



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RWS INFORMATIE

Deelrapportage Vaarwegen voor de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA)

Datum 19 april 2017
Status definitief

Colofon

| | |
|-----------------|--|
| Uitgegeven door | Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving (WVL) |
| Informatie | informatiepuntwvl@rws.nl |
| Telefoon | 088-7977102 |
| Datum | 19 april 2017 |
| Status | definitief |
| Versienummer | 1.0 |

Inhoud

Inleiding 9

| | |
|----------|--|
| 1 | Capaciteitsanalyse sluizen 11 |
| 1.1 | Prognoses 11 |
| 1.1.1 | Vracht-binnenvaart 11 |
| 1.1.1.1. | Basisprognoses Goederenvervoer 2017 11 |
| 1.1.1.2. | Lokale vlootsamenstelling vracht-binnenvaart 16 |
| 1.1.2 | Recreatievaart 16 |
| 1.1.3 | Passagiersvaart 17 |
| 1.1.4 | Overige vaart 18 |
| 1.2 | Netwerbbeelden ontwikkeling binnenvaartvervoer 19 |
| 1.3 | Selectie van te analyseren sluizen 27 |
| 1.4 | Eerste filtering op basis van I/C-ratio's 29 |
| 1.5 | Simulatiestudie 31 |
| 1.5.1 | Wachttijden 31 |
| 1.5.2 | Passeertijden 36 |
| 1.5.3 | Vaartuigverliesuren 37 |
| 1.6 | Gevoeligheidsanalyses 38 |
| 1.6.1 | Situatie zonder CO ₂ -heffing binnenvaart in het hoge scenario 39 |
| 1.6.2 | Energietransitie – minder vervoer van brandstoffen door sterkere transitie naar lokale energieopwekking uit bronnen als zon en wind 40 |
| 1.6.3 | Energietransitie – sterkere groei kolen, afname aardolie 43 |
| 1.6.4 | Schaalvergroting (verandering vlootsamenstelling) 45 |
| 1.6.5 | Modal shift afspraken Maasvlakte 47 |
| 1.6.6 | Situatie met minder dematerialisatie in het hoge scenario 48 |
| 1.6.7 | Situatie met meer dematerialisatie in het lage scenario 49 |
| 1.6.8 | Situatie met hogere CO ₂ -prijzen in het hoge scenario 49 |
| 1.6.9 | Situatie met lagere dieselprijzen in het lage scenario 50 |
| 1.7 | Conclusies capaciteitsknelpunten sluizen 51 |
| 2 | Analyse Bruggen 55 |
| 2.1 | Inleiding 55 |
| 2.2 | Rotterdam - Duitsland 56 |
| 2.3 | Amsterdam - Rijn 56 |
| 2.4 | Westerschelde – Rijn 56 |
| 2.5 | Amsterdam – Noord-Nederland 57 |
| 2.6 | Corridor Rijn – Oost-Nederland 57 |
| 2.7 | Corridor Maasroute 59 |
| 3 | Ligplaatsen en overnachtingshavens 61 |
| 3.1 | Inleiding 61 |
| 3.2 | Ligplaatsen en overnachtingshavens per corridor 61 |
| 3.2.1 | Amsterdam – Duitsland (IJmuiden – Tiel) 61 |
| 3.2.2 | Amsterdam – Lemmer – Delfzijl 62 |
| 3.2.3 | Amsterdam – Meppel-Zwolle-Zutphen 62 |
| 3.2.4 | Amsterdam – Rotterdam (Nieuwegein – Krimpen aan de Lek) 62 |
| 3.2.5 | Antwerpen – Moerdijk – Duitsland 62 |
| 3.2.6 | Rotterdam – Antwerpen 62 |

- 3.2.7 Rotterdam – Duitsland 62
- 3.2.8 Rotterdam – Maastricht – Luik 63
- 3.2.9 Rotterdam – Oss 63
- 3.2.10 Rotterdam – Veghel (Zuid-Willemsvaart) 63
- 3.2.11 Rotterdam – Terneuzen – Gent 63
- 3.2.12 Rotterdam – Tilburg (Wilhelminakanaal) 63
- 3.2.13 Rotterdam – Twente – Duitsland (Rotterdam – Twentekanalen via de Lek en Neder-Rijn) 64
- 3.3 Binnenvaart Ligplaats Informatiesysteem 64

4 Vaarwegdimensionering 65

- 4.1 Inleiding 65
- 4.2 Diepte- en/of breedtebeperkingen per corridor 65
 - 4.2.1 Amsterdam – Duitsland (IJmuiden – Tiel) 65
 - 4.2.2 Amsterdam – Lemmer – Delfzijl 65
 - 4.2.3 Amsterdam – Meppel-Zwolle-Zutphen 66
 - 4.2.4 Amsterdam – Rotterdam (Nieuwegein – Krimpen aan de Lek) 66
 - 4.2.5 Antwerpen – Moerdijk – Duitsland 66
 - 4.2.6 Rotterdam – Antwerpen 66
 - 4.2.7 Rotterdam – Duitsland 66
 - 4.2.8 Rotterdam – Maastricht – Luik 66
 - 4.2.9 Rotterdam – Oss 67
 - 4.2.10 Rotterdam – Veghel (Zuid-Willemsvaart) 67
 - 4.2.11 Rotterdam – Terneuzen – Gent 67
 - 4.2.12 Rotterdam – Tilburg (Wilhelminakanaal) 67
 - 4.2.13 Rotterdam – Twente – Duitsland (Rotterdam – Twentekanalen via de Lek en Neder-Rijn) 67

5 Bodemerosie 69

- 5.1 Inleiding 69
- 5.2 Bodemerosie op korte en middellange termijn 69
- 5.3 Concrete knelpunten 70

6 Deltaprogramma en klimaatverandering 73

- 6.1 Inleiding 73
- 6.2 Deltaprogramma 73
- 6.3 Klimaatverandering en vaarwegknelpunten 74
 - 6.3.1 Droogte en laag water 74
 - 6.3.2 Hoogwater 76
 - 6.3.3 Zeespiegelstijging 76
 - 6.3.4 Wind 76

7 Bediening en verkeersbegeleiding 77

- 7.1 Inleiding 77
- 7.2 Bediening en begeleiding 77

8 Robuustheid hoofdvaarwegennetwerk 81

- 8.1 Inleiding 81
- 8.2 Robuustheid per regio 81

Bijlage I: Definities wacht- en passeertijden schepen bij sluizen 85

Bijlage II: SIVAK sluiscapaciteitsstudie NMCA 87

Bijlage III: Vaartuigverliesuren (ten gevolge van passeertijd) per sluis 88

Bijlage IV: Corridors Vaarwegen 89

Inleiding

Dit rapport presenteert de resultaten van de NMCA Vaarwegen, één van de deelonderzoeken van de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA). In deze analyse is in kaart gebracht welke capaciteitsknelpunten in de vaarweginfrastructuur nog verwacht worden na uitvoering van de realisatie- en planstudieprojecten uit het huidige MIRT. De focus ligt hierbij op de periode tot 2040, met een doorkijk naar 2050.

Uitgangspunt is dat alle MIRT-projecten waarvoor een voorkeursbeslissing is genomen, uitgevoerd zijn verondersteld.

De (modelmatige) capaciteitsanalyse richt zich met name op de capaciteit van sluisen, omdat daar bij voortgaande groei conform de WLO-scenario's nieuwe capaciteitsknelpunten kunnen ontstaan. Voor de analyse van de capaciteit van de bruggen, de overnachtingsplaatsen en de vaarwegafmetingen wordt vooral gebruik gemaakt van de analyses uit de huidige MIRT-studies in relatie tot de streefbeelden uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte.

De NMCA richt zich dus op knelpunten waarbij de huidige functionaliteit onvoldoende is om de toekomstige goederenstromen op een vlotte en betrouwbare manier te faciliteren.

Naast die capaciteitsvraag is het ook belangrijk om te vermelden dat de vaarwegen en veel kunstwerken daarin oud beginnen te worden. Vele kunstwerken zullen de komende decennia aan het eind van hun technische levensduur komen en geheel of gedeeltelijk vervangen moeten worden. Bij zowel vervanging als aanlegmaatregelen wordt waar mogelijk bezien of maatregelen te combineren zijn. Dit is verstandig vanuit kosten oogpunt en bij het streven naar het beperken van stremmingen. De aanzienlijke lange termijn vervangingsopgaven op vaarwegen staan niet in deze NMCA, maar worden steeds opgenomen in de rijksbegroting in de bijlage Instandhouding en in het jaarlijkse MIRT-overzicht.

1 Capaciteitsanalyse sluisen

Dit hoofdstuk beschrijft een capaciteitsanalyse van nationaal relevante sluisen op het vaarwegennet. Het doel van de analyse is het identificeren van potentiële capaciteitsknelpunten. De analyse richt zich op de periode tot 2040, met een doorkijk naar 2050. Alle vaarwegprojecten waarvoor een voorkeursbeslissing genomen is worden daarbij gereed verondersteld.

Deze analyse richt zich op structurele capaciteitsknelpunten. Robuustheidsaspecten komen hier dus niet aan bod. Hier wordt in hoofdstuk 8 op ingegaan.

Als indicatie voor een potentieel capaciteitsprobleem geldt het criterium van een maximale gemiddelde structurele wachttijd van 30 minuten voor de beroepsbinnenvaart. De gemiddelde structurele wachttijd is daarbij gedefinieerd als de gemiddelde wachttijd in de drukste periode van vier aaneengesloten weken.

Als uitgangspunt voor de capaciteitsanalyse dienen de Basisprognoses Goederenvervoer 2017. Deze integrale prognoses voor het vervoer over de weg, het spoor en de vaarwegen zijn gebaseerd op de WLO-2015 scenario's van de planbureaus CPB en PBL: de vigerende referentiescenario's voor beleidsbeslissingen op het gebied van de fysieke leefomgeving.

Voor de uitvoering van de capaciteitsanalyse is de volgende methodiek gevolgd:

- Selectie van te analyseren sluisen.
- Eerste filtering op potentiële knelpunten, op basis van de I/C-verhoudingen (intensiteit/capaciteit) voor basisjaar en toekomstjaren. De I/C-verhouding is een maat voor potentiële congestievorming.
- Gedetailleerde doorrekening van de geselecteerde sluisen met dynamisch simulatiemodel SIVAK.

De resultaten van deze stappen worden gepresenteerd in de paragrafen 1.3 t/m 1.5. Eerst wordt in paragrafen 1.1 en 1.2 nader ingegaan op de prognoses.

Paragraaf 1.6 geeft de resultaten van een aantal gevoeligheidsanalyses op de resultaten (onzekerheidsverkenningen), en 1.7 sluit het hoofdstuk af met de conclusies die op basis van alle voorgaande paragrafen getrokken kunnen worden.

1.1 Prognoses

1.1.1 *Vracht-binnenvaart*

1.1.1.1. Basisprognoses Goederenvervoer 2017

Met het goederenvervoermodel BasGoed zijn integrale prognoses opgesteld voor het goederenvervoer over de weg, het spoor en de vaarwegen, voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050: de Basisprognoses Goederenvervoer 2017. Deze zijn gebaseerd op de WLO-2015 scenario's van de planbureaus CPB en PBL. In deze referentiescenario's worden twee mogelijke toekomstbeelden van ons land tot 2050 geschetst, op basis van een verkenning van trends en toekomstige onzekerheden. De basis voor deze twee scenario's ("Hoog" en "Laag") wordt gevormd door het

economisch scenario met een hoge of een lage groei. De uitgangspunten voor de diverse andere onzekerheden zijn hier aan gekoppeld. Zie voor meer informatie over deze scenario's de hier volledig aan gewijde website www.wlo2015.nl.

Specifiek voor de binnenvaart is van belang te vermelden dat in scenario Hoog een CO₂-heffing op binnenvaartvervoer verondersteld wordt. Dit drukt de binnenvaartprognoses voor dit scenario in zekere mate (en reduceert daarmee de bandbreedte tussen de prognoses voor de twee scenario's). In deze NMCA wordt in de vorm van een gevoeligheidsanalyse ook gekeken naar de situatie zonder CO₂-heffing in scenario Hoog.

Bij de nadere uitwerking van deze scenario's tot de prognoses voor het goederenvervoer, is gebruik gemaakt van zo actueel mogelijke basisgegevens en de meest recente inzichten ten aanzien van specifieke ontwikkelingen met grote invloed op het goederenvervoer. Op de modeluitkomsten zijn diverse nabewerkingen uitgevoerd om rekening te houden met onder andere:

- de modal shift afspraken voor het containervervoer van/naar de Maasvlakte (verlaging aandeel wegvervoer, ten gunste van aandelen spoor en binnenvaart),
- de geografische verschuivingen in de zand- en grindwinning (afname winning in Limburg en omgeving),
- de sluiting/opening van verschillende kolencentrales¹,
- diverse nieuwe containerterminals^{2,3},
- de opkomst van biomassa als alternatief voor steenkool en aardolie(producten).

In de prognoses wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende goederensoorten en herkomst-bestemmingsrelaties. Voor de ene goederensoort wordt een andere groei geprognoseerd dan voor de andere (afhankelijk van de scenario-invoer voor onder andere economie), en voor een gegeven goederensoort zal de groei op de ene herkomst-bestemmingsrelaties anders zijn dan op de andere (en tevens verschillend per modaliteit). Aangezien het vervoer bij iedere sluis een verschillende samenstelling naar goederensoorten en herkomst-bestemmingsrelaties heeft, volgt hier voor elke sluis een andere prognose uit.

In de vervoersprognoses is bewust geen rekening gehouden met beperkingen in (sluis)capaciteit. Het doel van de NMCA is immers juist om toekomstige capaciteitsknelpunten te identificeren, door confrontatie van de toekomstige vraag (de vervoersprognoses) met de beschikbare capaciteit.

Door internationale economische ontwikkelingen en voortgaande globalisering groeien de internationale stromen (aanvoer, afvoer en doorvoer; oftewel de stromen waarbij laad- en/of losplaats in het buitenland gelegen zijn) het sterkst. Het binnenlandse vervoer (laad- en losplaats beide in Nederland gelegen) groeit minder

¹ Alleen de sluitingen/openingen die reeds plaats hebben gevonden (na 2014, het basisjaar van de prognoses) of met grote zekerheid nog plaats zullen gaan vinden.

² Alleen de nieuwe containerterminals die reeds geopend zijn (na 2014, het basisjaar van de prognoses) of waarvan de komst voldoende zeker is om in de prognoses meegenomen te worden.

³ Slechts in enkele gevallen heeft een nieuwe containerterminal tot een nabewerking op de binnenvaartprognoses geleid, in de vorm van een nieuwe binnenvaartstroom van/naar de betreffende regio. In alle overige gevallen is verondersteld dat de nieuwe terminal een deel van de autonome groei (en bestaande stromen) voor haar rekening zal nemen.

snel en krimpt zelfs licht in scenario Laag. Deze beperkte groei of lichte krimp van het binnenlandse vervoer is het gevolg van een relatief beperkte groei van de binnenlandse productie en consumptie⁴, in combinatie met een toenemende waarde-gewichtsverhouding (dematerialisatie). Dit laatst betekent dat een gelijke economische waarde gemiddeld genomen steeds minder ladinggewicht heeft. Dit heeft een sterk drukkend effect op het vervoerd tonnage. Voorbeelden van ontwikkelingen die hieraan ten grondslag kunnen liggen zijn miniaturisering (waarbij goederen lichter en in veel gevallen ook kostbaarder worden) en toename van dienstverlening rondom de productie in de maakindustrie. In het lage scenario is het drukkend effect van dematerialisatie groter dan het effect van economische groei, waardoor het binnenlands vervoerd gewicht per saldo afneemt.

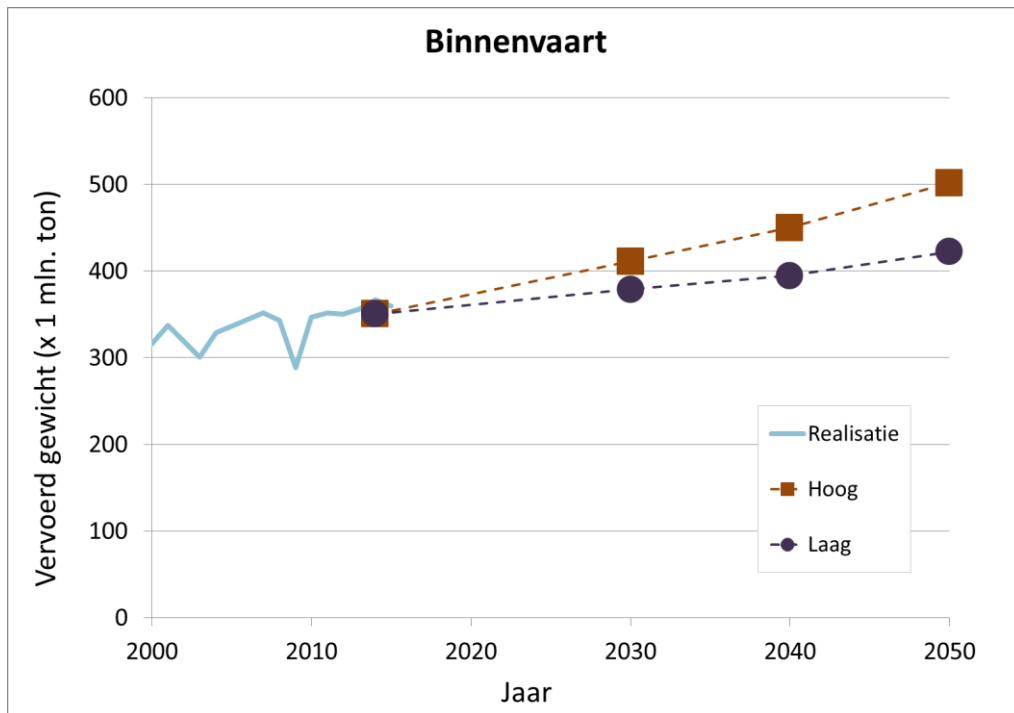
Van de verschillende modaliteiten groeit het spoorvervoer *relatief* het sterkst: zie Tabel 1. Dit hangt samen met het overwegend internationale karakter van het spoorvervoer en de per spoor vervoerde goederensoorten (die gemiddeld een relatief hoge groei laten zien). Absoluut gezien is de groei van het vervoer per binnenvaart en over de weg echter veel groter. Het aandeel van het spoorvervoer in het totaal is namelijk slechts gering.

Tabel 1: Groei 2014-2040 per modaliteit in scenario's Laag en Hoog

| Modaliteit | Gewicht 2014 (mln. ton) | Toename gewicht 2014-2040 | | Gemiddelde groei per jaar 2014-2040 | |
|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| Binnenvaart | 350 | 13% | 28% | 0.5% | 1.0% |
| Spoor | 41 | 51% | 88% | 1.6% | 2.5% |
| Weg | 953 | 5% | 30% | 0.2% | 1.0% |
| Totaal | 1345 | 8% | 31% | 0.3% | 1.0% |

Figuur 1 toont hoe de omvang van het binnenvaartvervoer zich ontwikkelt in de scenario's Laag en Hoog. In beide scenario's blijft de binnenvaart groeien. In vergelijking met de bandbreedte in de prognoses voor de andere modaliteiten, is de bandbreedte tussen de twee scenario's voor de binnenvaart relatief beperkt. Dit hangt samen met verschillen in de samenstelling van het vervoer (naar goederensoorten en naar herkomst-bestemmingsrelaties die bediend worden) en met de in WLO-scenario Hoog veronderstelde CO₂-heffing op de binnenvaart, waardoor de omvang van het vervoer in dit scenario enigszins gedrukt wordt.

⁴ Het beeld dat door de voortgaande globalisering de in- en uitvoer sneller groeien dan binnenlandse productie en consumptie is geprononceerder voor goederen-producerende bedrijfstakken dan voor dienstensectoren, waardoor de effecten van globaliseringstrends versterkt tot uitdrukking komen in het goederenvervoer: zie het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016).



Figuur 1: Ontwikkeling totale omvang binnenvaartvervoer binnen, van, naar en door Nederland in de Basisprognoses Goederenvervoer 2017

Tabel 2 laat zien dat er grote verschillen zijn tussen de gemiddelde groeicijfers per richting (binnenlands, aanvoer, afvoer en doorvoer). Zoals reeds aangegeven en verklaard, groeit het internationale vervoer (laad- en/of losplaats in het buitenland) aanzienlijk sterker dan het binnenlandse vervoer (laad- en losplaats beide binnen Nederland). Daarbij vertoont de internationale aanvoer (laadplaats in het buitenland) een aanmerkelijk hogere groei dan de internationale afvoer (losplaats in het buitenland). Dit is een gevolg van het feit dat in de economische scenario's de Nederlandse uitvoer en consumptie sterker groeien dan de productie. Om dit mogelijk te maken, moet er een grote groei in de invoer zijn. Specifiek voor de binnenvaart zien we dit bijvoorbeeld duidelijk in het zand- en grindvervoer: de binnenlandse zand- en grindwinning neemt af, waardoor meer uit het buitenland gehaald moet worden.

In scenario Laag krimpt het binnenlandse binnenvaartvervoer zelfs enigszins tussen 2014 en 2040. Zoals al eerder is uitgelegd, is dit het gevolg van een beperkte economische groei in dit scenario, in combinatie met een drukkend effect van dematerialisatie. Het effect van dematerialisatie is groter dan het effect van economische groei, waardoor het binnenlands vervoerd gewicht per saldo afneemt in dit scenario.

Tabel 2: Groei binnenvaartvervoer (vervoerd gewicht) 2014-2040 per richting

| Richting | Gewicht 2014 (mln. ton) | Toename 2014-2040 | | Gem. groei per jaar 2014-2040 | |
|--|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| Binnenlands (laad- en losplaats beide in NL) | 112 | -4% | 10% | -0.2% | 0.4% |
| Aanvoer (laadplaats buiten NL, losplaats in NL) | 64 | 44% | 64% | 1.4% | 1.9% |
| Afvoer (laadplaats in NL, losplaats buiten NL) | 128 | 6% | 20% | 0.2% | 0.7% |
| Doorvoer (laad- en losplaats beide buiten NL) | 46 | 26% | 49% | 0.9% | 1.5% |
| Totaal | 350 | 13% | 28% | 0.5% | 1.0% |

Tabel 3 toont de ontwikkelingen in het binnenvaartvervoer per goederensoort, voor de beide scenario's. Te zien is dat hier grote verschillen voorkomen. Het NSTR-goederenhoofdstuk 'metalen en metalen halffabricaten' laat de sterkste groei zien, maar vormt wel slechts een klein deel van het totale vervoer. Het NSTR-goederenhoofdstuk 'overige goederen' (waaronder stukgoederen) laat eveneens een zeer sterke groei zien, en heeft een groter aandeel in het totale vervoer. De vaste minerale brandstoffen (kolen en vaste biomassa) groeien ook sterk. Het vervoer van vloeibare brandstoffen daalt in scenario Laag en stijgt in scenario Hoog.

Het volume van de goederensoort met het grootste aandeel in de totale vervoersomvang, ruwe mineralen (o.a. zand en grind) en bouwmaterialen, vertoont een beperkte krimp in scenario Laag en blijft nagenoeg onveranderd in scenario Hoog. Ook de omvang van de goederengroep ertsen en metaalresiduen blijft nagenoeg constant, zowel in scenario Laag als in scenario Hoog. Dit betrekkelijk geringe verschil tussen scenario Laag en scenario Hoog voor deze twee goederenhoofdstukken (met samen een behoorlijk groot aandeel in het totale binnenvaartvervoer) is een van de oorzaken van de relatief beperkte bandbreedte tussen de twee scenario's voor de binnenvaart.

Tabel 3: Groei binnenvaartvervoer (vervoerd gewicht) 2014-2040 per NSTR-goederensoort

| NSTR-goederensoort | Gewicht 2014 mln. ton | Toename 2014-2040 | | Gem. groei p. jaar 2014-2040 | |
|--|-----------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| 0 Landbouwproducten; levende dieren | 14 | 13% | 27% | 0.5% | 0.9% |
| 1 Voedingsproducten en veevoeder | 20 | 12% | 17% | 0.4% | 0.6% |
| 2 Vaste minerale brandstoffen ⁵ | 32 | 33% | 57% | 1.1% | 1.8% |
| 3 Aardolie en aardolieproducten ⁶ | 46 | -11% | 14% | -0.5% | 0.5% |
| 4 Ertsen en metaalresiduen | 36 | 1% | 0% | 0.1% | 0.0% |
| 5 Metalen, metalen halffabricaten | 11 | 70% | 89% | 2.1% | 2.5% |

⁵ Inclusief vaste biomassa

⁶ Inclusief vloeibare biomassa

| | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-------|------|
| 6 Ruwe mineralen; bouwmaterialen | 91 | -5% | 0% | -0.2% | 0.0% |
| 7 Meststoffen | 6 | 4% | 25% | 0.1% | 0.9% |
| 8 Chemische producten | 43 | 15% | 46% | 0.6% | 1.5% |
| 9 Overige goederen en fabricaten | 51 | 46% | 71% | 1.5% | 2.1% |
| Totaal | 350 | 13% | 28% | 0.5% | 1.0% |

De relatief hoge groei van NSTR-goederenhoofdstuk 9 heeft tot gevolg dat het containervervoer in de prognoses een aanzienlijk bovengemiddelde groei laat zien, zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4: Groei binnenvaartvervoer (vervoerd gewicht) 2014-2040 voor containers en overige lading

| Verschijningsvorm | Gewicht 2014 (mln. ton) | Toename 2014-2040 | | Gem. groei per jaar 2014-2040 | |
|-------------------|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| Containers | 47 | 47% | 73% | 1.5% | 2.1% |
| Overige lading | 304 | 7% | 22% | 0.3% | 0.8% |
| Totaal | 350 | 13% | 28% | 0.5% | 1.0% |

1.1.1.2. Lokale vlootsamenstelling vracht-binnenvaart

Voor gedetailleerde sluiscapaciteitsanalyses is niet alleen de omvang van de vervoersstromen van belang, maar ook de samenstelling van het verkeer. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met ontwikkelingen in de vlootsamenstelling (zoals schaalvergroting) per goederensoort en locatie.

Doorvertaling van de geprognosticeerde binnenvaart-goederenstromen naar gedetailleerde lokale verkeerssamenstelling (aantallen vracht-binnenvaartschepen per RWS-scheepsklasse, lokaal per sluiscomplex) ten behoeve van de SIVAK-sluissimulaties is uitgevoerd met het Verklaringsmodel Vlootsamenstelling van Rijkswaterstaat⁷.

1.1.2 Recreatievaart

Het aantal ligplaatsen bij jachthavens in het IJsselmeergebied en de bezettingsgraad is van 1996 tot 2012 jaarlijks gemonitord. Het beeld dat hieruit naar voren komt voor het IJsselmeer is dat de sterke groei van het aantal ligplaatsen vanaf 2000 afvlakt. In 2012 daalde het aantal recreatievaartuigen in het IJsselmeergebied voor het eerst. Onderzoeken op de Zuid-Hollandse plassen en in Zeeland vertonen een soortgelijk beeld. Naast stabilisatie en verwachte geleidelijke afname van bootbezit is er sprake van meer verhuur van recreatievaartuigen. Ook is er sprake van een dalende trend in het aantal vaardagen per schip, maar stijgen dagrecreatie en dagtochten.

Dit wordt mogelijk veroorzaakt door meer korte en buitenlandse vakanties en veranderingen in bevolkingsopbouw en bestedingspatronen.

⁷ Beschreven in Eindrapport Verklaringsmodel Vlootsamenstelling, NEA, 2010.

De stabilisatie en op den duur geleidelijke afname in bootbezit en de afname van langere vaarvakanties in combinatie met de toename in dagtochten resulteren in zijn algemeenheid in minder recreatieverkeer op de lange afstand routes en doorgaande vaarwegen.

Dit beeld wordt ondersteund door een stabilisatie en afname in aantallen sluispassages op de doorgaande vaarroutes in de afgelopen jaren. De Oranjesluizen, waar relatief veel dagtochten doorheen komen, tonen als uitzondering wel een stijgend aantal passages. Dagtochtjes (bij mooi weer) blijven wel populair.

Analyse van toekomstverwachtingen omtrent bovengenoemde ontwikkelingen (NMCA-deelstudie "Prognose ontwikkeling recreatievaart in 2030, 2040 en 2050, rekening houdend met WLO scenario's", aug. 2016) heeft geleid tot de groeicijfers opgenomen in Tabel 5.

