiteit:** Naarmate de vaarweg intensiever is, zal de kans op aanvaringen naar verwachting toenemen.
- **Bediening:** In Noord-Nederland is een toename geconstateerd van aanvaringen van op afstand bediende bruggen. Mogelijk speelt ook het type bediening een rol bij het risicoprofiel.
- **Situering:** Het vermoeden bestaat dat de situering een rol speelt bij aanvaringen. Een ligging nabij een kruispunt, een nauwe voorhaven, dan wel een tekort aan wachtplaatsen kan het manoeuvreren bemoeilijken en aanleiding geven tot een ander risicoprofiel.

De experts wordt gevraagd om op basis van de eigen ervaring een indicatie te geven van de kans op aanvaringen en de effecten van aanvaringen onder specifieke omstandigheden/kenmerken in vergelijking met het landelijke en gemiddelde risicoprofiel. Desgewenst kunnen er kenmerken aan de tabel worden toegevoegd.

Kenmerken	Invloed op kans aanvaring	Invloed op effect aanvaring	Toelichting
Kolkafmetingen kleiner dan RVW	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Hoge intensiteit vaarweg	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Bediening op afstand	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Onvoldoende capaciteit wachthavens	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Kruispunt nabij	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Kleine voorhaven	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Aanwezigheid aanvaarbeveiliging	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Aanwezigheid reservedeur	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Aanwezigheid andere sluiskolken in complex of derde deur in kolk	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Overige kenmerken (eventuele aanvullende essentiële kenmerken)			
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.

Vraag 5

Kunt u in volgorde van belangrijkheid aangeven welke kenmerken het meest kunnen bijdragen aan een verhoogd risicoprofiel door de kenmerken te nummeren van 1 (zeer risicoverhogend) tot 10 (minimaal effect):

Kenmerk	Volgorde (van 1 tot en met 10)
Afmetingen	
Intensiteit	
Bediening op afstand	
Situering	
Onvoldoende wachtcapaciteit	
Ligging bij kruispunt	
Nauwe voorhaven	
Aanwezigheid aanvaarbeveiliging	
Aanwezigheid reservedeur	
Aanwezigheid andere sluiskolken in complex of derde deur in kolk	

HUISWERKOPDRACHT: AANVARINGEN VAN STUWEN

Inleiding

In de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", werkconcept 004, d.d. 12 augustus 2019) is op basis van de SOS-database een analyse gedaan naar aanvaringen van stuwen in de periode van 2009 tot 2018. De analyse van de aanvaringen van stuwen is in de rapportage opgenomen in paragraaf 3.2.3. Deze paragraaf geeft een indicatie over het aantal geregistreerde aanvaringen van stuwen en de gerelateerde effecten.

Uit ervaring weten we dat de analyse op basis SOS-database een goed eerste beeld geeft, maar dat de data niet op alle fronten even betrouwbaar is. Financiële schade en de stremmingsduur worden vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Correctie achteraf vindt meestal niet meer plaats. Hierdoor kan de werkelijk opgetreden schade afwijken ten opzichte van de uitkomsten uit de data-analyse.

Om een meer betrouwbaar beeld te krijgen van de landelijke aanvaarrisico's zal de informatie uit de data-analyse worden verrijkt met de ervaring van experts. Dit vindt plaats middels een huiswerkopdracht in combinatie met een werksessie. Deze exercitie heeft het doel om de data-analyse te verrijken met ervaringsdeskundigheid en vervolgens meer inzicht te krijgen in de specifieke kenmerken aspecten die het risico op een aanvaring van een stuw doen verhogen.

In de voorliggende huiswerkopdracht worden de experts gevraagd om hun visie te geven op het aantal geregistreerde aanvaringen van stuwen, de gerelateerde effecten en de invloed van specifieke kenmerken op het risicoprofiel.

Frequentie van aanvaringen stuwen

In de SOS-database zijn 3 aanvaringen met stuwen geregistreerd in de periode 2009-2018. Het betreft:

- De aanvaring te Grave, waar een benzeentanker door de stuw is gevaren;
- Een aanvaring te Belfeld, waarbij een mototankschip de stuw heeft aangevaren
- Een aanvaring te Belfeld, waarbij het anker van een mototankschip in de stuw is gekomen.

Daarnaast zijn er meerdere incidenten geregistreerd die potentieel in een aanvaring met de stuw hadden kunnen leiden (bijna-ongevallen).

Hoewel we ervan uit gaan dat alle aanvaringen met stuwen in de database geregistreerd staan, kan het zijn dat we toch wat aanvaringen missen (denk aan lichtere incidenten waarbij weinig schade is of er pas achteraf schade wordt geconstateerd, maar niet meer wordt vastgelegd). Om het aantal aanvaringen bij te stellen wordt u gevraagd om een schatting te doen van het aantal aanvaringen met stuwen in de afgelopen 10 jaar op basis van uw eigen inschatting/ervaring. In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 45 tot en met 54 aanvullende informatie worden gevonden over de stuwen, de geregistreerde ongevalsfrequenties en de meest ernstige incidenten.

Vraag 1

De SOS-database heeft 3 aanvaringen met stuwen geregistreerd in de periode 2009-2018. Wat is uw eigen inschatting van het aantal aanvaringen met stuwen in de afgelopen 10 jaar?

Tussen
jaar.

Getal.

minimaal en

Getal.

maximaal aanvaringen per 10

Indien afwijkend, kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Letselschade van aanvaringen van stuwen

In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 45 tot en met 54 aanvullende informatie worden gevonden over letselschade per individuele stuw. Op basis van de beschrijvingen van de individuele stuwen is geen letselschade gevonden. Dit levert een risicopiramide, zoals hieronder.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

Risicopiramide Aanvaringen Stuwen – Letselschade

Vraag 2

Om het aantal aanvaringen met letselschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een stuw gepaard gaat met een bepaalde vorm van letselschade. In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 – Geen slachtoffers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 – licht letsel	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2 – Een zwaargewonde	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3 – Meerdere zwaargewonden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4 – Een dode of vermiste	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5 – Meerdere doden of vermisten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

Economische schade van aanvaringen van stuwen

In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 45 tot en met 54 aanvullende informatie worden gevonden over economische schade per individuele stuw. Op basis van de beschrijvingen van de individuele stuwen is bij alle drie de geregistreerde aanvaringen sprake geweest van economische schade. Bij het ongeval te Grave bestond de schade uit financiële schade en stremmingen. Bij de overige aanvaringen was er eenmaal sprake van financiële schade. In een enkel geval was er geen schade geregistreerd. Dit levert een risicopiramide, zoals hieronder.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	1 (34%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (33%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0 (0%)
0	Geen schade	1 (33%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

Risicopiramide Aanvaringen stuwen – Economische schade

Vraag 3

Om het aantal aanvaringen met economische schade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een stuw gepaard gaat met een bepaalde vorm van economische schade. In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	 per jaar
E0 – Geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 – Schade tot maximaal 10.000 euro of stremming < 1 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30
E2 – Schade tot maximaal 1.000.000 euro of stremming < 2 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	..
E3 – Schade tussen 1 en 15 miljoen of stremmingen tot 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	..
E4 – Schade tussen 15 en 100 miljoen of stremming > 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	..
E5 – Schade meer dan 100 miljoen en stremming > meerdere dagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	..

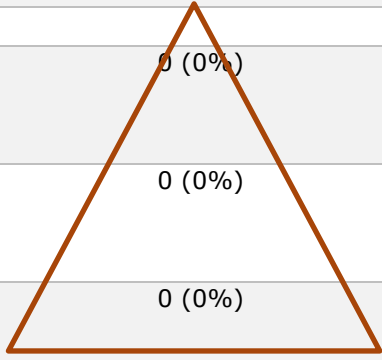
Geef hier een toelichting.

Milieuschade van aanvaringen van stuwen

In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 45 tot en met 54 aanvullende informatie worden gevonden over milieuschade per individuele stuw. Bij de drie geregistreeerde ongevallen is geen milieuschade geregistreerd. Daarbij wordt wel een kanttekening geplaatst. Bij het ongeval te Grave is benzeen vrijgekomen in de lucht. Daarnaast is een kanaalpand drooggevallen, wat mogelijk consequenties kan hebben gehad op flora en fauna.

De risicopiramide voor milieuschade op basis van de SOS-registratie is hieronder weergegeven.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN STUWEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



Risicopiramide Aanvaringen Stuwen – Milieuschade

Vraag 4

Om het aantal aanvaringen met milieuschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een stuw gepaard gaat met een bepaalde vorm van milieuschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse o.b.v. SOS-registratie zijn geel gearceerd.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 - geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 - Grenswaarden overschreden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2 - Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3 - Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4 - Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5 - Grote verstoring, herstel duurt jaren gezondheidsrisico's, zeer ernstige impact.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Risico verhogende/verlagende kenmerken

In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen" is informatie verzameld aangaande specifieke kenmerken van stuwen die het risicoprofiel kunnen verhogen, dan wel verlagen. De data-analyse geeft daartoe een beperkt aantal aanknopingspunten. De exacte ongevalsoorzaak van incidenten wordt meestal niet beschreven, waardoor er onvoldoende houvast is om deze kenmerken in detail te analyseren. De kenmerken in het rapport zijn dan ook voornamelijk bepaald aan de hand van ervaring en expert judgement.

Aan de experts wordt gevraagd om hun visie te geven om hoeverre de specifieke kenmerken bijdragen aan het risicoprofiel. Daarnaast zijn er een aantal vrije velden in de tabel opgenomen, waarin eventuele aanvullende kenmerken kunnen worden toegevoegd.

Vraag 5

Geef aan wat uw visie is op de invloed van verschillende kenmerken op de kans op aanvaring en het effect van een aanvaring en geef in de laatste kolom een toelichting op uw keuze. Indien gewenst kunt u onder aan de tabel extra kenmerken toevoegen. Deze kenmerken zijn opgenomen om de volgende redenen:

- **Situering:** De situering van de stuw kan een rol spelen bij aanvaringen van stuwen, denk hierbij:
 - De ligging van de stuwen ten opzichte van de sluizen. Als de routing niet intuïtief is, dan is er kans op misinterpretaties. Dit heeft wellicht een risico verhogend effect.
 - De ligging van de stuw nabij een kruispunt. Bij een stuw dicht op een kruispunt zijn interpretatiefouten mogelijk, waardoor het risico op aanvaringen wellicht is verhoogd.
 - De lengte van het stuwkanaal. Als het stuwkanaal kort is, is de kans groter dat een schip met motorproblemen tegen de stuw aanloopt doordat men minder tijd heeft om het anker uit te werpen. Dit kan een risico verhogend effect hebben.
- **Constructieve stijfheid:** Naarmate de stuw constructief robuuster/sterker is uitgevoerd, is deze beter geschikt om aanvaringen te weerstaan. De lichter uitgevoerde stuwen zijn daardoor meer vatbaar voor aanvaringen.
- **Onvoldoende uniformiteit in de beboeiing/bebording:** Doordat niet alle stuwen op dezelfde manier zijn voorzien van borden, boeien, etc, kan de kans op aanvaringen toenemen.
- **Onvoldoende informatievoorziening:** Onvoldoende informatie in de vorm van boeien, ECDIS-informatie, etc. Door het ontbreken van informatie kan de kans op aanvaringen toenemen.
- **Aanwezigheid mitigerende maatregelen:**
 - Aanwezigheid bollenlijn en boeien (is meestal al voorzien in de bestaande situatie)
 - Aanwezigheid aanvaarbeveiligingen
 - Aanwezigheid vuilvangers (drijfvuil kan stuw onklaar maken)
- **Intensiteit vaarweg:** Het kans op een aanvaring is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg.

De experts wordt gevraagd om op basis van de eigen ervaring een indicatie te geven van de kans op aanvaringen en de effecten van aanvaringen onder specifieke omstandigheden/kenmerken in vergelijking met het landelijke en gemiddelde risicoprofiel, welke is gebaseerd op alle stuwen, ongeacht de kenmerken. Desgewenst kunnen er aanvullende kenmerken aan de tabel worden toegevoegd.

Kenmerken	Invloed op kans aanvaring	Invloed op effect aanvaring	Toelichting
Situering, ligging nabij sluis, waarbij stuw in het verlengde van de vaarweg ligt	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Situering ligging nabij kruispunt	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Situering, kort stuwkanaal	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Lage constructieve stijfheid	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Onvoldoende uniformiteit in beboeiing/bebording	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Onvoldoende informatievoorziening	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen en beboeiing	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid vuilvanger	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Intensiteit vaarweg	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Vrije velden voor overige kenmerken (eventuele aanvullende essentiële kenmerken)			
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.

Vraag 6

Kunt u de 10 belangrijkste kenmerken aangeven die het meest kunnen bijdragen aan een verhoogd risicoprofiel? Het kenmerk met het grootste effect te starten met 1. Kenmerken die juist leiden tot een beter risicoprofiel behoeven niet te worden genummerd.

Kenmerk	Volgorde (van 1 tot en met 10)
Situering, ligging nabij sluis, waarbij stuw in het verlengde van de vaarweg ligt	
Situering ligging nabij kruispunt	
Situering, kort stuwkanaal	
Lage constructieve stijfheid	
Onvoldoende uniformiteit in beboeiing/bebording	
Onvoldoende informatievoorziening	
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen en beboeiing	
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging	
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid vuilvanger	
Intensiteit vaarweg	

HUISWERKOPDRACHT: AANVARINGEN VAN KERINGEN

Inleiding

In de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", werkconcept 004, d.d. 12 augustus 2019) is op basis van de SOS-database een analyse gedaan naar aanvaringen van keringen in de periode van 2009 tot 2018. De analyse van de aanvaringen van keringen is in de rapportage opgenomen in paragraaf 3.2.4. Deze paragraaf geeft een indicatie over het aantal geregistreerde aanvaringen van keringen en de gerelateerde effecten.

Uit ervaring weten we dat de analyse op basis SOS-database een goed eerste beeld geeft, maar dat de data niet op alle fronten even betrouwbaar is. Financiële schade en de stremmingsduur worden vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Correctie achteraf vindt meestal niet meer plaats. Hierdoor kan de werkelijk opgetreden schade afwijken ten opzichte van de uitkomsten uit de data-analyse.

Om een meer betrouwbaar beeld te krijgen van de landelijke aanvaarrisico's zal de informatie uit de data-analyse worden verrijkt met de ervaring van experts. Dit vindt plaats middels een huiswerkopdracht in combinatie met een werksessie. Deze exercitie heeft het doel om de data-analyse te verrijken met ervaringsdeskundigheid en vervolgens meer inzicht te krijgen in de specifieke kenmerken aspecten die het risico op een aanvaring van een kering doen verhogen.

In de voorliggende huiswerkopdracht worden de experts gevraagd om hun visie te geven op het aantal geregistreerde aanvaringen van keringen, de gerelateerde effecten en de invloed van specifieke kenmerken op het risicoprofiel.

Frequentie van aanvaringen keringen

In de SOS-database zijn 3 aanvaringen met stuwen geregistreerd in de periode 2009-2018. Het betreft:

- De aanvaring aan de binnenzijde van de Oosterscheldekering, waarbij schade is ontstaan aan het schip en de vaarweg.
- Een aanvaring van een motortankschip met de pijlers van de Hartelkering door een motorstoring;
- Een aanvaring van een motortankschip met de Hartelkering gevaren. Door deze aanvaring is het schip lekgeraakt.

Daarnaast zijn er meerdere incidenten geregistreerd die potentieel in een aanvaring met de kering hadden kunnen leiden (bijna-ongevallen), denk daarbij aan motorstoringen in de nabijheid van de kering, het gronden in de nabijheid van de kering (Ramspolskering) en aanvaringen in de nabijheid van de kering.

Hoewel we ervan uit gaan dat alle aanvaringen met keringen in de database geregistreerd staan, kan het zijn dat we toch wat aanvaringen missen (denk aan lichtere incidenten waarbij weinig schade is of er pas achteraf schade wordt geconstateerd, maar niet meer wordt vastgelegd). Om het aantal aanvaringen bij te stellen wordt u gevraagd om een schatting te doen van het aantal aanvaringen met stuwen in de afgelopen 10 jaar op basis van uw eigen inschatting/ervaring. In paragraaf 3.2.4 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 55 tot en met 66 aanvullende informatie worden gevonden over de keringen, de geregistreerde ongevalsfrequenties en de meest ernstige incidenten.