Tabel 5: Groeicijfers recreatievaart

| Recreatievaart | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Index 2014 = 100 | 2014 | HOOG | | | LAAG | | |
| | | 2030 | 2040 | 2050 | 2030 | 2040 | 2050 |
| Alle sluizen beschouwd binnen SIVAK-studie, m.u.v. Oranjesluizen | 100 | 96 | 89 | 82 | 79 | 72 | 67 |
| Oranjesluizen | 100 | 107 | 111 | 115 | 103 | 105 | 105 |

Tabel 6: Groeipercentage recreatievaart

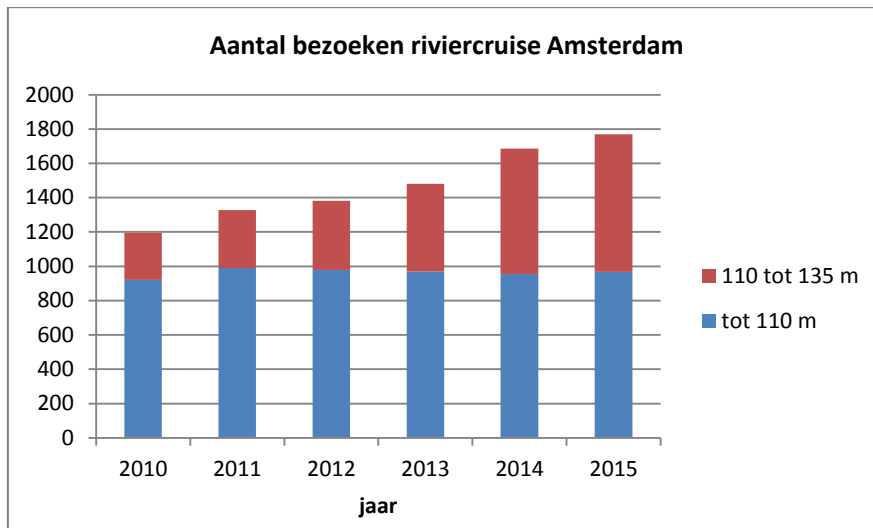
| Recreatievaart | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gemiddelde jaarlijkse groei in procenten | HOOG | | | LAAG | | |
| | 2014 - 2030 | 2030 - 2040 | 2040 - 2050 | 2014 - 2030 | 2030 - 2040 | 2040 - 2050 |
| Alle sluizen beschouwd binnen SIVAK-studie, m.u.v. Oranjesluizen | -0.25 | -0.75 | -0.82 | -1.46 | -0.92 | -0.72 |
| Oranjesluizen | 0.42 | 0.37 | 0.35 | 0.18 | 0.19 | 0.00 |

1.1.3 Passagiersvaart

Met passagiersvaart wordt met name op de riviercruise-binnenvaart bedoeld. De markt voor de 135 m riviercruiseschepen neemt sterk toe, het segment van de kleinere schepen is min of meer constant.

Deze inzichten zijn gebaseerd op het jaarverslag van de Amsterdam Cruise Port en de toekomstvisie van Havenbedrijf Amsterdam (die vermoedelijk ook weer gedeeltelijk op de ACP gebaseerd is).

Uit de ACP jaarverslagen 2015 en 2016 is de grafiek in Figuur 2 samengesteld.



Figuur 2: Ontwikkeling aantal bezoeken riviercruise Amsterdam

Het enorme groeitempo van het aantal schepen boven de 110 m is niet vol te houden, daarvoor is geen kaderuimte beschikbaar in de aan te lopen plaatsen. Het aantal schepen kleiner dan 110 m wordt constant verondersteld, voor de grotere is een wat gematigder groeitempo dan in de laatste jaren aangenomen. Dit heeft geresulteerd in de groeicijfers opgenomen in Tabel 7.

Tabel 7: Groeicijfers passagiersvaart

| Passagiersvaart | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Index 2014 = 100 | 2014 | HOOG | | | LAAG | | |
| | | 2030 | 2040 | 2050 | 2030 | 2040 | 2050 |
| Scheepslengte >= 110m | 100 | 133 | 145 | 155 | 120 | 130 | 138 |
| Scheepslengte < 110m | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabel 8: Groeipercentages passagiersvaart

| Passagiersvaart | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gemiddelde jaarlijkse groei in procenten | HOOG | | | LAAG | | |
| | 2014 - 2030 | 2030 - 2040 | 2040 - 2050 | 2014 - 2030 | 2030 - 2040 | 2040 - 2050 |
| Scheepslengte >= 110m | 1.80 | 0.87 | 0.67 | 1.15 | 0.80 | 0.60 |
| Scheepslengte < 110m | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

1.1.4

Overige vaart

Overige vaart (buiten de vracht-binnenvaart, recreatievaart en passagiersvaart), voor zover in de basisdata niet rechtstreeks gekoppeld aan een specifieke vracht-binnenvaartreis, wordt verondersteld constant te blijven.

1.2 Netwerbbeelden ontwikkeling binnenvaartvervoer

De figuren hieronder laten per zichtjaar en scenario zien hoe de groei van het goederenvervoer doorwerkt op het vaarwegennet. Middels een kleurschaal is per vaarwegvak de procentuele groei van het vervoerd gewicht weergegeven. De lijndikte wordt bepaald door de omvang van het vervoer, maar heeft geen lineaire schaalverdeling. Over de Waal wordt namelijk zo veel vervoerd dat bij een lineaire schaalverdeling andere vaarwegen ofwel onder de dikke lijn van de Waal zouden verdwijnen, ofwel onzichtbaar dun zouden worden.

Uit de figuren blijkt dat de grootste relatieve groei verwacht wordt op de (internationale) corridors Rotterdam – Antwerpen (Schelde-Rijnverbinding) en Rotterdam – Duitsland (Waal). Dit is in lijn met de WLO-scenario's, waarin het internationale vervoer sterker groeit dan het binnenlandse vervoer.

Op de route van/naar Meppel is in vergelijking met andere binnenlandse routes relatief hoge groei te zien in de prognoses. Deze groei zit vooral in de segmenten containers en aardolie(producten)/vloeibare biomassa.

Het vervoerd tonnage op de Maasroute (noord-zuidtak) blijft juist achter in groei (daalt licht in scenario Laag, en stijgt slechts beperkt in scenario Hoog). Dit is een gevolg van een afname in de zand- en grindwinning in de omgeving Limburg. Doordat het zand- en grindvervoer in gewicht een zeer groot deel vormt van het totale vervoer op deze route, doet de afname in dit segment de toename van andere goederensoorten en van het internationale vervoer op deze route voor een groot deel teniet. Op het IJsselmeer en de Randmeren neemt de zandwinning juist toe, wat in deze omgeving in extra binnenvaartvervoer resulteert.

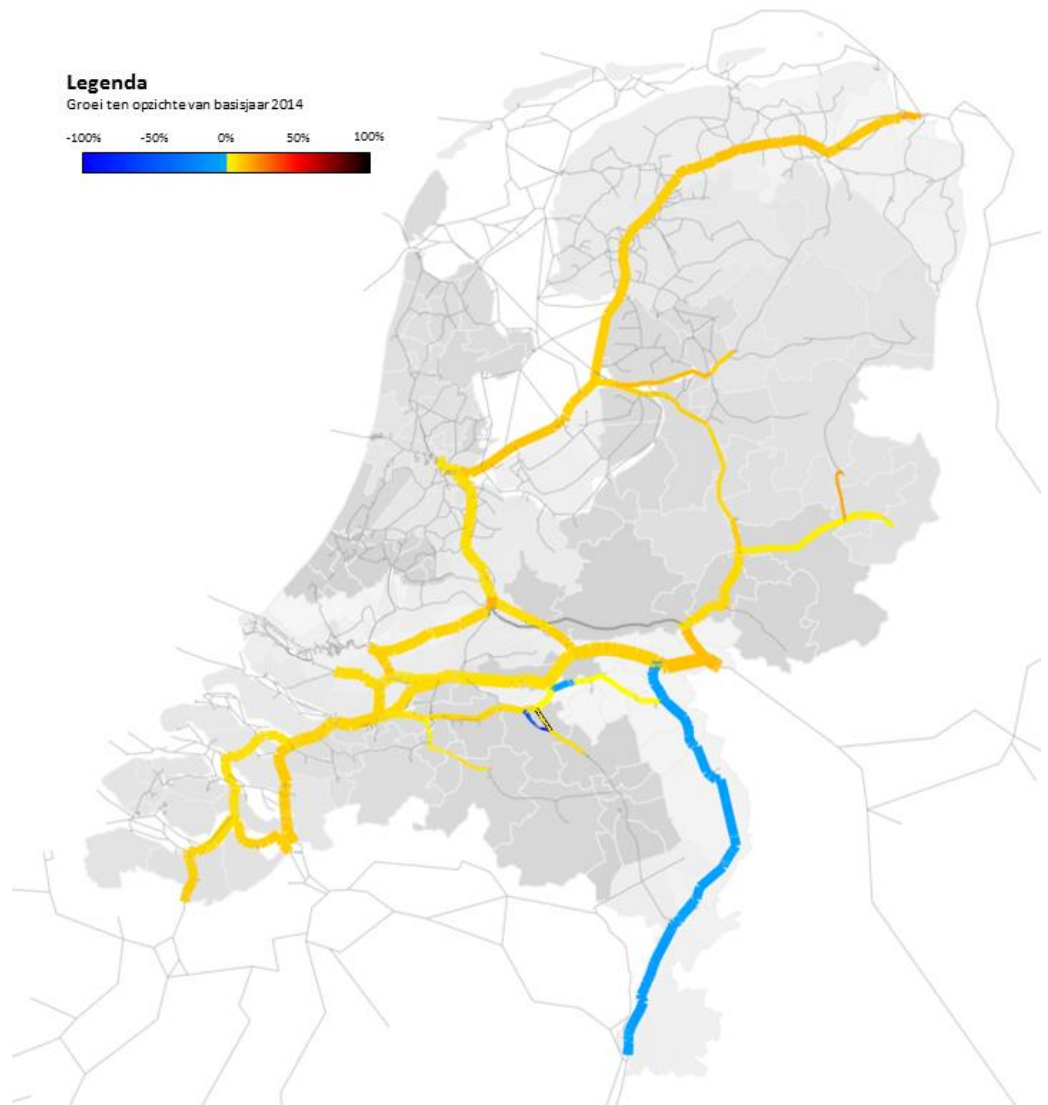
In de figuren springen ook de twee vaarwegen langs/door Den Bosch duidelijk in het oog. Het Maximakanaal is weergegeven in de kleur van de Zuid-Willemsvaart tot aan Veghel, maar met een donkerrode/zwarte rand om aan te geven dat dit lokaal ten opzichte van het basisjaar 2014 een sterke toename betekent. De Gekanaliseerde Dieze / Zuid-Willemsvaart tot aan de splitsing met het Máximakanaal is donkerblauw (afname bijna 100%). Dit is een gevolg van het feit dat het Máximakanaal in (het grootste deel van) het basisjaar 2014 nog niet open was. Het is eind dat jaar opengesteld. Sindsdien gaat de doorgaande beroepsvaart niet langer over de Zuid-Willemsvaart door de stad, maar over dit nieuwe kanaal er langs. Binnenvaartstromen met bestemming haven Den Bosch lopen nog wel via de oude route.

In Zeeland laat het vervoer over de Schelde-Rijnverbinding (via de Kreekraksluizen) een sterkere groei zien dan het vervoer over de westelijke verbinding (via de Krammersluizen en Sluis Hansweert). Dit hangt samen met verschillen in de samenstelling van het vervoer naar herkomsten/bestemmingen en goederensoorten. De stromen over de Schelde-Rijnverbinding (vooral op Antwerpen georiënteerd) groeien gemiddeld genomen sterker dan de stromen over de westelijke verbinding (onder andere van en naar Terneuzen, Gent en Vlissingen).

Antwerpen kan via beide routes bereikt worden. De Schelde-Rijnverbinding is echter aanmerkelijk korter, en wordt dan ook verreweg het meest gekozen. Het is denkbaar dat het aandeel over de westelijke verbinding in de toekomst toe gaat nemen. Dit omdat deze route in tegenstelling tot de Schelde-Rijnverbinding geen vaste hoogtebeperkingen voor de containervaart kent, en vanwege de westwaartse

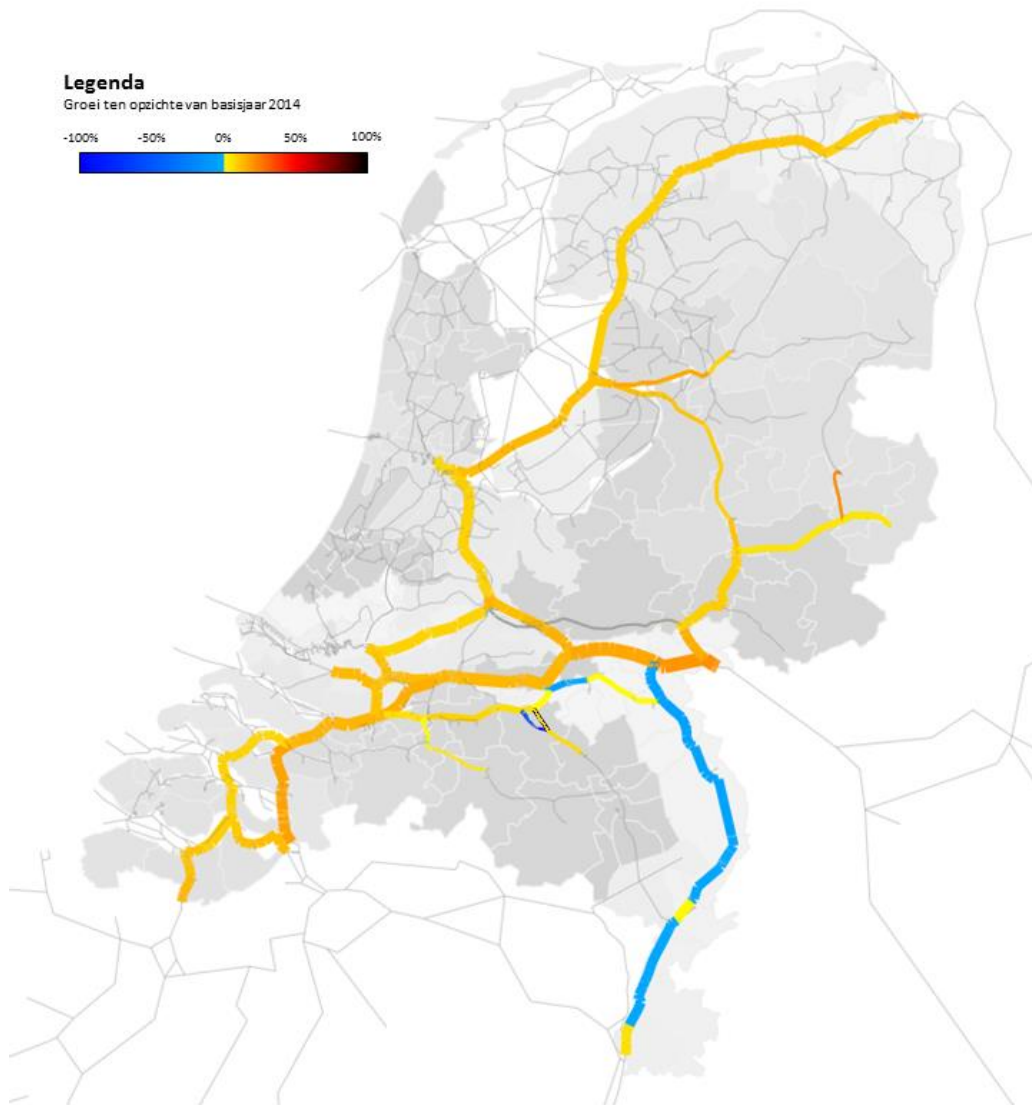
ontwikkeling van de haven van Antwerpen, op de linkeroever van de Schelde. Richting de oudere havens van Antwerpen is de westelijke route niet alleen ongunstiger in afstand, maar ook in aantal te passeren sluisen. Richting de nieuwere havengebieden op de linkeroever is het aantal te passeren sluisen op beide routes echter gelijk. Om de linkeroever via de Schelde-Rijnverbinding te bereiken moet in Antwerpen een van de zeesluisen gepasseerd worden, waar de passeertijden voor de binnenvaart relatief onvoorspelbaar zijn. Hier staat tegenover dat ook naar de linkeroever de route over de westelijke verbinding in afstand aanzienlijk om blijft. Eventuele veranderingen in routekeuze zijn daardoor nog lastig in te schatten, en derhalve niet meegenomen in de prognoses. Ook eventuele effecten van de Seine-Scheldeverbinding zijn nog te onzeker om in de basisprognoses meegenomen te kunnen worden. Deze verbinding heeft vooral betekenis voor verkeer tussen Antwerpen/Gent en het Seinegebied, maar of dit tot een toename of misschien een afname op het traject Antwerpen-Rotterdam leidt is nog niet duidelijk.

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2030 laag vs. basisjaar 2014



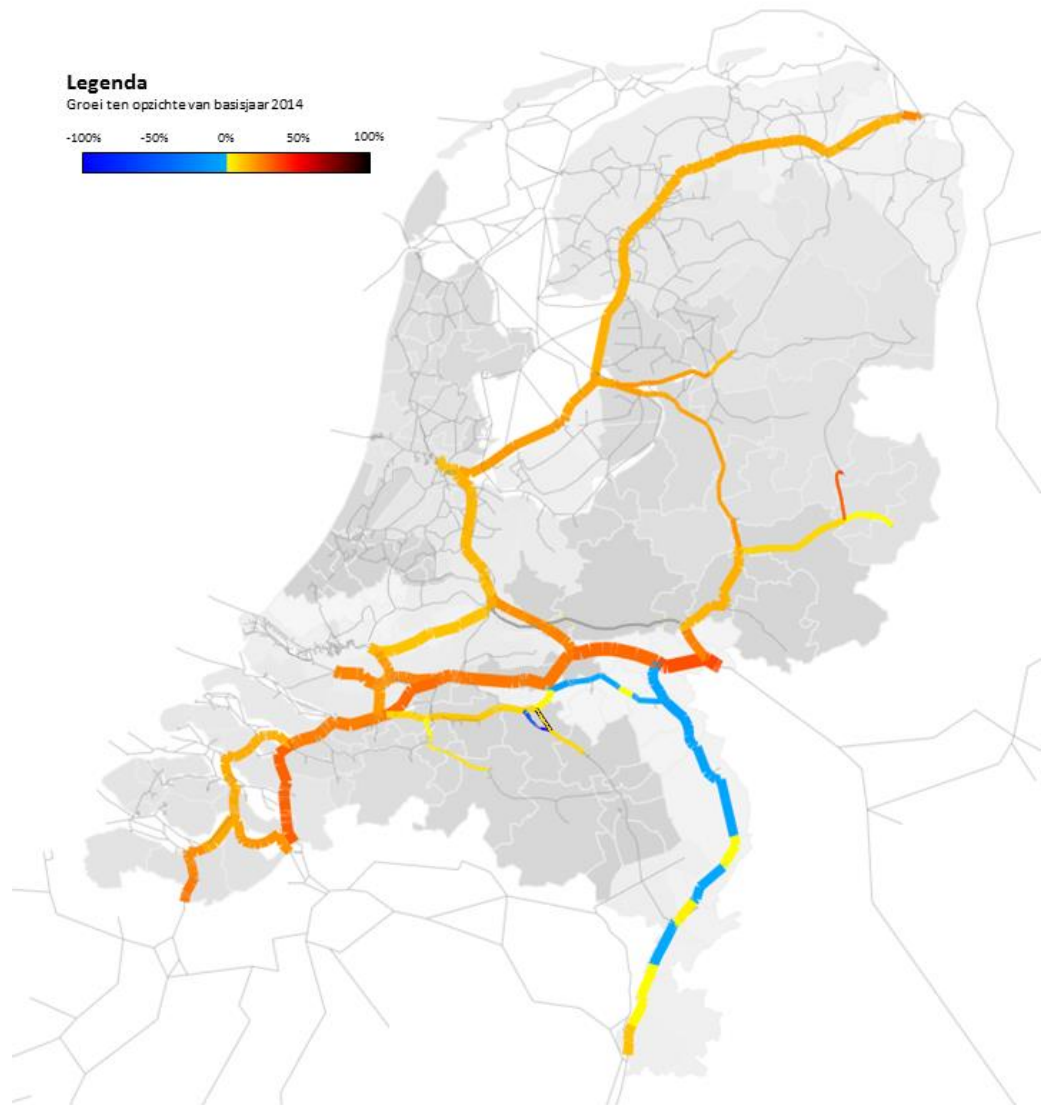
Figuur 3: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2030 scenario Laag

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2040 laag vs. basisjaar 2014



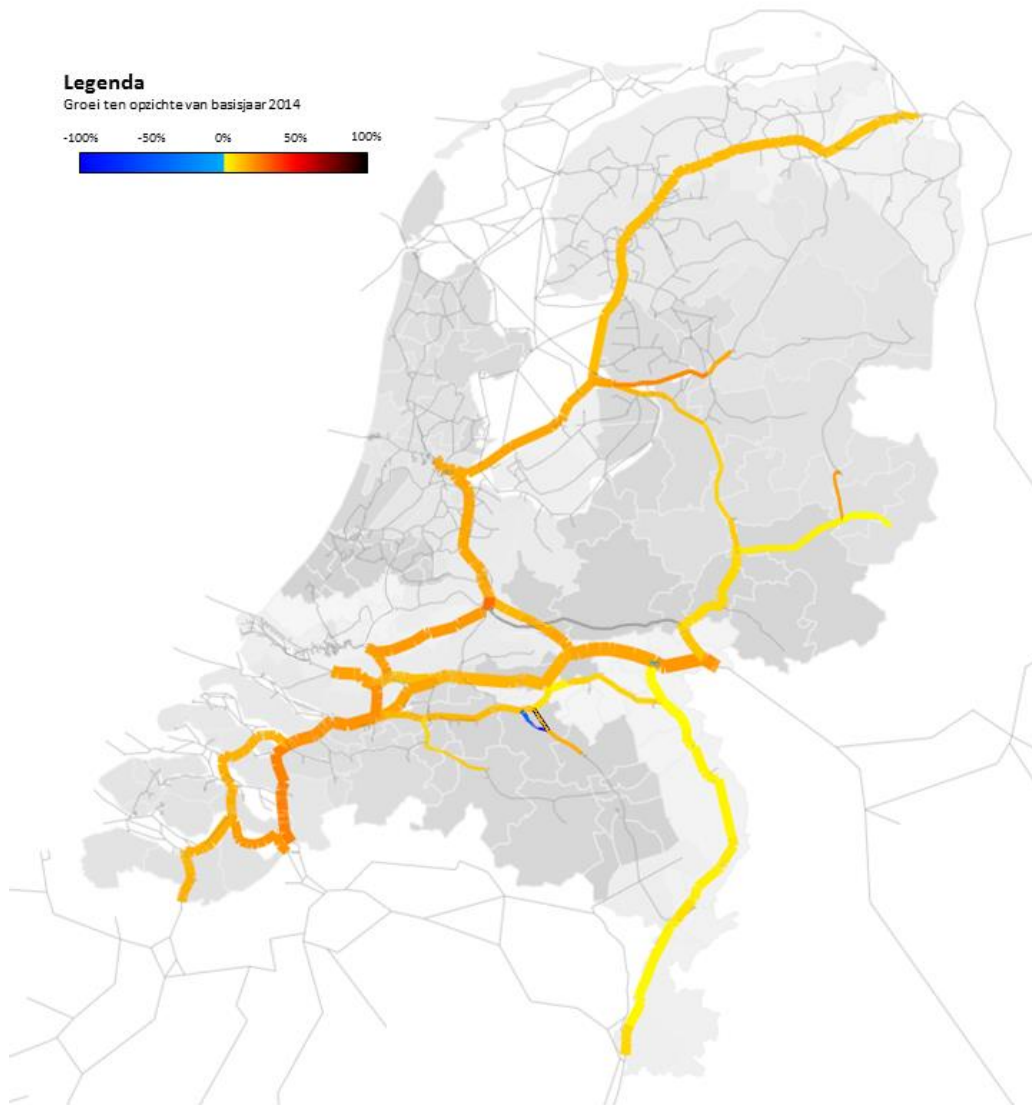
Figuur 4: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2040 scenario Laag

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2050 laag vs. basisjaar 2014



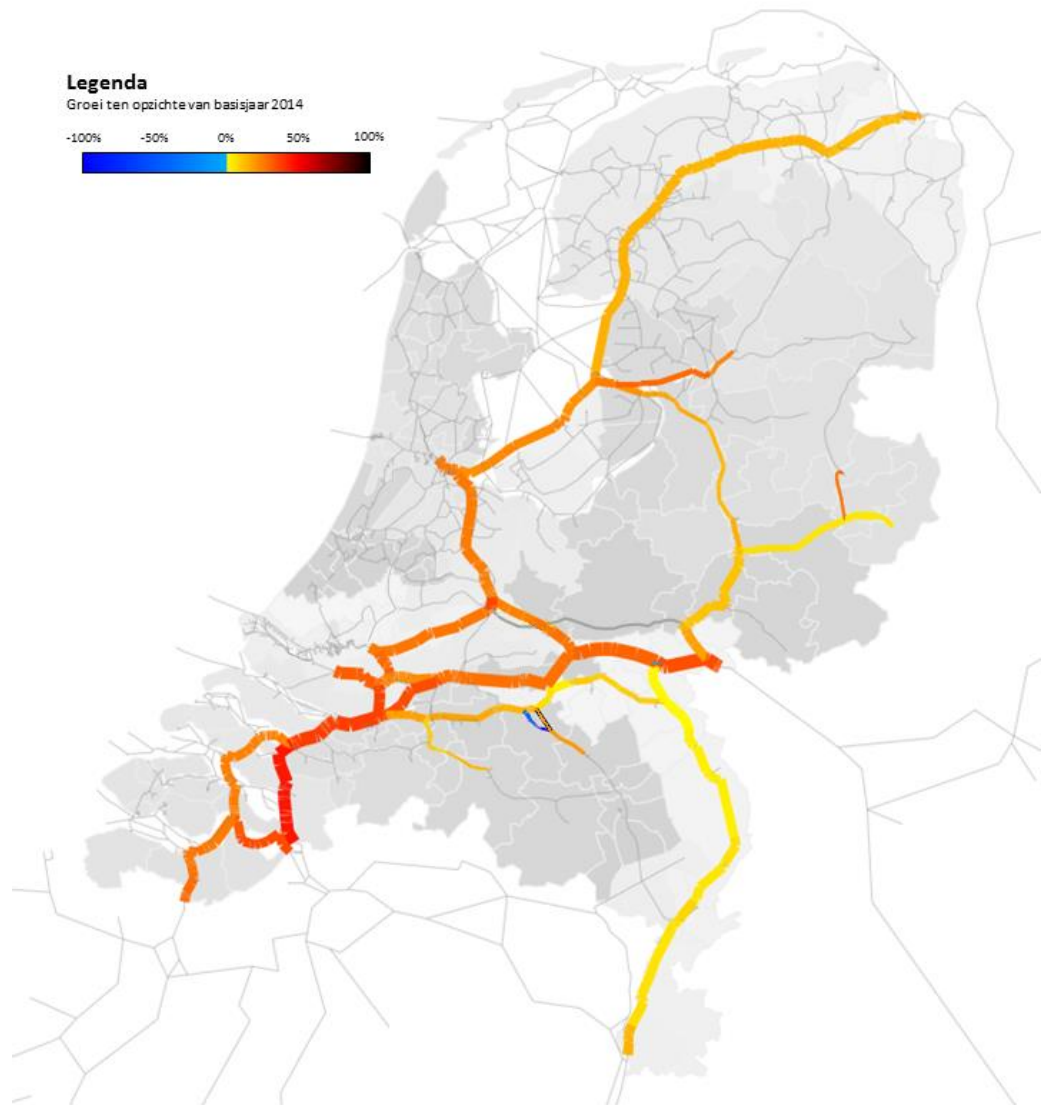
Figuur 5: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2050 scenario Laag

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2030 hoog vs. basisjaar 2014



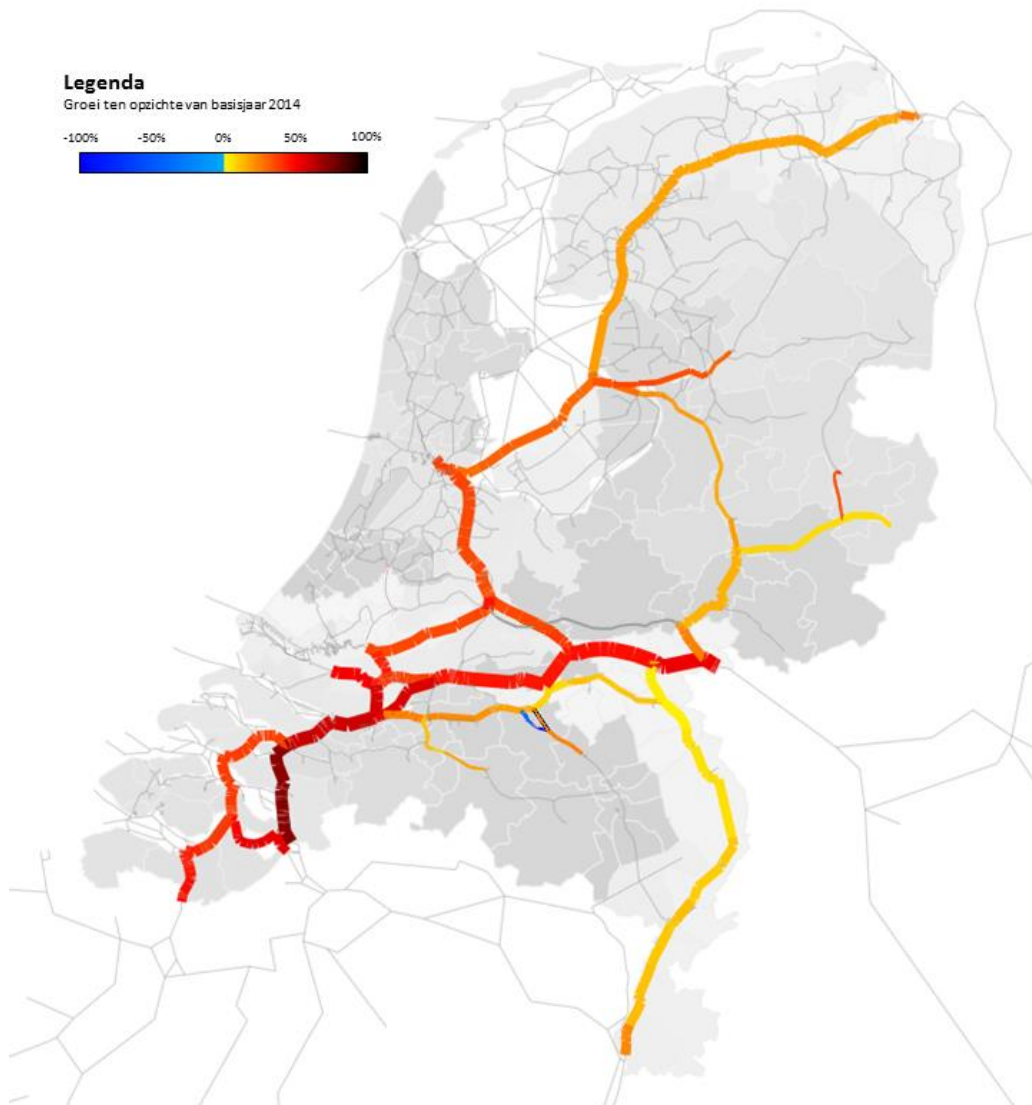
Figuur 6: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2030 scenario Hoog

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2040 hoog vs. basisjaar 2014



Figuur 7: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2040 scenario Hoog

Groei ladingvolumes binnenvaart zichtjaar 2050 hoog vs. basisjaar 2014



Figuur 8: Groei ladingvolumes binnenvaart 2014-2050 scenario Hoog

1.3 Selectie van te analyseren sluisen

De volgende selectiecriteria zijn gebruikt om tot een lijst van de te analyseren sluisen te komen:

- Alleen sluisen op het hoofdvaarwegennet.
- Alleen sluisen met een dominante beroepsvaartfunctie. Hierbij wordt de Richtlijn Vaarwegen 2011 gebruikt als criterium. Deze stelt namelijk dat tot 10.000 à 12.000 passages beroepsvaart per jaar een minimumsluis voldoende capaciteit biedt. Hierbij is nadrukkelijk wel rekening gehouden met de groeipotentie van het aantal passages. Sluisen waarbij het aantal passages/jaar de 10.000 naderde of waarbij het in de toekomst het geval zou kunnen zijn, zijn in de analyse wel meegenomen.
- Sluisen die niet aan het bovenstaande criterium voldoen maar wel veel recreatievaart hebben (meer dan 10.000 recreatievaartpassages) zijn ook overwogen. Daarbij is belangrijk om te kijken of de recreatievaart een omvangrijk deel van de beroepsvaart kan verstoren. Sluisen met een recreatiekolk zullen dus afvallen, evenals sluisen waarbij nauwelijks beroepsvaart passeert (bijv. < 5.000 per jaar). Uiteindelijk blijkt dit extra selectie criterium (meer dan 10.000 recreatievaartpassages) hiermee voor het hoofdvaarwegennet geen extra sluisen in de selectie op te leveren.
- Sluisen waarvoor in het MIRT reeds capaciteitsuitbreiding gepland is (d.w.z. waarvoor een voorkeursbeslissing genomen is⁸; dit geldt voor Sluis Eefde, de Prinses Beatrixsluisen, Sluis Terneuzen, Sluis IJmuiden en de Volkeraksluisen) worden niet opnieuw doorgerekend.
- Bij sommige sluisen speelt de situatie dat deze een gedeelte van het jaar buiten gebruik zijn (in perioden zonder waterstandsverschil, waardoor er niet gesloten hoeft te worden). Deze sluisen hebben dus een lager jaartotaal van aantal passages, maar daar staat tegenover dat die passages ook in een korter tijdsbestek afgewikkeld moeten worden. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij de selectie, bijvoorbeeld door ook de passages mee te tellen uit de periodes waarin de sluis buiten gebruik was (en de scheepvaart ongehinderd door heeft kunnen varen). Voor de selectie zijn daarom de sluisen die enkel niet voldeden aan het criterium van 10.000 beroepsvaartpassages per jaar heroverwogen. Dit heeft echter niet geleid tot toevoeging van extra sluisen aan de groslijst.