Vraag 1

De SOS-database heeft 3 aanvaringen met keringen geregistreerd in de periode 2009-2018. Wat is uw eigen inschatting van het aantal aanvaringen met keringen in de afgelopen 10 jaar?

Tussen
jaar.

minimaal en

maximaal aanvaringen per 10

Geef hier een toelichting.

Indien afwijkend, kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Letselschade van aanvaringen van keringen

In paragraaf 3.2.3 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 55 tot en met 66 aanvullende informatie worden gevonden over letselschade per individuele kering. Op basis van de beschrijvingen van de individuele keringen is geen letselschade gevonden. Dit levert een risicopiramide, zoals hieronder.

RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
4	Een dode of vermiste	0 (0%)
3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
2	Een zwaargewonde	0 (0%)
1	Licht letsel	0 (0%)
0	Geen slachtoffers	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)

Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Letselschade

Vraag 2

Om het aantal aanvaringen met letselschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een kering gepaard gaat met een bepaalde vorm van letselschade. In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 – Geen slachtoffers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 – licht letsel	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2 – Een zwaargewonde	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3 – Meerdere zwaargewonden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4 – Een dode of vermiste	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5 – Meerdere doden of vermisten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

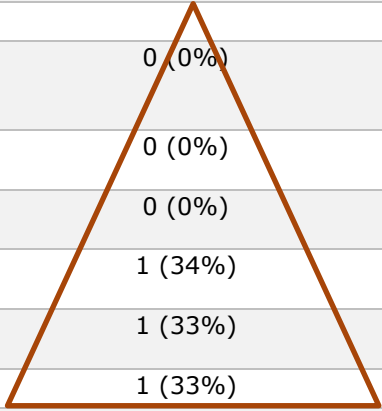
Kunt u ook aangeven waarom u afwijkt van de geel aangegeven velden (op basis van de SOS-registraties)?

Geef hier een toelichting.

Economische schade van aanvaringen van stuwen

In paragraaf 3.2.4 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 55 tot en met 66 aanvullende informatie worden gevonden over economische schade per individuele kering. Op basis van de beschrijvingen van de individuele keringen zijn er drie aanvaringen geweest, waarbij in twee gevallen sprake was van financiële schade, met name aan de schepen en beperkt aan de vaarweginfrastructuur. Dit levert een risicopiramide, zoals hieronder.

RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Meer dan 100 miljoen Stremming > meerdere dagen	0 (0%)
4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)
3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)
2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (34%)
1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	1 (33%)
0	Geen schade	1 (33%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Economische schade

Vraag 3

Om het aantal aanvaringen met economische schade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een kering gepaard gaat met een bepaalde vorm van economische schade. In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse aan de hand van de SOS-registratie zijn in geel aangegeven als referentie. Let op dat het totaal aantal aanvaringen in deze vraag overeen dient te komen met de inschatting van het aantal aanvaringen in vraag 1.

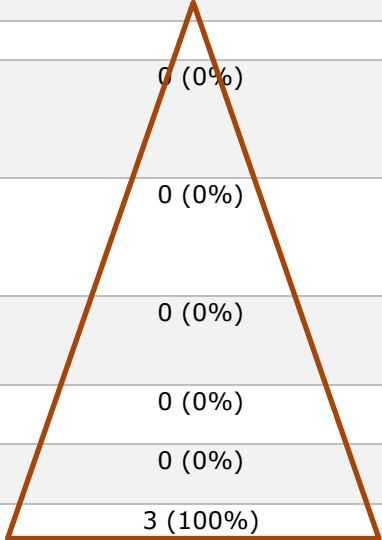
Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	 per jaar
E0 – Geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E1 – Schade tot maximaal 10.000 euro of stremming < 1 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	: ☐
E2 – Schade tot maximaal 1.000.000 euro of stremming < 2 uur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	: ☐
E3 – Schade tussen 1 en 15 miljoen of stremmingen tot 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	: ☐
E4 – Schade tussen 15 en 100 miljoen of stremming > 1 dag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	: ☐
E5 – Schade meer dan 100 miljoen en stremming > meerdere dagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	: ☐

Geef hier een toelichting.

Milieuschade van aanvaringen van keringen

In paragraaf 3.2.4 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen", kan op bladzijde 55 tot en met 66 aanvullende informatie worden gevonden over milieuschade per individuele kering. Bij de drie geregistreerde ongevallen is geen milieuschade geregistreerd. De risicopiramide voor milieuschade op basis van de SOS-registratie is hieronder weergegeven.

RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE – AANVARINGEN KERINGEN		
Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)
1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)
0	Geen milieueffect	3 (100%)
Totaal aantal incidenten		3 (100%)



Risicopiramide Aanvaringen Keringen – Milieuschade

Vraag 4

Om het aantal aanvaringen met milieuschade bij te stellen wordt u gevraagd om in te schatten hoe groot de kans is dat een aanvaring van een kering gepaard gaat met een bepaalde vorm van milieuschade? In iedere rij dient u één of meerdere (in het geval van een range) keuzes aan te geven door de relevante vakjes aan te kruisen. De resultaten van de data-analyse o.b.v. SOS-registratie zijn geel gearceerd.

Effectklasse	Komt niet voor	Eens per 200 jaar	Eens per 100 jaar	Eens per 50 jaar	Eens per 20 jaar	Eens per 10 jaar	Eens in de 5 jaar	Eens per jaar	5 per jaar	10 per jaar	... per jaar
E0 - geen schade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ 0,3
E1 - Grenswaarden overschreden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E2 - Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E3 - Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E4 - Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	...
E5 - Grote verstoring, herstel duurt jaren gezondheidsrisico's, zeer ernstige impact.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒ ...

Kunt u ook aangeven waarom u aan deze aantallen denkt?

Geef hier een toelichting.

Risico verhogende/verlagende kenmerken

In paragraaf 3.2.4 van de "Datarapportage aanvaringen van bruggen, sluizen, stuwen en keringen" is informatie verzameld aangaande specifieke kenmerken van keringen die het risicoprofiel kunnen verhogen, dan wel verlagen. De data-analyse geeft daartoe een beperkt aantal aanknopingspunten. De exacte ongevalsoorzaak van incidenten wordt meestal niet beschreven, waardoor er onvoldoende houvast is om deze kenmerken in detail te analyseren. De kenmerken in het rapport zijn dan ook voornamelijk bepaald aan de hand van ervaring en expert judgement.

Aan de experts wordt gevraagd om hun visie te geven om hoeverre de specifieke kenmerken bijdragen aan het risicoprofiel. Daarnaast zijn er een aantal vrije velden in de tabel opgenomen, waarin eventuele aanvullende kenmerken kunnen worden toegevoegd.

Vraag 5

Geef aan wat uw visie is op de invloed van verschillende kenmerken op de kans op aanvaring en het effect van een aanvaring en geef in de laatste kolom een toelichting op uw keuze. Indien gewenst kunt u onder aan de tabel extra kenmerken toevoegen. Deze kenmerken zijn opgenomen om de volgende redenen:

- **Situering:** De situering van de kering kan een rol spelen bij aanvaringen van stuwen. Als de ligging van de kering ten opzichte van de doorgaande vaarweg niet intuïtief is, kan dit de kans op ongevallen doen toenemen;
- **Constructieve stijfheid:** Naarmate de kering constructief robuuster/sterker is uitgevoerd, is deze beter geschikt om aanvaringen te weerstaan. De lichter uitgevoerde keringen zijn daardoor meer vatbaar voor aanvaringen.
- **Redundantie:** Keringen die redundant zijn uitgevoerd zullen ook na aanvaringen hun kerende functie behouden. Keringen zonder redundantie hebben daardoor wellicht een hoger risicoprofiel.
- **Korte keringen:** Bij de langere keringen, zoals de Oosterscheldekering en de Haringvlietsluizen, is de lekstroom na een aanvaring onvoldoende om de kerende functie aan te tasten. Korte keringen hebben hierdoor wellicht een verhoogd risicoprofiel.
- **Aanwezigheid mitigerende maatregelen:**
 - Aanwezigheid bollenlijn, boeien, bebording/informatie. Door betere informatievoorziening weet de schipper beter wat hij op zijn route kan verwachten, waardoor het risicoprofiel op aanvaringen wellicht afneemt.
 - Aanwezigheid aanvaarbeveiligingen: Met aanvaarbeveiligingen kan het effect van aanvaringen worden beperkt, waardoor de effecten van de aanvaringen afnemen (Voorbeeld Maeslantkering) waarbij de kering buiten bedrijf in een dok is weggewerkt, buiten het bereik van de doorgaande schepen.
- **Intensiteit vaarweg:** Het kans op een aanvaring is mede gerelateerd aan de intensiteit op de vaarweg.
- **Type Kering:**
 - Balgstuw: dit type lijkt een verhoogd risicoprofiel te hebben doordat de balg kan beschadigen door grondingen/ankers of voorwerpen op de bodem;
 - Anders?

De experts wordt gevraagd om op basis van de eigen ervaring een indicatie te geven van de kans op aanvaringen en de effecten van aanvaringen onder specifieke omstandigheden/kenmerken in vergelijking met het landelijke en gemiddelde risicoprofiel, welke is gebaseerd op alle keringen, ongeacht de kenmerken. Desgewenst kunnen er aanvullende kenmerken aan de tabel worden toegevoegd.

Kenmerken	Invloed op kans aanvaring	Invloed op effect aanvaring	Toelichting
Situering	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Lage constructieve stijfheid	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Ontbreken redundantie	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
"Korte" keringen	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen, beboeiing, bebording, informatie	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Type kering, balgstuw	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
Vrije velden voor overige kenmerken (eventuele aanvullende essentiële kenmerken)			
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.
	Kies een item.	Kies een item.	Geef hier een toelichting.

Vraag 6

Kunt u de 10 belangrijkste kenmerken aangeven die het meest kunnen bijdragen aan een verhoogd risicoprofiel? Het kenmerk met het grootste effect te starten met 1. Kenmerken die juist leiden tot een beter risicoprofiel behoeven niet te worden genummerd.

Kenmerk	Volgorde (van 1 tot en met 10)
Situering	
Lage constructieve stijfheid	
Ontbreken redundantie	
"Korte" keringen	
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid bollenlijnen, beboeiing, bebording, informatie	
Mitigerende maatregelen: aanwezigheid aanvaarbeveiliging	
Type kering, balgstuw	

Bijlage B Factsheets

FACTSHEET AANVAARRISICO BRUGGEN

AANTAL ONGEVALLEN

Totaal aantal ongevallen

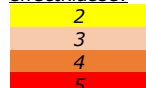
RWS heeft meer dan 1.100 bruggen in beheer. In de SOS-database zijn 528 aanvaringen met bruggen geregistreerd. De geregistreerde aanvaringen omvatten niet alleen de aanvaringen met bruggen van RWS, maar ook de aanvaringen met bruggen van andere vaarwegbeheerders. De experts onderschrijven vrijwel unaniem de stelling dat de SOS-database onderregistratie geeft.

Met betrekking tot de SOS-registratie is een aantal issues bekend. Kleine schades worden vaak niet gemeld en geregistreerd. Als er wel sprake is van financiële schade of stremmingen dan is de daadwerkelijk schade vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Bijstelling achteraf vindt meestal niet plaats. Tenslotte is gebleken dat spoor- en wegstremmingen in de praktijk slecht worden bijgehouden, waardoor de SOS-database specifiek voor dit onderzoek is verrijkt met data uit mediaberichten. Over de mate van onderregistratie hebben de experts geen eenduidig beeld. Het beeld is dat met name aanvaringen met lage effecten niet worden geregistreerd. De gemiddelde bandbreedte van het aantal ongevallen ligt volgens de experts tussen 911 en 2113 aanvaringen.

EFFECTEN ONGEVALLEN

Effectklasse ongevallen

Legenda effectklasse:



Noot: In de figuur zijn alleen aanvaringen van bruggen opgenomen vanaf effectklasse 2

Voorbeeld ernstige ongevallen

In de periode 2009 – 2018 waren er 13 ongevallen met een effectscore van 10.000 of meer. Enkele voorbeelden van ernstige ongevallen:

- Borgbrug (dosiernummers 201844018 en 201425584): beide aanvaringen hebben geleid tot een schade van ruim 1,9 miljoen euro en een langdurige stremming van de (vaar)weg.
- Termeerbrug (dosiernummer 201424623): aanvaring door recreatievaart. De roerganger is als gevolg van het hard stoten van zijn hoofd overleden.

Risicopiramide letsel	RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)	0,2 (0,03%)
	4	Een dode of vermiste	2 (0,38%)	1,5 (0,2%)
	3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)	0,8 (0,1%)
	2	Een zwaargewonde	5 (0,95%)	5,9 (0,8%)
	1	Licht letsel	8 (1,52%)	34 (4,7%)
	0	Geen slachtoffers	513 (97,16%)	677 (94,1%)
	Totaal aantal incidenten		528 (100%)	719 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		2.058	3.969 (270 -12.270)
	Het risicoprofiel voor letsel schade wordt als midden geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en hoog risicoprofiel met een gemiddelde gelijk aan het middel profiel. Het algemene beeld van de experts is dat de werkelijke letsel schade iets hoger is in vergelijking met de SOS-database. De experts zijn van mening dat er een kleine kans bestaat op meer ernstige ongevallen, een dergelijk ongeval had in de afgelopen periode niet ondenkbaar geweest. De hogere inschatting van het aantal ongevallen ten opzichte van de SOS-database heeft voor letsel schade weinig invloed, de meeste van deze kleine aanvaringen leiden niet tot ernstige letsel schade. In de afgelopen periode is de meest ernstige letsel schade vooral veroorzaakt door recreatievaart (stoten hoofd). Er zijn in het buitenland en vanuit het verleden ook voorbeelden van dodelijk letsel bekend binnen de beroepsvaart. Dit gebeurt met name als de stuurhut wordt beschadigd bij de aanvaring. Deze ongevallen hebben ook plaatsgevonden in de afgelopen periode in Nederland, echter in de afgelopen periode zonder dodelijk letsel.			
Risicopiramide economische schade	RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE INCL. WEG EN SPOOR STREMMINGEN			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	7 (1,3%)	5,2 (0,75%)
	4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	5 (0,95%)	5,4 (0,8%)
	3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	30 (5,68%)	38,6 (5,5%)
	2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	71 (13,45%)	87,1 (12,5%)
	1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	108 (20,45%)	141,4 (20,3%)
	0	Geen schade	307 (58,14%)	419 (60,1%)
	Totaal aantal incidenten		528 (100%)	697 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		78.818	62.411 (18.100 – 98.300)
	Het risicoprofiel voor economische schade wordt als zeer hoog geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een hoog en zeer hoog risicoprofiel, gemiddeld is er sprake van een zeer hoog risicoprofiel. Het algemene en het gedrag beeld van de experts is dat de werkelijke economische schade op hoofdlijnen gelijk of hoger is aan de SOS-registratie. Het argument dat financiële schade niet goed wordt geregistreerd in de SOS-database heeft volgens de experts een klein effect. De schadebedragen bij aanvaringen van bruggen zijn in de regel laag in vergelijking met de grensbedragen in de verschillende effectgroepen. De financiële schade zit meestal in de lagere effectklassen. Aanvaringen in de hogere effectgroepen zijn in de regel aanvaringen door beroepsvaart. Deze aanvaringen kunnen in potentie leiden tot lange stremmingen en financiële schade. Met name stremmingen op weg en spoor zijn leidend voor het aantal aanvaringen in de hoogste effect groepen. Incidenteel kan het voorkomen dat ook recreatievaart een aanvaring veroorzaakt die leidt tot financiële schade aan de brug en/of een stremming, maar in de regel zijn de effecten van een aanvaring door recreatievaart beperkt.			
Risicopiramide milieuschade	RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)	0,01 (0,00%)
	4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,08 (0,01%)
	3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,08 (0,01%)
	2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	2 (0,38%)	1,6 (0,30%)
	1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)	0,4 (0,07%)
	0	Geen milieueffect	526 (99,62%)	537 (99,60%)
	Totaal aantal incidenten		528 (100%)	539 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		20	175 (6-580)
	Het risicoprofiel voor milieuschade wordt als laag geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel, gemiddeld is sprake van een laag risicoprofiel.			

CONCLUSIE

FACTSHEET AANVAARRISICO SLUIZEN

AANTAL ONGEVALLEN

Totaal aantal ongevallen

RWS heeft 221 sluisen in beheer. In de SOS-database zijn 333 aanvaringen met sluisen geregistreerd. De geregistreerde aanvaringen omvatten niet alleen de aanvaringen met sluisen van RWS, maar ook de aanvaringen met sluisen van de andere vaarwegbeheerders. De experts onderschrijven vrijwel unaniem de stelling dat de SOS-database onderregistratie geeft.