Tabel 9 presenteert de lijst van sluisen die op basis van deze criteria geselecteerd zijn om nader te analyseren.

⁸ Of zelfs al een projectbeslissing of uitvoeringsbeslissing.

Tabel 9: Lijst van te analyseren sluisen

| Route* | Sluisnaam | Passages (2014) | | Motivatie voor selectie |
|---------|----------------------------|-----------------|----------------|--|
| | | Beroepsvaart | Recreatievaart | |
| ROT-DUI | Amerongen | 10.009 | 6.319 | Voor betreffende sluisen geldt: - Liggen op HVWN - Hebben een dominante beroepsvaart-functie (meer dan 10.000 passages per jaar) - Er is nog geen capaciteits-uitbreiding gepland |
| ROT-LUI | Belfeld | 20.521 | 7.962 | |
| ROT-LUI | Born, | 20.878 | 4.290 | |
| AMS-DEL | Gaarkeukensluis | 14.418 | 5.620 | |
| ROT-LUI | Grave | 10.179 | 9.819 | |
| ROT-ANT | Hansweert | 41.112 | 6.558 | |
| ROT-LUI | Heel | 18.930 | 4.050 | |
| AMS-DEL | Houtribsluisen | 37.140 | 19.192 | |
| ROT-ANT | Krammersluisen | 39.666 | 33.693 | |
| ROT-ANT | Kreekraksluisen | 69.058 | 2.274 | |
| ROT-LUI | Maasbracht | 21.726 | 4.490 | |
| AMS-DEL | Oostersluis | 14.102 | 5.669 | |
| AMS-ROT | Oranjesluisen ⁹ | 47.407 | 58.394 | |
| AMS-DUI | Pr. Bernardsluis, Tiel | 31.970 | 2.234 | |
| AMS-DUI | Pr. Irenesluis | 35.448 | 1.957 | |
| AMS-DEL | Pr. Margrietsluis | 19.405 | 20.234 | |
| ROT-LUI | Pr. Maximasluisen | 13.447 | 13.605 | |
| ROT-LUI | Sambeek | 27.130 | 10.166 | |
| n.v.t. | Schijndel | 12.760 | 1.797 | |
| ROT-DUI | St. Andries | 10.128 | 4.388 | |
| ROT-DUI | Weurt | 29.074 | 4.544 | |
| AMS-DEL | Zeesluis Farmsum | 11.806 | 5.752 | |
| n.v.t. | Sluis Empel | 9.292** | 2.023** | Recentelijk geopende sluis met groeipotentie |
| n.v.t. | Sluis Hintham | 9.292** | 2.023** | Sluis Empel is identiek aan Hintham in zowel afmeting als aanbod van schepen. |
| ROT-DUI | Sluis Hagestein | 7.906 | 6.638 | Zie toelichting in de hoofdstekst |
| ROT-DUI | Sluis Delden | 7.378 | 459 | |
| n.v.t. | Sluis Panheel | 5.254 | 2.711 | |

* De eerste drie letters van begin- en eindpunt van de route

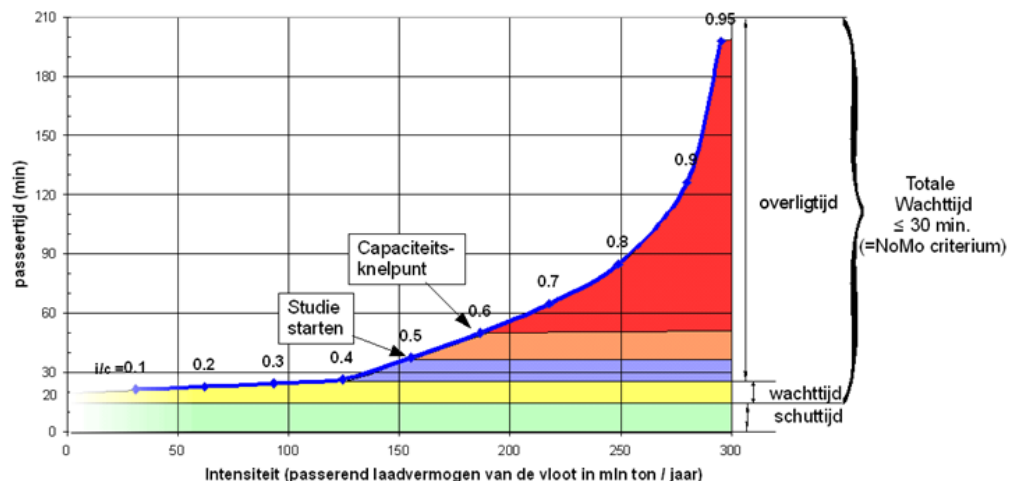
** Gegevens 2015

⁹ Inclusief Prins Willem-Alexandersluis

Sluis Delden voldoet niet aan het criterium van 'meer dan 10.000 passages vrachtbinnenvaart in een jaar' maar is toch opgenomen in de selectie. De reden hiervoor is dat de sluis Delden in de NMCA 2011 als potentieel knelpunt is aangemerkt en schaalvergroting er voor zou kunnen zorgen dat er ondanks een verminderd aantal passages (ong. 7.000) nog steeds een capaciteitsprobleem bestaat¹⁰. Het opnemen van sluis Delden geeft aanleiding om iets soepeler om te gaan met de grens van 10.000 passages per jaar. Sluis Hagestein en sluis Panheel zijn om die reden ook opgenomen in de selectie.

1.4 Eerste filtering op basis van I/C-ratio's

Een eerste filtering op potentiële knelpunten is gemaakt door de in de vorige paragraaf gepresenteerde selectie van sluisen te analyseren op I/C-verhouding (intensiteit/capaciteit) voor basisjaar en toekomstjaren. De I/C-verhouding is een maat voor potentiële congestievorming. Naarmate deze waarde toeneemt, zal de vertraging voor de scheepvaart meer dan evenredig oplopen. Om een indruk te geven van wat de I/C-verhouding betekent voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling (gemiddelde passeertijd van alle schepen), is hieronder voor een willekeurige sluis de relatie tussen verkeersbelasting, I/C-verhouding en gemiddelde passeertijd grafisch weergegeven.



Figuur 9: Relatie I/C-verhouding – passeertijd¹¹ voor een willekeurige sluis

Bij een hoge verkeersbelasting van de sluis zien we de passeertijd exponentieel toenemen. In de praktijk betekent een I/C-waarde boven de 0,5 vaak dat er op korte termijn een probleem kan gaan ontstaan (gemiddelde totale wachttijd in de maatgevende periode dreigt de dertig minuten, het NoMo-/SVIR-criterium, te overschrijden). Deze waarde is daarom gehanteerd als grenswaarde om een sluis als potentieel knelpunt te bestempelen. Hierbij is zowel naar de huidige situatie (2014, het basisjaar van de analyses) gekeken, als naar de zichtjaren 2030, 2040 en 2050 in de toekomstscenario's Hoog en Laag.

¹⁰ Het effect van schaalvergroting op de verkeersafwikkeling bij een sluis kan zowel positief als negatief uitpakken. Dit is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden (sluisafmetingen en vlootsamenstelling).

¹¹ Zie voor meer informatie over definities van passeer- en wachttijden van schepen bij sluisen (inclusief tijd-weg diagram) Bijlage I : Definities passeertijden schepen bij sluisen.

Uit deze analyse blijkt dat van alle sluizen uit Tabel 9 er een tiental aangemerkt kan worden als een potentieel knelpunt (I/C-waarde rond 0,5 of hoger, in een of meerdere van de onderzochte jaren/scenario's). Dit zijn de sluizen opgenomen in de tabel hieronder. Voor alle andere sluizen liggen de I/C-waarden in beide scenario's en in alle zichtjaren ruim onder de 0,5.

Tabel 10: Potentiële knelpunten o.b.v. I/C-analyse

| Vaarroute | Sluisnaam |
|----------------------------|--|
| Amsterdam-Lemmer-Delfzijl | Oranjesluizen (incl. Prins Willem-Alexandersluis) |
| | Houtribsluizen |
| | Prinses Margrietsluis |
| | Gaarkeukensluis |
| | Oostersluis |
| Rotterdam-Antwerpen | Hansweert |
| | Krammersluizen |
| | Kreekraksluizen |
| Rotterdam- Duitsland | St. Andries |
| Rotterdam-Twente-Duitsland | Sluis Delden |

Bij de Krammersluizen zijn plannen voor een nieuw zoet-zoutscheidingsstelsel. Met dit nieuwe systeem zullen de schuttijden, en daarmee ook de wacht- en passeertijden, drastisch verkort worden. Daarmee zullen de Krammersluizen vermoedelijk als potentieel knelpunt wegvallen.

Aanvullend op de sluizen genoemd in Tabel 10 zijn ook de sluizen Weurt, Grave en Schijndel in de verdere beschouwingen meegenomen, ondanks het feit dat deze uit de I/C-analyse niet direct als potentieel knelpunt naar voren gekomen zijn. In het geval van sluis Weurt is de reden hiervoor dat deze sluis in de NMCA 2011 nog wel als knelpunt aangemerkt werd. Dit is aanleiding om hier nog eens extra goed naar te kijken.

Sluis Grave wordt meegenomen in de verdere beschouwingen omdat deze sluis elders wel als knelpunt genoemd is. Vermoedelijk treedt het ervaren capaciteitsprobleem hier echter op tijdens piekbelasting bij laag water op de Waal¹² of (gedeeltelijke) stremming van Sluis Weurt, en is geen sprake van een structureel capaciteitsknelpunt in de zin van de NMCA. Door sluis Grave toch mee te nemen in de verdere analyses, kan dit laatste geïdentificeerd worden.

In het geval van Sluis Schijndel vormt het relatief ongelijkmatig over het jaar verdeelde verkeersaanbod aanleiding voor nadere beschouwing.

¹² Bij laag water op de Waal verkiezen veel schepen de route over de Maas (Sluis Grave) boven de route over Waal en Maas-Waalkanaal (Sluis Weurt). Daardoor zijn de wachttijden bij Sluis Grave, gedurende perioden van laag water, de afgelopen jaren opgelopen. De intensiteit is in deze perioden hoger dan onder reguliere omstandigheden.

1.5 Simulatiestudie

De sluizen die uit de hiervoor beschreven analyse naar voren gekomen zijn als mogelijke knelpunten, zijn gedetailleerd doorgerekend met het micro-simulatiemodel SIVAK. Dit model genereert scheepvaartverkeer met gespecificeerde intensiteit (per uur van de week) en verdeling over grootteklassen, type, belading etc. en simuleert vervolgens hoe deze schepen door de sluis verwerkt kunnen worden. Op deze manier kan inzicht verkregen worden in de toekomstige kwaliteit van de verkeersafwikkeling (uitgedrukt in indicatoren als wachttijden, passeertijden en vaartuigverliesuren) per scenario en zichtjaar.

Voor elke door te rekenen sluis is het volgende traject doorlopen:

- Op basis van het in IVS90 in het basisjaar 2014 geregistreerde verkeer wordt de drukste aaneengesloten periode van 4 weken (maatgevende periode) bepaald;
- Het per week gemiddelde aantal passages (per klasse, etc.) wordt als basisintensiteit voor SIVAK gebruikt;
- Het aankomstpatroon (aantal per type vaart per uur van de week) wordt als gemiddelde over het hele jaar uit IVS90 gehaald;
- De SIVAK-resultaten verkregen met deze gegevens worden vergeleken met de in IVS90 geregistreerde aantallen schuttingen, passeer- en wachttijden;
- De simulatieparameters worden per sluis zodanig ingesteld (gekalibreerd) dat de SIVAK- en IVS90-resultaten voor het basisjaar zo goed mogelijk overeenkomen.
- De vloten voor de zichtjaren worden bepaald op basis van de prognoses beschreven in paragraaf 1.1.
- Met deze vloten en simulatieparameters worden de simulaties voor de zichtjaren uitgevoerd.

De resultaten van deze simulaties zijn uitgebreid beschreven in bijlage II, het simulatierapport 'SIVAK sluiscapaciteitsstudie NMCA' (Rijkswaterstaat, 2017). De belangrijkste resultaten zijn hieronder samengevat.

1.5.1 Wachttijden

Tabel 11 geeft de gemiddelde wachttijd¹³ per sluis, per studiejaar en scenario weer. Volgens het NoMo-/SVIR-criterium kan een sluis als knelpunt worden aangemerkt als deze een gemiddelde wachttijd in de maatgevende periode heeft van meer dan 30 minuten. De cellen waarin deze normwaarde duidelijk overschreden wordt zijn rood gemarkeerd. De cellen met een waarde rond de norm zijn oranje gemarkeerd.

¹³ Zie voor de definities van wacht- en passeertijden bij sluizen (inclusief tijd-weg diagram) Bijlage I: Definities passeertijden schepen bij sluizen.

Tabel 11: Gemiddelde wachttijd SIVAK-studie

| Sluisnaam | Gemiddelde wachttijd in maatgevende periode | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2030 Hoog | 2030 Laag | 2040 Hoog | 2040 Laag | 2050 Hoog | 2050 Laag |
| Corridor Westerschelde-Rijn | | | | | | | |
| Hansweert | 12 | 13 | 11 | 13 | 11 | 13 | 11 |
| Krammersluizen | 30 (17*) | 20 | 17 | 20 | 16 | 22 | 17 |
| Kreekraksluizen | 20 | 38 | 23 | 52 | 23 | 93 | 34 |
| Corridor Amsterdam - Noord Nederland | | | | | | | |
| Oranjesluizen ¹⁴ | 20 | 32 | 28 | 43 | 35 | 60 | 45 |
| Houtribsluizen | 16 | 25 | 21 | 31 | 25 | 44 | 31 |
| Pr. Margrietsluis | 24 | 26 | 25 | 29 | 25 | 30 | 29 |
| Gaarkeukensluis | 21 | 26 | 25 | 31 | 27 | 33 | 29 |
| Oostersluis | 30 | 42 | 40 | 48 | 40 | 54 | 44 |
| Corridor Rijn - Oost Nederland | | | | | | | |
| Sluis Delden | 28 | 25 | 24 | 25 | 25 | 24 | 25 |
| Corridor Maasroute | | | | | | | |
| Grave | 32 | 26 | 24 | 24 | 21 | 22 | 20 |
| Sluis St. Andries | 38 | 53 | 53 | 60 | 51 | 63 | 55 |
| Weurt | 16 | 17 | 15 | 16 | 15 | 16 | 14 |
| Corridor Rotterdam – Veghel | | | | | | | |
| Schijndel | 28 (37**) | 21 | 20 | 24 | 22 | 28 | 23 |

* Fictieve 2014-situatie met het toekomstige innovatieve zoet-zoutscheidingsstelsel

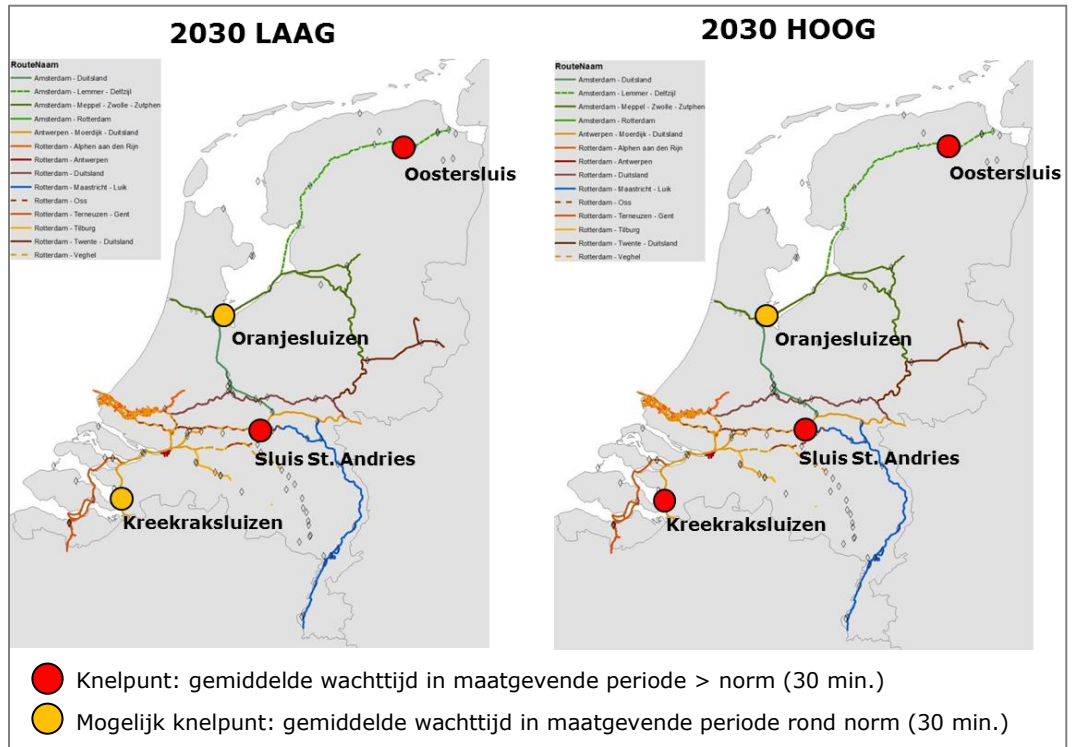
** Situatie na opening Maximakanaal (2015)

Dit leert dat op basis van het NoMo-/SVIR-wachttijd criterium bij de volgende sluisen in de toekomst een capaciteitsknelpunt verwacht wordt:

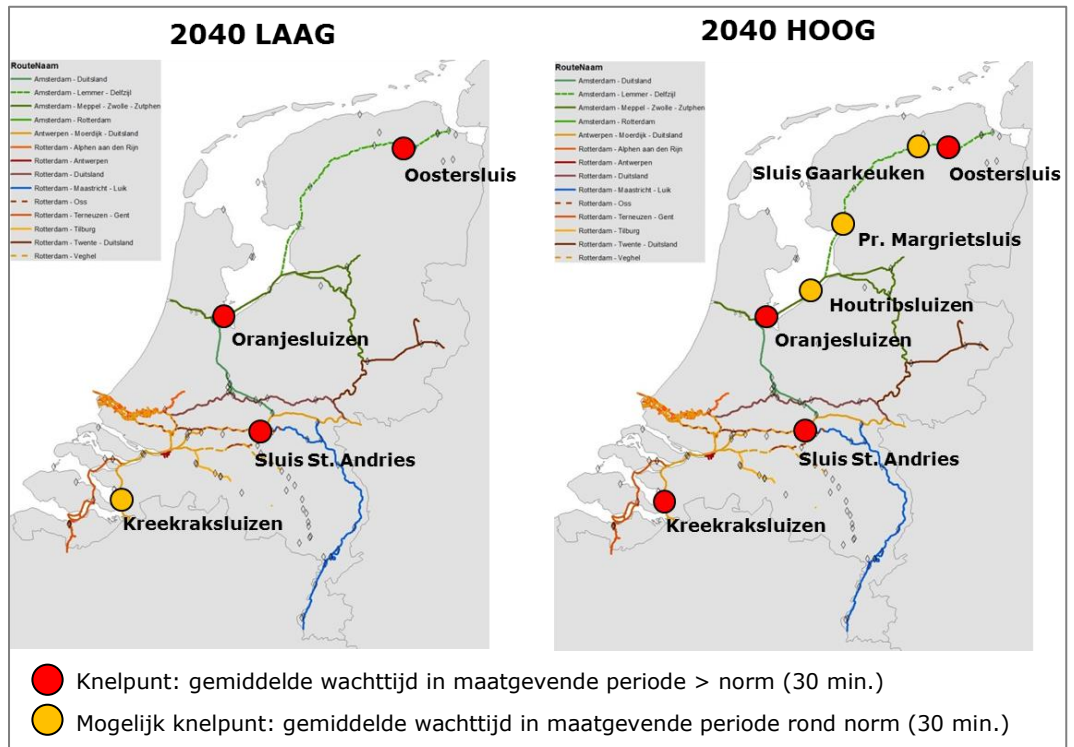
- Corridor Westerschelde-Rijn:
 - **Kreekraksluizen (vanaf 2030 Hoog)**
- Corridor Amsterdam – Noord Nederland:
 - **Oranjesluizen, incl. Pr. Willem-Alexandersluis (vanaf 2030 Hoog)**
 - **Houtribsluizen (vanaf 2040 Hoog)**
 - **(Pr. Margrietsluis: vanaf 2040 Hoog rond 30-minutencriterium)**
 - **Gaarkeukensluis (vanaf 2040 Hoog)**
 - **Oostersluis (alle toekomstjaren)**
- Corridor Maasroute:
 - **Sluis St. Andries (huidige situatie en alle toekomstjaren)**

In Figuur 10 tot en met Figuur 12 is het knelpuntenbeeld op basis van het NoMo-/SVIR-wachttijd criterium voor 2030, 2040 en 2050 grafisch weergegeven.

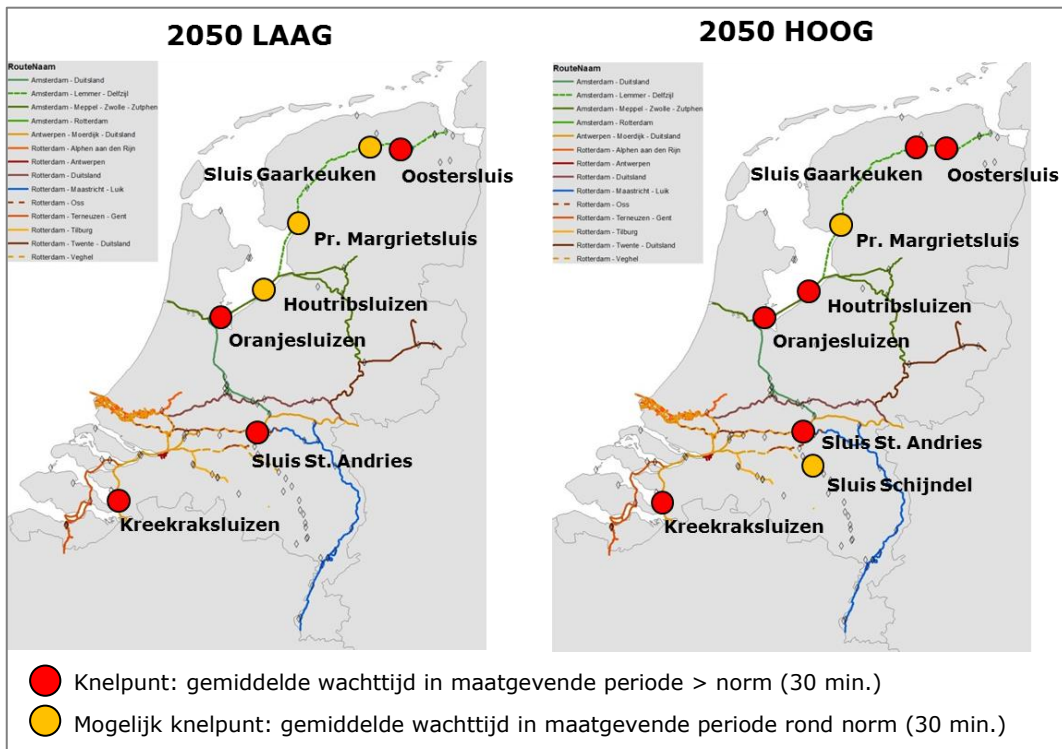
¹⁴ Inclusief Prins Willem-Alexandersluis



Figuur 10: Knelpuntenbeeld sluiscapaciteit 2030 (scenario's Laag en Hoog)



Figuur 11: Knelpuntenbeeld sluiscapaciteit 2040 (scenario's Laag en Hoog)



Figuur 12: Knelpuntenbeeld sluiscapaciteit 2050 (scenario's Laag en Hoog)

Voor de corridor Amsterdam – Noord Nederland valt op dat de Oostersluis eerder een knelpunt wordt dan de circa vijftien kilometer westelijker gelegen sluis Gaarkeuken, ondanks de iets lagere scheepvaartintensiteiten. Hier speelt het te overbruggen waterstandsverschil een rol bij. Dit waterstandsverschil is bij de Oostersluis een stuk groter dan bij sluis Gaarkeuken, waardoor de nivelleertijd aanmerkelijk langer is (en daardoor de capaciteit kleiner).

In vergelijking met de vorige NMCA valt op dat enkele knelpunten weggefallen zijn, en er ook enkele nieuw bij gekomen zijn. Daarnaast hebben verschuivingen plaatsgevonden in het moment waarop een knelpunt verwacht wordt. Deze nieuwe inzichten vinden hun oorsprong in onder andere de nieuwe goederenvervoerprognoses, gebaseerd op de nieuwe WLO-scenario's van de planbureaus, en het recentere basisjaar (meest recente gegevens als vertrekpunt voor de analyses).

De belangrijkste verschillen met de vorige NMCA zijn de volgende:

- Bij sluis Weurt wordt niet langer een capaciteitsknelpunt voorzien. Door een afname in het zand- en grindvervoer is het gepasseerd ladinggewicht hier de afgelopen jaren geleidelijk afgenomen, en in de lange termijn prognoses wordt weinig tot geen groei verwacht. Sluis Weurt heeft met zijn twee kolken bij normale waterstanden dus geen capaciteitsbeperkingen, echter bij hoog water (NAP+10 of hoger) dient er getrapt geschut te worden (beperking in lengte en extra schuttijd) en bij laagwater (NAP+7,20 of lager) neemt de diepgang (tot wel 1 meter) van de Oostkolk en daarmee de capaciteit sterk af.

- Sluis St. Andries komt in de NMCA2017 juist als nieuw knelpunt naar voren. Hier is het gepasseerd ladinggewicht, dat voor een belangrijk deel uit ruwe mineralen zoals zand bestaat, de afgelopen jaren sterk gegroeid. Zodanig dat hier op dit moment al van een knelpunt gesproken kan worden. Hier speelt ook de relatief ongelijkmatige verdeling van het verkeersaanbod over het jaar een rol (relatief groot verschil tussen jaargemiddelde intensiteit en intensiteit in maatgevende periode). De lange termijn prognoses laten een stabilisatie / geringe afname van het zandvervoer door de St. Andriessluis zien, waarmee het totale vervoer nog een beperkte stijging vertoont (door groei van andere goederensoorten) of ongeveer gelijk blijft. Deze prognoses kennen echter een hoge mate van onzekerheid, doordat de vervoervolumes in 2030, 2040 en 2050 sterk afhankelijk zijn van lokale zandwinningsprojecten in deze zichtjaren. De huidige drukte bij St. Andries wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door het zandwinningsproject 'Over de Maas', nabij Alphen. Dit project wordt in 2018 afgerond. Dit kan op de kortere termijn tot een verlichting van de drukte leiden.
- De Krammersluizen komen niet langer als toekomstig knelpunt naar voren. Dit is een gevolg van het uitgangspunt dat hier een nieuw, innovatief zoet-zout scheidingssysteem (IZZS) geïnstalleerd zal worden. Dit IZZS verkort de nivelleertijden aanzienlijk, waardoor de capaciteit van het complex significant omhoog gaat.
- Ook de Volkeraksluizen komen in de NMCA2017 niet meer als knelpunt terug (zie paragraaf 1.3). Voor dit sluisencomplex is op termijn reeds een capaciteitsuitbreiding voorzien.
- Bij sluis Delden wordt in de NMCA2017 geen knelpunt meer voorzien. Een groot deel van het ladingvolume bestaat hier uit ruwe mineralen en bouwmaterialen. Hier wordt in de WLO-scenario's voor regio Twente weinig ontwikkeling in verwacht. Daarnaast zal een deel van de containervolumes verschuiven van de CTT terminal in Hengelo naar de nieuwe CTT terminal in Almelo. Deze laatste terminal heeft tot voordeel dat sluis Delden niet meer hoeft te worden gepasseerd. Opgemerkt moet echter worden dat de prognoses voor deze locatie in het vaarwegennet een relatief grote onzekerheid kennen. Een beperkt aantal bedrijven is hier verantwoordelijk voor een groot deel van de ladingstromen. Ontwikkelingen bij individuele bedrijven (zoals uitbreiding of sluiting) kunnen daardoor een relatief groot effect, positief of negatief, hebben op het totale ladingvolume. Hetzelfde geldt voor mogelijke nieuwe ladingstromen, aangetrokken door de recente investeringen in de regionale haveninfrastructuur, en voor verschuivingen van weg naar water in het kader van de Beter Benutten afspraken Twentekanalen (o.a. intentieverklaringen van het bedrijfsleven om meer goederen per binnenvaart te vervoeren nadat de upgradering van de Twentekanalen naar een krap Va-vaarwegprofiel heeft plaatsgevonden). Het verdient derhalve aanbeveling de ontwikkeling van het ladingvolume goed te blijven volgen. Uit Tabel 11 blijkt dat sluis Delden nog wel wat restcapaciteit heeft: de sluis kan hogere volumes verwerken dan de volumes die nu verwacht worden. De drempeldiepte bij deze sluis voldoet niet geheel aan de RVW. Wanneer in de toekomst de maximale aflaaddiepte van 2,20 meter naar 2,80 meter gaat, zal hier een beperkte kielspeling resteren. Onderzocht wordt nog welk effect dit precies zal hebben op de in- en uitvaartijden van de schepen.

1.5.2 Passeertijden

Als alternatief voor de wachttijd kan ook de passeertijd bij een sluis in beschouwing genomen worden als maat voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling. De passeertijd geeft de totale tijdsduur die gemoeid is met het passeren van de sluis. In tegenstelling tot de wachttijd is deze maat dus inclusief de schuttijd. In bijlage I is meer informatie opgenomen over de precieze definities van wacht- en passeertijden bij sluisen (inclusief een tijd-weg diagram).

Tabel 12 geeft de gemiddelde passeertijden weer, ook deze voor de maatgevende (drukste) periode. De passeertijden in deze tabel laten een vergelijkbaar beeld zien als de wachttijden in Tabel 11. Voor de passeertijd bestaat echter geen streefwaarde zoals voor de wachttijd. Het verschil tussen de gemiddelde wachttijd en de gemiddelde passeertijd geeft inzicht in de snelheid van het schutproces van de sluis. Door een relatief korte schuttijd blijft de passeertijd bij de Oranjesluizen in 2030 Hoog en Laag en in 2040 Laag nog relatief beperkt, ondanks een wachttijd rond of boven de norm van 30 minuten.

Tabel 12: Gemiddelde passeertijd SIVAK-studie

| Sluisnaam | Gemiddelde passeertijd in maatgevende periode | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2030 Hoog | 2030 Laag | 2040 Hoog | 2040 Laag | 2050 Hoog | 2050 Laag |
| Corridor Westerschelde-Rijn | | | | | | | |
| Hansweert | 23 | 24 | 22 | 23 | 22 | 24 | 22 |
| Krammersluizen | 60 (33*) | 36 | 33 | 37 | 32 | 38 | 33 |
| Kreekraksluizen | 36 | 53 | 38 | 68 | 38 | 109 | 49 |
| Corridor Amsterdam - Noord Nederland | | | | | | | |
| Oranjesluizen ¹⁵ | 30 | 42 | 38 | 54 | 45 | 70 | 55 |
| Houtribsluizen | 28 | 38 | 34 | 43 | 37 | 57 | 43 |
| Pr. Margrietsluis | 41 | 42 | 41 | 46 | 42 | 48 | 46 |
| Gaarkeukensluis | 34 | 40 | 38 | 46 | 40 | 46 | 44 |
| Oostersluis | 46 | 59 | 56 | 64 | 57 | 71 | 61 |
| Corridor Rijn - Oost Nederland | | | | | | | |
| Sluis Delden | 46 | 43 | 42 | 43 | 43 | 42 | 43 |
| Corridor Maasroute | | | | | | | |
| Grave | 44 | 38 | 36 | 36 | 34 | 35 | 32 |
| Sluis St. Andries | 53 | 67 | 68 | 74 | 66 | 77 | 70 |
| Weurt | 35 | 36 | 35 | 36 | 34 | 35 | 34 |
| Corridor Rotterdam - Veghel | | | | | | | |
| Schijndel | 42 (52**) | 36 | 34 | 38 | 36 | 43 | 37 |

* Fictieve 2014-situatie met het toekomstige innovatieve zoet-zoutscheidingsstelsel

** Situatie na openstelling Maximakanaal (2015)

¹⁵ Inclusief Prins Willem-Alexandersluis

1.5.3 Vaartuigverliesuren

Per sluis zijn ook de vaartuigverliesuren per week in de maatgevende periode berekend (Tabel 13). De gehanteerde definitie van vaartuigverliesuren is het product van het aantal passages en de wachttijd. Deze variabele geeft inzicht in de totaal ondervonden hinder als gevolg van de wachttijd bij een sluis. In bijlage III is een tabel opgenomen met per sluis de vaartuigverliesuren ten gevolge van de passeertijd. Deze waarden kunnen worden gezien als de totale vertraging die de schepen oplopen als gevolg van de aanwezigheid van de sluis (wachttijd + schuttijd).

Doordat het verliesuren betreft in de maatgevende periode, waarbinnen een maatgevende (hogere) gemiddelde passeertijd optreedt, zijn deze weekcijfers niet geschikt voor extrapolatie naar een geheel jaar. De waarden zijn wel geschikt om de maatschappelijk waarde (of schade) van capaciteitsknelpunten op globaal niveau met elkaar te vergelijken. Daarbij is het belangrijk te beseffen dat de kosten van een vaartuigverliesuur van locatie tot locatie verschillend zullen zijn, daar deze afhankelijk zijn van het type schip, de scheepsgrootte en het soort goederen dat vervoerd wordt. De toename van de gemiddelde scheepsgrootte (resultierend in een kleiner aantal schepen voor dezelfde hoeveelheid lading) heeft een reducerend effect op de toekomstige aantallen vaartuigverliesuren, maar betekent tegelijkertijd dat met één vaartuigverliesuur in de toekomst steeds meer kosten gemoeid zijn.

Tabel 13: Vaartuigverliesuren SIVAK-studie

| Sluisnaam | Vaartuigverliesuren (ten gevolge van wachttijd) per week in maatgevende periode | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2030 Hoog | 2030 Laag | 2040 Hoog | 2040 Laag | 2050 Hoog | 2050 Laag |
| Corridor Westerschelde-Rijn | | | | | | | |
| Hansweert | 205 | 186 | 152 | 182 | 134 | 198 | 135 |
| Krammersluizen | 445 (246*) | 276 | 223 | 273 | 193 | 300 | 196 |
| Kreekraksluizen | 445 | 998 | 367 | 1457 | 362 | 2869 | 799 |
| Corridor Amsterdam - Noord Nederland | | | | | | | |
| Oranjesluizen ¹⁶ | 348 | 529 | 445 | 708 | 529 | 988 | 674 |
| Houtribsluizen | 245 | 389 | 311 | 471 | 348 | 685 | 430 |
| Pr. Margrietsluis | 169 | 178 | 171 | 197 | 165 | 211 | 192 |
| Gaarkeukensluis | 112 | 151 | 142 | 179 | 146 | 193 | 167 |
| Oostersluis | 164 | 240 | 213 | 269 | 219 | 315 | 248 |
| Corridor Rijn - Oost Nederland | | | | | | | |
| Sluis Delden | 73 | 55 | 53 | 52 | 53 | 50 | 52 |
| Corridor Maasroute | | | | | | | |
| Grave | 143 | 83 | 72 | 68 | 56 | 58 | 48 |
| Sluis St. Andries | 160 | 209 | 204 | 233 | 186 | 242 | 199 |
| Weurt | 165 | 159 | 139 | 145 | 122 | 136 | 112 |

¹⁶ Inclusief Prins Willem-Alexandersluis

| Corridor Rotterdam - Veghel | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|----|----|----|----|-----|----|
| Schijndel | 137 (152**) | 68 | 59 | 78 | 66 | 100 | 71 |

* Fictieve 2014-situatie met het toekomstige innovatieve zoet-zoutscheidingsstelsel

** Situatie na openstelling Maximakanaal (2015)

Bij vergelijking van Tabel 11 (wachtijden) en Tabel 13 (vaartuigverliesuren) blijkt dat de grootste knelpunten in termen van wachtijden (mate van overschrijding van de wachttijdnorm) niet noodzakelijkerwijs ook de grootste knelpunten in termen van vaartuigverliesuren zijn. Bij de Kreekraksluizen, Oranjesluizen (inclusief Prins Willem-Alexandersluis) en Houtribsluizen is de hoeveelheid vaartuigverliesuren aanzienlijk groter dan bij Sluis St. Andries, de Oostersluis en Sluis Gaarkeuken, als gevolg van de grotere hoeveelheid verkeer bij de eerstgenoemde sluisen.

1.6 Gevoeligheidsanalyses

In prognoses is per definitie sprake van onzekerheden. Exact voorspellen hoe de toekomst er uit zal komen te zien is immers onmogelijk. Dit is precies de reden waarom met twee scenario's (Laag en Hoog) gewerkt is. Op basis van deze twee referentiescenario's is in de NMCA een beeld gevormd van toekomstige beleidsopgaven, in de vorm van capaciteitsknelpunten. Deze referentiescenario's hebben een rustig karakter. Dit betekent dat de bandbreedte groot genoeg is om recht te doen aan de belangrijkste aanwezige onzekerheden, maar dat meer extreme ontwikkelingen niet worden verkend.

Om de robuustheid van de beleidsopgaven te toetsen, is aanvullend op deze referentiescenario's een aantal gevoeligheidsanalyses doorgerekend. Hierin zijn voor enkele grote onzekerheden alternatieve, wat extremere uitgangspunten verondersteld. Deze passen niet bij het rustige karakter van de referentiescenario's, maar kunnen wel een grote impact hebben.

In deze onzekerheidsverkenningen zijn de volgende variaties op de referentiescenario's onderzocht:

- variant zonder CO₂-heffing binnenvaart in scenario Hoog
- varianten met alternatieve ontwikkeling energiedragers:
 - variant met (veel) minder vervoer van brandstoffen (sterkere transitie naar lokale energieopwekking uit bronnen als zon en wind)
 - variant met méér vervoer van energiedragers, met een grotere rol voor vaste minerale brandstoffen en minder aardolie(producten)
- variant zonder schaalvergroting
- variant zonder modal shift doelstelling Maasvlakte
- variant met minder dematerialisatie in het hoge scenario
- variant met meer dematerialisatie in het lage scenario
- variant met hogere CO₂-prijzen in het hoge scenario
- variant met lagere dieselprijzen in het lage scenario

In deze paragraaf worden de resultaten van deze gevoeligheidsanalyses gepresenteerd.

1.6.1 *Situatie zonder CO₂-heffing binnenvaart in het hoge scenario*

In de referentiescenario's is in scenario Hoog een CO₂-heffing op de binnenvaart verondersteld. Deze CO₂-heffing heeft in de prognoses tot een verschuiving van binnenvaart naar weg- en spoorvervoer geleid. In absolute termen is de verschuiving van binnenvaart naar wegvervoer aanzienlijk groter dan die van binnenvaart naar spoor, maar relatief gezien is het effect op de hoeveelheid wegvervoer juist kleiner dan het effect op de (veel kleinere) hoeveelheid spoorvervoer.

Tabel 14 laat zien hoeveel procent de omvang van het binnenvaartvervoer hoger komt te liggen in een alternatief scenario Hoog *zonder* de CO₂-heffing, ten opzichte van het referentiescenario Hoog *mét* de CO₂-heffing. Door stijging van de CO₂-prijs neemt het effect toe in de tijd: in 2030 bedraagt het effect circa 2%, maar in 2050 is dit opgelopen tot bijna 8%.

Tabel 14: Extra binnenvaartvervoer in situatie zonder CO₂-heffing op de binnenvaart, scenario Hoog (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Vervoerssegment | Effect op binnenvaartvervoer | | |
|--|------------------------------|--------------|--------------|
| | 2030 Hoog | 2040 Hoog | 2050 Hoog |
| Binnenlands | +1.1% | +2.7% | +4.3% |
| Internationaal (aanvoer/afvoer/doorvoer) | +2.2% | +5.0% | +8.6% |
| Totaal | +1.9% | +4.3% | +7.6% |

De verschuiving blijkt in het internationale vervoer (langere afstanden) gemiddeld groter dan in het binnenlandse vervoer (kortere afstanden), maar daarmee is niet gezegd dat het effect bij sluisen met een hoger aandeel internationaal vervoer altijd groter is. Het effect varieert sterk van locatie tot locatie, afhankelijk van onder andere de lokale samenstelling van het vervoer (naar goederensoorten en herkomst-bestemmingsrelaties) en de mate waarin andere modaliteiten voor deze vervoersstromen een alternatief vormen. Dit is te zien in Tabel 15, die de effecten lokaal per sluis toont. Ook de veranderingen in de geografische distributie van de goederenstromen zijn in deze effecten meegenomen.

Tabel 15: Extra binnenvaartvervoer in situatie zonder CO₂-heffing op de binnenvaart (scenario Hoog), lokaal per sluis (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Sluiscomplex | Effect op binnenvaartvervoer | | |
|---|------------------------------|-----------|-----------|
| | 2030 Hoog | 2040 Hoog | 2050 Hoog |
| Oranjesluizen (incl. Pr. Willem-Alexandersluis) | +3% | +7% | +11% |
| Houtribsluizen | +3% | +7% | +12% |
| Prinses Margrietsluis | +5% | +12% | +20% |
| Sluis Gaarkeuken | +6% | +14% | +23% |
| Oostersluis | +6% | +13% | +22% |
| Sluis Delden | +3% | +5% | +9% |
| Sluis Hansweert | +3% | +6% | +10% |
| Krammersluizen | +3% | +6% | +10% |
| Kreekraksluizen | +1% | +2% | +3% |

| | | | |
|--------------------|-----|-----|------|
| Sluis Grave | +3% | +7% | +12% |
| Sluis Sint Andries | +2% | +6% | +11% |
| Sluis Weurt | +4% | +8% | +15% |
| Sluis Schijndel | +1% | +3% | +6% |

Als gevolg van de grotere vervoersvolumes zullen de wachttijden logischerwijs ook overal hoger uitvallen dan becijferd voor het basispad (de resultaten gepresenteerd in paragraaf 1.5).

Dit blijkt echter weinig consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten, behalve voor de corridor Amsterdam – Noord-Nederland. Zonder CO₂-heffing zullen de knelpunten uit het hoge referentiescenario hier reeds eerder optreden:

- De gemiddelde wachttijd bij de Oranjesluizen komt in 2030 al duidelijker boven de 30 minuten uit.
- De Houtribsluizen zullen al in 2040 een duidelijk knelpunt vormen, in plaats van pas in 2050. Zonder CO₂-heffing komt de gemiddelde wachttijd hier in 2040 duidelijk boven de 30 minuten uit, in plaats van ergens rond deze waarde uit te komen.
- Ook sluis Gaarkeuken zal al in 2040 een duidelijk knelpunt vormen. De gemiddelde wachttijd komt hier zonder CO₂-heffing in 2030 al rond de 30 minuten uit, en in 2040 er duidelijk boven (in plaats van in 2040 pas rond deze waarde uit te komen).
- De Prinses Margrietsluis zal rond 2040 in toenemende mate een knelpunt gaan vormen (met in 2030 al een gemiddelde wachttijd rond de 30 minuten), in plaats van rond de 30 minuten te blijven hangen.

Bij de Oostersluis komt de wachttijd reeds in de referentiescenario's al in 2030 ruim boven de 30 minuten uit. Zonder CO₂-heffing zal dit beeld alleen maar versterkt worden. Ook in deze situatie blijft de Oostersluis dus de eerste sluis op deze corridor waar een capaciteitsknelpunt verwacht wordt.

1.6.2 *Energietransitie – minder vervoer van brandstoffen door sterkere transitie naar lokale energieopwekking uit bronnen als zon en wind*

Een belangrijk deel van de door de binnenvaart vervoerde lading bestaat uit energiedragers: brandstoffen als kolen, aardolie en aardolieproducten (zie Tabel 3). Deze grote ladingstromen kunnen in de komende decennia mogelijk ingrijpend wijzigen, door grote veranderingen in onze energiehuishouding (veranderingen in energieverbruik en opkomst van alternatieve bronnen, zoals biomassa, zon of wind). Vaak wordt zelfs van een 'energietransitie' gesproken.

Hoe deze energietransitie er precies uit zal komen te zien, is echter nog uiterst onzeker. Dit hangt onder meer af van ontwikkelingen in (internationaal) klimaat- en energiebeleid, het beschikbaar komen van nieuwe (energie)technologieën, maatschappelijke acceptatie van zaken als ondergrondse CO₂-opslag, en de mogelijkheden om internationaal biomassa te verhandelen.

Als gevolg van dit soort onzekerheden is ook de toekomstige ontwikkeling van de brandstoffenstromen nog zeer onzeker. Dat geldt zowel voor de volumes als voor de samenstelling daarvan. Zonder internationale handel in biomassa en zonder CO₂-opslag zou de zeehavenoverslag van energiedragers na 2030 met enkele procenten per jaar kunnen krimpen, terwijl er in een situatie mét internationale

biomassahandel en CO₂-opslag na 2030 ook sprake kan zijn van een groei met enkele procenten per jaar¹⁷.

De onzekerheidsbandbreedte in de transportvolumes is dus groot. Beide referentiescenario's bevatten een gematigde (rustige) ontwikkeling van het vervoer van energiedragers (met toenemend aandeel biomassa), binnen deze bandbreedte. In een tweetal gevoeligheidsanalyses zijn de gevolgen van wat meer extreme ontwikkelingen verkend: een variant waarin het vervoer van energiedragers sterk afneemt, door een sterkere transitie naar lokale opwekking van energie uit bronnen als zon en wind, en een variant waarin het vervoer (over land) van energiedragers juist sterker groeit dan in de referentiescenario's, met vooral veel kolen en juist minder aardolie(producten).

Deze paragraaf behandelt de resultaten van de eerste variant (sterke afname vervoer van energiedragers). De tweede variant (met méér kolen en minder aardolie dan in de referentiescenario's) komt aan bod in 1.6.3.

In het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016) zijn in bijlage C diverse scenario's geschetst voor de aanvoer van energiedragers naar Europa via zeehavens. Voor de hier beschouwde variant met sterke afname van vervoer van energiedragers is in beginsel uitgegaan van het scenario met de laagste aanvoer van energiedragers in de EFTA zeehavens, te weten de variant "No CCS+Opt.Solar+Off-shore+No Nuc+On-shore".

In scenario Hoog gaat dan de aanvoer van kolen, olie en gas terug naar nul in 2050 en halveert de aanvoer van biobrandstoffen. Het energievolume van de aanvoer van fossiele brandstoffen daalt met 82% in 2050 en het aangevoerde gewicht daalt met 75% in 2050.

In scenario Laag is het effect minder groot, aangezien daar nog steeds kolen- en aardolieaanvoer is en zelfs meer biobrandstof. In totaliteit in 2050 23% minder energievolume-aanvoer, en 16% minder gewichtsaanvoer. De verdeling over kolen, olie, gas en biomassa is niet volledig overgenomen uit "NOCCS++++", maar alleen het aandeel aardolie dat afneemt, maar niet nul wordt in 2050. Het aandeel kolen is gelijk verondersteld aan de referentie Laag, en als gevolg neemt het aandeel biomassa als complement toe tot 50% in 2050.

Deze uitgangspunten voor de aanvoer via zeehavens zijn vertaald naar effecten op de vervoersstromen over land. Tabel 16 toont per zichtjaar de becijferde procentuele effecten op het totaal per binnenvaart vervoerd tonnage (gesommeerd over alle goederensoorten), en Tabel 17 laat zien wat dit met de groei tussen basisjaar en zichtjaren doet. Hieruit blijkt dat in het hoge scenario de groei meer dan gehalveerd wordt. In het lage scenario is het effect beperkter, maar nog steeds substantieel.

¹⁷ WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016)

Tabel 16: Verandering totale hoeveelheid binnenvaartvervoer bij sterke afname vervoer van energiedragers (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Scenario | Effect op binnenvaartvervoer | | |
|---|------------------------------|------|------|
| | 2030 | 2040 | 2050 |
| Hoog met sterke afname energiedragers, t.o.v. Hoog referentie | -11% | -16% | -17% |
| Laag met sterke afname energiedragers, t.o.v. Laag referentie | -1% | -3% | -3% |

Tabel 17: Groei binnenvaartvervoer in referentiescenario's en in gevoeligheidsanalyse met sterke afname vervoer van energiedragers

| Scenario | Gewicht 2014 mln. ton | Groei vervoerd gewicht basisjaar – zichtjaar | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 2014-2030 | | 2014-2040 | | 2014-2050 | |
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| Referentie | 350 | 8% | 17% | 13% | 28% | 21% | 43% |
| Variante minder energiedragers | 350 | 7% | 5% | 9% | 8% | 17% | 19% |

Op lokaal niveau wijken de effecten echter af van deze landelijke gemiddelden: het effect verschilt van locatie tot locatie. Daar waar het aandeel energiedragers in de totale vervoersstroom groot is, zal de impact vanzelfsprekend groter zijn dan op locaties waar relatief weinig brandstoffen vervoerd worden. Dit komt duidelijk naar voren in Tabel 18. Van de in detail doorgerekende potentiële knelpuntlocaties is bij de sluisen in Zeeland het grootste effect te zien. Hier is het aandeel brandstoffen in de vervoersstromen het grootst. Op sommige andere locaties in het hoofdvaarwegennet is dit aandeel echter nog groter, bijvoorbeeld op het Amsterdam-Rijnkanaal. Hier worden dan ook nog grotere effecten gevonden: bij Tiel (Amsterdam-Rijnkanaal) bijvoorbeeld komt in 2040 Hoog het vervoerd gewicht in de gevoeligheidsanalyse maar liefst 32% lager uit dan in het referentiescenario.

Tabel 18: Verandering totaal vervoerd gewicht per sluis in situatie met minder vervoer van energiedragers (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Sluiscomplex | Effect op binnenvaartvervoer | |
|---|------------------------------|-----------|
| | 2040 Hoog | 2040 Laag |
| Oranjesluizen (incl. Pr. Willem-Alexandersluis) | -11% | -2% |
| Houtribsluizen | -11% | -2% |
| Prinses Margrietsluis | -10% | -2% |
| Sluis Gaarkeuken | -13% | -2% |
| Oostersluis | -12% | -2% |
| Sluis Delden | -9% | -2% |
| Sluis Hansweert | -16% | -3% |
| Krammersluizen | -16% | -3% |
| Kreekraksluizen | -15% | -3% |
| Sluis Grave | -8% | -2% |
| Sluis Sint Andries | -2% | 0% |

| | | |
|-----------------|-----|-----|
| Sluis Weurt | -9% | -2% |
| Sluis Schijndel | 0% | 0% |

In deze situatie met (fors) lagere vervoersvolumes zullen de wachttijden bij de sluizen lager uitvallen dan in de referentiescenario's (de resultaten gepresenteerd in paragraaf 1.5). In het lage scenario zullen deze verschillen vrij beperkt zijn, maar dat geldt niet voor het hoge scenario. De Kreekraksluizen zullen in deze situatie pas na 2030 een knelpunt worden: in 2030 (scenario Hoog) ligt de wachttijd dan nog onder (of rond) het 30-minutencriterium en in 2040 (scenario Hoog) valt de wachttijd ook aanzienlijk lager uit dan de 52 minuten becijferd voor het referentiescenario. Daarnaast vallen in deze situatie op de corridor Amsterdam – Noord-Nederland weinig knelpunten meer te verwachten. Het hoge scenario met minder brandstoffenvervoer lijkt hier qua vervoersvolume erg op het lage referentiescenario, of ligt hier zelfs iets onder. In deze variant op het hoge scenario vormen de Houtribsluizen, de Prinses Margrietsluis en sluis Gaarkeuken geen knelpunt meer, en zullen de knelpunten bij de Oranjesluizen en de Oostersluis zich pas na 2040 nadrukkelijk gaan manifesteren (wachttijd in 2040 naar verwachting nog rond de 30 minuten of er beperkt boven).

1.6.3 *Energietransitie – sterkere groei kolen, afname aardolie*

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is ook een situatie denkbaar waarin het vervoer (over land) van energiedragers juist sterker groeit dan in de referentiescenario's, waarbij een grotere rol weggelegd is voor kolen (en andere vaste minerale brandstoffen), en minder voor aardolie(producten). Ook de gevolgen van een dergelijke situatie zijn in een gevoeligheidsanalyse verkend.

In deze gevoeligheidsanalyse is uitgegaan van een gelijke hoeveelheid aan- en afvoer van energiedragers over zee als in de referentiescenario's, maar met een totaal andere samenstelling. In het hoge scenario een meer dan dubbel zo grote hoeveelheid kolen, in vergelijking met het referentiescenario, en een bijna gehalveerde hoeveelheid aardolie en aardolieproducten (circa 40% lager). In het lage scenario een bijna dubbel zo grote hoeveelheid kolen in 2030, oplopend tot een bijna 3,5 maal zo grote hoeveelheid kolen in 2050, en een sterk afnemende hoeveelheid aardolie en aardolieproducten van circa 70% van de referentiehoeveelheid in 2030 tot nul in 2050. In de gevoeligheidsanalyse op het lage scenario omvatten de toekomstige energiedragers in 2050 dus geen aardolie meer. Bij afvang en opslag van CO₂ kan dit in het lage scenario opgevangen worden door kolen (door minder strengere milieuwetgeving), maar in het hoge scenario is dat niet mogelijk. In het hoge scenario blijft er daardoor ook in 2050 een zeker aandeel aardolie. Gelet op de zeer sterke stijging van de hoeveelheid kolen en daling van de hoeveelheid aardolie, wordt verondersteld dat alle biomassa in de plaats komt van aardolie(producten) en vloeibaar is.

Deze veronderstellingen voor de zeevaartoverslag zijn vertaald naar effecten op de vervoerstromen over land. Tabel 19 toont per zichtjaar de becijferde procentuele effecten op het totaal per binnenvaart vervoerd tonnage (gesommeerd over alle goederensoorten), en Tabel 20 laat zien wat dit met de groei tussen basisjaar en zichtjaren doet. In het lage scenario neemt het relatieve effect toe als functie van de tijd (aandeel kolen neemt steeds verder toe, aandeel aardolie en aardolieproducten steeds verder af), terwijl in het hoge scenario het relatieve effect geleidelijk afneemt (aandeel kolen heeft een piek in 2030 en laat daarna weer een daling zien; aandeel

aardolie en aardolieproducten daalt tussen 2014 en 2030 sterk, en daarna nog beperkt).