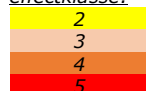
Met betrekking tot de SOS-registratie is een aantal issues bekend. Kleine schades worden vaak niet gemeld en geregistreerd. Als er wel sprake is van financiële schade of stremmingen dan is de daadwerkelijk schade vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Bijstelling achteraf vindt meestal niet plaats.

Over de mate van deze onderregistratie is geen eenduidigheid. Er heerst een wisselend beeld over het aantal gemiste aanvaringen. Hierbij wordt echter wel opgemerkt dat de gemiste aanvaringen vooral betrekking hebben op krassen, butsen en kleinere schades, die geen invloed hebben op het functioneren van de sluis en niet veel bijdragen aan het risicoprofiel. De gemiddelde bandbreedte van het aantal ongevallen ligt volgens de experts tussen 995 en 1635 aanvaringen.

EFFECTEN ONGEVALLEN

Locatie ongevallen

Legenda effectklasse:



Noot: In de figuur zijn alleen aanvaringen van sluisen opgenomen vanaf effectklasse 2. Er hebben geen aanvaringen plaatsgevonden met effectklasse 5.

Voorbeeld ernstige ongevallen

In de periode 2009 – 2018 waren er 4 ongevallen met een effectscore van 10.000 of meer. De schade was het grootst bij twee aanvaringen met de sluis Eefde.

- Dossiernummer 201323228: Sluis Eefde, vermoedelijk is een werkschip tegen de sluisdeur van sluis Eefde gevaren. Hierdoor is er schade aan de drempel van het bovenhoofd ontstaan. Ten gevolge van de reparatie is de sluis circa 2 dagen gestremd geweest. Het ongeval is geregistreerd met een effectscore van 10.000 voor stremmingen en een effectscore van 10 voor financiële schade. Deze laatste effectscore lijkt een onderschatting.
- Dossiernummer 201844793: Sluis Eefde, een motorvrachtschip heeft aanzienlijke schade veroorzaakt aan een stalen balk die in het beton gestort is, waar de sluisdeur opvalt en afdicht. De sluis moet eerst gerepareerd worden voordat de sluis weer in gebruik kan worden genomen. Het ongeval is geregistreerd met een effectscore van 10.000 voor stremmingen en een effectscore van 110 voor financiële schade.

Risicopiramide letsel	RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE		
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
		SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)
	4	Een dode of vermiste	0 (0%)
	3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)
	2	Een zwaargewonde	0 (0%)
	1	Licht letsel	0 (0%)
	0	Geen slachtoffers	333 (100%)
	Totaal aantal incidenten		333 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		0
			654 (0 – 2.050)
	Het risicoprofiel voor letsel schade wordt als laag tot midden geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. Het algemene en gedragen beeld is dat de daadwerkelijke letsel schade hoger is dan de SOS-database aangeeft. In de regel betreft het lichtere gewonden en zwaargewonden (botbreuken). De kans op meerdere zwaargewonden of dodelijk letsel bestaat wel, maar wordt door de meeste experts erg laag verondersteld. Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan een scenario waarbij een opvarende overboord valt en beknelde komt te zitten.		
Risicopiramide economische schade	RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE		
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
		SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	0 (0%)
	4	Max. 100 miljoen Stremming > 1 dag	4 (1,20%)
	3	Max. 15 miljoen Stremming < 1 dag	32 (9,61%)
	2	Max 1 miljoen Stremming < 2 uur	65 (19,52%)
	1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1 uur	77 (23,12%)
	0	Geen schade	155 (46,55%)
	Totaal aantal incidenten		333 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		7.927
			41.919 (7.927 – 132.750)
	Het risicoprofiel voor economische schade wordt als hoog geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een midden en zeer hoog risicoprofiel. Alles afwegende is het algemene beeld dat de economische schade in werkelijkheid hoger zal zijn dan de SOS-database aangeeft. Daarbij zijn de vaarstremmingen als maatgevend beoordeeld. Alhoewel de financiële schade behoorlijk hoog kan zijn, is de effectgroepen voor financiële schade niet hoger dan 3. In de werksessie is opgemerkt dat de SOS-database alleen de ongeplande stremmingen registreert. Het herstel van de schade wordt gepland en het gepland onderhoud ontbreekt vaak in de SOS-database, mede ook omdat dit onderhoud vaak moeilijk is te verbijzonderen naar een specifiek ongeval (schades van meerdere aanvaringen worden gelijktijdig hersteld).		
Risicopiramide milieuschade	RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE		
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]
		SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)
	4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)
	3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)
	2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	1 (0,30%)
	1	Grenswaarden overschreden	2 (0,60%)
	0	Geen milieueffect	330 (99,10%)
	Totaal aantal incidenten		333 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		12
			255 (12 – 1.710)
	Het risicoprofiel voor milieuschade wordt als laag geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. Milieuschade is slechts driemaal geregistreerd (Dossiernummers 201115748, 201527502 en 201010200) en telkens met beperkte effecten. Eén ongeval had in potentie echter tot meer ernstige effecten kunnen leiden. Veel experts bevestigen de bevindingen uit de SOS-database en hebben geen aanleiding om de risicopiramide voor milieuschade significant te wijzigen. Wel is er een kleine kans dat er een keer een meer ernstig geval zal gebeuren en derhalve wordt de risicoscore door de experts wel iets hoger ingeschat.		

Legenda
risicoprofiel:

Effect klasse	Veiligheid, Gezondheid, Maatschappij	Milieuschade	Economische schade voor RWS en eigenaar/stremming	Effectscore in SOS	Maximaal 1x per 20 jaar	Tussen 1x per 20 jaar en 1x per 2 jaar	Tussen 1x per 2 jaar en 5x per jaar	Tussen 5x per jaar en 50x per jaar	Meer dan 50x per jaar
5 - Zeer ernstig	Meerdere doden of gewonden	Omvangrijke schade aan flora en fauna in een groot gebied, waarbij herstel jaren gaat duren.	Stremming vaargeul meer dan 7 dagen en/of materiële schade groter dan 100 Mln	100.000	5000	50000	500000	5000000	50000000
4 - Ernstig	Een dode of vermiste	Ernstige verstoring van meer dan 1 jaar in een middelgroot gebied. Grotendeels herstel van milieuwwaarden binnen een periode van enkele jaren mogelijk.	Stremming vaargeul meerdere dagen, en/of materiële schade tussen 15 Mln – 100 Mln	10.000	500	5000	50000	500000	5000000
3 - Beperkt	Meerdere zwaargewonden	Lokale verstoring, middelgrote en vooral tijdelijke schade aan flora en fauna, ongewenste milieubelasting duurt maximaal 1 jaar. Volledige herstelmogelijkheden van het milieu.	Stremming vaargeul 1 dag, en/of materiële schade tussen 1 Mln – 15 Mln	1.000	50	500	5000	50000	500000
2 - Licht	Een zwaargewonde	Kortdurende overschrijding van grenswaarden in een klein gebied zonder blijvende schade aan flora en fauna. Volledig herstel is verzekerd.	Stremming vaargeul in orde van 2 uren, en/of materiële schade tot 1 Mln	100	5	50	500	5000	50000
1 - Zeer licht	Licht letsel	Grenswaarden voor vervuiling niet overschreden	Minder dan 1 uur stremming, en/of materiële schade in orde 10 duizenden euro's.	10	0,5	5	50	500	5000
0 - Nihil	Geen slachtoffers	Geen milieuschade	Geen economische schade	0	0	0	0	0	0

Risico
verhogende
kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

- Conformiteit richtlijn vaarwegen
- Intensiteiten
- Constructieve aspecten/kwetsbaarheid
- Omgevingsfactoren die de werkdruk van de schipper verhogen
- Grote impact (bijv. stremming van de vaarweg en/of verlaging/verhoging waterstanden).

Veel experts hebben aangegeven dat een enkel kenmerk op zich niet risicoverhogend hoeft te zijn. De kans op een aanvaring neemt vooral toe als de taak van de schipper zwaarder wordt. De genoemde aspecten resulteren vrijwel allemaal in een mate van taakverzwaring voor de schipper. Naarmate de taak zwaarder wordt zal de kans op ongevallen wel toenemen.