Tabel 19: Verandering totale hoeveelheid binnenvaartvervoer bij méér kolen en minder aardolie(producten) (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Scenario | Effect op binnenvaartvervoer | | |
|--|------------------------------|------|------|
| | 2030 | 2040 | 2050 |
| Hoog met méér kolen en minder aardolie, t.o.v. Hoog referentie | +3% | +3% | +1% |
| Laag met méér kolen en minder aardolie, t.o.v. Laag referentie | +2% | +4% | +6% |

Tabel 20: Groei binnenvaartvervoer in referentiescenario's en in gevoeligheidsanalyse met méér kolen en minder aardolie(producten)

| Scenario | Gewicht 2014 mln. ton | Groei vervoerd gewicht basisjaar – zichtjaar | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 2014-2030 | | 2014-2040 | | 2014-2050 | |
| | | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG | Scenario LAAG | Scenario HOOG |
| Referentie | 350 | 8% | 17% | 13% | 28% | 21% | 43% |
| Variant meer kolen, minder aardolie | 350 | 10% | 21% | 17% | 32% | 28% | 45% |

Uit deze tabellen blijkt dat het effect op totaalniveau beperkt is tot enkele procenten. Dit is uiteraard het gevolg van het feit dat de toename in kolen en de afname in aardolie(producten) deels tegen elkaar wegvallen. De absolute omvang van de toename in kolenvervoer is echter groter dan die van de reductie in het aardolie(producten)vervoer, waardoor de totale omvang van het binnenvaartvervoer netto toch enkele procenten hoger komt te liggen.

Onderstaande tabel laat echter zien dat dit op lokaal niveau niet overal het geval is. Het effect verschilt van locatie tot locatie, afhankelijk van de lokale goederenmix: de verhouding tussen vaste minerale brandstoffen en aardolie(producten) in de referentieprognoses. Daarbij zijn er ook locaties waar juist *minder* vervoerd wordt in de gevoeligheidsanalyse. Bijvoorbeeld de Kreekraksluizen (Schelde-Rijnverbinding), waar relatief veel aardolie(producten) vervoerd worden, en relatief weinig vaste minerale brandstoffen. Ook zijn er locaties waar het aandeel energiedragers in de goederenmix zo gering is, dat hier in deze gevoeligheidsanalyse niet of nauwelijks effecten merkbaar zijn. Dit is het geval bij sluis St. Andries en sluis Schijndel. Onzekerheden rondom het toekomstig brandstoffenvervoer hebben voor deze sluizen dus (nagenoeg) geen invloed op de prognoses.

Tabel 21: Verandering totaal vervoerd gewicht per sluis in situatie met méér kolen en minder aardolie en aardolieproducten (verschil gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentiescenario)

| Sluiscomplex | Effect op binnenvaartvervoer | |
|---|------------------------------|-----------|
| | 2040 Hoog | 2040 Laag |
| Oranjesluizen (incl. Pr. Willem-Alexandersluis) | -1% | -2% |
| Houtribsluizen | -1% | -2% |
| Prinses Margrietsluis | +3% | +5% |

| | | |
|--------------------|-----|-----|
| Sluis Gaarkeuken | +4% | +7% |
| Oostersluis | +5% | +8% |
| Sluis Delden | -4% | -7% |
| Sluis Hansweert | +1% | +2% |
| Krammersluizen | +2% | +2% |
| Kreekraksluizen | -3% | -5% |
| Sluis Grave | -3% | -6% |
| Sluis Sint Andries | 0% | 0% |
| Sluis Weurt | +5% | +7% |
| Sluis Schijndel | 0% | 0% |

De wachttijden bij de sluisen bewegen mee met de effecten op de vervoervolumes. Dit betekent dus voor sommige sluisen een hogere wachttijd dan in de referentiescenario's, en voor andere sluisen juist een lagere.

Dit heeft de volgende gevolgen voor het knelpuntenbeeld:

- De Kreekraksluizen ontwikkelen zich in het lage scenario niet tot knelpunt in deze situatie met méér kolen- en minder aardolievervoer (wachttijd zelfs in 2050 nog ruim onder de 30 minuten). In het hoge scenario lopen de wachttijden nog steeds hoog op, maar minder snel dan in het referentiescenario. De wachttijd ligt dan in 2030 nog rond of onder het 30-minutencriterium, in plaats van hier ruim boven.
- Het beeld bij de Oranjesluizen wijzigt beperkt, in die zin dat het knelpunt zich hier in het lage scenario mogelijk pas na 2040 zal gaan manifesteren (wachttijd in 2040 nog rond de 30 minuten, in plaats van er al duidelijk boven).
- Sluis Gaarkeuken begint in deze gevoeligheidsanalyse al eerder een knelpunt te worden: in het hoge scenario komt de wachttijd al in 2030 (in plaats van in 2040) rond het 30-minutencriterium uit, en in het lage scenario in 2040 (in plaats van in 2050). Heel grote overschrijdingen van deze 30-minutenwaarde worden echter ook in deze gevoeligheidsanalyse niet voorzien.

Bij de andere sluisen is het knelpuntenbeeld (dat wil zeggen: in welke zichtjaren/scenario's is de sluis een knelpunt en in welke niet) in deze gevoeligheidsanalyse niet wezenlijk anders dan in de referentiescenario's. De effecten op de wachttijden versterken hier enkel het beeld uit de referentiescenario's (een wachttijd die al onder de 30 minuten lag komt nu nog lager uit, of een wachttijd die al boven de 30 minuten lag nog hoger), of zijn te beperkt van omvang om een 'niet-knelpunt' tot knelpunt te laten verworden of andersom.

1.6.4 *Schaalvergroting (verandering vlootsamenstelling)*

In de simulatieberekeningen gepresenteerd in paragraaf 1.5 is rekening gehouden met de locatie-specifieke verwachtingen ten aanzien van schaalvergroting (andere vlootsamenstelling bij gelijk totaal ladinggewicht: minder schepen, maar met grotere afmetingen). De gevoeligheid van de verkregen resultaten voor de gehanteerde vlootramingen is onderzocht door ook een situatie *zonder* schaalvergroting door te rekenen. Deze gevoeligheidsanalyse laat zien dat het effect van schaalvergroting op de verkeersafwikkeling sterk afhankelijk is van de lokale

omstandigheden: bij sommige sluizen is dit effect positief, terwijl het bij andere juist negatief is.

Dit komt doordat verschillende effecten tegen elkaar in werken:

- Het kleinere aantal schepen drukt de totaal benodigde in- en uitvaartijd.
- De grotere afmetingen van de schepen leiden daarentegen juist tot langere in- en uitvaartijden per schip.
- De gewijzigde scheepsafmetingen leiden tot een andere kolkbenutting, hetgeen zowel gunstig (hogere vullingsgraad: minder 'verloren' ruimte voor/achter/naast de schepen¹⁸) als ongunstig (schepen passen niet meer naast/achter elkaar in de kolk) uit kan pakken.

Welke effecten 'winnen' is afhankelijk van onder andere de specifieke afmetingen van de sluis en de samenstelling van het verkeer. Hierdoor kan de resultante zowel positief als negatief zijn. Ook kan het voorkomen dat de effecten (nagenoeg) tegen elkaar wegvallen, zoals we bij sluis Delden, de Prinses Margrietsluis en sluis Hansweert zien: hier blijkt nauwelijks verschil tussen de gemiddelde wachttijd in de situatie mét schaalvergroting en de gemiddelde wachttijd in de gevoeligheidsanalyse zonder schaalvergroting¹⁹.

Bij de Kreekraksluizen blijkt de verwachte schaalvergroting netto een sterk positief effect op de verkeersafwikkeling te hebben. Zonder schaalvergroting zou de gemiddelde wachttijd in 2040 Laag niet op 23 minuten uitkomen, maar op maar liefst 38 minuten. Er dient voor de Kreekraksluizen dus rekening mee gehouden te worden dat wanneer de toekomstige schaalvergroting achterblijft bij de verwachtingen, het knelpunt zich hier al eerder/ernstiger zal kunnen gaan manifesteren dan de berekeningen in paragraaf 1.5 aangeven.

Bij de Krammersluizen, sluis Grave en sluis Weurt zien we iets soortgelijks. Ook hier komt de verwachte schaalvergroting de verkeersafwikkeling ten goede. In geval er minder schaalvergroting plaatsvindt dan verwacht, zullen de wachttijden dus wat hoger uitkomen. Echter niet zodanig dat dan bij deze sluizen een knelpunt zou dreigen te ontstaan. Zelfs zonder enige schaalvergroting zou de gemiddelde wachttijd bij deze sluizen tot en met 2040 (en in het hoge scenario) nog ruim onder de 30 minuten blijven. Aandachtspunt is dat sluizen Grave en St. Andries beide kleinere kolken hebben dan de andere sluizen op deze routes, waardoor schaalvergroting maar beperkt mogelijk is.

Bij de Oranjesluizen zien we juist het omgekeerde. Dit sluiscomplex zal in geval van een bij de verwachtingen achterblijvende schaalvergroting juist veel minder snel een knelpunt worden, doordat er in dit geval minder druk komt te liggen op de Prins Willem-Alexandersluis (de enige sluis kolk binnen het complex waar de grootste schepen door kunnen passeren). Zonder schaalvergroting zou de gemiddelde wachttijd hier in 2040 Laag slechts op 23 minuten uitkomen (in plaats van op 35

¹⁸ Voorbeeld: bij een sluis met een schutlengte van 140 meter zal toename van het aandeel 135m-schepen, ten koste van het aandeel 110m-schepen, tot een gunstigere kolkvulling leiden. De ruimte die bij een 110m-schip voor/achter het schip leeg gebleven zou zijn, wordt door een 135m-schip immers grotendeels opgevuld. Gemiddeld zal dan per kolkomzetting een grotere hoeveelheid lading geschut worden.

¹⁹ Bij sluis Hansweert wordt dit vermoedelijk niet zozeer veroorzaakt doordat genoemde effecten tegen elkaar wegvallen, maar meer doordat hier nog relatief veel capaciteit beschikbaar is (waardoor de wachttijden hoe dan ook laag zijn, in beide situaties: met of zonder schaalvergroting).

minuten), en naar alle waarschijnlijkheid zelfs ook in 2040 Hoog nog onder de 30 minuten blijven.

Ook bij de meeste andere potentiële knelpunten op de corridor naar Noord-Nederland (de Oostersluis, sluis Gaarkeuken en de Houtribsluizen) zien we dat de verwachte schaalvergroting een negatief effect heeft op de verkeersafwikkeling, waarschijnlijk doordat hier bij grotere schepen een minder hoge kolkbenuttingsgraad kan worden behaald, gegeven de afmetingen van deze sluizen. Ook voor deze sluizen geldt dus dat zij minder snel een knelpunt zullen worden, wanneer de toekomstige schaalvergroting achter mocht blijven bij de verwachtingen. Zonder schaalvergroting zou de wachttijd bij de Oostersluis tussen nu en 2040 (Hoog) met slechts enkele minuten toenemen (van ca. 30 minuten tot ca. 35 minuten, in plaats van 48 minuten), en zou bij sluis Gaarkeuken en de Houtribsluizen geen knelpunt meer voorzien worden (wachttijd in 2050 Hoog rond de 30 minuten). Bij de Prinses Margrietsluis blijkt de schaalvergroting weinig effect te hebben op de wachttijden (noch in positieve, noch in negatieve zin).

Bij sluis St. Andries werkt de verwachte schaalvergroting eveneens negatief door op de verkeersafwikkeling, al is het effect hier wat minder groot. Hier wordt de kolkbenutting lager doordat de M2 en M3 schepen steeds zeldzamer worden, waardoor er bijna nooit meerdere schepen in de kolk passen. Zonder schaalvergroting wordt de wachttijd in 2040 Hoog geen 60 minuten maar 55 minuten, een reductie van 9%. Daarmee blijft er hier echter wel sprake van een knelpunt.

Een geval apart is sluis Schijndel. Door de openstelling van het Máximakanaal is de vlootsamenstelling tussen 2014 en 2015 ingrijpend gewijzigd. De komst van de M5 - M7 schepen maakt dat er vaak met een slecht gevulde kolk geschut moet worden. Tot 2030 zorgt het verder verdwijnen van schepen van klasse M2 uit de vloot ervoor dat er 14% minder schepen passeren waardoor de gemiddelde wachttijd terugloopt van 37 minuten tot zo'n 20 minuten. Daarna loopt de wachttijd weer wat op met de toename van transport. Als er geen schaalvergroting zou zijn dan loopt het aantal passages niet terug en zal de wachttijd naar verwachting verder stijgen vanaf de 37 minuten in 2015.

Deze gevoeligheidsanalyse maakt duidelijk dat het van belang is om de ontwikkelingen in (lokale) vlootsamenstelling goed te blijven monitoren, aangezien deze een behoorlijke invloed kunnen hebben op de mate waarin en het moment waarop capaciteitsknelpunten ontstaan.

1.6.5 *Modal shift afspraken Maasvlakte*

In de voor de NMCA gehanteerde prognoses (Basisprognoses Goederenvervoer 2017) is rekening gehouden met de verplichting die het Havenbedrijf Rotterdam terminaloperators op de Maasvlakte oplegt om het aandeel wegvervoer in het achterlandtransport van containers terug te brengen tot maximaal 35%. Om de effecten hiervan te bepalen is voor een van de zichtjaren, namelijk 2040, ook een doorrekening uitgevoerd zonder deze verplichting.

Ook in deze doorrekening zonder verplichting neemt het aandeel wegvervoer af (ondanks sterke toename in absoluut volume). Dit ten gunste van het spoorvervoer, dat sterker groeit. In dit geval wordt de reductie van het aandeel wegvervoer tot 35% echter niet gehaald. Er is dan dus méér wegvervoer dan in de basisprognoses,

en minder vervoer per spoor en binnenvaart. De effecten op de binnenvaart zijn echter beperkt. Het binnenvaartcontainervervoer van/naar de Maasvlakte komt in 2040 een aantal procent lager uit, zowel in scenario Laag als in scenario Hoog. Op het landelijk totale binnenvaartvolume bezien (alle herkomst-bestemmingsrelaties en goederensoorten samen) is het effect slechts minder dan 1%.

Op het netwerk is het effect uiteraard van locatie tot locatie verschillend: afhankelijk van het aandeel containervervoer van/naar Maasvlakte in de totale goederenstroom zal dit effect wat groter of kleiner zijn. Doch wel overal beperkt. Uit een doorrekening voor de potentiële knelpunten blijkt dat er bij geen van deze sluizen meer dan ordegrootte 1% effect op de intensiteiten is. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat de modal shift afspraken geen significante rol spelen in de gevonden sluiscapaciteitsknelpunten.

1.6.6 *Situatie met minder dematerialisatie in het hoge scenario*

Zoals uitgelegd in paragraaf 1.1, hebben ontwikkelingen in de waarde-gewichtsverhouding een grote impact op de vervoerde gewichten. In de WLO-scenario's is rekening gehouden met de verwachting dat de waarde-gewichtsverhouding in de toekomst verder toe zal nemen (dematerialisatie), waardoor een gelijke economische waarde gemiddeld genomen steeds minder ladinggewicht heeft. Dit heeft een drukkend effect op de prognoses.

Hierbij ligt het voor de hand dat de stijging van de waarde-gewichtsverhouding in scenario Hoog gemiddeld sterker zal zijn dan in scenario Laag, als gevolg van de sterkere technologische ontwikkeling in scenario Hoog. Voor Hoog is uitgegaan van een stijging met 0,5% per jaar, en in Laag van een stijging met 0,3% per jaar. Zoals aangegeven in het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016), bestaat echter de nodige onzekerheid over deze percentages.

Deze onzekerheid is aanleiding om in een gevoeligheidsanalyse te onderzoeken wat de consequenties zijn wanneer de werkelijke dematerialisatie bij deze verwachtingen achter mocht blijven, of deze verwachtingen juist zou overtreffen.

Hierbij is de situatie van een zwakkere dematerialisatie (met als gevolg méér vervoer) alleen onderzocht voor het hoge scenario, en de situatie van een sterkere dematerialisatie (met als gevolg minder vervoer) alleen voor het lage scenario. De andere twee mogelijke situaties vallen binnen de reeds in beeld gebrachte bandbreedte tussen de basispaden voor het lage en hoge scenario.

Deze subparagraaf gaat in op de bevindingen voor de situatie met een zwakkere dematerialisatie (méér vervoer) in het hoge scenario. Hierbij is uitgegaan van een dematerialisatie die half zo sterk is als in het basispad. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,25% per jaar, in plaats van met 0,5% per jaar. Dit resulteert in ca. 4% extra vervoer in 2030, 7% in 2040 en 9% in 2050.

In een dergelijke situatie met méér vervoer (hogere prognoses) zullen de wachttijden logischerwijs bij alle sluizen hoger uitvallen dan becijferd voor het basispad (de resultaten gepresenteerd in paragraaf 1.5). Dit blijkt echter weinig consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten. Het enige echt belangrijke verschil is dat de Houtribsluizen in deze situatie al in 2040 (Hoog) een duidelijk knelpunt vormen, in plaats van pas in

zichtjaar 2050. De gemiddelde wachttijd komt hier dan in 2040 duidelijk boven de 30 minuten uit, in plaats van ergens rond deze waarde uit te komen.

Bij sluis Gaarkeuken en de Prinses Margrietsluis komt de wachttijd in deze gevoeligheidsanalyse al in 2030 rond het 30-minutencriterium uit (in het hoge scenario), in plaats van in 2040. Grote overschrijdingen van deze 30-minutenwaarde worden bij deze sluizen echter ook in deze gevoeligheidsanalyse tot en met 2040 niet voorzien.

Bij de Oranjesluizen komt de wachttijd in 2030 (Hoog) duidelijker boven de 30 minuten uit in deze gevoeligheidsanalyse met minder dematerialisatie.

1.6.7 *Situatie met meer dematerialisatie in het lage scenario*

Zoals aangegeven in paragraaf 1.6.6 is ook een situatie met méér dematerialisatie (met als gevolg *minder* vervoer) in het lage scenario bekeken. Hierbij is uitgegaan van een dematerialisatie die dubbel zo sterk is als in het basispad. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,6% per jaar, in plaats van met 0,3% per jaar. Dit resulteert in ca. 5% minder vervoer in 2030, 7% in 2040 en 10% in 2050.

In een dergelijke situatie met minder vervoer (lagere prognoses) zullen de wachttijden logischerwijs bij alle sluizen lager uitvallen dan becijferd voor het basispad (de resultaten gepresenteerd in paragraaf 1.5).

Dit blijkt ook enkele consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten:

- Op de corridor Amsterdam – Noord-Nederland doen zich in deze situatie in het lage scenario geen ernstige knelpunten meer voor:
 - De Oranjesluizen (incl. Prins Willem-Alexandersluis) vormen ten minste tot en met 2040 geen knelpunt meer: de gemiddelde wachttijd blijft hier dan onder de 30 minuten. Ook in 2050 zal de situatie een stuk minder ernstig zijn (wachttijd aanzienlijk minder hoog dan de 45 minuten uit het referentiescenario).
 - De Oostersluis vormt eveneens geen ernstig knelpunt meer. De gemiddelde wachttijd komt hier in deze situatie in de buurt van de 30 minuten uit.
 - De andere sluizen op deze corridor kwamen reeds in de referentiesituatie (scenario Laag) niet als knelpunt naar voren (wachttijd hooguit in 2050 rond de 30 minuten, hetgeen in de situatie met sterkere dematerialisatie ook niet meer het geval is).
- De Kreekraksluizen vormen in deze situatie zelfs in 2050 geen knelpunt meer in het lage scenario. De gemiddelde wachttijd blijft hier dan ruim onder de 30 minuten.

1.6.8 *Situatie met hogere CO₂-prijzen in het hoge scenario*

Zoals besproken in paragraaf 1.1.1 en 1.6.1 is in het WLO-scenario Hoog een CO₂-heffing op binnenvaartvervoer verondersteld, die de binnenvaartprognoses voor dit scenario in zekere mate drukt. Hierbij is van een bepaalde CO₂-prijs uitgegaan. In het geval van een streng klimaatbeleid zijn ook situaties met een hogere CO₂-prijs

denkbaar. Ook hiervoor is een gevoeligheidsanalyse doorgerekend (zichtjaar 2040). Hierbij is uitgegaan van de CO₂-prijs die volgens de WLO²⁰ bij een tweegradendoelstelling zou kunnen passen. Deze loopt op van 100 euro per ton CO₂ in 2030 tot 200 euro per ton in 2050. Voor 2040 is van 150 euro per ton uitgegaan. Deze hogere CO₂-prijs is voor zowel binnenvaart als wegvervoer doorberekend in de energiekosten. Dit resulteert in 25% hogere energiekosten in 2040 voor de binnenvaart, en in 8% hogere energiekosten voor het wegvervoer. De energiekosten voor het spoorvervoer zijn ongewijzigd verondersteld.

Deze veranderingen in energiekosten leiden tot een verschuiving tussen de modaliteiten. Binnenvaart wordt relatief minder aantrekkelijk, waardoor de omvang van het binnenvaartvervoer lager komt te liggen dan in het referentiescenario. Dit effect is echter beperkt tot zo'n 1%. Of de binnenvaart wel of niet te maken krijgt met een CO₂-heffing heeft dus een groter effect op de binnenvaartvolumes (zie paragraaf 1.6.1) dan deze variatie in de hoogte van de CO₂-prijs.

1.6.9 *Situatie met lagere dieselprijzen in het lage scenario*

In de WLO-scenario's zijn lage olie-/dieselprijzen verondersteld in het hoge scenario, en hoge prijzen in het lage scenario. Er is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor een situatie met lage prijzen in het lage scenario (zichtjaar 2040). Hierbij zijn de brandstofprijzen van het hoge scenario overgenomen, maar dan zonder de CO₂-heffing op de binnenvaart. Deze lagere brandstofprijzen vertalen zich in substantieel lagere energiekosten per kilometer voor wegvervoer en binnenvaart (-29% in 2040). De energiekosten voor het spoorvervoer zijn ongewijzigd gelaten. Hier is namelijk ook geen onderscheid in aanwezig tussen de WLO-scenario's Laag en Hoog.

Deze veranderingen in energiekosten leiden tot een verschuiving tussen de modaliteiten. Het spreekt voor zich dat spoorvervoer verhoudingsgewijs aan aantrekkelijkheid verliest, waardoor hier de grootste relatieve afname te zien is. Wegvervoer en binnenvaart worden beide aantrekkelijker. Voor het wegvervoer blijkt dat echter sterker te gelden dan voor de binnenvaart (de verdeling over deze twee modaliteiten is gevoeliger voor de energiekosten van het wegvervoer dan voor de energiekosten van de binnenvaart), waardoor ook een verschuiving van de binnenvaart naar de weg optreedt. Hierdoor laat op totaalniveau niet alleen het spoorvervoer, maar ook de binnenvaart een afname zien. Per goederensoort kan dit beeld echter verschillend zijn. Zo is er in het vervoer van vaste minerale brandstoffen vooral een verschuiving van spoor naar binnenvaart, en komt het wegvervoer hier minder bij aan te pas. Daardoor neemt bij deze goederensoort het binnenvaartvervoer juist (beperkt) toe in plaats van af. Het effect op het totale binnenvaartvolume bedraagt per saldo circa -2% en is dus beperkt.

²⁰ Achtergronddocument Klimaat en Energie (CPB en PBL, 2016)

1.7 Conclusies capaciteitsknelpunten sluizen

Op basis van de resultaten gepresenteerd in paragraaf 1.5 en 1.6 kunnen de volgende conclusies getrokken worden ten aanzien van het knelpuntenbeeld sluiscapaciteit (*structurele* capaciteitsknelpunten – op robuustheidsaspecten wordt in hoofdstuk 8 ingegaan).

Corridor Rotterdam – Antwerpen/Gent:

Op de corridor Rotterdam – Antwerpen (waar capaciteitsuitbreiding van de Volkeraksluizen reeds is voorzien) dreigt een knelpunt bij de **Kreekraksluizen**. In het hoge scenario lopen de wachttijden hier reeds in 2030 hoog op. In het lage scenario blijven de wachttijden nog geruime tijd onder het 30-minutencriterium, daarbij geholpen door de schaalvergroting (toename van aandeel grote schepen) die hier een gunstig effect op de verkeersafwikkeling heeft. Wanneer deze schaalvergroting echter in de praktijk sterk achter mocht blijven bij de verwachtingen, kan de wachttijd ook in dit lage scenario al eerder (d.w.z. tussen 2030 en 2040) rond of boven de 30 minuten uitkomen. Hier staat tegenover dat wanneer meer dematerialisatie plaatsvindt dan nu in de referentiescenario's voorzien, de wachttijd in het lage scenario juist nog ruimer onder de 30 minuten zal blijven, en niet alleen in 2030 en 2040 (zoals in het referentiescenario), maar zelfs ook nog in 2050.

De omvang van het vervoer van energiedragers (brandstoffen) is een onzekere factor, gezien de verschillende mogelijke richtingen waarin een energietransitie zich kan ontwikkelen. Wanneer een belangrijk deel van het vervoer van energiedragers weg zou vallen door sterkere opkomst van lokale opwekking van energie uit bronnen als zon en wind, zal dat het capaciteitsknelpunt bij de Kreekraksluizen in het hoge scenario uitstellen. De wachttijd ligt dan in 2030 nog onder (of rond) het 30-minutencriterium, en zal ook in 2040 aanzienlijk lager uitvallen dan in het referentiescenario.

Op de westelijke tak naar Terneuzen en Gent (via de **Krammersluizen** en **sluis Hansweert**) is nog ruim voldoende capaciteit. Daarbij dient wel aangetekend te worden dat in de analyses verondersteld is dat conform huidige inzichten het bestaande zoet-zoutscheidingsysteem van de Krammersluizen vervangen zal worden door een nieuw systeem, met aanmerkelijk kortere nivelleertijden. Zonder dit systeem is de capaciteit van de Krammersluizen aanmerkelijk kleiner, en mogelijk onvoldoende om de toekomstige vraag te kunnen verwerken.

Corridor Amsterdam – Noord-Nederland:

Op de corridor Amsterdam – Noord-Nederland worden verschillende sluiscapaciteitsknelpunten verwacht. Het eerst bij de **Oostersluis**, waar de wachttijd naar verwachting al in 2030 ruim boven het 30-minutencriterium uitkomt, zowel in het hoge als in het lage scenario.

Uit de gevoeligheidsanalyses is gebleken dat er wel enkele omstandigheden denkbaar zijn (variaties op de referentiescenario's, met wat extremere veronderstellingen over de toekomstige ontwikkeling van bepaalde invloedsfactoren) waarin dit knelpunt zich wat minder ernstig zal manifesteren. Zo zal bij een dubbel zo sterke dematerialisatie in het lage scenario de gemiddelde wachttijd beperkt blijven tot een waarde in de buurt van de 30 minuten. En wanneer in het hoge

scenario een belangrijk deel van het vervoer van energiedragers weg zou komen te vallen, zou dat de gemiddelde wachttijd ook kunnen beperken tot een waarde rond of beperkt boven de 30 minuten (tenminste tot en met 2040).

Na de Oostersluis wordt als eerste bij de **Oranjesluizen** een knelpunt verwacht. Hier komt in beide scenario's de berekende wachttijd in 2030 rond de 30 minuten uit (en in de gevoeligheidsanalyse "scenario Hoog *zonder* CO₂-heffing" al boven de 30 minuten), om vervolgens verder door te stijgen. Hier speelt de voortgaande schaalvergroting een belangrijke rol bij: door de toename van het aandeel grote schepen zal een steeds grotere druk komen te liggen op de Prins Willem-Alexandersluis, de enige sluis kolk binnen het Oranjesluizen-complex waar de grootste schepen door kunnen passeren. Wanneer de schaalvergroting achter mocht blijven bij de verwachtingen, zal het knelpunt hier dan ook pas later optreden. Dat kan zelfs pas na 2040 zijn. Het is derhalve van belang hier de ontwikkelingen in (lokale) vlootsamenstelling goed te blijven monitoren.

Ook wanneer een belangrijk deel van het vervoer van energiedragers weg zou komen te vallen, door sterkere opkomst van lokale opwekking van energie uit bronnen als zon en wind, zal het knelpunt bij de Oranjesluizen zich pas na 2040 nadrukkelijk gaan manifesteren (wachttijd in 2040 naar verwachting nog rond de 30 minuten of er beperkt boven). Wanneer er in de toekomst meer dematerialisatie plaatsvindt dan verondersteld in de referentiescenario's, zal het knelpunt bij de Oranjesluizen zich eveneens minder snel ontwikkelen. Bij een dubbel zo sterke dematerialisatie in het lage scenario zal er tenminste tot en met 2040 geen knelpunt meer optreden.

In het hoge scenario beginnen rond 2040 ook de **Houtribsluizen** een knelpunt te worden. Dit kan echter eerder of later zijn, afhankelijk van diverse scenario-onzekerheden. In een situatie zonder de in het referentiescenario veronderstelde CO₂-heffing zal dit knelpunt al eerder optreden, en komt de gemiddelde wachttijd in 2040 al duidelijk boven de 30 minuten uit (in plaats van ergens rond deze waarde uit te komen). Dat is ook het geval wanneer er minder dematerialisatie plaatsvindt dan verondersteld in het referentiescenario. In een situatie met aanmerkelijk minder vervoer van brandstoffen (door overschakeling op alternatieve energiebronnen) zal er bij de Houtribsluizen juist geen knelpunt meer ontstaan, en ook wanneer de schaalvergroting achterblijft bij de verwachtingen zal dat voorlopig (tot en met 2040) niet het geval zijn.

De wachttijd bij de **Prinses Margrietsluis** kan in de toekomst weliswaar oplopen tot een waarde rond de 30 minuten, maar een echt knelpunt wordt hier in de referentiescenario's niet verwacht. Alleen zonder de CO₂-heffing (onderdeel van referentiescenario Hoog) zal deze sluis rond 2040 in toenemende mate een knelpunt gaan vormen (met in 2030 al een gemiddelde wachttijd rond de 30 minuten). Daarnaast kan de Prinses Margrietsluis in het zomerseizoen tijdens piekmomenten met veel recreatievaart een knelpunt zijn.

Voor **sluis Gaarkeuken** zijn voor de verschillende zichtjaren een fractie hogere wachttijden becijferd dan voor de Prinses Margrietsluis, maar ook hier geldt dat alleen zonder CO₂-heffing (onderdeel van referentiescenario Hoog) een duidelijk knelpunt ontstaat. Dan komt de wachttijd hier al in 2030 (in plaats van 2040) rond de 30 minuten uit, en in 2040 er duidelijk boven.

Twentekanalen:

Op de Twentekanalen worden, na de reeds geplande capaciteitsuitbreiding van sluis Eefde, geen sluiscapaciteitsknelpunten voorzien. Het verdient wel aanbeveling de ontwikkeling van het ladingvolume bij **sluis Delden** goed te blijven volgen. De prognoses voor deze locatie in het vaarwegennet kennen een relatief grote onzekerheid, onder andere doordat een beperkt aantal bedrijven hier verantwoordelijk is voor een groot deel van de ladingstromen. Ontwikkelingen op het niveau van individuele bedrijven kunnen daardoor een relatief groot effect, positief of negatief, hebben op het totale ladingvolume.

Oost-westtak Maas en verbindingen tussen Maas en Waal:

Sluis St. Andries in het gelijknamige kanaal tussen de Maas en de Waal komt in deze NMCA als nieuw knelpunt naar voren. Hier is het gepasseerd ladinggewicht, dat voor een belangrijk deel uit ruwe mineralen zoals zand bestaat, de afgelopen jaren sterk gegroeid. Zodanig dat hier op dit moment al van een knelpunt gesproken kan worden. De lange termijn prognoses laten nog een beperkte stijging of een stabilisatie van het vervoer door deze sluis zien, maar kennen een hoge mate van onzekerheid, doordat de vervoervolumes in 2030, 2040 en 2050 sterk afhankelijk zijn van lokale zandwinningsprojecten in deze zichtjaren. De huidige drukte bij sluis St. Andries wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door het zandwinningsproject 'Over de Maas', nabij Alphen. Dit project wordt in 2018 afgerond. Dit kan op de kortere termijn tot een verlichting van de drukte leiden. Een grotere sluiskolk kan desalniettemin de flexibele routekeuze voor grote schepen tussen Waal en Maas vergroten.

Sluis Grave en **sluis Weurt** kunnen in periodes van laag water knelpunten met (grote) vertragingen op piekmomenten vormen. In dergelijke situaties daalt de capaciteit van sluis Weurt als gevolg van de beperkte drempeldiepte van de oostkolk, en stijgt de verkeersintensiteit op de route over de oost-westtak van de Maas via sluis Grave (die in tegenstelling tot de Prinses Maximasluizen, het andere sluiscomplex op deze route, slechts één kolk met een beperkte afmeting heeft). Deze route wordt bij laag water namelijk gebruikt als alternatief voor de route over de Waal en het Maas-Waalkanaal, omdat de (gestuwde) Maas dan een grotere diepgang toelaat dan de Waal. Bij meer laag water en toenemende schaalvergroting op de Maas (die vanaf 2019 geschikt is voor klasse Vb-schepen) zal de druk op sluis Weurt toenemen, aangezien de route over Grave voor Vb-schepen niet als alternatief kan dienen.

Structurele capaciteitsknelpunten (onder normale watercondities) worden bij Weurt en Grave echter niet voorzien.

Corridor Rotterdam-Veghel:

Bij **sluis Schijndel** is een sterke afhankelijkheid van de vlootsamenstelling geconstateerd. De veranderde vlootsamenstelling na opening van het Máximakanaal leidde tot aanzienlijk hogere passeertijden in 2015 dan in 2014. De gemiddelde wachttijd in de maatgevende periode was in 2015 ruim 37 minuten. Met de verwachte vlootontwikkeling (snelle afname van het aandeel kleine schepen, en daarmee het aantal scheepspassages) is deze wachttijd in 2030 teruggelopen tot rond de 20 minuten, om daarna langzaam toe te nemen met het toenemend vervoer. Er is dus voldoende ruimte om meer vervoer op te vangen voordat het wachttijd criterium weer overschreden wordt.

Als echter de verwachte schaalvergroting niet zou optreden en de vlootsamenstelling dus gelijk zou blijven aan die in 2015, dan zou de gemiddelde wachttijd verder stijgen vanaf de 37 minuten in 2015.

Overige locaties:

Bij alle andere sluizen in het hoofdvaarwegennet worden, na realisatie van het huidige MIRT, geen structurele capaciteitsknelpunten voorzien.

Belang van monitoring en regelmatige actualisatie prognoses

Uit de analyses is gebleken dat bij diverse sluizen het al dan niet optreden van een capaciteitsknelpunt afhankelijk is van verschillende onzekere factoren in de toekomstverwachtingen. Hetzelfde geldt voor de mate waarin en het moment waarop de knelpunten zich zullen manifesteren. Het is daarom van belang de vinger aan de pols te houden door (lokale) ontwikkelingen in vervoersstromen, vlootsamenstelling en verkeersafwikkeling te monitoren, en de prognoses regelmatig bij te stellen op basis van de meest recente inzichten.

2 Analyse Bruggen

2.1 Inleiding

Uitgangspunten

Uitgangspunten voor bruggen zijn de doelen uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR). Het streefbeeld is dat hoofdvaarwegen die de belangrijkste zeehavens met het achterland verbinden (hoofdverbindingssassen), ten minste geschikt zijn voor klasse VIb-schepen en 4-laags containervaart, de doorgaande nationale hoofdvaarwegen ten minste voor klasse Va-schepen en 4-laags containervaart en de overige hoofdvaarwegen ten minste geschikt zijn voor klasse IV en 3-laags containervaart.

Voor vaste bruggen geldt de CEMT norm voor doorvaarthoogte te weten:

- 7,00 m voor 3-laags containervaart en 9,10 m voor 4-laags containervaart.
- Voor beweegbare bruggen geldt de eis dat
 - (i) de doorvaartbreedte voldoet aan de Richtlijnen Vaarwegen 2011, en
 - (ii) de hoogte van de brug voldoende is zodat de interactie met het weg- of spoorverkeer bij brugopeningen soepel verloopt. Zowel voor het weg/spoor of scheepvaartverkeer kan een knelpunt ontstaan qua capaciteit.

In de volgende paragrafen worden per corridor de bruggen behandeld die na uitvoering van de huidige MIRT-projecten na 2028 nog steeds een knelpunt zijn. Dit is gedaan door de huidige afmetingen (voornamelijk doorvaarthoogte) te confronteren met de SVIR doelen (Corridoranalyse containerhoogte, Brolsma Advies, 2015).

Voor het aanpassen van de doorvaarthoogte en/of -wijdte zal vanuit kostenooipunt in veel gevallen worden gekeken naar het moment van vervanging van de brug aan het einde van de levensduur. Achter elke brug is daarom, voor zover bekend, de theoretische levensduur vermeld.

Verdere analyse naar brughogten (high cube containers)

In de markt wordt steeds meer gebruik gemaakt van 'high cube containers' van 9,5 voet (2,90m) hoog. Deze high cube containers zijn een voet hoger dan de standaardcontainers van 8,5 voet (2,59m), waardoor de streefwaarden genoemd in de SVIR op kanalen niet meer toereikend zijn.

Naar aanleiding van deze ontwikkeling is een globale Maatschappelijke Kosten-BatenAnalyse (MKBA) uitgevoerd op welke trajecten verhoging van de bruggen in Nederland wel of niet wenselijk en haalbaar is. Op basis van deze globale resultaten is echter nog nadere analyse nodig.

Naar verwachting kan dat in 2017 leiden tot besluiten of en waar de streefhoogtes aangepast dienen te worden.

Vooralsnog wordt in deze NMCA uitgegaan van de streefhoogten zoals omschreven in de SVIR.

2.2 Rotterdam - Duitsland

Op de corridor Rotterdam – Duitsland zijn zowel via de Waal als via de Lek en Neder-Rijn geen grote doorvaarthoogteknelpunten geconstateerd. Alleen als wordt uitgegaan van de strenge definitie voor maatgevend hoogwater van de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) dan geldt dat enkele bruggen op deze corridor niet geheel voldoen aan de streefwaarde.

2.3 Amsterdam - Rijn

De corridor Amsterdam - Rijn kan worden onderverdeeld in twee deelcorridors, te weten:

Amsterdam – Rijn: Amsterdam – Rotterdam

Amsterdam – Rijn: Nieuwegein – Tiel

Amsterdam Rijnkanaal: Amsterdam - Rotterdam

Op het Amsterdam Rijnkanaal: Amsterdam - Rotterdam voldoen twee vaste bruggen net niet aan de 9.10 m Rijnvaarthoogte voor 4-laags containervaart, te weten:

- Muiderspoorbruggen [2070 en 2090]
- Jutphasespoorbrug (tram) [2080]

Ook het vaarwegprofiel (doorvaartwijdte) is bij een aantal bruggen (o.a. Jutphasebrug, Jutphasespoorbrug en Overeindsebrug) een aandachtspunt.

Amsterdam Rijnkanaal: Nieuwegein - Tiel

Op het Amsterdam Rijnkanaal: Amsterdam - Tiel voldoen vijf bruggen niet aan de 9.10 m Rijnvaarthoogte voor 4-laags containervaart, te weten:

- Schalkwijksespoorbrug [2075]
- Grote Brugse Grintweg [2095]
- Betuwelijn spoorbrug [2100]
- Autoweg (A15) [2065]
- Prins Bernhardsluis spoorbrug [2050]

2.4 Westerschelde – Rijn

Op de Westerschelde- Rijn corridor voldoen zes kunstwerken (waarvan vijf in beheer van Nederland) op het Antwerps kanaalpand niet aan de Rijnvaarthoogte van 9.10 m, te weten:

- Kreekraksluis hefdeuren [2065]
- Kreekrakbruggen (N289) [2065]
- Kreekrakspoorbrug [2071]
- Kreekrakbrug (A58) [2045]
- Bathsebrug [2045]
- Noordlandbrug (België) [2075]

Tevens voldoen op de Westerschelde- Rijn corridor twee bruggen op het Hollands Diep niet aan de norm van 9,10 m, te weten:

- Moerdijkbrug (A16) [2035]
- Moerdijkspoorbrug [2055]

Door toename van gebruik van high cube containers, de westelijke uitbreiding in de Antwerpse havens, het gereedkomen van de nieuwe Sluis Terneuzen en de Seine-Schelde verbinding is de verwachting dat het scheepvaartverkeer op termijn verder zal aantrekken op de westelijke route. Dit kan druk geven op de bedieningsregimes van de beweegbare bruggen op het kanaal Zuid-Beveland.

2.5 Amsterdam – Noord-Nederland

Op het van Starckenborghkanaal voldoen de bruggen bij normale omstandigheden aan de SVIR-streefwaarde van 9.10 m. Alleen bij de maatgevende hoogwaterstand bij opwaaiing c.q. translatiegolven is er sprake van een beperking van circa 15 cm. Het betreft de volgende bruggen:

Zuidhorn spoorbrug [2117], Lagewegbrug Zuidhorn [2117], Zuidhorn wegbrug (N355) [2115], Brug Aduard [2118], Dorkwerderbrug [2115], Noordzeebrug (N370) [2115], Gerrit Krol Brug (2120).

Op het Prinses Margrietkanaal hebben drie bruggen (Oudeschouw [2035], Uitwellingerga [2025] en Spannenburg [2035]) bij het beweegbare deel een doorvaartwijdte van 12,50 m en voldoen daarmee niet geheel aan de RVW 2011 voor klasse Va schepen. Het vaste deel heeft een doorvaartwijdte van 22m en voldoet daarmee wel aan de RVW 2011.

In Fase 3 van Lemmer-Delfzijl zullen deze knelpunten in relatie tot einde levensduur verder worden gezien. Bestuurlijk wordt er naar gestreefd om eind 2017 hier een beslissing over te nemen.

Op het Eemskanaal voldoen de Borgbrug [2045], Bloemhofbrug [2045] en Woldbrug [2040] niet aan de RVW 2011, als wordt uitgegaan van tweestrooksverkeer. Dit zijn lage beweegbare bruggen met een centrish gelegen doorvaartwijdte van 16 m. Vanuit het principe van tweestrooksverkeer is er sprake van een knelpunt (onvoldoende doorvaartwijdte).

2.6 Corridor Rijn – Oost-Nederland

De corridor Rijn – Oost-Nederland kan worden onderverdeeld in vier deelcorridors:

Gelderse IJssel (t/m Zutphen)

Twentekanaal (t/m Hengelo)

Twentekanaal (Hengelo – Enschede)

Zijkanaal Almelo

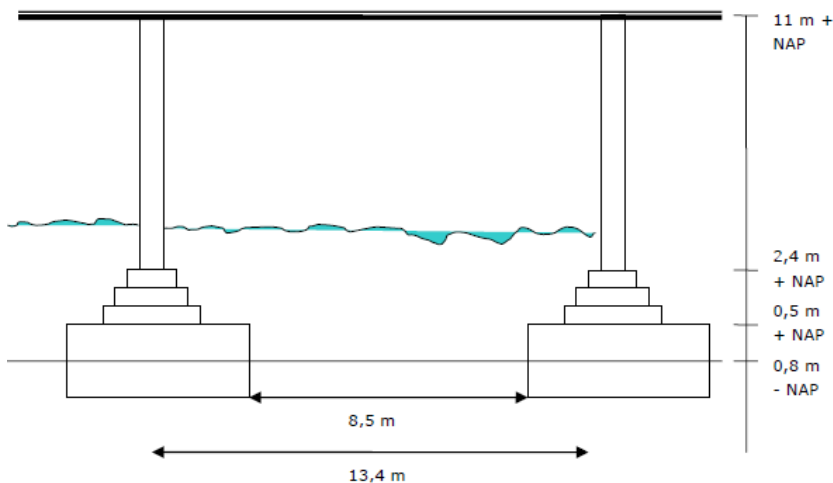
Gelderse IJssel (t/m Zutphen)

Op de Gelderse IJssel (t/m Zutphen) voldoen zes bruggen niet aan de norm van 4-laags containervervaart (9,10 m), te weten:

Westervoortwegbrug [2065], Westervoort spoorbrug [2075 / 2080], Brug Arnhem (A12) [2035], Brug Doesburg (N317) [2045], Oude IJsselbrug Zutphen [2035] en de Zutphen spoorbrug [2045].

Voor wat betreft de laatste twee bruggen geldt dat de breedte/diepte in het beweegbare deel bij lage waterstanden te smal is. Vooral containerschepen hebben hiermee te maken, omdat deze ook bij lagere waterstanden gebruik moeten maken

van de beweegbare brug. Oorzaak van het te krappe beweegbare deel is dat de brugpijlers zich verdikken naar de bodem toe en de doorvaartbreedte bij een waterstand van NAP+0,5 nog maar 8,5m is voor dieper liggende schepen, ter illustratie zie onderstaand figuur. Door de verwachte toename van klasse Va (3-laags) containerschepen zal dit probleem verder toenemen.



Figuur 13: Beweegbare brug Zutphen

Twentekanaal (Zutphen - Hengelo)

Op het Twentekanaal (t/m Hengelo) voldoen 18 kunstwerken niet de doorvaarthoogte norm voor 3-laags containervaart (7,00 m). Het betreft de volgende bruggen:

Polbrug (N346)[2035], Eefde spoorbrug [2115], Almensebrug [2025], Ehzerbrug [2025], Dochterensebrug [2045], Excelsebrug [2035], Lochemsebrug (N346)[2025], Moge-zompse brug [2045], Grensbrug[2025] Markelose brug [2045], Diepenheimse brug [2045], Hengelerbrug [2025] Dorrebrug [2035], sluis Delden (hefdeur 2x) [2085], Sint Anna brug [2055], Vossenbrinkbrug [2045], Loofriet [2055] en de Oelerbrug [2055].

Twentekanaal (Hengelo – Enschede)

Op het Twentekanaal (Hengelo - Enschede) voldoen vier kunstwerken niet de doorvaarthoogtenorm voor 3-laags containervaart (7,00 m). Het betreft de volgende kunstwerken:

Sluis Hengelo (hefdeuren) [2094], Spoorbrug lijn Hengelo-Haaksbergen [2050], Brug benedenhoofd schutsluis Hengelo[2050] en Lonnekerbrug [2030].

Zijkanaal Almelo

Op het Zijkanaal richting Almelo voldoen 10 bruggen niet de doorvaarthoogtenorm voor 3-laags containervaart (7,00 m). Het betreft de volgende bruggen:

Wienespoorbrug [2050], Tankingbrug [2045], Cottwicherbrug [2065], Warmtinkbrug [2045], Linschotbrug (A1) [2055], Vredesbrug [2035], Hoeselderbrug[2055], Leemslagenbrug [2045], Wierdense brug [2045] en Almelo Spoorbrug [2095].

2.7 Corridor Maasroute

De corridor Maasroute kan worden onderverdeeld in vijf deelcorridors:

Maasroute: Weurt – Born

Maasroute: Born – Ternaaien

Maasroute: Geertruidenberg – Heumen

Maasroute: Geertruidenberg – Tilburg

Maasroute: Maximakanaal-Zuid Willemsvaart/Veghel

Maasroute: Weurt – Born

Op de Maasroute: Weurt - Born (tot aan de containerterminal) voldoen bij normale waterstanden de bruggen over de Maas aan de SVIR-streefwaarden. Als strikt uitgegaan wordt van maatgevend hoog water (eens in de 10 jaar) dan voldoen 13 kunstwerken soms niet aan de doorvaarthoogtenorm van 4-laags containervaart (9,10 m). Het betreft de volgende bruggen:

Mook spoorbrug [2045], Gennep (N264) [2045], Boxmeer (A77) [2065], Koninginnebrug [2085], Venlo (A67) [2045], Venlo spoorbrug [2065], Venlo stadbrug [2045], Venlo (A73) [2075], Buggenum spoorbrug [2045], Hornerbrug (N280) [2055], Sluis heel brug benedenhoofd [2055], Brug Wessems (A2) [2045] en Sluis Maasbracht brug benedenhoofd [2055].

Maasroute: Born – Ternaaien

Op de Maasroute: Born - Ternaaien voldoen 16 bruggen niet aan de doorvaarthoogtenorm van 4-laags containervaart (9,10 m), te weten: Illikhoven[2055], Sluis born benedenhoofd [2045], Obbicht [2035], Bergerweg [2035], Urmond [2035], Scharbergbrug [2045], Elsloo [2030], Geulle [2035], Bunde [2030], Itteren [2030], Sluis Limmel brug bovenhoofd [2030], Maastricht spoorbrug [2050], Wilhelminabrug [2055], St. Servaasbrug [2030] en de Kennedybrug [2065].

Maasroute: Geertruidenberg – Heumen

Op de Maasroute: Geertruidenberg - Heumen voldoen zeven bruggen niet aan de doorvaarthoogtenorm van 4-laags containervaart (9,10 m), te weten: Heusden (N267) [2090], Hedel Treurenbrug [2035], Hedel Spoorbruggen [2045 en 2075], Ravenstein spoorbrug [2035], Ravenstein (A50) [2085], John S. Thompsonbrug (N324) [2035], en Heumen (A73) [2055].

Maasroute: Geertruidenberg – Tilburg

Op de Maasroute: Geertruidenberg – Tilburg (tot containerterminal Vossenbergh II) voldoen negen bruggen niet aan de doorvaarthoogtenorm van 3-laags containervaart (7,00 m) in, te weten: Amertakbrug [2080], Ir. Hamerbrug (A59) [2045], Weststadbrug [2045], Bredasebrug [2070], Oosterheidebrug [2035], Tilburgsebrug [2070], Brug in de A27 [2035], Rijensebrug [2075] en Fietsbrug De Oversteek [2100].

Maasroute: Maximakanaal-Zuid Willemsvaart/Veghel

De bruggen op deze route voldoen aan de aan de doorvaarthoogtenorm van 3-laags containervaart (7,00 m).

3 Ligplaatsen en overnachtingshavens

3.1 Inleiding

Rijkswaterstaat is als vaarwegbeheerder verantwoordelijk voor het beschikbaar stellen van (voldoende) openbare ligplaatsen voor schepen in haar wateren. Schippers dienen voldoende rust te nemen, opdat zij veilig aan het scheepvaartverkeer kunnen deelnemen. In de Richtlijnen Vaarwegen 2011 (RVW 2011) is daarom opgenomen dat het streven is dat op de vaarweg er elke 2 uur varen of om de 30 km een gelegenheid voor de schipper is om te rusten en/of te overnachten. Voor kegelligplaatsen wordt gestreefd naar voldoende kegelligplaatsen elke 60 km.

Gelet op het feit dat het Rijk eigenaar en beheerder is van het merendeel van alle hoofdvaarwegen en hoofdtransportassen in Nederland, is de conclusie gerechtvaardigd dat het Rijk ook verantwoordelijk is voor het (doen) aanleggen, beheren en onderhouden van voldoende ligplaatsen langs deze vaarwegen. Bij het bepalen van ligplaatstekorten is ook de beschikbaarheid van ligplaatsen bij andere beheerders dan het Rijk van belang.

Het streven is ook om het gebruik van ankerplaatsen en wachtplaatsen bij sluizen voor overnachting zo veel mogelijk te voorkomen.

In 2000 is een inventarisatie van het hele netwerk voor wat betreft ligplaatsen uitgevoerd en daaruit komen alle lopende studies.

De knelpunten ten aanzien van (kegel)ligplaatsen en overnachtingshavens, zoals omschreven in onderstaande paragraaf, worden per corridor beschreven (zie bijlage IV Corridors Vaarwegen). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat alle MIRT-projecten in 2028 zijn uitgevoerd. Aandachtspunt bij het bepalen van knelpunten voor kegelligplaatsen zijn ook veranderende eisen in het CDNI/ADN²¹.

3.2 Ligplaatsen en overnachtingshavens per corridor

3.2.1 *Amsterdam – Duitsland (IJmuiden – Tiel)*

Voor het Noordzeekanaal is een aantal knelpunten gesignaleerd.

Door de bouw van de nieuwe sluis in IJmuiden moet een aantal ligplaatsen worden verplaatst of zal het aantal verminderen. Hier wordt onderzoek naar verricht (brief aan Tweede Kamer: ah-tk-20152016-188). Daarnaast zal, als de lichterhaven wordt ingericht in de Averijhaven van IJmuiden, dit effect hebben op de vraag naar wachtplaatsen aan de zeezijde van de sluizen. Tot slot blijkt uit een verkennende analyse ligplaatsen Binnen IJ uit 2012 dat er een tekort is aan (kegel)ligplaatsen. Het aantal en de kwaliteit van de ligplaatsen is een aandachtspunt. Op basis van bovenstaande kan worden gezien of een studie naar de ligplaatsbehoefte in het hele Noordzeekanaalgebied moet worden gestart.

²¹ Europese overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren

3.2.2 *Amsterdam – Lemmer – Delfzijl*

In de MIRT-verkenning naar overnachtingsplaatsen op de corridor Amsterdam-Lemmer is geconstateerd dat er sprake is van een tekort aan ligplaatsen op de vaarweg van Amsterdam tot Lemmer. Door dit tekort kunnen veiligheidsproblemen ontstaan als gevolg van onwenselijke afmeersituaties rond de sluiscomplexen op dit traject. In de planuitwerking zal worden onderzocht op welke manier en op welke locaties het ligplaatsentekort kan worden opgelost. Gedacht kan worden aan zowel uitbreiding en verbetering als herstructurering van de huidige ligplaatsen rond de Oranjesluizen en de Houtribsluizen. Door de bezuinigingen bij het Lenteakkoord 2012 is de planuitwerking vertraagd.

Er is geen sprake van ligplaatstekorten op de vaarweg Lemmer-Delfzijl. Wel kan het aantal kegelligplaatsen een aandachtspunt worden.

3.2.3 *Amsterdam – Meppel-Zwolle-Zutphen*

Zie Amsterdam – Lemmer - Delfzijl

3.2.4 *Amsterdam – Rotterdam (Nieuwegein – Krimpen aan de Lek)*

Zie Amsterdam - Duitsland en Rotterdam -Twente – Duitsland.

3.2.5 *Antwerpen – Moerdijk – Duitsland*

Zie Rotterdam – Terneuzen – Gent en Rotterdam – Duitsland.

3.2.6 *Rotterdam – Antwerpen*

Zie Rotterdam – Terneuzen – Gent.

3.2.7 *Rotterdam – Duitsland*

De onderlinge afstand tussen de havens van IJzendoorn en Lobith is te groot. Extra overnachtingsplaatsen bij Weurt/Nijmegen zijn nodig om te voldoen aan de RVW 2011. De wachtplaatsen bij de voorhaven liggen vaak vol met schepen die overnachten. Tijdelijk, tot 2023, zijn een paar plaatsen in de werkhaven van Nijmegen beschikbaar in de Spiegelwaal (nevengeul Lent).

Ook is er een tekort aan kegelplekken op de Waal door aanpassingen van het ADN²². Zo zijn een aantal gevaarlijke stoffen onder een andere klasseindeling gekomen (van één naar twee kegels), waardoor er een tekort is aan overnachtingsplekken voor met name twee kegelschepen.

Een mogelijk aandachtspunt zijn ook de bruggen tussen Dordrecht en Gorinchem waar op termijn mogelijk te weinig wachtplaatsen zijn voor (zeer) hoge kegelschepen (containers).

In verband met veiligheid streeft de overheid er naar de ankerplaatsen in rivieren op te heffen en te vervangen voor ligplaatsen in (overnachtings)havens.

²² Europese overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren

Indien de ankerplaatsen op de Merwede worden opgeheven, dan ontstaat in de havens een tekort aan overnachtingsplaatsen. Uit onderzoek²³ blijkt dat het om 18 overnachtingsplaatsen gaat. Dit wordt deels opgelost door vier extra ligplaatsen te realiseren aan noordwestzijde van de vluchthaven van Gorinchem. Hierdoor wordt echter slechts een deel van het tekort aan ligplaatsen opgelost, waardoor een gedeelte van de ankerplaatsen op de rivier voorlopig gehandhaafd moet blijven.

3.2.8 *Rotterdam – Maastricht – Luik*

In 2015 heeft een inventarisatie plaatsgevonden op het gebied van ligplaatsen van Rijkswaterstaat Zuid-Nederland (Inventarisatie ligplaatsen, 2015). Op de Maas tussen Sluis Belfeld en Sluis Sambeek (vaartijd: 184 minuten) en tussen Sluis Lith en de Amer (vaartijd: >204 minuten) zijn de afstanden tussen de (rijks)overnachtingsplaatsen te groot volgens de streefwaarden. Op het traject tussen Sluis Lith en de Amer liggen geen officiële overnachtingsplaatsen, maar op een zijtak ligt wel in de directe nabijheid sluis Empel, waar in bepaalde gevallen kan worden overnacht. Klasse Va en Vb schepen kunnen daar echter geen ligplaats nemen. Zodoende blijft er een tekort aan ligplaatsen op dit traject en tevens ontbreekt er een kegelligplaats. Op het traject Sluis Belfeld en Sluis Sambeek bevinden zich geen andere sluisen. De afstand tussen de overnachtingsplaatsen is te groot en daarmee een knelpunt.

3.2.9 *Rotterdam – Oss*

Zie Rotterdam – Maastricht – Luik.

3.2.10 *Rotterdam – Veghel (Zuid-Willemsvaart)*

Op de Zuid-Willemsvaart tot aan Veghel welke een hoofdvaarweg is, is geen sprake van ligplaatstekorten. Op het zuidelijker deel van de Zuid-Willemsvaart (met status overige vaarweg) zijn de vaartijden tussen de (rijks)overnachtingsplaatsen te groot, maar daar betreft het zeer beperkte goederenstromen en is geen sprake van grote problemen (ook is zo nodig overnachten bij de aanwezige sluiscomplexen daar minder problematisch).

3.2.11 *Rotterdam – Terneuzen – Gent*

Bij de wijziging van het sluisencomplex bij Terneuzen is een voldoende aantal ligplaatsen voorzien, door diverse aanpassingen binnen en rond het complex.

3.2.12 *Rotterdam – Tilburg (Wilhelminakanaal)*

Op het Wilhelminakanaal dat een hoofdvaarweg is, is geen sprake van een ligplaatstekort. Op het zuidelijker deel van het Wilhelminakanaal (met status overige vaarweg) is de vaartijd tussen de (rijks)overnachtingsplaatsen Hefbrug Son en Zwaai kom Dongen te groot, maar daar betreft het beperkt bestemmingsverkeer en is geen sprake van grote problemen.

²³ Startdocument overnachtingsplaatsen Merwedens, 2013

3.2.13 *Rotterdam – Twente – Duitsland (Rotterdam – Twentekanalen via de Lek en Neder-Rijn)*

Het plaatsen van extra wacht- en overnachtingsplaatsen bij de renovatie van de sluizen en stuwen is uit de scope renovatie sluizen en stuwen Neder-Rijn en Lek gehaald. Zodoende blijft een aantal ankerplaatsen gehandhaafd op de rivier, wat ongewenst is m.b.t. veiligheid.

3.3 Binnenvaart Ligplaats Informatiesysteem

Het Binnenvaart Ligplaats Informatie Systeem (BLIS) is een informatievoorziening voor binnenvaartschippers. De schipper kan op de website de actuele bezetting zien van de openbare binnenvaart ligplaatsen in de haven van Rotterdam. BLIS heeft geen reserveringssysteem.

Op dit moment wordt bekeken of het BLIS functioneel zo vorm kan worden gegeven in de regio, dat het ook kan worden uitgerold en toegepast voor Rijksligplaatsen. Daarnaast zijn overige provincies en vaarwegbeheerders aan het kijken waar en hoe BLIS toepasbaar is in de regio.