Toekomstige ontwikkelingen

Met betrekking tot de aanvaring van sluizen zijn vier ontwikkelingen relevant:

- Intensivering van ladingstromen. In de praktijk is te zien dat de toename van ladingstromen vooral door schaalvergroting van de schepen wordt opgevangen. De intensiteiten nemen hierdoor niet toe of nemen zelfs af. De grotere massa van de beroepsschepen kan leiden tot grotere effecten bij aanvaringen.
- Met betrekking tot de recreatievaart zijn experts verdeeld over de ontwikkelingen. Er is minder eigen bezit, maar door verhuur worden schepen intensiever gebruikt. Alhoewel landelijk lagere intensiteiten op de vaarweg zijn te zien, kan dat op lokaal niveau anders zijn. Wat de toekomst brengt is onzeker.
- Opwaardering vaarwegen. Bepaalde vaarwegen, zoals de Maas en het Twentekanaal worden/zijn opgewaardeerd, waardoor grotere schepen op het traject worden toegelaten. De bestaande objecten zijn hierop vaak nog niet aangepast. Dit kan het risicoprofiel op aanvaringen van de objecten doen toenemen.
- Klimaatverandering: de waterstanden hebben invloed op de beschikbare doorvaarthoogte en breedte bij sluizen.

Het risico 'aanvaringen van sluizen' wordt gemiddeld door de experts en op basis van de SOS-database gezien een **hoog** risico, waardoor vervolgonderzoek is verantwoord. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het toetsingskader geen onderscheid maakt naar het aantal objecten dat binnen het risico is onderzocht. De groep sluizen omvat een grote hoeveelheid sluizen, waardoor de gemiddelde risicoscore per object laag uitvalt. Op objectniveau bestaan er echter grote verschillen in het risicoprofiel. Het is daarom belangrijk om in het vervolgonderzoek te focussen op die objecten die een duidelijk verhoogd risicoprofiel kennen.

FACTSHEET AANVAARRISICO STUWEN

AANTAL ONGEVALLEN

Totaal aantal ongevallen

RWS heeft 10 stuwen in beheer. In de SOS-database zijn 3 aanvaringen met stuwen geregistreerd in de periode 2009-2018. Het betreft:

- De aanvaring te Grave, waar een benzeentanker door de stuw is gevaren;
- Een aanvaring te Belfeld, waarbij een mototankschip de stuw heeft aangevaren
- Een aanvaring te Belfeld, waarbij het anker van een mototankschip in de stuw is gekomen.

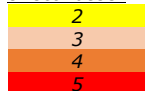
Met betrekking tot de SOS-registratie is een aantal issues bekend. Kleine schades worden vaak niet gemeld en geregistreerd. Als er wel sprake is van financiële schade of stremmingen dan is de daadwerkelijk schade vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Bijstelling achteraf vindt meestal niet plaats.

De experts hebben een verdeeld beeld over het totaal aantal aanvaringen, maar het gemiddelde beeld is dat het aantal ongevallen in werkelijkheid iets hoger zal zijn. De gemiddelde bandbreedte van het aantal ongevallen ligt volgens de experts tussen 2,3 en 7,7 aanvaringen in 10 jaar.

EFFECTEN ONGEVALLEN

Locatie ongevallen

Legenda
effectklasse:



Noot: In de figuur zijn alleen aanvaringen van stuwen opgenomen vanaf effectklasse 2.

Voorbeeld ernstige ongevallen

In de periode 2009 – 2018 was er één ongeval met een effectscore van 10.000 of meer.

- Dossiernummer 201630743 (en 201630793): Een tanker geladen met 2000 ton benzeen is afvarig door de gesloten stuw Grave gevaren. Van de tanker is van het dek alle leidingen plus de stuurhut eraf gevaren. Er zijn dampen benzeen vrijgekomen en er zijn klachten uit de omgeving binnengekomen, maar er is geen uitstroom af lekkage. De stuw is ernstig beschadigd, de hersteltijd is afhankelijk van beschadiging aan de betonnen aanslag. De verkeersbrug is met uitzondering van lichte voertuigen en hulpdiensten volledig gestremd. Door de beschadiging is er water weggelopen uit het gedeelte van de Maas tussen Sambeek en Grave. Dit zorgde voor een stremming voor de scheepvaart. Diverse woonboten zijn droog komen te liggen.

<i>Risicopiramide letsel</i>	RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)	0,25 (3,0%)
	4	Een dode of vermiste	0 (0%)	0,30 (3,7%)
	3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)	0,40 (4,9%)
	2	Een zwaargewonde	0 (0%)	0,60 (7,1%)
	1	Licht letsel	0 (0%)	1,3 (16,3%)
	0	Geen slachtoffers	3 (100%)	5,3 (65%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	8,2 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		0	2.847 (759 – 5.556)
	Het risicoprofiel voor letsel schade wordt als laag tot midden geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en hoog risicoprofiel. Het algemene en gedragen beeld is dat de daadwerkelijke letsel schade hoger is dan de SOS-database aangeeft, omdat er volgens de experts een behoorlijke kans bestaat op aanvaringen met ernstige letseleffecten. Het risicoprofiel is lager in vergelijking met de eerdere risicobeoordeling bij het onderzoek naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen. Hierin speelt mee dat er inmiddels maatregelen genomen zijn om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.			
<i>Risicopiramide economische schade</i>	RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	1 (33,3%)	0,1 (1,1%)
	4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)	0,2 (2,7%)
	3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)	0,3 (4,5%)
	2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (33,3%)	0,7 (8,9%)
	1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	0 (0%)	5,8 (78,3%)
	0	Geen schade	1 (33,3%)	0,3 (4,5%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	7,5 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		10.010	1.079 (200 – 2.270)
	Het risicoprofiel voor economische schade wordt als midden tot hoog geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. Alles afwegende is het algemene beeld dat de economische schade in werkelijkheid lager zal zijn dan de SOS-database aangeeft. De hoge beoordeling volgens de SOS-database hangt samen met het incident te Grave. De kans op een dergelijk incident wordt kleiner verondersteld dan uit de afgelopen tien jaar blijkt en het risicoprofiel wordt als gevolg daarvan minder zwaar ingeschat door de experts. Het risicoprofiel is lager in vergelijking met de eerdere risicobeoordeling bij het onderzoek naar het vaarwegbeeld van sluis en stuwcomplexen. Hierin speelt mee dat er inmiddels maatregelen genomen zijn om het vaarwegbeeld te verduidelijken voor schippers.			
<i>Risicopiramide milieuschade</i>	RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)	0,1 (1,1%)
	4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,1 (1,4%)
	3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,1 (0,9%)
	2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)	0,2 (3%)
	1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)	0,4 (6,5%)
	0	Geen milieueffect	3 (100%)	5,3 (87,1%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	6,12 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		0	758 (562 – 1.100)
	Het risicoprofiel voor milieuschade wordt als laag tot midden geclassificeerd. De beoordeling van experts valt binnen een midden risicoprofiel. De experts schatten de kans op een ernstig milieu-incident laag in, maar een dergelijk incident wordt niet onmogelijk geacht. Hiermee komen de experts tot een hogere beoordeling in vergelijking met de SOS-database en komen zij uit in de "midden" risicogroep.			