Naast het feit dat BLIS de actuele bezetting van de ligplaatsen voor schippers toont, levert het voor de beheerders historische data van ligplaatsbezetting op. Deze data kan worden gebruikt in MIRT-studies en ten behoeve van een volgende NMCA om een actueel beeld te vormen van de (toekomstige) behoefte aan (extra) (kegel)ligplaatsen en overnachtingshavens.

4 Vaarwegdimensionering

4.1 Inleiding

Op basis van de SVIR en Richtlijnen Vaarwegen 2011 zijn doelen bepaald voor afmetingen van de verschillende hoofdvaarwegen. Op basis van confrontatie van de huidige profielen met deze doelen wordt deze problematiek in de lopende MIRT-studies geanalyseerd.

Het doel voor 2028 is dat hoofdvaarwegen die de belangrijkste zeehavens met het achterland verbinden (hoofdtransportassen), ten minste geschikt zijn voor klasse VIb-schepen en 4-laags containervaart. Dat de doorgaande nationale hoofdvaarwegen ten minste voor klasse Va-schepen en 4-laags containervaart geschikt zijn. En dat de overige hoofdvaarwegen ten minste geschikt zijn voor klasse IV en 3-laags containervaart.

De knelpunten ten aanzien van de vaarwegdimensionering, met uitzondering van de doorvaarthoogten (zie hoofdstuk 2), worden omschreven per corridor (zie bijlage IV Corridors Vaarwegen).

4.2 Diepte- en/of breedtebeperkingen per corridor

4.2.1 *Amsterdam – Duitsland (IJmuiden – Tiel)*

Voor binnenvaartschepen (klasse VIb) zijn er geen vaarwegbreedte en –diepte beperkingen op de buitenhaven IJmuiden en het Noordzeekanaal.

Voor grote zeeschepen is het Noordzeekanaal vanuit IJmuiden tot Amsterdam toegankelijk mits er voldoende beheersmaatregelen (verkeersbegeleiding, sleepboten, beloodsing) worden genomen. Verder naar het oosten wordt het Noordzeekanaal te smal en te ondiep voor zeevaart, maar voldoet het aan de eisen voor de binnenvaart.

Aandachtspunt zijn diverse initiatieven als langshavens voor overslag langs het Noordzeekanaal en bruggen over het Noordzeekanaal en het IJ (initiatief gemeente Amsterdam), die voor enige beperkingen kunnen zorgen voor de vlotte doorgaande scheepvaart.

Het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) is op meerdere plekken smal en voldoet daar niet aan de RVW 2011. Aanpassing ligt mede door de inpassingproblematiek in dit drukke gebied niet voor de hand. De mogelijke risico's die hiermee gepaard gaan worden opgevangen doordat het gebied onder VTS begeleiding staat. De verkeerspost levert de scheepvaart informatie aangaande kruisend, oplopend en ontmoetend verkeer, vooral in de krappe en onoverzichtelijke delen.

4.2.2 *Amsterdam – Lemmer – Delfzijl*

Om het Noord-Nederlandse vaarwegennet goed bereikbaar te houden voor grotere binnenvaarteenheden is permanent onderhoud aan de vaargeulen op het IJsselmeer en Markermeer nodig om voldoende vaardiepte te behouden. Rijkswaterstaat beziet momenteel waar extra inspanningen en aanpassingen nodig zijn.

De hoofdvaarweg Lemmer – Delfzijl, die uit drie kanaalpanden bestaat: het Prinses Margrietkanaal, het Van Starckenborghkanaal en het Eemskanaal, is opgewaardeerd naar een klasse Va vaarweg. De remmingswerken, oevers en kades zijn echter niet opgewaardeerd en voldoen daarmee nog niet overal aan de RVW 2011.

4.2.3 *Amsterdam – Meppel-Zwolle-Zutphen*

De vaarweg Amsterdam – Meppel is te krap voor klasse Va/Vb-scheepvaart. In de planstudie is de aanleg en verbetering onderzocht van vaargeulen op de trajecten Botterrak, Molenrak en de vaarweg Ketelbrug-Meppel. Bezien is hoe Molenrak en/of Botterrak (vaargeulen IJsselmeerKetelbrug) geschikt kunnen worden gemaakt voor volledig afgeladen binnenvaartschepen van klasse Vb. Voor de vaarweg Ketelbrug-Meppel wordt onderzocht in hoeverre deze geschikt gemaakt kan worden voor binnenvaartschepen van klasse Va.

De planuitwerking was medio 2012 afgerond. In overleg met de regio is besloten het voorkeursalternatief nog niet vast te stellen en de planning en besluitvorming later opnieuw te bezien.

4.2.4 *Amsterdam – Rotterdam (Nieuwegein – Krimpen aan de Lek)*

Zie Amsterdam – Duitsland en Rotterdam –Twente-Duitsland

4.2.5 *Antwerpen – Moerdijk – Duitsland*

Zie Rotterdam – Terneuzen – Gent en Rotterdam – Duitsland.

4.2.6 *Rotterdam – Antwerpen*

Zie Rotterdam – Terneuzen - Gent

4.2.7 *Rotterdam – Duitsland*

Het vaarwegprofiel op deze route is in het project Toekomstvisie Waal al jaren geleden opgewaardeerd en voldoet daarmee aan de vereiste klasse. Monitoring van sedimentatie en optimalisatie van de vaargeul waar mogelijk is van belang voor een duurzame vaardiepte (zie ook bij bodemerosie).

In het licht van de verdere schaalvergroting in de zeevaart is de nautische bereikbaarheid van het Botlek gebied reeds beperkt. Verdieping van de Nieuwe Waterweg maakt het mogelijk dat grotere en dieper stekende zeeschepen het gebied kunnen bereiken, wat leidt tot een betere concurrentiepositie van de bedrijven in het chemisch cluster van de Botlek, die voor grote opgaven gesteld staan in het kader van de klimaat- en energietransitie. Op 14 september 2016 (Kamerstuk 34003 nr. 25) heeft de Minister de Tweede Kamer geïnformeerd over haar bereidheid tot financiering van verdieping van de Nieuwe Waterweg.

4.2.8 *Rotterdam – Maastricht – Luik*

De Maasroute, bestaande uit de Zandmaas, het Maas-Waalkanaal, het Lateraalkanaal, het Julianakanaal en de Maas van Maastricht tot Ternaaien, wordt opgewaardeerd naar een klasse Vb-vaarweg. Op het zuidelijk traject is gekozen voor een smallere vaarweg met twee passeerplaatsen (Elsloo en Itteren) inclusief een lichte vorm van verkeersmanagement.

Op sommige plaatsen voldoet de Maasroute echter niet geheel aan de normen zoals gesteld in de RVW 2011. Zo hebben de bochten bij Well, Venlo, Steyl, Beesel en Neer een te kleine bochtstraal en is er beperkte kielspeling bij de sluisen Born, Maasbracht en Heel.

Voor de bochten bij Well, Venlo en Steyl zijn er wellicht meekoppelkansen in het kader van het Deltaprogramma waarin deze locaties eveneens zijn opgenomen.

Op de Oost-Westtak van de Maas kan op een groot deel van het traject worden gevaren met een diepgang van 4,0 m. Door de (on)diepte van de leidingstraat (Niftrik) en de drempeldiepte van sluis Grave, kent het traject van Niftrik tot en met sluis Grave een diepgangbeperking tot 3,2 m, of zoveel meer als de waterstand bij Grave-Beneden hoger is dan NAP + 5,2 m (gemiddelde waterstand).

4.2.9 *Rotterdam – Oss*

De bocht (monding) bij de Maas en het Burgemeester Delenkanaal voldoet niet geheel aan de RVW 2011. Ook is de bocht bij Macharen te krap. Vooral het invaren van het Burgemeester Delenkanaal bij stroming op de Maas wordt als lastig ervaren.

4.2.10 *Rotterdam – Veghel (Zuid-Willemsvaart)*

Er is geen sprake van knelpunten op dit traject.

4.2.11 *Rotterdam – Terneuzen – Gent*

Na gereedkomen van de nieuwe sluis Terneuzen (NST) zijn de afmetingen van het kanaal Gent-Terneuzen (KGT) een aandachtspunt door mogelijk verdere schaalvergroting.

In het kader van de Nederlands-Vlaamse samenwerking voor de toegang van de Scheldehavens (VNSC) loopt er een capaciteitsstudie.

Momenteel is de Wielingen is een van de belangrijkste vaarroutes voor de Scheldehavens. Er is van Zeeland Seaports al langere tijd de wens geuit voor een grotere diepgang. Uit recente analyses is gebleken dat de toegankelijkheid van de Westerschelde bij de Wielingen voor bepaalde categorieën schepen verbeterd zou kunnen worden.

4.2.12 *Rotterdam – Tilburg (Wilhelminakanaal)*

Geen diepte- en breedtebeperkingen geconstateerd.

4.2.13 *Rotterdam – Twente – Duitsland (Rotterdam – Twentekanalen via de Lek en Neder-Rijn)*

De Lek van Nieuwegein tot Schoonhoven is op sommige plaatsen te ondiep en smal volgens de RVW 2011. Bij OLW (Overeengekomen Lage Waterstand) is er nu slechts een waterdiepte van 3,15m beschikbaar (o.a. nabij Klaphek). De druk zal toenemen zodra de nieuwe Beatrixsluis gereed is en hier schepen kunnen schutten met een diepgang van 4,00m. Er wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om dieper te baggeren, maar deze lijken beperkt. De vaargeulbreedte is met 80m aan de smalle kant en er zijn een aantal krappe bochten nabij Lexmond en Ameide.

Het vaarwegprofiel van de Boven-IJssel (IJsselkop – Zutphen) voldoet, zelfs bij hoog water, niet aan de norm voor een klasse Va vaarweg en is moeilijk bevaarbaar. Op sommige trajecten van de vaarweg is er zelfs sprake van eenrichtingsverkeer, zeker bij laag water. De verwachting is dat het aandeel klasse Va schepen gaat toenemen door de verruiming van de Twentekanalen naar een Klasse Va vaarweg en de aanleg van een extra sluiskolk bij Eefde. Het project Bovenloop IJssel is opgenomen in het MIRT en kijkt naar de mogelijkheden om de vaarbreedte van de bochten in dit traject van de IJssel aan te passen, waardoor schepen uit klasse Va het traject IJsselkop-Zutphen veiliger en efficiënter kunnen bevaren.

Het vaarwegprofiel tussen Zutphen en Kampen voldoet ook niet geheel aan de RVW 2011, maar gezien de beperkte goederenstromen, is daar geen sprake van een groot knelpunt.

De Haringvlietsluizen gaan vanaf 2018 op een kier, wanneer de waterstand op het Haringvliet lager is dan op zee. Het kierbesluit heeft hoogstwaarschijnlijk invloed op de Lek en Neder-Rijn. Zo moet er extra worden gespuid bij Hagestein om zoutindringing tegen te gaan, wat invloed heeft op de stroming van het water (hydraulica), het sediment (morfologie) en de waterstand en daarmee de beperking van de diepgang van schepen.

5 Bodemerrosie

5.1 Inleiding

In Nederland hebben de Rijn en haar zijtakken een belangrijke functie voor zowel de scheepvaart (hoofdvaarwegennet) als de waterhuishouding (hoofdwatersysteem). In onderstaand figuur zijn de Rijntakken die tot het beheergebied van RWS behoren weergegeven.



Figuur 14: Rijntakken

Uit diverse studies blijkt dat er sprake is van bodemerrosie en aanzanding in het zomerbed van de Rijntakken in Oost-Nederland. Concreet gaat het om de Boven-Rijn, de Waal, het Pannerdensch Kanaal, de Neder-Rijn (tot Driel) en de IJssel.

5.2 Bodemerrosie op korte en middellange termijn

Met modelsimulaties zijn de korte termijn (2020) en middellange termijn (2055) ontwikkelingen van bodemligging en waterstanden berekend, en de gevolgen daarvan voor onder meer de scheepvaart.

Door de voortschrijdende bodemerrosie, in de orde van grootte van 1,5 cm/jaar bij Lobith en afnemend tot uiteindelijk nihil nabij Tiel (Waal) en juist voorbij Zutphen (IJssel), ontstaan scheepvaartknelpunten door vermindering van de vaardiepte bij de in het verleden aangelegde vaste lagen en bodemkribben. De bodem van het Pannerdensch Kanaal (-1 m tot 2066) daalt sterker dan die van de Waal (-0,75 m tot 2066). Al op korte termijn wordt dit een knelpunt voor de scheepvaart, omdat er een drempel ontstaat bij de splitsing tussen het kanaal en de Waal.

Daarnaast neemt de gronddekking van rivier kruisende kabels en leidingen (gas-, electra, telecommunicatie) af. Op termijn gaan voorts problemen ontstaan met drempels bij sluizen, stabiliteit van kades, kribben en brugpijlers. Tevens zal het grondwaterpeil dalen (verdroging), en zullen voorzieningen (bijvoorbeeld in de vorm van pompen) moeten worden getroffen om de levering van zoetwater aan het regionaal watersysteem te kunnen blijven garanderen (als gevolg van lagere waterstanden in de rivier).

Ook de afvoerverdeling op de beide splitsingspunten zal bij niet-ingrijpen uiteindelijk gaan wijzigen. Dat is uiterst ongewenst: in hoogwatersituaties vanwege de hoogwaterveiligheid (teveel water over een Rijntak geeft op deze tak extra overstromingsrisico's) en in laagwatersituaties: te weinig water over een specifieke Rijntak geeft problemen voor de scheepvaart (minder aflaaddiepte) en voor de zoetwatervoorziening aan het regionale watersysteem.

Aanzanding leidt eveneens tot scheepvaartknelpunten (beperkte aflaaddiepte door ondieptes), baggerhinder en –kosten. Als gevolg van de realisatie van rivier verruimende maatregelen (Ruimte voor de rivier, Kaderrichtlijn Water, Deltaprogramma Rivieren) zal aanzanding verder toenemen, en daarmee ook de scheepvaarthinder. In het kader van het Beheerplan Rijkswateren (BPRW 2016 – 2021) zijn hier nadere afspraken over gemaakt

5.3 Concrete knelpunten

Een aantal concrete knelpunten speelt nu al.

Als eerste: de vaste laag bij Nijmegen. Door de voortschrijdende bodemerosie neemt de waterstand boven de vaste laag alsmaar af. In de periode 1992-2012 daalde de (Overeengekomen Lage Rivier-)waterstand in de vaargeul met 48 cm. Uit een onderzoek van het Bureau Voorlichting Binnenvaart blijkt dat de scheepvaart nu al de nodige diepgangproblemen ondervindt ter hoogte van de vaste laag. Indien niet tijdig passende maatregelen worden genomen zal de waterdiepte boven de vaste laag Nijmegen over 10-20 jaar niet meer aan de internationale afspraak (Centrale Commissie voor de Rijnvaart) voldoen. Beperkte diepte boven de vaste lagen ontstaan ook bij Emmerich (D), Lobith, Nijmegen, Pannerdensche Kop en in mindere mate bij St Andries.

Als tweede: de rivier kruisende kabels en leidingen. Veel van de rivier kruisende kabels en leidingen in Oost-Nederland hebben over tenminste een deel van de kruising niet meer dan 1,0 m gronddekking, terwijl veelal een minimale gronddekking van tenminste 2,5 m wordt gehanteerd. Deze te kleine gronddekking is deels veroorzaakt én zal verder afnemen door de voortschrijdende bodemerosie. De risico's hiervan (denk aan kapot trekken van een kabel of leiding bij noodankeren) en de mogelijke maatregelen worden in kaart gebracht door Rijkswaterstaat.

En tenslotte: als gevolg van een door bodemerosie veroorzaakte alsmaar lager wordende bodemligging is in laagwatersituaties al geen sprake meer van vrij verval tussen de rivier en het regionale watersysteem. Voor het Linge-inlaatwerk op het Pannerdensch Kanaal ter hoogte van Doornenburg moest daarom al een pompvoorziening worden getroffen. Naar verwachting zullen ook op andere locaties dergelijke voorzieningen moeten worden getroffen.

Indien geen passende maatregelen worden genomen zal de bodemerosie nog zeker tientallen jaren doorgaan, met alle gevolgen van dien. Vanwege de eis dat de afvoerdeling op de splitsingspunten Pannerdensche Kop en IJsselkop niet mag veranderen vraagt dat bij het plannen van beheersmaatregelen om een aanpak op systeemniveau (over de Rijntakken heen).

En omdat de ontwikkeling van de bodemligging van de Niederrhein medebepalend is voor de verdere bodemontwikkeling van de Rijntakken vraagt dat tevens afstemming met Duitsland.

Wat aanzanding betreft is berekend dat de baggeromvang door de aanleg van maatregelen uit de programma's Ruimte voor de rivier en NURG - ondanks de strenge eisen in het kader van de vergunningverlening - alleen al op de Boven-Rijn en de Waal op korte termijn zal toenemen van 560.000 m³/jaar naar 650.000 m³/jaar. Met als gevolg toenemende baggerhinder voor de scheepvaart en toenemende baggerkosten. En in de wetenschap dat door maatregelen uit de programma's Kaderrichtlijn Water en Deltaprogramma Rivieren de aanzanding en daarmee de baggeromvang nog verder zullen toenemen.

Om dit beter in kaart te brengen is een verkort MIRT-onderzoek gestart. Als mogelijke maatregelen zal worden gekeken naar combinaties van baggeren, suppleren, vaste bodemconstructies, langsdammen en kribaanpassingen.

6 Deltaprogramma en klimaatverandering

6.1 Inleiding

In het kader van het Deltaprogramma - de opvolger van het Deltaplan - worden maatregelen voorbereid, gericht op duurzame drinkwatervoorziening, bescherming tegen hoog water en een (water)toekomstbestendige inrichting van Nederland. Daarmee bereidt het Kabinet het watersysteem voor op de verwachte effecten van o.a. de klimaatverandering. Vanuit de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) is voor de komende jaren een planning opgesteld in nauwe samenhang met het Deltaprogramma en heeft als doel dat Nederland in 2050 klimaatbestendig is.

Het algemene beleid en de aanpak voor het omgaan met klimaatverandering bij de Rijk in relatie tot Infrastructuur en mobiliteit is verwoord in de Klimaatagenda (2013), het Deltaprogramma met bijbehorende Deltabeslissingen, het Waterplan, de Maritieme Strategie en het BPRW. Daarin is opgenomen dat vitale netwerken beschermd moeten worden waarbij aanpassingen zoveel mogelijk met gepland onderhoud of vernieuwing moeten worden meegenomen om dure en meer ingrijpende aanpassingen op de lange termijn te voorkomen. Uitgangspunt is dat klimaatbestendig en waterrobuust inrichten uiterlijk in 2020 onderdeel moet zijn van het beleid van de betreffende departementen. De klimaatverandering en de beoogde maatregelen leiden tot een aantal effecten op de scheepvaart, die hieronder zijn beschreven.

6.2 Deltaprogramma

Een belangrijk onderdeel van het Deltaprogramma is de deltabeslissing aangaande het duurzaam peilbeheer van kanalen en in het bijzonder het IJsselmeer. Een waarschijnlijke maatregel is het verhogen van het IJsselmeerpeil, zodat onder (vrijwel) alle condities onder vrij verval kan worden gespuid door de Afsluitdijk. Een dergelijke maatregel heeft - afhankelijk van de omvang van de peilopzet - aanzienlijke consequenties voor de doorvaarthoogte van alle bruggen en deurhoogte van alle sluizen die door het IJsselmeerpeil worden beïnvloed. Deze invloed reikt verder dan de grenzen van het IJsselmeer zelf en de benedenloop van de IJssel. Ook aangrenzende infrastructuur zoals het Amsterdam-Rijnkanaal wordt er door beïnvloed. Het Peilbesluit IJsselmeergebied wordt eind 2017/ begin 2018 vastgesteld, daarna is er zicht op de effecten aangaande de vaarweginfrastructuur. Er zal echter geen negatief effect plaatsvinden op de vaar(weg)diepte aangezien het toekomstig peilbeheer, net als nu het geval is, nooit lager zal liggen dan het minimaal voor de scheepvaart benodigde peil.

Een andere deltabeslissing gaat over Rijn-Maas delta. Voor de waterveiligheid in dit gebied is het van groot belang hoe het Rijnwater verdeeld wordt over de Waal, de Neder-Rijn-Lek en de IJssel. Onderdeel van de voorgestelde deltabeslissing Rijn-Maasdelta is daarom dat de bestaande afspraken over de afvoerverdeling tot 2050 in stand blijven. De komende jaren wordt besloten of het wijzigen van de afvoerverdeling als optie open blijft voor de periode na 2050.

6.3 Klimaatverandering en vaarwegknelpunten

Belangrijke factoren in de scheepvaart zijn afluiddiepte en doorvaarthoogte. Veranderingen in waterstanden kunnen een negatieve invloed hebben op de bevaarbaarheid van vaarwegen. Zowel droogte/ laag water als hoogwater vormen aanzienlijke belemmeringen van het functioneren van het scheepvaartverkeer. Echter de effecten van de klimaatverandering zijn op dit moment nog niet direct door te vertalen naar specifieke problemen. Binnen RWS wordt al aan klimaatbestendigheid gewerkt, maar er is nog onvoldoende bekend wat de effecten van wateroverlast, droogte en hitte op de netwerken zijn. Het kernteam 'Klimaatbestendige netwerken' is bezig met het opzetten van een onderzoeksprogramma naar de impact op de netwerken. Centraal staat hierbij de vraag wat de invloed is op de functionaliteit en prestaties van onze netwerken. Hier volgt een beschrijving van wat de verschillende ontwikkelingen binnen de klimaatverandering zijn en hoe dit het vaarwegennetwerk raakt. Daar waar de informatie beschikbaar is, wordt ook de impact beschreven.

6.3.1 Droogte en laag water

Relatief lange perioden met lage waterafvoeren van de rivieren zorgen voor de grootste problemen voor de scheepvaart. In twee van de vier klimaatscenario's afkomstig van het KNMI wordt in de zomer meer oostenwind voorspeld wat betekent dat het warmer en droger wordt. Afhankelijk van deze klimaatscenario's is er een dieptebeperking te verwachten, in onderstaande tabel staan de twee uiterste scenario's uitgezet tegen de frequentie van dieptebeperking in tijd. Hierin is te zien dat ná 2050 de problemen pas significant worden.

Tabel 22: Frequentie en dieptebeperkingen voor twee uiterste KNMI scenario's

| Toename | 2050 | 2100 |
|---------|------------|--------|
| G | Nauwelijks | Gering |
| W+ | Enig | Serius |

Perioden van laagwater zullen extremer zijn, vaker voorkomen en langer duren. Scheepvaart zal hierdoor vaker met laaddiepte beperkingen te maken krijgen. Als rivieren niet zijn voorzien van stuwen betekent dit een lagere afvoer en een lagere waterstand. In Nederland levert dit knelpunten op. Dit is het geval op de Waal, de IJssel en het ongestuwde deel van de Neder-Rijn. De Maas en de rest van de Neder-Rijn zijn gestuwd en hebben dus een stabiele waterstand. Wel kunnen capaciteitsknelpunten ontstaan door langere wachttijden bij de sluisen en bruggen vanwege de beperkte afluiddiepte, immers meer schepen zijn nodig om hetzelfde aantal tonnen lading te vervoeren. De infrastructuur zelf brengt ook problemen met zich mee; als de waterdiepte stroomopwaarts van de sluis te laag is, kan de zogenaamde drempel een knelpunt vormen bij het invaren. De drempel, die tezamen met de sluisdeuren de waterdichte barrière vormt, ligt vaak iets minder diep dan de aangrenzende vaarweg. Sluisdrempels die te hoog liggen beperken de afluiddiepte en zorgen er voor dat schepen minder beladen kunnen zijn of helemaal niet kunnen varen. Dit leidt tot hogere vervoerskosten, minder betrouwbaarheid en dikkere vaarwegen. Ter illustratie; elke 10 cm minder diepgang is 100 ton lading minder.

Zo is bekend dat voor Oost Nederland de sluisen Weurt en Eefde een knelpunt kunnen gaan vormen.²⁴ Zelfs de nieuwe kolk van Eefde, met een veel diepere drempel, zal bij laag water op de IJssel een probleem gaan vormen, omdat het voorpand tussen de kolk en IJssel te weinig water bevat. Deze 'mismatch' tussen rivierstand en diepte van sluisdrempels en voorpanden speelt voor alle sluisen die direct aan een waterstandgevoelige rivier liggen in dit gebied, te weten:

- Sluis Weurt
- Sluis St. Andries
- Sluis Eefde
- Prins Bernhardsluis Deventer
- Spooldersluis Zwolle
- En voor beheersgebied Midden Nederland: Bernhardsluis bij Tiel

Bij de sluisen in de Neder-Rijn lijken geen problemen te ontstaan door drempeldieptes en lage waterstanden, daar de sluisen alleen worden gebruikt als de stuwen gesloten zijn.

Sluisen kunnen een dubbelfunctie hebben, het schutproces kan gecombineerd worden met waterbeheer. Als gevolg van lagere waterafvoer kan er een spuifunctie in werking treden wat invloed heeft op het schutproces en de capaciteit van een sluisolk. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de Irenesluis in het Amsterdam-Rijnkanaal. Deze sluis is het inlaatpunt voor het water op het kanaal vanuit de Lek. Het water is bedoeld voor doorspoeling, drinkwater, koelwater en water voor de omliggende waterschappen. In droge zomers is de vraag van het kanaalwater groot en wordt er veel water ingelaten via één kolk en in de toekomst via twee kolken. Bij zeer droge zomers kan het leiden tot het sluiten van één kolk voor de scheepvaart. Momenteel loopt een verkenning waarin onderzocht wordt hoe het waterbeheer via de Irenesluis klimaatbestendig gemaakt kan worden. De aanleg van een omloopriool of bypass is één van de alternatieven.

Deze dubbelfunctie is ook van toepassing op sluis Terneuzen. Na gereed komen van de nieuwe sluis Terneuzen zal het sluisencomplex regelmatig gestremd zijn als gevolg van het spuien (bij te veel water op Kanaal Gent-Terneuzen) en aangepaste bediening ivm watertekorten en dreigende onderschrijding van minimaal waterpeil of overschrijding van de zoutnorm. Beide effecten zullen worden versterkt als gevolg van klimaatveranderingen. Vooral tijdens langdurige periodes met beperkte aanvoer van zoet water vanuit Vlaanderen, kan de wachttijd voor de scheepvaart aanzienlijk toenemen.

Naast waterkwantiteit is ook de ontwikkeling van de rivierbodem een belangrijke trend die in de gaten moet worden gehouden. Bodemdaling is een autonome ontwikkeling die los staat van klimaatveranderingen. Bodemdaling in combinatie met lage rivierafvoer versterkt wel de laag water problematiek, er vinden veranderingen plaats in sedimentatie en erosie in het stroomgebied. Vooral bij lage afvoeren (lage waterstanden) zijn de gevolgen van bodemdaling te merken. Sediment wat normaal meebeweegt met het water door de rivier heen zal bij lage afvoer juist tot stiltand komen en op de bodem blijven liggen waardoor extra verondieping ontstaat. Anderzijds zal bij grotere afvoerpieken het sedimenttransport toenemen, wat leidt tot versterking van de bodemdaling in erosiegebieden, wat weer leidt tot grotere oneffenheden in de rivierbodem hetgeen nadelig is voor de scheepvaart. De gevolgen van deze ontwikkeling zijn in het voorgaande hoofdstuk reeds beschreven.

²⁴ Klimaat en Binnenvaart: Een strategische verkenning naar de effecten van klimaatverandering op het gebruik van het Hoofdvaarwegnet (2011).

6.3.2 *Hoogwater*

Zomerafvoeren nemen af, terwijl winterafvoeren toenemen. In alle klimaatscenario's wordt het veel natter, vooral in de winter zijn sterk toenemende hoeveelheden extreme neerslag in de Rijn- en Maas-stroomgebieden te verwachten. De extreme afvoeren bij Lobith nemen fors toe, omdat de bergingscapaciteit van de Duitse beschermde gebieden tussen Bonn en Wesel dan geheel is opgesoupeerd. Het gevolg van hoogwater (door hoge rivierafvoer versus meer neerslag) is een beperking van doorvaarthoogte bij voornamelijk vaste bruggen (zie hoofdstuk 2) en dat vaarwegen niet meer navigeerbaar zijn vanwege het te veel aan water (dijkinstabiliteit, stroming). Frequenter hoogwater betekent dan ook een toename van de overstromingsrisico's, doordat de kans op het doorbreken van dijken toeneemt als deze veel vaker zwaar belast worden. In extreme situaties kan stremming of beperking van de scheepvaart worden opgelegd als er door golfwerking van scheepvaart (of golfwerking ten gevolge van wind) gevaar voor de dijken ontstaat. Een ander belangrijk effect als gevolg van hoog water is dat bij de schutsluizen Terneuzen de schutfunctie voor de binnenvaart (deels) wordt stilgelegd ten behoeve van de spuifunctie, met lange wachttijden als gevolg.

6.3.3 *Zeespiegelstijging*

Een ander gevolg van klimaatverandering is de stijging van de zeespiegel. De combinatie van laagwater in de droge perioden en een hogere zeewaterstand leidt tot problemen bij sluizen op de grens van zout en zoet water, zoals de Krammersluizen en ook de zeesluizen (IJmuiden, Farmsum, Terneuzen, Stevinsluis, Lorentzsluis). Deze hebben ook een functie in het scheiden van zout- en zoetwater en hebben tegelijkertijd vaak een lagere schutcapaciteit. Verzilting van zoet water is ongewenst. Bij schutsluizen die op de grens van zout water en zoet water liggen kan zout water binnen dringen. Zo wordt bij de Haringvlietsluizen de sluisbediening afgestemd op de rivierafvoer. In perioden van lage rivierafvoer gaan de Haringvlietsluizen dicht, hierdoor stroomt het zoete rivierwater door de Nieuwe Waterweg en biedt het maximale tegendruk op het binnenkomende zoute water. Het buitenwerking stellen van de schutfunctie ten behoeve van de waterkwaliteit zal vaker voorkomen voor sluizen die op de grens van zout-zoet water liggen.