Laag
Midden
Hoog
Zeer hoog

Effect klasse	Veiligheid, Gezondheid, Maatschappij	Milieuschade	Economische schade voor RWS en eigenaar/stremming	Effectscore in SOS	Maximaal 1x per 20 jaar	Tussen 1x per 20 jaar en 1x per 2 jaar	Tussen 1x per 2 jaar en 5x per jaar	Tussen 5x per jaar en 50x per jaar	Meer dan 50x per jaar
5 - Zeer ernstig	Meerdere doden of gewonden	Omvangrijke schade aan flora en fauna in een groot gebied, waarbij herstel jaren gaat duren.	Stremming vaargeul meer dan 7 dagen en/of materiële schade groter dan 100 Mln	100.000	5000	50000	500000	5000000	50000000
4 - Ernstig	Een dode of vermiste	Ernstige verstoring van meer dan 1 jaar in een middelgroot gebied. Grotendeels herstel van milieuwwaarden binnen een periode van enkele jaren mogelijk.	Stremming vaargeul meerdere dagen, en/of materiële schade tussen 15 Mln – 100 Mln	10.000	500	5000	50000	500000	5000000
3 - Beperkt	Meerdere zwaargewonden	Lokale verstoring, middelgrote en vooral tijdelijke schade aan flora en fauna, ongewenste milieubelasting duurt maximaal 1 jaar. Volledige herstelmogelijkheden van het milieu.	Stremming vaargeul 1 dag, en/of materiële schade tussen 1 Mln – 15 Mln	1.000	50	500	5000	50000	500000
2 - Licht	Een zwaargewonde	Kortdurende overschrijding van grenswaarden in een klein gebied zonder blijvende schade aan flora en fauna. Volledig herstel is verzekerd.	Stremming vaargeul in orde van 2 uren, en/of materiële schade tot 1 Mln	100	5	50	500	5000	50000
1 - Zeer licht	Licht letsel	Grenswaarden voor vervuiling niet overschreden	Minder dan 1 uur stremming, en/of materiële schade in orde 10 duizenden euro's.	10	0,5	5	50	500	5000
0 - Nihil	Geen slachtoffers	Geen milieuschade	Geen economische schade	0	0	0	0	0	0

Risico
verhogende
kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

- Afleiden scheepvaart via een naastgelegen (lateraal) kanaal (scheepvaart kan niet meer bij de stuw komen)
- Onvoldoende of onvoldoende eenduidige informatievoorziening
- Bollenlijnen en boeien helpen om het risico te beperken, dit wordt eigenlijk gezien als onderdeel van een goede informatievoorziening.
- Intensiteiten op de vaarweg
- Zichtbaarheid van de stuw vanaf het splitsingspunt

De experts verwachten dat alle stuwen, ook de stuwen die een degelijk uiterlijk hebben, een frontale aanvaring van de maatgevende scheepvaart op snelheid niet kunnen weerstaan. De kans op dit soort aanvaringen wordt door de experts klein verondersteld. De effecten hiervan kunnen per stuw verschillen, maar zijn in dit onderzoek niet inzichtelijk geworden. Met name het uiteindelijke effect op de omgeving is wel sterk bepalend voor het totale risico.

Toekomstige ontwikkelingen

Met betrekking tot de aanvaring van stuwen zijn vier ontwikkelingen relevant:

- Intensivering van ladingstromen. In de praktijk is te zien dat de toename van ladingstromen vooral door schaalvergroting van de schepen wordt opgevangen. De intensiteiten nemen hierdoor niet toe of nemen zelfs af. De grotere massa van de beroepsschepen kan echter wel leiden tot grotere effecten bij aanvaringen.
- Met betrekking tot de recreatievaart zijn experts verdeeld over de ontwikkelingen. Er is minder eigen bezit, maar door verhuur worden schepen intensiever gebruikt. Alhoewel landelijk lagere intensiteiten op de vaarweg zijn te zien, kan dat op lokaal niveau anders zijn. Wat de toekomst brengt is onzeker.
- Opwaardering vaarwegen. Bepaalde vaarwegen, zoals de Maas en het Twentekanaal worden/zijn opgewaardeerd, waardoor grotere schepen op het traject worden toegelaten. De bestaande objecten zijn hierop niet aangepast. Dit kan het risicoprofiel op aanvaringen van de objecten doen toenemen.
- Klimaatverandering: de waterstanden hebben invloed op de beschikbare doorvaarthoogte en breedte bij stuwen.

CONCLUSIE

Het risico 'aanvaringen van stuwen' wordt gemiddeld door de experts en op basis van de SOS-database gezien een **midden** risico. Aan de hand van het onderzoek kan het risicoprofiel echter niet op een goede wijze worden geprioriteerd. Het is wel mogelijk de objecten te prioriteiten aan de hand van de onderscheidende kenmerken:

- Het hoogste aanvaarrisico kan worden verwacht voor stuw Grave. Er is hier een verhoogde kans op aanvaringen door de aanwezigheid van de brug. Bij mist en slecht zicht kan de schipper denken dat hij onder de brug door kan varen. Ook dient de schipper een haakse bocht te maken om de sluis te bereiken.
- Na stuw Grave volgen de overige stuwen in de Maas, waaronder stuw Borgharen, Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek en Maas-Lith. Alhoewel de kans op aanvaringen laag is, lijken de stuwen door hun uitvoering meer kwetsbaar. De kans op een aanvaringen is/wordt momenteel gereduceerd door de omgeving meer te uniformeren. De impact op de omgeving bij een ernstige aanvaring van een stuw is onvoldoende inzichtelijk en dat is wel relevant om het risicoprofiel te kunnen inschatten.
- Na de stuwen op de Maas volgen de stuwen Amerongen, Driel, Hagestein. Deze stuwen reguleren vooral het waterpeil op de grote rivieren. De afmetingen van deze stuwen zijn zodanig dat de kans op een aanvaring laag wordt ingeschat. Naar verwachting is de impact op de omgeving bij een ernstige ervaring beperkt, maar dat zou nog wel moeten worden geverifieerd.

FACTSHEET AANVAARRISICO KERINGEN

AANTAL ONGEVALLEN

Totaal aantal ongevallen

RWS heeft 6 stormvloedkeringen en 5 hoogwaterkeringen in beheer. In de SOS-database zijn 3 aanvaringen met keringen geregistreerd in de periode 2009-2018. Het betreft:

- De aanvaring aan de binnenzijde van de Oosterscheldekering, waarbij schade is ontstaan aan het schip en de vaarweg.
- Een aanvaring van een motortankschip met de pijlers van de Hartelkering door een motorstoring;
- Een aanvaring van een motortankschip met de Hartelkering gevaren. Door deze aanvaring is het schip lekgeraakt.

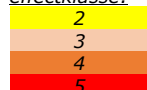
Met betrekking tot de SOS-registratie is een aantal issues bekend. Kleine schades worden vaak niet gemeld en geregistreerd. Als er wel sprake is van financiële schade of stremmingen dan is de daadwerkelijk schade vaak pas bekend als de registratie al heeft plaatsgevonden. Bijstelling achteraf vindt meestal niet plaats.

De experts hebben een verdeeld beeld over het totaal aantal aanvaringen, maar het gemiddelde beeld is dat het aantal ongevallen in werkelijkheid iets hoger zal zijn. De gemiddelde bandbreedte van het aantal ongevallen ligt volgens de experts tussen 2,2 en 5 aanvaringen.

EFFECTEN ONGEVALLEN

Locatie ongevallen

Legenda effectklasse:



Noot: In de figuur zijn alleen aanvaringen van keringen opgenomen vanaf effectklasse 2. Er hebben geen aanvaringen plaatsgevonden met effectklasse 3 of hoger.

Voorbeeld ernstige ongevallen

In de periode 2009 – 2018 waren er geen ongevallen met een effectscore van 10.000 of meer.

<i>Risicopiramide letsel</i>	RISICOPIRAMIDE LETSELSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meerdere doden of vermisten	0 (0%)	0,04 (0,8%)
	4	Een dode of vermiste	0 (0%)	0,05 (1%)
	3	Meerdere zwaargewonden	0 (0%)	0,03 (0,5%)
	2	Een zwaargewonde	0 (0%)	0,05 (1%)
	1	Licht letsel	0 (0%)	0,25 (5,1%)
	0	Geen slachtoffers	3 (100%)	4,5 (91,6%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	4,9 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		0	438 (0 – 1.113)
	Het risicoprofiel voor letsel schade wordt als laag geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. Het algemene en gedragen beeld is dat de daadwerkelijke letsel schade hoger is dan de SOS-database aangeeft, omdat er volgens de experts wel degelijk letsel schade mogelijk is. Deze beoordeling is lager dan de beoordeling in het rapport "vaarwegbeeld van een zevental complexen met keringen, spuien, gemalen en sluizen". Indien rekening gehouden wordt met deze aanvullende en onderbouwde beoordeling is het te onderbouwen om het risicoprofiel te verhogen naar een midden risicoprofiel.			
<i>Risicopiramide economische schade</i>	RISICOPIRAMIDE ECONOMISCHE SCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Meer dan 100 miljoen Stremming > 7 dagen	0 (0%)	0,15 (3,4%)
	4	Max. 100 Miljoen Stremming > 1 dag	0 (0%)	0,1 (2,2%)
	3	Max. 15 miljoen Stremming < 1dag	0 (0%)	0,17 (3,7%)
	2	Max 1 miljoen Stremming < 2uur	1 (33,3%)	1 (22,4%)
	1	Max 10.000'en euro's Stremming < 1uur	1 (33,3%)	3,33 (74,7%)
	0	Geen schade	1 (33,3%)	1,2 (26,9%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	4,5 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		11	1.225 (10 – 2.200)
	Het risicoprofiel voor economische schade wordt als laag tot midden geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. Alles afwegende is het algemene beeld dat de economische schade in werkelijkheid hoger zal zijn dan de SOS-database aangeeft. De daadwerkelijke schade is sterk afhankelijk van de lokale situatie van de kering. Voor sommige keringen zijn er alternatieve routes, waardoor stremmingen kunnen worden afgezwakt. Bij sommige keringen zijn stremmingen in het geheel niet aan de orde na een aanvaring. In geval van een aanvaringen worden er altijd kosten gemaakt voor het oproepen van personeel, schade inschatting en eventueel herstel.			
<i>Risicopiramide milieuschade</i>	RISICOPIRAMIDE MILIEUSCHADE			
	Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 10 jaar]	
			SOS-database	Expert-beoordeling
	5	Grote verstoring, herstel duurt jaren, gezondheidsrisico's. Zeer ernstige impact	0 (0%)	0,03 (0,5%)
	4	Middelgrote verstoring, hersteltijd meer dan een jaar, kortdurende gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,03 (0,5%)
	3	Lokale verstoring, hersteltijd 1 jaar, geen gezondheidsrisico's	0 (0%)	0,03 (0,5%)
	2	Kortdurende overschrijding zonder blijvend effect	0 (0%)	0,29 (5,9%)
	1	Grenswaarden overschreden	0 (0%)	0,05 (1%)
	0	Geen milieueffect	3 (100%)	4,5 (91,6%)
	Totaal aantal incidenten		3 (100%)	4,9 (100%)
	Gemiddelde risico score per jaar (range)		0	280 (0 – 612)
	Het risicoprofiel voor milieuschade wordt als laag geclassificeerd. De beoordeling van experts varieert daarbij tussen een laag en midden risicoprofiel. De experts schatten de kans op een ernstig milieu-incident laag in, maar een dergelijk incident wordt niet onmogelijk geacht.			

Laag
Midden
Hoog
Zeer hoog

Effect klasse	Veiligheid, Gezondheid, Maatschappij	Milieuschade	Economische schade voor RWS en eigenaar/stremming	Effectscore in SOS	Maximaal 1x per 20 jaar	Tussen 1x per 20 jaar en 1x per 2 jaar	Tussen 1x per 2 jaar en 5x per jaar	Tussen 5x per jaar en 50x per jaar	Meer dan 50x per jaar
5 - Zeer ernstig	Meerdere doden of gewonden	Omvangrijke schade aan flora en fauna in een groot gebied, waarbij herstel jaren gaat duren.	Stremming vaargeul meer dan 7 dagen en/of materiële schade groter dan 100 Mln	100.000	5000	50000	500000	5000000	50000000
4 - Ernstig	Een dode of vermiste	Ernstige verstoring van meer dan 1 jaar in een middelgroot gebied. Grotendeels herstel van milieuwwaarden binnen een periode van enkele jaren mogelijk.	Stremming vaargeul meerdere dagen, en/of materiële schade tussen 15 Mln – 100 Mln	10.000	500	5000	50000	500000	5000000
3 - Beperkt	Meerdere zwaargewonden	Lokale verstoring, middelgrote en vooral tijdelijke schade aan flora en fauna, ongewenste milieubelasting duurt maximaal 1 jaar. Volledige herstelmogelijkheden van het milieu.	Stremming vaargeul 1 dag, en/of materiële schade tussen 1 Mln – 15 Mln	1.000	50	500	5000	50000	500000
2 - Licht	Een zwaargewonde	Kortdurende overschrijding van grenswaarden in een klein gebied zonder blijvende schade aan flora en fauna. Volledig herstel is verzekerd.	Stremming vaargeul in orde van 2 uren, en/of materiële schade tot 1 Mln	100	5	50	500	5000	50000
1 - Zeer licht	Licht letsel	Grenswaarden voor vervuiling niet overschreden	Minder dan 1 uur stremming, en/of materiële schade in orde 10 duizenden euro's.	10	0,5	5	50	500	5000
0 - Nihil	Geen slachtoffers	Geen milieuschade	Geen economische schade	0	0	0	0	0	0

Risico
verhogende
kenmerken

De experts hebben een aantal specifieke kenmerken beoordeeld die mogelijk kunnen leiden tot een verhoogd of verlaagd risicoprofiel.

- Stijfheid en sterkte van de kering
- Aanwezigheid redundantie (helpt of effecten te minimaliseren);
- Goede informatievoorziening
- Aanwezigheid aanvaarbeveiliging
- Visueel en radar zicht op de kering

De experts verwachten dat alle keringen, ook de keringen die een degelijk uiterlijk hebben, een frontale aanvaring op snelheid van de maatgevende scheepvaart niet kunnen weerstaan. De kans op dit soort aanvaringen is bij alle objecten klein, maar per object kan het risicoprofiel wel verschillen.

Toekomstige ontwikkelingen

Met betrekking tot de aanvaring van keringen zijn vier ontwikkelingen relevant:

- Intensivering van ladingstromen. In de praktijk is te zien dat de toename van ladingstromen vooral door schaalvergroting van de schepen wordt opgevangen. De intensiteiten nemen hierdoor niet toe of nemen zelfs af. De grotere massa van de beroepsschepen kan leiden tot grotere effecten bij aanvaringen.
- Met betrekking tot de recreatievaart zijn experts verdeeld over de ontwikkelingen. Er is minder eigen bezit, maar door verhuur worden schepen intensiever gebruikt. Alhoewel landelijk lagere intensiteiten op de vaarweg zijn te zien, kan dat op lokaal niveau anders zijn. Wat de toekomst brengt is onzeker.
- Opwaardering vaarwegen. Bepaalde vaarwegen, zoals de Maas en het Twentekanaal worden/zijn opgewaardeerd, waardoor grotere schepen op het traject worden toegelaten. De bestaande objecten zijn hierop vaak nog niet aangepast. Dit kan het risicoprofiel op aanvaringen van de objecten doen toenemen.
- Klimaatverandering: de waterstanden hebben invloed op de beschikbare doorvaarthoogte en breedte bij keringen.

Het risico 'aanvaringen van keringen' wordt gemiddeld door de experts en op basis van de SOS-database gezien een **midden** risico. Sommige keringen zijn in opgeborgen toestand beschermd, andere zijn redundant uitgevoerd of kunnen de lekstromen ten gevolge van een aanvaring weerstaan. De effecten van een aanvaring zijn hierdoor vooral beperkt bij de Maeslantkering, Oosterscheldekering, Haringvlietsluizen en de Hollandse IJsselkering. Bij de andere keringen is de hoogte van het risico, kans x effect, uiteindelijk lastig in te schatten. De keringen verschillen onderling sterk, zowel qua risico's als ook wat betreft uitvoering, ligging en omgevingsfactoren. Dit maakt een gedetailleerde individuele analyse van de objecten noodzakelijk. Bij de stormvloedkeringen is deze gedetailleerde analyse een vast onderdeel van de werkwijze (ProBO) en is een rolhouder belast met het actueel houden van deze analyses. Voor de andere genoemde keringen zijn delen van die werkwijze ook contractueel uitgevraagd.

Voor de stormvloedkeringen zijn per object risicobeoordelingen uitgevoerd en is het beheer van het risicodossier organisatorisch geborgd. De risicoanalyses voor de stormvloedkeringen zijn bestempeld als bedrijfsvertrouwelijk en zijn niet ten behoeve van dit onderzoek ter beschikking gesteld, wel is kennis van de dossiers met expertise bij de studie ingebracht. Als vervolgonderzoek noodzakelijk wordt geacht om de risico's meer in detail te bekijken, dan is het wel mogelijk om nadere informatie te verkrijgen via de keringsmanagers. Voor de hoogwaterkeringen is deze informatie echter minder goed beschikbaar. Het wordt aanbevolen om de grootte van het aanvaarrisico van hoogwaterkeringen op vergelijkbare wijze te kwantificeren als bij de stormvloedkeringen, volgens de ProBo systematiek, en ook daar te voorzien in organisatorische borging van het risicodossier.