6.3.4 *Wind*

Het (vaker) voorkomen van storm en extreem weer heeft mogelijk consequenties voor VM van de scheepvaart en de logistiek van de beroepsvaart. Wind is een belangrijke factor in opstuwing, bij hoog water kan wind zorgen voor ongewenste golfslag. (extreem) Hoog water in combinatie met wind zorgt er voor dat scheepvaart eerder stil gelegd wordt i.v.m. instabiele dijken. Bij veel wind wordt ook laden en lossen bemoeilijkt, komen schepen in moeilijkheden en komt daardoor de capaciteit van de vaarweg en de veiligheid onder druk te staan.

Duidelijk wordt dat het vaker ontstaan van onvoldoende vaardiepte het belangrijkste klimaateffect is voor de binnenvaart. Dit kan ontstaan door een te lage rivierafvoer en verondieping door sedimentatie (aanzanding) of door bodemerrosie waarbij vaste bodemconstructies diepteknelpunten of gevaren op gaan leveren. Op het gebied van scheepvaartverkeersmanagement betekent te hoog of laag water; Veranderende routes varen, op een ander moment varen (gevaar voor piekbelasting) en/of een ander vervoersmiddel wordt gekozen (vanwege vaarbeperkingen, verminderde betrouwbaarheid en/of stijgende kosten).

7 Bediening en verkeersbegeleiding

7.1 Inleiding

De afgelopen jaren heeft RWS te maken gehad met personele taakstellingen en heeft daarom de bedieningsregimes moeten versoberen op de verschillende vaarwegen. Per regio is gezocht naar efficiënte maatwerkafspraken.

Na die eerste maatwerkafspraken is het 'Toekomstperspectief Bedienen Sluizen' en Bruggen opgesteld, dat eind 2015 aan de Kamer is gestuurd. Dit toekomstperspectief is bedoeld als een leidraad voor een gezamenlijke nadere uitwerking met de andere vaarwegbeheerders, de medeoverheden, de regio's en de binnenvaart-sector, het vervoerend en verladend bedrijfsleven en vertegenwoordigers van de recreatievaart, om in de komende jaren te komen tot een robuust bediend vaarwegennet, waarbij op een effectieve en efficiënte wijze gebruik gemaakt kan (blijven) worden van het vaarwegennet.

Binnen Rijkswaterstaat wordt voorts gewerkt aan de implementatie van Corridormanagement op basis van de in juli 2014 vastgestelde Visie Scheepvaartverkeersmanagement 2025 van Rijkswaterstaat. Aansluitend is in samenwerking tussen verschillende organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat het Uitvoeringsplan SVM 2015 – 2019 opgesteld. Hierin zijn uitvoeringsmaatregelen opgenomen op de gebieden Corridorgerichte Bediening, Corridorgerichte Begeleiding, Nautisch Beheer, Incidentmanagement en Nautische vergunningverlening en Handhaving.

In het kader van het Uitvoeringsplan is de implementatie van Corridorgerichte Bediening en Begeleiding (CBB) voorbereid. Daartoe is een referentieontwerp CBB en de implementatiestrategie CBB opgesteld.

7.2 Bediening en begeleiding

Tijdens het overleg met de regio's en de binnenvaartsector over de invulling van de versobering van de bedienregimes, is gezocht naar zo efficiënt mogelijke oplossingen voor de wensen vanuit de regio's en de binnenvaartsector, gebaseerd op de feitelijke vervoersvraag.

Daarnaast is door financiële bijdragen van de medeoverheden mogelijk gebleken tot aanvaardbare oplossingen te komen of een verbetering van de bedienregimes van sluizen en bruggen. Zo zijn voor de regio's Limburg en Brabant in 2013 en 2014 bestuurlijke afspraken gemaakt voor financiering en samenwerking op het gebied van bedienen van sluizen en bruggen en het te service/bedienniveau vanaf 2015 op de Maasroute en de Brabantse en Midden-Limburgse kanalen. Hierdoor is het mogelijk gebleken te komen tot een vorm van 7 x 24 uur bediening op de hoofdvaarwegen. Ook zijn afspraken gemaakt over een versoberd meer vraaggestuurd bedienniveau en versnelling van centrale sluisbediening, waarbij binnen de streefwaarden (maximale structurele gemiddelde wachttijd 30 minuten) uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte/ SVIR wordt gebleven. Voor de vaarwegen in Noord-Brabant gelden deze afspraken tot en met 2022 en in Limburg tot en met 2023. Circa twee jaar voor het verstrijken van deze periodes zullen de afspraken gezamenlijk worden geëvalueerd en zullen nadere afspraken gemaakt worden voor de periode daarna.

In Oost Nederland is op basis van gezamenlijk onderzoek in overleg met de regio besloten om de toekomstige bediening op de Twentekanalen van de sluis Delden en Hengelo vanuit het bediengebouw Eefde te laten plaats vinden. Door middel van een bijdrage van de regio kan de huidige bediening van de sluis Delden tot 2018 gehandhaafd blijven op hetzelfde niveau als sluis Eefde en vindt de bediening van sluis Hengelo vraaggestuurd plaats. Na deze periode is gefaseerde bediening op afstand vanuit Eefde voorzien, waardoor er zelfs een verbetering van het bedieningsregime optreedt ten opzichte van het huidige niveau.

Voor de Kop van Overijssel (Zwolle – Kampen – Meppel) zijn het Rijk en de regio de samenwerking aan gegaan voor bediening van de gemeentelijke bruggen vanuit de rijksbediengebouwen. De keersluis bij Zwartsluis wordt omgebouwd tot schutsluis en van hieruit zal gefaseerd bediening op afstand gaan plaatsvinden. Het doel is gezamenlijk (overheden, beroeps- en recreatievaart, vervoerend en verladend bedrijfsleven) toe te werken naar een robuust bedieningsregiem in Overijssel in 2020, waarbij de bedientijden afgestemd worden met de stakeholders.

De Kamer is in juni 2015 meer in detail geïnformeerd over de situatie en afspraken per regio.

Bij het opstellen van het Toekomstperspectief Bedienen Sluizen en Bruggen, dat in december 2015 aan de Kamer is gestuurd, is het mogelijk gebleken met de belangrijkste stakeholders overeenstemming te bereiken over een groot aantal uitgangspunten die de basis vormen voor de verdere gezamenlijke uitwerking en invulling van de voorstellen met de vaarwegbeheerders, medeoverheden, de binnenvaartsector en het vervoerend en verladend bedrijfsleven. Tot deze uitgangspunten behoren onder meer dat voor het aan te bieden serviceniveau van de bediening de vervoersvraag in principe leidend is (vraagsturing), waarbij ook rekening gehouden wordt met toekomstige ontwikkelingen in de zee- en binnenhavens en industriegebieden. En voorts dat in principe alle vaarweggebruikers (goederen-, personen- en recreatieverkeer) gefaciliteerd zullen worden en dat uitbreiding van bedienen op afstand perspectief biedt voor de toekomst, mits aan een aantal randvoorwaarden op o.a. het gebied van (investerings)kosten en veiligheid voldaan wordt.

Samengevat ziet de situatie er voor de komende jaren als volgt uit.

- Op de hoofdtransportassen (internationale) vaarwegcorridors van de zeehavens Amsterdam en Rotterdam met respectievelijk Duitsland en België/Antwerpen), is er sprake van 7 x 24 uur bediening. Deze zal ook op langere termijn voortgezet worden, gelet op het economische belang, de grote vervoersvraag en het grote aantal scheepsbewegingen in combinatie met de vlotte en veilige afwikkeling daarvan.
- Voor de hoofdvaarwegen verschilt de situatie per vaarwegverbinding en per regio. Voor een aantal hoofdvaarwegen, waar de vervoersvraag een 24-uursbediening niet rechtvaardigt, wordt in overleg met belanghebbenden gezocht naar het passende bedieningsniveau, waarbij vraag en aanbod zo goed mogelijk op elkaar zijn afgestemd. De feitelijke invulling daarvan is mede afhankelijk van de huidige en verwachte vervoersvraag, de gemaakte bestuurlijke afspraken en de technologische vernieuwing. Voor de hoofdvaarweg Amsterdam – Lemmer – Delfzijl zijn mede op basis van bestuurlijke afspraken in het kader van de overdracht van de vaarweg Lemmer-Delfzijl aan het Rijk, vooralsnog geen wijzigingen in het bedieningsniveau voorzien.
- Voor de zogenoemde Overige Rijksvaarwegen wordt per situatie en per regio bezien welk bedienniveau gewenst en haalbaar is. Mede gelet op het gebruik van deze vaarwegen door de recreatievaart en beroepspersonenvaart (zoals de

bruine vloot), wordt bij de bediening zoveel mogelijk rekening gehouden met het seizoensgebonden karakter van deze vaarweggebruikers.

De komende jaren zal samen met de regio's nader worden bezien welke vormen van samenwerking, gezamenlijke bedienen e.d. mogelijk en zinvol zijn, waarbij corridorgerichte bediening het uitgangspunt vormt en tevens rekening gehouden wordt met de vervanging-/onderhoudsprogramma's van sluisen en bruggen. Rijkswaterstaat monitort samen met de regio, het bedrijfsleven en de schippersverenigingen, de bediening en het gebruik van de sluisen en bruggen. Over de bediening en begeleiding zal jaarlijks met een vertegenwoordiging van BLN/Schuttevaer een voortgangsoverleg gaan plaats vinden.

Voor de bediening geldt verder dat bij het invoeren van Corridormanagement in de loop der tijd gestreefd wordt naar steeds meer bediening van objecten op afstand vanuit geïntegreerde centrales van waaruit zowel bediening als begeleiding plaatsvindt. Door de bediening op afstand kan het service niveau van de bediening en begeleiding verhoogd worden. Het hogere service niveau zal ook een (beperkte) bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van sommige capaciteitsknelpunten in het vaarwegennet.

Naast efficiëntere en soms ruimere bedieningsvensters via bediening op afstand, kan de toepassing van ICT in zijn algemeenheid ook de betrouwbaarheid van reistijden vergroten. Door het optimaliseren van sluisplanningen op vaarroutes met behulp van ICT-toepassingen kunnen wacht- en passeertijden mogelijk verbeteren.

Op basis van het uitvoeringsplan voor de implementatie van CBB wordt een plan van aanpak opgesteld voor de corridor Rotterdam – Duitsland en Amsterdam – Duitsland. Deze richt zich op de periode 2018 t/m 2020. Daarnaast is een Europees project, COMEX, gestart als opvolger van het Europese project Corisma. Dit project richt zich voor Nederland op de corridor Amsterdam – Rotterdam – Antwerpen.

In het Programma CBB zit ook het project Landelijke Uniforme Vervanging van Vessel Traffic Service systemen (LUV-VTS). Dit project levert in twee tranches vanaf 2018 een uniform radar doelvolgsysteem aan alle bestaande VTS sectoren die er in Nederland zijn (17 sectoren). In de ontwikkeling naar de toekomst zijn er op dit moment geen overwegingen om nieuwe VTS sectoren in te stellen en dus meer radar doelvolgketens op te zetten.

8 Robuustheid hoofdvaarwegennetwerk

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de robuustheid van het hoofdvaarwegennetwerk. Robuustheid is te definiëren als de mate waarin een vaarwegsysteem zijn functie kan behouden bij verstoringen, zodat er voor de schipper geen onverwacht groot reistijdverlies optreedt. Dat kunnen verstoringen zijn door calamiteiten, werkzaamheden of hoog/laag water. Dit hoofdstuk richt zich voornamelijk op storingen bij sluiscomplexen waar in een aantal gevallen maar één (maatgevende) kolk aanwezig is en de mogelijke omvaarroutes.

8.2 Robuustheid per regio

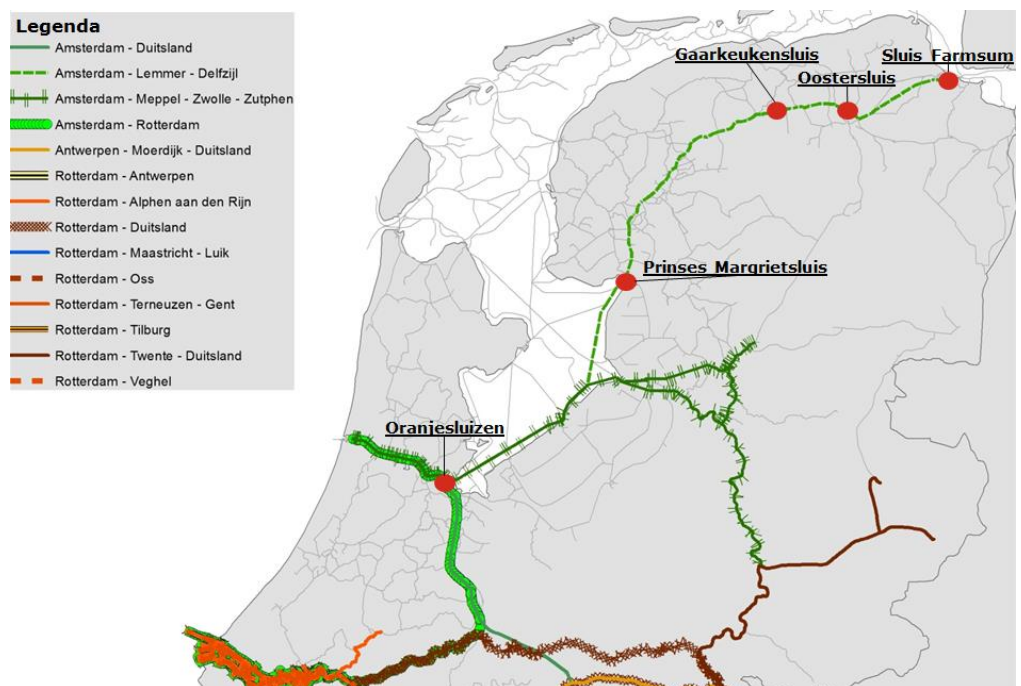
Amsterdam – Duitsland (IJmuiden – Tiel)

Amsterdam – Lemmer – Delfzijl

Op de corridor Amsterdam – Lemmer – Delfzijl hebben de Oranjesluizen, de Prinses Margrietsluis, de Gaarkeukensluis, de Oostersluis en sluis Farmsum maar één (maatgevende)kolk.

De Prins Willem Alexanderkolk van de Oranjesluizen is de enige toegang naar het noorden voor schepen langer dan 90m. Indien de Prins Willem Alexanderkolk gestremd is, dan moeten schepen, langer dan 90m, 150 kilometer omvaren via de Geldersche IJssel.

Indien één van de andere sluiscomplexen gestremd is, dan is er geen (volledig) scheepvaartverkeer mogelijk tussen Amsterdam – Delfzijl.



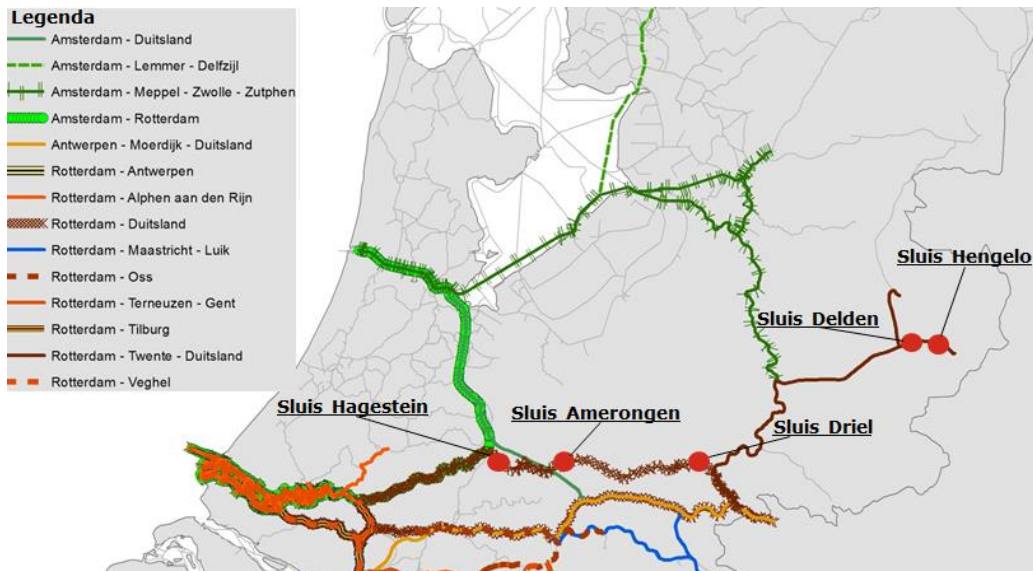
Figuur 15: Robuustheid Amsterdam - Lemmer - Delfzijl

Rotterdam – Twente – Duitsland (via de Waal en via de Lek en Neder-Rijn)

Op de Lek en Neder-Rijn bevinden zich drie stuw- en sluiscomplexen (Hagestein, Amerongen en Driel) met slechts één sluiscolk. Als de Rijn veel water moet afvoeren, gaan de stuwen open om overstromingen te voorkomen. Gemiddeld zijn de stuwdeuren bij bijvoorbeeld Hagestein ongeveer veertig dagen per jaar open en kan de scheepvaart het complex passeren door onder de stuw door te varen. Het grootste gedeelte van de tijd dient de scheepvaart echter de sluiscolk te gebruiken. Indien een van deze drie sluiscomplexen gestremd is, dan kan de scheepvaart, zonder beperkingen, omvaren via de Waal.

De route via de Lek en Neder-Rijn kan (ook) worden gezien als omvaarroute in het geval er sprake is van een calamiteit op de Waal. Indien zo'n calamiteit zich zou voordoen dan is de infrastructuur, en dan met name de sluiscapaciteit (de drie eerder genoemde sluiscomplexen beschikken over slechts één (te krappe) colk), op de Lek en Neder-Rijn onvoldoende om alle schepen te faciliteren.

Scheepvaart richting Hengelo en Delden heeft te maken met twee sluiscomplexen (Sluis Delden en Sluis Hengelo) met maar één sluiscolk. Dit traject is kwetsbaar te noemen aangezien er geen scheepvaart mogelijk is in geval van storing of onderhoud bij de sluisen Delden en/of Hengelo.



Figuur 16: Robuustheid Rotterdam – Twente - Duitsland

Rotterdam – Maastricht – Luik**Rotterdam – Veghel (Zuid-Willemsvaart)****Rotterdam – Tilburg (Wilhelminakanaal)**

Op de Noord-Zuidtak bevindt zich het sluiscomplex Weurt. Het sluiscomplex heeft met zijn twee kolken bij normale waterstanden geen capaciteitsbeperkingen, echter bij hoog water (NAP +10 of hoger) dient er getrapt geschut te worden (beperking in lengte en extra schuttijd) en bij laagwater (NAP +7,20 of lager²⁵) neemt de diepgang²⁶ van de Oostkolk en daarmee ook de capaciteit sterk af. Daarnaast heeft de Oostkolk, vanwege zijn leeftijd (1928), te maken met storingen. De aanpak hiervan is opgenomen in de B&O-programmering.

Bij meer laag water en toenemende schaalvergroting op de Maas (die vanaf 2019 geschikt is voor klasse Vb-schepen) zal de druk op sluis Weurt toenemen, aangezien de route over Grave voor Vb-schepen niet als alternatief kan dienen.

De Oost-Westtak, die bij laag water op de Waal als omvaarroute fungeert, kan (bij laag water) het extra transport onvoldoende opvangen. Dit komt o.a. omdat sluis Grave over slechts één kolk beschikt, waardoor er lange wachttijden ontstaan voor de scheepvaart. Ook kent het traject van Niftrik tot en met sluis Grave een diepgangbeperking van 3,2m bij een gemiddelde waterafvoer. Daarnaast kan op de Oost-Westtak van de Maas op een groot deel van het traject met schepen van 193x13,5x4m worden gevaren. Deze schepen kunnen sluis Grave echter niet passeren vanwege de (te) kleine sluis kolk (142x16m).

In combinatie met vervangingsvraagstukken bij deze sluis kan worden overwogen om de capaciteit van de sluis kolk te vergroten om deze route robuuster te maken.

Ook sluis Sint-Andries beschikt over slechts één kolk (110x14m). Omdat deze sluis geen deel uitmaakt van de reguliere binnenvaartroutes (die normaliter via Weurt of Geertruidenberg lopen), vormt deze sluis in het kader van een robuust vaarwegennetwerk geen groot knelpunt. Een grotere sluis kolk kan desalniettemin de flexibele routekeuze voor grote schepen tussen Waal en Maas vergroten.

Op de corridor Rotterdam – Veghel liggen drie sluiscomplexen (Empel, Hintham en Schijndel) met maar één sluis kolk. Indien één van deze sluiscomplexen uitvalt dan is er nog maar beperkt scheepvaartverkeer (63x7,2x1,9m i.p.v. 105x9,6x3m) mogelijk naar Veghel via o.a. het Wilhelminakanaal. Wel zijn de volumes over deze vaarweg in vergelijking met de Noord-Zuidtak van de Maas veel beperkter.

Op de corridor Rotterdam – Tilburg liggen twee sluiscomplexen (Sluis Oosterhout en sluis II) met elk maar één kolk. Bij stremming van een van deze twee sluiscomplexen kan er slechts beperkt (63x7,2x1,9m i.p.v. 90x9,6x2,7m (tot sluis II)) worden omgevaan via de Zuid-Willemsvaart. Ook hier zijn de volumes over deze vaarweg in vergelijking met de Noord-Zuidtak van de Maas veel beperkter.

²⁵ Ruim 50% van de tijd, bron: Servicedesk data

²⁶ Soms tot wel maximaal één meter diepgang.



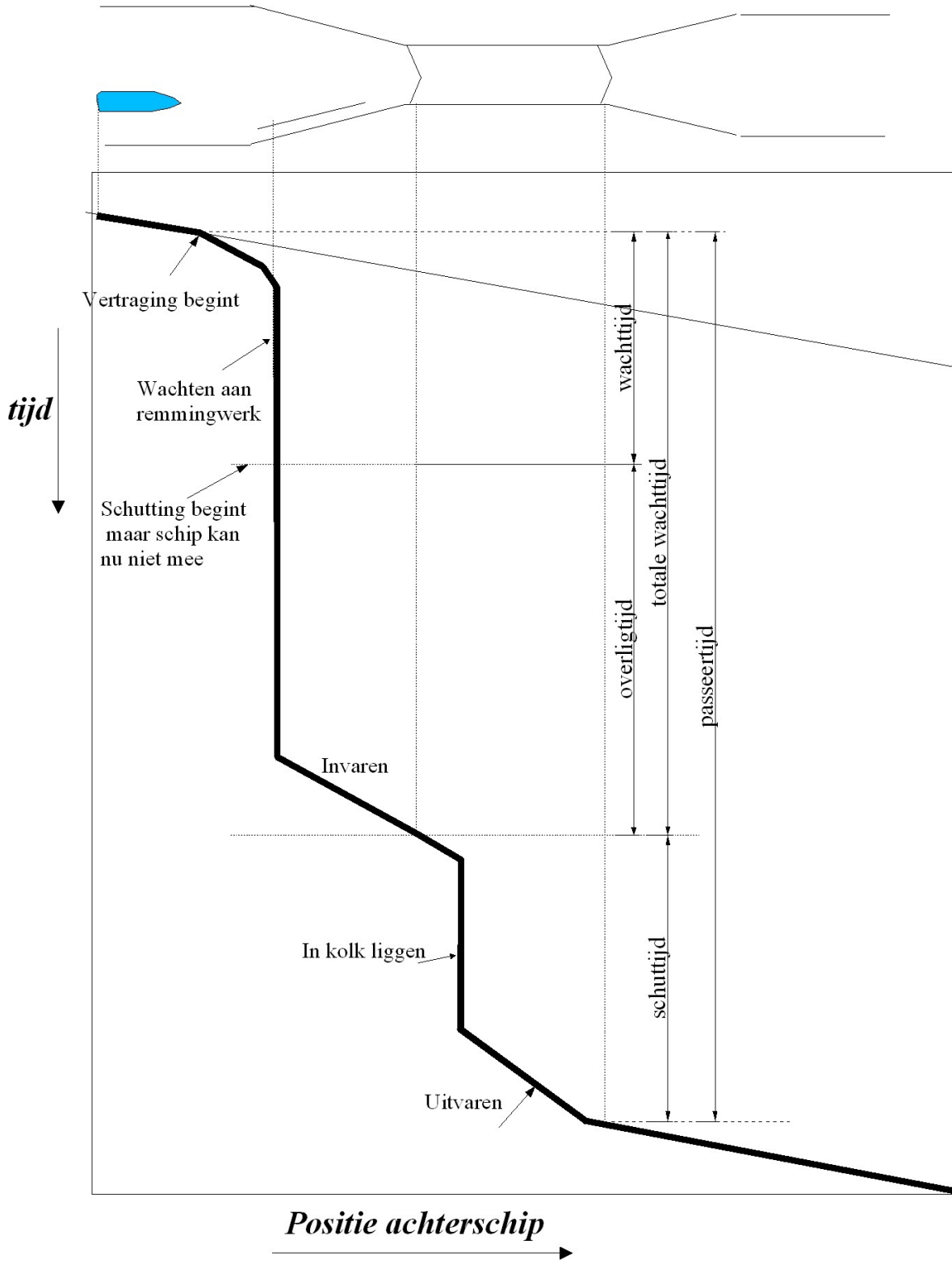
Figuur 17: Robuustheid Rotterdam - Maastricht

Bijlage I: Definities wacht- en passeertijden schepen bij sluisen

De definities zijn hieronder weergegeven:

- passeertijd is de tijd die een schip nodig heeft voor het passeren van de sluis, en is gelijk aan de som van totale wachttijd en schuttijd (de totale wachttijd is de som van wachttijd en overligtijd).
- wachttijd, deze gaat in op het moment dat het schip bij de sluis aankomt en enige vertraging begint en stopt op het moment dat of de schuttijd of de overligtijd ingaat.
- overligtijd, deze gaat in op het moment dat het schip in de wachtrij ligt en er een kolk, waar het schip in zou mogen, omgaat naar de overkant. De overligtijd stopt op het moment dat de schuttijd ingaat.
- totale wachttijd is de som van wachttijd en overligtijd.
- schuttijd, deze gaat in op het moment dat alle te schutten schepen zich in de schutruimte bevinden en de invardeuren dicht gaan. De schuttijd stopt op het moment dat het schip met zijn hek de uitvardeur passeert. Het sluiten van de deuren, het nivelleren van de kolk en het openen van de deuren (is bedieningstijd schutproces) maken dus onderdeel uit van de schuttijd, evenals de uitvaartijd van de schepen. De schuttijd varieert bijvoorbeeld met de kolkafmetingen en met het waterstandsverschil (verval) over de sluis.

Op de volgende bladzijde zijn de definities gevisualiseerd middels een tijd-weg diagram van een schip dat de sluis passeert en daarbij moet overliggen.



Bijlage II: SIVAK sluiscapaciteitsstudie NMCA

Los rapport, wegens omvang hier niet opgenomen.

Bijlage III: Vaartuigverliesuren (ten gevolge van passeertijd) per sluis

| Sluisnaam | Vaartuigverliesuren (ten gevolge van passeertijd) per week in maatgevende periode | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2030 Hoog | 2030 Laag | 2040 Hoog | 2040 Laag | 2050 Hoog | 2050 Laag |
| Corridor Westerschelde-Rijn | | | | | | | |
| Hansweert | 377 | 346 | 299 | 336 | 267 | 360 | 268 |
| Krammersluizen | 884 (483*) | 501 | 431 | 490 | 382 | 525 | 384 |
| Kreekraksluizen | 784 | 1417 | 618 | 1899 | 602 | 3365 | 1164 |
| Corridor Amsterdam - Noord Nederland | | | | | | | |
| Oranjesluizen ²⁷ | 526 | 701 | 608 | 878 | 685 | 1162 | 830 |
| Houtribsluizen | 443 | 590 | 499 | 668 | 527 | 885 | 608 |
| Pr. Margrietsluis | 283 | 290 | 279 | 314 | 273 | 335 | 307 |
| Gaarkeukensluis | 185 | 227 | 215 | 259 | 220 | 275 | 247 |
| Oostersluis | 247 | 317 | 288 | 349 | 298 | 394 | 332 |
| Corridor Rijn - Oost Nederland | | | | | | | |
| Sluis Delden | 119 | 96 | 94 | 91 | 92 | 87 | 89 |
| Corridor Maasroute | | | | | | | |
| Grave | 199 | 123 | 110 | 103 | 89 | 91 | 78 |
| Sluis St. Andries | 220 | 267 | 260 | 290 | 239 | 299 | 252 |
| Weurt | 360 | 341 | 310 | 315 | 282 | 299 | 259 |
| Corridor Rotterdam - Veghel | | | | | | | |
| Schijndel | 209 (211**) | 114 | 103 | 127 | 110 | 153 | 117 |

* Fictieve 2014-situatie met het toekomstige innovatieve zoet-zoutscheidingsysteem

** Situatie na openstelling Maximakanaal (2015)

²⁷ Inclusief Prins Willem-Alexandersluis

Bijlage IV: Corridors Vaarwegen

